

研究報告



片脚ブリッジ時における挙上側・支持側の内腹斜筋・腹横筋の観察 ～ 超音波画像診断装置を用いて～*

前沢智美¹⁾・三津橋佳奈²⁾・颯田季央³⁾・中村 翔⁴⁾
川村和之⁵⁾・工藤慎太郎⁶⁾

【要 旨】

ブリッジ動作や片脚ブリッジ時における研究は、ほとんどが伸筋群の活動について報告している。しかし、伸筋群とともに腹筋群、特に側腹筋群の筋収縮が得られなければ、ブリッジ動作での体幹の動的安定性は低下すると考えられる。また、側腹筋群の機能については、針筋電を用いた研究が多くみられるが、侵襲を伴い簡便に行うことは困難である。そこで本研究の目的は、超音波画像診断装置を用いて内腹斜筋・腹横筋の片脚ブリッジ時の収縮動態を観察することとした。対象は健康成人43名とし、超音波画像診断装置を使用し、臍レベルで左内腹斜筋・左腹横筋が観察可能な位置でプローブを腹部へ固定した。その後、片脚ブリッジ動作を左右3回ずつ行ってもらった。内腹斜筋・腹横筋ともに安静時と比べ、挙上側の筋厚は有意に増加し、支持側の筋厚は有意に減少した。本研究より片脚ブリッジ時の挙上側では、腹筋群の中でも内腹斜筋の筋力トレーニングになる事が示唆され、支持側では側腹筋群の筋厚は減少しているが、姿勢保持として活動していることが示唆された。

キーワード：片脚ブリッジ，超音波画像診断装置，側腹筋

はじめに・目的

体幹は脊椎運動の分節性と、末梢の動きに合わせて協調的にコントロールする動的安定性が要求される¹⁾。また運動発達において、脊柱をはじめとする筋骨格系の構造的発育や成熟が基本となり、神経系の反射反応及び随意運動の成熟に伴い、日常生活に必要な体幹機能は獲得される。また、頭部や体幹を固定することにより、四肢及び

視と手の協調運動が改善するという報告がある²⁾。さらに運動器系疾患においても、腰背部痛を中心に体幹の動的安定性への介入効果が認められており、Richardsonら³⁾は、慢性腰背部痛患者に対し深部体幹筋トレーニングを行うことで、体幹を安定させ、腰背部痛が軽減したと述べている。さらに、O'Sullivanら⁴⁾は腰椎分離症や腰椎すべり症のような慢性腰痛患者に対し、一般の診療所に通

* Observation of the Internal oblique muscles, Transversus abdominis muscles levator during single leg hip lifting exercise using ultrasonography

1) 四軒家整形外科クリニック リハビリテーション科
(〒488-0823 愛知県尾張旭市庄南町2-8-7)
Tomomi Maezawa, RPT: Department of Rehabilitation,
Shikanya Orthopedics Clinic

2) 伊東整形外科 リハビリテーション科
Kana Mitsuhashi, RPT: Department of Rehabilitation, Ito
Orthopedics

3) リハビリ訪問看護ステーション トライ
Toshio Satta RPT: Rehabili Home-visit Nursing Station
Torai

4) 宮本整形外科クリニック リハビリテーション科
Sho Nakamura, RPT: Department of Rehabilitation,
Miyamoto Orthopedics Clinic

5) 国際医学技術専門学校 理学療法学科
Kazuyuki Kawamura, RPT: Department of physical
therapy, International Institute of Medical Therapy

6) 森ノ宮医療大学保健医療学部 理学療法学科
Shintaro Kudo, RPT: Department of physical therapy,
Morinomiya University Medical sciences

E-mail: nmssc066@yahoo.co.jp

院したコントロール群に比べ、深部腹筋群、腰部多裂筋のトレーニングを行った群の方が機能障害レベルや疼痛強度が有意に減少し、さらに30ヶ月後までその効果は持続していたと述べている。本邦においても、山本ら⁵⁾は慢性腰痛患者で器質的障害を認めない群と器質的障害を有する群に分けて、体幹筋訓練の効果を検討し、その結果、両群ともに体幹屈曲および伸展筋力が有意に増大するとともに、VAS (visual analog scale) による痛みの評価も有意に改善したと述べている。これらのことから、体幹の動的安定性の向上を目的とした、体幹筋の筋力トレーニングは、臨床上の有効性と重要性は示されている。

