

学位論文

高齢者の舌圧と身体機能に関する

縦断的研究

学位申請者 比嘉 千亜己

広島大学大学院医歯薬学総合研究科

医歯薬学専攻

(主指導教員：津賀一弘教授)

2016年

高齢者の舌圧と身体機能に関する縦断的研究

比嘉 千亜己

A longitudinal study of tongue pressure and physical function in the elderly

Chiaki Higa

緒言

我が国の高齢化率は 2014 年 10 月 1 日現在で 26.0%，平均寿命は男性 80.5 歳，女性 86.8 歳と年々延び続けており¹⁾，百寿者が 6 万人を超え，女性の半数近くが 90 歳の「卒寿」を迎えることができる社会となっている。このような超高齢社会のなか，平均寿命の延長と同時に注目されているのが健康寿命の延伸である。健康寿命とは，日常的に介護を必要としないで自立した生活ができる生存期間を表す²⁾。厚生労働省は 2010 年に初めてこの健康寿命を発表し，男性では 70.4 歳（平均寿命 79.6 歳），女性では 73.6 歳（平均寿命 86.3 歳）と男性で約 9 年，女性で約 12 年程度の差があることを報告している³⁾。平均寿命と健康寿命との差は，日常生活に制限のある「不健康な期間」を意味しており，今後，平均寿命の延長に伴い健康寿命との差が拡大すると，多くの医療費や介護給付費を消費する期間が増大することとなる。したがって，この期間の短縮に向けた介護予防の取り組みにより，平均寿命と健康寿命の差を短縮できたなら

ば、個人の生活の質の低下を防ぐとともに、社会保障負担の軽減も期待できると考えられている。

介護予防に向けた重要な取り組みとして、介護保険の介護予防給付に当初取り入れられていた項目に、運動器の機能向上、栄養改善、口腔機能の向上がある⁴⁾。これらは互いに関連しあっていることから、一体とした取り組みが重要であるとも言われており⁵⁾、より統合された取り組みが行えるよう、介護予防は今後市町村事業として、展開されようとしている。このように今日、介護予防、介護の重症化予防の基盤に口腔機能向上があることは、行政施策的にも認められる段階に至っている。

口腔機能の中心的役割を果たしている舌は、咀嚼や食塊形成、食塊移送といった摂食嚥下において重要な役割をはたす筋組織であり⁶⁾、加齢や疾患に伴う舌の機能低下の様相を評価することは、口腔機能の維持・改善方法を検討していく上で極めて重要である。この舌機能のうち舌の力を定量的に評価できる方法として舌圧測定が挙げられる⁷⁾。舌圧測定は嚥下障害者の舌の動きや咳といった臨床的兆候をよく反映しており⁸⁾、舌癌患者⁹⁾はもちろんパーキンソン病患者¹⁰⁾などの摂食嚥下障害の臨床評価にも有用であるといった報告もあり、舌圧測定により口腔機能の一端を評価できるものと考えられる。さらに、加齢に伴う影響についてもいくつか報告されており、Utano-hara ら¹¹⁾は、最大舌圧が加齢とともに低下することを明らかにしている。また Butler ら¹²⁾は、加齢による筋力低下は骨格筋だけでなく舌にも起こりうるものであり、等尺性の舌筋力は誤嚥を認めた高齢者で有意に低くなっていること、舌筋力と握力との間には有意な関係があったことなどを報告している。

この握力に関してはこれまでに多くの縦断的研究がなされており、握力が弱い中高年者ほど死亡率が高くなるといった報告¹³⁾や死亡リスクや心血管系疾患

の罹患率に関連があるといった報告¹⁴⁾などから、握力は全身の健康状態や身体機能を表す指標となりえると考えられている。握力と最大舌圧との関係についてもいくつか検討が行われており¹⁵⁻¹⁸⁾、最大舌圧と握力はともに加齢に伴って低下することが明らかとなっているが、これまでの握力と最大舌圧に関する報告はすべて横断研究であり、実際に加齢に伴って口腔機能がどのように低下していくのかについては明らかでない。さらに Cooper ら¹⁹⁾は、握力、歩行速度、椅子から立ち上がる時間、開眼片足立ちの 4 つの身体機能が低いほど死亡率が高いことを報告しており、全身の健康状態や身体機能を評価する際には、握力はもちろん、その他の要因についても検討しておく必要性を述べている。

この身体機能の加齢変化について検討した報告によれば²⁰⁾、さまざまな身体機能でその低下様相は異なっており、例えば、座位ステップング、握力、息こらえ、垂直跳びなどの俊敏性、筋力、耐久性、瞬発力の指標となる身体機能はゆるやかに低下していくのに対して、片足立ちや長座位体前屈などの平衡性、柔軟性の指標となる身体機能は比較的早期から低下していくことが証明されている。さらに、これらの身体機能の加齢変化には男女差があることも報告されている²¹⁾。したがって、加齢に伴う最大舌圧と身体機能の変化を検討する際には、男女それぞれに握力はもちろん身体機能の総合的な指標である身体活動性についても検討しておく必要があると考えられる。

そこで本研究の目的は、口腔機能の指標として有用である最大舌圧に関して、その加齢による変化と全身の筋力の指標である握力や身体活動性との関連について縦断的調査により明らかにすることとした。

方法

研究 1 健常高齢者における最大舌圧と握力に関する縦断的調査

1. 対象者

本研究の対象者は、京都府立医科大学看護学科の主催する健康教室に 2008 年ならびに 2013 年に参加した地域在住の高齢者 113 名（男性 42 名，女性 71 名，平均年齢 70.2 ± 4.8 歳）とした。これらの対象者はすべて自力で健康教室の会場である京都府立医科大学体育館に来館できる者たちであり，体力測定の開始前には問診や血圧測定を行い，脳・心血管障害の既往のある者やパーキンソン病などの進行性の神経疾患患者，収縮期血圧が 180 mmHg 以上もしくは拡張期血圧が 120 mmHg 以上の未治療の高血圧患者は対象から除外した²²⁾。さらに，口腔内診査より義歯をはずした状態での咬合状態が Eichner A 群に属する者とした。なお，本研究は京都府立医科大学倫理審査委員会の承認（E - 382）を得て，対象者に研究内容を説明して書面にて同意を得た上で実施した。

2. 評価項目および測定方法

評価項目は最大舌圧ならびに握力とした。最大舌圧の測定は舌圧測定器[®]（TPM-01，JMS，広島）を用いて行った（図 1）。測定方法は，Hayashi ら⁷⁾の方法に準じて行い，バルーンを口腔内に挿入した状態で舌圧プローブを前歯で挟んで固定し，舌を口蓋に向けて挙上させて最大の力でバルーンを押し付けるよう指示した。1 回の測定は 7 秒間行い，3 回の平均値を代表値とした。

握力は，スメドレー式握力計（グリップーD TTK5101，竹井機器工業，新潟）を用いて測定した（図 2）。測定方法は，両足を肩幅に広げて握力計の指針が外

側になるように持ち、人差し指の第 2 関節がほぼ直角になるように握り幅を調節した後に、最大の力で握りしめるように指示した。利き手の握力を 2 回測定し、分析にはその最大値を用いた。

3. 統計分析

得られたデータは男女ごとに分析し、男女間の比較には Welch の t 検定を、2008 年と 2013 年の平均値の比較には対応のある t 検定を用いた。また、最大舌圧と年齢ならびに最大舌圧と握力の相関関係の検討には Pearson の積率相関係数 (r) を用い、最大舌圧と握力の 5 年間の変化量の相関関係の検討には Spearman の順位相関係数 (ρ) を用いた。有意水準は 5 %とした。検定には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM, Tokyo) を用いた。

研究 2 健康高齢者における身体活動性と最大舌圧に関する縦断的研究

1. 対象者

対象者は研究 1 と同一である。

2. 評価項目および測定方法

評価項目は、最大舌圧および体力老化指数 (Fitness age score : FAS) とした。FAS とは生物学的年齢を体力により評価するものであり、筋力や調整力、瞬発力などの総合的な身体活動性の指標として木村ら²³⁾によって考案されたものである。FAS は握力、垂直跳び、開眼片足立ち、10 m 歩行時間およびファンクショナルリーチテストにより得られた各種身体機能の組み合わせにより以下の推

定式から算出する。

$$\text{男性 : FAS} = -0.203X_1 + 0.034 X_2 + 0.0064 X_3 + 0.044 X_4 + 0.046 X_5 - 3.05$$

$$\text{女性 : FAS} = -0.263X_1 + 0.033 X_2 + 0.0074 X_3 + 0.048 X_4 + 0.079X_5 - 2.52$$

