

□原著論文□

若年健常者における性別毎の部位別筋肉量と呼吸機能および呼吸筋力の関係

沢谷 洋平^{1,2} 石坂 正大³ 久保 晃³ 貞清 香織³ 屋嘉比 章紘³
佐藤 珠江^{1,3} 柴 隆広² 小野田 公³ 丸山 仁司⁴

抄 録

目的：若年健常者における性別毎の部位別筋肉量と呼吸機能および呼吸筋力の関係を明らかにすること。

対象：本大学の理学療法科学部生 78 名（男性 41 名，女性 37 名）。

方法：身体組成として，骨格筋量，右腕筋肉量，左腕筋肉量，体幹筋肉量，右脚筋肉量，左脚筋肉量を測定した。呼吸機能として肺活量，予備吸気量，予備呼気量，最大吸気量，努力性肺活量，1 秒量，最大呼気流量，呼吸筋力として最大吸気口腔内圧，最大呼気口腔内圧を測定した。身体組成と呼吸機能および呼吸筋力との相関関係を性別毎に検討した。

結果：部位別筋肉量と肺活量，予備吸気量，最大吸気量，努力性肺活量は男女で，最大呼気口腔内圧は男性のみ，予備呼気量は女性のみで有意な正の相関係数を認めた。一秒量は男性で有意な強い正の相関関係を認めた（右脚筋肉量， $r=0.70$ ）。

結論：若年健常者における部位別筋肉量と呼吸機能および呼吸筋力は相関関係があり，男性は呼吸筋力，女性は肺気量との関係性が示された。

キーワード：部位別筋肉量，呼吸機能，呼吸筋力

I. はじめに

呼吸機能に対する検査として肺機能検査が一般的であるが，近年では呼吸筋力としての評価も行えるようになってきている。呼吸筋は吸気筋と呼気筋に分けられ，主な吸気筋は横隔膜で，次いで斜角筋，胸鎖乳突筋，外肋間筋などがあげられる¹⁾。呼気筋は腹横筋，内・外腹斜筋，腹直筋などを指す¹⁾。呼吸に関わる筋肉は多様に存在するため，呼吸筋力とは横隔膜およびその他呼吸筋を含む総合的な筋力であり，一般に肺・胸郭系各部の発生圧として求められる。Rahn らは吸気あるいは呼気努力における圧量関係を示した²⁾。そのことから，最大吸気努力時の静的口腔内陰圧を最大吸気

口腔内圧，最大呼気努力時の静的口腔内陽圧を最大呼気口腔内圧と定義されている³⁻⁵⁾。健常者における肺機能検査と筋肉量の間では，努力性肺活量，%努力性肺活量，一秒量，一秒率が用いられており，骨格筋指数と努力性肺活量に中等度の正の相関関係があると報告されている⁶⁾。一方，要介護高齢者を対象とした研究では，呼吸筋力・呼吸機能と身体組成・運動能力の関係について，吸気筋力と運動耐用能には正の相関が認められたが，呼気筋力・呼吸機能と身体組成に関しては有意な相関関係は認めなかったと報告されている⁷⁾。呼吸機能・呼吸筋力と筋肉量は，加齢により低下することが明らかになっている^{8,9)}。しかし，こ

受付日：2018 年 8 月 10 日 受理日：2018 年 10 月 12 日

¹ 国際医療福祉大学大学院博士課程 医療福祉学研究科 保健医療学専攻 理学療法学分野
Division of Physical Therapy, Doctoral Program in Health Sciences, Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare
18s3024@iuhw.ac.jp

² 介護老人保健施設マロニエ苑通所リハビリテーション にしなすの総合在宅ケアセンター
Nishinasuno General Home Care Center, Department of Day Rehabilitation, Care Facility for the Elderly "Maronie-en"

³ 国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科
Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, International University of Health and Welfare

