

Evaluation of the efficacy of manual toothbrushes in reducing bacterial biofilm in interdental spaces – comparative analysis

Ocena skuteczności manualnych szczoteczek do zębów w redukcji biofilmu bakteryjnego z przestrzeni międzyzębowych – badania porównawcze

Renata Chalas¹, Paweł Maksymiuk², Dominika Piątek¹, Tomasz Bieżanek¹, Jarosław Sobieszczański¹

¹ Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej z Endodoncją, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Chair and Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Medical University of Lublin, Poland
Head: prof. dr hab. T. Bachanek

² Towarzystwo Studentów Stomatologii, Oddział w Lublinie, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Association of Dental Students, Division in Lublin, Medical University of Lublin, Poland
Tutor: dr hab. R. Chalas

Abstract

Introduction. Proper oral hygiene is essential to maintain oral health and aesthetic appearance. Basic care involves daily tooth brushing. An appropriate toothbrush should be adapted to the patient's oral health, periodontal status, age and habits. There is a wide range of toothbrushes available on the market, so indicating those that best remove plaque should be beneficial for the patients. **Aim of the study.** To evaluate the effect of introducing new toothbrushes with different types of bristles to daily oral hygiene for the purpose of efficient removal of dental plaque from interdental spaces. **Material and methods.** The study comprised thirty volunteers in whom measurement of the oral hygiene was performed twice with the API index – at baseline (T0 – API 1) and after two weeks (T1 – API 2). Patients after the first measurement of the index were randomly divided into three groups, each including ten subjects. Patients in each group received one of the three types of toothbrushes: Colgate 360° Surround medium, Colgate Premier Clean medium, Curaprox 3960 super soft, and standard toothpaste containing 1450 ppm fluoride. A clinical study was supplemented with a survey on hygiene habits. **Results.** The majority

Streszczenie

Wstęp. Prawidłowa higiena jamy ustnej jest podstawą zachowania jej zdrowia i estetycznego wyglądu. Podstawowa pielęgnacja polega na codziennym szczotkowaniu zębów. Właściwa szczoteczka do zębów powinna być dopasowana do stanu zdrowia jamy ustnej, stanu przyzębia oraz wieku i nawyków pacjenta. Ze względu na szeroką gamę szczoteczek dostępnych na rynku, wskazanie tych, które najlepiej usuwają płytkę nazębną, może być dużą pomocą dla pacjentów. **Cel pracy.** Celem pracy była ocena efektu wprowadzenia do codziennej higieny jamy ustnej nowych szczoteczek do zębów posiadających różne rodzaje włókien, pod kątem skuteczności usuwania płytki nazębnej z przestrzeni międzyzębowych. **Materiał i metody.** Badaniu poddano 30 ochotników, u których dwukrotnie przeprowadzano pomiar wskaźnika higieny jamy ustnej API – na początku badania (T0 – API 1) oraz po upływie 2 tygodni (T1 – API 2). Pacjenci po pierwszym oznaczeniu wskaźnika higieny zostali losowo podzieleni na 3 grupy liczące po 10 osób. Członkowie każdej z grup otrzymali jedną z trzech rodzajów szczoteczek do zębów – Colgate 360° Surround medium, Colgate

KEYWORDS:

oral hygiene, toothbrush, API, interdental spaces

HASŁA INDEKSOWE:

higiena jamy ustnej, szczotka do zębów, API, przestrzenie międzyzębowe

of respondents (76.7%) declared regular tooth brushing twice a day. Among the respondents, most people (60%) reported the use of manual toothbrushes with soft bristles, 23.3% of respondents indicated a manual toothbrush with a medium-soft bristle, while 20% reported the use of electric toothbrushes. Almost all study participants (96.7%) used toothpaste with fluoride. The average score of the API specified before introduction of a new toothbrush in the group was 50.36 and afterwards 36.40. Average reduction in the API value was 13.96. The greatest improvement in reducing biofilm formation, as measured by the API index, was recorded in Group 1 – 21.60, and the lowest in Group 3 – 3.60. **Conclusions.** Introduction of a new toothbrush can contribute to better removal of plaque from interdental spaces. The length and arrangement of bristles in the cleaning part of the toothbrush may have an impact on the efficacy of removing dental plaque from approximal areas.

Introduction

Proper oral hygiene is essential to maintain oral health and aesthetic appearance of the oral cavity. Basic care consists in daily toothbrushing with toothpaste and the use of dental floss and mouthrinses. Oral hygiene will be effective when the right toothpaste and tooth brushing technique that is appropriate to the age and ability of the patient is used. Equally important is choosing the right toothbrush. It should be matched to the oral cavity health condition, periodontal condition and the age and habits of the patient.¹

Toothbrushes emerged as part of oral hygiene in the eighteenth century, and the toothbrushes with nylon bristles and a plastic handle, being precursors of the present ones, began to be used only in the thirties of the last century. Since they were relatively cheap and available, they have gradually become widely used by the public in the developed countries.² Over the years, the design of toothbrushes has undergone constant alterations. Manufacturers have modified the shape, arrangement and the length of bristles of the cleaning part. Modifications also involved

Premier Clean medium, Curaprox 3960 super soft, oraz standardową pastę do zębów zawierającą 1450 ppm fluoru. Badanie kliniczne uzupełniono badaniem ankietowym dotyczącym nawyków higienicznych. **Wyniki badań.** Większość respondentów (76,7%) deklarowała regularne mycie zębów 2 razy dziennie. Wśród ankietowanych najczęściej osób (60%) zgłosiło użytkowanie manualnych szczoteczek o miękkim włosiu, 23,3% badanych wskazało manualne szczoteczki o średnio-miękkim włosiu, zaś 20% zadeklarowało używanie szczoteczek elektrycznych. Prawie wszyscy uczestnicy badania (96,7%) stosowali pastę do zębów z fluorem. Średnia wartość wskaźnika API określona przed wprowadzeniem nowej szczoteczki wynosiła w grupie 50,36 zaś po – 36,40. Średnie obniżenie wskaźnika API wynosiło 13,96. Największa poprawa w redukcji biofilmu oceniana za pomocą wskaźnika API odnotowana została w grupie 1 – 21,60, zaś najniższa w grupie 3 – 3,60. **Wnioski.** Wprowadzenie nowej szczoteczki do zębów może przyczynić się do lepszego usuwania płytki nazębnej z przestrzeni międzyzębowych. Długość i rozmieszczenie włosia w części pracującej szczoteczki do zębów może mieć wpływ na skuteczność usuwania płytki nazębnej z obszarów aproksymalnych.

