

マウスピース型自動歯磨きシステムの開発

Development of automatic teeth cleaning mouthpiece

○ 石井裕之（早稲田大学理工学術院），柴田源（早稲田大学大学院先進理工学研究科）

松原孝将（早稲田大学創造理工学部），高西淳夫（早稲田大学理工学術院）

Hiroyuki ISHII, Faculty of Science and Engineering, Waseda University

Gen SAKAEDA, Graduate School of Advanced Science and Engineering, Waseda University

Takanobu MATSUBARA, School of Creative Science and Engineering, Waseda University

Atsuo TAKANISHI, Faculty of Science and Engineering, Waseda University,

Abstract: Teeth brushing is a fundamental oral care technique. It is also very important for one's health. However, there are several elderly people and handicap people, who could not brush the teeth without assists of helpers. Therefore, the purpose of this study is to develop automatic teeth cleaning system, which can be used with small physical loads both on the users and helpers. An automatic teeth cleaning mouthpiece was then developed. It consists of a teeth cleaning module, a flexible arm to hold it, and a water supply system to wash the teeth. The teeth cleaning module consists of a cam mechanism and a round shape slide guide, and it wipes away plaque on the teeth. A simple test was performed to verify the automatic teeth cleaning system.

Key Words: Oral care, Teeth brushing, Cam mechanism, Round shape slide guide.

1. 緒言

歯磨きには、口腔内を清潔に保ち、う蝕や歯周病を予防する効果があり、健康を維持する上で非常に重要な日常行為である。若年者を対象とした歯磨き習慣に関する調査では、全体の97.2%が毎日1回以上磨くと回答しており、また全体の83.1%以上は毎日2回以上磨くと回答している(1)。これより、歯磨きは広く定着した日常行為である事がわかる。一方、上肢の障害や筋力の低下により独力では歯磨きを行えず、介助を必要とする障害者や高齢者も存在する。例えば特別養護老人ホームでは、入居者の54.7%が歯磨きに際して何らかの介助を必要とするとの調査結果がある。高齢者施設では、介護士等の職員が入居者の歯磨きの介助を行うが、11施設の職員を対象に行ったアンケート調査では、全体の59%が、十分な口腔清掃を行うには職員の数が不足していると回答している(2)。一方、社会保障費の抑制は、先進国に共通した課題であり、高齢者施設における職員の増員は当面実現困難と思われる。

このような状況を鑑み、本研究では、歯磨きを自動で行う自動歯磨きシステムの開発を目的としている。歯磨きの介助を必要とする障害者や高齢者には、寝たきりで体位変更さえ難しい場合から、独力で歯磨きを行うことは不可能ではないが筋力と体力の観点から介助を必要とする場合まで、さまざまである。これら全ての高齢者が使用可能な完全自動型の歯磨きシステムを開発することは、技術的にも費用対効果の観点からも現実的でない。そこで、本研究で開発する歯磨きシステムの想定ユーザは、以下に述べる3つの要素を満たす障害者と高齢者とした。

- 1) 歯ブラシを使用した独力での歯磨きは不可能
- 2) 座位で前傾姿勢をとることは可能
- 3) 介助者からの指示に即して行動することは可能

このような考えにもとづき、使用者自身の必要最低限の動作と介助者の必要最低限の操作によって使用可能な自動歯磨きシステムを開発した。本発表では開発したシステムについて紹介する。

2. システムの構成と動作

2.1 システムの構成

開発した歯磨きシステムの外観を Fig. 1 に示す。またシステム構成を Fig. 2 に示す。このシステムは、マウスピース型歯垢除去モジュール、同モジュールを保持する柔軟アーム、洗浄水タンク、制御ボックス、廃水受け皿、顎置台からなる。

2.2 システムの動作

使用者はまず、口腔内にマウスピース型歯垢除去モジュールを含み、上顎と下顎でそれを挟んで保持する。続いて顎置台に顎を置いた状態で、制御ボックスのスイッチを操作し、歯垢除去モジュールおよび洗浄水ポンプの動作を開始する。すると歯垢除去モジュールが動作を開始し、同時に洗浄水ポンプが洗浄水の供給を開始する。使用者はその状態を10分程度保持し、その間、顎顔面を下向きに傾けて口腔内の洗浄水を逐次廃水受け皿に吐き出す。なお、マウスピース部の形状は歯列の左右片側半分に対応したものとなっており、上述の動作により歯列の片側のみの歯垢を除去する。片側の歯垢の除去が完了した後に、マウスピース部を反転させて再度使用することで、残る反対側の歯列の歯垢が除去され、歯列全体の清掃が完了する。

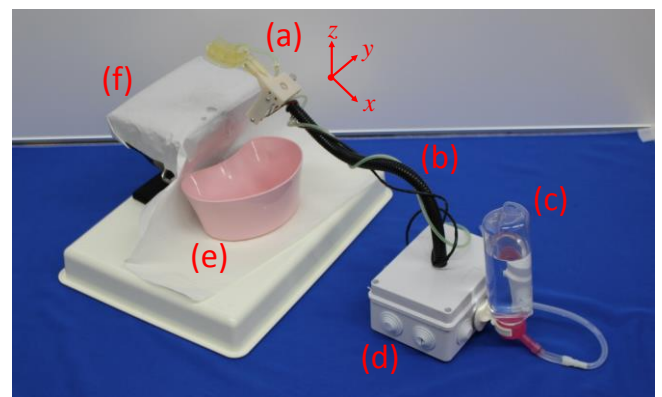


Fig. 1 System overview. (a)Teeth cleaning module, (b)Flexible arm, (c)Water reservoir, (d)Controller box, (e)Waste pan, (f)Jaw supporter