⁴ 国際医療福祉大学大学院
Graduate School of International University of Health and Welfare

これらの呼吸機能、特に呼吸筋力と身体組成の関係性について述べた報告は少ない。昨今では、臓器同士の相互連関を意味する多臓器連関といったキーワードも主流となっていることや¹⁰⁾、呼吸器疾患を代表する COPD (chronic obstructive pulmonary disease) 患者に筋量の低下を示すサルコペニアの有病率が高いこと¹¹⁾が報告されている。そのため、呼吸機能・呼吸筋力と筋肉量の関連性を明らかにすることが、高齢者に対する介護予防の一助になりうると思う。しかし、高齢者においては、年齢、喫煙歴、アルコール摂取歴などの調整が必要であり¹²⁾、生活歴に呼吸機能が影響する。さらに肺活量、一秒量は20歳代をピークに加齢により低下する¹³⁾。そこで本研究では、高齢者に対する前段階として、加齢による身体機能の低下が少ない若年健常者を対象とした。また、過去の報告では、骨格筋指数や体内総筋量などの全身的な身体組成項目と呼吸機能・呼吸筋力を比較しており、部位別筋量と呼吸機能の関係を検討した報告はない。以上のことから、本研究では、若年健常者に対し、性別毎の部位別筋量と呼吸機能および呼吸筋力の関係を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

呼吸器と循環器に疾患の既往のない本大学の理学療法科学部生 78 名 (男性 41 名, 女性 37 名) を対象とした (年齢 19.5 ± 1.5 歳: 平均値 \pm 標準偏差, 以下同様)。対象者の基本属性は、身長 166.1 ± 8.3 cm, 体重 57.9 ± 9.0 kg, BMI 20.9 ± 2.3 kg/m² であった。計測の前に目的や安全性を説明し参加の同意を得た。本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号 16-lo-171)。

2. 方法

対象者に、身体組成、肺機能検査、呼吸筋力を測定した。身体組成は、体組成分析装置 (InBody520, バイオスペース社製) を用いた部位別直接インピーダンス測定法を行った。測定にあたり、対象者は機器の指示

に従って立位姿勢となった。身体組成の指標は、骨格筋量、右腕筋肉量、左腕筋肉量、体幹筋肉量、右脚筋肉量、左脚筋肉量とした。肺機能検査、呼吸筋力の呼吸機能の測定は、オートスパイロ (AS-507, ミナト社製) と付属ユニットの呼吸筋力計 (AAM377, ミナト社製) を用いた。呼吸機能の測定は、American Thoracic Society と European Respiratory Society のガイドラインに準拠して実施した¹⁴⁾。呼吸機能の指標は、肺活量、予備吸気量、予備呼気量、最大吸気量、努力性肺活量、1秒量、最大呼気流量、最大吸気口腔内圧、最大呼気口腔内圧を用いた。統計解析は、基本属性と測定結果に対して性別毎に Kolmogorov-Smirnov の正規性の検定を行った。正規分布を認めた身体組成と呼吸機能の関係に対しピアソンの相関係数を算出し、性差を比較するために対応のない *t* 検定を行った。予備呼気量と最大呼気口腔内圧の2項目に関しては、正規分布を認めなかったため、スピアマンの順位相関係数とマン・ホイットニーの *U* 検定を用いた。すべての統計解析は SPSS Statistics version22 (IBM 社製) を用い、有意水準は 5% とした。

III. 結果

表 1 に対象者の基本属性と測定結果を示した。基本属性と測定結果において、年齢と BMI を除いたすべての項目で男女間に有意差を認めた。表 2-1 と 2-2 に、身体組成と呼吸機能との関係を示した。肺活量、予備吸気量、最大吸気量、努力性肺活量においては、骨格筋量、部位別筋量に、男女とも有意な正の相関関係を認めた。予備呼気量に関しては、女性のみ、右腕筋肉量、左腕筋肉量、体幹筋肉量に有意な正の相関関係を認めた。1秒量に関しては、男性の骨格筋量、部位別筋量に有意な正の相関関係を認め、右脚筋肉量 ($r=0.70$)、骨格筋量 ($r=0.67$)、左脚筋肉量 ($r=0.69$) と高い相関係数であった。最大呼気流量に関しては男性の骨格筋量、部位別筋量、女性の右腕筋肉量、左腕筋肉量、体幹筋肉量に有意な正の相関関係を認めた。最大吸気口腔内圧は男女とも有意な関係は認めず、最大呼気口腔内圧では男性のみ右腕筋肉量、左腕筋肉量、