Wstęp

Prawidłowa higiena jamy ustnej jest podstawą zachowania jej zdrowia i estetycznego wyglądu. Podstawowa pielęgnacja polega na codziennym szczotkowaniu zębów pastą do zębów oraz na stosowaniu nici dentystycznych i płukanek do jamy ustnej. Aby zabiegi higieniczne były skuteczne, należy dobrać odpowiednią pastę do zębów oraz technikę szczotkowania, adekwatną do wieku i umiejętności pacjenta. Równie istotny jest dobór odpowiedniej szczotki do zębów. Powinna być ona dopasowana do stanu zdrowia jamy ustnej, stanu przyzębia oraz wieku i nawyków pacjenta.¹

Szczotki do zębów pojawiły się, jako element higieny jamy ustnej w XVIII wieku, natomiast szczotki do zębów z nylonowym włosiem i plastikową rękojeścią, będące prekursorami obecnych, zaczęły być używane dopiero w latach trzydziestych ubiegłego stulecia. Dzięki niezbyt wysokiej cenie i dostępności stały się z czasem powszechnie używane przez społeczeństwa krajów rozwiniętych.² Na przestrzeni lat budowa szczotek do zębów ulegała ciągłym zmianom. Producenci modyfikowali kształt, ułożenie i długość włókien części

the handle, which changed from the straight and flat to ergonomically shaped and comfortable to grip in a variety of hand positions during tooth brushing.³⁻⁴ Currently, consumers evaluate not just the convenience of using the toothbrush and its cleaning power. Some people are looking for the eco-green product corresponding to their lifestyle and beliefs, which is reflected for example in the toothbrush with a bamboo handle and brushing parts made of biodegradable nylon.

The main purpose of a toothbrush is the mechanical removal of dental plaque from all tooth surfaces, cleaning oral mucosa and massaging the gums. On the market, there are currently many types of toothbrushes with different hardness and arrangement of the bristles, different length and shape of the handle and the brushing part. Moreover, some of the toothbrushes have additional silicone or rubber components to facilitate cleaning the tongue or gum massage.^{2,5-8}

Regardless of the characteristics of the design of a toothbrush, its time of use is essential. A new toothbrush is more effective than the worn-out one. The effectiveness of toothbrushes is usually two – three months, but the need to be replaced with a new one seems to depend more on the degree of wear than the time of use. The degradation of performance properties may occur at different time depending on the brushing force, method, hardness and quality of the toothbrush bristles.⁹⁻¹³ Due to the wide range of toothbrushes available on the market, patients could benefit from indication of those that best remove plaque.¹⁴

Aim of the study

The aim of the study was to evaluate the effect of introducing to daily oral hygiene of new toothbrushes with different types of bristles, for the efficient removal of dental plaque from the interdental spaces.

Material and methods

The study comprised thirty adult volunteers, (23 men and 7 women, mean age 25 years), in whom the oral hygiene measurement was performed twice, using the approximal plaque index (API): at baseline (T0 – API 1), and after two weeks

pracującej, a także rękojeści, która z prostej i płaskiej zmieniała się w ukształtowaną ergonomicznie i wygodną do trzymania w różnych pozycjach dłoni podczas szczotkowania.^{3,4} Obecnie dla konsumentów znaczenie ma nie tylko wygoda użytkowania szczoteczki, ale i jej zdolność czyszcząca. Niektórzy poszukują produktu ekologicznego, odpowiadającego ich stylowi życia i przekonaniom, czego odzwierciedleniem jest np. szczotka o bambusowej rękojeści i części pracującej wykonanej z biodegradowalnego nylonu.

Głównym zadaniem szczoteczki do zębów jest mechaniczne usuwanie płytki nazębnej ze wszystkich powierzchni zębów oraz oczyszczanie błony śluzowej jamy ustnej wraz z masażem dziąseł. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele rodzajów szczotek posiadających różną twardość i ułożenie włosia, różną długość i kształt rękojeści oraz części pracującej. Ponadto część szczotek wyposażona jest w dodatkowe silikonowe lub gumowe elementy ułatwiające oczyszczanie języka lub masaż dziąseł.^{2,5-8}

Niezależnie od cech budowy szczotki do zębów, istotny jest czas jej użytkowania. Nowa szczoteczka do zębów jest bardziej efektywna niż zużyta. Przydatność szczotki do zębów wynosi zwykle od dwóch do trzech miesięcy, ale konieczność jej wymiany na nową wydaje się zależeć bardziej od stopnia zużycia niż czasu użytkowania. Degradacja cech użytkowych może następować z różną prędkością, w zależności od sposobu szczotkowania, siły nacisku, twardości i jakości włókien samej szczoteczki.⁹⁻¹³ Ze względu na szeroką gamę szczoteczek dostępnych na rynku, wskazanie tych, które najlepiej usuwają płytkę nazębną, może być dużą pomocą dla pacjentów.¹⁴

Cel pracy

Celem pracy była ocena efektu wprowadzenia do codziennej higieny jamy ustnej nowych szczoteczek do zębów, wykonanych z różnych rodzajów włókien, pod kątem skuteczności usuwania płytki nazębnej z przestrzeni międzyzębowych.