3. マウスピース型歯垢除去モジュール

3.1 歯垢除去の原理

開発に際しては、システム全体の小型化を実現するために、歯垢除去モジュールはマウスピース型とした。これにより、歯垢除去モジュールと使用者の顎顔面の位置関係は、使用者がモジュールを口腔に含んだ際に決まる。そのため、両者の位置決めを行う能動自由度が不要となる。

歯ブラシで歯垢を除去する場合は、ブラシが歯列上を3次元的に動作することが理想とされ、マウスピースについても歯列に対して3次元的に動作することが理想的である。一方、口腔内の容積には限りがあり、また、複雑な機構は費用対効果と実用性を低下させることにつながる。そこで、マウスピースの動作は歯列に沿った前後動作のみとした。開発する歯磨きシステムでは、この動作を偏心カム機構と湾曲スライドガイド機構によって実現することとした。

上述の機構において、歯垢は、マウスピースが歯列との接触を保ちつつ歯列上を動作した際に除去される。ここで課題となるのが、マウスピースと歯列の接触の維持である。人間の歯列は単純な円弧ではなく、また、犬歯などによる凹凸もある。そこで開発する歯磨きシステムでは、マウスピースの歯列と接触する面に、スポンジを貼付け、それによって歯列とマウスピースの接触を保つこととした。

3.2 モジュールの設計

製作したモジュールを Fig. 3 に示す。駆動部には、減速機付き DC モータによって駆動される偏心カム機構が実装されている。また、マウスピース部には、偏心カム機構が作り出す直線反復運動を歯列に沿った運動に変換するための、湾曲スライドガイド機構が実装されている。加えて、ポンプから供給される洗浄水を臼歯付近に吐出する洗浄水供給ノズルが実装されている。

マウスピース部は、駆動力伝達用コネクタと洗浄水供給コネクタで、駆動部と接続されており、使用者ごとにマウスピース部を交換することが可能となっている。また、マウスピース部のスポンジも交換可能となっている。

4. 動作検証

開発した歯磨きシステムを健常成人男性が使用し、システムの動作ならびに安全性について検証した。Fig. 4 に示すとおり、設計思想通りに使用者が歯垢除去モジュールのマウスピース部を口腔に含み、顎を顎置台に載せて使用することが可能であった。システムを動作させたところ、歯

垢除去モジュールは意図されたとおりに動作し、歯垢を除去可能であることが確認できた。また安全上の問題も特に確認されなかった。

5. 結言

本研究では、歯磨きに際して介助を必要とする障害者や高齢者のための自動歯磨きシステムについて紹介した。このシステムは、歯垢除去モジュールや給水装置を備えており、歯ブラシを使用した歯磨きよりも使用者および介助者の労力を低減できる可能性を有している。今後、歯垢除去効果ならびに使用時の負担について詳細な評価を行い、実用化を目指す。

謝 辞

本研究は早稲田大学理工学研究so、同ヒューマノイド研究所、同先端生命医科学センター、同次世代ロボット研究機構にて実施された。また科学技術振興機構による STAT 技術シーズ選抜育成プロジェクト（ロボティクス分野）、ならびにテニユアトラック普及・定着事業の支援を得た。

参考文献

- (1) 中島啓次, 栗原千里, 川永利隆, 栗橋豊, 大沢一茂, 小野寺修, 下山雅通, 渡辺幸男, 池田克己, 歯周疾患の実態調査と予防対策に関する疫学的研究, 若年者における歯周疾患とその意識との関連性について一, 日歯周誌, 31(4), pp1220-1241, 1989.
- (2) 下山 和弘, 長尾正憲, 小田切一浩, 小川仲子, 三浦雅明, 特別養護老人ホームにおける口腔衛生の実態 第1報 介護職員の歯口清掃に対する意識, 老年歯学, 8(1), 1993.

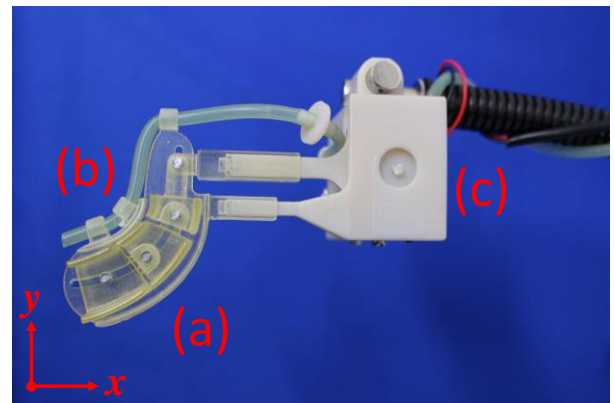


Fig. 3 Teeth cleaning module. (a)Round shape slide guide, (b)Water supply tube, (c)Cam mechanism.

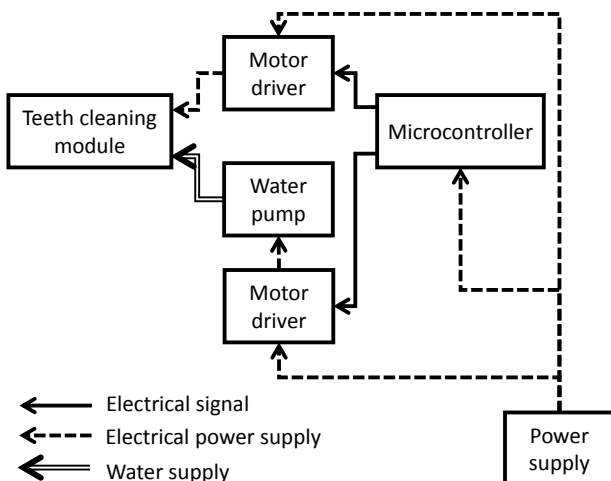


Fig. 2 System configuration



Fig. 4 Experimental trial