姿勢変化に伴う腹横筋の作用

—上部線維と中部線維における筋厚の変化から—

*Functions of Transversus Abdominis with Change of the Posture Inferred from Thickness
—Differences between Upper and Middle Fascicles—*

吉川幸次郎^{1,2)} 丸山 仁司³⁾

KOJIRO KIKAWA, RPT^{1,2)}, HITOSHI MARUYAMA, RPT, PhD³⁾

¹⁾ Hasuda Nursing Home Syouyuen: 1826-1 Uruidoazahukiage, Hasuda City, Saitama 349-0123, Japan. TEL +81 48-765-1362
E-mail iuhw2010doptdr@yahoo.co.jp

²⁾ Physical Therapy Section, Health Science Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare

³⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 23(4): 535-538, 2008. Submitted Feb. 1, 2008. Accepted Apr. 18, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to investigate differences between the functions of the upper and middle fascicles of the transversus abdominis. [Subjects] The subjects were 34 healthy men (mean age: 22.8±3.1; mean height: 169.4±21.0 cm; and mean weight 68.1±18.8 kg). [Methods] We took ultrasonic photos of the upper and middle fascicles of the transversus abdominis in the supine position, the standing position, and the standing on tiptoe position, and we measured the thickness of each fascicle. [Results] The upper fascicle thickness was significantly thicker than the middle fascicle ($p<0.05$). Furthermore, there was a significant increase of the thickness in the standing on tiptoe position compared with that in the supine position ($p<0.05$). However, there was no significant difference of the thickness between the supine position and the standing position, and between the standing position and standing on tiptoe position. [Conclusion] These result support the contention that the upper fascicle plays a role in fixing the rib cage. The upper fascicle works more actively and fixes the rib cage to help a person maintain a stable posture when the posture becomes more unstable from the supine position to the standing position and to the standing on tiptoe position.

Key words: transversus abdominis, muscle thickness, ultrasonography

要旨: [目的] 腹横筋の上部線維と中部線維の活動の違いを検証することにある。[対象] 健康男性34名。年齢22.8±3.1歳、身長169.4±21.0 cm、体重68.1±18.8 kgである。[方法] 背臥位、立位、爪先立ち位のそれぞれの姿勢で腹横筋の上部線維と中部線維を超音波画像診断装置で撮像し、その筋厚を測定して比較した。[結果] 上部線維と中部線維との筋厚は有意に異なった ($p<0.05$)。また、姿勢間の比較では、背臥位と爪先立ち位との間には有意差が認められた ($p<0.05$)。一方、背臥位と立位、立位と爪先立ち位との間には有意差は認められなかった。[結語] この結果は上部線維が胸郭を固定する役割を有するという先行研究を支持する。背臥位から立位さらに爪先立ち位と不安定な姿勢になるが姿勢を安定させるため上部線維が活発に働き胸郭を固定することで安定した姿勢を維持していると考えられる。

キーワード: 腹横筋、筋厚、超音波診断装置

¹⁾ 蓮田ナーシングホーム翔裕園：埼玉県蓮田市関戸字吹上1826-1 (〒349-0123)

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分野

³⁾ 国際医療福祉大学 保健学部理学療法学科

I. はじめに

体幹の安定性を維持するためには多くの筋群が関与しており, それらの筋群は機能によってグローバル筋群とローカル筋群に分類される。グローバル筋群は体表に位置する比較的大きな筋群(腹直筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋など)で体幹の運動に作用する。これに対し, ローカル筋群は身体の深部に位置する比較的小さな筋群(腹横筋, 多裂筋など)で姿勢制御に関与するといわれている。体幹の安定性を確保するためにはグローバル筋群のみならずローカル筋にも着目する必要がある。このローカル筋群の中でも腹横筋は体幹の最深部に位置する筋で体幹の安定性に重要な役割を果たしていることが近年指摘されている¹⁾。また, 近年腹横筋の線維が部位によりその走行, 厚さなどが異なり, 線維によって機能が異なることが指摘されるようになった。たとえば, Hodgesらは上肢運動に伴う中部線維と下部線維の筋活動の違いを報告している²⁾。Urquhartは腹横筋の上部線維が中部, 下部線維とは解剖学的に線維の走行が異なることを根拠に, 胸郭を安定させる作用があるとしている³⁾。さらに, Urquhartは別の研究で体幹の回旋に伴い中部, 下部線維と上部線維の働きが異なることを述べている⁴⁾。これらの先行研究より, 人間は体幹や脊椎を安定させるために, 腹横筋の上部線維は胸郭を固定し, 中部線維は体幹をコルセットのように締め付けることで体幹を安定させるという具合に, 両線維は異なった活動性を有し, そして協調して活動している可能性があると考えられた。そこで今回の研究では, 腹横筋の上部線維と中部線維の機能的な差異に着目し, 姿勢の変化に伴ったこれらの線維の活動性について超音波画像で検証することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