体幹筋は、体幹深層で脊柱に起始停止を持つローカルシステム（腹横筋、多裂筋、骨盤底筋群、横隔膜）と表層に位置するグローバルシステム（腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋群）に分類される。ローカルシステムは筋長が比較的短く、収縮により関節を安定させる。グローバルシステムは大きな筋で、脊柱全体の運動を調節している。この2つのシステムが相互に作用することで、脊柱の分節的運動を生み出している^{6) 7)}。その上で臨床においては、様々な体幹筋、とりわけローカルシステムのトレーニングが多く用いられている。米田⁸⁾は体幹ジストニア患者に対し、荷重時に生じる両側腹斜筋の筋緊張低下と腰背筋群の筋緊張高度亢進の改善を目的に両下肢挙上位、両上肢外転挙上位による端座位での側方移動、立位での上肢挙上位による前方下肢への体重移動を行っている。また、齋藤⁹⁾は深部筋のコントロールを目的に、スタビライザーを用いて圧変化を指標としたトレーニングを行っている。さらに、伊藤¹⁰⁾は臥位、四つ這い位、座位（図1）、立位による腰部安定化エクササイズを行っている。また、臨床においてブリッジ動作や片脚ブリッジ動作は股関節伸筋群の筋力トレーニングを目的としてしばしば行われている。ブリッジ動作や片脚ブリッジ時は伸筋群とともに腹筋群、特に側腹筋群の筋収縮が得られなければ、動作時の体幹の動的安定

性は低下すると考えられる。さらに、鈴木¹¹⁾はデントクル活動時、四肢の運動によって四肢と連結している物体（上肢であれば肩甲骨であり、下肢であれば骨盤）は運動側へ回転しようとするため必要に応じて骨盤と胸郭、肩甲骨と胸郭を連結させる体幹筋の筋活動が生ずることとなると述べている。

しかし、ブリッジ動作や片脚ブリッジ時における研究は、ほとんどが伸筋群の活動について報告している。また、側腹筋群の機能については針筋電を用いた研究が多くみられるが、侵襲を伴うため対象者への負担が大きく、簡便に行うことは困難である。

そこで、今回の研究の目的は、超音波画像診断装置を用いて側腹筋群の中でも内腹斜筋 (Internal oblique muscles)・腹横筋 (Transversus abdominis muscles) の片脚ブリッジ時の収縮動態を観察することとした。

方法

対象は健康成人43名（男性41名、女性2名、平均年齢 22 ± 5.1 歳、平均身長 170 ± 6.1 cm、平均体重 60 ± 6.7 kg、BMI 21 ± 2.0 ）とした。また、2週間以内に腰痛があった者は除外した。

測定機器には超音波画像診断装置 (MyLab 25, 株式会社日立メディコ社製) を使用し、測定モードはBモードとし、12MHzのリニアプローブを使用した。測定部位は臍レベルで左内腹斜筋・左腹横筋が観察可能な位置で、体幹の長軸に対して短軸走査となるように自作した固定装置を用いてプローブを腹部へ固定した。

測定肢位は、背臥位（股関節・膝関節屈曲位）でリラックスした状態を運動開始肢位（安静時）とした。その後、片脚下肢を伸展挙上し、続いて対側の殿部挙上運動を左右3回ずつ試行し、安静時・最終肢位の左内腹斜筋・左腹横筋の静止画を撮像した。殿部挙上保持は3秒間とした。この時、下肢・体幹が一直線上に位置するようにした。また、骨盤が床面と水平となるように保持し

