

地域在住高齢者における肩関節水平内転筋力と肺機能の関連

平野 正広, 加藤 宗規, 中村 浩, 柊 幸伸,
山田 洋一, 勝木 員子, 川崎 翼, 兎澤 良輔, 清水 菜穂
了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

要旨

本研究の目的は、大胸筋を主動作筋とする肩関節水平内転筋力と肺機能の関連を調査することである。地域在住高齢者36名を対象に、検者1名によって肩関節水平内転筋力および肺機能検査を実施した。肩関節水平内転筋力は、 $0.27 \pm 0.08 \text{ kgf/kg}$ だった。%VCは $147.4 \pm 5.0\%$ 、%FVCは $128.3 \pm 17.9\%$ 、%FEV_{1.0}は $129.8 \pm 20.4\%$ 、FEV_{1.0}%は $78.1 \pm 7.7\%$ であった。肩関節水平内転筋力と肺機能の相関分析において、FEV_{1.0} ($r=0.56$)、VC ($r=0.42$)、FVC ($r=0.50$) と有意な正の相関を認めた。%VC、%FVC、%FEV_{1.0}は100%以上であったことから高い肺機能を有しており、%VCは80%以上、FEV_{1.0}%が70%以上であったことから正常な肺機能を認めた。高い肺機能を有する高齢者において、肩関節水平内転筋力は呼気および吸気と関連し、主動作筋である大胸筋が換気に関与することが示唆された。

キーワード：地域在住高齢者、肩関節水平内転筋力、肺機能

Relationship between shoulder joint horizontal adductor muscle strength and lung function in community-dwelling elderly

Masahiro Hirano, Munenori Katoh, Hiroshi Nakamura, Yukinobu Hiiragi,
Yoichi Yamada, Kazuko Katsuki, Tsubasa Kawasaki, Ryosuke Tozawa, Nao Shimizu

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between shoulder joint horizontal adductor muscle strength and lung function. Shoulder joint horizontal adductor muscular strength and pulmonary function tests were conducted by one examiner using 36 Community-dwelling elderly people participated as subjects. Shoulder joint horizontal adductor muscle strength was $0.27 \pm 0.08 \text{ kgf/kg}$. %VC was $147.4 \pm 5.0\%$. %FVC was $128.3 \pm 17.9\%$. %FEV_{1.0} was $129.8 \pm 20.4\%$. FEV_{1.0}% was $78.1 \pm 7.7\%$. Correlation analysis of shoulder joint horizontal adductor muscle strength and lung function revealed a significant positive correlation with FEV_{1.0} ($r = 0.56$), VC ($r = 0.42$) and FVC ($r = 0.50$). As a result of lung function, %VC, %FVC and %FEV_{1.0} were greater than 100%, and FEV_{1.0}% was greater than 70%. The subjects' lung function was normal range to high. Therefore, the shoulder joint horizontal adductor muscular strength of elderly people with high lung function was associated with expiration and inspiration, suggesting that the pectoralis major muscle, which is the main acting muscle, is involved in ventilation.

Keywords : community-dwelling elderly, shoulder joint horizontal adductor muscle strength, lung function

I. 背景

慢性閉塞性肺疾患（chronic obstructive pulmonary disease：COPD）に対する呼吸リハビリテーション（pulmonary rehabilitation：PR）は、呼吸困難や疲労を緩和する¹⁾。PRには、上肢の筋力トレーニングが構成要素に含まれている。上肢トレーニングの方法としては、“chest pull”、“butterfly”、“neck press”があり、対象筋には広背筋、大胸筋、上腕三頭筋、三角筋が挙げられ、上肢トレーニングと持久力トレーニングの併用が適切な治療戦略とされている²⁾。壁に向かってのボール投げや滑車運動を含む検討では、健康関連QOLや呼吸困難感への効果は不明であったが、上肢の運動能力は向上させたとされる³⁾。一方、日常生活活動（activities of daily living: ADL）中の呼吸困難や腕の疲労感を軽減した報告もされている⁴⁾。いずれにせよ、上肢トレーニングは、上肢機能を高めることが示唆されているが⁵⁾、トレーニングの効果について、健康関連QOLや呼吸困難感の軽減、換気機能に対する効果は議論の余地があり、さらなる調査が必要とされる。