$X_1 = 10 \text{ m}$ 歩行時間 (s) , $X_2 =$ ファンクショナルリーチ (cm) ,

$X_3 =$ 開眼片足立ち (s) , $X_4 =$ 垂直跳び (cm) , $X_5 =$ 握力 (kgf)

測定方法は、最大舌圧ならびに握力については研究 1 と同様である。垂直跳びはデジタル垂直跳び測定器（ジャンプメーターMD TKK5406, 竹井機器工業, 新潟）を用いて、直立姿勢から助走せずにその場で両足の力で垂直に飛び上がる高さを 2 回測定し、分析にはその最大値を用いた。開眼片足立ちは利き足で片足立ちができた時間を最大 120 秒まで測定した。10 m 歩行時間は 10 m を通常の方法で歩いた時間とした。ファンクショナルリーチテストは、体の側面を壁に沿わせて立ち、壁側の手を軽く握って拳をつくり肩の高さまで前にあげて、拳は同じ高さを維持したまま足も動かさずにできるだけ前へ手を伸ばし、開始の位置から最大伸びた位置までの距離を 2 回計測し、その最大値を分析に用いた。

3. FAS による群分け

FAS の経年的変化が舌圧に及ぼす影響を検討するために、5 年間の FAS の変化様相により対象者を、①5 年間 FAS が 0 以上を維持していた者、②5 年後に FAS が 0 未満となった者、③初回から既に FAS が 0 未満であった者の 3 群に分類した。

4. 統計分析

2008 年と 2013 年の最大舌圧、握力、垂直跳び、開眼片足立ち、10 m 歩行

時間、ファンクショナルリーチテストならびに FAS の比較には、対応のある t 検定を用いた。FAS により分類した各群と最大舌圧の経年的変化の検討には、繰り返しのある二元配置分散分析を行った後 Scheffe による多重比較を行った。有意水準は 5%とし、検定には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM, Tokyo) を用いた。

研究 3 要介護高齢者における最大舌圧と身体活動性に関する縦断的研究

1. 対象者

対象者は 2011 年から 2014 年まで追跡可能であった広島市内の某通所介護サービス施設を利用している要介護高齢者 42 名（男性 7 名，女性 35 名，平均年齢 84.7 ± 6.6 歳）とした。包含基準は，施設で検査の指示に従えて舌圧測定が可能であった者，2011 年の時点で杖等の自助具を使用していたとしても自立での歩行が可能であった者とした。なお，本研究は特別養護老人ホーム光清苑の承諾のもと，対象者に研究内容を説明して書面にて同意を得て実施した。

2. 評価項目

2011 年ならびに 2014 年に歯科医師により残存歯数と最大舌圧の測定を行い，さらに食事形態や BMI について施設職員に聞き取りした。さらに，身体活動性の障害を歩行により評価するために，期間中の自立歩行の可否についても調査した。

3. 最大舌圧による群分け

先行研究の研究 1 の結果から最大舌圧の下限値を設定した。すなわち、2008 年と 2013 年の最大舌圧の箱ひげ図を作成し、95 パーセンタイル値と中央値ならびに 5 パーセンタイル値の変化を比べたうえで、その変化の少なかった 5 パーセンタイル値を下限値とした。この下限値により対象者を 2014 年に最大舌圧が下限値以上であった群と下限値未満であった群に分類した。

3. 統計分析

最大舌圧の下限値により設定した 2 群間で 2014 年まで自立歩行が可能であった者と不可能となっていた者の割合をカイ二乗検定により比較した。有意水準は 5%とした。検定には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM, Tokyo) を用いた。

結果

研究 1 健康高齢者における最大舌圧と握力に関する縦断的研究

対象者の最大舌圧は、2008 年ならびに 2013 年とも男女間に差は認められなかった (2008 年 : 男性 36.7 ± 8.9 kPa, 女性 34.7 ± 8.3 kPa) (2013 年 : 男性 32.4 ± 7.2 kPa, 女性 31.3 ± 6.4 kPa) (表 1)。また、全対象者の最大舌圧は 5 年間で 35.4 ± 8.5 kPa から 31.7 ± 6.7 kPa へと有意に低下していた (図 3) ($P < 0.01$)。

握力は、2008 年では男性が 47.2 ± 12.6 kgf, 女性が 30.9 ± 6.4 kgf であったものが、2013 年では男性が 44.9 ± 10.9 kgf, 女性が 30.5 ± 4.5 kgf となっており、2008 年と 2013 年ともに男性の方が有意に高かった ($P < 0.01$)。また 5

年間で、男性では有意に低下したものの ($P < 0.01$)、女性では変化を認めなかった (図 4)。

最大舌圧と握力の相関をみると、2008 年ならびに 2013 年とも相関は認められなかった (図 5, 6)。また、最大舌圧と握力の 5 年間の変化量にも有意な相関は認められなかった (図 7)。

研究 2 健常高齢者における最大舌圧と身体活動性に関する縦断的研究

FAS の各測定項目は、10 m 歩行速度以外 2008 年と比較して、2013 年では有意に低下しており (表 2)、FAS も 2008 年と比較して、2013 年では有意に低下していた (2008 年: 2.4 ± 2.4 , 2013 年: 0.8 ± 1.9 , $P < 0.01$) (図 8, 9)。

5 年間 FAS が 0 以上を維持していた高活動群は 64 名 (男性 20 名, 女性 44 名, 平均年齢 69.5 ± 4.7 歳)、5 年後に FAS が 0 未満となった低下群は 26 名 (男性 10 名, 女性 16 名, 平均年齢 70.3 ± 4.5 歳)、初回から既に FAS が 0 未満であった低活動群は 23 名 (男性 13 名, 女性 10 名, 平均年齢 71.9 ± 4.9 歳) であった。高活動群, 低下群, 低活動群とも最大舌圧は 5 年間で有意に低下しており、2008 年には 3 群間で最大舌圧に差は認められなかったものが (高活動群 35.4 ± 8.1 kPa, 低下群 37.4 ± 8.5 kPa, 低活動群 33.4 ± 9.6 kPa)、2013 年には低活動群で有意に低い値を示していた (高活動群 32.7 ± 6.5 kPa, 低下群 32.4 ± 6.4 kPa, 低活動群 27.9 ± 6.5 kPa, $P < 0.01$) (図 10)。

研究 3 要介護高齢者における最大舌圧と身体活動性に関する縦断的研究

残存歯数は 2011 年では 14.2 ± 1.5 本であったものが 2014 年には 12.7 ± 10.3 本と有意に減少していた ($P < 0.05$)。しかしながら、補綴治療がすべてに施されており、義歯等を装着した時の咬合状態は全員 Eichner A 群と同等であった。

最大舌圧，食事形態，BMI に期間中に有意差は認められなかった（表 3）。

研究 1 の最大舌圧は，図 11 より 95 パーセンタイル値が 48.8 kPa から 43.8kPa，中央値が 35.9 kPa から 31.6 kPa へと低下していつているのに対して，5 パーセンタイル値は 20.8 kPa から 20.1 kPa とほぼ変化ないことがわかったことから，自立して日常生活を営むことのできる高齢者の最大舌圧には下限値があると想定し，その値を 2013 年の最大舌圧の 5 パーセンタイル値である 20.1 kPa に設定した。

この最大舌圧の下限値を用いて自力歩行の可否との関係をみたところ，2014 年まで最大舌圧が 20.1 kPa 以上だった者のうち，2014 年に歩行可能であった者は 27 名，歩行不可能となっていた者が 1 名であったのに対し，2014 年に最大舌圧が 20.1 kPa 未満であった者では，歩行可能が 10 名，歩行不可能が 4 名となっていた（表 4）。このことは，最大舌圧が 20.1 kPa 以上の者で 3 年後に自力歩行が継続できていたものが有意に多かったことを示している。

考察

研究 1 健康高齢者における最大舌圧と握力に関する縦断的研究

研究 1 の結果はこれまでの報告と一部異なっており，最大舌圧と握力との間に有意な関係を認めなかった。これは今回の研究対象者の特徴によるものと思われる。

本研究では，歯科医師による口腔内診査から，対象者を残存歯の咬合関係により Eichner A 群の者に限定した。これは，咬合の喪失が身体機能に影響を及ぼす要因のひとつとして考えられているからである。実際，Yamaga ら²⁴⁾は咬

合が維持されている者で脚筋力や握力が強いことを報告しており、奥山ら²⁵⁾は咬合支持域の喪失が筋力や平衡能力に悪影響を与える可能性があることを明らかにしている。一方で、対象者の最大舌圧は従来の報告と同様に男女間で差はなく、2008年ならびに2013年ともに最大舌圧の平均値はUtanoharaら¹¹⁾の標準値とほぼ同程度であった。このことは、今回の対象者が咬合関係の規定されていない従来の研究に比べて口腔機能が良好な方々であると考えられる。

