

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11151

研究課題名(和文)機能・形態の3D分析から解明する舌接触補助装置のデザインング

研究課題名(英文) Designing palatal augmentation prosthesis using three-dimensional morphology and functional analyses

研究代表者

鈴木 哲也 (SUZUKI, Tetsuya)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授

研究者番号：60179231

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は舌機能と舌接触補助床(PAP)の形態についての関係を調べることである。健常有歯顎者の咬合拳上(10mm)により、固有口腔を拡大させ実験的に嚥下機能を低下させた。そこへ実験用PAPを装着させることで機能回復を図った。製作したPAPを光学スキャンすることで三次元形態を求めた。併せて、嚥下時の舌圧を測定した。PAP前方部の豊隆と側方部の厚みに、嚥下時最大舌圧との相関がみられた。舌圧の低下とPAPの形態は密接な関係があり、舌圧が小さいほど、より厚みを必要とするPAPの作用機序が示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine the relationship between tongue function and morphology of palatal augmentation prosthesis (PAP). Wearing an experimental occlusal splint (+10mm bite height) for increasing oral cavity volume deteriorated swallowing function in volunteers with healthy dentate. Experimental PAPs were attached to restore the damaged function. The PAPs were optically scanned and analyzed three-dimensional morphology. Tongue pressures against the hard palate during swallowing were recorded by the sensor sheet. The thickness of anterior and lateral part of PAPs were statistically correlated with the maximum tongue pressure during swallowing. The decline of tongue pressure and the form of PAP were closely related. It was suggested that the smaller the tongue pressure, the thicker the PAP was required.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：舌接触補助床 舌圧 形態分析 三次元スキャナー

1. 研究開始当初の背景

義歯は従来では失われた形態を回復するものとの観点からのみ、その設計がなされてきたが、近年、舌や頬など周囲軟組織の調和のうえに成り立ち、嚙むことだけでなく、嚙下をふくめた口腔運動機能全般の維持・回復との立場から製作されるべきとの考えが広がってきていた。高齢者に多い全部床義歯などの大型の義歯装着が、嚙下時の舌接触や下顎固定による舌骨挙上など摂食・嚙下に必要な口唇・舌・頬・下顎の機能を助けることが報告されている。さらに最近では脳血管障害などに起因した摂食・嚙下障害者に対するリハビリテーション装置としての義歯の役割が注目され、中でも舌接触補助床 (PAP) は口腔期に関わる摂食嚙下障害を改善する装置として有効性が広く認知されて、平成 22 年度からは保健医療にも収載されている。

しかし、臨床の場では PAP を装着しても十分な効果が得られない場合も多いとの訴えもある。そこで日本補綴歯科学会および日本老年歯科医学会が中心となり摂食・嚙下障害、構音障害に対する舌接触補助床の診療ガイドラインが発表された。

しかしながら、歴史の浅い診療技術でありエビデンスとなる論文も少なく、いまだ系統立てて設計、製作から評価までの道筋が十分には明らかにはなつたとは言えなかった。

そこで PAP の形態は障害の程度によって異なるが、基本的な PAP の形態を三次元的に把握出来れば、PAP 製作に有益な指標を与えることができると考えられた。

2. 研究の目的

実験的に嚙下時の舌と口蓋の接触を阻害した有歯顎者モデルに対し、それを補償するための PAP を製作し、舌機能と PAP の形態についての関係を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

顎口腔系や嚙下機能に特に異常を認めない健常有歯顎者 11 名に対して、上下顎第二小臼歯顎顎部間距離で 10 mm 咬合挙上するための実験用スプリントを製作した。併せて口蓋を均一な厚さ (1.4mm) で覆う常温重合レジン製の実験用口蓋床製作した。スプリントを装着し咬合挙上した状態で、口蓋部にティッシュコンディショナーを盛った口蓋床を装着し、嚙下、構音などの形成タスクを経て、実験用 PAP を製作した。

