若年健常成人男性における努力呼気での 広背筋下部線維筋厚左右比率と骨盤側方拳上角度 および呼吸機能の関連性

*Relations of Asymmetry in the Thickness of the Latissimus Dorsi Muscles
to Pelvic Lateral Tilt Angle and Respiratory Function during Forced Expiration
in Healthy Young Adult Males*

茂原 亜由美^{1,2)} 本間 友貴³⁾ 平山 哲郎⁴⁾
石田 行知⁵⁾ 柿崎 藤泰⁵⁾ 泉崎 雅彦¹⁾

AYUMI MOHARA, RPT, MS^{1,2)}, YUUKI HOMMA, RPT, PhD³⁾, TETSURO HIRAYAMA, RPT, PhD⁴⁾,
YUKISATO ISHIDA, PhD⁵⁾, FUJIYASU KAKIZAKI, RPT, PhD⁵⁾, MASAHICO IZUMIZAKI, MD, PhD¹⁾

¹⁾ Department of Physiology, Showa University School of Medicine: 1-5-8 Hatanodai, Shinagawa-ku, Tokyo 142-8555, Japan
TEL +81 3-3784-8113 E-mail: mopachan23@yahoo.co.jp

²⁾ Home-Visit Nursing Care Station Toudaimae, Sansei Medical Co., Ltd.

³⁾ Department of Rehabilitation, IMS group Clover no Sato IMS Care Kaupili Itabashi

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Shoinjinjamae Clinic

⁵⁾ Graduate School of Health Care Sciences, Bunkyo Gakuin University

Rigakuryoho Kagaku 34(4): 467-472, 2019. Submitted Feb. 7, 2019. Accepted Mar. 25, 2019.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the presence of asymmetry in the thickness of the latissimus dorsi muscles (LD) and the relations of the asymmetry to pelvic lateral tilt angle and respiratory function during forced expiration. [Participants and Methods] The subjects were 20 healthy males. Measurement items were the thicknesses of the bilateral LDs, pelvic lateral tilt angle and respiratory function. [Results] During resting expiration, the right LD was significantly thicker than the left LD. There was a correlation between the lateral asymmetry of the thicknesses of the LD and %IC. During forced expiration, the thickness of the left LD increased. The asymmetry in the thickness of the LD correlated with the pelvic lateral tilt angle during forced expiration and with %PE max. [Conclusion] These results suggest that asymmetry in the thickness of the LD is involved in %IC, %PE max, and pelvic stabilization in the frontal plane.

Key words: latissimus dorsi muscle, pelvis, respiration

要旨:〔目的〕努力呼気における広背筋下部線維筋厚の左右非対称性の有無と、骨盤側方拳上角度、呼吸機能との関連性を検討した。〔対象と方法〕若年健常成人男性 20 名を対象とし、安静呼気位と最大呼気位での左右広背筋下部線維筋厚、骨盤側方拳上角度を測定、また、呼吸機能検査を実施した。〔結果〕安静呼気位において広背筋下部線維筋厚は右側が厚く、筋厚左右比率と % IC の間に負の相関を認めた。最大呼気位には左側広背筋下部線維筋厚が増大した。最大呼気位での筋厚左右比率と骨盤側方拳上角度、% PE max の間に負の相関を認めた。〔結語〕左右の広背筋下部線維筋厚は、骨盤の前額面上での水平化および % IC、% PE max との間に関連性があることが示唆された。

