

유도장치가 부가된 진동회전방식 전동칫솔의 구강건강증진효과에 대한 조사연구

박윤수, 이철우, 함병도, 구기태, 김태일*, 설양조, 이용무, 류인철, 구영, 정종평
서울대학교 치의학대학원 치주과학교실

Survey study of powered toothbrush with guiding device for oral hygiene improvement

Yun-Soo Park, Chul-Woo Lee, Byoung-Do Hahm, Ki-Tae Koo, Tae-Il Kim*, Yang-Jo Seol,
Yong-Moo Lee, In-Chul Rhyu, Young Gu, Chong-Pyoung Chung

Department of periodontology, School of dentistry, Seoul National University

ABSTRACT

Purpose: This study was performed to evaluate the effect of powered toothbrush with a wireless remote display on the subjective and objective oral hygiene improvement.

Methods: One hundred and fifteen subjects in healthy or mild gingivitis status between the ages of 20 and 90 were recruited and reviewed for study inclusion criteria. At first visit, 115 pre-screened subjects filled in the questionnaire form which consisted of demographic factors, behavioral factors (smoking, alcohol consumption), toothbrushing habits (brushing time and frequency), self-reported oral health status, and self-satisfaction. Baseline clinical indices (Plaque index, Gingival index) were also recorded by a periodontist. Subjects were instructed how to use powered toothbrush with a wireless remote display, and were provided with it. Thirty days after first visit, 90 subjects returned for the second assessment by self-reported questionnaire form and professional clinical checkup. Statistical analysis was performed using paired t-test for the difference between baseline and second visit data. The relationship among variables was examined with chi-square test and Fisher's exact test.

Results: Significant differences were not found on self-reported satisfaction related with sex, smoking, alcohol consumption ($P<0.05$). Self-reported tooth brushing habit was improved in the aspect of brushing time and frequency. Significant differences were found on the self-reported oral health status, self-satisfaction, and clinical indices between the baseline and second visit data ($P<0.01$). Clinical indices were significantly reduced after using powered toothbrush with a wireless remote display ($P<0.01$). No adverse reactions were reported during the study period.

Conclusions: Powered toothbrush with a wireless remote display successfully promoted oral hygiene from the subjective and objective viewpoint after 30 days of home usage. (*J Korean Acad Periodontol 2009;39:407-412*)

KEY WORDS: oral hygiene; personal satisfaction; toothbrushing.

서론

치태는 구강 내 세균과 그 부산물이 식품잔사 등과 혼재되어 치아표면에 부착되는 바이오 필름으로서, 치은염과 치주염을 일으키는 주된 인자로 밝혀져 있다^{1,2}. 부적절한 치태 제거는 병원성이 강한 세균의 증식을 야기하며 결국 속주에 해가 되는 염증반응과 함께 가역적인 치은염으로 발전한

다. 또한 치은염은 치주염의 선행 질환으로서, 시간이 지날수록 치주조직에 좀더 파괴적인 치주염으로 진행하게 된다³. 따라서, 구강 건강을 유지하기 위해서 적절한 치태 조절 및 관리의 필수적이다.

효과적인 치태제거를 위해서는 치과 내원을 통한 전문적인 치태관리와 칫솔제거술을 받는 것이 필요하지만, 일상적인 칫솔질을 통해 평소에 치태관리를 하는 것도 중요하다⁴. 왜냐하면, 산업화된 사회의 80~90%의 인구가 구강청결을 위해서 매일 칫솔을 사용하고 있기 때문이다⁵. 하지만 칫솔질의 효과는 얼마나 자주 칫솔질을 시행하는지 그리고 얼마나 효율적으로 칫솔을 사용하는지에 따라 달라진다⁶. 따라서 매일 적

Correspondence: Dr. Tae-Il Kim

Department of periodontology, School of dentistry, Seoul National University, Yeongun-dong, Jongno-gu, Seoul, Korea

E-mail: periopf@snu.ac.kr, Tel: 82-2-2072-2642,

Fax: 82-2-744-0051

This work was supported by Procter & Gamble Co.

