

学位論文

健全成人の最大舌圧の特徴に関する研究

学位申請者 安原幸美

広島大学大学院医歯薬学総合研究科

展開医科学専攻

(主任指導教員：谷本啓二教授)

2016年

健常成人の最大舌圧の特徴に関する研究

安原 幸美

The Characteristics of the healthy adults who are high in a value
of the Maximal Lingual-Palatal Pressure

Yukimi Yasuhara

緒 言

近年、口蓋に向かって最大の力で舌を押し付けることにより生じる圧力、最大舌圧を舌機能の評価として利用する機会が増えている。最大舌圧は舌癌などの術後、裂傷、麻痺、加齢などにより低下し、しばしば嚥下機能や発音に問題を生じることが知られている¹⁻³⁾。舌の運動機能に問題があることを疑う最大舌圧は20kPa未満であることや、むせがある群の最大舌圧はむせがない群より有意に低い報告があり、舌や嚥下機能の状態を最大舌圧で説明される例も多くなってきた⁴⁻⁵⁾。

しかしながら、高齢者や嚥下障害患者の舌圧に関する研究は増えつつあるものの健常な成人に関するものは多くない。それらの調査を対比してみると、健常成人の最大舌圧とBMIは相関していた報告がある一方⁶⁾、高齢者では相関しなかったとの報告がある⁷⁾など、若年・壮年層と高齢者では必ずしも同

様の特徴を示さない報告もある。疾患や加齢による最大舌圧の変化を理解するためには、まず健常成人における特徴を正確に把握しておくことが重要であると考え。その健常者が有する特徴の中には舌機能の回復を促す補助的要素が存在することも考察されるため、本研究では健常成人の最大舌圧の特徴を明らかにすると共に、最大舌圧の改善に役立つ要因も検討した

研 究 目 的

体の特徴、運動継続、口蓋の形が最大舌圧に影響を与えると考え、以下の計画を立てた。

研究 1．最大舌圧と体格、身体の筋力の関係の検討

研究 2．運動経歴が最大舌圧に与える影響の検討

研究 3．最大舌圧と口蓋の形の関係を検討

方 法

研究 1．最大舌圧と体格、身体の筋力の関係の検討

1．対象

研究の主旨を説明し同意の得られた広島大学職員、及び学生 101 人(男性 47 人、女性 54 人)を対象とした。歯列弓の形には人種差があると報告があるため⁸⁾、対象は全員日本語を話すアジア人とした。歯を治療している人、義歯がある人、明らかな口蓋隆起がある人、歯列不正がある人、舌・

口腔器官・手指・脚部に力を入れることに支障がある人、自他覚的に構音障害があると認められた人は対象から外した。

全体	101 人	(18～46 歳 平均 24.50 ± SD 5.45 歳)
男性	47 人	(18～46 歳 平均 25.66 ± SD 6.43 歳)
女性	54 人	(18～39 歳 平均 23.48 ± SD 4.23 歳)

2. 研究 1 の方法

最大舌圧と体格との関係を確認するため、身長・体重・BMI [Body Mass Index 体格指数 $BMI = \text{体重 (kg)} / \text{身長 (m}^2\text{)}$] を測定した。加え、口腔器官を代表する筋力として頬圧、咬合力を、上肢の筋力の評価として握力、下肢の筋力の評価として脚力を測定し、最大舌圧との相関関係を分析した。相関係数の強さの目安は放送大学テキスト「社会調査の基礎」に掲載されているものを利用し、⁹⁾ (表 15)。相関があると判定した基準は、データ数の増減により変動が少ない係数 0.3 以上とした。

3. 使用した機器および材料

最大舌圧、頬圧の測定は JMS 舌圧測定器 (TPM-01, 株式会社ジェイ・エム・エス, 広島, 図 1) を、咬合力の測定にはオクルーザルフォースメータ (長野計器株式会社, 東京, 図 2) を使用した。握力はデジタル握力計 TKK5401 (竹井機器工業株式会社, 新潟, 図 3), 脚力はミュータス F-100 (アニマ株式会社, 東京, 図 4) で測定した。分析は統計ソフト SPSS Ver. 23 (日本 IBM 株式会社, 東京) で行った。

4. 測定項目

最大舌圧

測定方法は林，吉川らの方法に従った¹⁰⁻¹¹⁾。舌圧測定器のプローブの硬質リングを上顎中切歯の間に位置させ，受圧部のバルーンを口蓋前方部へ接触させておき口唇を閉じさせた。随意的に最大の力で舌を口蓋皺壁に押し付け7秒間バルーンを押しつぶすよう指示し，出力した圧力の最大値を最大舌圧とした。

頬圧

吉川，丸山らの方法に従った¹¹⁻¹²⁾。患者に習慣性咬合位で咬合させた後，JMS舌圧測定器のプローブ受圧部を習慣性咀嚼側の上下第一大臼歯の頬側面を頬粘膜の間に挟ませ，口唇を閉じてもらいプローブ受圧部を随意的に最大の力で7秒間口をすぼめるようにして押しつぶすよう指示した。得られた最大の値を頬圧とした。

咬合力

ディスポーザブルキャップを取り付けたオクルーザルフォースメータを上第一大臼歯間で挟み最大の力で7秒間咬合させ，その最大の数値を咬合力とした。尾崎の方法に従いガムを口に入れ咀嚼を開始する側を習慣性咀嚼側とし，反対側を非習慣性咀嚼側として両側とも測定した¹³⁾。

握力

膝を10cm開いた立位で握力計を保持し，腰から腕を約10cm離れた体位で行った。最大の力で7秒間握るよう指示をし，得られた最大の数値を採用し

た。握力計の握り方は人差し指の第二関節が直角になるよう幅を調節した¹⁴⁾。利き手の判定は古後らの方法に従い書字をする側、もしくは器用に使える手とし両側とも測定した¹⁵⁾。

脚力

背もたれがない長椅子に座位をとらせ被験者の足首と筋力計を椅子の脚部に固定した。槌てこの原理で加力されることがないように腕は胸元で交差させ、上体が反り返ることがないように測定者が看視した（図 4）。最大の力で 7 秒間蹴り出すよう指示し、得られた最大の値を脚力とした。三上、吉田らの考えに従いボールを蹴る側を利き足、反対側を軸足とし両側とも測定した¹⁶⁻¹⁷⁾。

5. 測定回数と測定環境

同日内の測定を 1 ブロックとし、1 ブロックに最大舌圧、咬合力、頬圧、握力、脚力の項目を 3 回ずつ測定し平均値を出した。日を変えて計 3 ブロック測定し、各ブロックの平均値を更に平均しその値を統計に採用した。可能な限り同じ環境で測定するため測定を 3 回とも午後に行い、不在などの理由がない限り 3 週間以内に全行程を終了することに努めた。また、同じ項目の測定を連続で行わず、最低 3 分間は間隔を空けた。

6. 統計

採用した測定値が正規分布の場合は Pearson の積率相関分析を行い、正規分布でない場合は Spearman の順位相関分析を行った。各項目の平均と最大舌圧の相関を統計分析ソフトで求めた。

研究 2. 運動経歴が最大舌圧に与える影響の検討

1. 対象

研究 1 の対象 101 人中，以下の 3 群の条件を満たした 83 人（男性 44 人，女性 39 人）を対象とした。

「運動経歴なし」群（男性 5 人，女性 11 人）：運動クラブや教室に所属したことがなく，生活行動以上に特別に激しい運動を継続したことがない場合とした。

「継続中」群（男性 16 人，女性 5 人）：1 回のトレーニングを 0.5～1 時間，週 2～3 回，1～10 か月間の継続でトレーニング効果が得られた文献が多かったことから，本研究は 1 時間以上のトレーニングを週 3 回以上，1 年以上継続している場合を「継続中」とした¹⁸⁻²⁵⁾。運動継続年数は平均 8.2 年（男性 8.8 年，女性 6.4 年）であった。

「過去継続」群（男性 23 人，女性 23 人）：「継続中」群と同じ条件で運動を継続していたが 1 年以上前に中止している場合とした。運動を中止後の経過年数は平均 6.17 年（男性 7.17 年，女性 5.17 年）であった。

