原 著

音波歯ブラシの各種ヘッド(ダイヤモンドクリーン, インターケアブラシ)によるプラーク除去効果の比較検討

井原雄一郎, 深谷千絵, 笠井俊輔, 中川種昭

慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室

(受付日: 2015 年 9 月 28 日 受理日: 2016 年 1 月 22 日)

要旨: 本研究は, 毛先が歯間部に届きやすくするために, 長さの異なる毛束を植毛したブラシヘッド(インターケアブラシ)と, 毛束の密度を高くしたブラシヘッド(ダイヤモンドクリーン)を使用した音波式電動歯ブラシのプラーク除去率を比較検討した。

被験者は, 補綴物がなく, 歯肉退縮や小帯の付着異常を認めない歯科医 19 名とした。実験 2 日前に全顎的にスケーリングを実施し, プラークフリーとした。その後 2 日間ブラッシングを停止させ, PCR100% として実験を行った。インターケアスタンダードブラシ (IS 群), インターケアミニブラシ (IM 群), ダイヤモンドクリーンスタンダードブラシ (DS 群), ダイヤモンドクリーンミニブラシ (DM 群) の 4 群を設定し, 刷掃時間は 2 分間とした。プラーク除去率は O'Leary の PCR の改良法 6 点計測を用いて評価した。

4 群間において全顎, 部位別に比較した結果, 統計学的に有意なプラーク除去率の差は認めなかったが, 平均値, 中央値において IS 群, IM 群は DS 群, DM 群と比較して高い傾向にあった。

日本歯周病学会会誌 (日歯周誌) 58 (1): 25-32, 2016

キーワード: 音波歯ブラシ, 隣接面, プラーク除去効果

緒 言

歯周治療においてプラークコントロールの大切さは周知のことである¹⁾。しかし, 臨床においてプラークコントロールの難しさに直面するのも事実である。特に日常行うセルフケアが重要である^{2,3)}。

歯周治療におけるブラッシング指導の多くは手用歯ブラシが用いられているが, 手用歯ブラシではプラークコントロールの効果が得られないこともあるため, 音波振動式電動歯ブラシ (以下音波歯ブラシ) を用いたブラッシング指導を行うケースが増えている。その際, 患者からどのような電動歯ブラシが良いか, ブラシヘッドが良いのかという質問を受ける機会が多い。

これまで著者らは音波振動式電動歯ブラシ (以下音波歯ブラシ) の各種ブラシヘッドにおけるプラーク除

去効果を評価し, 音波歯ブラシは手用歯ブラシあるいは超音波歯ブラシより除去効果が高いことを報告した^{4,5)}。また, 2 分間のブラッシングでは大きなブラシヘッドのものが, ブラッシング時間が 4 分間になると小さなブラシヘッドのものがやや清掃効果が高い傾向にあることを示した⁶⁾。

最近, 音波歯ブラシにおいて, ブラシの毛束形状や密度に工夫がなされ, 著者らは, 毛束の密度や毛先の形態を工夫したもの (ダイヤモンドクリーン) が, 従来の毛束と比較して統計学的有意差はないものの, 改良による清掃効果の向上傾向を認めることを報告した⁷⁾。さらに新しく開発された歯間部に毛束が入り込む形態のブラシ (インターケア) 単独の有効性は示されているが, 同じ条件下で比較検討した報告がない。よって, 本研究は毛束の密度を高めたブラシヘッド, 歯間部に毛束が入りやすいように工夫された毛先のブラシヘッドを用いた音波歯ブラシのプラーク除去効果を比較検討した。また, 各タイプのブラシヘッドの大きさの違いにおける清掃効果についても合わせて検討した。

連絡先: 井原雄一郎

〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35

慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室

E-mail: y.iwara.1983@keio.jp

doi: 10.2329/periodo.58.25

①インターケアスタンダードブラシ

②インターケアミニブラシ

③ダイヤモンドクリーンスタンダードブラシ

④ダイヤモンドクリーンミニブラシ

図 1, 2 使用した音波ブラシ (Flex Care®)

図3 プラーク付着部位の測定方法

図4 IS群・IM群・DS群・DM群の全顎におけるプラーク除去率（%）

材料と方法

1. 使用歯ブラシ（図1，図2）

Sonicare FlexCare®（株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン）

- ①インターケアスタンダードブラシ：IS群
- ②インターケアミニブラシ：IM群
- ③ダイヤモンドクリーンスタンダード：DS群
- ④ダイヤモンドクリーンミニブラシ：DM群

2. 被験者及び被験歯

被験者は慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室の歯科医師19名を対象とした。被験歯は口腔内の全ての歯を対象としたが、補綴物や修復物、あるいは矯正治療中の歯など測定に支障を来す被験者は除外した。また、歯肉退縮や小帯の付着を認めない被験者を対象とした。