절한 횟수와 시간을 유지하며 올바른 방법으로 칫솔질을 시행하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

전동칫솔은 1855년에 Frederick Wilhelm⁷⁾에 의해서 처음으로 고안되었으며 1960년대에 처음으로 시장에 등장하였다⁸⁾. 초기의 전동칫솔은 앞뒤로 움직이는 형태로 만들어졌으나, 그 후 좌우회전방식, 왕복회전방식 등 다양한 형태가 고안되었다. 시간이 지남에 따라 전동칫솔이 보편화 되었고, 수동칫솔과 비교하여 전동칫솔이 구강 위생도 개선에 미치는 효과와 안정성에 대한 연구가 지속되어 왔다. 또 어떠한 운동 형태의 전동칫솔을 사용하는 것이 치태관리 및 치은건강 유지에 효과적인가에 대한 관심도 높아지게 되었다⁹⁾.

칫솔질의 효과를 평가하는 실험에서 사용되는 대표적인 척도는 치태의 잔존여부이다. 최근에 시행된 대다수 임상적 실험의 결과는 전동칫솔이 수동칫솔에 비해 우수한 치태 제거 효과가 있음을 보고하고 있다¹⁰⁻¹³⁾. 또한 많은 연구들이 전동칫솔의 일상적인 사용이 수동칫솔에 비해 위험하지 않다는 사실을 보여준다¹⁴⁾.

최근에는 진동회전방식을 가지며 적절한 칫솔질을 유도하는 도구가 결합된 전동칫솔이 소개되었다¹⁵⁾. 본 연구는 경미한 치은염환자들로 하여금 효과적인 칫솔질을 유도하는 유도장치가 부가된 진동회전방식의 전동칫솔을 사용하게 한 다음, 설문조사를 통해 주관적인 구강건강개선에 어떤 영향을 주는지 확인하고, 임상지수에 대한 전문가의 객관적인 평가를 통해서 구강위생증진효과를 평가하고자 시행되었다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 3 mm 이하의 치은열구 깊이를 가지며 진행성 치조골 파괴가 없는 건강하거나 경미한 치은염증상을 보이는 115명의 대상자를 상대로 시행하였다. 대상자들은 만 20세 이상 90세 이하의 성인 남녀로, 구강 내 Ramfjord 치아(#16, 21, 24, 36, 41, 44)가 존재하는 대상자를 선별하였다. 본 연구는 서울대학교치과병원 연구윤리심의위원회의 승인을 받았으며(승인번호 CMP08002), 연구의 모든 과정은 대상자의 동의를 받고 진행되었다.

2. 조사방법

칫 내원 시 대상자들은 설문사항을 작성하는 1차 검사를 시행받았다. 설문은 대상자의 기본 정보 및 전동칫솔 사용 전후의 칫솔질 습관과 만족도를 확인하기 위해 인구학적 요소, 과거 기왕력, 흡연, 음주를 포함한 행동적 요소, 칫솔질 횟수 및 시간, 자가 구강상태 진단, 그리고 구강상태에 대한 자기만족도로 구성되었다. 2차 설문조사 시에는 만족도를 세정도, 상쾌함, 일반 칫솔대비 세정도, 잇몸 건강 개선 등에 대한 만족도로 세분화시켜 조사하여 환자의 주관적인 생각을 좀더 객관적으로 나타낼 수 있도록 하였다. 상쾌함 및 세정도는 5가지의 선택지로 이루어졌으며 각각 매우 만족, 만족, 약간 만족, 불만족, 전혀 불만족으로 이루어졌다.

1차 설문조사 직후 치태지수 및 치은지수검사가 숙련된 치주과 전문의에 의해 시행되었다. 모든 조사가 끝난 후 대상자들은 유도장치가 부가된 전동칫솔(Oral-B Triumph™ with SmartGuide™, P&G, Cincinnati, USA)을 지급받고 전동칫솔의 사용방법 및 제조사의 지시사항에 대해 충분히 교육받은 후 귀가하였다.

대상자들은 전동칫솔을 30일간 사용한 후에 재내원 하도록 하였고 총 90명의 대상자들이 이에 응하였다. 재내원한 90명의 대상자는 치태지수 및 치은지수 항목의 검사를 1차 검사 때와 동일한 치주과 전문의를 통해 받은 다음 2차 설문조사에 응하였다.

3. 임상지수 평가

구강 내 Ramfjord 치아(#16, 21, 24, 36, 41, 44)의 각각 4개 부위(근심협측, 협측, 원심협측, 설측 혹은 구개측)에서 임상지수측정이 시행되었으며, 대상자들의 치태지수와 치은지수는 다음의 기준을 따랐다.

