

圧バイオフィードバック装置による腹横筋の機能評価に対する妥当性の検証

Experimental validation of pressure biofeedback units for evaluation of transversus abdominis function

藤田英二*, 赤嶺卓哉*

キー・ワード : Pressure biofeedback unit, transversus abdominis, abdominal drawing-in
圧バイオフィードバック装置, 腹横筋, ドローイング動作

〔要旨〕 本研究は、圧バイオフィードバック装置 (pressure biofeedback unit : PBU) による腹横筋の機能評価の妥当性について検証することを目的とした。腰部疾患の既往が無く、かつ現在も腰痛の訴えがない健康な成人男子6名を対象に、ドローイング動作 (abdominal drawing-in maneuver : ADIM) 時におけるPBU圧の変化と超音波画像診断装置による腹横筋の筋厚変化、および表面筋電図法による内腹斜筋および腹横筋 (Transversus abdominis-internal oblique : TrA-OI) の筋活動水準を測定した。その結果、ADIM時におけるPBU圧とTrA-OIの筋活動は有意な正の相関関係であり、PBU圧と超音波画像診断装置による腹横筋筋厚の関係にも有意な正の相関関係であった。しかしながら、内腹斜筋の筋厚もPBU圧と有意な相関関係にあった。以上の結果を考慮すると、PBUはADIM時における腹横筋の活動もよく反映しているが、内腹斜筋を含めた腹部ローカル筋の機能評価法として用いるのが妥当である。

緒言

近年、体幹-骨盤の安定化を目的とした体幹筋群のエクササイズ法や、そのメカニズムを解明する研究が行われており¹⁾、体幹筋群のなかでも腹横筋は、背椎の安定性に特に重要とされている²⁾。腹横筋の収縮は、胸腰筋膜に対して外側への張力の発生を促し、脊椎の分節間の動きのコントロールや、隣接する椎骨を近づけるように作用する³⁻⁵⁾。また、腹横筋の機能は慢性腰痛の予防にも重要視されており、腹横筋の機能評価やエクササイズは慢性腰痛患者に対して積極的に導入されている^{6,7)}。しかし、腹横筋は腹部の最も深層に位置する筋であることから、その収縮を身体表面から観察することは困難である。

腹横筋を特異的に収縮させるエクササイズ法としてドローイング (abdominal drawing-in : ADI) がある⁶⁾。ADIとは、腹部の引き込み運動のことで

あり、この動作により腹横筋の単独収縮が見られると報告されている⁷⁾。このドローイング動作 (abdominal drawing-in maneuver : ADIM) は腹横筋の再訓練を促し、慢性腰痛に有効であると報告されている⁸⁾。ADIM時の腹横筋のふるまいは、fine-wire等を用いた筋内筋電図、超音波画像装置、MRIを用いたものが既に報告されている^{6,9-11)}。しかしながら、いずれの手法においても侵襲および使用機器のコストなどの問題があり、リハビリテーションやアスレティックトレーニング現場における腹横筋の機能評価や、トレーニング時のフィードバック手法として用いるには限界がある¹²⁾。

圧バイオフィードバック装置 (pressure biofeedback unit : PBU) は、空気はいる非弾力性パッドとパッドに空気を送り込む加圧ポンプ、およびパッド内の空気圧をモニターする目盛板で構成されており、腹臥位にて腹部の下にパッドをした状態でADIM時の圧変化を観察するものである¹³⁾。Richardsonら¹³⁾は、ADIM時における4~10

* 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

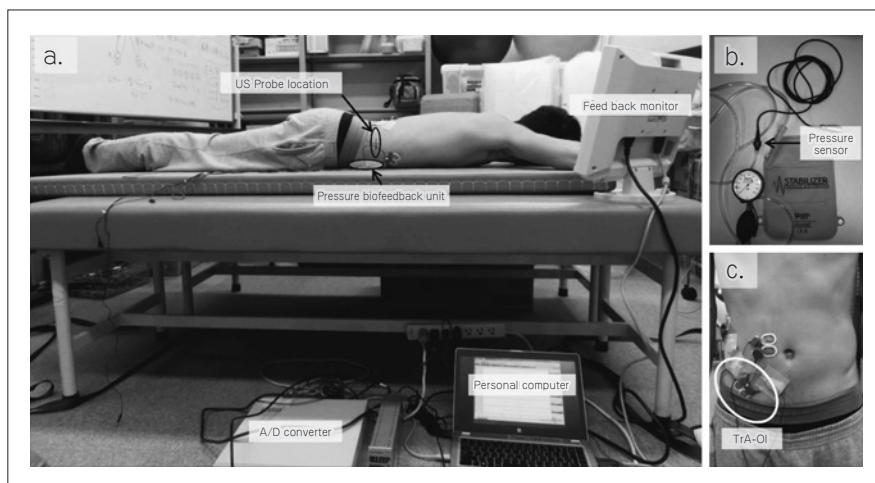


図1 測定風景 (a), 小型ゲージ圧センサを接続したPBU (b), TrA-OI へのEMGの電極貼付部 (c)