キーワード: 広背筋、骨盤、呼吸

¹⁾ 昭和大学 医学部生理学講座 生体調節機能学部門: 東京都品川区旗の台 1-5-8 (〒142-8555) TEL 03-3784-8113

²⁾ 三誠メディカル株式会社 訪問看護ステーション東大前

³⁾ IMS グループ クローバーのさとイムスケアカウピリ板橋 リハビリテーション科

⁴⁾ 松陰神社前クリニック リハビリテーション科

⁵⁾ 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科

I. はじめに

広背筋は体幹後面を広く覆う筋であり、肩甲骨、肋骨、椎骨、骨盤に付着している。そのため、肩関節伸展、内転、内旋といった上肢機能への関与だけでなく、体幹の安定や運動にも大きく関与することが報告されている¹⁻⁴⁾。McGill⁵⁾らは、広背筋が腰部骨盤帯の安定性に重要な役割を果たすことを明らかにし、安井⁶⁾らは、座位での姿勢保持に関与すると報告している。特に上部線維は上肢運動、下部線維は体幹運動に関与し³⁾、上肢が固定された状態で活動すると、骨盤の側方挙上や体幹の伸展に作用する^{3,4)}。広背筋は呼吸への関わりも報告され、胸郭拡張を維持することから、吸気作用を持つとされる^{5,6)}。一方で、広背筋は呼気時にも活動が確認されている^{7,8)}。しかし、呼気時の広背筋の活動が、体幹や骨盤に対し具体的にどのような作用をもたらしているか明確にされたものはない。よって本研究では、努力呼気における広背筋下部線維の作用に着目した。

努力呼気は、体幹の外乱刺激となるため姿勢保持能力が求められる。努力呼気と姿勢に関する先行研究⁹⁾では、胸郭左側方偏位量が多いほど腰方形筋断面積は右側が大きいという左右非対称性を示し、%機能的残気量 (functional residual capacity: 以下, FRC) や%残気量 (residual volume: 以下, RV) といった残存気量を示す呼吸機能指標値は高く、%最大呼気口腔内圧 (maximum expiratory mouth pressure: 以下, PE max) は低いと報告している。つまり、姿勢の左右非対称性が大きいほど努力呼気機能は低いと考えられる。一方、広背筋下部線維は本来、骨盤側方挙上作用を持つ^{3,4)}。そのため、広背筋下部線維の筋量に左右非対称性があれば、前額面上での座圧中心点および頭部、体幹の配列が変化し、姿勢の左右非対称性を引き起こし、結果的に努力呼気機能を低下させる可能性がある。

そこで本研究では、まず超音波診断装置を用い、健康成人における努力呼気での左右の広背筋下部線維の筋厚を測定し、広背筋の筋量の左右非対称性を評価した。超音波診断装置を用いた骨格筋の筋厚は、屍体での実測やMRI画像計測と高い相関が示されており¹⁰⁻¹²⁾、筋量の指標として用いられる¹³⁾。また、筋厚は筋力との相関が報告され¹⁴⁾、筋線維の直径は発揮張力と高い相関が認められていることより¹⁵⁾、骨格筋量は筋力発揮のための因子であるといえる。

次に、努力呼気における広背筋下部線維筋厚の左右非対称性と前額面上での骨盤股位に関連性があるか検討した。上述のとおり、広背筋下部線維の筋量に左右非対称性があれば、骨盤側方挙上が起こり姿勢の左右非対称性を引き起こす可能性がある。さらには、広背筋下部線維は座位での骨盤運動および姿勢保持に関与するため、体幹の外乱刺激となる努力呼気などが起こる呼吸機能検査

時の姿勢保持にも関与すると予想される。そこで、広背筋下部線維筋厚の左右非対称性は、呼吸機能検査指標との間に関連性があるか検討した。まず健康成人を対象に検討し、努力呼気における左右広背筋下部線維の作用および呼吸機能との関連性について理解を深めることで、高齢者や疾患者の呼吸理学療法における評価、介入の一つの指標になると考える。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は呼吸器疾患、脊柱疾患の既往がない若年健康成人男性20名とした (年齢 26.0 ± 2.7 歳, 身長 171.6 ± 5.4 cm, 体重 64.4 ± 7.3 kg, BMI 21.9 ± 2.2 kg/m²: 平均 $\pm$ 標準偏差)。肺気量を規定する因子である肺・胸郭コンプライアンス、呼吸筋力、気道抵抗は、加齢や肥満の影響を受ける¹⁶⁻¹⁸⁾。そこで今回は、疾患特性、加齢、性差、肥満といった因子を除外するため、若年健康成人男性を研究の対象とした。本研究は文京学院大学倫理審査委員会の承認を得た (承認番号: 2015-0021)。なお、すべての被験者に本研究の趣旨を説明し、紙面にて同意を得たのち実施した。