2. 研究 2 の方法

(1) 対象者が行っている（いた）運動名称，1 週間に 1 時間以上行う（行った）日数，継続年数，実施していた時期と中止した時期を調査した。

(2) 分析

1) 「運動経歴なし」群，「継続中」群，「過去継続」群の最大舌圧に有意差が生じるかどうかを t 検定で判定した。

- 2) それぞれの群の対象者を BMI による肥満判定基準 (低体重・普通体重・肥満 1 度以上 図 16) で分類し, 有意差の有無を t 検定で確認した。
 - 3) 2) を男女別に分類し, 性別による差の有無を確認した。
- 使用した統計分析ソフトは研究 1 に同じ。

研究 3. 最大舌圧と口蓋の形の関係を検討

Gingrich は 18 歳から 83 歳まで計 120 人の口蓋の形状と最大舌圧の関係を報告している²⁶⁾。日本人でも同様の特徴を示すか否かを JMS 舌圧測定器を用い検討した。

1. 対象

研究 1 の対象に同じ

2. 研究 3 の方法

上顎の石膏模型を作製し, 口蓋の長径・幅径を測定した。また, 石膏模型にアルジネート剤を詰め^{かたど}模った印象を本研究ではアルジネート印象とした。その印象から口蓋の深さを測定, 容積を産出した。これらの測定値と最大舌圧の相関を分析し, 関係を確認した。使用した統計ソフトは研究 1 に同じ。

3. 材料および測定機器

- a. アルジネート印象剤 : デグプリント (デンツプライ三金株式会社, 東京)
- b. ノギス : C D 67-20 P S (株式会社ミットヨ, 川崎)
- c. 電子天秤 : A & D F X-3000i W P

4. アルジネート印象

小島らの方法に従い、上顎の石膏模型にセルロイド板を乗せ一番安定する面を咬合平面とした²⁷⁾。石膏模型の咬合平面までアルジネート剤を詰め、口蓋内の空間を再現し、Gingrichが行った方法と同様に歯牙の形に添ってアルジネート剤を切り落としものを本研究では咬合平面アルジネート印象とした²⁶⁾ (図 5-図 6)。

5. 石膏模型とアルジネート印象の測定方法

ノギスで石膏模型の長径、幅径を、アルジネート印象の深さ測定した。それぞれの箇所を2回測定し、初回と2回目の差が0.5mm未満の差ならば誤差は小さいと判断し初回値を採用した。0.5mm以上の差があれば、再度2回測定し、差がなくなるまで繰り返した。歯牙に欠損があり残存歯の名称が判別できない場合は、歯の標本ガイドで判定した²⁸⁾。

6. 測定部位

口蓋の長径、幅径、深さ、容積を測定した。詳細は以下の通り。

長径

- A. 上顎両側中切歯近心隅角の中央点から、最後方臼歯の最遠心端を含んだ冠状面と正中矢状面が咬合平面上で垂直に交わる点までの距離 (図 7)。
- B. 上顎の両側中切歯近心隅角の中央点から、両側最後方臼歯の最遠心端を口蓋上で結んだ線と正中線が交わった点までの距離 (図 7)。

口蓋幅径

中切歯 (C), 側切歯 (D), 犬歯 (E), 第一小臼歯 (F), 第二小臼歯 (G), 第一大臼歯 (H), 第二大臼歯 (I) の両側舌側最深点を結んだ距離 (図 8)。

口蓋の深さ

J. 咬合平面から口蓋最深部最までの高さ (図 9, 図 10)

K. 咬合平面から両側側切歯歯頸最深部を結んだ線の最高部まで高さ (図 9, 図 11)

口蓋容積

咬合平面まで詰めたアルジネート印象の最後方臼歯の最遠心点を含む面で切り落とし, 重量を測定した (図 12)。最後方臼歯の左右どちらかが欠損している場合は両側ある臼歯の最遠心点で切り落とした。容積は, 水 (5°C) が入ったシリンダーにアルジネート印象剤を入れ, 増量した水量と印象剤の重量から係数 $1 \text{ g} = 0.80 \text{ cm}^3$ を産出し, これを基準に容積に換算した。

本研究は広島大学疫学研究倫理審査委員会で承認後, 開始した。

許可番号 第疫-542 号

許可日 平成 24 年 4 月 19 日

結 果

研究1 最大舌圧と体格，身体の筋力との関係

最大舌圧

男女全体の最大舌圧の平均値は 41.9kPa（最小値 18.2kPa，最大値 74.3 kPa）であった。男性の平均は 45.6kPa（最小値 24.9kPa，最大値 74.3kPa），女性の平均は 38.7kPa（最小値 18.2kPa，最大値 53.2kPa）であり，男女間に有意な差を認めた（表 1）。最大舌圧の平均値は津賀，林，Utanohara，丸山の成人健常者の結果とほぼ同等の値であり^{29-31・12)}，男女間に有意差が認められたことも丸山や新谷らと同様であった^{12・32)}。分析を行う前に本研究の測定値が他調査と比べ大きく乖離していないことを確認した。

最大舌圧と 0.3 以上の相関を示した項目は，体重 ($r=0.47$, $p<0.01$)，BMI ($r=0.46$, $p<0.01$)，頬圧 ($r=0.45$, $p<0.01$)，咬合力（習慣性咀嚼側 $r=0.34$, $p<0.01$ ，非習慣性咀嚼側 $r=0.42$, $p<0.01$)，握力（利き手 $r=0.40$, $p<0.01$ ，非利き手 $r=0.42$, $p<0.01$) であった（表 2-表 5）。体重では男性に相関を認めたが，女性では認めなかった。これは，BMI も同様であった。咬合力，頬圧は男女とも相関を認めたが，握力は男性のみ認めた。

研究2 最大舌圧と運動経歴の関係

対象者が行っている（いた）運動は以下の通り。（ ）内は人数

男性：水泳(6)，野球(5)，バスケットボール(5)，テニス(4)，ラグビー(4)，
弓道(4)，サッカー(2)，柔道(2)，フットサル(1)，陸上(1)，ラクロス(1)，自転車(1)，剣道(1)，ハンドボール(1)，卓球(1)，少林寺拳法(1)，バレーボール(1)

女性:テニス(8), バドミントン(5), ダンス(3), バスケットボール(2), 弓道(2), ウォーキング(2), 体操(2), 卓球(2), 水泳(1), 陸上(1), バレーボール(1)

1) 「運動経歴なし」群, 「継続中」群, 「過去継続」群の最大舌圧に有意差が生じるかどうかを t 検定で判定

全体で「運動経歴なし」群の最大舌圧は「継続中」群, および「過去継続」群より有意に低かった (図 13)。

2) 3 群の対象者を BMI による肥満判定基準分類 (低体重・普通体重・肥満 1 度以上) による有意差の検討

運動経歴が違う 3 群を更に肥満判定基準別に分類し, 同じ体格にある人の最大舌圧が運動歴の有無に影響されているかどうかを検討した結果, 運動「継続中」群は全ての肥満判定基準において, 他 2 群より高い傾向にあった。普通体重で「継続中」群と「運動経歴なし」群の間に有意差が認められた (図 14)。「過去継続」群と「継続中」群では有意差はなかったが, 「継続中」群より低かったが, 「運動経歴なし」群より高かった。

「継続中」群の普通体重の男性が行っていた運動は, 水泳(3), 野球(2), 弓道(2), テニス(1), バスケットボール(1), 柔道(1), 陸上(1), 自転車(1), サッカー(1), ラクロス(1)で, 普通体重の女性が行っていた運動はテニス(2), ウォーキング(1)であった。[()内は人数]。

3) 2) を男女別に分類し, 性別による差の有無を確認

男女共に同様の傾向が見られ、普通体重では「継続中」群が他 2 群より高く、「運動経歴なし」群が最も低い傾向にあった（図 15）。

研究 3 口蓋の形と舌圧の関係の検討

上顎最遠心の歯が第二大臼歯であった対象者が 91 人（男性 44 人，女性 47 人），第三大臼歯の対象者が 10 人（男性 3 人，女性 7 人），第二小臼歯に欠損がある対象者が 10 人（男性 2 人，女性 8 人）いた。平均歯数は片側 7.0 本（男性 7.0 本，女性 7.0 本）であった。

最大舌圧と相関を示したのは，口蓋長径（A， $r=0.33$ ， $p<0.01$ ），および口蓋幅径の第一小臼歯間（G， $r=0.43$ ， $p<0.01$ ），第二小臼歯間（H， $r=0.46$ ， $p<0.01$ ），第一大臼歯間（I， $r=0.48$ ， $p<0.01$ ）であった。口蓋の容積（L， $r=0.29$ ， $p<0.01$ ）は係数が 0.3 に満たず本調査では相関関係なしと判定したが，対象者の増減によっては相関をする可能性を残した。

