重心位置の違いによる腹部体幹筋厚の変化

Influence of the Movement of the Center of Gravity on Trunk Abdominal Muscle Thickness

佐々木 遥¹⁾ 森田 千尋¹⁾ 松井 有希¹⁾ 田村 隆太¹⁾ 屋嘉比 章紘¹⁾

HARUKA SASAKI, PTS¹⁾, CHIHIRO MORITA, PTS¹⁾, YUKI MATSUI, PTS¹⁾, RYUTA TAMURA, PTS¹⁾,
AKIHIRO YAKABI, RPT, PhD¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare: 2600-1
Kitakanemaru, Ohtawara-shi, Tochigi 324-8501, Japan TEL +81 287-24-3018 E-mail: yakabi@iuhw.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 34(5): 565–568, 2019. Submitted Mar. 25, 2019. Accepted Apr. 22, 2019.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to clarify the relationship between the position of the center of gravity and the abdominal muscle thickness, and to provide data to guide center-of-gravity conditions. [Participants and Methods] The subjects were 52 healthy individuals (25 males and 27 females; mean age: 20.9 ± 1.3 years). Changes in muscle thicknesses of the external oblique, internal oblique, and transverse abdominal muscles were compared in the resting position and center-of-gravity front-back and left-right conditions. [Results] The main effect was on the rates of change in muscle thicknesses of the external oblique and internal oblique muscles. The rates of change in muscle thicknesses of all muscles was highest in the center-of-gravity right condition. [Conclusion] Changes in the center of gravity affect abdominal muscle thickness.

Key words: center of gravity, abdominal muscle, ultrasound imaging system (US)

要旨:〔目的〕重心位置と腹部体幹筋厚の関係を明らかにし、体幹トレーニングの一助を目的とした。〔対象と方法〕対象は、健康成人 52 名（男性 25 名、女性 27 名、平均年齢 20.9 ± 1.3 歳）とした。外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚を安静立位、前後左右の重心条件における筋厚変化の比較を行った。〔結果〕外腹斜筋と内腹斜筋において筋厚変化率に主効果がみられ、全ての筋において右重心課題が最も大きくなった。〔結語〕重心位置の変化によって腹部体幹筋厚に変化を与えることがわかった。

キーワード: 重心位置、腹部体幹筋厚、超音波画像診断装置

¹⁾ 国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科：栃木県大田原市北金丸 2600-1（〒324-8501）
TEL 0287-24-3018

受付日 2019 年 3 月 25 日 受理日 2019 年 4 月 22 日

I. はじめに

日常生活動作からスポーツ分野に至るまで、体幹筋の重要性が言及されている。体幹筋は、体幹の動きに作用する内外腹斜筋や腹直筋、脊柱起立筋などのグローバル筋¹⁾と脊柱の安定性に作用する腹横筋や多裂筋などのローカル筋に分類される。ローカル筋は、姿勢制御への関与が主であり²⁾、体幹の安定を十分に得るためには、グローバル筋群のみならずローカル筋群にも着目する必要がある。ローカル筋群のなかでも特に腹横筋は体幹安定に重要な役割を果たし、その線維は部位によって走行・機能が異なると指摘されている^{3,4)}。

日常生活動作においては、全身を協調的に動かすことが重要であり、そのなかでも体幹筋は上肢と下肢の物体負荷に先行して筋活動が起こることも報告されており⁵⁾、その評価とトレーニングは重要であると考えられる。臨床において、姿勢の保持や安定化にアプローチする場面を多くみかける。そのなかでも、立位で行われるバランスへのアプローチで内乱、外乱による重心移動練習が散見される。体幹安定に重要な役割を果たすローカル筋に関して、Draw-inや姿勢別による筋厚変化の検討はなされている⁶⁾。しかし、実際に用いられている重心移動と腹部体幹筋厚の関係性を明らかにした研究は少ないため、その関係性を明らかにすることで臨床現場において体幹筋への個別的なアプローチができるのではないかと考えた。

