坐位姿勢の違いが側腹筋の筋厚と筋活動に及ぼす影響

Influence of Sitting Posture on Thicknesses and Activities of the Lateral Abdominal Muscles

小山内正博^{1,2)} 舘川 康任¹⁾ 田村麻美子¹⁾ 清水 弥生¹⁾
新井 美紗¹⁾ 渡辺 裕介¹⁾ 福山 勝彦³⁾ 秋山 純和⁴⁾

MASAHIRO OSANAI, RPT, MS^{1,2)}, YASUhide TACHIKAWA, RPT¹⁾, MAMIKO TAMURA, RPT¹⁾, YAYOI SHIMIZU, RPT¹⁾,
MISA ARAI, RPT¹⁾, YUUSUKE WATANABE, RPT¹⁾, KATHUHIKO HUKUYAMA, RPT³⁾, SUMIKAZU AKIYAMA, RPT, PhD⁴⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Saitama Social Insurance Hospital: 4-9-3 Kitaurawa, Urawa-ku, Saitama-shi, Saitama 330-0074, Japan. TEL +81 48-832-4951

²⁾ Division of Physical Therapy, Doctoral Program in Health Sciences, Health and Sciences Course, International University of Health and Welfare Graduate School

³⁾ Department of Physical Therapy, Nihon Rehabilitation College

⁴⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 25(1): 91-94, 2010. Submitted Jul. 31, 2009. Accepted Sep. 11, 2009.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the changes due to posture in activities of the lateral abdominal muscles by ultra-sound sonography and electromyography. [Subjects] The subjects were 9 healthy adults. [Method] After measuring the muscle thicknesses and activities in quiet breathing and maximum expiration in the supine position, we measured them again in 6 sitting positions: with the trunk upright (U), forward (F)- and backward (B)-tilted with both the spine curved (C) and extended (E). [Results] At maximum expiration, electromyograms showed significant differences only for the internal oblique muscles between UE and FC, UC and BC. In quiet breathing, we found significant differences in muscle thickness of the internal oblique muscles between UE and FC, FE and BC. [Conclusion] We consider that upright sitting with the trunk extended is a posture in which the internal oblique muscles are not active in postural maintenance. From the electromyograms at maximum expiration, we consider this posture is one in which it is easy to show the function of the internal oblique muscles as respiratory muscles.

Key words: sitting position, lateral abdominal muscles, muscle activity

要旨: [目的] 姿勢変化に伴う側腹筋の活動を超音波画像診断装置と表面筋電図法で検証することである。[対象] 健康成人9名であった。[方法] 背臥位で安静呼吸と最大呼出の筋厚と筋活動を測定後、体幹を前傾位、中間位、後傾位で、各円背位と伸張位の6種類の坐位姿勢をとらせて再度測定した。[結果] 最大呼出時に筋電図は、内腹斜筋だけが中間位伸張に対し前傾位円背、中間位円背、後傾位円背で有意差を認めた。安静呼吸時は、筋厚で内腹斜筋に中間位伸張に対し前傾位円背、前傾位伸張、後傾位円背で有意差を認めた。[結語] 中間位伸張は内腹斜筋の姿勢保持筋としての活動に関与しない姿勢と考えられる。最大呼出時の筋電図から内腹斜筋は呼吸筋としての機能を発揮しやすい姿勢と考えられる。

キーワード: 坐位姿勢, 側腹筋, 筋活動

¹⁾ 埼玉社会保険病院 リハビリテーション部: 埼玉県さいたま市浦和区北浦和4-9-3 (〒330-0074) TEL 048-832-4951

²⁾ 国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科保健医療学専攻理学療法学分野

³⁾ 日本リハビリテーション専門学校 理学療法学科

⁴⁾ 国際医療福祉大学 保健医療学部理学療法学科

I. はじめに

慢性閉塞性肺疾患（COPD）を特徴づける気流制限は、末梢気道における線維化病変と肺胞での気腫性病変によってもたらされる。全体として肺は過膨張となり、機能的残気量が増加した状態を引き起こす。そのため横隔膜の換気効率が低下し、呼吸補助筋を利用した代償的なパターンとなることが知られている¹⁻³⁾。多くのCOPD患者では呼吸補助筋のうち安静呼吸時にも吸気筋に限らず腹直筋、腹横筋、外腹斜筋、内腹斜筋、内肋間筋などの呼気筋も筋活動を認める⁴⁾。その中で腹横筋、外腹斜筋、内腹斜筋は姿勢筋としての両機能を有している。