Materiał i metody

Badaniu poddano 30 ochotników, dorosłych osób (23 mężczyzn i 7 kobiet, średnia wieku 25

(T1 – API 2). The test was performed with the approval of the Local Bioethics Committee, KE-0254/186/2013. The measurements were recorded in a prepared test sheet. The study was conducted in the afternoon and the participants were asked not to brush their teeth on that day prior to examination. The study was based on determination of the API index (Approximal Plaque Index) by Lange. Interdental spaces were probed with a sharp probe: in the first and third quadrant of the right side from the proper oral cavity side, and in the second and fourth – the vestibular side. The number of sites in with plaque present was divided by the number of all the investigated sites in a given patient, and the result was given as percentage. The results are interpreted as follows: 100-70% – poor oral hygiene, 70-40% – average hygiene, 39-25% – good hygiene, <25% – optimal oral hygiene.¹⁶ After the first determination of hygiene index the patients were randomly divided into three groups of ten. Members of each group received one of the three types of toothbrushes and a standard toothpaste containing 1450 ppm of fluoride (Colgate Total Original, Colgate-Palmolive). They were also instructed about the need of brushing their teeth twice a day for two minutes with the brushes and paste they received. Their dietary habits and brushing technique were not subjected to modification. There were three types of toothbrushes used: ten people – Colgate 360° Surround medium (Group 1), ten people – Colgate Premier Clean medium (Group 2), ten people – super soft Curaprox 3960 (Group 3). The head of toothbrushes used for the test were different in shape and size as well as the location and length of bristles (Fig. 1). The Colgate 360° Surround medium is a multi-purpose medium toothbrush. Elongated externally and densely arranged internally bristle tufts remove more plaque from between teeth and along the gum line. The raised cleaning tuft cleans the hard-to-reach areas of the mouth. The soft polishing cups gently remove stains. Colgate Premier Clean medium is a classic manual toothbrush with bristle of medium hardness. With longer tip bristles, the toothbrush, according to the manufacturer (Colgate-Palmolive, NY, USA), effectively cleans posterior teeth

lat), u których dwukrotnie przeprowadzano pomiar higieny jamy ustnej za pomocą aproksymalnego wskaźnika płytki API: na początku badania (T0 – API 1) oraz po upływie 2 tygodni (T1 – API 2). Badanie wykonano za zgodą Lokalnej Komisji Bioetycznej, nr uchwały KE-0254/186/2013. Pomiary odnotowywano w przygotowanym arkuszu badania. Badania zostały przeprowadzone w godzinach popołudniowych, do tego czasu uczestnicy zostali poproszeni o niemycie zębów w tym dniu. Badanie polegało na oznaczeniu wskaźnika API (ang. Approximal Plaque Index) wg Langego. Oстрым zgłębnikiem sondowano przestrzenie międzyzębowe: w I i III ćwiartce od strony jamy ustnej właściwej, zaś w II i IV – przed-sionkowej. Ilość przestrzeni, w których znaleziono płytkę nazębną dzielono przez liczbę wszystkich badanych przestrzeni u danego pacjenta, a wynik podawano w procentach. Rezultaty zinterpretowano następująco: 100-70% – zła higiena jamy ustnej, 70-40% – higiena przeciętna, 39-25% – higiena w miarę dobra, < 25% optymalna higiena jamy ustnej.¹⁶ Pacjenci po pierwszym oznaczeniu wskaźnika higieny zostali losowo podzieleni na 3 grupy liczące po 10 osób. Członkowie każdej z grup otrzymali jedną z trzech rodzajów szczoteczki do zębów oraz standardową pastę do zębów zawierającą 1450 ppm fluoru (Colgate Total Original, Colgate-Palmolive). Zostali oni również poinstruowani o konieczności szczotkowania zębów 2 razy dziennie przez 2 minuty przy użyciu otrzymanych przyborów. Nie poddano modyfikacji ich nawyków dietetycznych ani techniki szczotkowania. Zastosowano 3 rodzaje szczoteczki: 10 osób – Colgate 360° Surround medium (grupa 1), 10 osób – Colgate Premier Clean medium (grupa 2), 10 osób – Curaprox 3960 super soft (grupa 3). Użyte do badania szczoteczki różniły się kształtem i rozmiarami części pracującej oraz długością i rozmieszczeniem włosia (Fig. 1). Colgate 360° Surround medium to szczoteczka wielofunkcyjna. Wydłużone zewnętrzne pęczki włosia plus gęsto ułożone wewnętrznie usuwają więcej płytki nazębnej z przestrzeni międzyzębowych oraz wzdłuż linii dziąseł. Podwyższony pęczek czyszczący czyści w trudno dostępnych miejscach w jamie ustnej. Miękkie gumki polerujące

