

## 論文審査の結果の要旨

氏名：地主知世

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：障害児者の歯ブラシ選択に向けた歯ブラシの挙動に関する基礎的研究

審査委員：(主査) 教授 谷本 安浩

(副査) 教授 有川 量崇

教授 野本 たかと

口腔の健康を保つためにはブラッシング行動の定着が重要であるが、ブラッシング行動の定着には為害性がなく、効率的なブラッシング方法を習得し、継続していくことが必要である。ブラッシング行動は認知、運動、情意で表される機能の3領域の学習効果として獲得、実行するものである。しかし、障害児者においては歯ブラシなどの用具やブラッシング行動に対する認知が困難であることや、ブラッシング時の力のコントロールが不安定であること、集中力やモチベーションの維持が困難であることなどから、機能の3領域の学習に困難性を認めるために、ブラッシング行動の定着どころか拒否にいたる場合もある。したがって、対象者のブラッシング行動を制限している領域を考慮しながら、効果的で効率的なブラッシング行動を定着させていくために、個人の特性に合わせた歯ブラシ選択を行うといった環境整備が求められる。しかし、現在、歯ブラシ選択のための客観的な機能評価指標はない。

そこで、歯ブラシ選択プログラムの確立に向けて、機能評価モデルを用いて、毛先形態やヘッドの大きさの違いによる歯ブラシの挙動について解析し、毛先が適切に追従できる荷重について検討した。

実験Aでは荷重と清掃性について検討を行った。試験歯ブラシは、4列植毛のスーパーテーパード毛(以下、ST毛とする)のST-M、ラウンド毛(以下、RO毛とする)のRO-M、ST毛とRO毛を組み合わせた複合段差植毛FU-Mとした。評価モデルは直径8.0mmのステンレス製の半円柱を平板に設置した凸型単半円柱モデル(Single half cylinder model: 以下、SHCモデルとする)を用い、荷重50gf、100gf、200gf、300gf、ストローク40mm、ピッチ2Hzで50往復刷掃した。

歯ブラシヘッド(以下、ヘッドとする)の挙動の評価では、ヘッド中央に6軸慣性センサ(以下、IMUとする)を固定し、ストローク方向である前後方向をY軸、左右方向をX軸、垂直方向をZ軸に設定した。X軸角速度からヘッド位置を算出し、最大値と最小値の絶対値の和を振幅とした。清掃性の評価にはビデオテープ法を応用し、刷掃後の磁性膜の剥離面積および剥離プロファイルと比較した。

RO-Mの50gfでは振幅が大きく、剥離プロファイルはモデル半円の両側基部には剥離を認めるが、頂点付近には剥離を認めなかった。これはRO-Mは他の歯ブラシに比べ毛が太く、モデルを乗り越える際にモデル側面に毛が接触した後、ヘッドが飛び上がったためと推察された。すべての歯ブラシで荷重の増加とともに完全剥離面積が大きくなり、剥離プロファイルもモデル半円頂点から基部まで連続した剥離となった。ST-MとFU-Mの300gfでは、振幅が大きくなり、複雑な挙動を示した。これは高い荷重により毛が大きくなったため、毛先ではなく毛の脇腹でモデルに接触した後に大きく跳ね上がった結果と考えられた。各歯ブラシによって毛がモデルに適切に接触できる適正荷重があることが予想され、効果的なブラッシングには高い追従性を示す適正荷重についてのさらなる検討が必要と考え、研究Bを行った。

実験Bでは荷重と追従性についての検討を行った。試験歯ブラシは、ヘッドの大きさが異なるST毛の歯ブラシST-LL、ST-L、ST-SおよびコンパクトヘッドでRO毛のRO-Sとした。実験Aと同様にSHCモデルを

用い、荷重 50gf, 100gf, 200gf, 300gf, 400gf, 500gf, 600gf, 700gf, ストローク 40 mm, ピッチ 2Hz で約 20 秒間刷掃し、IMU でヘッドの挙動の測定、デジタルカメラで刷掃時の動きの撮影を行った。Z 軸加速度(以下、AZ とする)からヘッド位置を算出し、研究 A と同様に振幅を求めた。歯ブラシがモデルの表面に追従できる振幅の基準を 4mm とし、振幅が 4mm 以下になる最も小さな荷重を最小追従荷重、最も大きな荷重を最大追従荷重と定義した。最小追従荷重から最大追従荷重の荷重範囲を追従荷重範囲と定義した。

振幅は、すべての歯ブラシで 50gf に比較して荷重増加に伴って減少し、ST-LL が 300gf, ST-L と ST-S では 200gf, RO-S では 600gf で極小値を示した後、増加に転じた。最小追従荷重と最大追従荷重は ST-S<ST-L<ST-LL<RO-S, 追従荷重範囲は ST-S<ST-L<RO-S<ST-LL であった。AZ は荷重増加によって振幅が極小値を示した荷重まではすべての歯ブラシで減少を認めた。ST 毛の ST-LL, ST-L, ST-S は振幅が極小値を示した荷重で最小値となり、その後荷重が増加してもその値を維持する傾向を示したが、ST-S のみ 600gf で増加に転じた。AZ の急激な増加は、500gf から 600gf の荷重間で毛が大きいたわんだことから、モデルを乗り越える際の衝撃を吸収できなくなったためと推察された。このような変化は他の歯ブラシには認められず、ST-S は植毛部面積が小さく、毛 1 本にかかる力が大きくなるためにたわみやすくなると考えられた。以上のことから、ブラッシング時の力のコントロールが困難な障害児者においては、追従荷重範囲が広い歯ブラシを選択することが効率的なブラッシングに繋がると予想された。

障害児者が効果的で効率的なブラッシングを実現するためには、ブラッシングスキルに配慮した歯ブラシ選択が重要である。障害児者の特性を考慮した歯ブラシ選択を実現するために、本研究では振幅という新しい指標を使って歯ブラシの挙動を評価したところ、歯ブラシの種類によって効果的に清掃できる荷重が異なることがわかった。

よって本論文は、博士（歯学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

令和 3 年 12 月 16 日