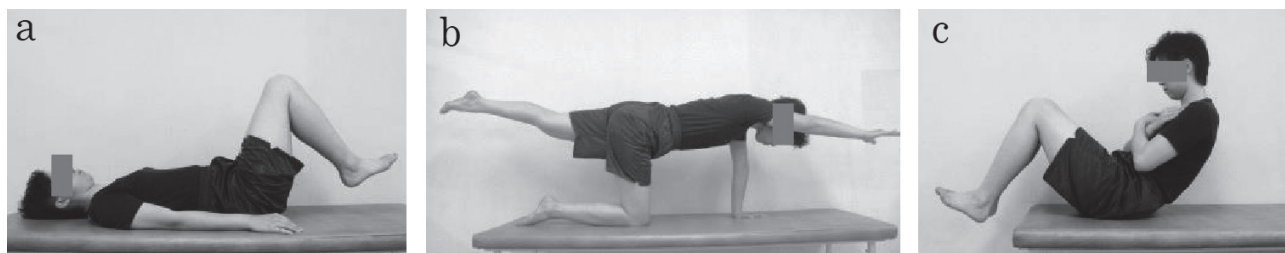


図1. 腰部安定化エクササイズ



図 2. 測定肢位および用語

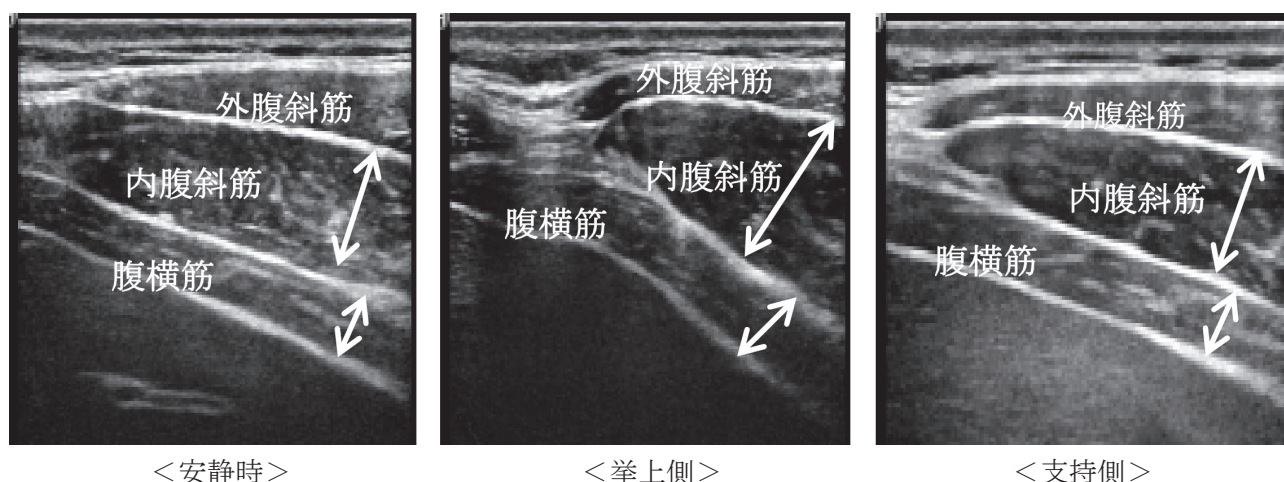


図 3. エコー静止画

た状態で測定を行った。なお、結像時は安静呼吸終末とした。また、用語定義として左下肢挙上時を挙上側、右下肢挙上時を支持側とした（図 2）。Image-J を用いて、安静時・挙上側・支持側の内腹斜筋・腹横筋の最大膨隆部を測定し、3 回の平均値を筋厚値とした（図 3）。この時、筋厚測定の検者内信頼性を級内相関係数（Intraclass correlation coefficients 以下、ICC）により検討した。

統計学的手法は対応のある t 検定を用い、安静時と挙上側、安静時と支持側を比較した。有意水準は 5% 未満とした。

【倫理的配慮・説明と同意】

対象者には口頭で研究の趣旨と目的を説明し、同意を得た。

結果

内腹斜筋は安静時 6.3 ± 1.7 mm、挙上側 10.0 ± 0.6 mm であり、腹横筋は安静時 2.9 ± 0.8 mm、挙上側 4.0 ± 0.9 mm であり、挙上側の筋厚は挙上時で有意に増加した（表 1-a）。また支持側の内腹斜筋は 5.0 ± 1.8 mm、腹横筋は 2.4 ± 0.7 mm と安静時と比較し、支持時に有意に減少した（表 1-b）。

表 1-a. 安静時と挙上側の筋厚の比較

	安静時 (mm)	挙上側 (mm)	p 値
内腹斜筋	6.3 ± 1.7	10.0 ± 0.6	$p < 0.001$
腹横筋	2.9 ± 0.8	4.0 ± 0.9	$p < 0.001$

表 1-b. 安静時と支持側の筋厚の比較

	安静時 (mm)	支持側 (mm)	p 値
内腹斜筋	6.3 ± 1.7	5.0 ± 1.8	$p < 0.001$
腹横筋	2.9 ± 0.8	2.4 ± 0.7	$p < 0.001$

ICC は Shrout の分類で、内腹斜筋は挙上側、支持側ともに $0.9 \sim 0.8$ で good、腹横筋は挙上側、支持側ともに $0.8 \sim 0.7$ で Fair であった。