被験者の上顎模型および PAP を装着した状態で印象採得し製作した模型を、3 次元スキャナ (7 SERIES、Dental Wings、Montreal、FR) を用いてスキャンし、3 次元形態データを PC に入力し、両者の三次元データを PC 上で重ねあわせた。ついで、Geomagic Touch (3DSYSTEMS、SC、US) を用いて PAP の厚みを計測した。正中矢状断面と両側第一大臼歯の遠心隣接面相当部の前頭断面にて、

厚みの測定を行った。

さらに PAP の STL データを相同モデル作成ソフトウェア (mHBM、産業総合研究所、以下 mHBM) 及び相同モデル支援ソフトウェア (Body-Rugle サブスクリプション、メディックエンジニアリング) を使用して相同モデルに変換した。得られた全ての相同モデルを分析用ソフトウェア (HBS、産業総合研究所) を使用して主成分分析を行った。被験者ごとの PAP の形態差が大きい成分が何を表しているかを、解析ソフト上で表示されるアニメーションの形態変化から推測した。

また、同意を得られた被験者については嚙下時および空口時の舌圧を測定した。空口時の最大舌圧の測定には、舌圧測定器 (JMS 舌圧測定器、ジェイ・エム・エス、広島) を用いた。舌の最大の力でバルーンを約 5 秒間口蓋に押し続けるように指示し、最大舌圧を測定した。嚙下時については、舌圧測定システム (スワロースキャン、ニッタ、大阪、日本) を用いた。

一部の被験者においては Electrolottograph を用いて、咽頭部におけるセンサーから声帯の開閉を電気的にモニタリングした。また、顎二腹筋における筋電位も同時に測定し、両者の結果から嚙下時間を求めた。

舌圧測定の場合は、咬合挙上用スプリント装着時、スプリント+PAP 装着時、いずれも非装着時とした。

さらに PAP の形態的特徴と舌圧との相関関係を調べるため、主成分分析にて得られた各主成分得点と最大舌圧との相関を Pearson の積率相関分析にて検定 ($p < 0.05$) した (SPSS Statistics Ver. 24, IBM, New York, US)。

4. 研究成果

(1) 何も装着しない状態と比較して、咬合挙上用スプリント装着時では、最大舌圧の減少、嚙下時間の延長が認められ、スプリント装着による嚙下機能の低下が低下した (図 1、図 2)。次いで実験用 PAP を装着することで、ほとんどの被験者で舌圧の増加および嚙下時間の短縮の傾向がみられた。

一方、安静時における簡易舌圧型における舌圧測定ではコントロールよりも有意に最大舌圧が低下したものの、PAP 装着によって最大舌圧を回復させるまでには至らなかった (図 3)。嚙下機能時でないことが、測定機器の限界を示しているとも思われる。

また、RMS 比は全実験条件において有意差が認められなかった (図 4)。このような RMS 比の結果から見ると、PAP 装着による嚙下時に要する舌の活動量自体には変化がなかったが、嚙下時間での短縮が見られたことは舌を素早く動かすことで嚙下機能を補償していたことが確認できたと考えられる。

以上より、PAP が相対的に広くなった舌と口蓋の空間を補償し、嚙下における舌の機能障害を補うという考えを確認できた。

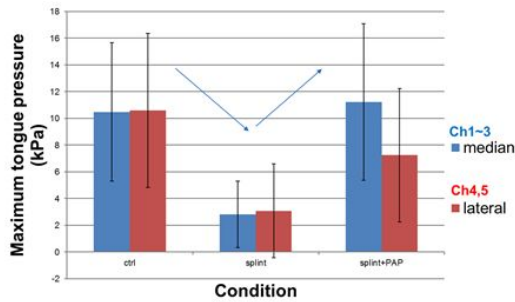


図 1 水嚥下時の最大舌圧の変化

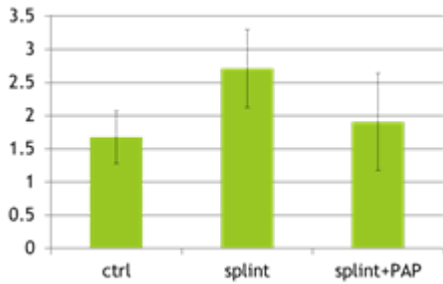


図 2 水嚥下時の嚥下時間 (s)