本研究では、非侵襲的に筋の形態や動態を定量化する方法として広く用いられている超音波画像診断装置を用いて体幹筋厚を測定した。超音波画像診断装置での体幹筋厚の測定は、先行研究で高い信頼性が得られている。また、腹横筋の針電極を用いた筋電位変化と超音波画像診断装置を用いた筋厚変化には相関関係があることが報告されている⁷⁾。また、側腹筋群を計測した先行研究で高い検者内信頼性が報告されている^{2,8)}。

そのため、重心位置を変化させた際の腹部体幹筋について、超音波画像という非侵襲的・簡便な方法によって明らかにすることは、体幹の評価、体幹トレーニングを行う際に重要であると考えられる。

そこで、本研究では安静立位・前後左右条件での重心位置と腹部体幹筋厚の関係性を明らかにし、その基礎データを体幹トレーニングの一助とすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、健康成人52名（男性25名、女性27名、右利き47名、左利き5名、年齢 20.9 ± 1.3 歳、身長 166.0 ± 8.5 cm、体重 57.0 ± 8.5 kg、Body Mass Index

21.1 ± 4.0 kg/m² [平均 $\pm$ 標準偏差])とした。対象者には、口頭および書面での同意を得た。また、除外基準は、脊柱・腹部に既往のある者とした。

なお、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実施した(18-10-44)。

2. 方法

測定機器は、体組成計(TANITA社製)、超音波画像診断装置 Sonosite180plus (5～10 MHz リニア型プローブ、Bモード、SonoSite製)と重心動揺計 Win PDM システム(Zebris社製)を用いた。対象者の測定前の条件としては、測定当日の測定前は日常生活動作以上の活動は避けて頂くよう指示し計測を行った。

測定手順としては、重心動揺計上で安静立位を取り、下肢は肩幅に設定し、重心動揺計上の前後左右の区画線を基準として、両足の舟状骨を結んだ線と前後の区画線を一致させた。そこで、重心動揺計の区画線で前後左右重心位置の設定を行った。

測定条件は、安静立位、前方重心、後方重心、左側重心、右側重心条件の計5条件とした。前後左右条件の測定は、重心動揺計上で上記の区画において各重心位置を80～85%に統一し、数回の練習後、左右2回ずつ行った。なお、各条件の測定はランダムとした。対象筋は外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋とし、腹部体幹筋厚変化率を算出した。算出方法は各筋厚変化率(%)=(各重心条件時の筋厚-安静立位時の筋厚)/安静立位時の筋厚 $\times 100$ として算出した。超音波画像診断装置での測定部位は先行研究を参考にし⁹⁾、右側で、臍下部から前腋窩線上へ垂線に下ろした交点と臍部との中間にプローブの中心を短軸方向に置き、筋厚の画像が明瞭であることを確認し画像を保存した。筋厚測定は安静呼気終末に統一した。超音波画像診断装置で得られた画像データは、SonoSite Image Managerでデータ変換し、ImageJを用いて筋厚を算出した。ImageJ(アメリカ国立衛生研究所製)での画像測定は、画像データの中央の位置の筋厚を測定した。

各筋厚変化率の値をShapiro-Wilk検定にかけた結果、正規分布していないことが確認されたため、各筋の筋厚変化率に対して、Friedman検定を用い、その後下位検定はBonferroniの補正を行った。有意水準は0.05とし、重心条件が6条件あるため、0.05を6で除した値である0.008とした。また、各重心条件下における各筋厚の検者内信頼性の検証のため、級内相関係数 Intraclass correlation coefficient (以下、ICC) (1.2) を算出した。全ての統計解析はSPSS Statistics 25 (IBM社製)を用いた。

