

イオン音波ブラシの現在と将来展望

和泉雄一^{1,2} 加納千博¹ 須藤毅顕¹ 井川貴博^{1,3}
水谷幸嗣¹ 岩田隆紀¹

1 東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野

2 脳神経疾患研究所附属総合南東北病院オーラルケア・ペリオセンター

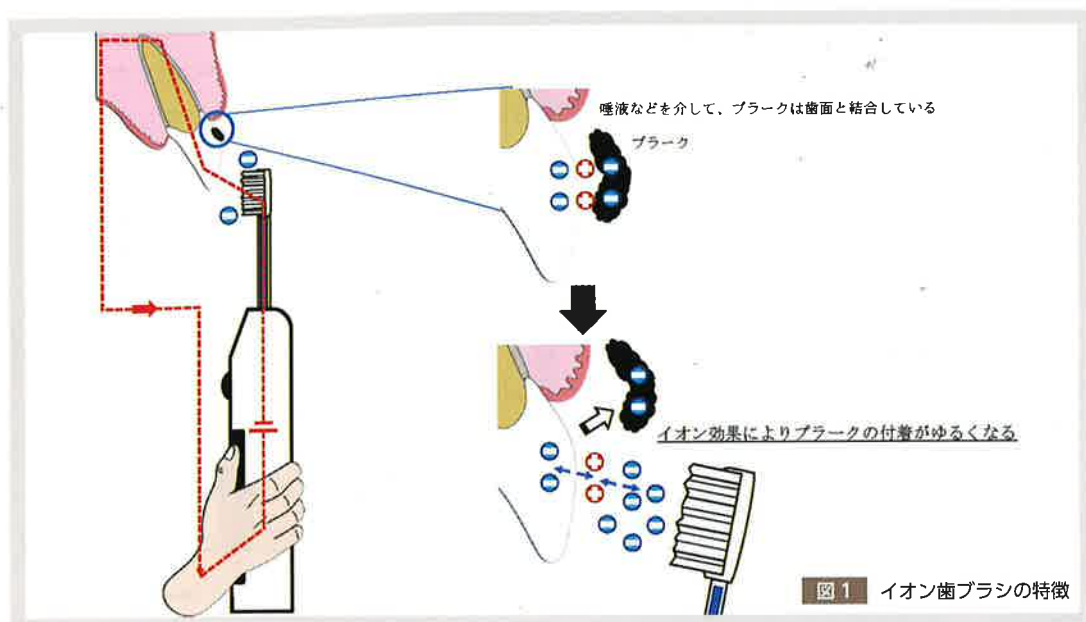
3 Department of Periodontology, Faculty of Odontology, Malmö University

イオン歯ブラシについて

プラークコントロールは歯周病の予防・治療においてもっとも重要な要素である。歯ブラシによるプラークコントロールは、患者自身が行える最も効果的な方法であり、歯科医学の発展・予防医療の普及によって、様々な歯ブラシが開発されている。

プラークの停滞によって起こる慢性炎症は歯周炎を引き起こすが、罹患率は高齢になるに従って上昇する。その原因として、経年的なアタッチメントロスの累積だけでなく、手指の感覚や運動能力の低下によって細かい動きが求められるブラッシングが困難になっていることが考えられる。

近年開発されたイオン歯ブラシは、プラーク除去効率を増すことでプラークコントロール確立を促進するひとつの有効な手段として期待されている。歯垢は唾液中のプラスイオンで歯面に静電的に吸着(架橋結合)するとされている。すなわち、エナメル質表面へのペリクルおよび歯垢の形成は、菌体、無機イオンおよび歯面表層間に働く静電的結合による吸着現象と考えられている。また、エナメル質表層のペリクルも負に帯電しており、これらの陰性帯電物質を唾液中の2価の陽イオン(Ca²⁺など)が架橋することで相互の吸着が起こるとされている。その仕組みに注目し、イオン歯ブラシは歯ブラシと人体の間に微小電流を流すことによって細菌の吸着を弱め、プラークコントロールを容易に行う目的で考案された(図1)。これまでにイオン歯ブラシの効果を評価した報告が複数公表されている。イオン歯ブラシと非イオン歯ブラシによる比較では、イオン歯ブラシはプラーク付着および歯肉の炎症の改善効果があると報告されている¹⁾一方で、イオン歯ブラシによる付加的効果は認められないとの報告²⁾もある。