PBU : pressure biofeedback unit, TrA-OI : transversus abdominis-oblique internal, EMG : electromyography

mmHgのPBU圧の減少は、腹横筋の単独収縮を反映していると報告している。このPBUによる腹横筋の機能評価法は、安価かつ非侵襲的な方法であり、簡便にどこでも使用することができる。しかしながら、過去の研究においてADIM時の腹横筋の筋活動とPBU圧の変化を直接比較させた研究はいまだ少なく、我々が渉猟する限りでは樋口ら¹⁴⁾の報告のみである。また、de Paulaら¹²⁾もPBUを用いた腹横筋の機能評価の妥当性に対し、まだ検証が必要であると指摘している。

そこで本研究では、ADIM時におけるPBU圧の変化と超音波画像診断装置による腹横筋を含めた側腹壁筋の筋厚変化、および表面筋電図法による腹横筋の筋活動を測定し、PBUによる腹横筋の機能評価の妥当性について検証することを目的とした。

対象および方法

1. 対象

対象は腰部疾患の既往が無く、かつ現在も腰痛の訴えない健康な成人男子6名(年齢: 24.0 ± 3.0 歳, 身長: 172.5 ± 8.5 cm, 体重: 68.4 ± 10.5 kg)とした。本研究は鹿屋体育大学倫理審査委員会の承認を得た上で、規定に基づき事前に十分な説明を被検者に対して行い、書面にて参加の同意を得て実施した。実験に先立ち、対象者には監視下でのADIMの練習を、1回につき30分、週3回の頻度で2週間行わせた後に測定を行った。

2. 実験プロトコル

課題としたADIMは、硬いパッドを敷いたベッド上に腹臥位とし、腹部にPBUを置き、右腹部から腹横筋の超音波画像による筋厚変化、ならびに表面筋電図(surface electromyography: EMG)による筋電図振幅値を取得しながら行わせた(図1a)。ADIMは息を吐きながら3~4秒かけて下腹部を引き上げて引っ込めるように指示し、その状態を2~3秒程度保持させた。その際に骨盤の傾斜ならびに腰椎屈曲などの代償動作を生じさせないように留意した。ADIM時のPBU圧、超音波画像、EMGデータの同期を得るため、それぞれの装置に同期信号用ユニット(FPF-SYSW02, 4 Assist社製)を接続し、ADIM開始時に同期信号を入力した。測定は十分な練習の後、最大努力(maximal voluntary effort: MVE)、ならびにMVEの20%, 40%, 60%, 80%でのADIMを2回ずつ行わせた。MVEでのADIMは、2回のうちPBU圧の変化が大きい試行を採用し、2回のPBU圧の差が5%以上確認された場合は、3回目の測定を実施した。MVEの20%, 40%, 60%, 80%でのADIMは、モニターにMVE時におけるPBU圧の最大変化値(mmHg_{max})から計算したそれぞれの相対値($\% \text{mmHg}_{\text{max}}$)をラインでモニターに示し、各ADIM時におけるPBU圧の波形を合わせ、その状態を3秒間保持するように指示した。 $\% \text{mmHg}_{\text{max}}$ の試行は、分析区間で保持したPBU圧のCV値が低い試行を採用した。全ての課題動作

は、疲労の影響を避けるため、課題動作間に3分以上の休息を挟んで行った。

3. PBU 圧の測定

ADIM 時の PBU 圧の測定は、Chattanooga 社製 Stabilizer に小型ゲージ圧センサ (PS-05KD-5 m, Applied Office 社製) を接続して ADIM 時における腹筋壁圧の変化を計測した(図 1b)。Richardson ら¹³⁾の方法にならい、腹臥位にてパッドの中心部を腹部中央に、下端を左右の上前腸骨棘を結んだ線上に位置させ、安静呼吸時の PBU 圧が 70 mmHg となる様に設定した。ADIM 時に得られた信号は、増幅器 (DPM-751A, 共和電業社製) を介して増幅し、16bit の A/D 変換器 (Power-Lab/16S, AD Instruments 社製) によりサンプリング周波数 1KHz でパーソナルコンピュータに取り込んだ。MVE の 20%, 40%, 60%, 80% での PBU 圧は、3 秒間保持しているうちの中 1 秒間の値を分析対象として採用した。ADIM 時の PBU 圧変化の再現性について、7 日間の間隔を空けて 2 回実施し、級内相関係数 (intraclass correlation coefficient : ICC) を求めたところ、ICC (1, 2) は 0.871 であり高い再現性¹⁵⁾であった。