III. 結 果

右側の各筋の筋厚変化率と男女別の各筋の筋厚変化率を表1に示す。全体における筋厚変化率は全ての対象筋において右重心で増加傾向を示した。内腹斜筋の全体の中央値は、前方重心、後方重心、右重心、左重心がそれぞれ、4.3%、3.9%、5.4%、-0.7%であり左重心がその他の3条件よりも有意に小さく、外腹斜筋の全体の中央値は、1.5%、-1.0%、8.7%、-5.1%と左重心が前方重心と右重心より有意に小さくなった。腹横筋は有意差がみられなかった（それぞれ $p < 0.05$ ）。男女別の筋厚変化率においても、右重心の内外腹斜筋で大きい傾向を示した。

ICC (1.2) は全ての筋で、0.75~0.967と高い値を示した。

IV. 考 察

本研究では、立位時の重心条件を変えて、腹部体幹筋厚の変化率を観察した。結果としては、右重心条件で腹横筋、外腹斜筋、内腹斜筋の筋厚変化率が増加した。一方、左重心条件では全ての筋厚変化率の減少が認められた。これは、内外腹斜筋は体幹側屈作用があり¹⁰⁾、右重心で各筋が求心性に働いたため、右重心条件において筋厚変化率が大きくなったと考えられる。また、左重心条件において筋厚変化率がマイナスであった理由としては、今回測定部位が右側だったため、左重心条件では右側の体幹筋が遠心性に働き、筋が伸張されたと考えている。男女別でも右重心条件で各筋の筋厚変化率が大きい傾向を示した。これも、同様な筋収縮様態が考えられる。

また腹横筋においては、右重心において筋厚変化率が増加の傾向を示したが、主効果が認められなかった。先行研究では、腹横筋の線維はおおむね水平方向に走行するため、体幹運動を生み出す能力は限られると報告され

ている¹⁾。本研究では、重心条件を変えることで、体幹の側屈を抑えるため、内外腹斜筋が主として働き、腹横筋の筋厚変化率に有意差はみられなかったと考えられる。また、内腹斜筋と腹横筋は左重心条件以外ではプラスの筋厚変化率を示した。解剖学的にみるとこれらの筋は胸腰筋膜を介して連結している。腹横筋は胸腰筋膜を介した腰椎から起こり、前方で内腹斜筋や対側の腹横筋に付着しており、腹横筋と内腹斜筋は連動した筋厚変化を示すことが示唆された。Hodgesら¹¹⁾によると腹横筋と内腹斜筋には筋活動と筋厚変化に有意な関係性を認められたが、外腹斜筋では認められなかった。腹横筋と内腹斜筋に関しては筋厚が筋活動の指標となり得るが、外腹斜筋に関しては筋厚のみでは筋活動の状態を判断することが難しいとしている。本研究もこれを支持する結果が得られた。

本研究では、重心条件を変えるという簡便な方法で、筋厚を変化させられることが明らかになった。これは臨床においても有用であると考えられる。しかし、本研究では測定部位が限定されていたため、測定部位の条件を変えて検討するに至らなかった。腹横筋は部位によって走行機能が異なることが報告されていることから^{3,4)}、線維別の検討は必要であったと考える。また先行研究¹²⁾では、立位にて自動骨盤後傾運動を行った際、腹横筋の活動が他の筋に比べて大きいことが報告されており、立位での骨盤や上肢の位置によっても筋厚（筋活動）が変化することが予測されるため、今後の検討が必要であると考えている。

筋収縮の様態は様々あり、遠心性収縮により、筋が伸ばされて筋活動が上がっている状態もあるため、筋活動として捉えることは難しい。今後の課題として、筋電図と筋厚による活動の変化についても検討する必要がある。