考 察

研究 1

最大舌圧は体重，BMI に相関を示した。特に男性にその傾向が強く，女性は相関を認めなかった。この原因は女性の対象者の中に肥満 1 度を超える者がおらず，幅広く体格との関係を精査することができなかつたためと認識している。児玉らは特別養護老人ホーム入所の高齢者 83 人を低栄養状態リスク群と栄養維持群に分類し比較した結果，有意な差で低栄養群の最大舌圧が低かったことを報告している⁵⁾。この結果は，高齢者においても最大舌圧と

BMIが相関する可能性が高いことを示唆している。他方、中東らは健常高齢群と入院・入所高齢群 21 人の最大舌圧とBMIの関係を分析した結果、どちらの群とも相関を認めなかったと報告している⁷⁾。この結果の相違の原因として考えられることは、対象者のBMIの値の幅に違いがあるためではないかと想定する。健常成人を対象とした本調査でも、低体重群と普通体重群のみでは男女ともBMIとの間に相関を認めなかった。肥満 1 度以上の群が加わると Sommerの調査同様に相関関係を認めた⁶⁾。つまり、対象者が低体重から普通体重の群ではBMIは最大舌圧にあまり影響を与えないが、肥満 1 度以上 (BMI25 以上) から舌圧は高くなる傾向があるため相関関係が表れやすいと考える。従って、中東の調査には肥満 1 度以上の対象者がほとんど含まれていなかった可能性が予想される。BMIが低い人から高い人まで様々な体格の人が混在した場合、BMIと最大舌圧は相関を認める可能性が高いと考える。

咬合力と最大舌圧の関係では、新谷は健常成人で相関関係は認められなかったと報告している³²⁾。本調査で対象者数を増減し関係を試算してみたが、常に咬合力と最大舌圧の間に一定の相関を認めた。違いの原因は、新谷の調査と本件では咬合力の測定機器が異なり、咬合する歯牙の位置や本数に違いがあったことではないかと考える。上下第一大臼歯部一か所での咬合力は最大舌圧と相関を認める傾向があると言える。

また、本研究では咬合力だけでなく、頬圧も最大舌圧と明瞭に相関を認めた。丸山も頬圧と最大舌圧は相関を認めたことを報告しており、上下顎前歯の唇面と口唇の間で風船部を挟んだ口唇圧でも相関を認めたことを伝えている¹²⁾。この結果から、舌圧が高い人は舌筋だけでなく咬筋、頬筋、口

輪筋など一連の口腔周囲筋も同様に強い傾向にあると言える。その原因はこれらの筋が運動時に筋膜連結などにより相互に刺激し合って強化していると推測する。もしそうであれば、舌圧改善には舌のみを強化するのではなく、近位の口腔周囲筋も同時に強化することが重要ではないかと考える。一般的に口腔周囲筋の強さは日常の食生活³³、栄養状態、咀嚼状態、会話頻度、運動経験³³⁻³⁵)などに影響されると思われる。しかし、意図的に舌圧改善を求めするためには咀嚼訓練、頬強化運動、口唇強化運動などの口腔周囲筋の強化を舌強化訓練に並行して実施することが有効であると考察する。

握力と最大舌圧に関する報告においては、高齢者や誤嚥を疑う患者に関する文献は多く発表されているものの³⁶⁻⁴⁴)、健常成人に関する文献は多くない。齋藤は健常者の握力は最大舌圧と有意な相関を認めたこと、握力は全身状態を把握するのみならず、最大舌圧を推定するに役立てられる可能性があると報告している¹⁴)。本研究でも握力は舌圧だけでなく測定した全ての筋力と「中等度」以上の相関を認めた。握力が最大舌圧の指標になるかどうかの判定は困難であるが、全身状態の筋力を把握する大まかな目安になるという齋藤の考えを裏付ける一面は得られた。

最大舌圧と身体の関係性を総合的に観察すると、相関する項目数や係数は、女性より男性の方が高い傾向にあった。これは男性の方が筋力において優位であり、筋力を発揮することに長けているため数値に表れやすいと考える。また、ほとんどの項目で習慣側より非習慣側の係数がわずかに高かった。習慣側は日頃の運動成果や器用さなどが邪魔をし、必ずしも正確な力が発揮されていないことが推測される。測定時の被験者を観察していると、習慣側で

は入力時の調子や痛みを予測しやすいため調整しながら入力するケースがたびたび見受けられた。反対に非習慣側は躊躇せず素直に入力するケースが多かった。非習慣側は調整がない分、より高く舌圧に相関した可能性がある。

研究 2

研究 1 で体重・BMIが最大舌圧に影響していることを確認した。研究 2 では、同様の体格であるなら運動を継続している群の方が舌圧は高い傾向にあることが判明した。咬合力においても運動経験者の方が高い結果が報告されている³³⁻³⁵⁾ ことから口腔器官の強化において身体の運動継続は有効である可能性が高い。特に頸部の動きが多い運動や頸部に力を入れる運動、クレンチング（くいしばり）などが咬合や舌圧に関する筋を強化していると考えられる。クレンチングは意図的に開口しているより非意識的に随伴した時の方が肘関節屈曲運動による発揮筋力が高かったとの横山の報告から⁴⁵⁾、クレンチングは強い力の出力時に効果的であり瞬時に強い力が要求される激しい運動において選手はしばしば無意識に行っている可能性がある。このような背景もあり、運動は頸部および口腔内の筋強化も行っていると考えられる。

運動による舌強化の効果を得るためには、「継続中」群が運動を週 3 回以上、平均 8.2 年継続していることから判断すると、ある程度の運動量、運動時間が必要になると推測する。高い舌圧を有した人が行っていた運動は柔道、ラグビーをはじめ、野球、サッカー、陸上、水泳などであり、軽運動というよりむしろ強い力や激しい動きを要するスポーツを行っていた人であった。咬合力が特に高かった人は柔道、ラグビーを行っていた群であったとの岩崎³⁵⁾ の報告同様、本研究でも最も高い舌圧を産出した人は野球、ラグビーを

行っていた男性 2 人 (63.7kPa, 62.3kPa) と柔道を行っていた男性であった (74.3kPa)。これらの運動は身体を激しく接触強打し、頭部や頸部の傷害発生率が高いスポーツであり一般学生群より頸囲が太く、頸部の屈筋力、伸筋力が強いと岡田は報告している⁴⁶⁾。このことから、運動の中でも頸部や頭部に重く負担がかかる運動を継続している場合は、頸部および舌の筋力も格段に強化されていると推察する。

研究 3

男女別ともに最大舌圧と相関が高かったのは、口蓋幅径 F (第一小臼歯)、G (第二小臼歯)、H (第一大臼歯) で、女性は長径 (A) にも相関を認めた (表 6-表 9)。相関を認めた幅径部分は加圧時、舌が口蓋に接触する部分にあたる (図 17)。舌後方が幅広く口蓋に接触する時は、舌前方も広く風船部に接触している可能性が高く、そのため強い圧力が加わりやすいと考えられる。また、Tamari は舌の大きさは下顎の中切歯の切端から垂直遠心方向に 40mm 先の幅径と相関が高いことを報告している⁴⁷⁾。下顎の 40mm 遠心は第二大臼歯の幅径に近い場合が多く、その位置を上顎と合わせ確認すると第一大臼歯、又は第二大臼歯の幅径にあたり、本研究の最も相関が高かった第一大臼歯と一致していた。更に、歯列弓形態は舌の大きさに影響されている可能性も報告されており⁴⁸⁾、これらの情報から判断すると、幅径が広い人は舌自体が大きい可能性が高い。そのため、幅径が広い人は舌圧が高いのではないかと考察する。