2. 方法

安静呼気位と努力呼気による最大呼気位において、左右の広背筋下部線維の筋厚と骨盤の側方挙上角度を測定した。測定は両上肢とも下垂位の端座位にて行った。安静呼気位に続いて、最大吸気位まで吸気を行ったのち、最大限の力で一気に努力呼出をさせ、最大呼気位まで呼出をするよう指示した。安静呼気位、最大吸気位、最大呼気位で各々3秒間以上の静止時間を設けた。また測定に際し、被験者の視線は正面とし、屈曲、伸展といった体幹の代償運動が起こらないよう指示した。なお、疲労に配慮し、測定と測定の間に2分間の休憩時間¹⁹⁾を設けた。

広背筋下部線維筋厚の測定には、Bモード超音波診断装置 (HI VISION Preirus, 日立メディコ社製)、5-10 MHz のリニア式プローブを2本使用した。リアルタイムバイプレーン機能にて左右の広背筋下部線維の画像を同時に表出した。測定部位は広背筋の肋骨を起始とする線維の起始部とし、腋窩中央と上後腸骨棘から2 cm 内側の点を結んだ線上²⁰⁾で、第10肋骨上とし、プローブを第10肋骨に直交させて測定した。超音波測定は広背筋の測定に熟練した同一検者にて行った。安静呼気位と最大呼気位の画像を記録したのち、得られた超音波画像をコンピュータに取り込み、画像解析ソフトウェア (ImageJ 1.36B, アメリカ国立衛生研究所製) を用いて筋厚 (単位: mm) を計測した。努力呼気に伴う広背筋下部線維筋厚の変化率 (単位: %) は、(最大呼気位筋厚

—安静呼気位筋厚)／安静呼気位筋厚×100で求めた。また、広背筋下部線維筋厚の左右比率は(右側／左側)×100で求め、比率100%が左右対称、100%を上回る場合は右側が厚く、下回る場合は左側が厚いという非対称性を示すものとした。各3施行のデータの平均値を個人の代表値とした。

骨盤側方挙上角度の測定には3次元動作解析装置(Vicon Nexus, Vicon Motion Systems 社製)を使用した。赤外線カメラ8台と直径6.5 mmの赤外線反射マークを使用し、サンプリング周波数100 Hzでコンピュータに取り込んだ。左右の上前腸骨棘と左右の上後腸骨棘に赤外線反射マークを貼付し、骨盤セグメントを設定した。得られた3次元座標から、骨盤セグメントの絶対空間における側方挙上角度(単位:°)を算出した。極性表記は負を骨盤右挙上位、正を骨盤左挙上位とした。安静呼気位と最大呼気位、各々3秒間以上の静止時間のなかで安定した1秒間のデータを採用し、各3施行のデータの平均値を個人の代表値とした。なお、セグメント設定には解析用プログラミングソフトウェア(Body Builder, Vicon Motion Systems 社製)を用いた。

呼吸機能検査はボディプレチスモグラフ(BX-9, ミナト医科学社製)を使用し、肺気量分画の測定および努力呼気関連指標の測定を行った。測定項目は肺活量(vital capacity: 以下, VC), RV, FRC, 全肺気量(total lung capacity: 以下, TLC), 呼気予備量(expiratory reserve volume: 以下, ERV), 残気率(以下, RV/TLC), 最大吸気量(inspiratory capacity: 以下, IC), 努力肺活量(forced vital capacity: 以下, FVC), 1秒量

(forced expiratory volume_{1.0}: 以下, FEV_{1.0}), 1秒率(以下, FEV_{1.0%})とした。呼吸筋力は電子式診断用スパイロメータ(AS-507, ミナト医科学社製)を使用し、Blackらの方法²¹⁾に従い、PE maxと最大吸気口腔内圧(maximum inspiratory mouth pressure: 以下, PI max)を測定した。いずれもノーズクリップを装着し、マウスピースをくわえて測定した。測定値は呼吸機能検査ガイドライン²²⁾に基づき、3回の測定の最大値を使用した。肺機能指標値および呼吸筋力は、年齢や体格による影響を最小限にするため表1に示した予測式²³⁻²⁶⁾から予測値を求め、それに対する実測値の割合を算出した。