健常な高齢者においても加齢に伴う筋力の低下や筋量の減少は避けられない。これはサルコペニアと呼ばれ²⁶⁻²⁸⁾、加齢による筋力低下は30歳代から始まり、80歳代までに約40%低下するとされている²⁹⁾。また、男女間にも相違があり、男性の方がより筋量や筋力の低下が顕著であることも報告されている²¹⁾。したがって、本研究で握力に男女差がみられたことは、女性では男性と比較して70歳代までは比較的緩やかに筋力が低下していった結果と考えられる。一方で、最大舌圧に男女差が認められなかった理由は、比較的小さな筋組織である舌では、男女間の差がより早期に縮小されてしまうからではないかと考えられる。実際、Utanoharaら¹¹⁾の報告でも、50歳代までは男女に差があることが示されている。

今回の対象者は、過去の報告の対象者よりも口腔機能が維持されていた者が多く、さらに、この健康教室に5年後にも参加できるほど健康で、おそらく日々の運動習慣により筋力低下が予防された者であると考えられる。その結果、5年間の握力の低下幅が小さくなり、最大舌圧と握力との間にバラツキが小さくなり、その結果として図7のように分布が中心にまとまったことで相関が認められなかったのではないかと考える。また、過去の報告^{17,30)}では、対象者数が少なく男女ごとに相関を検討していなかったのに対して、今回は男女別に相関を検討したことも、より正確な最大舌圧と握力の関係を検討することに役立つ

たものと考える。

最大舌圧と握力の 5 年間の変化量に相関が認められなかったことは、両者の加齢に伴う筋力の低下様相が異なっていることを意味している。これまでの報告³¹⁾でも、60 歳以降に見られる筋力低下には部位による違いがあることが述べられている。これは、骨格筋の部位によって構成される筋線維が違うことによるものとされている³²⁾。すなわち、上肢や下肢に多く含まれている速筋と呼ばれるタイプ II 線維では筋萎縮に伴う筋量低下が顕著に見られる一方、舌筋に多く含まれる遅筋と呼ばれるタイプ I 線維では比較的筋萎縮が起こりにくく³³⁾これが最大舌圧と握力の筋力低下の違いにつながったものと想定される。

また、速筋は疲弊しやすいことも報告³⁴⁾されており、筋力測定では繰り返しの測定に伴う疲労を考慮して、測定回数が少なかったり、分析に最大値が用いられたりすることが多い。一方で、舌は遅筋で構成されているため、疲労を考慮する必要性が低く、実際、3 回測定での値の再現性も証明されており⁷⁾、最大値を用いても平均値を用いても結果に大差はないものと考えられる。したがって、今回の研究でも、他の体力測定値は最大値であったが、過去の報告と比較するために最大舌圧だけこれまで通り平均値を用いて分析を行った。

研究 2 健康高齢者における最大舌圧と身体活動性に関する縦断的研究

研究 2 では、最大舌圧と身体活動性との関係について検討した。老化は個人間でのバラツキが大きいことがわかっており、加齢に伴う身体機能の変化は歴年齢で表すことは難しく、客観的に定量化して表すことができる生理的年齢により評価すべきであることが言われている³⁵⁾。そのためには、老化をどのように定義し、どのような測定モデルをたて、どのような変数をバイオマーカーとして用いるかが重要である。今回用いた FAS は²³⁾、老化を身体活動性の低下と

して定義し、7年間連続して体力測定を受けた60歳以上の高齢者122名の13項目の体力データの中から、加齢変化を顕著にとらえることができるものとして選択された握力、垂直跳び、開眼片足立ち、10m歩行時間、ファンクショナルリーチの5項目をバイオマーカーとする生理的年齢の算出法である。生理的年齢の測定方法には、妥当性や信頼性に乏しいものが多いことが言われている³⁶⁾一方で、この方法は測定の信頼性・再現性が示されていることから、今回、この方法を用いて身体活動性を評価することとした。

その結果、FASは個人差の大きい5年間の身体活動性の変化量をよく表わしているものと思われた。そこで、この身体活動性の違いが舌機能にどのような影響を及ぼしているのかを明らかにするために、対象者をFASにより3群に分けて検討を行った。すなわち、①5年間FASが0以上を維持していた高活動群、②5年後にFASが0未満となった低下群、③初回から既にFASが0未満であった低活動群に分けて最大舌圧を比較したところ、2008年には3群間で有意差がなかったものが、2013年には低活動群のみで有意に低下していた。このことは、身体活動性が低下した者で徐々に舌機能の低下が起こることを示唆している。

最近、この加齢に伴って徐々に心身の機能が低下し、日常生活の活動性や自立度が低下していく状態をフレイルと定義し、その予防に向けた取り組みに注目が集まっている³⁷⁻⁴¹⁾。なぜなら、フレイルは健常と要介護状態の中間に位置する状態であり、何もしないと要介護状態となってしまう一方で、何らかの介入により予防や改善が可能と考えられているからである。今回の研究結果は、身体活動性の低下したこのフレイルの先駆けともいえる状態に陥った高齢者で、舌をはじめとする口腔機能が低下し始め、それが食事摂取の困難さや食物選択の偏りを引き起こし、将来的には栄養障害を引き起こして要介護状態となるリ

スクを高めていく可能性を表しているものと考えられる。

研究3 要介護高齢者における最大舌圧と身体活動性に関する縦断的研究

研究3では、研究2より得られた推論を実証するために、最大舌圧の低下した高齢者で身体活動性の障害が生じやすいかを検討した。身体活動性の障害を表す項目としては、自立歩行の可否をとらえることとした。これは、高齢者では歩行と筋力低下の関連性が高いこと⁴²⁾、歩行とバランス機能の関連性が高いこと⁴³⁾、要介護高齢者では歩行が比較的初期から障害されていくこと⁴⁴⁾などが報告されており、歩行は要介護高齢者の身体活動性の障害の始まりを示す指標になり得ると考えたからである。

一方、最大舌圧の低下を評価するために、研究1の最大舌圧の5年間の変化様相から下限値を設定した。ここでは、最大舌圧が2008年と2013年を比べて、95パーセンタイル値と中央値では減少する傾向をみせたが、5パーセンタイル値ではほぼ変わらなかったことから、自立して日常生活を営む高齢者であればある一定の最大舌圧の値を保持しているのではないかと推察し、2013年の最大舌圧の5パーセンタイル値である20.1 kPaを下限値として設定した。

最大舌圧の値により摂取している食形態が変わってくるといった報告がいくつかある。一般に、加齢に伴い舌の機能を含む口腔機能が低下すると摂食嚥下機能が低下し、食べにくい食品が出てきたり、摂食量が低下したりすることから、食形態の調整といった対応が図られる⁴⁵⁾。田中ら⁴⁶⁾は調整食を摂取している者は常食を摂取している者と比較して最大舌圧が有意に低く、最大舌圧が20 kPa未満では、食形態の調整が必要な者が多くなると報告している。また、津賀ら⁴⁷⁾は調整食を摂取している高齢者の最大舌圧は 20.9 ± 6.1 kPaであったことを、武内らは⁴⁸⁾は嚥下障害の認められる高齢者の最大舌圧は 20.9 ± 10.1 kPa

であったことを報告している。本研究で設定した最大舌圧の下限値もこれらの報告とほぼ同値であり、高齢者において最大舌圧 20 kPa を口腔機能の低下の判断材料の一つとして用いてもよいものと考えられた。

本研究の対象者には、3年間の食事形態および BMI に有意な変化はなく、要介護状態の著しい悪化はなかった。一方で、最大舌圧が 20.1 kPa 未満の者で歩行不可能になった者はすべて調整食を食べていたことから、やはり最大舌圧の低下が食形態の調整につながっている可能性が考えられた。本研究の対象者は、要支援・要介護 1, 2 といった軽度要介護高齢者であり、日常的な生活活動が低下するなか慢性的な運動不足な状態であるものと想定される。一方で、栄養摂取は食形態の調整等によりある程度保たれていたことから、筋肉により消費されなかったエネルギーが脂肪として蓄積され、結果として体重減少のあまり認められない筋肉量の減少した状態、いわゆるサルコペニア肥満による筋力低下が生じていたものと思われる⁴⁹⁻⁵¹⁾。このような仮説は研究当初には想定しておらず、本研究では、筋肉量や栄養状態を正確に評価していなかった。しかしながら、最大舌圧と舌の筋量には関係があることや舌の筋量と全身の筋量との間にも関係があることを Tamura ら⁵²⁾が報告していることから、今回の対象者でも、舌を含めた全身の筋量の減少が筋力低下を招き、身体活動性の障害を引き起こしていた可能性が考えられる。また、Kikutani ら⁵³⁾は、低栄養の認められる要介護高齢者に対しては、栄養補助食品の摂取に加えて舌運動を含めた口機能訓練を行うことが体重増加につながることを報告しており、まさに、運動と栄養は身体活動性の維持をはかる上での車の両輪である。最大舌圧が 20.1 kPa 以上を保つような舌機能訓練を行うことが高齢者の豊かな食生活につながり、生命と生活の向上につながっていくのではないかと思われ、今後、本研究結果に基づいた、さらなる展開を期待するものである。