表1 対象者の基本属性と測定結果

	全体 (n=77)	男性 (n=40)	女性 (n=37)
基本属性			
年齢 (歳)	19.5±1.5	19.7±2.0	19.2±0.4
身長 (cm)*	166.1±8.3	172.3±5.1	159.5±5.3
体重 (kg)*	57.9±9.0	62.7±7.2	52.7±7.7
BMI (kg/m ²)	20.9±2.3	21.1±2.0	20.7±2.5
身体組成			
骨格筋量 (kg)*	25.9±5.1	30.0±2.8	21.4±2.5
右腕筋肉量 (kg)*	2.4±0.6	2.8±0.4	1.8±0.3
左腕筋肉量 (kg)*	2.3±0.6	2.8±0.4	1.8±0.3
体幹筋肉量 (kg)*	20.3±3.7	23.2±2.1	17.1±1.9
右脚筋肉量 (kg)*	7.4±1.5	8.6±0.8	6.0±0.7
左脚筋肉量 (kg)*	7.4±1.5	8.6±0.8	6.0±0.7
呼吸機能			
肺活量 (L)*	3.8±0.9	4.4±0.6	3.1±0.4
予備吸気量 (L)*	1.6±0.6	1.9±0.5	1.2±0.3
予備呼気量 (L) [†]	1.5±0.4	1.8±0.4	1.3±0.3
最大吸気量 (L)*	2.3±0.6	2.7±0.6	1.8±0.3
努力性肺活量 (L)*	3.8±0.8	4.4±0.6	3.1±0.4
1秒量 (L)*	3.4±0.8	4.0±0.5	2.8±0.5
最大呼気流量 (L/sec)*	7.2±2.3	8.9±1.7	5.3±1.3
呼吸筋力			
最大吸気口腔内圧 (kPa)*	6.9±2.7	8.4±2.5	5.3±1.9
最大呼気口腔内圧 (kPa) [†]	7.7±2.4	9.1±2.0	6.1±1.7

対応のない *t* 検定: **p*<0.05

マン・ホイットニーの *U* 検定: [†]*p*<0.05

体幹筋肉量に有意な正の相関係数を認めた。

IV. 考察

本研究では、若年健常者における性別毎の部位別筋肉量と呼吸機能および呼吸筋力の関係を明らかにすることを目的とした。男性に関して、呼吸筋力の指標である最大呼気口腔内圧で腕と体幹の筋肉量と有意な関係を認めたが、予備呼気量では有意な関係は認めなかった。一方で女性は、予備呼気量と骨格筋量、腕と体幹の筋肉量と有意な関係を認めたが、呼吸筋力とは有意な関係を認めなかった。

本研究の結果より、性別毎の身体組成と呼吸機能について、男性は呼吸筋力、女性は肺気量との関係性が示された。これらを支持する2つの先行研究がある。1つ目は、男性は女性に比べ成熟の過程で肺実質と気道の不釣り合いの成長のため、気道抵抗が高いとされている¹⁵⁾。呼吸筋は他の骨格筋と比べ恒常的に使われている。気道抵抗の高い男性は、恒常的に呼気時の口

腔内圧が高く、呼吸筋力に対する鍛錬効果が考えられた。2つ目に、女性が胸郭を介した肺気量に影響を受ける可能性については、妊娠時に腹部容積増大にも適応できるよう胸郭容積を拡大しやすいことが報告されている¹⁶⁾。この胸郭容積拡大は、胸郭拡張差として近年では簡便に計測され、男性に比べ女性が胸郭拡張に対して換気量を容易に増大させることが明らかとなっている¹⁷⁾。これらの成長期の性差が、男性は呼吸筋力、女性は肺気量との関係に反映していると考えられた。

1秒量では、男性で右腕筋肉量 (*r*=0.51)、左腕筋肉量 (*r*=0.53)、体幹筋肉量 (*r*=0.55)、右脚筋肉量 (*r*=0.70)、左脚筋肉量 (*r*=0.69)であり、特に下肢で強い相関関係があった。一方、女性の1秒量は右腕筋肉量 (*r*=0.37)、左腕筋肉量 (*r*=0.42)、体幹筋肉量 (*r*=0.39)、右脚筋肉量 (*r*=0.33)、左脚筋肉量 (*r*=0.32)であった。女子大学生の部位別の筋肉量は、男性に対して大腿部で約63%、下腿で約75%、上肢

