

論文審査の結果の要旨

氏名：三 枝 優 子

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清掃性に関する基礎的研究

審査委員：（主 査） 教授 有川 量崇

（副 査） 教授 谷本 安浩

教授 野本 たかと

ブラッシングを行動科学的に捉えると、口腔清掃に関する認知、運動、情意で表される機能の 3 領域の学習成果として獲得し、実行する行動といえる。障害児者はそれらの 3 領域に何かしらの学習の困難性を認めるために、適切なブラッシングスキルの獲得に苦慮することがある。したがって、障害児者がブラッシングを日常の生活習慣として定着するためには、ブラッシングに関して対象者の苦慮している領域を考慮した環境整備が求められる。その環境整備のひとつとして、個人の特性に合わせた効果的な歯ブラシの選択がある。しかし、現在、歯ブラシの機能に関する客観的な評価方法や指標は存在しない。

そこで、障害児者に適切な歯ブラシ選択に向けて 2 つの機能評価モデルを用いて歯ブラシの特徴、特に清掃性の違いについて客観的に評価した。

実験 A では、凸型単半円柱モデル（Single half cylinder model：以下、SHC モデル）による毛先の追従性と清掃性に関する評価を行った。試験歯ブラシは、3 列平切りの R0-S1、4 列スーパーテーパー毛の ST-M、4 列の複合段差植毛 FU-L とした。評価モデルは、直径 8.0mm の半円柱を平板に設置したステンレス製の SHC モデルを用いた。刷掃は荷重を 50gf、100gf、150gf に設定し、40 mm のストローク、2Hz のピッチで行った。追従性の評価は、刷掃時にモデル下に設置されている力覚センサの垂直応力が設定荷重になるようにパーソナルコンピュータ上でリアルタイムのモニタリングをしながらヘッドに固定した慣性センサの動きを 5 秒間にわたり計測後、Z 軸である垂直方向の加速度 AZ を測定した。清掃性の評価には、ビデオ（磁気）テープ法を応用し、刷掃後の磁気テープの剥離状況について、完全剥離領域、部分剥離領域の面積を比較した。SHC モデルを用いた本実験方法によって、高い精度で各歯ブラシの特性を客観的に評価することに成功した。R0-S1 は毛先が接触した領域の清掃性は高いものの追従性が低く、ST-M は追従性が高いが清掃性は低く、FU-L は低荷重から清掃性が高く、追従性は R0-S1 および ST-M の中間であった。

実験 B では、平面モデルによる清掃性の評価を行った。試験歯ブラシは、ヘッドの大きさが異なるスーパーテーパー毛の歯ブラシ ST-LL、ST-L、ST-S およびコンパクトヘッドでラウンド毛の R0-S2 とした。評価モデルは、長辺 80 mm、短辺 30 mm、厚さ 3 mm のアクリル平板に長辺と平行に磁性膜面が上面になるように磁気テープを両面テープで貼付した平面モデルを用いた。評価内容は、清掃性、毛の到達範囲、たわみの指標としてストローク方向報告について清掃するために必要な最短の長さである臨界ストローク、および刷掃時の垂直方向における幅の増加量 ΔW を評価した。清掃性は、R0-S2 < ST-L < ST-LL であった。完全剥離面積は、回数や荷重に関係なく ST-LL < ST-L < ST-S < R0-S2 の順に広がった。完全 + 部分剥離は、本条件の中で低い荷重、少ないブラッシング回数でヘッドサイズが大きい ST-LL が最も小さい値であった。一方、高荷重およびブラッシング回数が多い場合には大きいヘッドの方が広い面積となった。臨界ストロークは、毛の太い ST-LL が最も短く、また、ヘッドが大きいと短かった。 ΔW はラウンド毛に比較してスーパーテーパー毛で大きく、スーパーテーパー毛の歯ブラシ間ではヘッドが大きいほど小さかった。

上記の研究結果から、障害児者に対する効果的な選択や使用時の配慮について清掃性という観点で以下のように考察した。

認知領域や運動領域の問題によって歯ブラシの毛先を清掃部分に接触できない障害児者の場合、コンパクトヘッドでは歯ブラシの毛先を適切に清掃できない可能性がある。特にラウンド毛では適切な荷重がかげられないと一層、追従性が低いために効率的に磨けない可能性を示唆された。このような場合、大きいヘッドの歯ブラシを用いることで清掃可能な接触面積の確保が可能となると予想された。運動領域の問題でブラッシングの力が弱い場合、スーパーテーパー毛であると清掃性が極めて低くなる。また、低荷重の場合、大きいヘッドのほうが力の分散によって清掃性が低下する可能性がある。運動領域の問題によって力をかけられない場合は、低荷重から追従性、清掃性共に高い複合毛などを選択が求められると考えられた。手の巧緻性が低い場合や自閉スペクトラム症で強いブラッシング力の場合、ラウンド毛では容易に過剰な力が作用する可能性が示唆されたことから、実際の臨床場面においても粘膜や歯質に対する為害作用が生じやすいと思われた。このような場合、スーパーテーパー毛が推奨されやすいが、小さいヘッドを用いると毛のたわみ過ぎによって清掃性が低くなると同時に軟組織の損傷などの原因や、損耗の進みやすいため歯ブラシの交換時期についても注意を払う必要があると予想された。

ブラッシングへの協力性といった情意領域に配慮を要する場合、適切な部位のブラッシング回数（時間）の増加を促すことが難しいことが多い。時間をかけられない場合、スーパーテーパー毛のコンパクトヘッドを用いると清掃性は極めて低くなると予想された。一方で、短時間となる理由のひとつにブラッシング時の痛みや不快感があると考えられ、対応として痛みや不快感の軽減は重要である。健康成人を対象にした臨床研究において、スーパーテーパー毛の幅広歯ブラシがラウンド毛に比較して歯肉の擦過傷の程度が軽いこと、使用時の快適度や使用感に対する満足感が高いといった報告がある。今回の行った実験 A でスーパーテーパー毛は追従性が高く、追従性を評価した AZ が小さいということで滑らかな磨き心地の可能性が示唆されたこと、実験 B においては大きなヘッドでブラッシング時に力が分散していたことから不快感となるような過剰な力がかかりにくいことも予想された。以上から、清掃性が低いスーパーテーパー毛であっても、大きいヘッドの使用によって清掃可能範囲を確保することによって清掃性を補いながらブラッシング時の不快感や疼痛を軽減できる可能性が示唆された。ただし、大きいヘッドのスーパーテーパー毛は低荷重では力の分散によって極めて低い清掃性になることから、弱すぎない力やブラッシング回数の確保について配慮が必要であると考えられた。

障害児者が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の選択が重要である。本研究では国内で多く使用されているラウンド毛、スーパーテーパー毛、複合段差植毛の歯ブラシを用いて歯ブラシの機能評価モデルで客観的な評価を行ったところ、各歯ブラシの機能を明らかにすることができ、これらを組み合わせて選択指標を確立することで機能の 3 領域に多様な配慮が必要な障害児者のブラッシング実現に寄与できると考えられた。

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 10 月 21 日