本研究は、健康成人を対象として超音波画像を用いて重心位置の違いによる腹部体幹筋厚変化率を検討した。

表1 各重心位置における筋厚変化

		前方重心	後方重心	右重心	左重心
外腹斜筋 (%)	全体	1.5 (-4.8, 7.6)	-1.0 (-9.7, 8.5)	8.7 (-4.5, 14.5) [†]	-5.1 (-11.8, 0.8)*,#
	男性	-2.0 (-10.0, 5.0)	-3.0 (-10.0, 5.0)	1.0 (-10.0, 1.2)	-6.0 (-11.0, -2.0)
	女性	3.0 (-3.0, 8.0)	0.0 (-7.0, 9.0)	9.0 (-2.0, 17.0)	-4.0 (-1.0, 7.0)*,#
内腹斜筋 (%)	全体	4.3 (-4.5, 14.7)	3.9 (-5.0, 16.7)	5.4 (-4.8, 18.4)	-0.7 (-14.9, 8.1)*,†,#
	男性	3.0 (-3.0, 10.0)	4.0 (-5.0, 16.0)	6.0 (1.0, 14.0)	-2.0 (-17.0, 4.0) [#]
	女性	4.0 (-6.0, 16.0)	2.0 (-6.0, 14.0)	5.0 (-9.0, 25.0)	2.0 (-16.0, 7.0)
腹横筋 (%)	全体	2.1 (-13.1, 12.9)	1.7 (-19.0, 13.4)	4.3 (-12.4, 18.2)	-4.8 (-18.2, 11.8)
	男性	2.0 (-12.0, 0.1)	4.0 (-12.0, 20.0)	5.0 (-11.0, 15.0)	-6.0 (-17.0, 11.0)
	女性	3.0 (-14.0, 11.0)	-12.0 (-27.0, 1.0)	-2.0 (-25.0, 24.0)	-5.0 (-22.0, 0.1)

中央値（第1四分位数，第3四分位数）。*： $p < 0.05$ (vs 右重心)，#： $p < 0.05$ (vs 前方重心)，†： $p < 0.05$ (vs 後方重心)。

その結果、側方重心位では同側の各筋が求心性収縮をすること、ローカル筋に関しては重心移動によって活動を要求できることが明らかになった。今後、さらに検討を進め、体幹の安定性への寄与を含めた臨床応用の可能性を検討していきたいと考える。

利益相反 開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) Richardson C, Hodges PW, Hides J: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ。腰椎骨盤の安定性のための運動療法。齊藤明彦(訳), 医学書院, 東京, 2010, p15.
- 2) 遠藤佳章, 小野田公, 久保 晃: 超音波画像診断装置を用いた姿勢別体幹筋厚の変化。理学療法科学, 2017, 32: 527-530.
- 3) Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, et al.: Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2005, 20: 233-241.
- 4) Urquhart DM, Hodges PW: Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. Eur Spine J, 2005, 14: 393-400.
- 5) Hodges PW, Richardson CA: Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. Exp Brain Res, 1997, 114: 362-370.
- 6) Richardson C, Hodges PW, et al.: 脊柱の分節的安定性のための運動療法, 腰痛治療の科学的基礎と臨床。齊藤明彦(訳), エンタプライズ, 東京, 1999, p31.
- 7) Koppenhaver SL, Hebert JJ, Fritz JM, et al.: Reliability of rehabilitative ultrasound imaging of the transversus abdominis and lumbar multifidus muscles. Arch Phys Med Rehabil, 2009, 90: 87-94.
- 8) 金子秀雄, 佐藤広徳, 丸山仁司: 超音波画像診断装置を用いた側腹筋厚測定信頼性。理学療法科学, 2005, 20: 197-201.
- 9) 屋嘉比章紘, 久保 晃, 石坂正大・他: 健康成人の腹部体幹筋の筋輝度の性差。理学療法科学, 2019, 34: 75-78.
- 10) Joseph E: 筋骨格系の触診マニュアル。丸山仁司(監修), ガイアブックス, 東京, p392.
- 11) Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al.: Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. Muscle Nerve, 2003, 27: 682-692.
- 12) Takaki S, Kaneoka K, Okubo Y, et al.: Analysis of muscle activity during active pelvic tilting in sagittal plane. Phys Ther Rev, 2016, 19: 50-57.