

Draw-in による腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化

Changes in deep abdominal muscles during drawing-in maneuver

吉 田 昌 弘	吉 田 真
Masahiro YOSHIDA	Makoto YOSHIDA
盛 智 子	
Satoko MORI	

Draw-in による腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化

Changes in deep abdominal muscles during drawing-in maneuver

吉田昌弘¹⁾
Masahiro YOSHIDA
盛智子²⁾
Satoko MORI

吉田真¹⁾
Makoto YOSHIDA

抄 録

一般的にコアと呼ばれている腹横筋、内・外腹斜筋などの腹筋群は、収縮により腹圧を高める機能を有することから、スポーツ動作における体幹の安定性に関して重要な役割を担っていると言われている。コアの機能が重要視される一方で、これらの機能を定量的に評価する手法は十分に確立されていない。本研究では、コアの機能を定量的に評価する手法を確立することを目的に、腹部引き込み動作である Draw-in による腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化を超音波画像診断装置を用いて調べた。男子大学生48名を対象に、安静時および Draw-in における内・外腹斜筋の筋厚を超音波画像上で計測した結果、腹横筋と内腹斜筋では、安静時と比較して Draw-in 時に有意な筋厚の増大が認められた。本研究結果から、腹横筋と内腹斜筋は腹圧を高める動作である Draw-in において形態が変化し、この形態変化は超音波画像上で筋厚を

計測することにより定量的な評価ができることが示唆された。

はじめに

スポーツにおける腰痛は性別、年代を問わず、あらゆる種目の競技者に頻発する障害である。筋・筋膜性腰痛などの器質的および神経学的所見を認めない腰痛の多くは、脊柱、特に腰椎のアライメント不良が症状の出現に関与していると考えられている。脊柱は胸郭と骨盤帯を連結しており、身体を支える上で極めて重要な作用を有している。しかし、脊柱の骨および靭帯の構造は脆弱で、脊柱自体が耐えうる負荷量は胸椎部で約20~30N、腰椎部で約80~90Nであり、静的構造体のみでは身体を支えることができない。脊柱が有する屈曲-伸展、側屈、回旋の複合的な運動を安定化させるためには、腰部周囲の高い筋機能が求められる。

腰部の前面および外側面には腹直筋、内・外腹斜筋、腹横筋などの腹筋群があり、これ

1) 北翔大学生涯スポーツ学部スポーツ教育学科

2) 札幌円山整形外科病院リハビリテーション科

キーワード：腹横筋、内・外腹斜筋、Draw-in、筋厚、超音波画像診断

らは総称してコアと呼ばれる。コアは、筋収縮により腹腔内圧を高める機能を有しており、脊柱の安定性に寄与している¹。コアの機能が保たれていれば、体幹が安定し、骨盤以下の下肢へと力が伝わりやすくなるだけでなく、腰痛も軽減させることができると考えられている。したがって、スポーツ現場では腰痛の症状を有するスポーツ選手に対して、コアをトレーニングターゲットとしたプログラムが提供されることが少なくない。

臨床的にコアの機能が重要視される一方で、これらの機能を定量的に評価する手法は確立されていない。徒手筋力評価 (MMT) では、体幹の筋力を把握する事ができるが、個々の筋の機能を評価することは難しい。また、臨床現場では、深層に位置する腹横筋、内・外腹斜筋の機能評価には、収縮が生じるとされている腹部引き込み運動 (以下 Draw-in) を実施させ、収縮の程度を触診で確認する方法が用いられることがある。このような、従来の評価方法では、コアの機能を定量的に評価することは困難である。腰痛の原因やトレーニングの効果を客観的に捉えるためには、コアの機能を評価する新たな手法の確立が必要である。

近年、整形外科領域では診断目的で超音波画像診断装置を用いる事が多くなっている。超音波画像診断装置は、MRI や X 線等の他の画像診断機器と比較して安全性に優れており、幅広い環境下で使用できることが特徴である。また、筋骨格系の変化をリアルタイムで捉えることができることから、動的構成体、特に筋の収縮および弛緩による形態変化を簡便に描出することが可能である。超音波画像よりコアの活動を捉えることができれば、腹

横筋、内・外腹斜筋の個々の活動を評価することが可能となる。また、リアルタイムで画像を確認することで、トレーニングのフィードバックに活用できる可能性がある。

本研究では、コアの機能を定量的に評価する手法を確立することを目的に、安静時および Draw-in 時の腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚を超音波画像診断装置を用いて計測し、収縮による変化の有無を調べた。