表 2-1 身体組成と呼吸機能との関係

	肺活量 (L)		予備吸気量 (L)		予備呼気量 (L)		最大吸気量 (L)		努力性肺活量 (L)	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)
身体組成										
骨格筋量 (kg)	0.66**	0.52**	0.36*	0.46**	0.25	0.32	0.52**	0.45**	0.66**	0.46**
右腕筋肉量 (kg)	0.56**	0.56**	0.35*	0.45**	0.18	0.39 [†]	0.46**	0.49**	0.55**	0.49**
左腕筋肉量 (kg)	0.59**	0.60**	0.38*	0.44**	0.21	0.43 ^{††}	0.48**	0.49**	0.58**	0.53**
体幹筋肉量 (kg)	0.59**	0.56**	0.39*	0.46**	0.19	0.39 [†]	0.49**	0.49**	0.59**	0.51**
右脚筋肉量 (kg)	0.66**	0.47**	0.33*	0.44**	0.26	0.27	0.51**	0.41*	0.67**	0.42*
左脚筋肉量 (kg)	0.65**	0.47**	0.35*	0.44**	0.26	0.28	0.50**	0.40*	0.66**	0.42*

ピアソンの相関係数：* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

スピアマンの順位相関係数：[†] $p < 0.05$ ^{††} $p < 0.01$

表 2-2 身体組成と呼吸機能および呼吸筋力との関係 (続き)

	1 秒量 (L)		最大呼気流量 (L/sec)		最大吸気口腔内圧 (kPa)		最大呼気口腔内圧 (kPa)	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)	(n=40)	(n=37)
身体組成								
骨格筋量 (kg)	0.67**	0.36*	0.55**	0.33	0.23	0.02	0.27	0.08
右腕筋肉量 (kg)	0.51**	0.37*	0.46**	0.35*	0.26	0.11	0.40*	0.11
左腕筋肉量 (kg)	0.53**	0.42*	0.46**	0.38*	0.30	0.13	0.41**	0.16
体幹筋肉量 (kg)	0.55**	0.39*	0.48**	0.36*	0.29	0.11	0.39*	0.12
右脚筋肉量 (kg)	0.70**	0.33	0.56**	0.29	0.18	-0.02	0.18	0.04
左脚筋肉量 (kg)	0.69**	0.32	0.57**	0.29	0.20	-0.03	0.20	0.03

ピアソンの相関係数：* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

スピアマンの順位相関係数：[†] $p < 0.05$ ^{††} $p < 0.01$

および体幹で約 50% と報告されている¹⁸⁾。本研究でも、女性の筋肉量は各部位で有意に男性よりも少なかった。筋肉量自体に性差があるため、呼吸機能の代表的な検査である 1 秒量と部位別筋肉量との関係で、男性は中等度～強い相関、女性は弱い相関であった可能性がある。

本研究の限界は、一大学の一学部生のみを対象としているため人数が少なく、スポーツ歴や呼吸様式の性差による検討を行っていない。今後は、さらなる対象者の拡大が必要であると考えられる。単変量解析のみで多変量解析を行っていないことも課題である。また、身体構造上、女性は男性よりも脂肪を多く蓄積しており、本研究でも対象者の脂肪量は女性の方が有意に多かった。女性に対しては、筋肉量以外の脂肪量や体脂肪率等の項目と呼吸機能の関係に着目していく必要もあると考える。

2016 年時点で、日本の 65 歳以上の高齢者人口は 27.3% に達し、要支援・要介護認定を受けた人は、2003 年度末 370.4 万人から 2014 年度末で 591.8 万人と 221.4 万人も増加している¹⁹⁾。身体組成は健常成人や健常高齢者のみではなく、要介護高齢者においても測定が可能である。部位別筋肉量は、理学療法プログラムの決定や、運動の動機付けを行う上でも、有用な指標となりうる。本研究は、高齢者に対する前段階として健常成人を対象としたものである。今後は、健常高齢者や要介護高齢者、呼吸器疾患患者等に今回の結果が当てはまるのか検討し、加齢や疾患による呼吸機能と筋肉量の影響を明らかにしていきたい。また、他パフォーマンステストや ADL に及ぼす影響を解明することで、介護予防の一助になりうると考える。