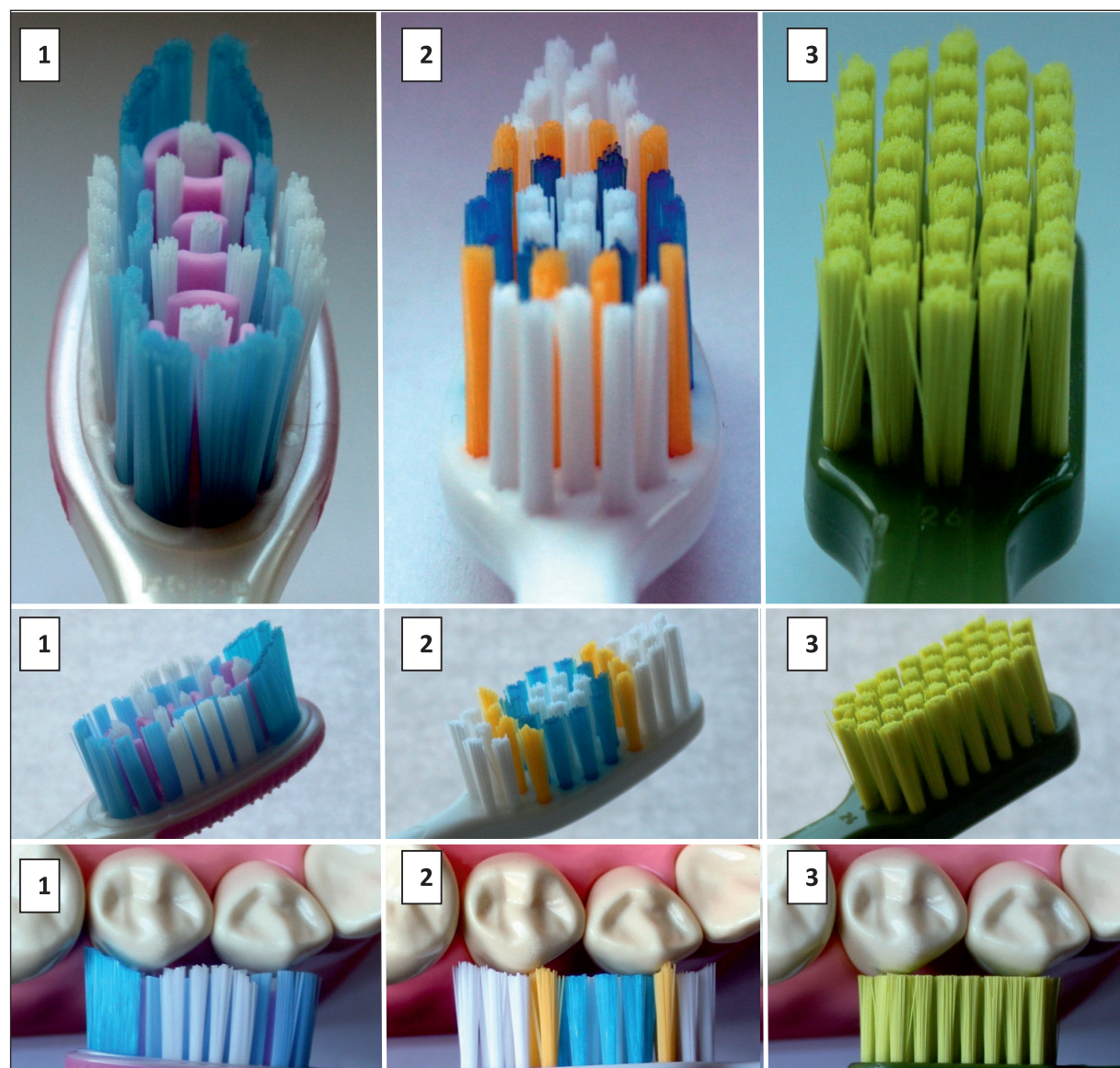


Fig. 1. Toothbrushes used in the study: 1 – Colgate 360° Surround medium, 2 – Colgate Premier Clean medium, 3 – Curaprox 3960 super soft.
 Szczotki do zębów użyte w badaniu: 1 – Colgate 360° Surround medium, 2 – Colgate Premier Clean medium, 3 – Curaprox 3960 super soft.

and the V-shaped bristles clean the interdental spaces thoroughly. The more flexible handle reduces excessive pressure, so the gums are not injured when brushed. The handle's rough surface prevents the toothbrush from slipping, even when wet. The Curaprox 3960 super soft is a toothbrush with evenly truncated thin and delicate bristles, allowing massaging the gums. This toothbrush, as given by the manufacturer (Curaden International AG, Kriens, Switzerland), cleans more specifically due to the patented densely arranged CUREN®

pomagają łagodnie usunąć przebarwienia. Colgate Premier Clean medium to klasyczna szczoteczka manualna do zębów o włosiu średniej twardości. Dzięki przednim dłuższym włóknom szczoteczka, jak podaje producent (Colgate-Palmolive, NY, USA), skutecznie myje tylne zęby, a wyprofilowane włókna w kształcie litery V dokładnie czyszczą przestrzenie międzyzębowe. Bardziej elastyczna rączka sprawia, że nadmierny nacisk jest amortyzowany, dzięki czemu podczas szczotkowania zębów dziąsła nie są urażane. Chropowata po-

filaments that reach deeper between the teeth. The compact, slightly angled head and octagonal handle make it easy for the toothbrush users to grip it properly.

Additionally, in the group of subjects a survey was carried out on their hygienic habits.

The obtained results were statistically analyzed using descriptive statistics and non-parametric statistical tests assuming a significance level at $p < 0.05$.

Results

Survey Examination

Based on the survey, hygienic habits of the respondents were determined, i.e. the frequency and length of time of tooth brushing, the type of used toothbrushes, toothpaste and additional utensils for dental hygiene – Table 1. The majority of respondents (76.7%) declared regular tooth brushing twice a day. Some people performed this hygienic activity once a day (16.7%) or three times a day (6.7%). The most frequently mentioned duration of tooth brushing were two minutes (56.7%). Shorter tooth brushing was declared by 20% of respondents (16.7% indicated one minute and 3.3% less than one minute). Among the respondents, most people (60%) reported the use of manual toothbrushes with soft bristle, 23.3% of respondents indicated a manual toothbrush with a medium-soft bristle, while 20% reported the use of electric toothbrushes. Almost all respondents (96.7%) used toothpaste with fluoride. Only two persons (6.7%) declared the use of toothpaste without fluoride. In the case of using additional hygienic utensils, the respondents most frequently reported dental floss and rinses – 66.7% and 60% of people, respectively. Interdental toothpicks were used by 20% of respondents, while only 3.3% of people used a dental water jet. For 10% of respondents, toothpaste and toothbrush were the only means used for oral hygiene and so far they had not used any other implements. The study participants used these measures for oral hygiene with varying frequency. Regular use was declared by 80% of respondents. The vast majority of respondents reported a visit to the dental office every six months (53.3%) or once a year (30%).

wierzchnia sprawia, że szczoteczka nie wyslizguje się z rąk, nawet gdy jest mokra. Curaprox 3960 super soft to szczoteczka z równo ściętym cienkim i delikatnym włosiem, umożliwiającym masaż dziąseł. Szczoteczka ta, jak podaje producent (Curaden International AG, Kriens, Szwajcaria), czyści dokładniej dzięki opatentowanym gęsto ułożonym włóknom CUREN®, które głębiej sięgają w przestrzenie międzyzębowe. Kompaktowa, lekko odchylona główka oraz ośmiokątna rączka ułatwia użytkownikom właściwe utrzymanie szczoteczki.

Dodatkowo w grupie badanych osób przeprowadzono badanie ankietowe dotyczące nawyków higienicznych uczestników.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem statystyki opisowej oraz nieparametrycznych testów statystycznych przyjmując za poziom istotności $p < 0,05$.