得られたデータの正規性をShapiro-Wilk検定にて確認したのち、広背筋下部線維筋厚および変化率の左右比較、骨盤側方挙上角度の安静呼気位と最大呼気位での比較を行った。広背筋下部線維筋厚の左右比率と骨盤側方挙上角度、呼吸機能指標との関係は、Pearsonの積率相関係数を用いて検討した。すべての解析は、統計ソフトウェアSPSS ver. 25.0 J for Windowsを用い、有意水準は5%とした。

III. 結 果

左右の広背筋下部線維筋厚と筋厚変化率の統計値(平均値±標準偏差)を表2に示した。安静呼気位において、全対象者(n=20)で右側筋厚が厚かった(p<0.01)。筋厚の左右比率(右側／左側)×100の平均値は135.1±18.7%、最大値は181.3%、最小値は105.7%だった。最大呼気位においては、右側筋厚が厚い対象者は13名

表1 肺機能指標および呼吸筋力の予測式

肺気量分画：西田らの予測式 ²³⁾	
VC (l)	= (2.85 - 0.010 × 年齢(歳)) × 身長(m)
RV (l)	= (0.010 × 年齢(歳) + 0.55) × 身長(m)
FRC (l)	= (0.005 × 年齢(歳) + 1.67) × 身長(m)
TLC (l)	= 3.40 × 身長(m)
ERV (l)	= (1.12 - 0.004 × 年齢(歳)) × 身長(m)
RV/TLC (%)	= 0.298 × 年齢(歳) + 15.8
最大吸気量：O'Donnellらの予測式 ²⁴⁾	
IC (l)	= TLC (l) - FRC (l)
スパイログラフィー：西田らの予測式 ²⁵⁾	
FVC (l)	= (3.05 - 0.015 × 年齢(歳)) × 身長(m)
FEV _{1.0} (l)	= (2.71 - 0.018 × 年齢(歳)) × 身長(m)
FEV _{1.0%} (%)	= 91.9 - 0.260 × 年齢(歳)
呼吸筋力：鈴木らの予測式 ²⁶⁾	
PE max (cmH ₂ O)	= 25.1 - 0.37 × 年齢(歳) + 0.20 × 身長(cm) + 1.20 × 体重(kg)
PI max (cmH ₂ O)	= 45.0 - 0.74 × 年齢(歳) + 0.27 × 身長(cm) + 0.60 × 体重(kg)

VC：肺活量，RV：残気量，FRC：機能的残気量，TLC：全肺気量，ERV：呼気予備量，RV/TLC：残気率，IC：最大吸気量，FVC：努力肺活量，FEV_{1.0}：1秒量，FEV_{1.0%}：1秒率，PE max：最大呼気口腔内圧，PI max：最大吸気口腔内圧。

表2 広背筋下部線維筋厚および筋厚変化率の左右比較

	右側	左側
広背筋下部線維筋厚 (mm)		
安静呼吸位	10.9 ± 2.7	8.2 ± 2.5**
最大呼吸位	11.1 ± 2.5	10.5 ± 2.1
広背筋下部線維筋厚変化率 (%)	3.9 ± 17.8	34.5 ± 33.7**

n=20. 平均値 ± 標準偏差. Wilcoxon の符号付き順位検定.
** : $p < 0.01$.

表3 骨盤側方挙上角度の安静呼吸位と最大呼吸位での比較

	安静呼吸位	最大呼吸位
骨盤側方挙上角度 (°)	-0.6 ± 0.9	-0.4 ± 0.8 *

n=20. 平均値 ± 標準偏差. + : 骨盤左挙上位, - : 骨盤右挙上位. 対応のある t 検定, * : $p < 0.05$.

で全体の 65% であり, 筋厚の左右比率の平均値は $106.0 \pm 14.8\%$, 最大値は 139.7%, 最小値は 82.5% だった. しかし, 最大呼吸位での筋厚の平均値に有意な左右差はなかった. 骨盤の側方挙上角度の統計値を表3に示した. いずれも負の値を示し, 安静呼吸位と最大呼吸位で有意差を認めた ($p < 0.05$). 呼吸機能検査の結果は表4に示した. すべて予測値に対する割合を示した.