本研究における報告すべき利益相反はない。

文献

- 1) 千原幸司. 呼吸筋の臨床. 呼吸 2011; 30(4): 340-348
- 2) Rahn H, Otis AB, Chadwick LE, et al. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *Am. J. Physiol.* 1946; 146(2): 161-178
- 3) Polkey MI, Green M, Moxham J. Measurement of respiratory muscle strength. *Thorax* 1995; 50(11): 1131-1135
- 4) Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys. Ther.* 1995; 75(11): 983-995
- 5) Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad. Med. J.* 1998; 74(870): 208-215
- 6) 高橋泰子, 石坂正大, 久保晃ら. 健常者における骨格筋量と呼吸機能の関係. *理学療法科学* 2017; 32(3): 429-433
- 7) 山口育子, 内田学, 丸山仁司. 要介護高齢女性における呼吸筋力・呼吸機能と身体組成・運動能力の関係. *理学療法科学* 2018; 33(2): 337-342
- 8) 福田健. 肺の加齢による変化. *Dokkyo Journal of Medical Sciences* 2008; 35(3): 219-226
- 9) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令ら. 日本人筋肉量の加齢による特徴. *日本老年医学会雑誌* 2010; 47(1): 52-57
- 10) 渡部玲子, 岡崎亮. 【骨と多臓器連関】骨と呼吸器疾患. 腎と骨代謝 2014; 27(2): 165-168
- 11) Jones SE, Maddocks M, Kon SS, et al. Sarcopenia in COPD: prevalence, clinical correlates and response to pulmonary rehabilitation. *Thorax* 2015; 70(3): 213-218
- 12) Moon JH, Kong MH, Kim HJ. Implication of sarcopenia and sarcopenic obesity on lung function in healthy elderly: using Korean national health and nutrition examination survey. *J. Korean Med. Sci.* 2015; 30(11): 1682-1688
- 13) 山口泰弘. 超高齢社会と気管食道科: 高齢者の気道・肺機能. *日本気管食道科学会会報* 2014; 65(5): 395-402
- 14) American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166: 518-624
- 15) Mead J. Dysanapsis in normal lungs assessed by the relationship between maximal flow, static recoil, and vital capacity. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1980; 121: 339-342
- 16) Bellemare F, Jeanneret A, Couture J, et al. Sex differences in thoracic dimensions and configuration. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 168: 305-312
- 17) 小池友和, 藤谷順子, 西垣有希子ら. 胸部可動域と深呼吸時の換気量との関連について. *理学療法—臨床・研究・教育* 2017; 24(1): 36-39
- 18) Abe T, Kearns CF, Fukunaga T. Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *Br. J. Sports Med.* 2003; 37: 436-440
- 19) 厚生労働省. 2016. 平成 28 年版厚生労働白書—人口高齢化を乗り越える社会モデルを考える—. <https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/16/> 2018.9.17

Relationships between segmental lean mass and parameters of respiratory function and muscle strength in young healthy adults by gender

Yohei SAWAYA, Masahiro ISHIZAKA, Akira KUBO, Kaori SADAKEYO, Akihiro YAKABI, Tamae SATO, Takahiro SHIBA, Ko ONODA and Hitoshi MARUYAMA

Abstract

Purpose: This study aimed to clarify relationships between segmental lean mass and parameters of respiratory function and muscle strength in young healthy adults by gender.

Subjects: A total of 78 university students (41 males, 37 females) of the Department of Physical Therapy participated in this study.

Methods: The following were measured: body composition (skeletal muscle mass; lean balance of right arm, left arm, trunk, right leg, and left leg), respiratory function (vital capacity, inspiratory reserve volume, expiratory reserve volume, inspiratory capacity, forced vital capacity, one-second forced expiratory volume, peak expiratory flow rate), and respiratory muscle strength (maximum inspiratory pressure, maximum expiratory pressure). Correlations each gender between body composition and parameters of respiratory function and respiratory muscle strength were assessed using Pearson's coefficient.

Results: The segmental lean mass of males and females was positively correlated with vital capacity, inspiratory reserve volume, inspiratory capacity, and forced vital capacity. Segmental lean mass showed a positive correlation with maximum expiratory pressure only in males and a positive correlation with expiratory reserve volume only in females. One-second forced expiratory volume showed a strong positive correlation in males (right leg, $r = 0.70$).

Conclusion: Segmental lean mass showed a positive correlation with respiratory function and respiratory muscle strength in young healthy adults. Gender-based features correlated with respiratory muscle strength in males and lung capacity in females.

Keywords : segmental lean mass, respiratory function, respiratory muscle strength