1) 치태지수(Plaque index, Silness & Loe)¹⁶⁾

대상치아의 근심협면, 원심협면, 협면변연, 설면에 대하여 치태 염색제를 사용하지 않고 치태 축적량을 평가하여 다음의 수치를 부여하였다.

0 = 치태가 부착되어 있지 않은 상태

1 = 치주탐침으로 치면을 긁어보아 확인할 수 있을 정도로 치태가 치경부에 얇게 부착된 상태

- 2 = 육안으로 확인될 수 있을 정도로 다량의 치태가 치경부에 부착된 상태
- 3 = 치태부착이 치경부를 넘어 치간부에도 채워져 있는 상태

2) 치은지수(Gingival index, Löe & Silness)¹⁷⁾

대상치아의 치은조직에 대하여 근심협면, 원심협면, 협면 변연, 설면 혹은 구개면으로 나누어 염증을 관찰하여 다음의 수치를 부여하였다.

- 0 = 정상 치은
- 1 = 경한 염증, 경미한 색조변화, 가벼운 부종, 탐침 시 출혈성향 없음
- 2 = 중증 염증, 치은의 색조변화, 발적, 부종, 탐침 시 출혈
- 3 = 심한 염증, 상당한 발적과 부종, 궤양, 계속적인 출혈

4. 통계분석

전동칫솔 사용 전후 항목 비교를 위해 paired t-test를 시행하였으며, 각 항목간의 연관성을 확인하기 위해 chi-square test와 Fisher's exact test 및 회귀분석을 시행하였다. Paired t-test는 유의수준 0.01로 시행되었고, 나머지 통계분석은 유의수준 0.05로 시행되었다.

결과

1. 설문조사

총 90명의 대상자 중 남성은 32명, 여성은 58명으로 남성은 전체 조사대상자 중 35.6%, 여성은 64.4%로 여성이

2/3정도를 구성하였다. 연령은 평균 34.5 ± 9.8세의 분포를 이루고 있었다. 음주 빈도 설문 결과 비음주자와 주 1회 이하 음주자가 각각 22명, 45명으로 빈도가 낮은 사람의 비율이 74.4%를 차지하여 음주 습관이 별로 없는 사람들이 조사 대상자의 2/3 이상을 구성하고 있었다. 흡연 빈도에 대한 설문조사 결과 비흡연자가 72명으로 대상자의 80%를 이루고 있었다.

1차 조사 결과 기존칫솔에 대한 만족도면에서 만족하는 경우가 22명, 약간 만족하는 경우가 53명, 만족하지 못하는 경우는 15명이었으며, 매우 만족과 전혀 불만족의 경우는 0명으로 조사되었다. 성별, 음주력, 흡연력에 따른 현재의 만족도 차이를 chi-square test를 이용하여 알아본 결과 이에 따른 만족도의 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 1).

칫솔질 습관과 관련한 조사에서 칫솔질을 하루 세 번 이상 시행하는 대상자가 62명, 두 번 시행하는 대상자가 26명, 하루 한 번 및 기타가 2명으로 전체 대상자의 68.9%만이 이상적인 칫솔질 횟수인 하루 세 번 이상 칫솔질을 시행하고 있었다(Table 2). 또한 칫솔질 시간은 3분 이상 시행하는 대상자가 22명, 1~2분 시행하는 대상자가 58명, 1분 이하 및 기타 대상자가 10명으로 역시 과반수에 훨씬 못 미치는 24.4%만이 적절한 칫솔질 시간으로 추정되는 3분 이상의 칫솔질 시간을 지키고 있었다. 칫솔질에 대한 인식도 조사결과, 잘 닦고 있다고 생각하는 대상자가 19명, 보통이라고 생각하는 대상자가 59명, 잘 못 닦고 있다고 생각하는 대상자가 12명으로 전체의 21.1%만이 칫솔질을 잘한다고 생각하고 있었다.