総括

口腔機能の指標として最大舌圧を用い、健常高齢者の最大舌圧と全身の筋力や身体活動性との関連を縦断的に調査することにより、口腔機能と身体活動性の加齢変化を検討した。さらに、健常高齢者の最大舌圧の 5 パーセンタイル値を下限值と設定して、実際に要介護高齢者を用いて最大舌圧の維持が自立歩行の維持と関連しているのかを縦断的に調査することで、最大舌圧の低下が身体活動性の低下に及ぼす影響を検討した。その結果、

1. 健常高齢者において最大舌圧や握力は加齢により低下していくものの、最大舌圧と握力では加齢による低下の様相が異なることが示された。
2. 健常高齢者において最大舌圧は身体活動性の低い者でより低下しやすいことが示された。
3. 最大舌圧 20.1 kPa を維持することが身体活動性を維持することに繋がることを示された。

以上の結果より、最大舌圧は加齢により低下するものの、握力とは異なる低下の様相を示し、最大舌圧の維持が身体活動性の維持と関連することが示唆された。

謝辞

稿を終えるにあたり、終始御懇篤なる御指導ならびに御校閲を賜り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）教授 津賀一弘先生に深甚なる謝意を表します。また、御教示、御校閲を賜り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（歯科放射線学）教授 谷本啓二先生、統合健康科学部門（公衆口腔保健学）教授 杉山 勝先生ならびに応用生命科学部門（先端歯科補綴学）准教授 阿部泰彦先生に感謝の意を表します。また、研究遂行上ならびに本論文作成上の御助言と御鞭撻を賜り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）准教授 吉川峰加先生に厚く御礼申し上げます。さらに、本研究を行うにあたり、御助言、御協力を頂きました広島市立リハビリテーション病院歯科部長 吉田光由先生に深謝いたします。また、多くのご支援、ご協力を頂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（歯科放射線学）助教 長崎信一先生ならびに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）の教室員の皆様、特に研究遂行に御助力頂きました丸山真理子博士、森隆浩博士、平岡綾先生、川野弘道先生、黒木亜津沙先生に感謝いたします。また、調査研究に快くご協力頂きました京都学園大学バイオ環境学部教授 木村みさか先生、特別養護老人ホーム光清苑の皆様にも厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 厚生労働省. 平成 26 年度高齢化の状況及び高齢社会対策の実施状況 2014.
- 2) A Critical examination of summary measures of population health. Bulletin of the World Health Organization 2000.
- 3) 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会・次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会. 健康日本 21 (第二次) の推進に関する参考資料 2012.
- 4) 厚生労働省. 介護予防マニュアルについて 2012.
- 5) 渡邊 裕, 枝広あや子, 伊藤加代子, 岩佐康行, 渡部芳彦, 平野浩彦, 福泉隆喜, 飯田良平, 戸原 玄, 野原幹司, 大原里子, 北原 稔, 吉田光由, 柏崎晴彦, 斉藤京子, 菊谷 武, 植田耕一郎, 大淵修一, 田中弥生, 武井典子, 那須郁夫, 外木守雄, 山根源之, 片倉 朗. 介護予防の複合プログラムの効果の特徴づける評価項目の検討. 老年歯学 2011; 26: 327-338.
- 6) Mu L, Sanders I. Human tongue neuroanatomy: Nerve supply and motor endplates. Clin Anat 2010; 23: 777-791.
- 7) Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, Yoshida M, Sato Y, Akagawa Y. A novel handy probe for tongue pressure measurement. Int J Prosthodont 2002; 15: 385-388.
- 8) Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, Utanohara Y, Hayashi R, Akagawa Y. Decreased tongue pressure reflects symptom of

- dysphagia. *Dysphagia* 2006; 21: 61–65.
- 9) Ono T, Hori K, Tamine K, Shiroshita N, Kondoh J, Maeda Y. Application of tongue pressure measurement to rehabilitation of dysphagic patients with prosthesis. *Prosthodont Res Pract* 2008; 7: 240-242.
 - 10) 小野高裕, 堀 一浩, 田峰謙一, 近藤重悟, 濱中 里, 佐古田三郎. 舌圧センサシートを用いたパーキンソン病患者の嚥下機能定量評価. *バイオメカニズム学会誌* 2010; 34: 105-110.
 - 11) 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* 2008; 23: 286-290.
 - 12) Butler SG, Stuart A, Leng X, Wilhelm E, Rees C, Williamson J, Kritchevsky SB. The relationship of aspiration status with tongue and handgrip strength in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011; 66: 452-458.
 - 13) Sasaki H, Kasagi F, Yamada M, Fujita S. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *Am J Med* 2007; 120: 337-342.
 - 14) Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A, Yusuf S. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015; 386: 266-273.
 - 15) Kallman D, Plato CC, Tobin JD. The role of muscle loss in the

- age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Gerontol* 1990; 45: 82-88.
- 16) Crow HC, Ship JA. Tongue strength and endurance in different aged individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996; 51: 247-250.
 - 17) Buehring B, Hind J, Fidler E, Krueger D, Binkley N, Robbins J. Tongue strength is associated with jumping mechanography performance and handgrip strength but not with classic functional tests in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2013; 61: 418-422.
 - 18) 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. *日本栄養士会雑誌* 2015; 58: 289-293.
 - 19) Cooper R, Kuh D, Hardy R, Mortality Review Group. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010; 341: 1-12.
 - 20) 木村みさか, 平川和史, 奥野 直, 織田慶喜, 森本武利, 木谷輝夫, 藤田大祐, 永田久紀. 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. *体力科学* 1989; 38: 175-185.
 - 21) Hurley BF. Age, gender, and muscular strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: 41-44.
 - 22) 内山靖. *理学療法評価学 第2版*. 医学書院 2005; 161-171.
 - 23) Kimura M, Mizuta C, Yamada Y, Okayama Y, Nakamura E. Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: Sex differences in estimated physical fitness age. *Age* 2012; 34: 203-214.
 - 24) Yamaga T, Yoshihara A, Ando Y, Yoshitake Y, Kimura Y, Shimada

- M, Nishimuta M, Miyazaki H. Relationship between dental occlusion and physical fitness in an elderly population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57: 616-620.
- 25) Okuyama N, Yamaga T, Yoshihara A, Nohno K, Yoshitake Y, Kimura Y, Shimada M, Nakagawa N, Nishimuta M, Ohashi M, Miyazaki H. Influence of dental occlusion on physical fitness decline in a healthy Japanese elderly population. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52:172-176.
- 26) Evans WJ. What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: 5-8.
- 27) Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* 1997; 127: 990-991.
- 28) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-423.
- 29) Leeuwenburgh C. Role of apoptosis in sarcopenia. *J Gerontol* 2003; 58: 1002-1008.
- 30) 齋藤健太郎, 齋藤彩子, 柴本 勇. 健常若年者およ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* 2015; 20: 23-26.
- 31) 後藤勝正, 大平充宣. 宇宙環境暴露および老化による骨格筋の萎縮. *宇宙航空環境医学* 2007; 44: 49-58.