幅径に関しては、Gingrich が第二大臼歯間幅径と最大舌圧 (風船前方) の相関を $r=0.46$ と報告しており、本研究に非常に近い結果であった。しか

し、側切歯間の幅径も有意な相関 ($r=0.40$) を報告しており、本結果 ($r=0.13$) とは異なっていた。考えられる原因としては、Gingrich が使用した舌圧測定機器は I O P I (Iowa Oral Performance Instrument, U S A) であり、機器 (風船の形) に違いがあり圧力のかかり方が違う可能性があること、対象者が米国人 (人種は不明) であるため側切歯間の幅径に差があることなどが上げられる。しかし、本調査の側切歯間幅径平均 (男性 18.7mm, 女性 18.3mm) と Gingrich の平均 (男性 19.0mm, 女性 17.7mm) を比較してもわずかな差であるため機器の形の違いが原因である可能性が高い。

最大舌圧と口蓋の深さ、口蓋容積の間には相関は認められなかった。(表 10-表 13) しかし、Gingrich は口蓋容積との間に有意な相関を認めたと示している ($r=0.47$)²⁶⁾。Gingrich は第二大臼歯後端でアルジネート印象を切り落とし、側切歯、第一大臼歯、第二大臼歯以外の欠損歯 1 本がある人も対象としているため、片側歯数が 7 本未満であることも考えられる。そのため比較が困難であるが、本研究結果 (平均片側歯数 7.0 本, $r=0.29$) に比べ開きがあった。この原因も、側切歯間の幅径同様、機器の形の違いによる相違の可能性が高いと考察する。

これらの結果から、本調査で得られた健常成人の最大舌圧の特徴の中で舌圧を回復するための補助的要因になり得るものは、舌筋力は口腔周囲筋と密接に関係していると小串も述べているように⁴⁹⁾、咬筋や頬筋などの口腔周囲筋へのアプローチ及び、栄養面の充実と考える。運動による効果も考えられるが、舌圧が低下した患者や高齢者への適用は困難であるため、健康時からの習慣として取り入れるべき要因と考える。運動効果を更に高めるには蛋白

質が重要であると浜岡らや水野が述べている⁵⁰⁻⁵¹⁾。体力や舌圧が低下すると肉などの蛋白源を敬遠しがちになるため、栄養面の管理も重要になる。リハビリテーションの効果を確実に得るためには低栄養状態は避けるべき環境と思われる。幅径においては、歯列の大きさには遺伝的要素が加わることもあり⁵²⁻⁵⁴⁾，しかも幅径を意図的に拡大することは困難であるため、臨床応用には難しい。しかし、回復を想定するにあたり評価に加えておくことは有益と考える。

総 括

本研究では健常成人の最大舌圧は体重、BMI、頬圧、咬合力、握力、口蓋長径、幅径に相関が認められること、運動の継続も舌圧に影響すること、口蓋の長径、幅径が関与することが判明した（表 14-表 15）。舌の周りの口腔周囲筋の強化や栄養面を充実させ、体重や BMI を上げることが、舌圧回復の補助的要因になり得る可能性があることもわかった。これらの情報の中から日々のリハビリテーションに応用できる情報は口腔周囲筋の強化であろう。単純になりがちな舌強化運動に多角的なアプローチを加えることができ、より高い効果が期待できる可能性が窺えたことは大変有益である。意味を持って日頃の運動を奨励することも可能になった。今後、今回の研究で得た結果を臨床に取り入れ、効果の有無を解明することが重要になる。

謝辞

本研究に際しいつもご懇篤なるご指導ならびに御校閲を賜りました本学大学院医歯薬学総合研究科展開医科学専攻病態情報医科学口座(歯科放射線学)谷本啓二教授に深甚なる感謝の意を表し、深くお礼申し上げます。また、舌圧測定に際し多くの情報をいただきご教授下さいました本学大学院医歯薬保健学研究院応用生命科学部門(先端歯科補綴学)津賀一弘教授にも心から謝辞を表します。

また、本研究に関し支援くださいました本学大学院医歯薬保健学研究院統合健康科学部門(公衆口腔保健学)杉山勝教授、ならび統合健康科学部門(口腔発達機能学)天野秀昭教授、応用生命科学部門(先端歯科補綴学)吉川峰加准教授、応用生命科学部門(歯科放射線学)長崎信一助教にも厚くお礼申し上げます。また、本論文を作成する上でご助言、御校閲をいただきました本学大学院医歯薬保健学研究院応用生命科学部門(歯科矯正学)光吉智美博士、顎口腔頸部医科学講座(小児歯科学)太刀掛銘子助教、広島市リハビリテーション病院吉田光由博士にも厚くお礼申し上げます。加え、お忙しい中、測定の被験者として協力していただいた本大学の職員、卒業生、研修医、学生の皆様にも深く感謝いたします。

最後に、本研究の主旨を理解していただき研究費の助成をいただいた公益財団法人 浦上食品・食文化振興財団の理事長浦上節子様、同財団副理事長浦上博史様、同財団常務理事森川洋典様にも厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Solomon NP, Clark HM, Makashay MJ, Newman LA : Assessment of Orofacial Strength in Patients with Dysarthria. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 16(4) Dec. :251-258, 2008
- 2) Horita N, Konaka K, Ono T, Tamine K, Kondo J, Hori K, Yoshimuta Y, Maeda Y, Sakoda S, Naritomi H : Reduced Tongue Pressure Against the Hard Palate on the Paralyzed Side During Swallowing Predicts Dysphagia in Patients With Acute Stroke. *Stroke*, 41:2982-2984, 2010.
- 3) 武内和弘, 小澤由嗣, 長谷川純, 他 : 嚥下障害または構音障害を有する患者における最大舌圧測定の有用性～新たに開発した舌圧測定器を用いて. *日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌*, 16(2), 165-174, 2013.
- 4) 津賀一弘 : 簡易型舌圧測定装置を用いる最大舌圧の測定, 「顎口腔機能の評価」, 日本顎口腔機能学会, 41-44, 2010.
- 5) 児玉美穂, 菊谷武, 吉田光由, 他 : 施設入所高齢者にみられる低栄養と舌圧の関係. *老年歯科医学*, 19(3), 161-168, 2004.
- 6) Sommer JU, Birk R, Hörmann K, Stuck BA : Evaluation of the maximum isometric tongue force of healthy volunteers. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 271:3077-3084, 2014.
- 7) 中東教江, 山縣誉志江, 栢下淳 : 高齢者の舌圧が握力および食形態に及ぼす影響. *Journal of the Japan Dietetic Association*, Vol.58 No.4, 2015.

- 8) 赤井三千男編 (赤井三千男, 尾崎公, 小田正豊, 他): 歯の解剖学入門. 医歯薬出版, p 121, 1990.
- 9) 岩永雅也編, 大塚雄作編, 高橋一男編: 社会調査の基礎 (放送大学教材). 放送大学教育振興会, 2003.
- 10) 林亮: ディスポーザブルの口腔内プローブを用いる新しい舌圧測定法の開発. 広島大学学位論文, 2003.
- 11) 吉川峰加: 超高齢社会における補綴治療を支える舌圧検査法. 日本補綴学会誌, 5: 145-148, 2013.
- 12) 丸山真理子: 簡易型舌圧測定装置を用いた新しい口腔周囲筋機能評価法の開発. 広島大学学位論文, 2010.
- 13) 尾崎宏嘉: 顎口腔機能の左右差と習慣性咀嚼側に関連する因子についての研究. 広島大学歯学雑誌, 34, 48-59, 2002.
- 14) 斎藤健太郎, 斎藤彩子, 柴本勇: 健常若年者及び高齢者の最大舌圧と握力の検討. 国際医療福祉大学学会誌, 第20巻1号, 2015.
- 15) 古後晴基, 村田伸, 村田潤, 他: 高齢者における中指-中指間距離と利き手および肩こりとの関係, ヘルスプロモーション理学療法研究, 3 (2), 71-75, 2013.
- 16) 三上一貴: 軸足・利き足の検討. 理学療法研究, 第16号, 15-18, 1999.
- 17) 吉田友英: 右利き, 左利きの考え方. Equilibrium, Res Vol. 63 (3) 147-150, 2010.
- 18) 崔鳥淵, 高橋英幸, 坂井悠二, 高松薫: 「パワーアップ型」と「バルクアップ型」筋力トレーニング手段のトレーニング効果の相違. 体力科学, 47, 119-130, 1998.