本研究は倫理上の配慮を欠くことなく説明、同意を

得たうえで実施した。

3. 実験方法

実験2日前に全顎のスクーリングを施行し、プラークフリーの状態とした。その後24時間前より口腔衛生を停止させた後、プラーク染め出し液PROSPEC®(GC社製、東京)にて染め出しを行い、プラーク付着率を100%として実験を行った。ブラッシング時間は2分間（上顎1分間、下顎1分間）とし、O'LearyのPCRの改良法6点計測（頬側と舌・口蓋側の歯頸部歯面を均等に3分割し、近心隅角部より1/3を近心、つづいて中央、遠心とする）を用いてプラーク除去率を計測した（図3）。また、モードはcleanモードで、圧力は歯面に押しあててではなくブラシ全体が歯面に接触している状態でブラッシングを行った。今回の実験は単盲検試験で行い、更に測定は同一検者が行った。統計学的には、Steel-dwass法を用いた。

図5 IS群・IM群・DS群・DM群の隣接面におけるプラーク除去率 (%)

図6 歯面別（頬側・舌口蓋側）におけるプラーク除去率 (%)

結 果

プラーク除去率（平均±SD）%（図4）

今回実験に使用した4種類の歯ブラシのプラーク除去率の平均値はIS群80.8%（±11.6%）、DS群78.0%（±10.1%）、IM群76.8%（±11.2%）、DM群76.7%（±12.7%）の順で各群間に統計学的な有意差は認めなかった。

部位別プラーク除去率（平均±SD）%

前歯部、臼歯部に分けて比較検討を行った結果は上

顎前歯部、小臼歯部、大臼歯部でプラーク除去率に有意差は認めなかった。また、下顎前歯部、小臼歯部、大臼歯部においても有意差は認めなかった。

歯面別のプラーク除去率（平均±SD）%

隣接面でのプラーク除去率は、IS群で平均77.2%（±12.7%）と最も高い値を示し、IM群74.9%（±12.7%）、DS群72.8%（±12.6%）、DM群71.0%（±15.6%）の順であった（図5）。各群間に統計学的有意差は認めなかった。また、大臼歯頬側面でのプラーク除去率の平均値はIS群77.4%（±13.3%）、M群69.5%（±19.5%）、DS群71.0%（±15.2%）、DM群

図7 全体のプラーク除去率における中央値 (%)

図8 隣接面のプラーク除去率における中央値

71.3% (±10.1%), で各群間に有意差は認めなかった (図6)。口蓋側においてもプラーク除去率の平均値は IS 群 89.0% (±6.6%), IM 群 88.4% (±6.3%), DS 群 89.8% (±7.3%), DM 群 86.8% (±8.1%), で各群間に有意差は認めなかった (図6)。

しかし、全体のプラーク除去率の中央値は IS 群: 84.5%, IM 群: 79.2%, DS 群: 79.2%, DM 群: 76.4% の順で、IS 群が最も高い値を示した (図7)。また、隣接面のプラーク除去率の中央値は、IS 群: 81.0%, IM 群: 78.6%, DS 群: 74.1%, DM 群: 70.5% で、やはり IS 群が最も高い値を示した (図8)。これらの結果より、インターケアブラシ使用群は高いプラーク除去率を示し、特に隣接面においては IS 群、IM 群ともプラーク除去率が 75% 以上であり、DS 群、DM 群よりやや高い傾

向を示した。

考 察

1. 研究方法について

本研究では、各種歯ブラシにおけるプラーク除去効果を判定する際、被験者の刷掃技術に個人差があると結果に影響を受けやすいとの報告があるため⁸⁾、すべての被験者を刷掃技術に優れた歯科医師とし、被験者間の刷掃技術の差を最小限にした⁹⁾。清掃の結果は被験者の利き腕により影響を受けるとの報告¹⁰⁾もあることから、被験部位は上下左右を規定せず全顎を対象とした。また、隣接面・大臼歯頬側面・舌・口蓋側のプラークが残りやすい部位についても比較・検討し

図9 各被験者別のプラーク除去率

た。

刷掃時間に関しては、プラーク除去効果に与える影響が大きいという報告や刷掃時間が長ければ長いほど清掃効果が高いという報告もある¹¹⁾が、従来の研究で3～5分という設定が多い^{12,13)}。しかし、最近の音波歯ブラシは2分間で磨くように設定されている機器が多い。そこでわれわれは、音波歯ブラシの一つの特徴である短時間での清掃効果について検討するため、設定時間を2分間とした。ブラッシング圧に関しては過去にさまざまな研究がされており Weijden らの研究¹⁴⁾でも手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに圧力が強いほどプラーク除去効果が高いと示されているが、被験者の圧力を一定にするのは困難であるため、ブラシ全体が歯面に接触している状態でブラッシングを行ってもらった。