方法は背臥位, 立位, 爪先立ち位のそれぞれの姿勢で腹横筋の上部線維と中部線維を超音波画像診断装置で撮像し, その筋厚を測定し比較した。

対象は健康男性34名とした。対象者の年齢, 身長, 体重は以下の通りであった。年齢 22.8 ± 3.1 歳, 身長 169.4 ± 21.0 cm, 体重 68.1 ± 18.8 kgであった。各対象者に実験内容について説明し, 同意を得て実施した。

筋厚測定の再現性の検討は対象者の中から無作為に5名を抽出し, 後日筋厚を再度測定し比較した。

図1 8 MHzのプロープ

2. 方法

腹横筋の活動は超音波診断装置を用いた(図1)。プローブは8 MHz(図1)を用いた。撮像した映像はDVDに記録した(HX50 SONY社製)

1) データ処理

記録した動画は腹横筋の筋厚を測定するためDVD画像編集ソフトWinDVDを用いて静止画像にした。静止画像にするためWinDVDで動画を再生し最も筋厚が薄くなる安静時吸気最終時のタイミングを狙ってキャプチャーしその画像をパソコンに記録した。

静止画像はImagej1.37(U.S. National Institutes of Health)を用いて筋厚を測定した。

筋厚を測定するため50 mmをドット数に換算するキャリブレーションの設定を行った。測定する箇所は, 可能な限り筋腹が同じ厚さで続いている箇所を選び, その筋膜の末端の間の距離を測定した。背臥位, 立位, 爪先立ち位における上記の箇所を測定した。背臥位→立位→爪先立ち位になるに従い筋の形状が変化するため可能な限り同じ箇所を測定し筋厚の増減を測定した。

2) 手順

各線維とも背臥位→立位→爪先立ち位の順で撮像した。

上部線維, 中部線維の撮像位置はUrquhartなどの先行研究を参考に決定した^{3,5)}。

具体的には上部線維は第11肋骨先端(図2上部横実線)と中腋窩線(図縦線)の交点(図2①)。中部線維は肋骨弓と腸骨稜の中間の高さ(図2下部横実線)と中腋窩線の交点を基準に決定した(図2②)。

実験手順は以下の流れによった

①上部線維と中部線維の撮像順を無作為(くじ引き)で決定した。

図2 プローブの固定位置

①上部線維測定位置 ②中部線維測定位置

②背臥位で対象者の体幹を触診し上部線維と中部線維の撮像位置を確定する。

③モニターで画像を確認し背臥位で30秒間撮像した。

④背臥位で撮像後は安静立位の状態で30秒撮像した。

⑤爪先立ち位で30秒撮像した。もう一つの線維を撮像するため背臥位になり同様の手順を繰り返した。

各対象者につき測定した背臥位、立位、爪先立ち位の筋厚をもとに上部線維と中部線維の各姿勢での筋厚を比較した。統計処理として上部線維と中部線維の比較には二元配置分散分析を用いた。危険率は5%未満とした。各姿勢間の筋厚差はTukeyの多重比較検定を用いて比較した。

III. 結 果

前述の方法で筋厚測定の再現性を検証した。結果は以下の通りである(表1)。

上部線維、中部線維ともに0.9前後の高い相関係数を示し、高い再現性が示された。

上部線維の背臥位、立位、爪先立ち位の平均筋厚は以下の通りであった(表2)。

上部線維は背臥位から立位、爪先立ち位となるに従い筋厚が増加していた。これに対して中部線維は筋厚の大きな変化は認められなかった。

二元配置分散分析を用いて上部線維と中部線維を比

表1 各測定値の再現性 (ICC)

n=5

	背臥位	立位	爪先立ち位
上部線維	0.99	0.96	0.99
中部線維	0.94	0.89	0.96

表2 上部、中部線維の姿勢別平均筋厚

n = 34

	背臥位	立位	爪先立ち位
上部線維	12.3 ± 2.5	14.6 ± 3.9	15.0 ± 3.8
中部線維	11.1 ± 2.0	11.2 ± 2.3	11.0 ± 2.3

単位 mm

較すると両者の間に統計上有意な差が認められた ($p < 0.05$)。

姿勢間の多重比較においては、上部線維では背臥位と爪先立ち位 ($p < 0.05$) との間には統計上有意な差が認められたのに対し背臥位と立位、立位と爪先立ち位との間には有意差は認められなかった。中部線維では姿勢間に有意差は認められなかった。

