口蓋の容積と舌圧の関係

Relationship between palatal volume and tongue pressure

山川 祐喜子

中村 典正 *

松山 雄喜 *

Yukiko Yamakawa

Norimasa Nakamura

Yuki Matsuyama

Keyword : palatal volume, tongue pressure, balloon probe, tongue space

キーワード: 口蓋の容積, 舌圧, バルーン式, 舌房

We have learned from previous studies that arrangement of artificial teeth affect the palatal volume. This indicates that lingual function might be limited or influenced by confined tongue space. Measuring tongue pressure is another way of evaluating lingual function. The balloon probe instrument allows easy and stable measurements, yet it has not been used in studies concerning dentures. As such, this study was conducted to investigate the relationship between palatal volume and lingual pressure with dentures in the mouth. As a result, female patients exhibited considerably lower values of lingual pressure (because of this, subsequent investigations were carried out with male patients). The morphology of palate did not affect lingual pressure. Palatal plates of different designs gave patients different types of foreign body sensation. With 1.5mm thick plates lingual pressure did not vary irrespective of palatal designs while with 3.0mm thick plates lingual pressure varied with different palatal designs. The series of experiments revealed that decrease in palatal volume induced decrease in maximum tongue pressure. Considering this effect—even if it is temporary, decrease of palatal volume should be avoided or kept to minimum.

これまで我々は人工歯排列の違いが義歯の口蓋容積に及ぼす影響について検討し、排列によって口蓋の容積が容易に変化することを確認した。このように義歯により舌房が狭くなると、義歯装着が舌機能に変化を及ぼす可能性が考えられる。一方、舌機能の評価方法の一つとして舌圧の測定がある。バルーン式舌圧測定器は簡単で安定した計測値が得られるが、義歯装着との関連を検討した研究はない。本研究はこのような背景で、義歯装着により変化する口蓋容積と舌圧の関係を明らかにすることを目的に検討した。その結果、男性に比べ女性は有意に低い値を示した（この結果から以降の検討は男性のみとした）。まず、口蓋の形態は舌圧の大きさに影響しない結果を得た。また、口蓋床装着時は、3種類の口蓋床で異物感には有意に相違した。一方、口蓋床装着時の舌圧は厚さ1.5mmの場合、各口蓋床で有意な変化は認められず、厚さ3.0mmの場合、各口蓋床で舌圧が有意に相違した。一連の実験結果から、義歯装着による口蓋容積の変化が、最大舌圧に影響が現れることが明らかとなった。一時的であれ、口蓋容積の減少が舌圧を減少させることを考えると、口蓋容積の減少率をできるだけ低くする必要がある。【顎咬合誌 36 (1・2):25-32, 2016】

緒言

我々はこれまで、全部床義歯を製作する際にパウンドラインを基準に上顎臼歯から人工歯排列すると、合理的で舌房は狭くならないと提唱してきた¹⁾。また、人工歯排列の違いが義歯の口蓋容積に及ぼす影響について検討

し、排列によって口蓋の容積は容易に変化することがわかった²⁾。

義歯により舌房が狭くなると考えると、義歯装着が舌機能に変化を及ぼす可能性が考えられる。

舌機能の評価法として舌が口蓋に向かって発揮する舌圧を測定する方法がある^{3~6)}。センサーシートを用いた方法は、舌圧が口蓋のどの部位で発生するかを調べることができ、機能運動時の舌圧を測定することができる。しかし、装置の装着等が煩雑であり、必ずしも簡便であるとはいえない^{5, 6)}。一方、バルーン式舌圧測定器は舌が口蓋前方部に向かって、最大努力で発揮する力を測定するものであり、簡単に安定した計測値が得られる有

松本歯科大学大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座
臨床機能評価学

〒399-0781 長野県塩尻市広丘郷原 1780

* 松本歯科大学 歯科補綴学講座

受付日: 2016 年 1 月 15 日 受理: 2016 年 3 月 20 日

図1 舌圧測定器と最大舌圧測定

用なものである^{3, 4)}。このような舌圧測定で得られたデータは、摂食嚥下障害の改善などの検討に用いられることが多い^{7, 8)}が、義歯装着との関連を検討した研究はない。本研究はこのような背景で、義歯装着により変化する口蓋容積と舌圧の関係を明らかにするために、簡便な舌圧測定装置を用いて、