- 32) 上住聡芳, 中谷直史, 常陸圭介, 土田邦博. 老化や疾患における骨格筋の萎縮と治療への応用. 基礎老化研究 2010; 34: 5-11.
- 33) Sanders I, Mu L, Amirali A, Su H, Sobotka S. The human tongue slows down to speak: muscle fibers of the human tongue. *Anat Rec (Hoboken)* 2013; 296: 1615-1627.
- 34) 池添浩二. 骨格筋老化のメカニズム. 日老医誌 2004; 41: 610-611.
- 35) 中村榮太郎. 老化は測れるか? —ヒトの生物学的年齢の推定—. 基礎老化研究 2003; 27: 108-115.
- 36) Nakamura E, Miyao K and Ozaki T. Assessment of biological age by principal component analysis. *Mech Aging Dev* 1988; 46: 1-18.
- 37) Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, Fried LP, Cutler GB Jr, Walston JD; Interventions on Frailty Working Group. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 625-634.
- 38) Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59: 255-263.
- 39) 葛谷雅文. 老年医学における Sarcopenia & Frailty の重要性. 日老医誌 2009; 46: 279-285.
- 40) 神崎恒一. 老年証拠区分とは. 臨床栄養 2011; 199: 750-754.
- 41) 葛谷雅文. フレイルティとは. 臨床栄養 2011; 199: 755-759.
- 42) Cress ME , Meyer M. Maximal voluntary and functional

- performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther* 2003; 83: 37-48.
- 43) 木村みさか, 岡山寧子, 小松光代, 奥野直, 永井由香, 佐藤勇樹. 平衡性指標と歩行能からみた高齢者の立位姿勢保持能. *体育科学* 1999; 27: 83-93.
- 44) 奥壽郎, 榎本康子, 小幡かつ子, 石原房子, 猪股藤彰, 小川憲治, 内野滋雄, 与那嶺司. 在宅虚弱および要介護高齢者における介護度別身体機能の検討. *帝京科学大学紀要* 2009; 5: 1-7.
- 45) 田邊晶子, 玄景華, 安田順一, 岩田浩司, 大山吉徳, 川橋ノゾミ, 金澤篤. 特別養護老人ホームにおける介護保険の要介護状態区分による口腔内状況と口腔ケアの問題点について. *老年歯学* 2000; 14: 327-336.
- 46) 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. *日摂食嚥下リハ誌* 2015; 19: 52-62.
- 47) 津賀一弘, 島田瑞穂, 黒田留美子, 林亮, 吉川峰加, 佐藤恭子, 斎藤慎恵, 吉田光由, 前田祐子, 木田修, 赤川安正. 「高齢者ソフト食」摂取者の食事形態と舌圧の関係. *日摂食嚥下リハ誌* 2005; 9: 56-61.
- 48) 武内和弘, 小澤由嗣, 長谷川純, 津田哲也, 狩野智一, 上田麻美, 豊田耕一郎. 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. *日摂食嚥下リハ誌* 2012; 16: 165-174.
- 49) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*

1998; 147: 755-763.

- 50) Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res* 2004; 12: 1995-2004.
- 51) Ochi M, Tabara Y, Kido T, Uetani E, Ochi N, Igase M. Quadriceps sarcopenia and visceral obesity are risk factors for postural instability in the middle-aged to elderly population. *Geriatr Gerontol Int* 2010; 10: 233-243.
- 52) Tamura F, Kikutani T, Tohara T, Yoshida M, Yaegaki K. Tongue thickness relates to nutritional status in the elderly. *Dysphagia* 2012; 27: 556-561.
- 53) Kikutani T, Enomoto R, Tamura F, Oyaizu K, Suzuki A, Inaba S. Effects of oral functional training for nutritional improvement in Japanese older people requiring long-term care. *Gerodontology* 2006; 23: 93-98.

表1 男女間の最大舌圧の比較

	2008年	2013年
男性	36.7±8.9 kPa	32.4±7.2 kPa
女性	34.7±8.3 kPa	31.3±6.4 kPa
<i>P</i> 値	0.23	0.38

表2 FASの算定項目の経年的変化

	2008年	2013年	P値
握力(kgf)	37.0 ± 12.1	35.8 ± 11.0	0.04
垂直跳び(cm)	26.0 ± 6.8	23.8 ± 6.7	<0.00
開眼片足立ち(s)	64.6 ± 43.3	36.4 ± 39.6	<0.00
10 m歩行時間(s)	6.9 ± 1.2	6.8 ± 0.9	0.29
ファンクショナル リーチ(cm)	35.7 ± 7.1	33.2 ± 6.2	<0.00

表3 残存歯数, 最大舌圧, 食事形態, BMIの経年的変化

		2011年	2014年	P値
残存歯数(本)		14.2±10.5	12.7±10.3	0.03
最大舌圧(kPa)		25.9± 8.8	24.8± 8.1	0.26
食事形態	普通食	32	29	0.52
	調整食	10	13	
BMI(kg/m ²)		23.6± 3.8	23.8± 3.9	0.50

表4 最大舌圧と歩行の可否

		2014年	
		歩行可能	歩行不可能
2014年	20.1 kPa以上	27	1
最大舌圧	20.1 kPa未満	10	4

付図説明

図 1 最大舌圧の測定方法

最大舌圧は舌圧測定器[®] (TPM-01, JMS, 広島) を使用した。測定方法は、バルーンを口腔内に挿入し、舌圧プローブを前歯で挟んで固定し、舌を最大の力で口蓋に向けて挙上させた。1回の測定は7秒間行い、3回の平均値を代表値とした。

図 2 握力の測定方法

握力は、スメドレー式握力計 (グリップーD TKK5101, 竹井機器工業, 新潟) を用いた。測定方法は、両足を肩幅に広げ、握力計の指針が外側になる様に持ち、人差し指の第2関節がほぼ直角になる様に握りの幅を調節した。利き手の握力を2回測定し、最大値を用いた。

図 3 最大舌圧の経年的変化

全対象者の最大舌圧は2008年が 35.4 ± 8.5 kPa, 2013年が 31.7 ± 6.7 kPa であり、有意に低下した。

図 4 握力の性差と経年的変化

握力は、2008年および2013年どちらも男性の方が強かった (2008年: 男性 47.2 ± 12.6 kgf, 女性 30.9 ± 6.4 kgf, 2013年: 男性 44.9 ± 10.9 kgf, 女性 30.5 ± 4.5 kgf)。また男性は5年間で有意に低下したものの、女性に変化を認めなかった。

図 5 2008 年の最大舌圧と握力の相関

男女とも，最大舌圧と握力に有意な相関を認めなかった。

図 6 2013 年の最大舌圧と握力の相関

男女とも，最大舌圧と握力に有意な相関を認めなかった。

図 7 最大舌圧と握力の 5 年間の変化量の相関

男女とも，最大舌圧と握力の 5 年間の変化量に有意な相関を認めなかった。

図 8 FAS の経年的変化

FAS は 2008 年と比較し，2013 年は有意に低下した（2008 年： 2.4 ± 2.4 ，2013 年： 0.8 ± 1.9 ）。

図 9 5 年間の個々の FAS の変化

FAS は対象者の半数以上が低下しており，FAS の変化量は個人差が大きい傾向にある。

図 10 FAS の各群と最大舌圧の関係

高活動群，低下群，低活動群ともに最大舌圧は 5 年間で有意に低下しており，2008 年（高活動群 35.4 ± 8.1 kPa，低下群 37.4 ± 8.5 kPa，低活動群 33.4 ± 9.6 kPa）には 3 群間で最大舌圧に差は認められなかったものが，2013 年（高活動群 32.7 ± 6.5 kPa，低下群 32.4 ± 6.4 kPa，低活動群 27.9 ± 6.5 kPa）には低活動群で有意に低い値を示した。

図 11 最大舌圧の下限値の設定

研究 1 の対象者における最大舌圧の経年的変化。箱ひげ図のひげの上端は 95 パーセンタイル値を示し、下端は 5 パーセンタイル値を示している。ひげの上端と中央値は 5 年間で低下しているが、下端はほぼ変化がないことから、2013 年の最大舌圧の 5 パーセンタイル値 20.1 kPa を最大舌圧の下限値として設定した。