- 19) 藤本貴大, 本山貢: 介護予防における体力向上を目的とした運動プログラムの有効性. 和歌山大学教育学部紀要, 教育学, 第57週, 2007.
- 20) 須藤明治, 角田直也: 水中環境下における筋力トレーニングの効果. The Japanese Society of Physical Fitness and Sport Medicine, 814, 1999.
- 21) 岡本直輝, 伊坂忠夫, 福川敦: 頸部の筋力トレーニングと脱トレーニングが頸部筋力に及ぼす影響. 体力科学, 46, 201-210, 1997.
- 22) 中村浩也, 内藤誠二, 平岡義光, 他: バレーボール選手におけるレジスタンストレーニングの効果. 大阪教育大学紀要, 第IV部門, 第54巻, 第1号, 23-32頁, 2005.
- 23) De Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Orr R, Singh MAF: Optimal Load for Increasing Muscle Power During Explosive Resistance Training in Older Adults. The Journals of Gerontology Series A, Volume 60, Issue5, 638-647, 2005.
- 24) 原拓也, 小幡孝志, 吉岡稔泰, 他: 後期高齢者における身体機能改善のための運動療法の効果の検討. 第39回日本理学療法学会, セッションID: 761, 2004.
- 25) 北村潔和: 前腕の筋持久力トレーニングが作業中及び回復期流血量に及ぼす影響. 体力科学, 35, 127-133, 1986.
- 26) Gingrich LL.: Relation Among Age, Gender, And Oral/palatal Dimensions On Anterior And Posterior Lingual-Palatal Pressures In Healthy Adults. The Florida State University, DigiNole Commons, 2011.

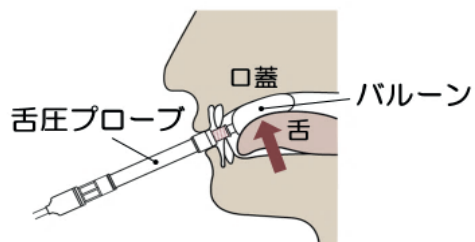
- 27) 小島千枝子, 大野友久, 長谷川賢一, 藤田大輔: 口蓋の高さが半固形の摂食パターンに及ぼす影響 —嚥下アプローチへの新たな提言—. 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌, 17(1), 25-35, 2013.
- 28) チャールズ・J・グッドエーカー: 歯の形態 標本ガイド 人の歯の詳細図版決定版!, 産調出版, 2014.
- 29) 津賀一弘, 吉川峰加, 久保隆靖, 他: 「舌圧」という新しい口腔機能の評価基準が歯科医療にもたらす可能. GCcircle, No.139, 2011.
- 30) 林亮, 津賀一弘, 吉川峰加, 他: 成人における年齢と舌圧の関係について. 日本顎口腔機能学会雑誌, 10(1), 80-81, 2003.
- 31) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, Yoshida M, Tsuga K, Akagawa Y. : Standard values of Maximum Tongue Pressure Taken Using Newly Developed Disposable Tongue Pressure Measurement Device, Dysphagia, 23:286-290, 2008.
- 32) 新谷智章, 吉川峰加, 森田晃司, 神田拓, 北川雅恵, 小川郁子, 菅井基行, 津賀一弘, 栗原英見: 健常な若年成人を対象としたスクリーニング検査(最大舌圧、咬合力、咬合接触面積、口腔細菌数)による口腔機能・環境の評価 —特に最大舌圧と他の検査結果との比較について—. 日本口腔検査学会誌, 7(1), 42-46, 2015.
- 33) 群馬県立高崎女子高等学校: 咀嚼力に関する研究. 平成20年度エキサンティング・サイエンスⅢ 実施報告.
- 34) 眞竹昭宏, 佐藤広徳, 福場良之, 佐藤陽彦: 運動経験の差が咬合力および顔面形態へ及ぼす影響. 山口県立大学看護学部紀要, 第5号, 2001.

- 3 5) 岩崎秀哉, 井奈波良一, 岩田弘敏 : スポーツマンの咬合力と体力.
日本衛生学雑誌 Vol. 49 No3 p654-659, 1994-1995.
- 3 6) Butler AG, Stuart A, Leng X, Withelm E, Rees C Williamson J,
Kritchevsky SB : The Relationship of
Aspiration Status with Tongue and Handgrip Strength in
Healthy Older Adults. The Journals of Gerontology, Apr ;
66A(4), 452-458, 2011.
- 3 7) 下村吉治 : 運動後の筋タンパク質合成のためのタンパク質・アミノ
酸栄養. 体力科学, 第 62 卷, 第 1 号 16, 2013.
- 3 8) 島田美恵子, 保坂誠, 麻賀多美代, 麻生智子, 鈴鹿祐子, 西牟田守,
岡村太郎, 林安希子, 雄賀多聡, 堀之内若菜, 中島悠介, 中島一
郎 : 高齢者における口腔機能と体力の関係. 全国大学歯科衛生士教
育協議会雑誌, (3), 21-27, 2014.
- 3 9) Mendes AE, Nesciment L, Mansur LL, Callegaro D, Filho WJ :
Tongue forces and handgrip strength in normal individuals
association with swallowing, Clinics (Sao Paulo) , Jan ; 70
(1), 41-45, 2015.
- 4 0) Buehring B, Hind J, Fidler E, Krueger BS, Binkley NMD,
Robbins J : Tongue Strength Is Associated with Jumping
Mechanography Performance and Handgrip Strength but Not with
Classic Functional Tests in Older Adults. Journal compilation
The American Geriatrics Society, 61 : 418-422, 2013.
- 4 1) Izumo H, Hori K, Sawada M, : Physical fitness and oral
function in community-dwelling older people a pilot study,

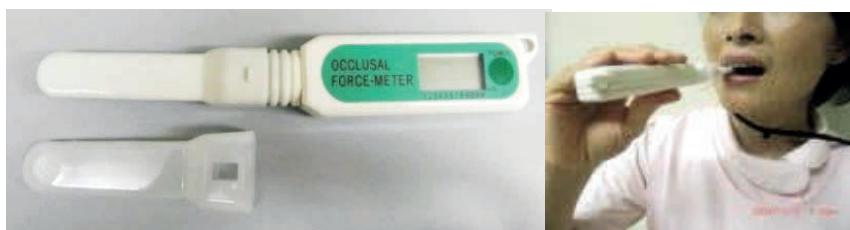
- Gerodontology, DOI : 10. 1111/ger.12186, 2015.
- 4 2) Laguna L, Sarkar A, Artigas A, Chen J : A quantitative assessment of the eating capability in the elderly individuals, *Physiology & Behavior*, 147 274-281, 2015.
- 4 3) 高木大輔, 藤島一郎, 大野友久, 他 : 嚥下評価時の咽頭残留と握力・舌圧の関連. *日本摂食嚥下リハビリテーション会誌*, 18 (3), 257-264, 2014.
- 4 4) 田中陽子, 中野優子, 横尾円, 武田芳恵, 山田香, 栢下淳 : 入院患者および高齢者福祉施設入所者を対象とした食事形態と舌圧, 握力および歩行能力の関連について. *日本摂食嚥下リハビリテーション会誌*, 19(1), 52-62. 2015.
- 4 5) 横山雄一 : 身体運動時のクレンチングに関する研究. *日本補綴歯科学会*, 42:90~101, 1998.
- 4 6) 岡田修一, 猪熊真, 松井勲, 山崎俊輔, 藪根敏和, 平川和文 : 柔道選手の頸部筋力の特徴. *武道学研究*, 23-(3), 35-40, 1991.
- 4 7) Tamari K, Shimizu K, Ichinose M, Nakata S. Takahama Y : Relationships between tongue volume and lower dental arch sizes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Volume 100, Issue 5, Pages 453-458. November 1991,
- 4 8) 小林秀樹 : 舌短小術が舌姿勢ならびに舌機能運動, 歯列に及ぼす影響. *岡山大学学術成果リポジトリ*, 学位論文, 1993.
- 4 9) 小串直也, 羽崎完 : 舌筋力と口腔周囲筋力の関係. *第 49 回日本理学療法学会大会*, 5/30, 2014.

- 5 0) 浜岡隆文, 江崎和希, 黒沢裕子: 筋力増強のための機能性食品.
Functional Food, Vol.2, No.3, 2008.
- 5 1) 水野眞佐夫: 身体トレーニングの効果を高めるためのタンパク質
栄養-栄養サプリメントの摂取タイミングの重要性-. 臨書スポー
ツ医学, Vol.22, No.7, 2005.
- 5 2) 落合靖一: 小児歯科と人類遺伝学. 口腔病学会雑誌, Vol.33, No.2,
p106, 1966.
- 5 3) 府川俊彦: 双生児法による上顎歯槽基底形態の遺伝学的研究. 口腔
病学会雑誌, Vol.50, No.2, p237, 1983.
- 5 4) 府川俊彦: 上顎歯槽基底に関する遺伝的一考察. 口腔病学会雑誌,
Vol.50, No.2, p170-250, 1984.