4. EMG による腹横筋活動の測定

EMG による ADIM 時の腹横筋活動の測定は双極誘導により行い、電極には Ag/AgCl 粘着ゲルのディスプレイ電極 (Blue Sensor N-00-S, Ambu 社製) を用いた。電極貼付位置は除毛してサンドペーパーで擦り、アルコール綿で洗浄した後に電極間距離 2cm として電極を貼付した(図 1c)。電極貼付位置は Kulas ら¹⁶⁾にならい、右上前腸骨棘より 2cm 内下方とした。この電極貼付位置は、解剖学的に腹横筋と内腹斜筋が融合しており、外腹斜筋に覆われていない部位として内腹斜筋および腹横筋 (Transversus abdominis-oblique internal : TrA-OI) の筋活動が EMG により導出可能とされている¹⁷⁾。電極に帯域幅 5~500Hz のプリアンプ型筋電図センサ (DL-141, S & ME 社製) を接続し、アナログ出力ボックス (DL-720, S & ME 社製) および 16bit A/D 変換器 (Power-Lab/16S, AD Instruments 社製) を介して、サンプリング周波数 1KHz でパーソナルコンピュータに取り込んだ。全ての EMG データは、分析ソフト (Chart 8.1.13, AD Instruments 社製) を用いて全波整流した。MVE 試行において得られた EMG は、PBU の圧変化データが最大となる時点の前後 0.5 秒間

の平均電位 (EMG_{max}) を算出した(図 2)。MVE 試行の 20%, 40%, 60%, 80% での ADIM における EMG は、MVE 試行時の EMG_{max} からそれぞれの相対値を算出した (%EMG_{max})。MVE の 20%, 40%, 60%, 80% での %EMG_{max} は、PBU 圧と同じく 3 秒間保持しているうちの中 1 秒間の値を分析対象とした。

5. 超音波による側腹壁筋の筋厚変化

ADIM 時の側腹壁筋の筋厚変化を、超音波画像診断装置 (Prosound α6, 日立アロカ社製) を用いて B モード法により測定した。測定部位は、肩峰一大転子を結んだ直線と臍高位の交点とし、7.5 MHz のリニア型プローブを身体横断面上に配置した(図 1a)。各 ADIM 課題中の筋厚変化を動画として超音波画像診断装置内にサンプリング周波数 30Hz にて記録した。各課題において得られた動画から、オープン画像編集ソフト VirtualDub (<http://www.virtualdub.org>) を用い、PBU 圧と EMG での分析区間として採用した 1 秒間で得られた動画を 0.2 秒ごとに静止画像として抽出し、Image J (US National Institutes of Health 製) を用いて腹横筋、内腹斜筋および外腹斜筋の筋厚を求め(図 3)、それらの平均値を各課題における側腹壁筋の筋厚として採用した。各 ADIM 施行での側腹壁筋の筋厚は、MVE 時の筋厚 (MT_{max}) から相対値を算出 (%MT_{max}) した。また、Mannion ら¹⁸⁾の先行研究にならい 20%MVE 以上の各 MVE 強度での ADIM 時における腹横筋筋厚を総側腹壁筋厚に対する比率を腹横筋選択的活動比 (TrA preferential activation ratio) として以下の式で求めた。

(腹横筋収縮時筋厚/側腹壁筋群筋収縮時筋厚) - (安静時腹横筋筋厚/側腹壁筋群安静時筋厚)

※側腹壁筋群筋厚 = 腹横筋 + 内腹斜筋 + 外腹斜筋の筋厚

なお、全ての超音波画像診断装置のプローブ走査は同一の検者が行った。

6. 統計処理

測定結果はいずれも平均値 ± 標準偏差で表した。各 ADIM 時の PBU 圧と腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋の %MT_{max} の関係、および各 ADIM 時の PBU 圧と TrA-OI の %EMG_{max} との相関関係について Spearman の順位相関係数 (ρ) を求めた。さらに、各 MVE 強度での ADIM 時における腹横筋選択的活動比を、対応のある一元配置分散分析 (多