Wyniki badań

Badania ankietowe

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych poznano nawyki higieniczne badanych, tj.: częstotliwość i długość czasu mycia zębów, rodzaj używanej szczotki, pasty oraz dodatkowych przyborów do higieny jamy ustnej (Tab. 1). Większość respondentów (76,7%) deklarowała regularne mycie zębów 2 razy dziennie. Część osób wykonywała ten zabieg higieniczny 1 raz w ciągu dnia (16,7%) lub 3 razy (6,7%). Najczęściej wskazywanym czasem mycia zębów były 2 minuty (56,7%). Do krótszego mycia zębów przyznało się 20% ankietowanych (16,7% wskazało 1 minutę, a 3,3% czas krótszy niż minuta). Wśród respondentów ankiety najwięcej osób (60%) zgłosiło użytkowanie manualnych szczoteczek o miękkim włosiu, 23,3% badanych wskazało manualne szczoteczki o średnio miękkim włosiu, zaś 20% zadeklarowało używanie szczoteczek elektrycznych. Prawie wszyscy ankietowani (96,7%) stosowali pastę do zębów z fluorem. Jedynie 2 osoby (6,7%) zadeklarowały używanie pasty bez fluoru. W kwestii stosowania przez respondentów dodatkowych przyborów higienicznych, największą popularnością cieszyła się nie dentystyczna oraz płukanki – ich stosowanie de-

Table 1. Subjects' hygienic habits

Type of toothbrush used				
electric		manual		
	soft	medium		
20%	60%	23.3%		
Type of toothpaste used				
fluoridated	fluoride-free			
96.7%	6.7%			
Additional oral hygiene measures				
don't use	dental floss	toothpick	irrigator	mouthrinse
10%	66.7%	20%	3.3%	60%
Usage frequency of additional oral hygiene measures				
once a day	twice a day	three times a day	after each meal	less than once a day
43.3%	33.3%	0	3.3%	20%
frequency of dental check-ups				
every three months	every six months	every 12 months	less often than every 12 months	only in the case of pain
6.7%	53.3%	30%	0%	10%

Only 6.7% of respondents visited a dentist more often – once every three months, while 10% of respondents did not establish regular visits to dentist and attended only in the case of complaints.

API Index Assessment

The API values of hygiene index have been described with basic statistical functions in Microsoft Excel 2010 and based solely on the average values. This gave the opportunity to unify all of the results and to compare them with each other. In the course of the analysis, it was found that the average parameters of API, measured between the time T0 and T1, showed an improvement in oral hygiene in all groups. The average value of the API investigated before introduction of a new toothbrush was 50.36 and then – 36.40. Average reduction of the API was 13.96. The results also

klarowało odpowiednio 66,7% oraz 60% osób. Wykałaczki międzyzębowe były używane przez 20% respondentów, zaś jedynie 3,3% osób stosowało irygator. Dla 10% ankietowanych pasta i szczoteczka były jedynymi środkami higieny jamy ustnej i nie używali oni do tej pory żadnych innych przyborów. Powyższe środki do higieny jamy ustnej były stosowane przez uczestników badania z różną częstotliwością. Regularne stosowanie deklarowało 80% ankietowanych. Zdecydowana większość respondentów zgłaszała się na wizyty do gabinetu stomatologicznego raz na pół roku (53,3%) lub raz do roku (30%). Tylko 6,7% badanych odwiedzało gabinet stomatologiczny częściej – raz na trzy miesiące, zaś 10% respondentów nie dokonywało regularnych wizyt i do stomatologa zgłaszało się wyłącznie w przypadku wystąpienia dolegliwości.

Table 2. Specification of descriptive statistics for the study population.

Parameter	Mean	Median	Range (min-max)	Standard Deviation
API 1	50.36	55.50	7.00 - 100.00	31.63
API 2	36.40	33.50	0.00 – 89.00	25.73
API 1 – API 2	13.96	16.50	50.00 – 69.00	29.18

Table 3. Mean and median values for the study groups; 1 – Colgate 360° Surround medium, 2 – Colgate Premier Clean medium, 3 – Curaprox 3960 super soft

Index	Study group	Mean	Median
API 1	1	52.10	50.00
	2	49.60	43.00
	3	49.40	62.50
API 2	1	30.50	17.50
	2	33.00	33.50
	3	45.70	46.00
API 1 – API 2	1	21.60	24.50
	2	16.60	10.50
	3	3.70	10.50

Table 4. Values of the differences of API indices between T1 and T0 in study groups

Study group	Mean API reduction (%)
1 – Colgate 360° Surround medium	21.60
2 – Colgate Premier Clean medium	16.60
3 – Curaprox 3960 super soft	3.70

showed a reduction in the measurement range of values of the analyzed indicator API: in T0 study this range was 7-100%, and in the T1 it was narrowed to 0-89% (Table 2). A detailed statistical analysis showed significant differences in the values of API from the period before and after the two-week application of toothbrushes

Ocena wskaźnika API

Wartości wskaźnika higieny API zostały opisane za pomocą podstawowych funkcji statystycznych programu Microsoft Excel 2010 i opierały się wyłącznie na wartościach średnich. Dało to możliwość ujednoczenia wszystkich wyników i porównania ich pomiędzy sobą. W toku anali-

(Table 3). API improvement was achieved in all groups. Analysis of the differences between the measured parameters confirmed that the greatest improvement in the assessment of plaque levels using the API index was recorded in Group 1 (21.60) – Colgate 360° Surround medium, and the lowest in Group 3 (3.60) – 3960 Curaprox super soft (Table 4).

Discussion

The efficacy of cleaning teeth by means of tooth brushing depends on many factors. The greatest impact on the reduction of plaque levels may have inter alia: brushing time, type, shape and arrangement of the bristles, and the degree of toothbrush wear.^{8,13,16} As indicated by the results, there is a huge difference between the recommended tooth brushing time of two minutes and the actual time spent by patients on this activity, which is even shorter by half.¹⁷ Creeth et al.¹⁶ presented interesting results on the effect of tooth brushing time and toothpaste application to reduce plaque. The subjects brushed their teeth using toothpaste for 30-180 seconds. In addition, for the 60-second time period, the efficacy of plaque removal without the use of toothpaste was studied. The results showed that longer tooth brushing meant better plaque removal. The difference in the average reduction of plaque for a typical time of 45 seconds and the recommended two minutes was 26%. Interestingly, in the case of tooth brushing for one minute, the difference in the average reduction of plaque with and without toothpaste was not statistically significant. According to the authors, dentists should persuade patients to brush their teeth for at least two minutes, as this may provide a clinically visible improvement of oral health.¹⁶