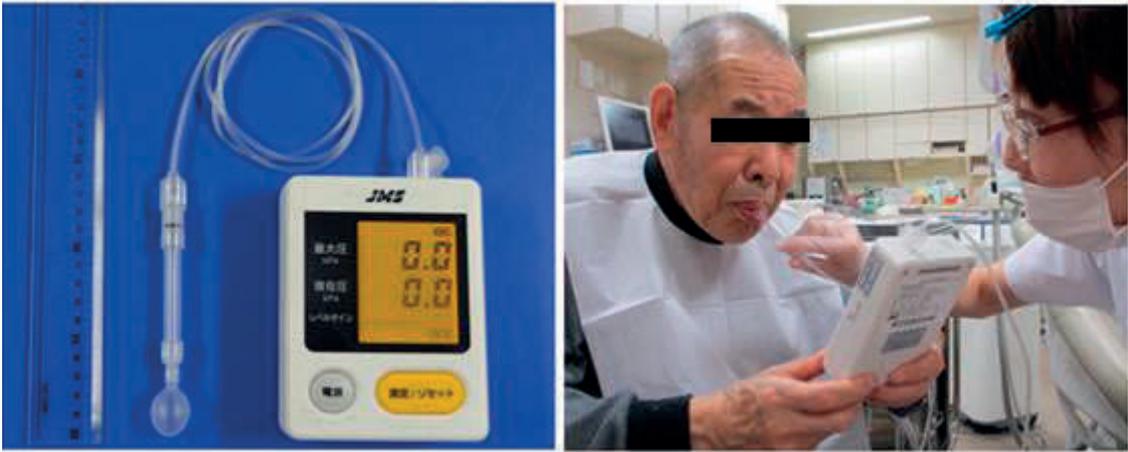


図 1



图 2

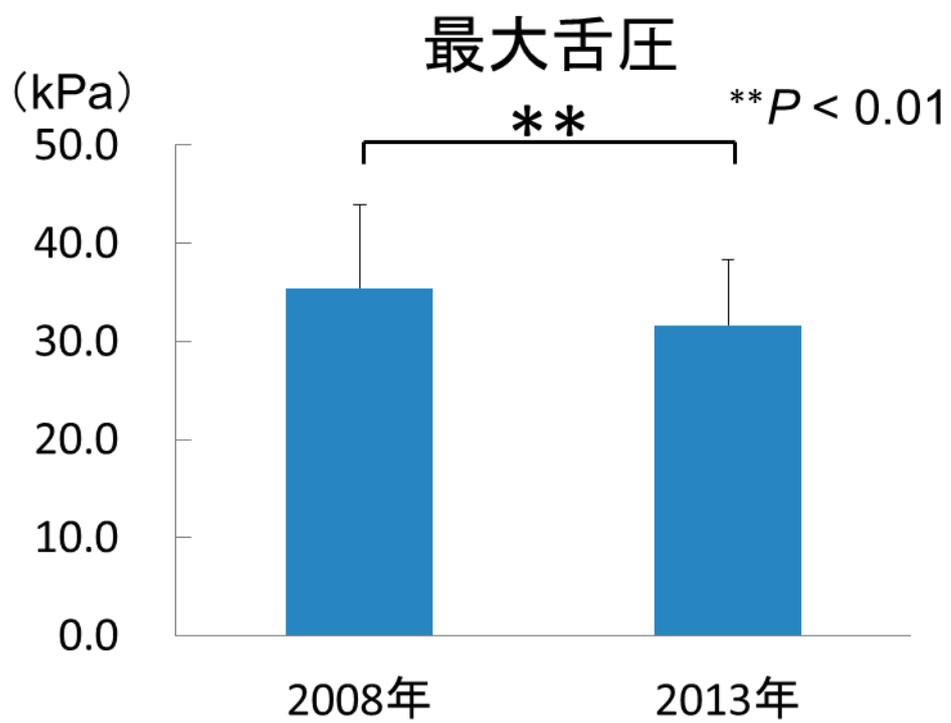


図 3

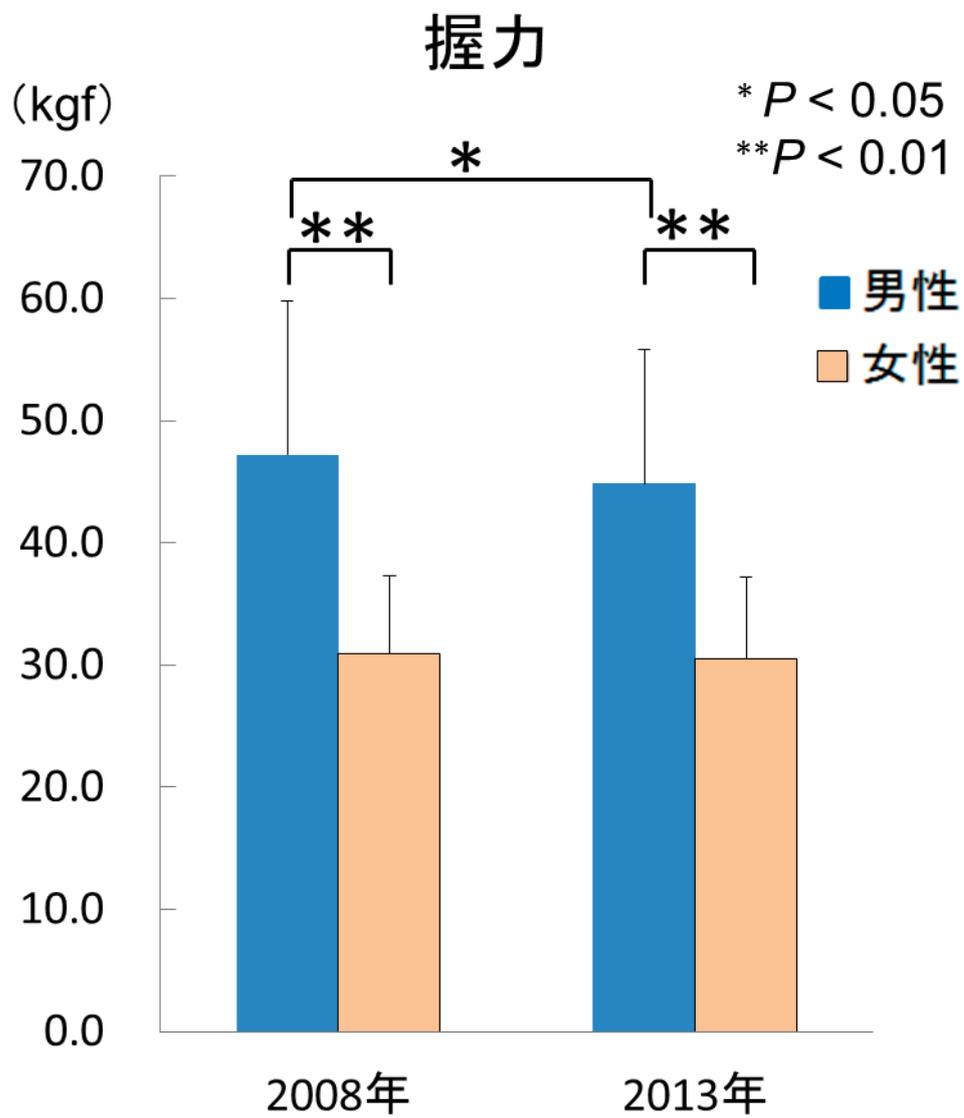


图 4