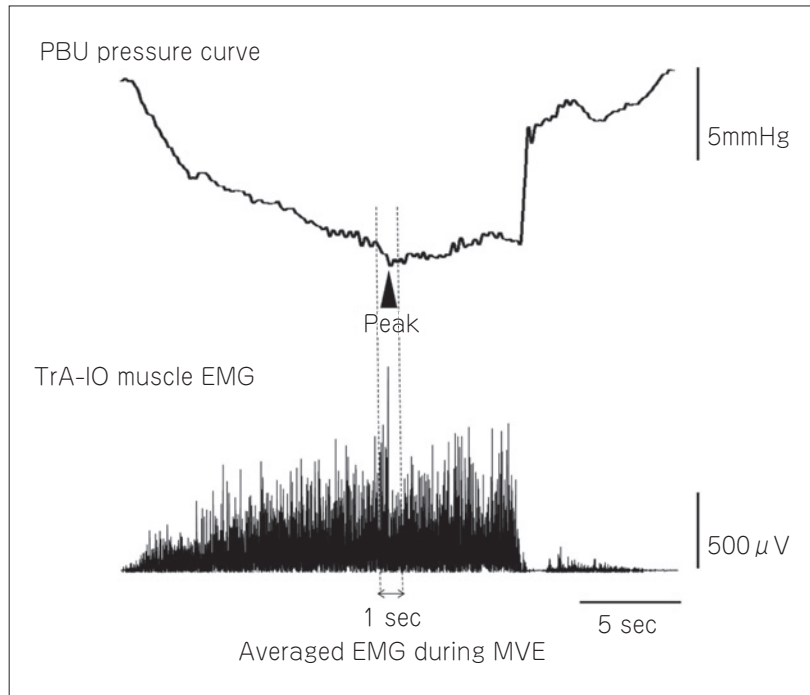


図2 MVE 試行での ADMI における TrA-OI の EMG と PBU 圧変化波形の一例
 MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver,
 TrA-OI : transversus abdominis-oblique internal, EMG : electromyography,
 PBU : pressure biofeedback unit

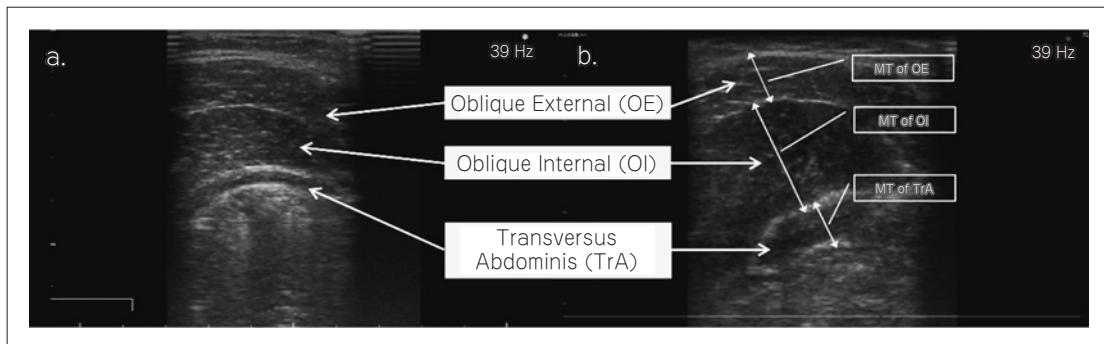


図3 安静時 (a), MVE での ADMI 時 (b) の超音波画像診断装置による腹部筋厚の一例
 MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver, MT : muscle thickness

重比較は Bonferroni 法) を用いて、側腹壁筋群の中で最も腹横筋の筋活動を誘発する ADMI 強度を検討した。すべての統計処理には統計解析ソフトウェア (SPSS ver. 25.0 for Windows, IBM 社製) を使用し、いずれも有意水準は 5% とした。

■ 結 果

MVE による ADIM 試行において 13.95 ± 5.3 mmHg の PBU 圧の減少がみられた。MVE の 20%, 40%, 60%, 80% での ADIM 試行における PBU 圧の %mmHg_{max} と TrA-IO の %EMG_{max} は直

線関係であり、Spearman の順位相関係数で $\rho = 0.96$ ($P < 0.001$) の有意な正の相関関係がみられた (図 4)。同じく、PBU 圧の %mmHg_{max} と超音波画像診断装置による腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋の各 %MT_{max} の関係は曲線関係であり、Spearman の順位相関係数は腹横筋が $\rho = 0.98$ ($P < 0.001$)、内腹斜筋が $\rho = 0.93$ ($P < 0.001$)、外腹斜筋が $\rho = 0.50$ ($P = 0.002$) とそれぞれで有意な正の相関関係がみられた (図 5~7)。各 MVE 時の ADIM 時における腹横筋選択的活動比は 20%MVE の ADMI で 0.65 ± 0.52 , 40%MVE で 0.80 ± 0.49 , 60%MVE で