2. 研究結果について

ダイヤモンドクリーンの毛先はひし形カットになった毛先と丸型カットの毛先の組み合わせである。また、毛が高密度に植毛されており、ブラシの毛先が歯面に当たる面積が大幅に増加するという特徴がある。一方インターケアブラシの毛先は、ダイヤモンドクリーンと太さは同じであるが、丸型カットの毛先で長さの違うものを植毛している。これにより毛束が長くなった部分が歯間部に届き易くなるように設計されている。以前のわれわれの研究⁶⁾においてスタンダードブラシと比較してミニブラシでは、隣接面や大臼歯部頬側面

での操作性に優れ、狭い口腔前庭へ挿入しやすいという結果から、今回の実験でもインターケアミニブラシのプラーク除去率が一番高いと予測した。特に、隣接面での除去率はインターケアミニブラシがスタンダードブラシ、ダイヤモンドクリーンと比較して差がでることを予想した。しかし実際はどの部位でみてもプラーク除去率は同程度であり有意差を認めなかった。ブラッシングが困難とされる隣接面においても統計学的に有意差は認められなかった。その要因の一つとして、ダイヤモンドクリーンはつま先やかかとの部分の毛先が長くなっており刷掃技術の優れた歯科医師は隣接面までブラシを届かせることができたのではないかと考えられる。また、舌・口蓋側においては歯列が湾曲しており平型ブラシでは曲率の違いから毛先磨きが困難であるが、本研究ではどのブラシを用いても80%以上の高いプラーク除去率を示している。これは隣接面同様に毛先の長さが異なることで部分的にも毛先を適合させることで効果的にプラークを除去できたのだろうと考えられる。

しかし、各被験者別のプラーク除去率に着目すると、19人中14人がダイヤモンドクリーン群よりインターケア群の方がより高いプラーク除去率を示した。隣接面においても19人中15人がインターケア群で高い値を示した(図9, 10)。本研究では被験者数は19人であったが、母集団の数を多く設定した場合は結果にばらつきが少なく出る可能性もあり、有意差のある結果になることも予測された。さらに隣接面のプラーク除去率

図 10 各被験者別の隣接面プラーク除去率

の中央値に着目すると、最も除去率の高かったのはインターケアスタンダードブラシであり、最も除去率の低かったダイヤモンドクリーンミニブラシと比較して約 10% も高かった。インターケアブラシの形態は山切りカットに類似しており、山切りカットが隣接面においてプラーク除去率が高いとの報告¹⁵⁾もあることから、このような結果になったと推測される。また、ブラシヘッドの大きさの比較においてインターケアスタンダードブラシは、インターケアミニブラシよりヘッドは大きい毛束も多く、歯間部に入る本数も多いことがこの結果に影響したのではないかと考えられる。以上のことから新規に開発されたインターケアブラシヘッド（スタンダード、ミニブラシ共に）の隣接面でのプラーク除去効果の優位性が示唆される。

今回の研究は、健康被験者についての検索であったが、得られたデータをもとに、最も除去率の高かったブラシヘッドを用いて、今後患者に応用する実験を予定している。今回データには示さなかったが、プラーク除去効果の結果が、ブラッシング後にプラークが除去できた感覚とプラーク除去効果の結果が必ずしも一致していないことから、患者に応用する際にはインターケアブラシの構造、特徴を説明しブラッシング指導をすることが重要であると考えている。

本論文の要旨は、日本歯周病学会第 57 回秋季学術大会（2014 年）において発表した。

今回の論文に関連して、開示すべき利益相反状態はありません。

文 献

- 1) 鈴木史彦, 山口貴司, 小野瀬規, 依田圭吾, 河本和繁, 関野 諭, 岡本 浩: 歯周基本治療においてプラークコントロール期間が歯周組織の改善に及ぼす影響. 日歯周誌, 41: 330-337, 1999.
- 2) 松澤澄枝: モチベーションをするために. 日歯周誌, 52: 434-437, 2010.
- 3) Gao X, Lo EC, Kot SC, Chan KC: Motivational Interviewing in improving Oral Health: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. J Peirodntol, 85: 426-437, 2014.
- 4) 深谷千絵, 穂坂康朗, 森川 暁, 中川種昭: 音波歯ブラシと超音波歯ブラシのプラーク除去効果. 日歯保存誌, 48: 481-487, 2005.
- 5) 穂坂康朗, 深谷千絵, 永井美和, 両角祐子, 佐藤 聡, 中川種昭: 音波歯ブラシの (Sonicare[®]Elite) プラーク除去効果: ヘッドの大きさによる違いによる比較. 日歯保存誌, 50: 440-446, 2007.
- 6) 笠井俊輔, 深谷千絵, 穂坂康朗, 両角祐子, 佐藤 聡, 中川種昭: 音波歯ブラシ (Sonicare[®]Elite・Sonicare[®]Flexcare) のプラーク除去効果—ヘッド大きさと刷牙時間について. 日歯周誌, 53: 235-242, 2011.
- 7) 中山亮平, 太田淳也, 両角祐子, 深谷千絵, 笠井俊輔,