1. 舌圧測定の性差（実験 1）
2. 口蓋の形態と舌圧の関係（実験 2）
3. 口蓋床を装着して口蓋容積を変化させた時の舌圧（実験 3）

を検討した。

実験材料および方法

本臨床研究については平成 25 年、第 76 回松本歯科大学倫理委員会にて承認されている（承認番号 0188）。

1. 実験 1 舌圧の性差

被験者：松本歯科大学教員（以下：本学教員）で研究の趣旨を理解し同意が得られた 39 名（男性 24 名、女性 15 名）を対象とした。

舌圧測定：バルーン式舌圧測定器（TPM-01：JMS：図 1）を使用し、測定はメーカー指定に準じ、プローブを舌と口蓋の間に留置し、最大の力で 7 秒間押しつづけた時の Peak 値を舌圧として測定した。

解析：舌圧の性差については平均値の差の検定（Student の *t* 検定）を行った。なお、統計処理には統計処理ソフト（エクセル統計[®] 2012：社会情報サービス）を使用した。

2. 実験 2 口蓋の形態と舌圧の関係

口蓋容積など口蓋の形態に関係あるパラメータを定量

的に評価し、口蓋の形態と舌圧の関係について検討した。

被験者：本学教員で研究の趣旨を理解し同意が得られた 11 名（男性 11 名）を被験者とした。

舌圧測定：実験 1 と同様に測定した。

石膏模型の製作：被験者の上顎の印象採得をアルジネート印象材（アローマファインプラス[®]：ジーシー社）にて行い、硬石膏（ニュープラストーン II[®]：ジーシー社）にて模型を製作した。

石膏模型の分析：

- 1) 口蓋容積の計測：咬合面形状認識装置（オプトレース[®]：松風社）にて石膏模型を 3 次元的にスキャンした後、口蓋部の領域を規定し、計測ソフト（大阪歯科大学小児歯科学講座）を用いて口蓋部の容積を算出した⁹⁾。実験に用いた装置を図 2 に示す。スキャンした結果を形状データとして保存し、計測ソフト上で計 14 点の標点を決定した後、口蓋部の領域を規定して口蓋容積を算出した。
- 2) 口蓋形態の定量的計測：計測項目と計測か所を以下のとおりとした。

- ・歯槽基底弓幅径：第一大臼歯遠心接触面から中切歯根尖相当部までの距離
- ・歯槽基底弓長径：左右第一小臼歯頰側咬頭間距離
- ・口蓋の深さ：口蓋最深部の深さ

解析：これらの口蓋の計測値と測定した舌圧の関係を Spearman の相関係数を用いて評価した。この時、相関係数が 0.5 以上で無相関検定の有意確率が 0.05 以下の場合に有意な相関ありと判定した。

3. 実験 3 口蓋床装着時の舌圧の変化

口蓋床装着による口蓋容積の変化が舌圧に及ぼす影響を調べるため、各条件の口蓋床を装着し舌圧を検討した。

被験者：本学教員で研究の趣旨を理解し同意が得ら

図2 咬合面形状認識装置

図3 口蓋床 口蓋床A：全口蓋型，口蓋床B：ホースシュー型，口蓋床C：前歯部型

れた11名（男性11名）を被験者とした。ただし、上記11名のうち無作為に抽出した5名を対象に口蓋床装着による口蓋容積の減少率および異物感の測定を行った。

口蓋床の製作：歯床用熱可塑性レジン（エルコジュール®：厚さ1.5，3.0mm：エルコデント社）を成形機（エルコプレス®：ES-200E：エルコデント社）を用いて口蓋床を製作した。

口蓋床の形態（図3）は、口蓋全体を被覆した条件（全口蓋型：口蓋床A）、歯頸部から内方

15mmの口蓋を被覆した馬蹄形の口蓋床（ホースシュー型：口蓋床B）、前歯部歯頸部から第1小臼歯近心までの口蓋を被覆した条件（前歯部型：口蓋床C）に設定し、ともに厚さを1.5，3.0mmとして口蓋床を製作した。

舌圧測定：各口蓋床を装着したときに、実験1と同様に舌圧を測定した。

口蓋容積の減少率：口蓋床A，B，C装着時の口蓋容積を咬合面形状認識装置にて算出、口蓋床未装着時の口蓋容積との減少率を求めた。

異物感：VAS（Visual Analog Scale）を用いて観察を行った。口蓋床を装着した時の苦痛が10cmの直線上のどの位置にあるかを各被験者に示させ異物感を評価した。