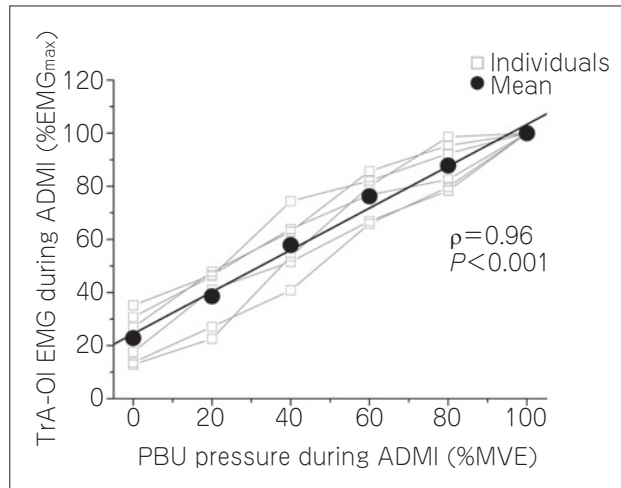


図4 PBU 圧の変化と TrA-OI の筋活動水準の関係
 PBU : pressure biofeedback unit, TrA-OI : transversus abdominis-oblique internal, EMG : electromyography, MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver

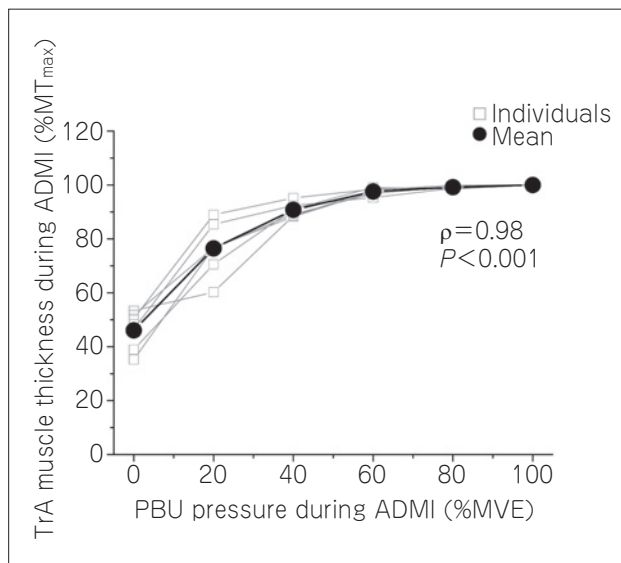


図5 PBU 圧の変化と腹横筋筋厚の関係
 PBU : pressure biofeedback unit, TrA : transversus abdominis, MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver

0.92 ± 0.49, 80% MVE で 1.12 ± 0.68, MVE (100%) で 0.97 ± 0.51 であり, 各 MVE 強度での ADIM 時における腹横筋選択的活動比には有意差はみられなかった (F=2.97, P=0.134) (図 8).

■ 考 察

本研究は, ADIM 時における PBU 圧の変化と超音波画像診断装置による腹横筋の筋厚変化, お

よび EMG による TrA-OI の筋活動水準を測定し, PBU 圧の変化による腹横筋の機能評価の妥当性について検証を行った。

PBU 圧の %mmHg_{max} の増加に伴い, TrA-OI の %EMG_{max} は直線的に増加しており有意な正の相関関係が認められた. EMG により得られる筋活動中の筋電図振幅値は筋収縮力と直線関係にあることはよく知られている¹⁹⁾. McMeeken ら¹¹⁾は,

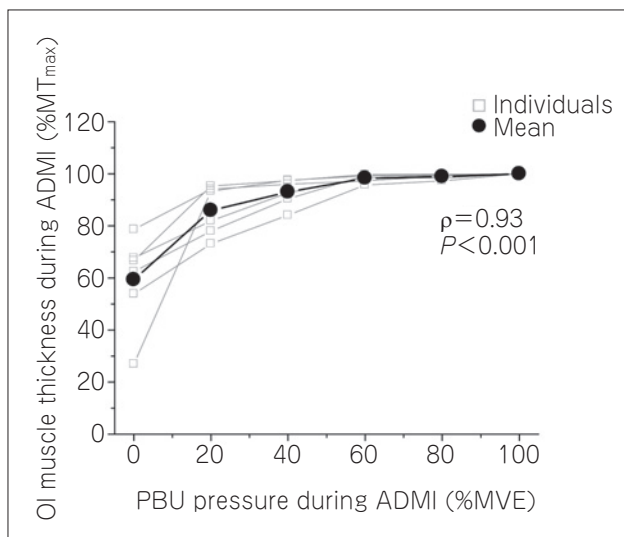


図6 PBU 圧の変化と内腹斜筋筋厚の関係

PBU : pressure biofeedback unit, OI : oblique internal, MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver

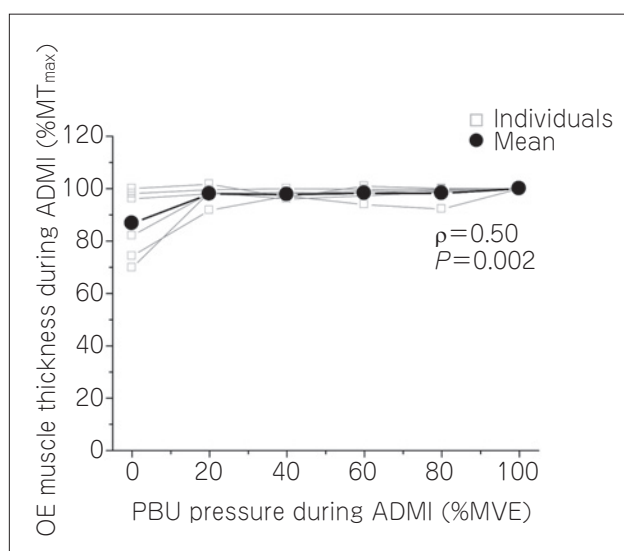


図7 PBU 圧の変化と外腹斜筋筋厚の関係

PBU : pressure biofeedback unit, OE : oblique external, MVE : maximal voluntary effort, ADMI : abdominal drawing-in maneuver

針筋電図により ADIM 時の腹横筋の筋活動と超音波画像診断装置による腹横筋の筋厚変化を調査し、両者は高い正の相関関係にあったと報告している。しかしながら、ADIM 時の PBU 圧の変化と EMG による腹横筋筋活動との関係を、直接同時に調査した先行研究ははまだ見あたらない。我々の表面筋電図測定は内腹斜筋および腹横筋の活動であったが、本研究で得られた結果は ADMI 時の PBU 圧の変化が、腹横筋の筋活動水準の増加をよ

く反映していることを示していると言える。

我々の測定では、腹横筋における PBU 圧の %mmHg_{max} と超音波画像診断装置による %MT_{max} の関係は非直線関係であり、60%mmHg_{max} 以上の ADIM では筋厚変化はほぼみられなかった。この結果は、最大努力の 60% までの ADMI においては PBU 圧の変化は腹横筋の筋活動を確実に反映していると言える。Hodges ら²⁰⁾も、超音波画像診断装置による筋厚と筋活動水準との関係

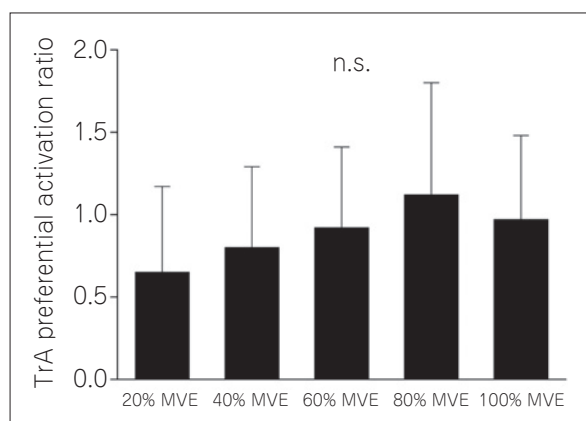


図8 各MVE強度でのADIM時における腹横筋選択的活動比

n.s. : not significant, TrA : transversus abdominis, MVE : maximal voluntary effort, TrA preferential activation ratio : difference in the TrA proportion of the total lateral abdominal muscle thickness in going from the relaxed to each of the contracted state

は非直線関係であるが、中等度以上の筋活動水準において筋厚変化はほとんどないと報告している。また、腹横筋の最大随意収縮時における超音波画像装置による筋厚変化と、EMGによる筋活動水準は有意な正の相関関係にあったとも報告されていることから²⁰⁾、本研究の結果はこれらの先行研究の知見を強く支持するものであった。また、内腹斜筋ならびに外腹斜筋におけるPBU圧の% mmHg_{max} と超音波画像診断装置による% MT_{max} の関係も、内腹斜筋は60% mmHg_{max} 以上のADIMでは筋厚変化はほぼなくなり、外腹斜筋も20% mmHg_{max} 以上のADIMでは筋厚変化はなく、Hodgesら²⁰⁾による先行研究とほぼ同じ結果であった。