A debatable issue is the frequency of toothbrush replacement. Frequently cited opinion suggests that the toothbrush should be replaced every three months. However, Rosema et al.¹³ in their study point to the fact that this claim is not based on scientific evidence. There are studies that evaluated the lifetime of toothbrushes and their degree of wear in correlation to the effectiveness of removing plaque. With reference to their results and reports in literature, it has been found that

zy stwierdzono, iż średnie parametry wskaźników API, mierzone pomiędzy czasem T0 a T1, wskazują na poprawę higieny jamy ustnej we wszystkich badanych grupach. Średnia wartość API badana przed wprowadzeniem nowej szczoteczki wynosiła 50,36 zaś po okresie użytkowania szczotki – 36,40. Średnie obniżenie wskaźnika API wyniosło 13,96. Otrzymane wyniki wskazują również na zmniejszenie zakresu wartości pomiaru analizowanego wskaźnika API: w badaniu T0 zakres ten wynosił 7-100%, zaś w T1 uległ zawężeniu do 0-89% (Tab. 2). Szczegółowe opracowanie statystyczne wykazało istotne różnice w wartościach wskaźników API z okresu przed i po dwutygodniowym stosowaniu szczoteczek (Tab. 3). Poprawę wskaźnika API uzyskano we wszystkich badanych grupach. Analiza różnic pomiędzy badanymi parametrami wykazała, że największa poprawa w ocenie płytki za pomocą wskaźnika API odnotowana została w grupie 1 (21,60) – szczotka Colgate 360° Surround medium, zaś najniższa w grupie 3 (3,60) – Curaprox 3960 super soft (Tab. 4).

Dyskusja

Skuteczność oczyszczania zębów podczas szczotkowania zależy od wielu czynników. Największy wpływ na redukcję płytki mogą mieć m. in.: czas szczotkowania, rodzaj, kształt i rozmieszczenie włókien szczotki oraz ich stopień zużycia.^{8,13,16} Jak wskazują wyniki badań, istnieje duża różnica między zalecanym czasem szczotkowania wynoszącym 2 minuty a faktycznym czasem poświęcanym przez pacjentów na tę czynność, który jest nawet o połowę krótszy.¹⁷ Creeth¹⁶ i wsp. przedstawili interesujące wyniki badań na temat wpływu czasu szczotkowania oraz stosowania pasty na redukcję płytki nazębnej. Badani szczotkowali zęby używając pasty w czasie od 30 do 180 sekund. Dodatkowo, dla czasu 60 sekund zbadano skuteczność usuwania płytki bez zastosowania pasty do zębów. Wyniki badań wykazały, że dłuższe szczotkowanie zapewniało lepsze usuwanie płytki. Różnica w średniej redukcji płytki dla typowego czasu 45 sek. oraz zalecanych 2 min. wyniosła 26%. Co ciekawe, w przypadku szczotkowania trwającego 1 minutę, różnica średniej redukcji płytki dla zabiegu z użyciem pasty i bez, nie

the “age” of the toothbrush should not be the main criterion for replacement. There is a 4-degree scale of toothbrush wear used in this study. The toothbrush should be replaced when it reaches point 3 on a scale from 0 (new) to 4 (extremely worn), which is described by the sentence: “outer tufts are splayed and have lost tuft definition, inner tufts are splayed becoming less distinct; definition between inner and outer tufts is lost”.¹³

The study confirmed the improvement of hygiene in all groups of patients with regard to API. The results provide a basis to conclude that the application of a new toothbrush improves oral hygiene. *Liwień* et al.¹ and *Kaczmarek* et al.⁵ reached similar conclusions about the effectiveness of Colgate 360° toothbrush. The first study demonstrated great effectiveness of Colgate 360° toothbrush in the removal of bacterial plaque, which can lead to long-term improvement of the condition of gums. The research by *Kaczmarek* et al.⁵ demonstrated the efficacy of the Colgate 360° toothbrush in the removal of dental plaque and fur on the tongue. In addition, the study by *Olszewska* et al.¹⁸ confirmed the significant efficacy of Colgate 360° toothbrush, comparable even to the effectiveness of orthodontic toothbrushes in removing plaque in patients treated with braces.

Oliveira et al.¹⁹ published an interesting study that shows a different perspective on how to use a toothbrush. It examined the safety of this hygienic utensil. The article stated that a toothbrush is one of the most common everyday objects and is hardly associated with any risk, while its use may involve a variety of adverse events, including death. The authors presented 118 reported cases in which a toothbrush posed a threat to the health and life of the user. Frequently, it was swallowed, stuck in patient’s soft tissues, caused injuries, among other things, to the tonsils, cheek, palate, oropharynx and gums. In some cases, tooth brushing was also a factor in causing seizures. The authors found that the number of reported cases of adverse events in relation to the popularity of using toothbrushes around the world indicated rather incidental nature of the accidents, but patients should be aware of the risks arising from the use of toothbrushes, e.g. in order to provoke vomiting. Additionally,

była istotna statystycznie. Według autorów, lekarze powinni przekonywać pacjentów, aby szczotkowali zęby przynajmniej przez 2 minuty, gdyż może to zapewnić widoczną klinicznie poprawę stanu zdrowia jamy ustnej.¹⁶

Kwestię dyskusyjną stanowi częstość wymiany szczoteczki do zębów. Najczęściej przytaczana opinia sugeruje, że szczotka powinna być zmieniana na nową, co około 3 miesiące. Jednak *Rosema*¹³ i wsp. w swoich badaniach zwracają uwagę na fakt, iż twierdzenie to nie jest oparte na naukowych dowodach. Przeprowadzono badania, w których oceniano czas użytkowania szczoteczek i ich stopień zużycia w korelacji do skuteczności usuwania płytki nazębnej. Odwołując się do własnych wyników oraz piśmiennictwa, autorzy stwierdzili, że „wiek” szczotki nie powinien stanowić głównego kryterium jej wymiany. W badaniach mierzono zużycie szczotki w 4-stopniowej skali. Szczotka powinna być wymieniana w momencie osiągnięcia 3 punktów w skali od 0 (nowa) do 4 (ekstremalnie zużyta), który to stan opisują zdania: „zewewnętrzne pęczki są beładnie rozpostarte i utraciły wyrazistość, włókna wewnętrznych pęczków rozchodzą się na boki, a same pęczki stają się mniej wyraźne, zaś podział na wewnętrzne i zewnętrzne pęczki jest utracony”.¹³