広背筋下部線維筋厚の左右比率と骨盤側方挙上角度の関係を表5に示した. 最大呼吸位での広背筋下部線維筋厚の左右比率と最大呼吸位での骨盤側方挙上角度 (負: 骨盤右挙上位, 正: 骨盤左挙上位) の間に有意な負の相関があった ($r = -0.52$, $p < 0.05$). 広背筋下部線維筋厚の左右比率と呼吸機能の関係を表6に示した. 安静呼吸位における広背筋下部線維筋厚の左右比率と % IC の間に有意な負の相関があり ($r = -0.48$, $p < 0.05$), 「右側の広背筋下部線維筋厚が厚い」という左右非対称性が大きいほど, % IC は低いという関係性を示した. また, 最大呼吸位での広背筋下部線維筋厚の左右比率と % PE max の間にも負の相関を認めた ($r = -0.68$, $p < 0.01$).

IV. 考 察

本研究では, 呼吸機能検査における努力呼吸を想定した呼吸動作における, 安静呼吸位および最大呼吸位での「広背筋下部線維筋厚の左右比率」と「骨盤側方挙上角度」および「呼吸機能」の関連性を明らかにした.

安静呼吸位において, 広背筋下部線維筋厚は右側が厚いという左右非対称性を示し, 安静呼吸位での広背筋下部線維筋厚の左右比率 (右側/左側) $\times 100$ と % IC の間には負の相関関係がみられた (表6). つまり, 相対的に右側が厚いほど % IC は低かった. 正保ら^{27,28)}は, 胸

表4 呼吸機能検査の結果 (%)

% VC	105.3 ± 11.0
% RV	149.6 ± 33.2
% FRC	133.1 ± 21.0
% TLC	115.3 ± 13.2
% ERV	117.3 ± 14.9
% RV/TLC	130.3 ± 19.1
% IC	95.2 ± 14.2
% FVC	102.5 ± 10.7
% FEV _{1.0}	101.9 ± 8.8
% FEV _{1.0%}	98.8 ± 7.2
% PE max	77.7 ± 15.8
% PI max	73.0 ± 18.1

n=20. 平均値 ± 標準偏差. VC: 肺活量, RV: 残気量, FRC: 機能的残気量, TLC: 全肺気量, ERV: 呼吸予備量, RV/TLC: 残気率, IC: 最大吸気量, FVC: 努力肺活量, FEV_{1.0}: 1秒量, FEV_{1.0%}: 1秒率, PE max: 最大呼吸口腔内圧, PI max: 最大吸気口腔内圧.

表5 広背筋下部線維筋厚左右比率と骨盤側方挙上角度の相関

		広背筋下部線維筋厚左右比率	
		安静呼吸位	最大呼吸位
骨盤側方	安静呼吸位	-0.03	-0.40
挙上角度	最大呼吸位	0.12	-0.52*

n=20. Pearson の積率相関係数: r, * : $p < 0.05$.

表6 広背筋下部線維筋厚左右比率と呼吸機能の相関

	広背筋下部線維筋厚左右比率	
	安静呼吸位	最大呼吸位
% VC	-0.31	-0.33
% RV	-0.01	-0.07
% FRC	0.01	-0.14
% TLC	-0.24	-0.20
% ERV	0.02	-0.19
% RV/TLC	0.20	0.07
% IC	-0.48*	-0.17
% FVC	-0.31	-0.33
% FEV _{1.0}	-0.31	-0.28
% FEV _{1.0%}	0.06	0.12
% PE max	-0.05	-0.68**
% PI max	-0.12	-0.38

n=20. VC: 肺活量, RV: 残気量, FRC: 機能的残気量, TLC: 全肺気量, ERV: 呼吸予備量, RV/TLC: 残気率, IC: 最大吸気量, FVC: 努力肺活量, FEV_{1.0}: 1秒量, FEV_{1.0%}: 1秒率, PE max: 最大呼吸口腔内圧, PI max: 最大吸気口腔内圧. Pearson の積率相関係数: r, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$.