呼吸補助筋には、斜角筋や僧帽筋、胸鎖乳突筋などがあり、大胸筋もその一つとされる。息切れを生じた際の対応姿勢として、上肢を膝や壁に支持することがあり、労作負荷が加わった後の呼吸安定化のためには、呼吸補助筋の換気に対する機能を高く有していることが望まれる。そのため、労作負荷後の呼吸状態を安定させる際において、呼吸補助筋を動員することによって労作後の回復を早めることが出来るのか介入における要点の一つになりえると着想した。

呼吸補助筋を介入対象とした場合、換気のメカニクスを考慮することが肝要である。換気機構として呼吸システムは、肺とChest wallから構成される。Chest wallは頸部や胸部、腹部や骨盤底までを含み機能する。換気において、肺の気量変化量とChest wallの気量の変化量が等しくなり、Chest wallの気量変化は胸部と腹部の変化量から測定可能である^{6,7)}。そのため、胸郭系と腹部系による呼吸運動の変化を捉える必要がある。胸郭系において、胸郭と肺のコンプライアンスが換気に関わり、胸郭の弾性力は呼気に関与する。胸郭コンプライアンスは、可変的であり、骨・関節系以外にも筋の柔軟性や弾性力、筋力が反映される。

これらより、呼吸補助筋であること、かつ胸郭コンプライアンスに影響を与える胸壁に存在する筋である大胸筋が上肢のトレーニングの対象として有用であるのか着目した。

本研究において、上肢トレーニングを考慮する際、対象とする筋の機能と換気における関連性を明らかにすることは、換気機能改善を目的とした胸壁への介入戦略を思案することに役立つ可能性がある。そのため、大胸筋を主動作筋とする肩関節水平内転筋力と肺機能の関連性について調査することとした。

II. 目的

本研究の目的は、大胸筋を主動作筋とする肩関節水平内転筋力と肺機能の関連性を調査し、上肢トレーニング部位として大胸筋を対象とする意義を検討することである。

III. 方法

対象は、浦安介護予防事業に参加している地域在住高齢者36名とした。対象特性を表1に示す。

表1. 対象者特性

| | | |
|----------------------|----------------------|------------------|
| 性別（男，女） | （名） | （2， 34） |
| 年齢（歳） | | 75.2±5.7 (65-85) |
| 身長（cm） | | 155.0±6.5 |
| 体重（kg） | | 53.5±6.3 |
| BMI（body mass index） | （kg/m ² ） | 22.2±2.2 |
| 現病歴（名） | | |
| 気管支炎 | | 1 |
| 肺癌（左上葉切除術後），喘息，鼻炎 | | 1 |
| 喘息 | | 1 |
| 喫煙者（名） | | 0 |
| 喫煙歴あり（名） | | 3 |

肩関節水平内転筋力測定はハンドヘルドダイナモメーター（Hand-held dynamometer：HHD，アニマ株式会社製， μ TAS F-1，東京，日本）を使用した．センサーの表面には付属されたラバー製の薄型パッドを被せた．センサーは上腕遠位部に面ファスナーで固定した．センサーを取り付けたベルトは，ベッド支柱と床面の間に通してHHDを固定した．測定肢位は治療台上における背臥位とし，被検者の構えは，測定側の肩関節90度外転，内旋0度，外旋0度，肘関節90度屈曲位とした．被験者の肩関節とベッド支柱の位置が揃うように被験者の位置を設定した．測定側の肘はベッド端より出るように位置した．検者は測定時にセンサーの向きを保つように保持した．検者のもう一方の手は測定と反対側の肩関節前面に置いて代償動作を抑止した．等尺性運動は“make test”の要領で行い，3秒で最大収縮に達し，5秒まで維持することを目安に行った⁸⁾．測定は，事前のオリエンテーションの後に，30秒以上空けて右側を2回測定し，最大値を採用値とした⁹⁾．