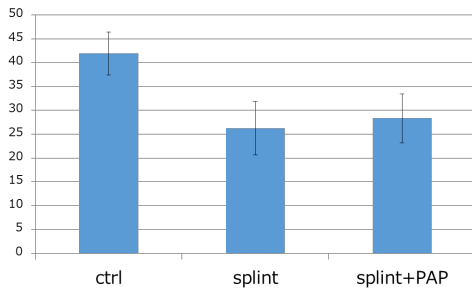


図 3 安静時の最大舌圧 (k Pa)

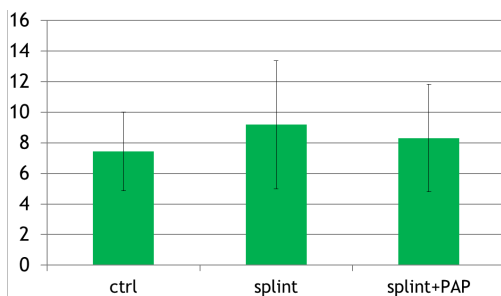


図 4 水嚥下時の RMS 比

(2) PAP の形態については、全ての被験者の PAP が側方部では歯頸部に向かって移行的に形成され、正中部より薄いという形態であった(図 5)。

一方、正中矢状断面は 2 群に分類できた。PAP の厚みが最大であった部位が口蓋正中後方部である Ch3 より後方であった PAP の形態の被験者を A 群(図 6)とし、口蓋正中中央部である Ch2 と Ch3 の間に最大厚みの部位が

ある形態の被験者を B 群(図 7)とした。

A 群と B 群を比較すると、B 群はすべての条件で A 群より舌圧が有意に低い値を示した(図 8)。

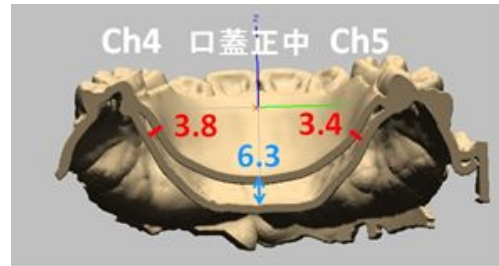


図 5 PAP 前頭断面における正中部の厚み

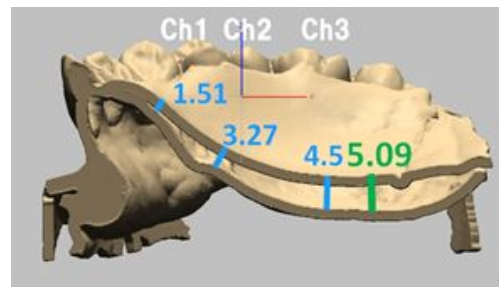


図 6 A 群 .Ch3 より後方が最大の厚み .(mm)

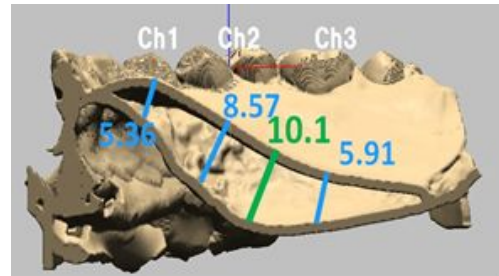


図 7 B 群 .Ch2 と 3 の間に最大の厚み(mm)

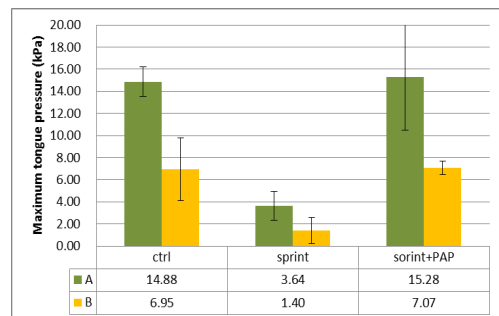


図 8 A 群と B 群における舌圧の平均値

(3) 相同モデルを用いた主成分分析では、寄与率が高いほどその成分の変化量が大きいということになる。その結果、順に、第 1 主成分は口蓋高さ、第 2 主成分は正中部の厚み、第 3 主成分は前方部の豊隆、第 4 主成分は全体の厚み、第 5 主成分は側方部の厚みであると推定された(図 9、10)。