COPD患者の増加に伴い呼吸リハビリテーションが注目され各国でガイドラインが発表されている。本邦においても「呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—⁵⁾」が出版され、これを基本に理学療法治療が遂行されていると推察される。その中で吸気筋トレーニングは、Evidence B1「呼吸リハの必須構成要素としてルーチンに行うことを支持するエビデンスはない」とされている⁶⁾。一方、呼気筋トレーニングに関する効果は、ほとんど検討されてこなかった現状がある。

近年、呼気筋が呼吸困難と深く関連しCOPDでは呼気筋疲労が生じていることが報告されている⁷⁾。また、COPDの呼吸リハビリテーションに呼気筋トレーニングを取り入れたところ呼気および吸気筋力に改善を認めた報告もある^{8,9)}。しかし、呼気筋トレーニングについての研究は少なく、その効果および適切な条件については不明な点が多い。呼気筋は姿勢保持筋としての働きを持っているので、呼気における働きを検証する

ためには姿勢の影響を考慮するべきと考える。先行研究で呼吸機能、呼吸筋力、筋活動、筋厚を検討したものの¹⁰⁻¹²⁾は、COPD患者が自然にとる円背、体幹前傾位などを説明できるものではなく、姿勢設定も壁、背もたれ、ベッドにもたれる等、純粋な抗重力姿勢がとられていない。また、体位のみでの設定か、構えのみでの設定となっている。

本研究では、臨床で問題となる円背、体幹前傾位を抗重力姿勢と重力除去姿勢で比較するため、坐位姿勢6種類を設定した。各坐位姿勢における筋活動と超音波診断装置で測定した筋厚を比較することで基礎的検討を行った。

II. 方 法

対象は、同意の得られた健常成人男性9名とした。以下に平均±標準偏差を示す。年齢 25.0 ± 3.8 歳、身長 174.6 ± 4.8 cm、体重 63.6 ± 5.6 kgであった。

測定肢位は、高さ50cm、幅3cm、奥行53cmのフレームに坐骨支持での坐位とした。設定姿勢は、体幹を前傾位、中間位、後傾位で、各円背位と伸張位とした。測定課題は安静呼吸と最大呼出とし背臥位で測定後、上記の6姿勢でランダムに行った（図1）。

筋厚測定は、超音波画像診断装置（東芝社製memio17）で4.2MHz、右前腋窩線上臍高位で外腹斜筋（EO）、内腹斜筋（IE）、腹横筋（TA）を測定した（図2）。筋電図の測定は、表面筋電計（Mega Electronics社製ME-3000）を用いた。Ngらの方法で¹³⁾EO、IOを導出筋として電極を運動点中心に30mm幅で貼付した。得られたデータはサンプリング周波数1,000HzでAD変換しパーソナル

背臥位

ランダムに6条件実施（マーカー貼付）

体幹前傾位

体幹中間位

体幹後傾位

円背

伸張

円背

伸張

円背

伸張

図1 測定姿勢

測定部位：右前腋窩線上臍高位

図2 超音波画像

コンピューターに保存し波形解析ソフト (Mega-win) にて解析した。設定姿勢の確認は、体表にマーカーを、剣状突起、第7胸椎棘突起、第7頸椎棘突起、第5腰椎棘突起、上前腸骨棘、上後腸骨棘に貼付し福井らの方法に¹⁴⁾準じて上半身重心を求めた。また骨盤傾斜角度は、上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線と垂直線 (背臥位) または、水平線 (坐位) のなす角度とした。脊椎角度は、草刈ら¹⁵⁾の方法に準じて円背角度を求めた。