肺機能検査は，多機能スパイロメータ（チェスト株式会社製，Multi-Functional Spirometer HI-801）を使用し，マウスピース，ノーズクリップを用いて測定した．測定項目は，肺活量（vital capacity：VC），努力性肺活量（forced vital capacity：FVC），1秒量（forced expiratory volume in one second：FEV_{1.0}），最大呼気流量（peak expiratory flow：PEF）として2回測定を実施し，Gaenslerの1秒率（forced expiratory volume in one second/forced vital capacity：FEV_{1.0}%（G）=FEV_{1.0}/FVC×100），空気とらえ込み指数（air trapping Index：ATI=（VC-FVC）/VC×100）を求めた．また，採用値は最高値とした．肺機能検査の基準値は，LMS法による日本人のスパイロメトリー新基準値を用いて¹⁰⁾，対標準肺活量（%VC），対標準努力性肺活量（%FVC），対標準1秒量（%FEV_{1.0}）を算出した．

肩関節水平内転筋力および肺機能検査の検者は理学療法士（経験11年，男性，34歳，168cm，62kg）1名が実施した．

統計学的処理は，R2.8.1を使用し，ピアソンの積率相関分析を用いて肩関節水平内転筋力と肺機能の関連性を検討した．有意水準は5%とした．

IV. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言に則り行われ，了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認（承認番号：2829）を得た．被験者には書面を用いて十分な説明と同意を得て実施し，個人情報保護を遵守した．

V. 結果

肺機能検査の結果、%VCは $147.4 \pm 5.0\%$ 、%FVCは $128.3 \pm 17.9\%$ 、%FEV_{1.0}は $129.8 \pm 20.4\%$ であり、対標準値が100%を下回ったのは、それぞれ1/36名、2/36名、2/36名であり、ATIは 15.2 ± 8.9 、VCは $3.82 \pm 0.61\text{L}$ であった。FVCは $3.22 \pm 0.53\text{L}$ 、FEV_{1.0}は $2.52 \pm 0.51\text{L}$ 、FEV_{1.0}%は $78.1 \pm 7.7\%$ 、PEFは $6.32 \pm 1.83\text{L/sec}$ であった。肩関節水平内転筋力は、 $14.6 \pm 5.0\text{kgf}$ であり、筋力体重比は $0.27 \pm 0.08\text{kgf/kg}$ であった。

肩関節水平内転筋力と肺機能におけるピアソンの積率相関分析の結果を表2に示す。肩関節水平内転筋力との相関係数は、身長が0.34、体重が0.42、VCが0.42、FVCが0.50、FEV_{1.0}が0.56と有意な正の相関を認めた。

表2. 肩関節水平内転筋力と身体特徴および肺機能との相関関係

| | 身長 | 体重 | BMI | VC | FVC | FEV _{1.0} | FEV _{1.0} (G) | PEF | ATI |
|-----------|-------|-------|------|-------|--------|--------------------|------------------------|------|-------|
| 肩関節水平内転筋力 | 0.34* | 0.42* | 0.21 | 0.42* | 0.50** | 0.56** | 0.25 | 0.27 | -0.11 |

ピアソンの積率相関分析, n=36, *: p<0.05, **: p<0.01

BMI: body mass index, VC: vital capacity, FVC: forced vital capacity, FEV_{1.0}: forced expiratory volume in one second, FEV_{1.0}% (G) = FEV_{1.0}/FVC×100, ATI: air trapping index