전동칫솔 사용 후 시행한 2차 조사 결과, 칫솔질을 하루에 세 번 이상 시행하는 대상자가 69명으로 증가하였으며 전체 대상자의 76.7%를 구성하고 있었다. 칫솔질 시간은 일반 칫솔 대비 칫솔질 시간이 상당히 늘어난 대상자가 9명, 약간 늘어난 대상자가 49명 이전과 변화 없음과 줄어든 대

Table 1. Satisfaction Difference Related with Sex, Alcohol Consumption, Smoking about Old Tooth Brush

Factors	Chi-square	P
Sex	2.741	0.254
Alcohol consumption	7.346	0.5
Smoking	11.848	0.158

P = Statistical Significance

Table 2. Distribution of Tooth Brushing Frequency (%)

Brushing frequency	1st visit	2nd visit
>3/day	67.8	76.7
2/day	28.9	18.9
1/day	1.1	3.3
<1/day	0	0

상자는 32명으로 전체 대상자중 64.4%가 일반 칫솔 대비 칫솔질 시간이 늘어났다고 응답하였다. 그리고 전동 칫솔 사용 시 칫솔질 시간 증가는 10초 이내가 2명, 20초 이내가 11명, 30초 이내가 29명, 40초 이내가 9명, 1분 이내가 6명으로 시간이 증가된 58명의 대상자중 72.4%가 30초 이내로 시간이 증가되었음을 알 수 있었다.

전동칫솔 사용 후 입 속 상쾌함 측면에서의 만족도, 세정도 측면에서의 만족도, 기존 수동칫솔대비 치아 세정도 측면에서의 만족도, 잇몸 건강 개선 측면에서의 만족도를 확인해 보았다. 먼저 성별, 흡연력, 음주력에 따른 만족도의 차이는 음주력에 따른 잇몸건강개선 만족도를 제외하고는 없었다 (Table 3). 유의성 있는 차이를 보였던 음주력에 따른 잇몸 건강 개선도에 대해 좀 더 정확한 분석을 위해서 Fisher's Exact test를 시행한 결과 유의수준이 0.065를 나타내어 통계학적 유의성이 없었다. 회귀 분석 모형에서는 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며 결정계수가 0.05 이상은 나타나

지 않아 5%에도 못 미치는 연관성을 보였다(Table 4).

전동 칫솔 사용 전후의 만족도 측면에서는 상쾌함, 세정도, 일반칫솔 대비 치아 세정도, 잇몸 건강 개선 만족도에서 많은 사람들이 불만족 및 약간 만족에서 만족 및 매우 만족으로 변화함을 볼 수 있으며 유의수준 0.01 미만의 통계학적 유의성을 보였다(Table 5). 전동칫솔 사용과 관련하여 특별한 불만 사항이나 치주조직에 유해한 부작용은 보고되지 않았다.

2. 임상지수

전동칫솔 사용 전후로 객관적 지표인 치태지수, 치은지수도 큰 차이를 보였다. 치태지수의 경우 1차 조사 시에는 대상자의 치태지수 평균이 1,488이었으나, 30일 후 2차 조사에서는 0.555로 측정되었다. 이는 1차 조사에 비해 한 단계 정도의 지수개선을 보여준 것으로 유의수준 0.01 미만의 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. 치은지수도 비슷한

Table 3. Satisfaction Difference Related with Sex, Alcohol Consumption, Smoking about Powered Tooth Brush (*P*)

Factors	Freshness	Cleansing degree	Cleansing degree compared with old tooth brush	Gingival health improvement
Sex	0.514	0.227	0.804	0.19
Alcohol Consumption	0.156	0.605	0.447	0.017*
Smoking	0.786	0.565	0.504	0.504

* Statistically significant relationship exists between individual factor and satisfaction.

Table 4. Regression Analysis of Satisfaction at 2nd visit (*P*)

Analysis type	Factors	Freshness	Cleansing efficacy	Cleansing efficacy compared with old tooth brush	Gingival health improvement
Simple regression analysis	Sex	0.879	0.147	0.289	0.105
	Alcohol consumption	0.946	0.929	0.245	0.663
	Smoking	0.589	0.839	0.881	0.118
Multiple regression analysis	Sex	0.862	0.107	0.13	0.321
	Alcohol consumption	0.973	0.762	0.184	0.476
	Smoking	0.59	0.484	0.393	0.412

Table 5. Distribution of Satisfaction Before and After Using Powered Tooth Brush (Frequency)

Time	Questionnaire	Excellent	Good	Fair	Poor	Worst
1st visit	Satisfaction degree	0	22	53	15	0
	Freshness	16	53	20	1	0
2nd visit	Cleansing degree	14	52	14	10	0
	Cleansing degree compared with old tooth brush	16	48	15	11	0
	Gingival health advancement	9	48	32	1	0

결과를 보였는데 1차 조사 시 평균 1,304, 2차 조사 시 평균 0.488을 나타내어 한 단계 정도의 지수 개선을 보여주었으며, 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다(Table 6).

