

研究概要報告書【音楽振興部門】

(1 / 4)

研究テーマ	デジタルワークフローを用いた木管楽器奏者向けのミュージックスプリントの開発	報告書作成者	武川 大輔
研究従事者	武川 大輔、鈴木 善貴、保坂 啓一、松香 芳三、湯本 華帆(歯学部学生)		
研究目的	シングルリードの木管楽器、特にサクソフォンやクラリネットは、その豊かな音色と表現力から、クラシック音楽からジャズまで多岐にわたる音楽ジャンルで重要な役割を果たしている。これらの楽器は、リードを振動させることで音を生成するが、その独特の演奏方法から、奏者は唇の痛みや歯列不正などの口腔内の問題に悩まされることが多い(図1)。こうした問題は、奏者のパフォーマンスに重大な障害をもたらし、演奏技術の向上を妨げるだけでなく、最悪の場合、演奏キャリアの継続そのものを脅かす可能性がある。 現行の対策として提案されている「ミュージックスプリント(MuS)」は、演奏時の口腔内のストレスを軽減する目的で設計されたマウスピース状の装置である。しかし、既存の MuS は、十分な採用率が実現されていないのが現状である。また、多くの奏者が現在用いている「歯紙」などの対処法も、一時的な痛みの緩和には役立つものの、根本的な解決にはなっていない。 本研究では、こうした問題の抜本的な解決を目指し、歯科の専門的知識と技術を応用した新しいMuSの開発に取り組む。具体的には、現代の歯科で用いられているCAD/CAM技術を用いて、デジタルワークフローと3Dプリンター技術を応用することで、個々の演奏者の口腔内形状にフィットするMuSの製作を目指す。 研究の第一段階では、高精度の口腔内スキャナーを用いて、木管楽器奏者の口腔内の詳細な3Dデータを取得する。次に、このデータをもとに、コンピュータ上でMuSの3Dモデルを設計する。この際、奏者の歯列や口腔内の特徴を細部まで再現し、演奏時の快適性を最大限に高めるよう配慮する。さらに、設計されたMuSのモデルデータを、人体に安全な材料を用いた3Dプリンターインクで出力することで、個々の奏者に完全にフィットするMuSを効率的に製作する。こうして製作されたMuSは、既存の製品よりも薄く、より快適に装着できるだけでなく、演奏時の口腔内のストレスを大幅に軽減することが期待される。 MuSの設計と製作手法に歯科技術を応用することで、演奏者が長年抱えてきた口腔内の問題を根本的に解決し、演奏のパフォーマンス向上と身体的負担の軽減を実現することができる。これにより、MuSの使用が演奏者の間で一般的になれば、演奏者個人の生活の質の向上だけでなく、音楽教育の現場での指導の効率化や、ひいては音楽文化全体の発展にも寄与すると考えられる。 また、本研究は音楽や芸術の分野を含む他の分野での歯科技術とデジタルワークフローの応用可能性を示すものである。特に、体の特定部位の保護や補助が必要な演奏家やアーティストのために、我々が提供する技術が有益であると期待される。		

研究内容

本研究では、シングルリードの木管楽器奏者が直面する口腔内ストレスの軽減と演奏パフォーマンスの向上を目指し、ミュージックスプリント(MuS)の開発に取り組んだ。シングルリード楽器奏者は、下唇を下顎前歯とリードの間に挟み込んで演奏するため、下顎前歯の持続的圧迫による歯列の不正や、下唇粘膜の痛み、咬傷などをきたしやすいという問題を抱えている。これらの問題は、奏者のパフォーマンスに重大な影響を与え、演奏キャリアを脅かす可能性がある。本研究では、歯科医療における CAD/CAM 技術とデジタルワークフローを活用し、個々の奏者の口腔内形状に完全にフィットする薄型の MuS を効率的に製作する手法を確立することを目的とした。

研究は、まず下顎前歯歯列の模型を使用し、MuS のデザイン、製作、および適合精度の評価という段階を踏んで進められた。最初に、コンピュータに取り込んだ STL データ(3次元データ)を基に 3D モデリングソフトウェアを用いて MuS のデザインを行った。デザインの際には、唇側面被覆型と切縁被覆型の 2 種類を検討し、適合精度を向上させるためにスペーサーの量を設定した。さらに、切縁被覆型では上部鼓形空隙をブロックアウトしたデザインも製作した。これにより、被験者の口腔内に適合する MuS のデザインが得られた。

MuS の製作には 3D プリンターが使用され、0.5mm の薄さを実現した。これは既存の MuS よりも薄く、奏者の演奏への影響を最小限に抑えられる可能性を示唆している。製作には光硬化型のアクリル酸エステル樹脂が用いられ、プリンターから取り出した後、洗浄、サポートピンの切断、および研磨を経て完成とした。MuS の適合精度の評価では、切断法と非侵襲的な三次元的評価法を検討し、奏者の口腔内での適合性を多角的に検証した。切断法では、石膏模型と MuS を左側中切歯部の中央で切断し、実体顕微鏡を用いて歯面から MuS 内面までの距離を測定した。非侵襲的な三次元的評価法では、歯列と MuS 内面の画像データを光学スキャナーで取得し、得られた STL データを重ね合わせることで、MuS と歯列の干渉部位を視覚的に評価した。