方 法

対象は男子大学生48名 (年齢: 18.7 ± 0.5 歳, 身長 171.4 ± 6.8 cm, 体重 68.3 ± 7.2 kg) であった。被検者の取り込み基準は、運動中に腰痛の症状が無いことおよび過去1年以内に腰痛の既往が無いことであった。除外基準は本研究の運動課題である Draw-in 実施時に腰背部に痛みが生じることであった。画像撮影および計測は整形外科領域を専門とし、超音波画像診断装置の操作経験を有する理学療法士が実施した。各被検者には、測定前に本研究の趣旨および安全性を十分に説明した上で、測定に協力する同意を得た。

腹横筋、内・外腹斜筋の撮影には超音波画像診断装置 (TOSHIBA 社製 Diagnostic Ultrasound System Model SSA-510A) を使用した。リニアプローブは8MHzのものを使用し、測定の際には超音波用ゼリーを塗付した。プローブ位置は右腸骨稜直上とし、前腋窩線上における横断面画像において腹横筋、内・外腹斜筋を撮像できる位置とした (図1)。プローブを皮膚に当てる際には、圧迫による変形が生じないよう画像上で確認しながらプローブ圧を調整した。超音波画像の撮影肢位は安静仰臥位と Draw-in の2肢位とした。Draw-



図1 プローブ位置

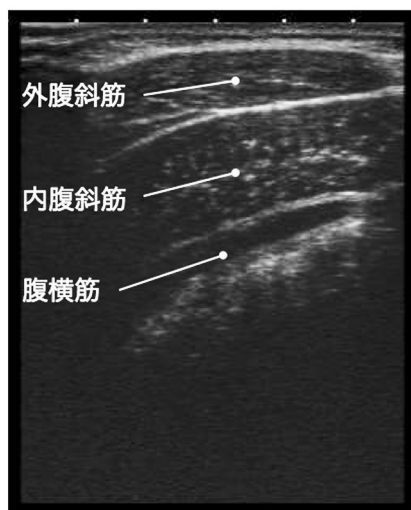
プローブ位置は右腸骨稜直上とし、前腋窩線上における横断面画像において腹横筋、内・外腹斜筋を撮像できる位置とした。

in は安静仰臥位から自動運動にて腹部を引き込む動作と規定した。事前に被検者に対して口頭で Draw-in の動作の説明を行った後、動作を正確に遂行できているか触診にて確認をした。超音波画像の撮影回数は安静仰臥位、Draw-in を各3回とした。撮影した画像は、パーソナルコンピューターに転送し、コンピューター上の超音波画像ファイリングシステム（SSB社製、Ultrasound Diver）を用いて計測を行った。各筋の筋厚は、表層側の筋膜と深層側の筋膜の距離と規定し、ミリメートル（mm）単位で計測した。

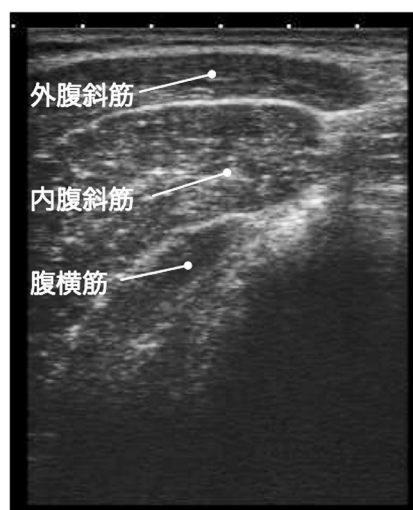
統計学的解析にはSPSSを使用し、安静時と Draw-in 時の腹横筋、内・外腹斜筋の筋厚変化を対応のある t 検定を用いて調べた。有意水準は5%未満とした。

結 果

超音波画像にて、安静時と Draw-in 時で腹横筋、内・外腹斜筋の変化を確認すること



安静時



Draw-in時

図2 超音波画像上の外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋

表1 腹横筋, 内・外腹斜筋の筋厚と変化率

	外腹斜筋	内腹斜筋	腹横筋
安静時	75 ± 22mm	121 ± 35mm	47 ± 19mm
Draw-in 時	78 ± 28mm	155 ± 43mm	82 ± 29mm
Pvalue	.068	.001	.001
変化率	105.1 ± 32.1%	128.0 ± 22.8%	175.7 ± 84.0%

ができた。(図2)。表1に安静時およびDraw-in 時の腹横筋, 内・外腹斜筋の筋厚, p 値および変化率を示した。腹横筋と内腹斜筋では, 安静時と比較して Draw-in 時で有意な筋厚の増大が認められた ($p < 0.05$)。外腹斜筋では, 安静時と Draw-in 時の間に有意な筋厚変化が認められなかった。