加えて、超音波画像による筋厚変化から、側腹壁筋群の中で最も腹横筋の筋活動を誘発するADMI強度を、Mannionら¹⁸⁾の先行研究にならいう腹横筋選択的活動比によって検討した。Mannionら¹⁸⁾は最大努力でのホローイング時における腹横筋選択的活動比を、左右差ならびに男女差で検討している。本研究のように、各ADIM強度の腹横筋選択的活動比によって側腹壁筋群の中で最も腹横筋の筋活動を誘発する強度を特定する試みはなく、これにより腹横筋のリハビリテーションやトレーニングに最適なドローイング強度が明らかにされると思われた。しかしながら、各ADIM強度で腹横筋選択的活動比に有意差はなく、側腹壁群

中における腹横筋の活動を最も誘発できるドローイング強度を特定することはできなかった。これについては、さらなるデータを積み重ねて今後の課題としたい。

一方で、Richardsonら¹³⁾はADIMによる4~10mmHgのPBU圧の減少は、腹横筋の単独収縮を示していると報告している。本研究ではMVEの60%でのADIM試行時において 7.83 ± 2.67 mmHgのPBU圧の減少を示している。このことから、腹横筋の筋活動を十分に引き出すには、最大努力の60%程度でのドローイングが必要であると思われた。

本研究の限界として、周知の通り腹横筋は腹部の最も深層に位置する筋であることから、筋電図による筋活動の測定には筋内筋電図を用いる必要があるが、我々はADIM時の腹横筋筋活動を測定する手法として非侵襲である表面筋電図を用いた。電極貼付にはKulasら¹⁶⁾にならい、解剖学的に腹横筋と内腹斜筋が融合しており外腹斜筋に覆われていない部位として、内腹斜筋および腹横筋の筋活動が導出できる位置とした。この部位から導出された筋電図振幅値は、他の先行研究でも腹壁筋群最深部の活動を表すとされている¹⁷⁾。同部から導出した筋電図振幅値によるTrA-OIの筋活動水準は、各ADIM時のPBU圧と有意な正の相関関係を示し、また超音波画像による腹横筋の筋厚変化とも有意な正の相関関係を示していた。しかしながら、内腹斜筋のPBU圧と筋厚変化の関係も、腹横筋と同程度の高い相関を示していること、ならびに各ADIM強度の腹横筋選択的活動比には有意差がなかったことを考慮すると、ADIM時におけるPBU圧の変化は腹横筋のみではなく、内腹斜筋を含めた腹部ローカル筋の機能を反映しているのとらえるのが妥当であると思われる。

前述したように、腹横筋は腹部の最も深層に位置する筋であることから、その収縮を身体表面から観察することは困難である。PBUは腹横筋の機能評価を非侵襲かつ簡便に行う手法として、リハビリテーションやアスレティックトレーニング現場で広く利用されてきた。しかし、PBUによる圧変化と腹横筋のふるまいを直接比較した研究はなく、de Paulaら¹³⁾はPBUを用いた腹横筋の機能評価に対し、まだ検証が必要であると指摘している。今回我々が示したADIM時のPBU圧変化と、超

音波診断装置による腹横筋の筋厚変化, ならびに EMG による筋活動水準は, いずれも高い相関関係を示しており, PBU は簡便に腹横筋の機能評価に用いるには有効であることが示された. しかし, ADIM 時の PBU 圧変化は内腹斜筋の活動もよく反映しており, PBU は内腹斜筋を含めた腹部ローカル筋の機能を評価する装置と認識するのが妥当である.

結 語

本研究は, PBU による腹横筋の機能評価の妥当性について検証することを目的とし, ADIM 時における PBU 圧の変化と超音波画像診断装置による腹横筋の筋厚変化, および EMG による TrA-OI の筋活動水準を測定した. その結果は以下の通りである.

1) ADIM 時における PBU 圧の変化と TrA-OI の筋活動水準の間には直線関係がみられ, 有意な正の相関関係 ($\rho=0.96, P<0.001$) であった.

2) 上記に加え, ADIM 時の PBU 圧の変化は超音波画像診断装置による腹横筋の筋厚変化と曲線関係がみられ, 筋厚変化は最大努力の 60% までの ADMI と有意な正の相関関係 ($\rho=0.98, P<0.001$) であった.