肺気量位の確認 (計測タイミングの決定) は、スパイロメーター (ミナト医科学社製Autospiro RS507) を使用した。超音波画像診断装置モニター、スパイロメーターモニター、椅子状フレームに電球を設置しデジタルビデオカメラを3台使用しサンプリング周波数30 Hzで撮影、電気スイッチを表面筋電計のマークスイッチに接続し電球を測定開始時と終了時に点滅させ同期させた。計測タイミングを安静吸気終末と最大呼出終末とし得られた画像を画像解析ソフトScion Imageで解析した。筋電図は、計測タイミングから前後0.5秒、計1秒間の波形を採用した。

分析は、各坐位の安静吸気終末筋厚/背臥位安静吸気終末を安静吸気%筋厚とした。同様に最大呼出終末時の筋厚を最大呼出%筋厚とした。各坐位の最大呼出終末iEMG/背臥位での最大呼出iEMG (MVC) を%MVCとした。

統計は、各姿勢、各筋の%筋厚と%MVCをFriedman検定し Wilcoxon の符号付順位測定にて多重比較、Bonferroni の不等式による修正を行った。有意水準は $p<0.008$ とした。解析には、SPSS for Windows 10を使用した。

III. 結 果

各姿勢の骨盤傾斜角度、円背角度、上半身重心位置と各筋の%筋厚と%MVCを表1、2に示す。

最大呼出時、筋厚に有意差を認めなかった。筋電図では、内腹斜筋のみ中間位伸張に対し前傾位円背 ($p<0.008$)、中間位円背 ($p<0.008$)、後傾位円背 ($p<0.008$) で有意差を認めた。

安静吸気時、筋電図は有意差認めず、筋厚は内腹斜筋に中間位伸張に対し前傾位円背 ($p<0.008$) で有意差を認めた。

IV. 考 察

安静呼吸と最大呼出時の筋厚と筋活動を超音波画像

表1 骨盤傾斜角度、円背角度、上半身重心位置

	骨盤角度(°)	脊椎角度(°)	重心位置(cm)
前傾円背	21.52 ± 8.30	25.79 ± 5.6	11.05 ± 3.29
前傾伸張	23.85 ± 8.79	17.14 ± 7.01	12.4 ± 3
中間位円背	6.99 ± 7.2	24.53 ± 7.14	-2.65 ± 3.84
中間位伸張	10.18 ± 11.47	17.82 ± 6.55	-4.51 ± 5.27
後傾円背	-10.3 ± 4.31	25.13 ± 6.85	-13.49 ± 3.18
後傾伸張	-5.06 ± 3.98	16.56 ± 6.77	-12.15 ± 3.39

表2 内腹斜筋の%MVCと%筋厚

内腹斜筋	最大呼出(%MVC)	安静吸気位(%筋厚)
前傾円背	92 ± 47	146 ± 84
前傾伸張	118 ± 37	117 ± 47
中間位円背	103 ± 50	112 ± 58
中間位伸張	173 ± 69	88 ± 35
後傾円背	100 ± 37	151 ± 99
後傾伸張	120 ± 55	115 ± 79

* : $p<0.008$

診断装置と表面筋電法で背臥位と6坐位姿勢で測定した。結果、最大呼出時、筋厚では差は認めなかった。筋電図では、内腹斜筋のみ中間位伸張に対し前傾位円背、中間位円背、後傾位円背で差を認めた。安静吸気時、筋電図は差を認めず、筋厚は内腹斜筋に中間位伸張に対し前傾位円背で差を認めた。

側腹筋群の筋厚測定の信頼性についてHodgesら¹⁶⁾は、超音波画像診断装置による筋活動推定能力は、等尺性収縮時の筋厚と筋電図は曲線関係にあり筋厚は、最大随意収縮の30%まで著しく増加するが、高いレベルの収縮ではわずかな変化であるとし外腹斜筋の筋厚は、筋収縮と関連がないとしている。McMeekenら¹⁷⁾は、下腹部引き込み運動による筋活動と腹横筋の筋厚に直線関係があるとしている。