W przeprowadzonych badaniach uzyskano poprawę higieny we wszystkich grupach pacjentów przy uwzględnieniu wskaźnika API. Otrzymane wyniki dają podstawę do stwierdzenia, że zastosowanie nowej szczoteczki wpływa na poprawę higieny jamy ustnej. Do podobnych wniosków na temat skuteczności szczoteczki Colgate 360° doszli *Liwień* i wsp.¹ oraz *Kaczmarek* i wsp.⁵ W pierwszym badaniu wykazano dużą skuteczność szczoteczki Colgate 360° w usuwaniu bakteryjnej płytki nazębnej, co długofalowo może doprowadzić do poprawy stanu dziąseł. Badania *Kaczmarek* i wsp.⁵ wykazały zaś skuteczność szczoteczki Colgate 360° w usuwaniu płytki nazębnej oraz nalotu z języka. Również badania *Olszewskiej* i wsp.¹⁸ potwierdziły znacząco skuteczność szczoteczki Colgate 360°, porównywalną nawet ze skutecznością specjalnej szczoteczki ortodontycznej w usuwaniu płytki nazębnej u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi.

one should not walk or run with a toothbrush in their mouth, and small children and epileptics require supervision during hygienic procedures in the mouth with a toothbrush.¹⁹

Removal of bacterial biofilm with a manual toothbrush depends not only on its characteristics, but also on the skills of the user. Some researchers have suggested higher effectiveness of electric toothbrushes to maintain proper oral hygiene, since all the necessary movements are done automatically by the brush itself, which minimizes the risk of improper brushing by an inexperienced user.²⁰ On the other hand, there are also studies questioning the supremacy of electric toothbrushes over the manual ones.^{14,21-23} This problem seems to be explained in the publication by *Ainamo et al.*,²⁴ in which it was found that the results of comparative studies of manual and electric toothbrushes were largely influenced by the study design itself. For example, short-term studies are unlikely to show any significant difference in the state of health of the gums. Another aspect is the selection of students of medicine and dentistry for research purposes, a group that is not representative of the whole society in terms of knowledge of oral health.²⁴⁻²⁵

In order to reduce the effect of using improper brushing technique, manufacturers set themselves the goal of creating a toothbrush that will provide cleaning effect across the mouth, regardless of the type of movements used by the user. One of the factors necessary to achieve this objective was to place tufts of variable height in the cleaning part, so that some of them protrude above the main level. This alteration has enabled elevated tufts to move independently of the movements of the lower ones, and thus provided better penetration and cleaning of the interdental spaces.²⁶ This was confirmed by the results of the study, where the biggest effect in the cleaning of interproximal surfaces was obtained by using the multi-function toothbrush Colgate 360° Surround medium.

Conclusions

1. Introduction of a new toothbrush can contribute to better removal of plaque from interdental spaces.

Interesującą pracę, ukazującą inne spojrzenie na temat użytkowania szczoteczki do zębów opublikowali *Oliveira i wsp.*,¹⁹ w której zbadano bezpieczeństwo stosowania tego przyboru higienicznego. W artykule stwierdzono, że szczotka do zębów jest jednym z najbardziej powszechnych obiektów codziennego użytku i raczej nie jest kojarzona z jakimkolwiek ryzykiem, tymczasem jej użytkowanie jest związane z różnymi niepożądanymi zdarzeniami, ze śmiercią włącznie. Autorzy przedstawili 118 opisanych przypadków, w których szczoteczka stanowiła zagrożenie dla zdrowia i życia użytkownika. Najczęściej ulegała ona połknięciu, wklonowaniu w tkanki miękkie pacjenta, powodowała urazy, m. in. migdałków, policzka, podniebienia, ustnej części gardła oraz dziąseł. W kilku przypadkach szczotkowanie zębów było również czynnikiem wywołującym napady padaczkowe. Autorzy pracy stwierdzili, iż liczba opisanych przypadków zdarzeń niepożądanych w stosunku do popularności używania szczoteczek do zębów na całym świecie wskazuje raczej na incydentalny charakter wypadków, jednakże pacjenci powinni być świadomi zagrożeń wynikających z używania szczoteczek, np. w celu prowokowania wymiotów. Dodatkowo, nie powinno się chodzić lub biegać mając szczoteczkę w ustach, a małe dzieci oraz epileptycy wymagają nadzoru podczas wykonywania zabiegów higienicznych w jamie ustnej przy użyciu szczoteczki do zębów.¹⁹

Zdolność usuwania biofilmu przez szczoteczkę manualną jest uzależniona nie tylko od jej właściwości, ale również od umiejętności jej użytkownika. Niektórzy badacze sugerują wyższą skuteczność szczoteczek elektrycznych w utrzymaniu prawidłowej higieny jamy ustnej, gdyż wszystkie niezbędne ruchy są wykonywane automatycznie przez samą szczoteczkę, co minimalizuje ryzyko niewłaściwego szczotkowania przez niedoświadczonego użytkownika.²⁰ Z drugiej strony pojawiają się też prace kwestionujące wyższość szczoteczek elektrycznych nad manualnymi.^{14,21-23} Problem ten wydaje się tłumaczyć publikacja *Ainamo i wsp.*,²⁴ w której stwierdzono, że na wyniki badań porównawczych szczoteczek manualnych i elektrycznych wpływa w dużym stopniu sam projekt badania. Dla przykładu, bada-

2. The length and arrangement of the bristles in the cleaning part of the toothbrush may have an impact on the efficacy of removing plaque from approximal areas.

nia krótkoterminowe prawdopodobnie nie pokażą znaczącej różnicy w stanie zdrowia dziąseł. Innym aspektem jest dobieranie do badań studentów medycyny i stomatologii, którzy nie są grupą reprezentatywną dla całego społeczeństwa w kwestii wiedzy na temat zdrowia jamy ustnej.^{24,25}

W celu zniwelowania efektu stosowania nieprawidłowej techniki szczotkowania producenci postawili sobie za cel stworzenie szczoteczki, która zapewni efekt oczyszczania całej jamy ustnej, bez względu na stosowany przez użytkownika rodzaj ruchów. Jednym z czynników niezbędnych do osiągnięcia tego celu miało być umieszczenie w części pracującej pęczków o zmiennej wysokości, tak aby pewna ich liczba wystawała ponad poziom głównej. Zmiana ta umożliwiła podwyższonym pęczkom poruszanie się niezależnie od ruchów pęczków niższych, a co za tym idzie, lepszą penetrację i oczyszczanie przestrzeni międzyzębowych.²⁶ Potwierdziły to również wyniki badań własnych, gdzie największą skuteczność w oczyszczaniu powierzchni interproksymalnych uzyskano przy zastosowaniu wielofunkcyjnej szczoteczki Colgate 360° Surround.