イオン歯ブラシの臨床研究

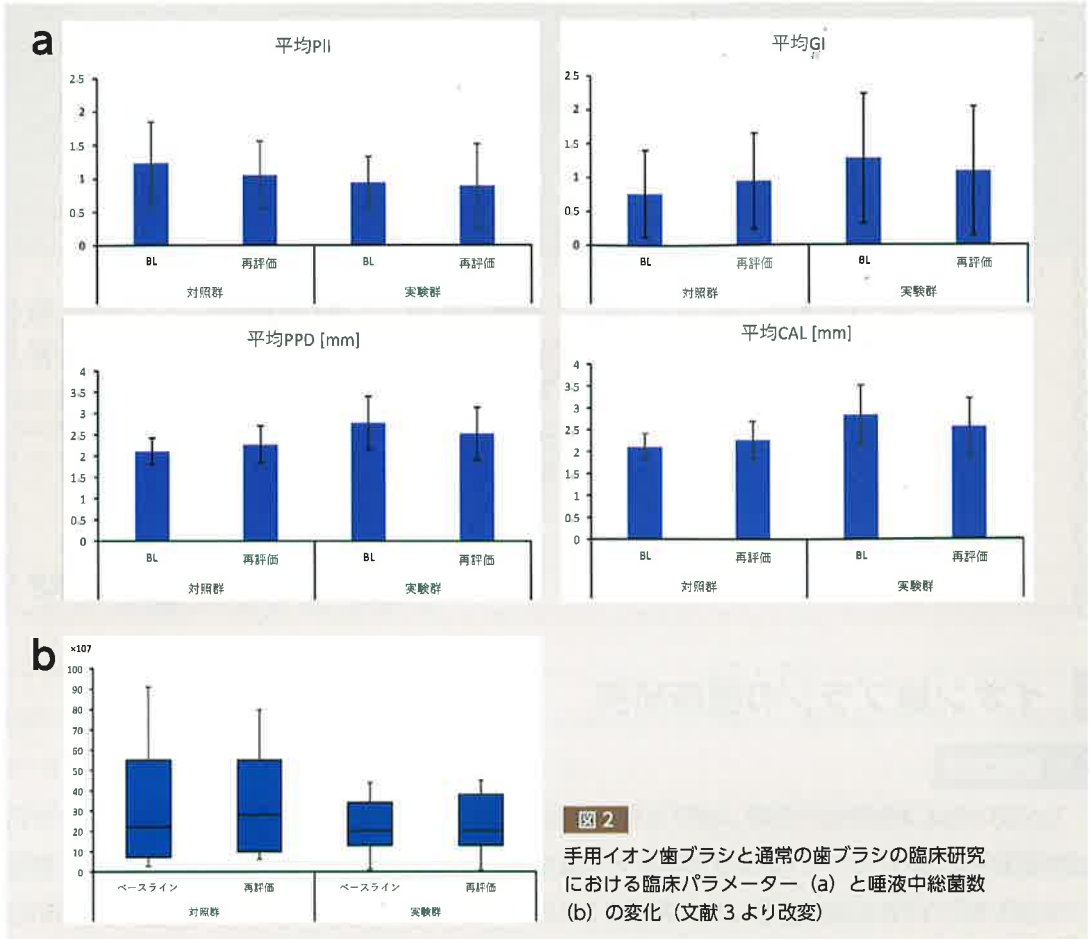
1. 研究方法

当分野ではこれまでに、イオン歯ブラシを使用した際に変化する健常者の口腔内臨床症状や使用感の比較検討を行った³⁾。東京医科歯科大学歯周病学分野医局員のうち、本研究への参加に書面で同意を得た30名を被験者とした。実験群(15名)ではリチウム電池内蔵のイオン歯ブラシ(Kiss you、フクバデンタル株式会社(現アイオニック株式会社)、流山、千葉)を、対照群(15名)ではリチウム電池なしの同一のイオン歯ブラシを用いて、ランダム化二重盲検比較対照試験を行った。3週間の試験期間中、被験者に対しては1日2回、イオン歯ブラシを用いてブラッシングするよう指示するとともに、歯磨剤ならびに洗口剤は用いないよう指導した。ベースライン時、および3週間後の再評価時に歯周組織検査を行った。また、各被験者から無刺激唾液1mlを採取した細菌数の測定と歯ブラシの使用感などに対するアンケート調査を実施した。

2. 結果

対照群、実験群とも、各臨床的歯周病パラメータの介入前後での変化は認められなかった(図2-a)。また図2-bは、総菌数の推移を示すが、どちらも両群ともに顕著な差は認めなかった。アンケート調査結果では、「ツルツル感は継続しているか」という設問の回答について「継続している」「継続していない」2群として検定すると、両群間に有意差を認めた($P=0.0003$)。