考 察

スポーツ動作中に生じる腰痛は, 腰椎の過度な前弯, 胸椎の後弯などの脊柱のアライメント不良が症状を誘発する要因である場合が多いことから, これらを機能的に抑制する作用を持つ腹横筋, 内・外腹斜筋について様々な研究結果が報告されてきた。腹部引き込み運動である Draw-in は, 仰臥位で実施でき, 簡便にコアを随意収縮させることができるエクササイズと考えられていることから, 多くの先行研究でコアの変化を捉えるための運動課題として用いられている²⁻⁵。Springer らは, 健常群を対象に超音波画像を用いて腹横筋の筋厚を計測し, Draw-in 時には安静時と比較して筋厚が有意に増大することを報告した⁶。Hides らは, 超音波画像による腹横筋および内腹斜筋の筋厚計測における再現性を調べ, 検者内信頼性が高かったことを報告した⁷。また, 筋厚変化と筋活動の関連性を調べた研究では, コアのうち腹横筋と内腹斜

筋には筋厚変化と筋活動量に正の相関が認められた⁸。先行研究の結果より, Draw-in はコアの収縮が生じる運動であり, 収縮による活動動態を捉えるには超音波画像診断装置で筋厚変化を計測する評価手法が有用であると考えられている。

本研究においても, 腹横筋, 内・外腹斜筋の断面像を鮮明な画像で抽出することができ, 個々の筋の筋厚を計測することができた。プローブ添付位置や周波数については先行研究により異なるが, 本研究で用いた 8 MHz のリニアプローブから得られた画像は, 各筋の境界線となる筋膜を十分に確認できるものであった。また, 腹横筋, 内・外腹斜筋を同一画像上に撮像することができたことから, プローブ位置についても本研究で用いた方法は臨床で用いることが可能であると考ええる。

本研究では, Draw-in 時に腹横筋と内腹斜筋のみに筋厚変化が認められたが, この結果は先行研究と一致するものであった。腹横筋と内腹斜筋を解剖学的に見ると, 腹横筋は胸腰筋膜を介した腰椎から起こり, 前方で対側の腹横筋や内腹斜筋に付着している。腹横筋の筋線維は水平方向に走っており, 収縮により胸腰筋膜の緊張が高まり, 腹囲が減少すると共に腹圧が高まることが知られている。構造的に見ても, 腹横筋は深層に位置する腹筋群の中でも最も腹部および脊柱の剛性を高める機能を有していると推察できる。本研究の結果に関しても, 筋厚変化率では腹横筋が最も高い値を示した。先行研究でもコアの中では腹横筋の筋厚が最も著明に変化するという結果が散見されることから⁹, Draw-in 動作を運動課題としてコアの機能を評価する際には, 腹横筋の筋厚変化に特に着目する必

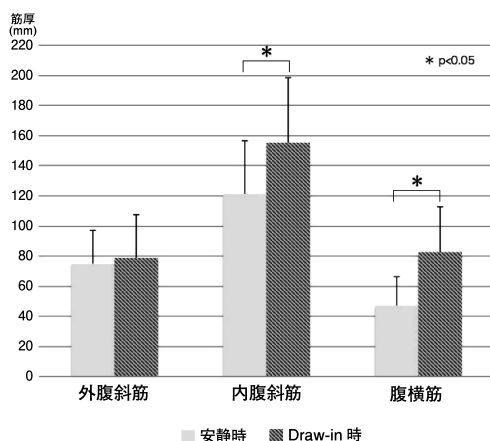
要があると考えられる。また、内腹斜筋は腸骨稜や鼠径靭帯から肋骨下縁に走行するため、体幹の同側回旋や側屈作用を有する。下部線維では腹横筋と連続性を持つ部分があることや、腹横筋と走行が類似しているため腹圧の調節にも関与すると考えられる。本研究や先行研究の結果から見ても、腹部引き込み動作である Draw-in をすることで筋活動が高まる可能性が高いと考えられる。腹横筋と内腹斜筋は共に腹圧を高める機能を有していると考えられるが、両者の機能分担までを調査した研究は無い。それぞれの筋が持つ作用や、個々の機能不全と症状の関連性などが明らかになれば、筋厚評価からより多くの情報を提供できる可能性があるため、今後の重要な研究課題であると言える。

今回の研究結果からは、Draw-in における外腹斜筋の有意な筋厚変化は認められなかった。この結果に関しては、先行研究においても共通見解が十分に得られていない。解剖学的に見ても、外腹斜筋は胸腰筋膜に付着しておらず、走行も垂直方向に近い角度を持って