考察

側腹筋群の中でも、外腹斜筋は三筋のうちで最も大きく外側に位置している。内腹斜筋は外腹斜筋の深層にあり、その筋線維は外腹斜筋と直交するような方向、頭側内側に向かう。内腹斜筋のうち腸骨稜より頭側に起始する筋線維は、上前方に走るが、臍より下部にある筋線維は水平に走る。

また、鼠径靱帯に起始する最下部の筋線維は尾側内方に走り、腹横筋とともに結合腱をつくる。腹横筋は最深層を形成する筋で、横走する筋線維を有することから腹壁の真の圧迫筋である。最下部の筋線維は尾側に向かい、鼠径管の形成に加わるが、残りの部分は横方向に走り前方で腱膜をつくる¹²⁾。また、鈴木¹¹⁾によると、内腹斜筋は骨盤内で水平方向の線維を有しており、荷重の増大により仙腸関節に生ずる剪断力に対して、関節面を求心方向に押し付けることにより安定させる作用があるとしている。さらに、内腹斜筋の付着部は、より激しい矢状面での運動を行った場合、内腹斜筋により腹直筋鞘を側方に引っ張ることで腹直筋を安定させ、骨盤と胸郭を制御させていると推察している¹¹⁾。内腹斜筋の筋活動が高いと、腹直筋を安定させる作用が高まり腹直筋による胸郭を制御させるパフォーマンスも向上すると述べている。これらのことから、側腹筋群は個々の機能を考える必要があり、特に内腹斜筋はパフォーマンスを向上させる上で重要であり、core exerciseで個別に内腹斜筋を鍛える必要がある。

近年の体幹筋トレーニングのブームの中で、片脚ブリッジを行うことで、脊柱起立筋群・腹直筋・大殿筋・大腿四頭筋・ハムストリングスが鍛えられると述べているが、その出展は明らかではない¹³⁾。また、Davies¹⁴⁾によると、片脚ブリッジは吊り橋動作(Bridge-tentacle)とも呼ばれ、大殿筋のみならず体幹筋群の筋活動も高くなると述べている。しかし、体幹筋群を個別に検討することはされていない。一方、大久保¹⁵⁾はワイヤ筋電を用いてcore exercise時の腹横筋、多裂筋、外腹斜筋、脊柱起立筋群、腹直筋の筋活動を観察している。中でも片脚ブリッジ時の筋活動は、背筋群の活動性が腹筋群より高いが腹筋群も活動しており、この時、挙上側と支持側の違いは多裂筋、腹横筋ともに挙上側の活動性が高いと述べているが、内腹斜筋に関しては明らかではない。つまり、片脚ブリッジにおける体幹筋群の筋活動、とりわけ側腹筋群の筋活動は一定の見解が得られていない。

本研究の結果から、挙上側では内腹斜筋・腹横筋ともに筋厚は有意に増加しており、大久保の報告と一致している。また、内腹斜筋の膨隆が腹横筋より顕著であった。大沼ら¹⁶⁾によると、股関節外転30°位のSLR(Straight Leg Raising)保持における挙上側腹筋群は骨盤の挙上側への回旋、前傾への働きに対して回旋、屈曲作用で等尺性収縮により拮抗し、筋活動の増加が生じたと述べている。片脚ブリッジ

時、挙上側は下肢伸展位のまま殿部を挙上しなければならない。また、支持側の股関節伸筋群を利用し殿部を挙上する。この運動は、大沼らの報告している運動より負荷が強く、挙上側の骨盤を床面に対して水平に保持するため、より体幹筋の筋活動が必要となると考えられる。よって、今回の片脚ブリッジ時の挙上側を意識したトレーニングでは、腹筋群の中でも内腹斜筋の筋力トレーニングになる事が示唆された。また支持側では内腹斜筋・腹横筋ともに筋厚は有意に減少した。大関ら¹⁷⁾は、Fine Wire電極を用いて下肢動作時の体幹深層筋群の筋活動性を検討している。その結果、端座位において下肢動作時の対側体幹深層筋の活動は高値を示し、姿勢保持として働いていると述べている。また、先行研究によると、腹壁の筋活動と筋厚との間に決定的な関連はなかったと述べられており、筋活動と筋厚が必ずしも一致するわけではないと考える¹⁸⁾。このことから、片脚ブリッジ時においても、支持側の側腹筋群は姿勢保持として活動している為、筋厚が減少するような活動をしたのではないかと考える。動作を獲得させるトレーニングを行う上で、運動学習を考えることが必要である。運動学習は原則として、課題特異的であり、運動課題は基準課題への転移性を考慮して類似したものを用いて行う必要がある。運動課題の類似性が高い課題ほど転移性は高いことが知られている¹⁹⁾。運動を制御するために生じる筋の活動のタイミングや張力、動態といった項目の類似性が、運動課題の要素と考えられ、その要素のうち、筋収縮の動態に着目すると、体幹のStabilityが必要となる動作において、支持側のような筋の動態に注目する事が必要ではないかと考える。