解析：舌圧、口蓋容積の減少率ならびに異物感が装着した口蓋床の相違により変化するかどうかをFriedman検定により判定し、その後の検定としてWilcoxonの順位和検定（Bonferroniの修正）により、各床の形態間での有意な変化を調べた。

結果

1. 実験1 舌圧の性差

舌圧は平均34.7kPaを示し、男性で平均 39.9 ± 2.2 （平均 $\pm$ 標準偏差）kPa、女性で平均 25.9 ± 2.4 （平均 $\pm$ 標準偏差）kPaの値を示し、男性に比べ女性は有意に低

い値を示した（ $p < 0.05$ ，図4）。

2. 実験2 口蓋の形態と舌圧の関係

被験者全員の結果から口蓋容積は 11878 ± 2056 （平均 $\pm$ 標準偏差） mm^3 ，歯槽基底弓幅径は 50.1 ± 2.1 （平均 $\pm$ 標準偏差）mm，歯槽基底弓長径 33.6 ± 1.6 （平均 $\pm$ 標準偏差）mm，口蓋の深さは 17.5 ± 2.9 （平均 $\pm$ 標準偏差）mmであった。これらの計測値と舌圧との間の散布図を図5～7にそれぞれ示す。いずれの計測値とも舌圧との間に有意な相関は認められなかった。つまり、口蓋の形態は舌圧の大きさに影響しないことが明らかとなった。

3. 実験3 口蓋床装着時の舌圧の変化

図8に3種類の口蓋床（a：厚さ1.5mmとb：厚さ

図4 最大舌圧

図5 口蓋容積と舌圧

図6 口蓋容積と舌圧

3.0mm)を挿入した時の口蓋容積の減少率を示す。いずれの厚さにおいても、口蓋床 A, B, Cで口蓋容積の減少率が有意に相違した。図9に3種類の口蓋床(a:厚さ1.5mmとb:厚さ3.0mm)を挿入した時の異物感を表したVAS値を示す。いずれの厚さにおいても、口蓋

床 A, B, CでVAS値が有意に相違した。

図10に3種類の口蓋床(a:厚さ1.5mmとb:厚さ3.0mm)を挿入した時の舌圧を示す。厚さ1.5mmの場合は口蓋床 A, B, Cで舌圧が有意な変化は認められなかった。しかし、厚さ3.0mmの場合は、口蓋床 A, B,

図7a 歯槽基底弓幅径と舌圧

図7b 歯槽基底弓長径と舌圧

図7c 歯槽基底弓幅径と舌圧

図8a 厚さ1.5mmの口蓋床装着時の口蓋容積の減少率

図8b 厚さ3.0mmの口蓋床装着時の口蓋容積の減少率

図9a 厚さ1.5mmの口蓋床装着時のVAS値

図9b 厚さ3.0mmの口蓋床装着時のVAS値

図10a 厚さ1.5mmの口蓋床装着時の舌圧

図10b 厚さ3.0mmの口蓋床装着時の舌圧

Cで舌圧が有意に相違した。その後の検定により、口蓋床AとCおよびBとCの間で有意差が認められた。つまり、口蓋床Cを装着した時には口蓋床AやBを装着した時に比べて、舌圧が有意に大きくなった。

考察

1. 舌圧の性差

本研究では、簡便に舌の機能を測定するためにバルーン式の舌圧測定装置を用いた。本装置を用いて疫学的に舌圧の標準値を明らかにした Utanohara ら⁴⁾の研究があるが、本研究の男性の20～49歳の結果は、その標準値とほぼ同様であった。女性における結果はやや小さい値であったが、Utanohara らの標準値においても男女間に有意差が認められており、その点については本研究結果と一致した。このように、健常成人において、舌圧に男女差が認められるので、本研究では実験2、3は男性のみを対象として行った。