Wnioski

1. Wprowadzenie nowej szczoteczki do zębów może przyczyniać się do lepszego usuwania płytki nazębnej z przestrzeni międzyzębowych.
2. Długość i rozmieszczenie włosia w części pracującej szczoteczki do zębów może mieć wpływ na skuteczność usuwania płytki nazębnej z obszarów aproksymalnych.

References

1. *Liweń B, Pawlaczyk K, Simińska K*: Kliniczna ocena skuteczności szczoteczki Colgate 360°. Dent Forum 2008; 36: 45-48.
2. *Slot DE, Wiggelinkhuizen L, Rosema NAM, Van der Weijden GA*: The efficacy of manual toothbrushes following a brushing exercise: a systematic review. Int J Dent Hygiene 2012; 10: 187-197.
3. *Battaglia A*: The Bass technique using a specially designed toothbrush. Int J Dent Hyg 2008; 6: 183-187.
4. *Saxer UP, Yankell SL*: Impact of improved toothbrushes on dental diseases II. Quintessence Int

- 1997; 28: 573-593.
5. Kaczmarek U, Przywitowska I, Ziętek M, Sołtan E, Malicka B, Pregiel B: Skuteczność kliniczna nowej ręcznej szczoteczki do zębów w usuwaniu płytki nazębnej i nalotu języka. *Dent Med Probl* 2006; 43: 548-555.
 6. Loe H: Half a Century of Plaque Removal. What's Next? *Millennium Lecture EuroPerio 2000*. London: The Parthenon Publishing Group; 2000
 7. Sasan D, Thomas B, Mahalinga BK, Aithal KS, Ramesh PR: Toothbrush selection: a dilemma? *Indian J Dent Res* 2006; 17: 167-170.
 8. Stiller S, Bosma ML, Shi X, Spigel CM, Yankell SL: Interproximal access efficacy of three manual toothbrushes with extended, x-angled or flat-multitufted bristles. *Int J Dent Hyg* 2010; 8: 244-248.
 9. Tan E, Daly C: Comparison of new and 3-month-old toothbrushes in plaque removal. *J Clin Periodontol* 2002; 29: 645-650.
 10. Conforti NJ, Cordero RE, Liebman J, Bowman JP, Putt MS, Kuebler DS, et al.: An investigation into the effect of three months' clinical wear on toothbrush efficacy: results from two independent studies. *J Clin Dent* 2003; 14: 29-33.
 11. Muller-Bolla M, Lupi-Pegurier L, Bertrand MF, Velly AM: Manual toothbrush wear and consequences on plaque removal. *J Clin Dent* 2007; 18: 73-78.
 12. Warren PR, Jacobs D, Low MA, Chater BV, King DW: A clinical investigation into the effect of toothbrush wear on efficacy. *J Clin Dent* 2002; 13: 119-124.
 13. Rosema NAM, Hennequin-Hoenderdos NL, Versteeg PA, van Palenstein Helderma WH, van der Velden U, van der Weijden GA: Plaque-removing efficacy of new and used manual toothbrushes – a professional brushing study. *Int J Dent Hyg* 2013; 11: 237-243.
 14. Sheikh-Al-Eslamian SM, Youssefi N, Seyed Monir SE, Kadkhodazadeh M: Comparison of manual and electric toothbrush in dental plaque removal: a clinical trial. *Avicenna J Dent Res* 2014; 6: e210406, 1-5.
 15. Banach J: Profilaktyka domowa. In: Jańczuk Z, editor. *Praktyczna Periodontologia Kliniczna*. Warszawa: Wydawnictwo Kwintesencja; 2004, p. 120
 16. Creeth JE, Gallagher A, Sowinski J, Bowman J, Barrett K, Lowe S, et al.: The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal in vivo. *J Dent Hyg* 2009; 83: 111-116.
 17. Saxer UP, Barbakow J, Yankell SL: New studies on estimated and actual tooth-brushing times and dentifrice use. *J Clin Dent* 1998; 9: 49-51.
 18. Olszewska K, Mitura I, Sidorowicz L, Dunin-Wilczyńska I, Sanecki M: Ocena kliniczna skuteczności szczoteczki Colgate 360° i szczoteczki ortodontycznej w usuwaniu płytki nazębnej u pacjentów leczonych aparatami ortodontycznymi stałymi. *Mag Stomatol* 2012; 6: 133-138.
 19. Oliveira SC, Slot DE, van der Weijden F: Is it safe to use a toothbrush? *Acta Odontol Scand* 2014; 72: 561-569.
 20. Cronin MJ, Dembling WZ, Cugini MA, Thompson MC, Warren PR: Three-month assessment of safety and efficacy of two electric toothbrushes. *J Dent* 2005; 33 Suppl. 1, 23-28.
 21. Fjeld KG, Mowe M, Eide H, Willumsen T: Effect of electric toothbrush on residents' oral hygiene: a randomized clinical trial in nursing homes. *Eur J Oral Sci* 2014; 122: 142-148.
 22. Vibhute A, Vandana KL: The effectiveness of manual versus powered toothbrushes for plaque removal and gingival health: A meta-analysis. *J Indian Soc Periodontol* 2012; 16: 156-160
 23. Parizi MT, Mohammadi TM, Afshar SK, Hajizamani A, Tayebi M: Efficacy of an electric toothbrush on plaque control compared to two manual toothbrushes. *Int Dent J* 2011; 61: 131-135.
 24. 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.
 25. Listgarten MA: General issues in efficacy, equivalency, and superiority trials: clinical considerations. *J Periodontol* 1992; 27: 314-319.
 26. Mintel TE, Crawford J: The search for a superior toothbrush design technology. *J Clin Dent* 1992; 3 suppl C: C1-C4.

Address: 20-081 Lublin, ul. Karmelicka 7
 Tel.: +4881 5287920, Fax: +4881 5287921
 e-mail: renata.chalas@umlub.pl

Received: 4th February 2015
 Accepted: 21st February 2015