郭拡張差と胸郭体積変化の間には高い正の相関があり、さらに不良姿勢および胸郭体積変化の低下がICを低下させる可能性に言及している。また平山ら²⁹⁾は、胸郭水平断面積の左右非対称性が大きいと胸郭拡張率が低く、胸郭拡張率が低いと% ICが低いことを報告している。さらには、体幹筋の非対称的な活動は肋骨の偏位を引き起こし、胸郭可動性にも影響を及ぼするという報告もある^{30,31)}。したがって、今回の観察された安静呼吸気位での広背筋下部線維筋厚の左右非対称性は、吸気における胸郭拡張制限および胸郭体積変化の低下をもたらした可能性があり、安静呼吸気位での広背筋下部線維筋厚の左右非対称性と% ICに負の相関を認めたと推測される。なお、体幹筋筋厚の左右差に関する先行研究³²⁾では、野球投手群における投球側と非投球側には広背筋筋厚に有意差があったが、対照群における利き手側と非利き手側の広背筋筋厚には有意差が認められなかった、と報告されている。本研究とは筋厚測定部位が異なるものの、本研究の測定部位は上肢運動より体幹運動への関与が大きいとされる部位であったこと、スポーツ選手のように特定の動作を反復するといった対象者はいなかったことより、全対象者の安静呼吸気位において、右側の広背筋下部線維筋厚が厚いという左右非対称性を示した今回の結果は、利き手の影響は少ない可能性がある。しかし今後、先行研究⁹⁾で報告されている姿勢の左右非対称性や利き脚等を考慮し、さらなる検証が必要と考える。

本研究では、安静呼吸気位に比べ、最大呼吸気位で骨盤右挙上位が軽減したことが示唆された。この機序に左側の広背筋下部線維筋が関与している可能性がある。表5にあるように、最大呼吸気位での広背筋下部線維筋厚の左右比率(右側/左側)×100と最大呼吸気位での骨盤側方挙上角度(正が骨盤左挙上位)の間に負の相関を認め、最大呼吸気位において、相対的に右側が厚いほど右挙上位を呈し、左側が厚いほど左挙上位を呈することが示唆された。つまり、広背筋下部線維筋厚の厚い側と同側の骨盤挙上位が関連していた。

広背筋の機能に関し、Porterfield³³⁾は、重力に抗し体幹を対称的に直立に保持する役割を持つ筋群のうちの一つであるとし、Marrasら³⁴⁾は、体幹運動の加速度が上昇すると広背筋が活動する、と報告している。今回の課題動作である端座位における努力呼吸は、体幹への外乱刺激となりうる素早い動きのため、体幹の直立保持能力が求められる。上述のように、安静呼吸気位では、広背筋下部線維筋厚は右側が厚かった(右10.9 ± 2.7 mm, 左8.2 ± 2.5 mm)。しかし、広背筋下部線維筋厚の変化率(最大呼吸気位筋厚 - 安静呼吸気位筋厚)/安静呼吸気位筋厚×100は左側が大きく、左側の変化率34.5 ± 33.7%は最大呼吸気位で筋厚が厚くなることを示す(表2)。一方、右側の変化率は3.9 ± 17.8%であり、安静呼吸気位と最大呼吸気位で筋厚はほぼ変化しなかった。その結果、最大呼

気位においては、広背筋下部線維筋厚は左右ではほぼ同等となった(右11.1 ± 2.5 mm, 左10.5 ± 2.1 mm)。このことは、右側に対し相対的に薄かった左側の広背筋下部線維筋の筋厚が増大して筋出力が発揮され、前額面上での骨盤の側方挙上角度の調整、すなわち骨盤右挙上位の減少に関与した可能性がある。最大呼吸気位で広背筋下部線維筋厚の左右非対称性はほぼ消失し、これは端座位における骨盤の前額面上での水平化を反映する知見であり、体幹が備える直立保持能力の一つと考えられる。