- 植野琢也, 高塩智子, 佐藤 聡, 中川種昭: 音波振動式電動歯ブラシのプラーク除去効果. 日歯周誌, 55: 140-147, 2013.
- 8) 泉澤勝憲, 立花智子, 宮川みほ, 小林 誠, 福田光男, 野口俊秀, 木下四郎: ブラッシング時の個人差が歯垢除去に及ぼす影響について. 日歯周誌, 35: 674-680, 1993.
 - 9) 中川種昭, 島田 篤, 宮下博行, 坂下顕照, 北村秀和, 大島みどり, 島 信博, 角田正健, 山田 了: 電動歯ブラシのプラーク除去効果に関する研究 (第二報) —各種電動歯ブラシのプラーク除去効果—. 日歯周誌, 34: 907-915, 1992.
 - 10) 中川種昭, 池上暁子, 鷺 二郎, 伊藤幸高, 林 智子, 大島みどり, 島 信博, 山田 了: 電動歯ブラシのプラーク除去効果に関する研究 (第一報) —スクラビング方式について—. 日歯周誌, 34: 901-906, 1992.
 - 11) Van der Weijden GA, Timmerman MF, Nijbeer A, Lie MA, Van der Velden U: A comparative study of electric toothbrushes for the effectiveness of plaque removal in relation to tooth brushing duration. J Periodontol, 20: 467-481, 1993.
 - 12) 渡辺孝章, 鈴木丈一郎, 荒瀬 誠, 若林明子, 新井高, 中村治郎: 反転式電動歯ブラシと手用歯ブラシの臨床的評価. 日歯周誌, 37: 353-361, 1995.
 - 13) 中川種昭, 田嶋志織, 轟 啓造, 林 真理, 住井浩剛, 渋谷義宏, 磯部秀一, 高橋潤一, 島 信博, 山田 了: 歯周炎患者のプラークコントロールにおける毛束反復回転式電動歯ブラシの有効性について. 日歯周誌, 37: 532-538, 1995.
 - 14) van der Weijden GA, Timmerman MF, Reijerse E, Snoek CM, van der Velden U: Toothbrushing force in relation to plaque removal. J Clin Periodontol, 23: 724-729, 1996.
 - 15) 牧野文子, 瀬戸口尚志, 和泉雄一, 末田 武: 植毛部の形態が異なる歯ブラシによる隣接面部プラーク除去効果について. 日歯周誌, 40(2): 233-239, 1998.

Plaque removal efficacy of different brush heads for a sonic toothbrush

Yuichiro Ihara, Chie Fukaya, Shunsuke Kasai and Taneaki Nakagawa

Department of Dentistry and Oral Surgery, School of Medicine, Keio University

(Received: September 28, 2015 Accepted: January 22, 2016)

Abstract: The aim of this study was to evaluate the plaque removal efficacy of four different brush heads for a sonic toothbrush: standard and mini brush heads of Inter Care, and the standard and mini brush heads of Diamond Clean. This study was concluded as an investigator-blinded, four-brush cross-over design study. Nineteen dentists with clinically healthy gingiva and without restorative materials in the teeth or prosthetic teeth participated in the study. Prior to the experiment, the subjects received a professional prophylaxis regime and were requested to refrain from brushing their teeth for 48 hours. Assessment was carried out using the modified O'Leary's plaque control record (6 sites per tooth) at the baseline and after each brushing interval by one blinded investigator. The PCR score at the baseline was 100% at baseline in all subjects. The results showed no statistically significant differences in the PCR scores among the four brush heads.

However, the medium value of interproximal differed among the groups. The plaque removal rate was higher in the IS and IM groups than in the DS and DM groups.

Nihon Shishubyo Gakkai Kaishi (J Jpn Soc Periodontol) 58 (1): 25-32, 2016

Key words: sonic toothbrush, interproximal area, plaque removal efficacy

Corresponding author: Yuichiro Ihara

Department of Dentistry and Oral Surgery, School of Medicine, Keio University

35 Shinanomachi, Shinjyuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan

E-mail: y.ihara.1983@keio.jp