体幹回旋に伴う胸郭の並進動態に 肋間筋ストレッチが与える影響

Effects of Intercostal Muscle Stretch on the Translational Motion of the Thorax Associated with Trunk Rotation

水田 諒¹⁾ 篠崎 みのり²⁾ 蛭田 綾³⁾
山下 信大⁴⁾ 江戸 優裕⁵⁾ 具志堅 敏⁵⁾

RYO MIZUTA, RPT¹⁾, MINORI SHINOZAKI, RPT²⁾, AYA HIRUTA, RPT³⁾, AKIHIRO YAMASHITA, RPT⁴⁾,
MASAHIRO EDO, RPT, PhD⁵⁾, SATOSHI GUSHIKEN, RPT, PhD⁵⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital: 4-2-17 Takenotsuka, Adachi-ku, Tokyo 121-0813, Japan
TEL +81 3-3850-5723 E-mail: miz0422.ryo@gmail.com

²⁾ Department of Rehabilitation, Nerimaeki Rehabilitation Hospital

³⁾ Department of Rehabilitation, Tokyo General Hospital

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Sudo Orthopedic Clinic

⁵⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University

Rigakuryoho Kagaku 33(5): 807-810, 2018. Submitted May 15, 2018. Accepted Jun. 13, 2018.

ABSTRACT: [Purpose] This study aimed to clarify the effects of intercostal muscle stretch on the kinematic characteristics of thorax transposition associated with trunk rotation. [Participants and Methods] The subjects were 18 healthy young adults. The subjects performed trunk rotation, and the rotation angles of the thorax and pelvis and the transpositional distance of the thorax center in relation to the pelvis center were measured using a 3D motion analysis system. The kinematic characteristics of the trunk rotation were compared before and after stretching of the right intercostal muscle by left side bending of the trunk. [Results] With trunk rotation, the thorax moved forward and in the opposite direction to the rotation. Furthermore, right intercostal muscle stretching decreased the leftward translation of the thorax in rightward rotation of the trunk. [Conclusion] The thorax transposition of forward and in the opposite direction to rotation in rotation of the trunk can be controlled by intercostal muscle stretching. Intercostal muscle stretching of mainly the right side chest suppresses the leftward translation of the thorax accompanying rightward rotation of the trunk.

Key words: trunk rotation, thorax translation, intercostal muscle stretching

要旨:〔目的〕体幹の回旋に伴って生じる胸郭の前後左右への並進運動に、肋間筋ストレッチが与える影響を明らかにすることとした。〔対象と方法〕健康若年男性 18 名とした。計測課題は立位での身体回旋動作とし、三次元動作解析システムを用いて骨盤に対する胸郭の回旋角度と前後左右への偏位距離を計測し、体幹左側屈位での右肋間筋ストレッチ前後で比較した。〔結果〕体幹の回旋には前方および回旋と反対側への胸郭の並進が伴い、右肋間筋ストレッチによって右回旋時の胸郭の左方並進が減少した。〔結語〕体幹の回旋に伴う胸郭の前方、かつ回旋と反対側への並進は、肋間筋ストレッチによりコントロールできる可能性がある。特に、右側胸部を主とした肋間筋ストレッチは体幹右回旋に伴う胸郭の左並進を抑制する。

キーワード: 体幹回旋, 胸郭並進, 肋間筋ストレッチ

¹⁾ 苑田第二病院 リハビリテーション科: 東京都足立区竹の塚4-2-17 (〒121-0813) TEL 03-3850-5723

²⁾ 練馬駅リハビリテーション病院 リハビリテーション科

³⁾ 総合東京病院 リハビリテーション科

⁴⁾ 須藤整形外科クリニック リハビリテーション科

⁵⁾ 文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科

I. はじめに

体幹は身体質量の約48%を占め¹⁾、大きな慣性を有することから動作に与える影響は大きく、その動きは重要である。体幹運動のなかでも回旋に関しては、歩行中の身体バランスの保持に関与するという報告や²⁾、椎間板変性を伴う腰痛患者は腰椎の回旋可動域が大きいという報告などがある³⁾。また、スポーツ動作では回旋に伴う体重移動がパフォーマンスの向上に重要視される⁴⁾ことから、体幹の回旋に関するより詳細な分析が必要と考えられる。和田ら⁵⁾は、立位での身体回旋時に身体重心が後方かつ回旋と同側に移動すると報告しており、身体の回旋には体幹の偏位が伴うと予想される。実際に、江戸ら⁶⁾は体幹の回旋が純粋な軸回旋ではなく、前方、かつ回旋と反対側への胸郭の並進が伴うことを明らかにし、さらにこの前方並進と側方並進が相関関係にあると報告している。そして、この動態には肋間組織の伸張性が関与すると考察しているが、肋間組織の伸張性と体幹回旋動態との因果関係を明らかにした研究は乏しい見当たらない。