この研究においては、歯周組織の状態の変化は認められなかったものの、イオン歯ブラシの使用により被験者の感覚として歯面の平滑感の継続が認められた結果となり、イオンのブラッシングに寄与する影響について更なる研究が必要と考えられた。



イオン音波ブラシ「イオンパ」

1. 開発の経緯

電動歯ブラシが欧米で1960年代に発表されて以来、これまでに多種多様な電動歯ブラシが販売されている⁴⁾。1990年代には従来の電動歯ブラシとは異なる動きによりプラークの除去が可能となった音波・超音波歯ブラシが開発され、電動音波歯ブラシは良好な口腔衛生状態をもたらす新しい機器として注目されている。

電動歯ブラシの主な利点は使用法が簡単で、短時間で効果的なブラッシングが行えることである。また歯間隣接面などのブラッシングが困難な部位へのアクセスを容易にし、効果的なプラーク除去を可能とする。これまでのシステムティックレビューでも、電動歯ブラシは手動のものよりもプラーク除去に効果的であることが報告され⁵⁾、電動歯ブラシが手動歯磨きの代替法であることを示している⁶⁾。一方で、電動歯ブラシは手動歯ブラシと比較し、プラーク除去および歯肉の炎症への効果は同程度との報告もあるため⁷⁾、様々な観点からの開発が求められている。

Guljotらは、イオン歯ブラシに音波振動(31,000rpm)を組み合わせた歯ブラシを使用した群と従来のイオン歯ブラシを使用した群でのPlaque Index、Gingival Index、Bleeding Indexを比較した⁸⁾。この研究において、両群に統計学的に有意な差は見られなかったが、わずかにイオン音波ブラシが従来の手動イオン歯ブラシより効果的であることを示した。一般的に、電動歯ブラシの振動数は高いほどプラーク除去効率は上がると推測されるが、高い振動数は口腔内の不快感が強く、使用頻度の減少や使用時間の短縮を生じることもある。また強い振動圧が歯肉や口腔粘膜へ外傷をあたえることもある。しかし、イオン効果によりプラークの付着が弱くなっている場合には、これまでの振動数より低振動の音波でも効果的なプラーク除去が可能であると考えられる。

また、口腔衛生指導において歯間隣接面や頬粘膜に近接する最後方臼歯遠心部のプラークコントロールを確立することは難しい。このような部位にアクセスしやすい毛先のデザインの開発が重要である。

そこで我々の研究グループは、プラーク除去を効果的かつ効果的に行うための①振動数、②毛先のデザインに着目し、新規のイオン音波ブラシ(IONPA、株式会社アイオニック、流山、千葉)の開発を行った(図3)。

2. イオンパの特徴

イオンパの主な特徴として低いストローク数がある。従来の大型でプラーク除去効率が高いとされる電動歯ブラシに対し、イオンパは22,000ストロークと低振動である。これはイオン歯ブラシの特徴として、歯ブラシの毛先から発生するマイナスイオンにより、通常マイナスに帯電している歯面とマイナスに帯電しているプラークが唾液やペリクルといったプラスイオンを介しての吸着を阻害する。この歯ブラシハンドル部から歯面への回路によりプラークの除去を容易にするため、低振動でも十分なプラーク除去を可能にすると考えられる。

また歯ブラシの植毛の構造を変化させた。具体的にはヘッドの毛先の全周を先端の尖った植毛にすることで、一度に接触する歯面を増やすことが可能となった。さらに、従来のイオン歯ブラシで使用されていた様々な形態の歯ブラシヘッドとの交換が可能のため、患者のニーズや用途に合わせての使用が可能である。



図3 音波イオン電動歯ブラシ
(IONPA® home DP-111)

イオン音波ブラシの臨床研究

1. 研究方法

電動イオン歯ブラシとしてのイオンパを用いてプラーク除去能を分析的に調査するために、東京医科歯科大学歯周病学分野にて臨床研究を行った。この研究は、東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会(D2017-046)にて承認を得て行った。臨床研究の結果は2018年にアムステルダムで行われたEuroPerio9にてポスター発表した。