本研究では、肺気量位と姿勢を設定したが、呼吸様式は統一できず結果、等尺性収縮に陥ったと考えられ筋厚変化が少なく、筋電図にのみに差がある原因と考えられる。

一方、安静吸気時は、呼吸性の活動は少なく姿勢保持筋の活動と考えることができる。中間位伸張では、背臥位より活動が少なく88%で各円背より低値となった。これは、中間位伸張が内腹斜筋の活動を要しない姿勢と考えられる。加えて最大呼出時の内腹斜筋の筋電図から考えるとより呼気筋としての機能を発揮しやすい姿勢と考えられる。我々の先行研究では慢性呼吸

不全患者の立位姿勢と呼吸機能を検討した結果¹⁸⁾、予備呼気量は円背角度が増えるほど増加した。また健康成人男性の坐位姿勢と呼吸機能、呼気筋力を検討した結果¹⁹⁾、各円背姿勢と中間位伸張では予備呼気量の増大を認め、また呼気筋力に差が認めないことから、呼気筋力に影響を受けず、各円背姿勢と中間位伸張では呼気量が増加し、円背姿勢では筋活動が少なく呼気が容易であると推察される。

慢性閉塞性肺疾患患者によくみられる円背姿勢は、呼気が容易なため経験的にその姿勢を呈していると推察される。しかし、安静呼吸時の呼気筋の筋厚から円背姿勢では呼気筋が姿勢保持筋としてより活動し非効率である。

今後、呼気抵抗負荷を加え、両姿勢の筋活動変化を捉えていく必要がある。

引用文献

- Gosselink RA, Wagenaar RC, Rijswijk H, et al.: Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, **151**: 1136-1142.
- De Troyer A, Pêche R, Yernault JC, et al.: Neck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994, **150**: 41-47.
- Gandevia SC, Leeper JB, McKenzie DK, et al.: Discharge frequencies of parasternal intercostal and scalene motor units during breathing in normal and COPD subjects. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996, **153**: 622-628.
- Ninane V, Rypens F, Yernault J-C, et al.: Abdominal muscle use during breathing in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis*, 1992, **146**: 16-21.
- 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 日本理学療法士協会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会 (編): 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—. 日本呼吸管理学会, 日本呼吸器学会, 日本理学療法士協会, 東京, 2003.
- Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al.: Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2007, **131**: 34-35.
- Suzuki S, Suzuki J, Okubo T: Expiratory muscle fatigue in normal subjects. *J Appl Physiol*, 1991, **70**: 2632-2639.
- 秋吉史博, 高橋仁美, 菅原慶勇・他: 呼気筋強化が呼吸筋力に及ぼす影響. 理学療法学, 2001, **28**(2): 47-52.
- 塩谷隆信, 佐竹将宏, 高橋仁美: 包括的呼吸リハビリテーションの役割と実際. *Medical Practice*, 1999, **16**(10): 1615-1620.
- 解良武士, 丸山仁司: 呼吸筋力と体幹の関係についての1考察. 理学療法学, 2000, **27**(2): 222.
- 解良武士, 丸山仁司: 姿勢体幹屈曲が最大口腔内圧に与える影響. 理学療法学, 2001, **28**(2): 178.
- 金子秀雄, 佐藤広徳, 丸山仁司: 姿勢が側腹筋厚に及ぼす影響. 理学療法科学, **21**(3): 255-259.
- Ng JK, Kippers V, Richardson CA: Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 1998, **38**(1): 51-58.
- 山崎 勉: 整形外科理学療法の理論と技術. メジカルビュー社, 東京, 1997, p155.
- 草刈佳子, 佐々木誠: 円背姿勢が呼吸循環反応ならびに運動耐容能に及ぼす影響. 理学療法学, 2003, **18**(4): 187-191.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al.: Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*, 2003, **27**: 682-692.
- McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al.: The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech*, 2004, **19**: 337-342.
- 小山内正博, 秋山純和: 慢性呼吸不全患者の立位姿勢アライメントが呼吸機能, 運動耐容能に及ぼす影響. 理学療法学, 2007, **34**(2): 810.
- 小山内正博, 舘川康任, 田村麻美子・他: 坐位姿勢の違いが呼吸機能, 呼気筋力に及ぼす影響. 理学療法学, 2009, **36**(Suppl 2): 2530.