したがって、本研究は肋間筋のストレッチによる肋間組織の伸張性向上が、体幹回旋に伴って生じる胸郭の前後・左右への並進動態にどのような変化を与えるかを明らかにすることを目的に行った。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、健康若年男性18名(年齢 19.9 ± 1.4 歳、身長 172.5 ± 4.6 cm、体重 59.8 ± 6.9 kg、BMI 20.0 ± 1.6 kg/m²: 平均 $\pm$ 標準偏差)とした。除外基準は、体幹部の手術の既往・過去6ヵ月以内における体幹部の整形外科的診断および疼痛があったものとした。

対象者には研究の内容を十分に説明し、書面で同意を得た。なお、本研究は文京学院大学倫理審査委員会の承認(承認番号: 2017-0028)を得て行った。

2. 方法

体幹回旋動態は、江戸らの方法⁶⁾に従って定量化した。計測課題は立位での身体回旋動作とし、2秒で最大可動域まで回旋し、2秒で開始肢位に戻る速度で左右交互に4回ずつ行った。なお、対象者には骨盤および胸郭を鉛直位に保持し、回旋動作中に足位の変化や下肢の屈曲を生じさせないように指示した。計測は三次元動作解析システム(VICON-NEXUS, Vicon motion systems 社製)を使用し、サンプリング周期は100 Hzとした。マーカーの貼付位置は両側の上前腸骨棘・上後腸骨棘・胸骨柄・胸骨体下端・第1および第7胸椎棘突起の計8点とした。

計測により得られたマーカー位置データは、遮断周波数6 Hzのローパスフィルタを適用した後に骨盤と胸郭に局所座標系を定義し、相対的な回旋角度と前後・左右への偏位距離を算出した。偏位距離は骨盤の局所座標系に胸郭中心を水平面上で投影させた位置関係の身長比(%Body height, 以下%BH)で算出した。

計測動作中の体幹回旋角度と前後方向への偏位距離との一次回帰係数を前方並進率(前方偏位距離 [%BH]/回旋角度 [deg])、左右方向への偏位距離との一次回帰係数を側方並進率(回旋との同側への偏位距離 [%BH]/回旋角度 [deg])として求め、体幹回旋に伴う胸郭の前方、かつ回旋と同側への並進のしやすさの指標とした(図1)。

肋間距離は、右中腋窩線上における第4肋骨上縁から第10肋骨下縁の距離をテープメジャーで同一検者が測定し、%BHで算出した。計測肢位は体幹ストレッチ用ウレタンクッション(エビ反りクッション, Bed & Mattress 社製)上での左側臥位とし、クッションの頂点を剣状突起の直下に設置した(図2a)。

肋間筋ストレッチは、開始肢位を前述の肋間距離測定と同様とし、そこからベッドの頭部部分を15°下げ、かつベッドから下肢を下ろすことによって右肋間筋を伸張した(図2b)。ストレッチ時間は、谷澤らの方法⁷⁾に従い、30秒間のストレッチ後に10秒間のインターバルを開始肢位に戻すことで設け、これを3回繰り返した。

統計分析は、肋間筋ストレッチ前後における肋間距離、

図1 胸郭並進率の定義(代表例)

a. 開始肢位

b. ストレッチ肢位

図2 肋間筋ストレッチ肢位

前方および側方並進率の差を Shapiro-Wilk 検定による正規性の確認後に、対応のある t 検定を用いて分析した。全ての検定は有意水準 5% とし、統計解析ソフトウェア (IBM SPSS Statistics 23, IBM 社製) を使用した。

III. 結果

本研究で用いたパラメータのストレッチ前後の変化を、(ストレッチ前/ストレッチ後 [単位]) として以下に示す。

肋間距離はストレッチによって有意に増加した ($14.2 \pm 1.3/14.8 \pm 1.3$ [%BH]; $p < 0.001$)。

右回旋時の前方並進率は有意な変化は認めなかった ($0.05 \pm 0.16/0.05 \pm 0.16$ [%BH/deg]; $p = 0.848$) が、側方並進率はストレッチ後に有意な増加を認めた ($-0.15 \pm 0.21/-0.07 \pm 0.19$ [%BH/deg]; $p = 0.038$)。

左回旋時の前方並進率は ($0.04 \pm 0.14/0.08 \pm 0.14$ [%BH/deg]; $p = 0.227$)、側方並進率は ($-0.09 \pm 0.24/-0.04 \pm 0.18$ [%BH/deg]; $p = 0.159$) で、どちらも有意な変化は認めなかった。

IV. 考察

本研究の結果から、体幹の右回旋と左回旋のどちらにおいても、ストレッチ前と後においても、前方並進率の平均は正の値であり、側方並進率の平均は負の値であった。このことから、健常者における体幹回旋の平均的な動態は、胸郭の前方かつ回旋と反対側への並進を伴うことが確認された。これは江戸らの報告⁹⁾と一致する結果であった。本研究では、新しい知見として、右肋間筋ストレッチによって体幹右回旋に伴う胸郭の左方並進が減少することがわかった。体幹右回旋に伴う胸郭の前方並進と、体幹左回旋に伴う胸郭の前方および右方並進は、肋間筋ストレッチによる変化を認めなかった。