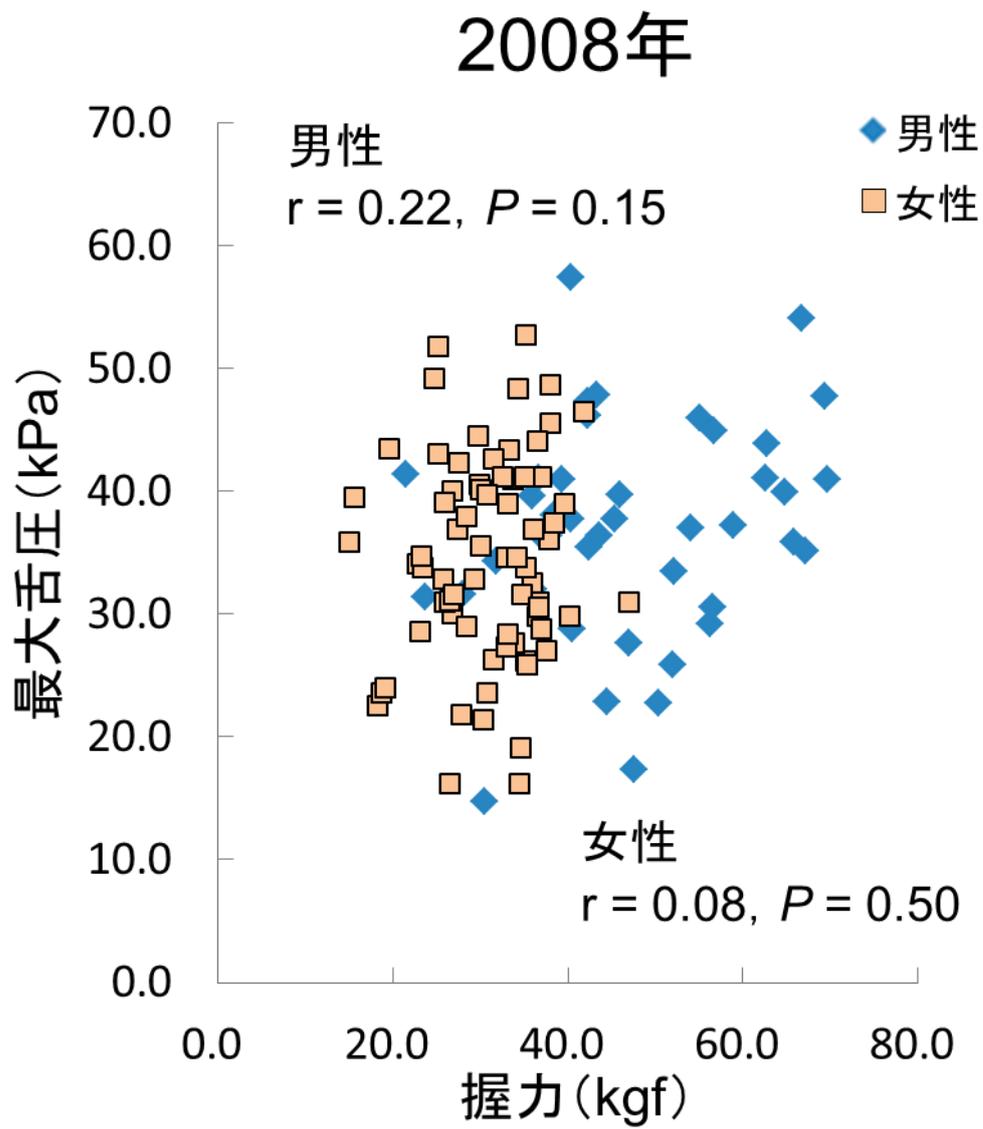


図 5

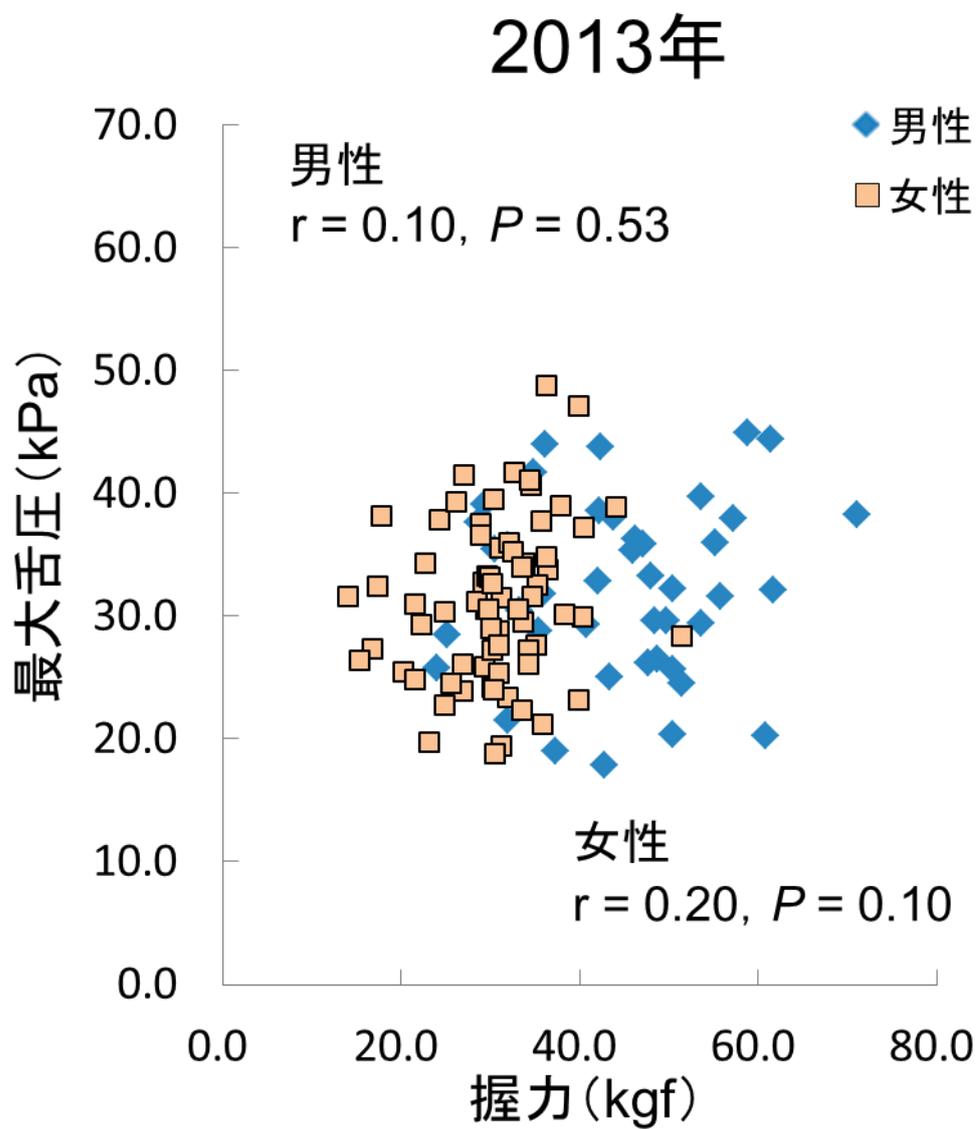


图 6

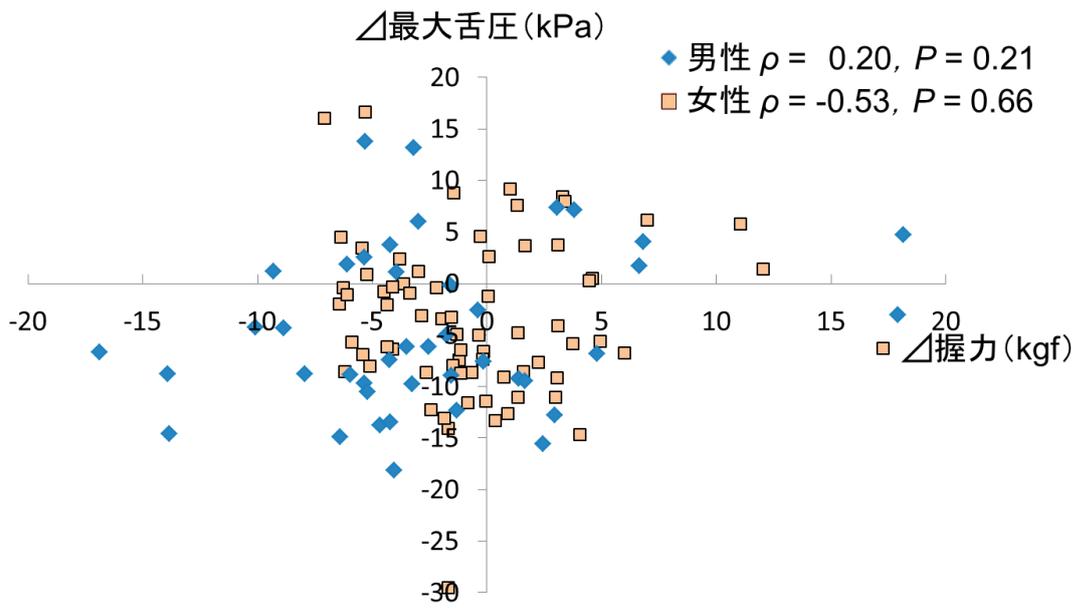


图 7

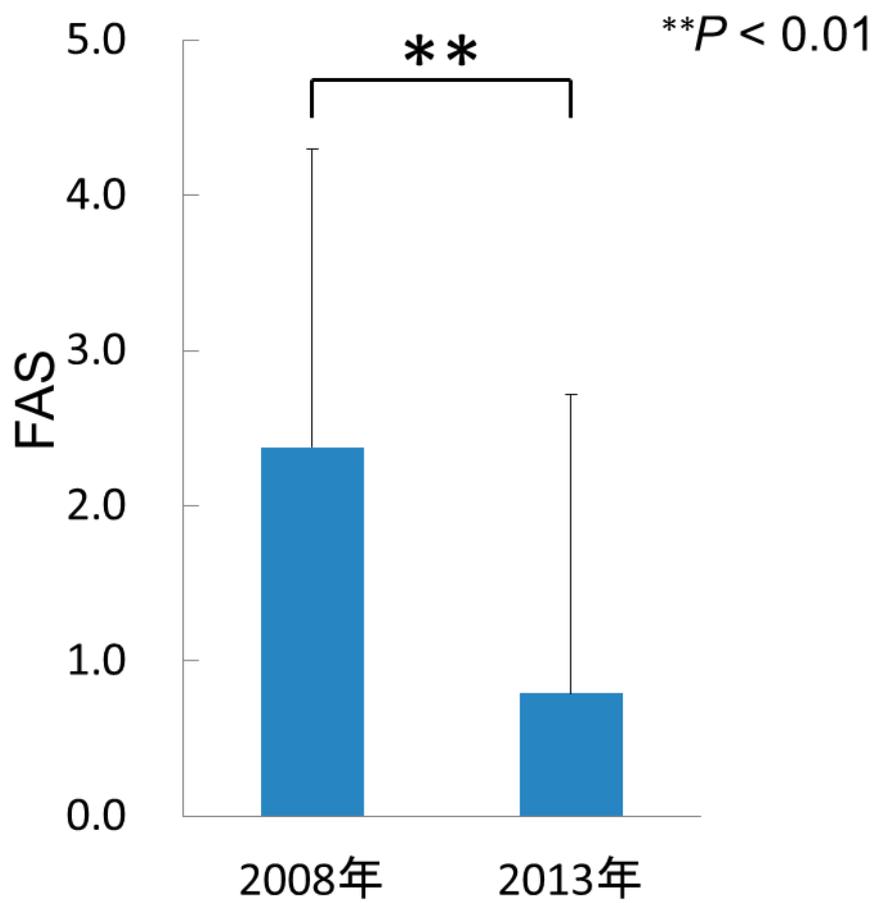