しかし、本研究では一台の超音波画像診断装置で観察できる範囲が限られ、側腹筋群と他の筋との関係を観察することは困難であった。今後は、筋厚のみでなく移動距離、他の筋との関係なども含めて考えていくことが必要だと考える。

まとめ

片脚ブリッジ時の内腹斜筋・腹横筋の動態を超音波画像診断装置により観察した。内腹斜筋・腹横筋ともに挙上側では筋厚は増加、支持側では筋厚は減少した。挙上側では内腹斜筋の膨隆が腹横筋より顕著であり、内腹斜筋の筋力トレーニングとして片脚ブリッジが有効であるということが示唆された。

今後は、課題特異性を考慮し、動作時の筋の動態と合わせて検討していきたい。

【参考・引用文献】

- 1) 石井美和子：体幹の機能障害. 理学療法. 2006 ; 23 (10) : 1394-1400.
- 2) 星文彦：体幹機能の発達. 理学療法－臨床・研究・教育. 2009 ; 16 (1) : 2-6.
- 3) Richardson CA, Jull GA : Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? Manual Therapy. 1995 ; 1 (1) : 2-10.
- 4) O' Sullivan PB, Phytty GD, et al : Evaluation of Specific Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain With Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. Spine. 1997 ; 22 (24) : 2959-2967.
- 5) 山本博司, 武政龍一・他：腰部疾患に対する運動療法. 臨床スポーツ医学. 2000 ; 17 (2) : 151-155.
- 6) 藤本鎮也, 吉田一也・他：体幹と理学療法. 理学療法－臨床・研究・教育. 2013 ; 20 (1) : 7-14.
- 7) 赤坂清和：体幹の運動制御. 理学療法. 2003 ; 23 (10) : 1369-1376.
- 8) 米田浩久, 鈴木俊明：歩行で過度の体幹側方傾斜および回旋を認めた体幹ジストニア患者に対する運動療法の筋電図学的効果検討. 関西理学. 2003 ; 3 : 119-125.
- 9) 齋藤昭彦：脊椎の分節的安定性のための運動療法. The Journal of Clinical Physical Therapy. 2004 ; 7 : 11-18.
- 10) 伊藤俊一, 久保田健太・他：腰部脊柱安定化とコアスタビリティートレーニング. 理学療法. 2009 ; 26 (10) : 1211-1218.
- 11) 鈴木俊明, 三浦雄一郎・他：The Center of the Body 体幹の謎を探る. アイペック. 2010, pp 1-58.
- 12) 佐藤達夫：体表解剖カラーアトラス. 南江堂, 東京, 1989, pp 222-227.
- 13) 木場克己：体幹のバランス. 株式会社カンゼン, 東京, 2011, pp 56-57.
- 14) P.M. デービス, 富田昌夫 (訳) : Right in the Middle. シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社, 東京, 1991, pp 20-22.
- 15) 大久保雄：腰痛における core exercise の実際. 臨床スポーツ医学. 2013 ; 30 (8) : 721-726.
- 16) 大沼俊博, 渡邊裕文・他：股関節外転位下肢伸展挙上保持における骨盤の働きと腹筋群の筋積分値との関係－非挙上側下肢屈曲位での検討－. 関西理学. 2003 ; 3 : 101-104.
- 17) 大関純平, 深堀竜彦・他：下肢動作に伴う体幹深層筋群の筋活動性の分析－Fine Wire 電極を用いた腹横筋の分析－. ヘルスプロモーション理学療法研究. 2012 ; 2 (1) : 27-32.
- 18) Brown SH, McGill SM : A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2010 ; 25 (2) : 115-123.
- 19) 才藤栄一, 米田千賀子・他：リハビリテーションにおける運動学習. 総合リハ. 2004 ; 32 (12) : 1157-1164.