VI. 考察

肩関節水平内転筋力と肺機能の相関分析の結果は、FEV_{1.0}が0.56と最も高い相関係数であり、FVCが0.50、VCが0.42であった。田平ら¹¹⁾は、COPDやCOPDに拘束性換気障害を有する混合群に対して胸郭可動域訓練を実施した結果、呼吸筋群の柔軟性が向上や関節可動域が改善することによって胸郭コンプライアンスが向上し、胸郭可動性および肺活量が増加したと報告した。上肢支持をした自転車エルゴメーター駆動中のchest wall体積の変化は、終末吸気時には肋骨がより大きく引き上げられ、終末呼気時には腹部がより縮小することで、より大きな一回換気量を得る¹²⁾。吸気による受動的な腹部筋のストレッチは横隔膜のカウンターバランスをよりみられるようにしており¹³⁾、上肢支持によって上部胸郭や頸部の筋群が換気のために動員されたことや、腹部筋群が吸気へ作用することを示している。胸郭に付着する呼吸筋活動について、肋間筋群は吸気時・呼気時に活動し、呼気時は腹部と協調するとされている¹⁴⁾。本研究結果より、大胸筋の筋力は、FEV_{1.0}、FVC、VCと関連を示したことから、肋間筋群と同様に呼気および吸気に関与したことが示唆された。また、上肢が支持された状態や拳上位である場合には、筋の位置による作用特性として、より吸気筋として作用することが考えられた。

これらより、換気において大胸筋も相互代理的に作用する機能がある上、吸気および呼気への予備能力を有し、換気に寄与すると考えられた。

なお、本研究の対象者における肺機能検査の結果は、%VC、%FVC、%FEV_{1.0}が100%を越えていた。対標準値が100%を下回ったのは、それぞれ1/36名、2/36名、2/36名であり、ATIが $15.2 \pm 8.9\%$ であったが、呼吸困難感を訴える人は存在していなかった。男性に比して、女性は呼気流量制限が大きく¹⁵⁾、肺や気道の大きさの差が存在するため仕事量が高いとされている¹⁶⁾。対象者には女性が多く、ATIが5%を越えているものの、FEV_{1.0}%は $78.1 \pm 7.7\%$ であるため、正常な範囲での肺機能を有していると考えられた。

先行研究において、肩関節水平内転筋力の筋力体重比は、21-22歳の健常大学生において $0.45\text{--}0.47\text{kgf/kg}$ であった⁸⁾。また、入院している高齢者(75.0±6.6歳)の右上肢において 0.21kgf/kg 、左上肢では 0.19kgf/kg であり、脳卒中患者(80.2±6.2歳)の麻痺側においては 0.26kgf/kg 、非麻痺側において 0.28kgf/kg であった¹⁷⁾。Bernard Sら¹⁸⁾は、COPD患者においては、健常者と比較して大腿四頭筋、大胸筋、広背筋の筋力

が低下すること、および大胸筋や広背筋の筋力は大腿四頭筋よりも保たれやすいことを報告した。本研究結果は0.27kgfであり、加齢とともに低下はするが、介護予防事業に参加されている高齢者であるため、入院高齢者よりも高いことが示唆された。また、脳卒中患者においては、急性発症であるため、肩関節水平内転筋力は麻痺側においても保たれており、本研究の対象が 75.2 ± 5.7 歳と年齢層が近いこと、同程度の筋力値であったと考えられた。

本研究は、介護予防事業に参加されており、運動習慣を有する高齢者が対象であったため、対象を広げた検討を要する。また、換気における大胸筋の筋活動については明らかではなく、労作負荷後の姿勢や肢位によってどのように筋活動が動員するのかが不明瞭である。PRにおける上肢筋力のトレーニングの内容には肩関節水平内外転運動が示されており¹⁹⁾、今後、トレーニングの意義や効果の根拠を構築するためには、大胸筋の筋活動が換気に及ぼす影響についてさらなる調査が必要となる。