使用した機器



(図1) 舌圧測定器 (JMS 舌圧測定器 説明書より引用)



(図2) 咬合力計 オクルーザルフォースメータ および 測定の状態



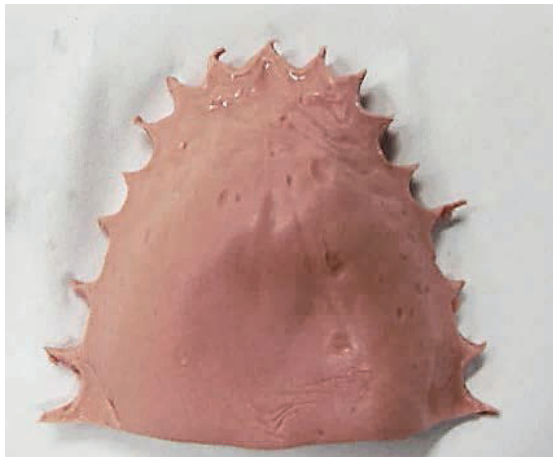
(図3) 握力計 TKK5401



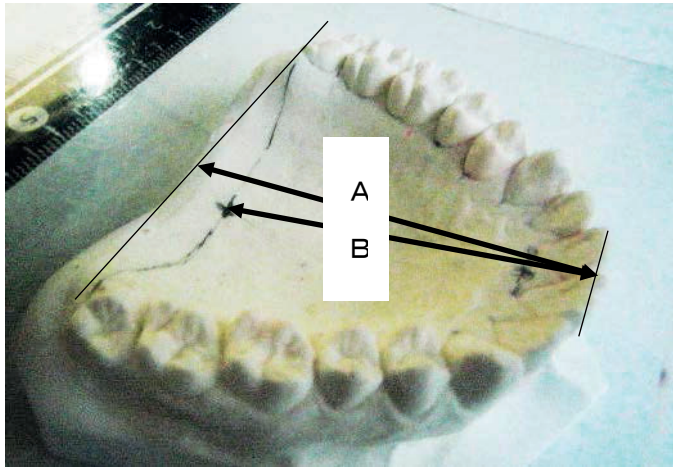
(図4) 筋力計 ミュータス F-100 および 測定の状態



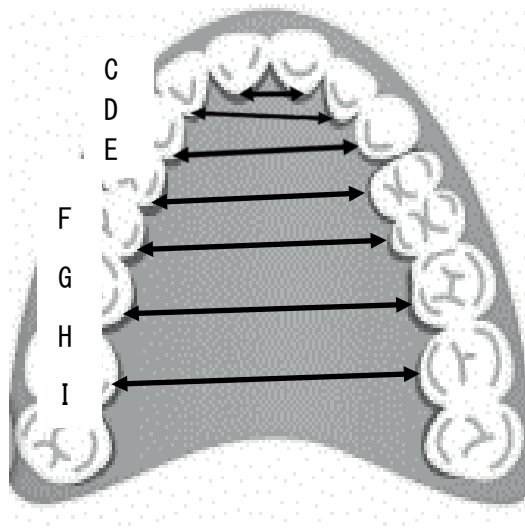
(図5) 咬合平面までアルジネートをつめた印象



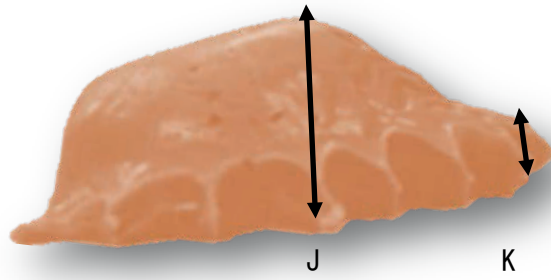
(図6) 歯列に沿ってトリムした印象



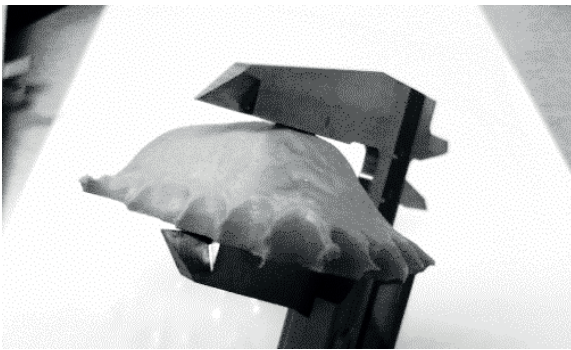
(图 7) 口蓋長徑



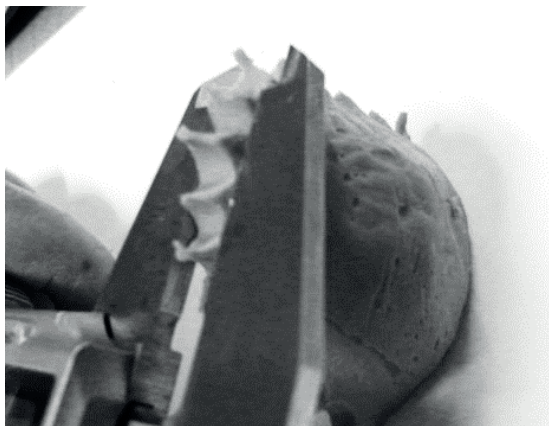
(图 8) 口盖幅径



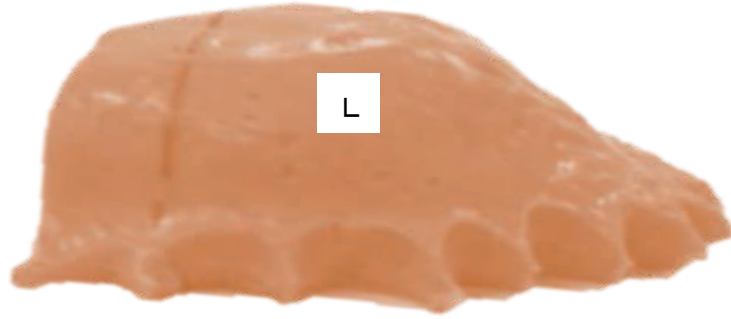
(図 9) 口蓋の高さ



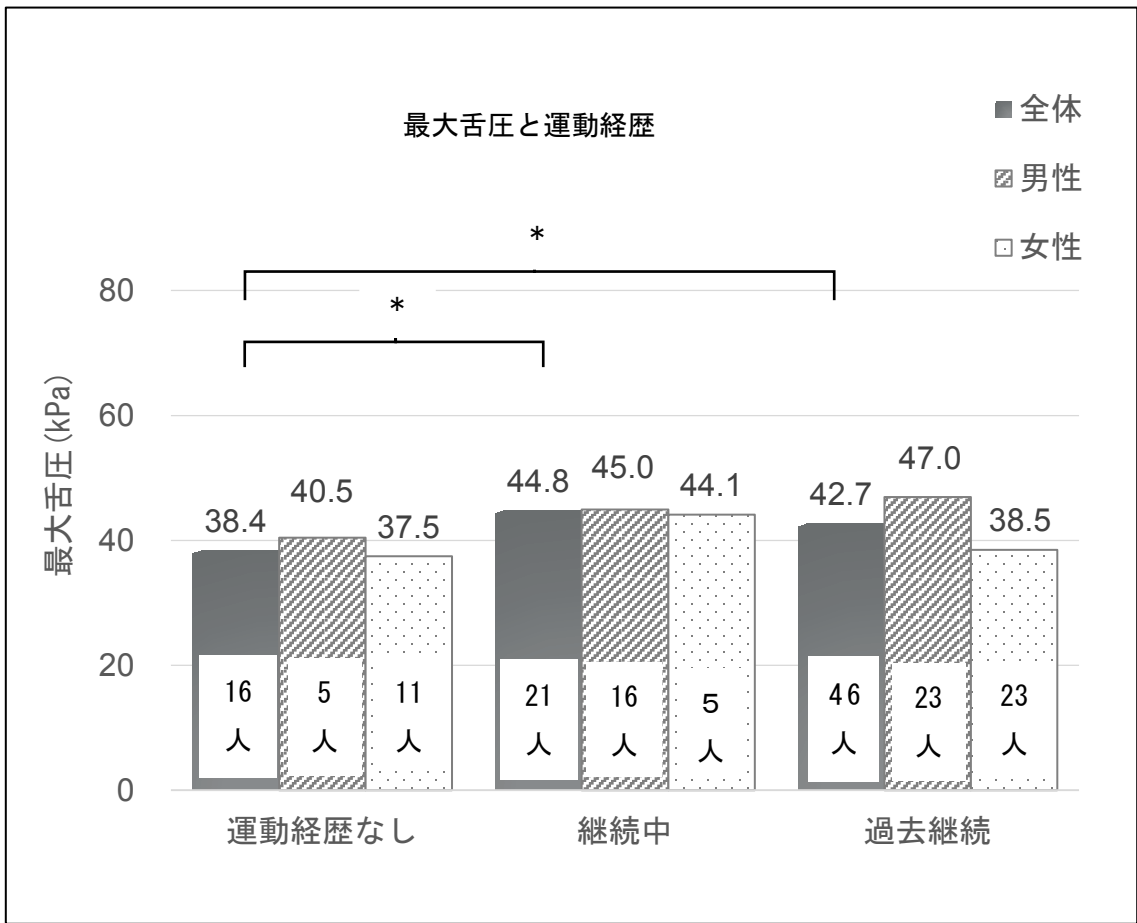
(図 10) 咬合平面から最も高い部分まで (J)