最大呼吸気位における広背筋下部線維筋厚の左右比率(右側/左側)×100と% PE maxの間には負の相関関係がみられた(表6)。呼吸筋の筋量の左右非対称性と努力呼出機能に関する先行研究^{9,30)}では、呼吸主動作筋である腹筋群³⁰⁾や呼吸補助筋である腰方形筋⁹⁾は、健康成人において、胸郭の左側方偏位という姿勢の左右非対称性が大きいほど筋量の左右非対称性が存在し、努力呼出に関わる呼吸機能指標値が低いと報告している。そのため、広背筋下部線維筋の筋量の右側>左側という左右非対称性は、骨盤の右挙上位および姿勢や呼吸に関わる筋群の筋量の左右非対称性を引き起こし、結果的に努力呼出機能を低下させる可能性がある。これにより、最大呼吸気位での広背筋下部線維筋厚の右側>左側という左右非対称性が大きいほど% PE maxが低値という相関を示した可能性がある。本研究の対象者は若年健康成人であり、広背筋下部線維筋厚の平均値では最大呼吸気位に左右非対称性はほぼ消失した。しかし、最大呼吸気位での広背筋下部線維筋厚の左右比率と% PE maxにおける負の相関関係から近似的に推察すると、最大呼吸気位における広背筋下部線維筋厚の右側>左側という非対称性がさらに増大すると、% PE maxもさらに低値を示す可能性がある。高齢者における姿勢と呼吸機能に関する先行研究³⁵⁾では、PE maxは正常群と比べ円背群で有意に低値を示した、と報告されている。健康成人を対象とした先行研究⁹⁾や本研究とは、着目している姿勢の面が異なるものの、高齢者においても姿勢がPE maxに影響を及ぼすとされている。さらに、PE maxは高齢者における随意的咳嗽力に影響を及ぼすと報告されている³⁶⁾。今後高齢者を対象に追究していくことで、広背筋下部線維筋量の左右非対称性に対する評価や介入が、高齢者の咳嗽能力向上および誤嚥性肺炎の予防にも貢献しうると考える。

また、今回若年健康成人で確認された、努力呼吸における広背筋下部線維筋量の左右対称化や骨盤の水平化といった知見を、高齢者や疾患者でも確認すること、努力呼吸における広背筋下部線維筋量の左右非対称性が残存している対象者に対し、非対称性を修正するような理学療法を実施し、骨盤側方挙上角度やPE maxの変化を検証することが今後の課題である。本研究の限界として、口腔内圧法で測定した呼吸筋力(PE max, PI max)は、肺および胸郭の弾性収縮力などの影響を受けている³⁷⁾

ことから、真の呼吸筋力とはいえない点が挙げられる。

本研究により、広背筋下部線維筋厚の左右非対称性は、安静呼吸位では% IC、最大呼吸位では骨盤側方挙上角度および% PE max との間に関連性があることが示された。また、広背筋下部線維の活動を利用して姿勢の左右非対称性を修正する機構があることが示唆された。