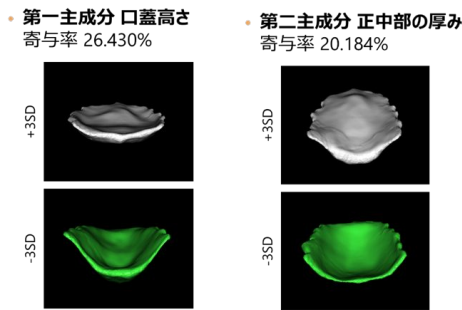


図 9 第 1 主成分および第 2 主成分のみを変化させた場合の形態の変化．±3SD 変化での違いを示す．

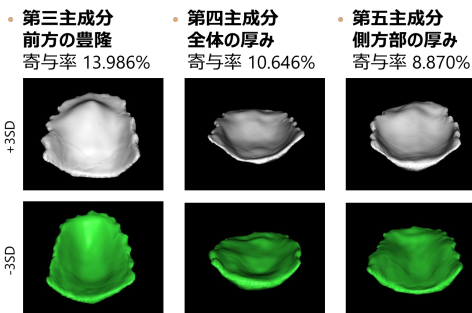


図 10 第 3 主成分、第 4 主成分および第 5 主成分を各変化させた場合の形態の変化

研究手法として、当初用いた断面部の厚さを計測する方法は個人差が大きい口腔内装置を対象とすると、客観的評価が難しい点があった。しかし、三次元画像の STL データを相同モデル化することで、三次元画像をそのまま統計処理が可能な容易となり、さらに動画として直感的に変化を認識できることから有益な手法である。他の装置等の形態評価に、今後広く応用可能であると考え

(4) 舌圧と各主成分との関係を調べると、第 3 主成分である PAP 前方部の豊隆 ($R^2 = 0.833$, $p < 0.05$) と第 5 主成分である側方部の厚み ($R^2 = 0.939$, $p < 0.05$) に、嚥下時最大舌圧との相関がみられた (図 11)。PAP 前方部の豊隆が大きいほど舌圧が小さく、豊隆が小さいほど大きな舌圧を示していた。また、PAP 側方部の厚みが厚いほど舌圧が小さく、厚みが薄いほど大きな舌圧を示していた。

更に、PAP 前方部の豊隆や側方部が薄い者は、PAP 非装着時でも比較的大きな舌圧を有している傾向があり、あまり厚みを足さなくても十分に嚥下機能を回復できていたのだと考えられた。

一方、豊隆や側方部が厚い者は PAP 非装着時も比較的小さい舌圧傾向があり、前方部の豊隆や、側方部の厚みを大きくすることで、舌圧を補償していると考えられる。

以上より舌圧の低下と PAP の形態は密接な関係があり、舌圧が小さいほど、より厚みを

必要とする PAP の作用機序が示された。

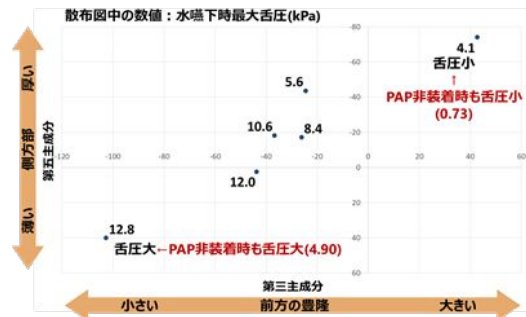


図 11 第 3 主成分・第 5 主成分と嚥下時最大舌圧の関係

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 1 件)

土田優美、鈴木哲也、大木明子．実験的咬合挙上における嚥下機能の変化と PAP の形態．日本義歯学会、2018．

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 哲也 (SUZUKI, Tetsuya)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授

研究者番号：60179231

(2) 研究分担者

大木 明子 (OOKI, Meiko)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・准教授

研究者番号：10345225

(4) 研究協力者

土田 優美 (TUCHIDA, Yumi)