VII. 結論

本研究は、肩関節水平内転筋力と肺機能の関連を調査し、上肢トレーニング部位として大胸筋を対象とする意義を検討した。地域在住高齢者において、FEV₁₀、VC、FVCと肩関節水平内転筋力の間に相関($r=0.42-0.56$)を認めたことは、肩関節水平内転の主動作筋である大胸筋が呼気および吸気の補助筋として関連していることが示唆された。大胸筋を対象とした上肢トレーニングの意義を示すには、さらなる検討を要する。

謝辞

本研究にご協力していただきました地域住民の皆様に深謝申し上げます。

文献

- 1) McCarthy B, Casey D, Devane D et al(2015) Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev.23(2), CD003793.
- 2) Ortega F, Toral J, Cejudo P et al(2002) Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 1; 166(5), 669-674.
- 3) Janaudis-Ferreira T, Hill K, Goldstein R et al(2009) Arm exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. J Cardiopulm Rehabil Prev. 29(5), 277-283.
- 4) Pan L, Guo YZ, Yan JH et al(2012) Does upper extremity exercise improve dyspnea in patients with COPD? A meta-analysis. Respir Med. 106(11), 1517-1525.
- 5) Spruit MA, Singh SJ, Garvey C et al(2013) An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 15;188(8), e13-64.
- 6) Konno K, Mead J(1967) Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. J Appl Physiol. 22(3), 407-422.
- 7) Konno K, Mead J(1968) Static volume-pressure characteristics of the rib cage and abdomen. J Appl Physiol. 24(4), 544-548.

- 8) 平野正広, 加藤宗規, 荒巻英文ほか(2014)ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性肩関節水平内転筋力測定の実現性. 了徳寺大学研究紀要 .8, 95-99.
- 9) Hirano M, Katoh M(2015) Absolute reliability of shoulder joint horizontal adductor muscle strength measurements using a handheld dynamometer. J Phys Ther Sci. 27, 2125-2127.
- 10) Kubota M, Kobayashi H, Quanjer PH et al(2014) Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. Respir Investig. 52, 242-250.
- 11) 田平一行, 関川則子, 岩城基(2007)慢性閉塞性肺疾患患者における胸郭モビライゼーションの即時効果. 理学療法学 .34(2), 59-64.
- 12) 松下和弘, 野添匡史, 間瀬教史ほか(2014)健康男性における自転車エルゴメーター駆動中の Chest Wall 体積変化について. 理学療法科学 .29(2), 295-299.
- 13) Kenyon CM, Cala SJ, Yan S et al(1985) Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. J Appl Physiol. 83(4), 1242-1255.
- 14) De Troyer A, Kirkwood PA, Wilson TA(2005) Respiratory Action of the Intercostal Muscles. Physiol Rev. 85(2), 717-756.
- 15) Jordan A. Guenette, Jonathan D et al(2007) Respiratory mechanics during exercise in endurance trained men and women. J Physiol. 581(3), 1309-1322.
- 16) Jordan A. Guenette, Jordan S et al(2009) Sex differences in the resistive and elastic work of breathing during exercise in endurance-trained athletes. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 297(1), R166-R175.
- 17) Hirano M, Katoh M, Kawaguchi S et al(2016) Intrarater reliability of shoulder joint horizontal adductor muscle strength measurements using a handheld dynamometer in geriatric and stroke patients. J Phys Ther Sci. 28, 51-55.
- 18) Bernard S, LeBlanc P, Whittom F et al(1998) Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med. 158(2), 629-634.
- 19) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会呼吸リハビリテーション委員会ワーキンググループ/日本呼吸器学会呼吸管理学会部会/日本リハビリテーション医学会呼吸リハビリテーションガイドライン策定委員会/日本理学療法士協会呼吸理学療法診療ガイドライン作成委員会編 (2012) 呼吸リハビリテーションマニュアル-運動療法-第2版, 照林市社, 千葉. 158.

(平成28年11月30日稿)

査読終了日 平成28年12月4日