2. 口蓋の形態と舌圧

本研究では、舌房の広さを評価するために、口蓋の形態、つまり口蓋容積、歯槽基底弓幅径、歯槽基底弓長径および口蓋の深さを定量的に評価した。口蓋の形態の計測に関しては、モアレ縞を用いた計測¹⁰⁾やレーザー光を用いた計測¹¹⁾などがある。今回はレーザー光を用いた口蓋部の三次元計測のうち、大阪歯科大学で開発されたソフト^{12, 13)}を用いて口蓋容積を測定した。成長期に、口蓋容積、歯槽基底弓幅径、歯槽基底弓長径および口蓋の深さを計測した研究から、口蓋容積の大きさにはこれらのパラメータが関係することが示されている。舌圧と顔面形態の関係に関しては、側方頭蓋顔面形態と舌圧とが関係する可能性が報告¹⁴⁾されているが、本研究の結果から舌圧と口蓋形態のパラメータとの間に有意な相関は認められなかった。本研究では舌の形態や舌筋の収縮力などは測定できなかったが、舌圧には口蓋の形態のみならず、その他の要因も大きく関係する可能性が考えられる。

3. 口蓋床装着時の舌圧

実際に舌房を狭めるために、口蓋床を装着した時に舌圧にどのような変化が認められるかを調べた。口蓋床の形態としては、虫本ら¹⁵⁾が用いた実験的口蓋床に従って作製した。ただし、今回の舌圧測定には口蓋前方部を一定にする必要があったので、全口蓋床型、ホース

シュー型、前歯部型の3種類とした。床の厚さに関しては、虫本らは1.5mmの口蓋床を用いているが、今回の研究ではより口蓋容積を狭めるものとして3.0mmの口蓋床も製作し、実験に用いた。

口蓋床を装着することにより、形態的には口蓋容積の減少率を、心理的には異物感を舌圧の計測に先立って調査したところ、全口蓋床型、ホースシュー型、前歯部型の順に口蓋容積の減少率は少なくなり、3.0mmの厚さの方が、減少率が大きくなった。さらに、心理学的要因(VAS値)を調べた結果では、全口蓋床型、ホースシュー型、前歯部型の順に異物感は少なくなり、3.0mmの厚さの方が、異物感が大きかった。この心理学的要因の結果は、今回と同様の口蓋床に対する感覚評価を行った研究の結果と一致していた¹⁵⁾。このような3種類の口蓋床を装着した時の舌圧の変化としては、1.5mmの厚さでは変化がなかったが、3.0mmの厚さでは全部床型やホースシュー型では前歯部型に比べて減少することが明らかとなった。欠損を有する患者に補綴装置を装着した際の、経時的な舌圧の観察¹⁶⁾があり、装置の装着後約50日目までは舌圧が減少し、それ以降、舌圧が増加すると報告されている。本研究の口蓋床の装着による舌圧の変化は、短期間の結果と一致する。このような結果が得られたのは、まず、形態学的な口蓋容積の減少つまり舌房の狭小が挙げられる。口蓋床が味覚に及ぼす影響を調べた研究¹⁷⁾から、口蓋床装着により味覚の認知閾値が増大するのは、舌運動が制限されることに起因すると考察されている。加えて、口蓋床を薄くするとその影響が小さくなることも報告されている¹⁸⁾。今回の結果も舌房の狭小が舌運動を制限し、舌圧が小さくなった可能性が考えられる。特に、前歯部型で舌圧が小さくなったことから、舌体の運動範囲が影響していることが考えられる。さらに、厚さ1.5mmではその運動制限が舌圧に影響を及ぼすほどではなかったと考えられる。ただし、本研究の実験2で示したように口蓋の形態と舌圧の大きさに関係がないとの結果から、このような舌房の変化の影響は一時的である可能性が考えられる。次に、心理的な要因つまり異物感によって、舌圧が減少した可能性がある。異物感とともに、口蓋床などで口蓋を覆うことにより、口蓋の感覚が低下したことによる可能性も考えられる。口蓋の感覚が舌の運動機能にどのような影響があるかは明らかにされていないが、今回の舌圧測定では、バルーンを挟んでいる舌表面の感覚と口蓋の感覚も重要と考えられる。

一連の実験結果から、義歯装着による口蓋容積の変化

が、最大舌圧に影響が現れることが明らかとなった。一時的であれ、口蓋容積の減少が舌圧を減少させると考えると、口蓋容積の減少率をできるだけ低くする必要があると考えられる。さらに、舌圧に影響する因子が口蓋容積以外にも様々なものがあるとする、将来的には義歯作製後の口蓋容積はその他の要因を含めて最適な容積に設定が行えるようになることが重要と考える。