体幹の回旋は、回旋と同側の肋骨は後方回旋し、反対側の肋骨は前方回旋する⁹⁾。肋骨は矢状面において後端

に比べて前端の方が低位にあるため、後方回旋により水平に近づくことで肋間は拡大し、前方回旋により鉛直に近づくことで肋間は縮小する⁹⁾。すなわち、回旋と同側の肋間は拡大し、反対側の肋間は縮小する。骨盤に対する胸郭の前方並進には胸椎の伸展を伴うため肋間は拡大し、後方並進には胸椎の屈曲を伴うため肋間は縮小する⁹⁾。また、側方並進には脊椎の S 字状の側屈、すなわち腰椎の同側への側屈と胸椎の反対側への側屈を伴うため、並進と同側の肋間は拡大し、反対側の肋間は縮小する。このように、体幹の回旋や胸郭の前後・左右への並進には、いずれも肋間の拡大や縮小が必要である。このため体幹の回旋時に、胸郭がどの方向に並進するかによって必要となる肋間距離は変化すると考えられる。例えば体幹の右回旋には右肋間の拡大が必要であるのに加え、胸郭の前方並進には両肋間の拡大、および右方並進には右肋間の拡大が必要となることから、これらが同時に起こる場合、すなわち体幹の右回旋時に胸郭が右前方へ並進するケースでは、右肋間は非常に大きく拡大すると考えられる。それに対して、体幹の右回旋時に胸郭が左後方へ並進するケースでは、右肋間の拡大はそれほど必要ではないと考えられる。

上記のことから、本研究では右肋間筋ストレッチによって右肋間の拡大が図られると、右回旋時に胸郭の前方並進の増大、かつ左方並進の減少が生じるものと考えた。しかし実際は、前方並進に変化は認められず、左方並進のみが減少するという結果であった。これは、本研究で行った肋間筋ストレッチの方法では側胸部を主として伸張していることが影響していると考えられる。すなわち、今回の肋間筋ストレッチでは胸椎の左側屈を伴う前額面上へのアプローチを行ったため、右側胸部の肋間組織は伸張されたものの、前胸部の肋間組織の伸張性は大きく変化しなかったと考えられる。そのため、体幹右回旋時の胸郭の左方並進は減少したが、胸郭の前方並進の増加はみられなかったと考える。また、右側の肋間筋のみストレッチを行ったため、右肋間が縮小する動きとなる左

回旋においては胸郭の前方・右方並進に変化はみられなかったと考える。

山口ら⁴⁾はゴルフやテニスなどの回旋が大きいスポーツ動作では上半身質量中心位置が非常に重要であり、回旋と反対側の下肢に荷重が移るようなケースではパフォーマンスの低下につながることを指摘している。本研究における胸郭中心は、上半身質量中心の観察点⁴⁾とおおむね一致することから、本研究で実施したストレッチによる体幹回旋動態のコントロールはスポーツパフォーマンスの向上に応用できる可能性がある。なお、今回のストレッチ方法では変化が認められなかった胸郭の前方並進率のコントロール方法も今後明らかにすることで、対象者の体幹回旋時の胸郭の偏位動態に合わせた理学療法介入の提言に一層つながると考える。

本研究は、体幹の回旋に伴って生じる胸郭の前後・左右の並進運動に側胸部の肋間筋ストレッチが与える即時効果を明らかにした。すなわち、体幹の回旋時に胸郭は前方、かつ回旋と反対側へ並進するが、右回旋時に生じる胸郭の左方並進を右側胸部の肋間筋ストレッチによって抑制できることがわかった。

利益相反 本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

参考文献

- 1) 藤本鎮也, 吉田一也, 佐藤慎一郎・他: 体幹と理学療法. 理学療法—臨床・研究・教育. 2013, 20: 7-14.
- 2) Gracovetsky S: An hypothesis for the role of the spine in human locomotion: a challenge to current thinking. J Biomed Eng, 1985, 7: 205-216.
- 3) Blankenbaker DG, Haughton VM, Rogers BP: Axial rotation of the lumbar spinal motion segments correlated with concordant pain on discography. Am J Roentgen. 2006, 186: 795-799.
- 4) 山口光國, 福井 勉, 入谷 誠: 結果の出せる整形外科理学療法. メジカルビュー, 東京, 2009, pp96-103, 114-121, 136-141.
- 5) 和田 治, 建内宏重, 市橋則明: 骨盤の矢状面アライメント・体幹の可動性および身体重心移動量に与える影響. 理学療法科学, 2009, 36: 356-362.
- 6) 江戸優裕, 柿崎藤泰, 山本澄子・他: 体幹回旋に伴う胸郭の前後および左右への並進の運動特性. 理学療法科学, 2018, 33: 173-176.
- 7) 谷 澤真, 飛永敬志, 伊藤俊一: 短時間の静的ストレッチングが柔軟性および筋出力に及ぼす影響. 理学療法—臨床・研究・教育, 2014, 21: 51-55.
- 8) Lee D: The Thorax: An Integrated Approach. Orthopedic Physical Therapy, Minneapolis, 2003, pp41-57.
- 9) Kapandji AI: カラー版カパンジー機能解剖学Ⅲ: 脊柱・体幹・頭部, 原著第6版. 塩田悦仁 (訳), 医歯薬出版, 東京, 2008, pp146-155.