Table 6. Result of Plaque Index and Calculus Index

Clinical index	1st visit	2nd visit
Plaque index	1.488	0.555*
Calculus index	1.304	0.488*

* Statistically significant between 1st and 2nd visit.

고찰

1960년대에 전동칫솔이 나온 이후로 치태제거 효과 및 효율성에 대하여 수동칫솔과 비교한 연구들이 시행되었으며, 최근에는 전동칫솔의 효율적인 치태제거 효과 때문에 수동칫솔을 대체할만한 칫솔로서 인정하고 있다⁸⁾. 현재의 전동칫솔은 좌우회전운동이나 음파진동운동 및 진동회전운동 등 다양한 형태의 운동방식을 채용하고 있는데, 전동칫솔의 운동방식에 대한 연구를 종합한 결과 진동회전운동을 하는 전동칫솔의 경우 치태제거나 치주질환 예방측면에서 수동칫솔보다 더 뛰어나다는 연구결과가 보고되었으며 다른 형태의 전동방식을 가지는 전동칫솔의 경우 수동칫솔에 비해 지속적으로 나은 효과를 보여주지 못했다¹⁹⁾. 본 연구에 사용된 전동칫솔은 진동회전방식의 전동칫솔로서 치태제거 효과를 비교한 실험에서 좋은 결과를 보여준 바 있으며²⁰⁾, 본 연구에서도 통계적으로 유의할 만한 치태지수 및 치은지수의 감소를 나타내었다.

1차 내원 시 설문조사에서 성별, 흡연력, 음주력에 의한 만족도는 통계학적으로 유의할만한 차이를 나타내지 않았다. 그러나, 음주력과 상쾌함 및 잇몸건강개선 만족도의 경우 상당히 작은 유의수준을 나타내었는데, 음주를 한 경우 운동능력의 감소를 가져오기 때문에 칫솔질 능력에 영향을 줄 수 있다고 생각이 되나 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

칫솔질 시간의 경우 치주조직의 건강 유지에 중요한 요인이다²¹⁻²³⁾. Van der weijden 등²⁴⁾은 2분 이상의 칫솔질 시간을 권고하였다. 이번 연구에서 대상자들은 칫솔질 교육에 대한 협조도가 매우 높았으며, 이에 따라 칫솔질 시간의 증가를 관찰할 수 있었다. 본 연구에 사용된 전동칫솔의 경우 대상자들의 칫솔질 시 동기유발을 위한 유도장치인

SmartGuide™(P&G, Cincinnati, USA)가 포함되어 있었으며, 이 장비를 사용함으로써 2분 동안 충분히 칫솔질을 시행하도록 하였다. 결국, 유도장치를 사용함으로써 본 연구의 대상자들은 수동칫솔을 사용할 때 보다 칫솔질 시간을 증가시킬 수 있었다고 보여지며, 대상자의 주관적인 만족도 및 객관적인 임상지수의 개선에 큰 영향을 주었다고 생각된다. 따라서, 본 연구에서 구강건강도가 증진된 결과의 주요한 원인요소로서는 수동칫솔에 비해 개선된 효과를 나타내는 진동회전 방식의 전동칫솔을 사용했다는 점과 효과적인 칫솔질을 유도하는 유도장치의 사용으로 인한 적정 칫솔질 시간이 유지된 것을 들 수 있다.

전동칫솔의 효과에 대한 기존의 연구들은 치은지수, 치태지수 등의 객관적 지표에 대해서만 주로 시행되었다^{11-13,18-20)}. 이에 반해 본 연구에서는 대상자의 주관적 지표까지 함께 조사하였다는데 차별성이 있다. 만족도를 세분화하여 상쾌함, 세정도, 일반칫솔 대비 세정도, 잇몸 건강 측면 만족도 등의 구체적인 항목으로 구분하여 조사를 시행한 결과, 모든 만족도에서 1차 조사결과와 비교 시 2차 조사결과 때에 주관적인 만족감이 큰 것으로 나타났다. 전동칫솔의 사용전 후 설문 조사결과에 나타난 통계학적 유의성을 감안하면, 대상자들은 유도장치가 부가된 진동회전방식의 전동칫솔에 크게 만족하였음을 알 수 있었다.