利益相反 本研究において開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) McGill SM, McDermott A, Fenwick CM: Comparison of different strongman events: trunk muscle activation and lumbar spine motion, load, and stiffness. *J Strength Cond Res*, 2009, 23: 1148-1161.
- 2) 安井重男, 藤本将志: 座位での側方移動距離の変化が広背筋の筋電図積分値に及ぼす影響—広背筋上部線維・下部線維に着目して—。関西理学療法, 2008, 8: 69-73.
- 3) 伊東 元, 岩崎富子: 広背筋の筋動作学的研究。臨床理学療法, 1976, 3: 23-36.
- 4) Janssen-Potten YJ, Seelen HA, Drukker J, et al.: The effect of seat tilting on pelvic position, balance control, and compensatory postural muscle use in paraplegic subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82: 1393-1402.
- 5) Watson AH, Williams C, James BV: Activity patterns in latissimus dorsi and sternocleidomastoid in classical singers. *J Voice*, 2012, 26: e95-e105.
- 6) Orozco-Levi M, Gea J, Monells J, et al.: Activity of latissimus dorsi muscle during inspiratory threshold loads. *Eur Respir J*, 1995, 8: 441-445.
- 7) Werner P: 分冊解剖学アトラス I, 第5版。長島聖司(監訳), 文光堂, 東京, 2002, pp140-141.
- 8) 宮川哲夫: 呼吸筋の運動学・生理学とその臨床応用。理学療法学, 1994, 21: 553-558.
- 9) 本間友貴, 平山哲郎, 茂原亜由美・他: 強制呼吸での腰方形筋断面積の左右対称性と前額面上の姿勢、呼吸機能の関係。理学療法科学, 2018, 33: 501-506.
- 10) Kellis E, Galanis N, Natsis K, et al.: Validity of architectural properties of the hamstring muscles: correlation of ultrasound findings with cadaveric dissection. *J Biomech*, 2009, 42: 2549-2554.
- 11) Cartwright MS, Demar S, Griffin LP, et al.: Validity and reliability of nerve and muscle ultrasound. *Muscle Nerve*, 2013, 47: 515-521.
- 12) Dupont AC, Sauerbrei EE, Fenton PV, et al.: Real-time sonography to estimate muscle thickness: comparison with MRI and CT. *J Clin Ultrasound*, 2001, 29: 230-236.
- 13) 福元喜啓, 池添冬芽, 山田陽介・他: 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価。理学療法学, 2015, 42: 65-71.
- 14) Freilich RJ, Kirsner RL, Byrne E: Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle. *Neuromuscul Disord*, 1995, 5: 415-422.
- 15) Krivickas LS, Dorer DJ, Ochala J, et al.: Relationship between force and size in human single muscle fibres. *Exp Physiol*, 2011, 96: 539-547.
- 16) 高橋泰子, 石坂正大, 久保 晃: 健康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: 429-433.
- 17) 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: 395-402.
- 18) 角田義弥, 斎藤武文: メタボリックシンドロームと呼吸器—肥満と肺機能。日本胸部臨床, 2013, 72: 112-121.
- 19) 塚本敏也, 内田全城, 丸山仁司・他: 50%最大呼吸口腔内圧による呼吸負荷に対する呼吸筋疲労の分析。理学療法科学, 2015, 30: 817-822.
- 20) 河上敬介, 磯貝 香: 骨格筋の形と触察法, 改訂第2版。大峰閣, 東京, 2013, pp73-75.
- 21) Black LF, Hyatt RE: Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*, 1969, 99: 696-702.
- 22) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会(編): 呼吸機能検査ガイドライン—スパイロメトリー, フローボリューム曲線, 肺拡散能力—。メディカルレビュー社, 東京, 2004, pp12-19.
- 23) 西田修実, 瀬分則雄, 神辺真之・他: “健康者”の肺機能とその予測式。その4。成人の肺気量分画。臨床病理, 1976, 24: 837-841.
- 24) O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA: Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001, 164: 770-777.
- 25) 西田修実, 神辺真之, 吉見達也・他: “健康者”の肺機能とその予測式。その3。成人のスパイログラフィー。臨床病理, 1976, 24: 833-836.
- 26) 鈴木正史, 寺本信嗣, 須藤英一・他: 最大呼吸・吸気筋力の加齢変化。日本胸部疾患学会雑誌, 1997, 35: 1305-1311.
- 27) 正保 哲, 柿崎藤泰: 胸郭拡張差と胸郭体積変化の関連性。理学療法科学, 2014, 29: 881-884.
- 28) 正保 哲, 柿崎藤泰: 姿勢変化が上下胸郭体積変化に及ぼす影響。理学療法科学, 2015, 30: 499-502.
- 29) 平山哲郎, 本間友貴, 茂原亜由美・他: 安静時における胸郭形状の特徴が胸郭可動性と呼吸機能に及ぼす影響。理学療法科学, 2018, 33: 513-518.
- 30) 柿崎藤泰: 胸郭運動システムの再建法, 第2版—呼吸運動再構築理論に基づく評価と治療。ヒューマンプレス, 東京, 2017, pp2-7, pp132-139.
- 31) 正保 哲, 柿崎藤泰: 姿勢変化が吸気負荷時の左右胸郭体積変化に及ぼす影響。理学療法科学, 2017, 32: 669-674.
- 32) 長谷川伸: 野球投手の体幹筋における形態的特性。九州共立大学紀要, 2017, 7: 43-49.
- 33) Porterfield JA: Dynamic stabilization of the trunk. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1985, 6: 271-277.
- 34) Marras WS, Mirka GA: Muscle activities during asymmetric trunk angular accelerations. *J Orthop Res*, 1990, 8: 824-832.
- 35) 伊藤弥生, 山田拓実, 武田 円: 円背姿勢高齢者の呼吸機能及び呼吸パターンの検討。理学療法科学, 2007, 22: 353-358.
- 36) 山下弘二, 柿崎彩加: ケアハウスの高齢者に対する呼吸筋トレーニングが随意的咳嗽力に及ぼす効果。理学療法科学, 2011, 26: 777-780.
- 37) 解良武士: 呼吸筋力の特徴。理学療法科学, 2001, 16: 231-238.