さらに、現在は上記の研究で得られた知見をもとに、徳島大学病院生命科学・医学系研究倫理審査委員会の承認を得て、本格的な臨床研究に進んでいる。現在、実際のクラリネット奏者に MuS を装着して演奏してもらい、使用感や演奏への影響などのデータを収集している。これにより、MuS のデザインをさらに洗練し、より優れた製品の開発を目指している。

研究のポイント	① デジタルワークフローを用いて MuS のデザインを行うことで、個々の奏者の口腔内形状に適合した MuS の製作を可能にした。 ② MuS のデザインでは、唇側面被覆型と切縁被覆型の 2 種類を検討し、適合精度を高めるためにスペーサー量を設定するなど、奏者の口腔内でのフィット感を高める工夫を行った。 ③ 3D プリンターを用いることで、既存の MuS よりも薄い 0.5mm の厚さを実現し、奏者の演奏への影響を最小限に抑えられる可能性を示唆した。 ④ MuS の適合精度の評価では、切断法と非侵襲的な三次元的評価法を検討し、奏者の口腔内での適合性を多角的に検証することができた。 ⑤ 得られた知見をもとに、徳島大学病院生命科学・医学系研究倫理審査委員会の承認を得て、本格的な臨床研究へと進んでいる。
研究結果	MuS の製作には 3D プリンターが用いられ、0.5mm という薄さを実現した。これは既存の MuS よりも薄く、奏者の演奏への影響を最小限に抑えられる可能性が示唆された。 唇側面被覆型 MuS では、スペーサー量を 0.1mm に設定した場合に最も浮き上がりが少なく、適合精度が高いことが明らかになった(図2)。一方、切縁被覆型では、上部鼓形空隙をブロックアウトし、0.1mm のスペーサーを付与することで適合精度が向上することが示された(図3)。 非侵襲的な三次元的評価法(図4)により、スペーサーを付与しなかった場合、叢生部分に MuS と歯列の干渉が認められたが、0.1mm のスペーサーを付与することで干渉が減少し、0.2mm 付与するとほとんど消失することが分かった(図5)。ただし、現状では重ね合わせを行う基準点が明確でなく、基準点の選択によって結果が変動するという課題が残された。
今後の課題	MuS の適合精度評価では、切断法と非侵襲的な三次元的評価法を用いているが、後者では重ね合わせの基準点選択によって結果が変動する問題がある。この課題解決のため、基準点の設定方法を標準化し、評価結果の再現性を高める必要がある。 また、臨床研究の結果をもとに、複数の奏者のデータを収集し、統計学的分析を行うことで、MuS の内面デザインの設計方法を標準化することが求められる。これにより、より効率的かつ適合精度の高い MuS の製作が可能になると期待される。 さらに、MuS の長期的な使用による効果と安全性の検証が必要である。現在の臨床研究では、短期的な装着感や適合精度を評価しているが、長期的な使用が奏者の口腔内の状態や演奏パフォーマンスに与える影響を明らかにし、MuS の使用が奏者の口腔内の健康を損なわないことを確認するとともに、演奏パフォーマンスの向上に対する効果を定量的に評価する必要がある。



学会発表風景



図1

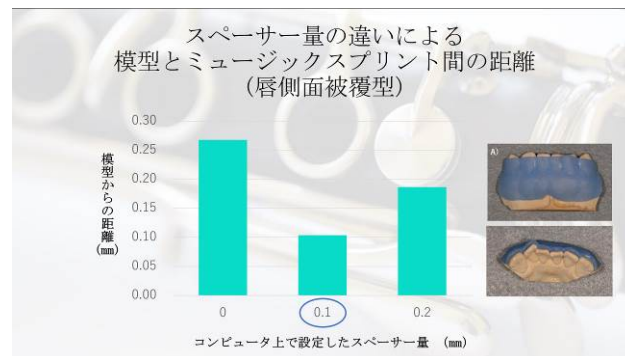


図2

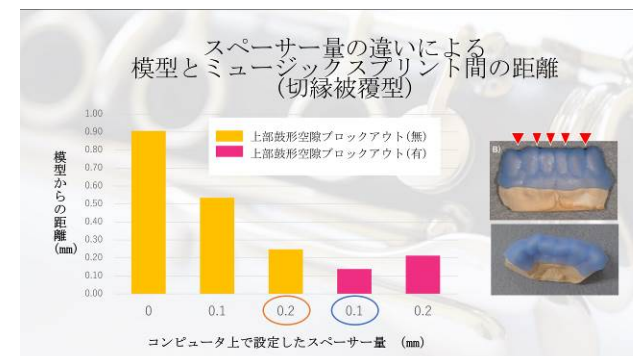


図3



図4

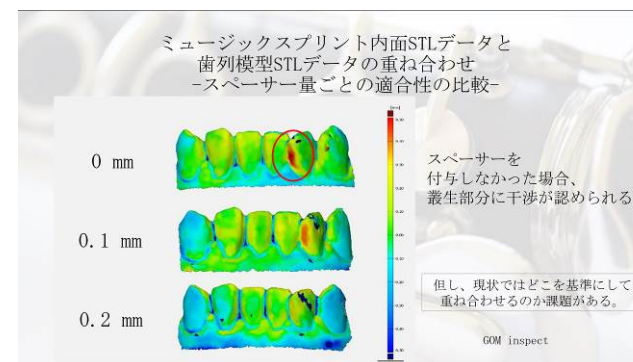


図5

(注:写真, データ, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)