結論

バルーン式舌圧測定器を用いて口蓋の容積の変化について検討したところ

1. 本舌圧測定器は簡単に口蓋の変化を観察できる。
2. 最大舌圧・口蓋容積には性差があった。
3. 口蓋の形態は舌圧の大きさに影響しない。
4. 3.0mmの厚さの口蓋床を装着すると全部床型やホースシュー型では前歯部型に比べて舌圧は小さ

くなる。

5. 口蓋容積が減少すると舌圧が低くなる現象は異物感が関与した。

付記

COI（利益相反）について：本研究において特定の機関や企業から研究助成・寄付は受けていない。

本研究の内容は平成26年度日本補綴歯科学会東海支部学術大会（岐阜）、平成27年度日本補綴歯科学会東海支部学術大会（松本）にて発表した。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導いただいた松本歯科大学、顎口腔機能制御学部門 増田裕次教授、障害者歯科学講座 靄島弘之准教授、歯科補綴学講座 倉澤郁文教授、中本哲自教授に感謝いたします。

参考文献

- 1) 谷内秀寿, 黒岩昭弘, 酒匂充夫ほか: 下顎前歯排列とパウンドラインについて. 補綴誌, 1(1): 53, 2009.
- 2) 谷内秀寿, 黒岩昭弘, 松山雄喜ほか: 各種人工歯が口蓋の容積に及ぼす影響. 顎咬合誌, 3(3): 206-212, 2010
- 3) Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, *et al.*: A novel handy probe for tongue pressure measurement. Int J Prosthodont, 15: 385-388, 2002.
- 4) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, *et al.*: Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. Dysphagia, 23: 286-290, 2008.
- 5) Hori K, Ono T, Tamine K, *et al.*: Newly developed sensor sheet for measuring tongue pressure during swallowing. J Prosthodont Res, 53: 28-32, 2008.
- 6) Ono T, Hori K, Masuda Y, Hayashi T, *et al.*: Recent advances in sensing oropharyngeal swallowing function in Japan. Sensors, 10: 176-202, 2010.
- 7) Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, *et al.*: Decreased tongue pressure reflects symptom of dysphagia. Dysphagia, 21: 61-65, 2006.
- 8) Tamine K, Ono T, Hori K, *et al.*: Age-related Changes in tongue pressure during swallowing. J Dent Res, 89: 1097-1101, 2010.
- 9) 嘉藤幹夫, 奥田 恵, 一柳幸代ほか: 半導体レーザーによる口蓋部の三次元計測 —1 乳歯列期の口蓋断面面積, 投影面積と容積の増齢的变化について—. 小児歯誌, 44: 641-648, 2006.
- 10) 前田隆秀: モアレ等高線による小児の口蓋容積の研究. 小児歯誌, 15: 180-188, 1977.
- 11) 増田訓之, 中村芳樹, 桑原洋助: 新三次元計測システムを用いた歯列弓及び口蓋の計測. 鶴見歯学, 19: 333-339, 1993.
- 12) Kato M, Watanabe K, Kato E, *et al.*: Three dimensional measurement of the palate using the semiconductor laser. On the influences of the palate of maxillary protrusion with finger sucking. Pediatric dent J, 19: 25-29, 2009.
- 13) Kato M, Nishimura T, Tsuge M, *et al.*: Three dimensional measurement of the palate using the semiconductor laser. On the influences of the palate of maxillary protrusion with finger sucking. Pediatric Dent J, 19: 206-211, 2009.
- 14) Doto N, Yamada K: The relationship between maximum lip closing force and tongue pressure according to lateral craniofacial morphology. Orthodontic Waves, 74: 69-75, 2015.
- 15) 虫本栄子, 小野田利枝, 河上雄之介ほか: 大連結子のデザインの違いが口腔感覚に及ぼす影響に関する脳波学的検討. 補綴誌, 49: 478-487, 2005.
- 16) 津賀一弘, 吉川峰加, 久保隆靖ほか: 「舌圧」という新しい口腔機能の評価基準が歯科医療にもたらす可能性. GC CIRCLE, 139: 28-34, 2011.
- 17) 古谷暢子, 野首孝嗣: 実験用口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響—形態的要因について—. 補綴誌, 43: 236-243, 1999.
- 18) 古谷暢子, 吉仲正記, 池邊一典ほか: 実験用口蓋床の厚さと材質が味覚閾値に及ぼす影響. 補綴誌, 48: 67-73, 2004.