3) 一方で, 内腹斜筋における ADIM 時の PBU 圧と筋厚の変化も腹横筋と同程度の有意な正の相関関係 ($\rho=0.93, P<0.001$) であった.

以上の結果から, ADIM 時における PBU 圧の変化は腹横筋の活動もよく反映しているが, 内腹斜筋を含めたローカル筋における簡便な機能評価ならびにトレーニング時のフィードバック手法として用いるのが妥当であることが示された.

利益相反

本論文に関連し, 開示すべき利益相反はなし.

文 献

- 1) Hibbs AE, Thompson KG, French D, et al. Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med.* 2008; 38: 995-1008.
- 2) Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, et al. Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model. *Spine.* 1989; 14: 194-200.
- 3) Bogduk N. The lumbar muscles and their fascia. In: Law M, ed. *Clinical anatomy of the lumbar spine*

- and sacrum. 3rd ed. London: Churchill Livingstone; 101-125, 1997.
- 4) Hodges P, Kaigle HA, Holm S, et al. Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: In vivo porcine studies. *Spine.* 2003; 28: 2594-2601.
- 5) Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine.* 1987; 12: 501-508.
- 6) Grooms DR, Grindstaff TL, Croy T, et al. Clinimetric analysis of pressure biofeedback and transversus abdominis function in individuals with stabilization classification low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43: 184-193.
- 7) Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85: 86-92.
- 8) Rackwitz B, de Bie R, Limm H, et al. Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation.* 2006; 20: 553-567.
- 9) Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, et al. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005; 10: 144-153.
- 10) Hides J, Wilson S, Stanton W, et al. An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal wall. *Spine.* 2006; 31: 175-178.
- 11) McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech.* 2004; 19: 337-342.
- 12) de Paula Lima PO, de Oliveira RR, Costa LO, et al. Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: a systematic review. *Physiotherapy.* 2011; 97: 100-106.
- 13) Hides J, Richardson C, Hodges P. Local segmental control. In: Richardson C, Hodges P, Hides J, eds. *Therapeutic exercises for lumbopelvic stabilization.* 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 185-219, 2004.
- 14) 樋口善英, 齋藤昭彦, 新井正一. 圧バイオフィードバック装置と超音波診断装置を用いた腹横筋の機能評価. *国際医療福祉大学紀要.* 2005; 10: 18-23.
- 15) Cicchetti DV, Sparrow SA. Developing criteria for

- establishing interrater reliability of specific items: applications to assessment of adaptive behavior. *Am J Ment Defic.* 1981; 6: 284-290.
- 16) Kulas AS, Schmitz RJ, Shultz SJ, et al. Sex-specific abdominal activation strategies during landing. *J Athl Train.* 2006; 41: 381-386.
- 17) 河端将司, 加賀屋善教, 島 典広, 他. ドロップジャンプ動作中における体幹の筋活動および腹腔内圧の変化. *体力科学.* 57: 225-234.
- 18) Mannion AF, Pulkovski N, Toma V, et al. Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercises in healthy control subjects. *J Anat.* 2008; 213: 173-182.
- 19) Alkner BA, Tesch PA, Berg HE. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32: 459-463.
- 20) Hodges PW, Pengel LHM, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve.* 2003; 27: 682-692.
-
- (受付 : 2020 年 11 月 30 日, 受理 : 2022 年 3 月 8 日)

Experimental validation of pressure biofeedback units for evaluation of transversus abdominis function

Fujita, E.*, Akamine, T.*

* Sports and Life Science Faculty, National Institute of Fitness and Sports in KANOYA

Key words: Pressure biofeedback unit, transversus abdominis, abdominal drawing-in

[Abstract] This study was aimed to determine the validity of pressure biofeedback units (PBUs) to evaluate the function of the transversus abdominis (TrA) muscle. The study included six healthy men with no history or complaints of lower back pain. We measured the changes in the pressure of PBU and the thickness of TrA using ultrasonography and the muscle activity of TrA-oblique internal (TrA-OI) using surface electromyography (EMG) during the abdominal drawing-in maneuver (ADIM). A significant positive correlation between the PBU pressure change and TrA-OI EMG was observed. A significant positive correlation was also noted between the PBU pressure change and TrA muscle thickness. However, a significant positive correlation between the PBU pressure change and oblique internal (OI) thickness was also observed. The current results indicate that while the PBU pressure change reflected TrA activity during ADIM, it is appropriate for use as functional evaluation of the local abdominal muscle including the OI.