본 연구는 대조군을 설정하지 않았으므로 각 대상자의 초기치를 일정하게 맞추어줄 필요성이 감소한다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 칫솔이 바뀔으로써 나타날 수 있는 효과를 제거하지 못했다는 한계가 있으며 향후 추가연구를 통해 이러한 효과를 배제할 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 유도장치가 부가된 진동회전방식의 전동칫솔을 1개월간 사용한 본 연구의 대상자들은 치태제거 및 치은염증도 개선이라는 객관적인 임상지수 증진과 주관적인 구강건강도 개선 측면에서 유의할 만한 효과를 나타내었다.

참고문헌

1. Löe H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. J Periodontol 1965;36:177-187.
2. Theiladöe E, Jensen SB., Löe H. Experimental gingivitis in man. II. A longitudinal clinical and bacteriological

- investigation. *J Periodontol* 1966;1:1-13.
3. Schroeder HE, Lindhe J. Conversion of stable established gingivitis in the dog into destructive periodontitis. *Arch Oral Biol* 1975;20:775-782.
 4. Axelsson P, Nyström B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004;31:749-757.
 5. Bakdash B. Current patterns of oral hygiene product use and practices. *Periodontol* 2000 1995;8:11-14.
 6. Janusz Karen; Nelson Bruce, Bartizek Robert D. Impact of a novel power toothbrush with SmartGuide technology on brushing pressure and thoroughness. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:1-8.
 7. Scutt JS, Swann CJ. The first mechanical toothbrush? *Br Dent J* 1975;139:152.
 8. Elliot JR. A comparison of the effectiveness of a standard and electric toothbrush. *J Periodontol* 1963;34:375-379.
 9. Heasman PA, Stacey F, Heasman L. A comparative study of the Philips HP 735, Braun/Oral B D7 and the Oral B 35 Advantage toothbrushes. *J Clin Periodontol* 1999;26:85-90.
 10. Ho HP, Niederman R. Effectiveness of the Sonicare sonic toothbrush on reduction of plaque, gingivitis, probing pocket depth and subgingival bacteria in adolescent orthodontic patients. *J Clin Dent* 1997;8:15-19.
 11. Van der Weijden GA, Timmerman MF, Reijerse E. The long-term effect of an oscillating/rotating electric toothbrush on gingivitis. An 8-month clinical study. *J Clin Periodontol* 1994;21:139-145.
 12. Ainamo J, Xie Q, Ainamo A, Kallio P. Assessment of the effect of an oscillating/rotating electric toothbrush on oral health. A 12-month longitudinal study. *J Clin Periodontol* 1997;24:28-33.
 13. Stoltze K, Bay L. Comparison of a manual and a new electric toothbrush for controlling plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol* 1994;21:86-90.
 14. He T, Carpinello L, Baker R. Safety of three toothbrushes. *Am J Dent* 2001;14:123-126.
 15. Walters PA, Cugini M, Biesbrock AR, Warren PR. A novel oscillating-rotating power toothbrush with SmartGuide: designed for enhanced performance and compliance. *J Contemp Dent Pract* 2007;8:1-9.
 16. Silness J, Löe H. Periodontal disease in pregnancy II. correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand*. 1964;22:121-135.
 17. Löe H. The gingival index, the plaque index and the retention index systems. *J Periodontol* 1967;38 Suppl:610-616.
 18. Warren PR. Development of an oscillating/rotating/pulsating toothbrush: the Oral-B Professional Care Series. *J Dent* 2005;33 Suppl 1:1-9.
 19. Heanue M, Deacon SA, Deery C et al. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;1:CD002281.
 20. Rosema NA, Timmerman MF, Versteeg P. A comparison of the use of different modes of mechanical oral hygiene in prevention of plaque and gingivitis. *J Periodontol* 2008;79: 1386-1394.
 21. G. A. Van der Weijden, M. F. Timmerman, M. Piscoer. Plaque removal by professional electric toothbrushing compared with professional polishing, *J Clin Periodontol* 2004; 31:903-907.
 22. Van der Weijden GA, Timmerman MF, Danser MM et al. Approximal brush head used on a powered toothbrush. *J Clin Periodontol* 2005;32:317-322.
 23. Williams K, Ferrante A, Dockter K et al. One- and 3-minute plaque removal by a battery-powered versus a manual toothbrush. *J Periodontol* 2004;75:1107-1113.
 24. Van der Weijden FA, Timmerman MF, Snoek IM, Reijerse E, van der Velden U. Toothbrushing duration and plaque removing efficacy of electric toothbrushes. *Am J Dent* 1996;9:S31-S36.