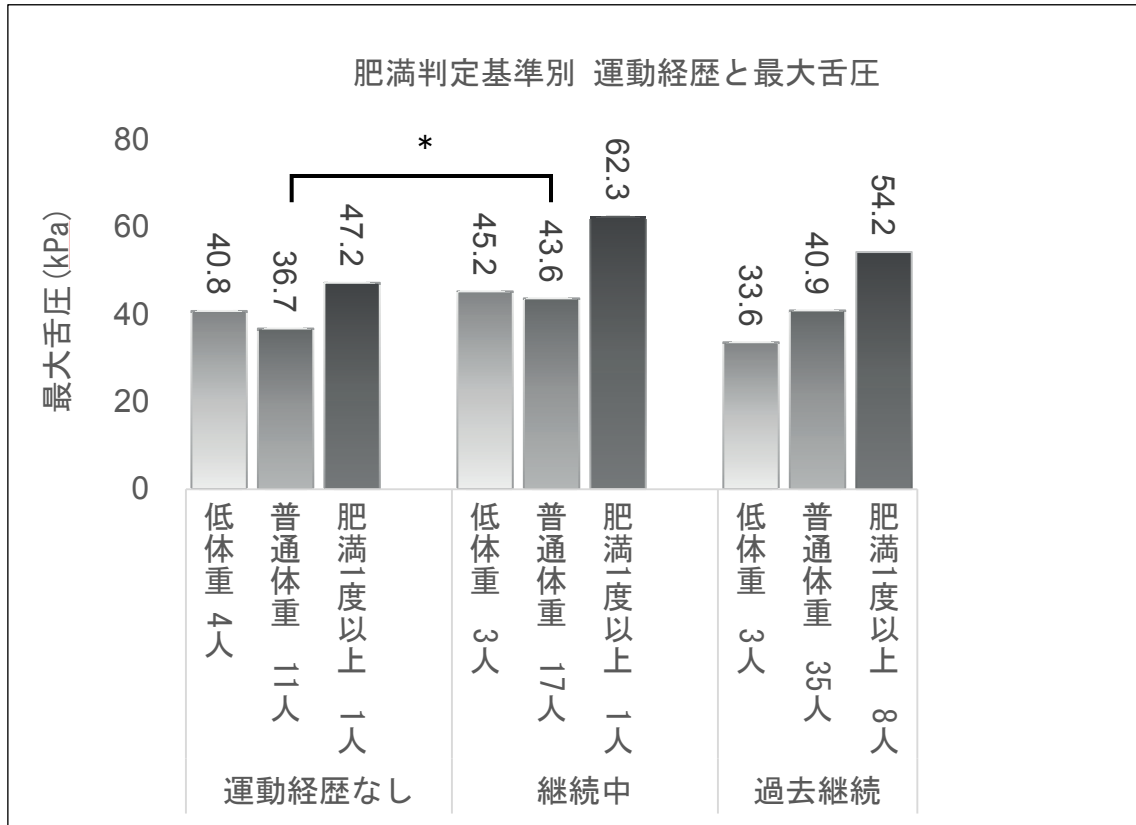
(図 11) 咬合平面から側切歯歯頸部を結んだ線上の最も高い部分まで (K)