图 8

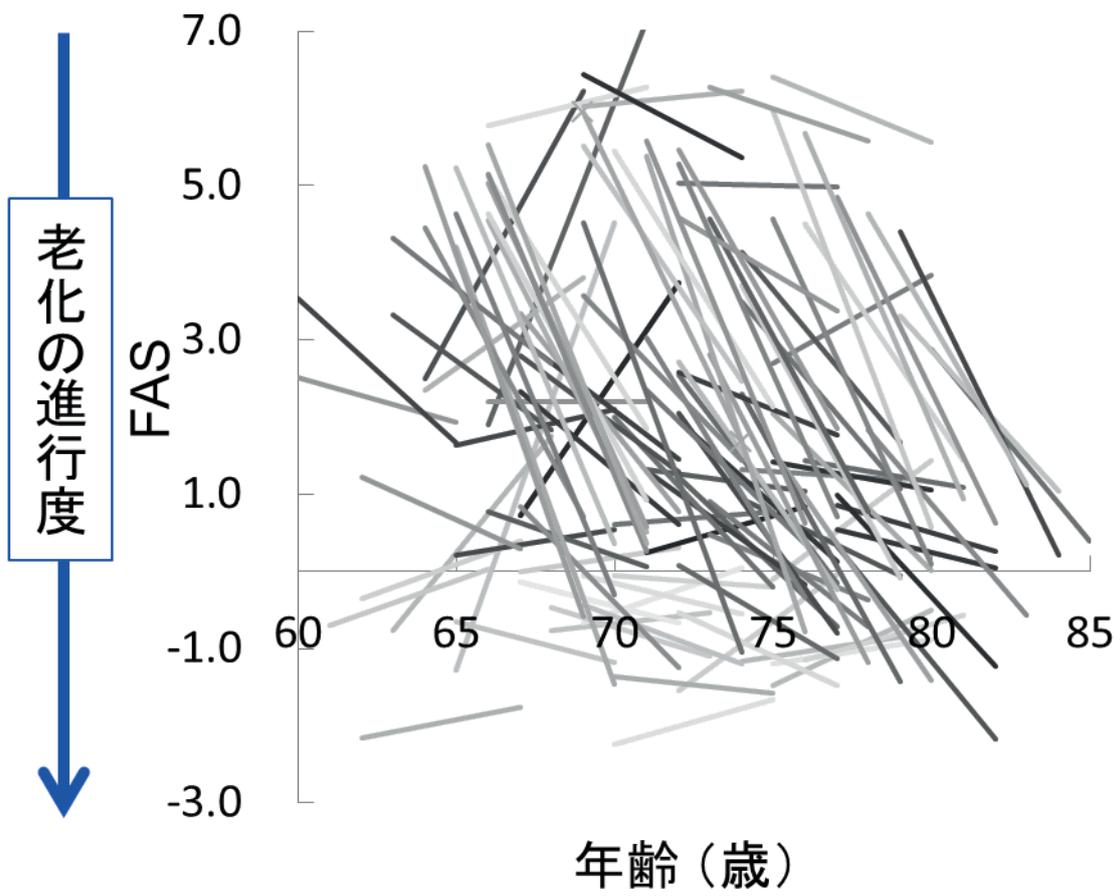


図 9

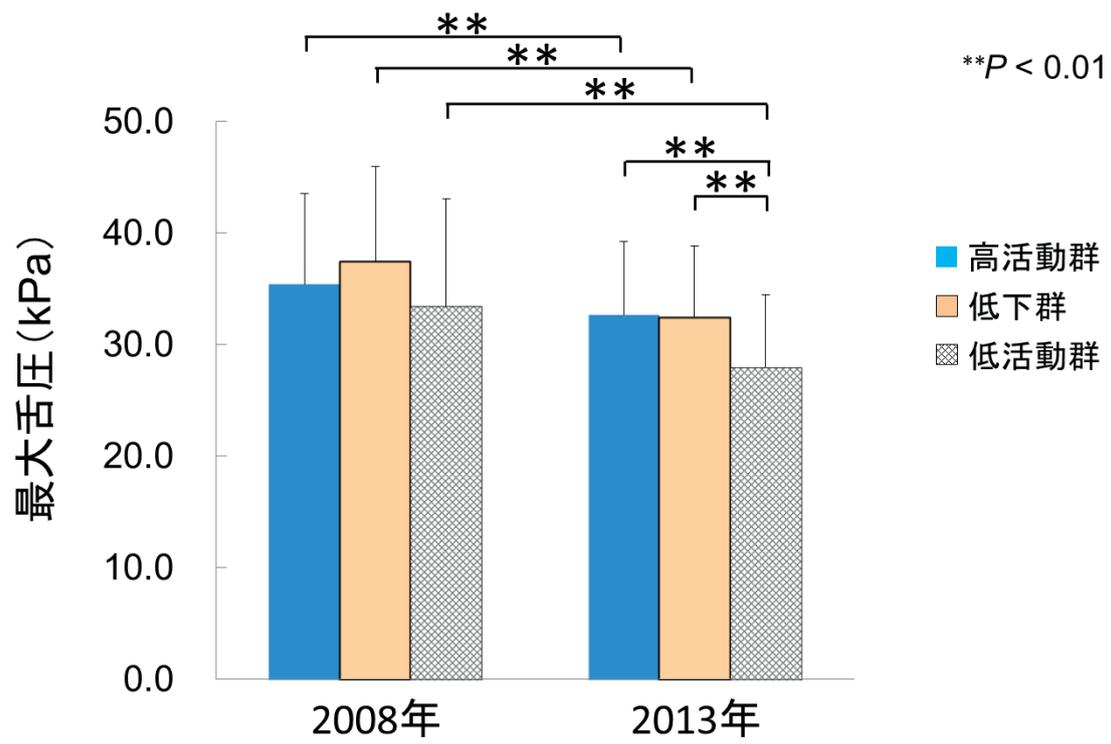


図 10

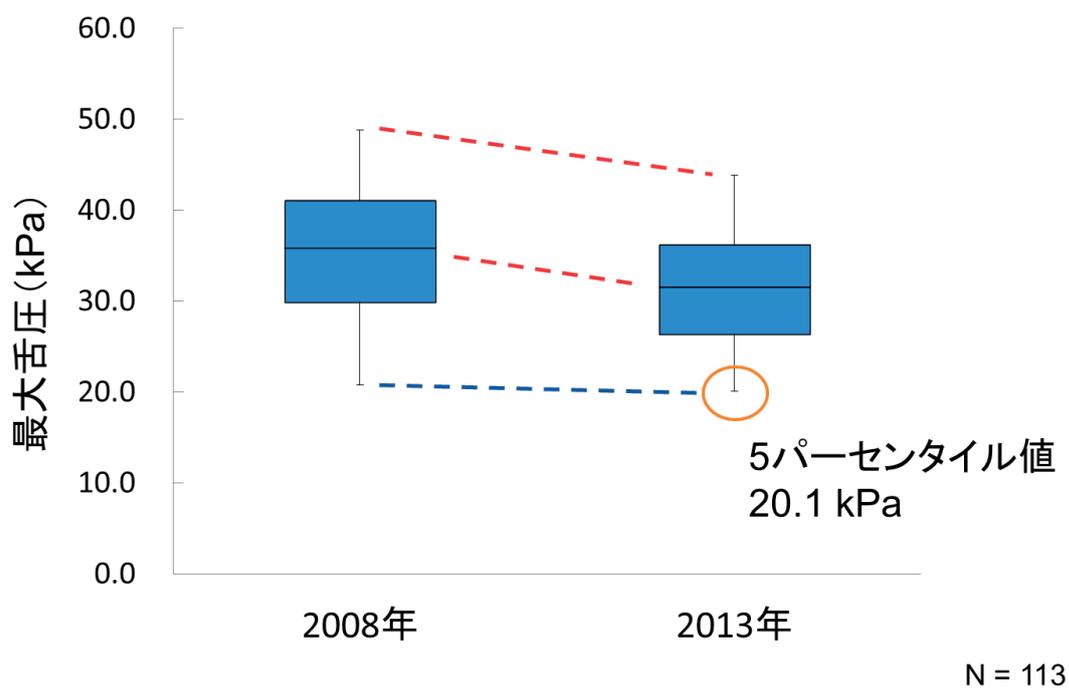


図 11