IV. 考 察

体幹の安定は上部体幹と下部体幹とが協調して活動することで維持されていると考えられている。そこで、上部体幹の安定性を維持するために腹横筋の上部線維が機能しているのか、或いは他の線維との関係について考察することは意義があり、体幹の安定性を確保する腹横筋の役割を解明するためには背臥位、座位に比べてより不安定な姿勢の中で腹横筋の活動を観察する必要があると考えた。

本研究では背臥位と立位、爪先立ち位における上部線維と中部線維の筋厚を比較した。この結果上部線維と中部線維とでは筋厚に有意な差が認められた。しかし、多重比較検定の結果、背臥位と爪先立ち位には統計上有意な差が認められたが、背臥位と立位、立位と爪先立ち位との間では統計上有意な差は認められなかった。中部線維では背臥位と立位の筋厚の差を比較したところ有意な差は認められなかった。

これらの結果から以下のように考えられた。

筋厚の増加と筋活動の関係は、先行研究では筋厚が増加することと筋活動が増加することは強い相関があるとしている⁶⁾。上部線維の筋の増加率が中部線維に比べて差があることは上部線維の筋活動の活発な状態を

表していると考えられる。したがって筋厚の増加が大きい立位、爪先立ち位の上部線維は中部線維に比べ筋の働きが活発化しているといえる。背臥位が支持面などで体幹が固定されているのに対して立位や爪先立ち位ではより不安定な状態になる。この不安定な状態において肋骨に付着する上部線維が活発に活動し体幹の安定を保っていると考えられた。

背臥位と爪先立ち位では上部線維の活動に差が生ずるのに、背臥位と立位とで差が生じないのは、立位に比べ爪先立ち位はより不安定な姿勢であり、姿勢保持のため胸郭を固定する上部線維が活発に活動したものと考える。爪先立ち位は立位に比べても統計上有意に筋厚が増加することが予想された。しかし、両者に有意な差は認められず、立位の方が爪先立ち位に比べて筋厚の増加が大きい対象者も存在した。これは爪先立ち位の高さなどについて特に指定せず、姿勢を保つためできるだけ安定した高さで爪先立ちをしたため、股関節や膝関節をコントロールするなどの体幹筋以外の方法を用いて姿勢を安定させたことが考えられる。つまり、腹横筋などの体幹筋以外の手段により姿勢を保ったり、直立の姿勢をとらずに軽度円背姿勢などをとることで体幹をより安定させたことで結果的に単純な立位との差が生じなかったなどの原因が考えられる。

今後、三次元動作解析装置、重心動揺計などを併用することで筋厚の増加と姿勢やバランスとの関係をさらに詳しく調べてみるができるだろう。爪先立ち位の高さを統一するなどにも検討すべきと考える。

中部線維については背臥位、立位、爪先立ち位の間で有意な差は認められなかった。文献によると中部線維は腹圧を高めることで体幹の安定性を保っている¹⁾。今回の研究では立位、爪先立ち位による体幹の不安定な状態に対し腹圧を高めることで体幹の安定性を維持してはいなかったことを意味している。しかし、今回の結果から立位、爪先立ち位の不安定な状態に対して中部線維は活発な活動が生じたとはいえないと考えられた。

しかし、完全に立位、爪先立ち位での中部線維の機能をまったく否定できるわけではない。今回の実験において背臥位と比べて立位で中部線維の筋厚が増加した対象者は14名、爪先立ち位では17名であった。上部線維の平均値並みに筋厚が増加しているケースも4名存在したことから個人差が認められた。

立位、爪先立ち位で中部線維の活動も生じていることから上部線維と中部線維が相互に活動して体幹の安定性を確保している可能性があると考えられる。たとえば今回の実験よりもより不安定な姿勢になった場合共同して体幹の安定性を保つという役割が考えられる。

体幹の安定性を確保するため中部線維が機能して下部体幹の安定を保ちながら上部線維が働き上部体幹の安定を確保するシステムがあるかもしれない。今回の結果をもってそのような機構の存在を結論付けることはできなかったが、今後、より不安定な姿勢での筋厚を比較することで上部線維と中部線維の相互関係が考察できるだろう。

引用文献

- 1) 齋藤昭彦：脊椎の分節的安定性のための運動療法，エンタプライズ社，東京，2002，pp9-16.
- 2) Urquhart DM, Hodges PW, Story IH: Postural activity of the abdominal muscle varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait Posture*, 2005, **22**(4): 295-301.
- 3) Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, et al. Regional morphology of the transverses abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscle. *Clinical Biomechanics*, 2005, **20**(3): 233-241.
- 4) Urquhart DM, Hodges PW: Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *Eur Spine J*, 2005, **14**(4): 393-400.
- 5) 長谷川正吾：超音波診断装置を用いた腰部深部筋の筋厚測定における信頼性. 理学療法科学，2006，**33** (Supple 2): 411.
- 6) McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clinical Biomechanics*, 2004, **19**(4): 337-342.