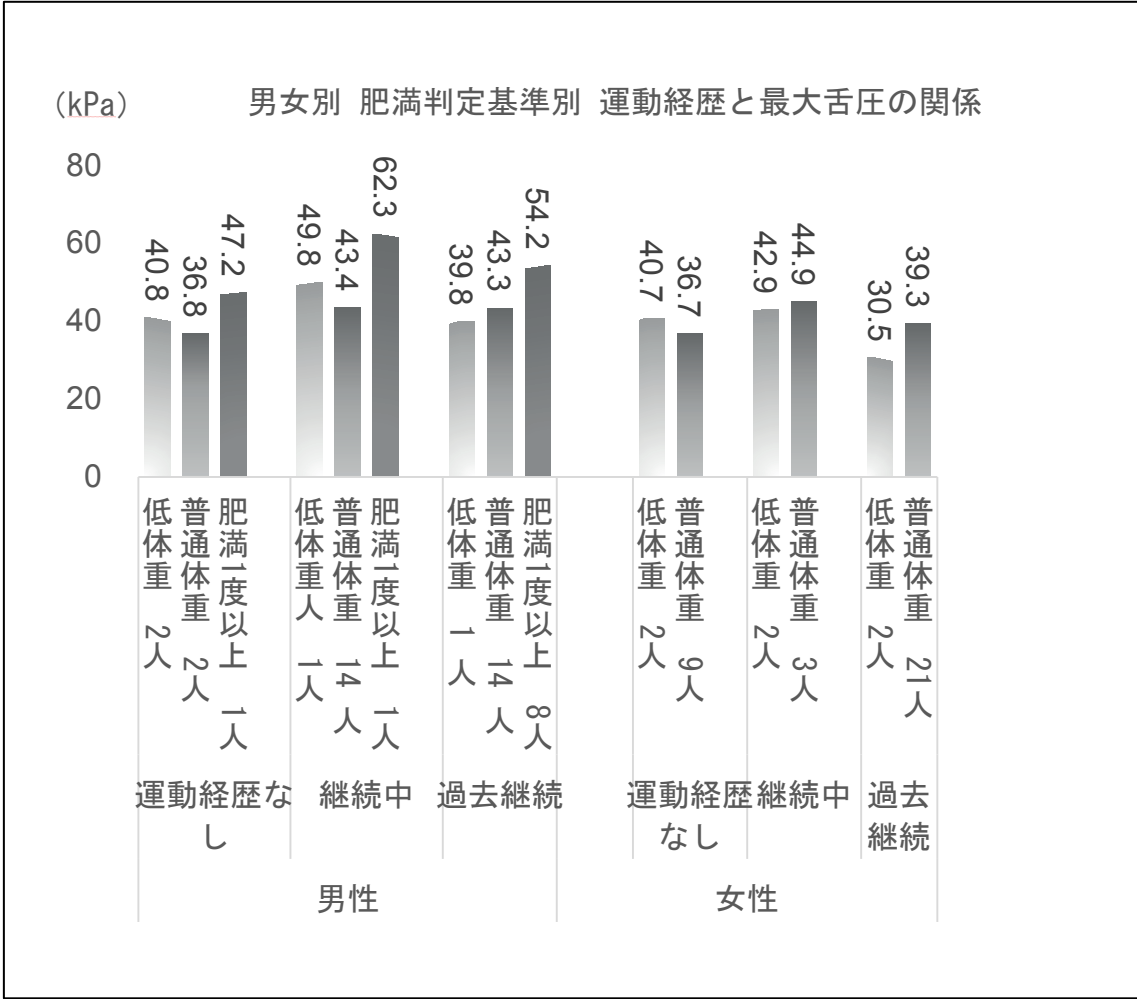
(図 12) 口蓋の容積



(図 13) 運動経歴別 最大舌圧の比較



(図 14) 肥満判定基準別 運動経歴別 最大舌圧の比較



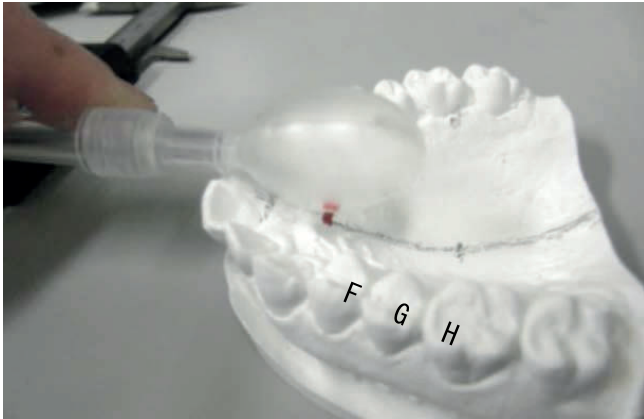
(図15) 男女別 肥満判定基準別 最大舌圧の比較

体格指数の段階

状態	指標 (BMI)
低体重 (痩せ型)	18.5 未満
普通体重	18.5 以上、25 未満
肥満1度以上	25 以上

出典：日本肥満学会の肥満基準（2000年）より

(図16)



(図 17) 風船と歯牙の位置

BMI「嚙下舌圧」と「最大舌圧」の平均と標準偏差（SD）

	全体 (n=101) 平均±SD	男性 (n=47) 平均±SD	女性 (n=54) 平均±SD
最大舌圧 (kPa)	41.90 ± 8.94	45.60 ± 9.23	38.68 ± 7.37

(表 1)

身体的特徴の平均と標準偏差（SD）

	全体 (n=101) 平均±SD	男性 (n=47) 平均±SD	女性 (n=54) 平均±SD
身長 (cm)	163.98 ± 8.39	170.87 ± 5.30	157.98 ± 5.46
体重 (kg)	57.28 ± 12.27	60.04 ± 11.92	49.67 ± 5.79
BMI	21.17 ± 3.41	22.64 ± 4.11	19.89 ± 1.93

(表 2)

「最大舌圧」と身体的特徴の相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
身長	0.23*	-0.20	-0.04
体重	0.47**	0.45**	0.04
BMI	0.46**	0.53**	0.03

**p<0.01 *p<0.05

(表 3)

身体の筋力の平均と標準偏差 (S D)

	全体 (n=101) 平均±S D	男性 (n=47) 平均±S D	女性 (n=54) 平均±S D
頬圧 (習慣性咀嚼側, kPa)	17.26 ± 3.93	19.76 ± 3.57	15.09 ± 2.78
咬合力 (習慣性咀嚼側, kN)	0.57 ± 0.28	0.77 ± 0.27	0.40 ± 0.16
咬合力 (非習慣性咀嚼側, kN)	0.59 ± 0.25	0.73 ± 0.24	0.47 ± 0.18
握力 (利き手, kg)	32.10 ± 9.90	40.92 ± 6.49	24.42 ± 4.33
握力 (非利き手, kg)	29.23 ± 9.39	37.50 ± 6.53	22.03 ± 3.97
脚力 (利き足, kg)	25.27 ± 13.83	33.86 ± 14.65	18.27 ± 7.55
脚力 (軸足, kg)	23.60 ± 13.72	33.31 ± 15.05	18.39 ± 7.44

(表 4)

「最大舌圧」と身体の筋力の相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
頬圧 (習慣性咀嚼側)	0.45**	0.30*	0.31*
咬合力 (習慣性咀嚼側)	0.34**	0.34	-0.01
咬合力 (非習慣性咀嚼側)	0.42**	0.37*	0.29*
握力 (利き手)	0.40**	0.21	0.06
握力 (非利き手)	0.42**	0.28	0.02
脚力 (利き足)	0.17	0.02	-0.20
脚力 (軸足)	0.19	0.03	-0.17

**p<0.01 *p<0.05

(表 5)

口蓋長径の平均と標準偏差 (SD)

	全体 (n=101) 平均±SD	男性 (n=47) 平均±SD	女性 (n=54) 平均±SD
A (mm)	46.35 ± 3.12	47.66 ± 2.80	45.22 ± 2.96
B (mm)	51.85 ± 3.99	53.43 ± 2.72	50.47 ± 3.31

(表 6)

「最大舌圧」と口蓋長径の相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
A	0.33**	0.10	0.32*
B	0.12*	-0.09	-0.09

**p<0.01 *p<0.05

(表 7)

口蓋幅径の平均と標準偏差 (SD)

	全体 (n=101) 平均±SD	男性 (n=47) 平均±SD	女性 (n=54) 平均±SD
C 中切歯 (mm)	7.84 ± 0.98	8.05 ± 0.98	7.65 ± 0.95
D 側切歯 (mm)	18.45 ± 1.73	18.66 ± 1.27	18.26 ± 2.06
E 犬歯 (mm)	25.75 ± 1.74	25.86 ± 1.65	25.65 ± 1.83
F 第一小臼歯 (mm)	29.03 ± 2.30	29.48 ± 2.63	28.63 ± 1.89
G 第二小臼歯 (mm)	34.12 ± 2.36	34.83 ± 2.23	33.42 ± 2.29
H 第一大臼歯 (mm)	35.22 ± 2.54	36.12 ± 2.48	34.44 ± 2.35
I 第二大臼歯 (mm)	40.36 ± 3.51	41.37 ± 3.20	39.48 ± 3.56

(表 8)

「最大舌圧」と口蓋幅径の相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
C 中切歯	0.13	0.09	0.01
D 側切歯	0.12	0.14	0.04
E 犬歯	0.18	0.17	0.18
F 第一小臼歯	0.43**	0.40**	0.39**
G 第二小臼歯	0.46**	0.39**	0.41**
H 第一大臼歯	0.48**	0.39**	0.43**
I 第二大臼歯	0.25*	0.07	0.26

**p<0.01 *p<0.05

(表 9)

口蓋の深さの平均と標準偏差 (SD)

	全体 (n=101) 平均±SD	男性 (n=47) 平均±SD	女性 (n=54) 平均±SD
J (mm)	20.42 ± 1.98	21.25 ± 2.09	19.70 ± 1.57
K (mm)	7.08 ± 1.17	7.38 ± 1.21	6.82 ± 1.07

(表 10)

「最大舌圧」と口蓋の高さの相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
J	0.15	-0.09	0.03
K	0.05	-0.05	-0.05

**p<0.01 *p<0.05

(表 11)

口蓋の容積の平均と標準偏差 (S D)

	全体 (n=101) 平均±S D	男性 (n=47) 平均±S D	女性 (n=54) 平均±S D
L (cm ³)	17.07 ± 3.27	23.36 ± 4.21	15.66 ± 2.44

(表 12)

「最大舌圧」と口蓋の容積の相関係数 (r)

	最大舌圧		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
L	0.29**	0.07	0.24

**p<0.01 *p<0.05

(表 13)

高い相関係数を示した項目

	相関の強さ		
	全体 (n=101)	男性 (n=47)	女性 (n=54)
体重	◎**	◎**	
BMI	◎**	●**	
頬圧 (習慣性咀嚼側)	◎**	○*	○*
咬合力 (習慣性咀嚼側)	○**	○*	
咬合力 (非習慣性咀嚼側)	◎**	○**	
握力 (利き手)	◎**		
握力 (非利き手)	◎**		
口蓋長径A	○**		○*
口蓋幅径F 第一小臼歯	◎**	◎**	○**
口蓋幅径G 第二小臼歯	◎**	○**	◎**
口蓋幅径H 第一大臼歯	◎**	○**	◎**

**p<0.01 *p<0.05

(表 14)

相関係数の強さの目安

相関係数	相関の度合い	表 14 における記号
$1.0 \geq r \geq 0.7$	高い相関がある	●●
$0.7 \geq r \geq 0.5$	かなり高い相関がある	●
$0.5 \geq r \geq 0.4$	中程度の相関がある	◎
$0.4 \geq r \geq 0.3$	ある程度の相関がある	○
$0.3 \geq r \geq 0.2$	弱い相関がある	
$0.2 \geq r \geq 0.0$	ほとんど相関がない	

(表 15)