被験者は、同分野に所属する27歳から30歳までの男女30人を対象とし、無作為に試験群と対照群に分配した。試験群はイオンパを用い、対照群は、試験群と同じ形状でイオンが出力されない手動の歯ブラシを用いた。試験時の1日前から口腔内清掃をしないように指示し、歯垢染色液を用いて全顎プラーク染色を行った。口腔内写真を撮影した後、全顎をスクラビング法で2分間ブラッシングし、再び口腔内写真を撮影した。1週間後に試験群と対照群を入れ替えて、同様の試験を行った。口腔内写真を用いてRustogi Modified Navy Plaque Index (RMNPI)⁹⁾を計測し、プラークの除去率を評価した(図4)。被験歯は切歯、第一小臼歯、第一大臼歯とし、統計方法はウィルコクソンの符号順位検定を用いた。



(a) ブラッシング前

(b) 音波イオン歯ブラシ後

(c) 手用歯ブラシ後

図4 音波イオン歯ブラシの臨床研究時のブラッシング前後の口腔内写真。ブラッシング前の写真は、歯面全体にプラークが付着している様子が分かる(a)。IONPAを用いる(b)と、手動で行ったブラッシング(c)に比べて歯頸部や隣接面など、細部のプラークがよく除去できた。音波電動歯ブラシの微振動とイオンの付加的効果と考えられる。

2. 結果と考察

被験者間で、ブラッシング前のRMNPIに有意差は無かった。また、被験者全員に歯周病検査を実施し、歯周病の状態に差がないことも確認した。RMNPIにおいて、切歯は試験群と対照群に有意差は無かったが、第一小臼歯と第一大臼歯はイオン電動歯ブラシを使った群が有意に減少した(図5)。イオン電動歯ブラシは、小臼歯や臼歯のプラークを除去するために、手動の歯ブラシより効果的だと言える。前歯部において効果に差が出なかったのは、前歯部がブラッシングしやすいからだと考えられる。また、この研究の被験者はブラッシングが高いレベルで行うことができる歯科医師であったので、今後の研究では、歯ブラシをうまく使えない患者や、高齢者に対して同様の研究を行って行くことを検討している。

今後の展開

現在、日本は超高齢社会を迎えている。加齢変化による変化として、手先が細やかに動かすにくい患者さんや、内科疾患や服薬により手のふるえなどを生じている患者さんの歯科受診が増加してゆく傾向が推測される。そのため、そのような社会状況における口腔ケア、歯周病対策を考えると、患者さん自身でのプラークコントロールに、従来のような細やかな手磨きによるブラッシングの徹底と歯間清掃を併用する理想的なプラークコントロールの習慣化を求めることは実現困難とも考えられる。そのため、ある程度に許容できるレベルのプラークコントロールを達成するための機器が必要である。このイオンパは、握力や腕の筋力が低下した高齢者においても無理なく使用できる重量とサイズであり、継続的な使用を容易にしていると思われる。これまでの筆者らの研究結果では、ブラッシングにある程度習熟した被検者においては、短時間で臼歯部のプラークを効率的に除去することが既に示されている。今後は、上記のような高齢者や有病者で手磨きでのブラッシングが困難な被検者を対象にした臨床研究を行い、その有用性の確認を進めていきたい。

参考文献

- 1) Van Swol RL, Van Scotter DE, Pucher JJ, et al. Clinical evaluation of an ionic toothbrush in the removal of established plaque and reduction of gingivitis. *Quintessence Int* 1996;27:389-394.
- 2) Van der Weijden GA, Timmerman MF, Reijerse E, et al. The effectiveness of an electronic toothbrush in the removal of established plaque and treatment of gingivitis. *J Clin Periodontol* 1995;22:179-182.
- 3) 青山典生, 小林宏明, 田中敬子ほか. 電子歯ブラシ使用において変化するパラメータの検索-健康者におけるパイロットスタディー- *口病誌* 2017; 84巻:19-24
- 4) Ash MM. A review of the problems and results of studies on manual and power toothbrushes. *J Periodontol.* 1964;35:202-213.
- 5) Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, et al. Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 6 : CDOO2281.
- 6) 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(8):1107-13.
- 7) Deery C, Heanue M, Deacon S, et al. The effectiveness of manual versus powered toothbrushes for dental health: a systematic review. *J Dent* 2004;32(3):197-211.
- 8) Singh G, Mehta DS, Chopra S, Khatri M. Comparison of sonic and ionic toothbrush in reduction in plaque and gingivitis. *J Indian Soc Periodontol* 2011;15(3):210-4.

- 9) Rustogi KN, Curtis JP, Volpe AR, et al. Refinement of the Modified Navy Plaque Index to increase plaque scoring efficiency at the gum line and Interproximal tooth areas. J Clin Dent. 1992; 3(Suppl. C): C9-C12.