いることから収縮によって腹囲が減少する可能性は低いと考えられる。Hodges らは、針筋電と超音波画像を用いて、コアの筋活動と筋厚変化の関係性の有無を調査した。Hodges らによると、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、外腹斜筋には認められなかった。この結果から、腹横筋と内腹斜筋に関しては、筋厚が筋活動の有無の指標となり得るが、外腹斜筋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。いずれにしても、外腹斜筋が腹圧の調節作用を有しているかは意見の分かれるところであり、超音波画像による筋厚というパラメータから外腹斜筋の活動動態を推察することは難しいと考えられる。

本研究では、腹横筋と内腹斜筋の筋厚に関して安静時と Draw-in 時に統計学的有意差を認めたものの、変化率には個人差があり、標準偏差にも一定の幅があった。この原因として、Draw-in 動作を適切に実施できていない、すなわち腹横筋や内腹斜筋ではなく、腹直筋などの表層の筋による代償によって腹圧を高めようとしていたことが挙げられる。Draw-in は口答指示や簡単な説明のみでは、正しく遂行できない可能性があることを反映した結果であると考えられる。Draw-in はコアをターゲットとしたトレーニングの導入として用いられる事が多いプログラムであるが、初心者では収縮の感覚を理解することが難しい場合がある。このような場合には、超音波画像診断装置による評価を行うと、筋収縮の様子をリアルタイムで確認でき、収縮の有無や他の筋による代償を容易に判断することができるため、臨床現場での有効的な活用に期待したい。

表 2 腹横筋、内・外腹斜筋の筋厚



超音波画像を用いたコアの筋厚評価については、本研究結果と先行研究の結果からその有用性を確認することができた。しかし、今回の測定方法は Draw-in という運動課題に対しては適用があるものの、さらに高い筋活動が求められる運動に用いることができるかは不明である。超音波画像上の筋厚変化と筋活動量の関係を調査した研究の中には、腹横筋の筋厚増大は安静時から最大随意収縮までの20%程度まで相関があるとされており、それ以上の活動量では筋厚に変化を認めなかった報告もある⁸。また、トレーニングの介入前後で腹横筋の筋厚変化を調べた報告は少なく、コアにおける筋肥大や萎縮などの長期的な変化を筋厚から判断することについては十分に検証されていない。超音波画像によるコアの筋厚評価を実施する際には、これらの事に留意した上で適応を判断する必要がある。

超音波画像を用いたコアの筋厚評価の手法は、プローブ位置について議論の余地はあるものの Draw-in では腹横筋、内腹斜筋の筋厚変化が生じるという事実については一定の共通見解が得られている。また、少数ではあるものの、腰痛を有する症例では健常群と比較して腹横筋、内腹斜筋の筋厚変化が小さいとする研究報告もあることから、これらの機能不全が腰痛発生の原因の一つとなっている可能性がある。今後は、確立されつつある評価手法を用いて、脊柱のアライメントを保つ作用を持つコアが、腰椎の過度な前弯などの不良姿勢時にどのような変化を示すか調べることで、スポーツにおける腰痛発生とコア機能の関連性を明らかにしていくことができると考える。

付 記

本研究は、平成22年度北翔大学北方圏学術情報センター研究費の助成を受けて実施した。

参考文献

1. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006 ; 36-3 : 189-98.
2. Whittaker JL, Warner MB, Stokes MJ. Ultrasound imaging transducer motion during clinical maneuvers : respiration, active straight leg raise test and abdominal drawing in. *Ultrasound Med Biol* 2010 ; 36-8 : 1288-97.
3. Vasseljen O, Fladmark AM. Abdominal muscle contraction thickness and function after specific and general exercises : a randomized controlled trial in chronic low back pain patients. *Man Ther* 2010 ; 15-5 : 482-9.
4. McGalliard MK, Dedrick GS, Brismee JM, Cook CE, Apte GG, Sizer PS, Jr. Changes in transversus abdominis thickness with use of the abdominal drawing-in maneuver during a functional task. *PM R* 2010 ; 2-3 : 187-94 ; quiz 226.
5. Hides JA, Boughen CL, Stanton WR, Strudwick MW, Wilson SJ. A magnetic resonance imaging investigation of the transversus abdominis muscle during drawing-in of the abdominal wall in elite Australian Football League players with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010 ; 40-1 : 4-10.

6. Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK, Teyhen DS. Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006 ; 36-5 : 289-97.
7. Hides JA, Miokovic T, Belavy DL, Stanton WR, Richardson CA. Ultrasound imaging assessment of abdominal muscle function during drawing-in of the abdominal wall: an intrarater reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007 ; 37-8 : 480-6.
8. Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, Gandevia SC. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve* 2003 ; 27-6 : 682-92.
9. Teyhen DS, Bluemle LN, Dolbeer JA, Baker SE, Molloy JM, Whittaker J, Childs JD. Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009 ; 39-11 : 791-8.

