

圧バイオフィードバック装置 による腰椎分節的安定性の定量的評価

Quantitative Evaluation of Lumbar Segmental Stability using a Pressure Biofeedback Unit

トラルバラフランキマウリセエドゥアルド*¹, 藤田英二*², 廣津匡隆*²

キー・ワード : transversus abdominis, abdominis drawing-in, muscle activity level
腹横筋, ドローイング動作, 筋活動水準

〔要旨〕本研究では圧バイオフィードバック装置 (PBU) を用いた腰椎分節的安定性の定量的な評価法について検討した。対象は腰痛の既往がない成人男性 10 名とした。課題とした動作は背臥位にて腰部の下に PBU を置き、右下肢の挙上・下降を 10 回行わせた。この課題動作を腹横筋の収縮を伴わない「コントロール条件」と、ドローイング (ADIM) で腹横筋の収縮をさせる「ADIM 条件」の 2 条件で行わせた。腰椎分節的安定性の指標として、その際の PBU 圧変化の変動係数 (CV 値) を求めた。また、表面筋電図 (EMG) による腹横筋—内腹斜筋 (TrA-OI) の筋活動水準 (%EMG_{max}) を取得した。その結果、ADIM 条件では課題動作中の PBU 圧変化の CV 値は、コントロール条件よりも有意に小さかった。課題動作中における TrA-OI の筋活動水準は ADIM 条件で有意に高く、約 30%EMG_{max} であった。以上の結果から、本研究で用いた手法は腰椎分節的安定性の定量的評価法になり得ると考えられた。また、腰椎分節的安定性は腹横筋の過度な収縮は必要ではなく、比較的低い努力度での収縮維持で得られると考えられた。

緒言

体幹筋は四肢に力を伝達する土台とされ、スポーツパフォーマンスにも深く関与するとともに、腰痛治療においても重要視されている¹⁾。体幹筋は機能の違いから深部筋群で腰椎にも起始、停止をもつローカル筋と、表在にある大きな体幹筋群で脊椎運動に関与するグローバル筋に分類される²⁾。特に体幹深部に位置するローカル筋の腹横筋は、個々の腰椎における安定化(分節的安定性)に貢献する筋のひとつとされ³⁾、腰痛などをはじめとする腰部障害ではその予防や治療に重要視されている。

腰部障害の予防や治療に対する考え方のひとつとして、様々な動作に伴う腰椎やその周囲組織へ

の機械的負荷を最小限にすることがある。先に述べた体幹深部に位置するローカル筋である腹横筋の収縮は、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し⁴⁻⁶⁾、個々の腰椎に分節的安定性をもたらす。そしてこの腰椎分節的安定性の向上は腰部障害の発生を予防するだけでなく、スポーツパフォーマンス向上にも寄与すると考えられる。

腰椎分節的安定性を評価する方法のひとつとして、圧バイオフィードバック装置 (pressure biofeedback unit : PBU) を用いた Sahrman core Stability test (SCST) がある⁷⁻⁹⁾。このテストは膝を曲げた背臥位にて腰椎前弯部に PBU のカフを 40 mmHg 圧にして設置し、ドローイング動作 (abdominal drawing-in maneuver : ADIM) をすることによる腹横筋収縮を意識させながら下肢を挙上させる各課題動作を行わせ、その動作中の PBU 圧の変化が 10mmHg 以下であったかどうかをア

*1 鹿屋体育大学大学院体育学研究科

*2 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

Corresponding author : 廣津匡隆 (mhirotsu@nifs-k.ac.jp)

ナログスケールにて確認していくテストである。遂行できた課題動作の内容に応じ Level 1 から 5 までの 5 段階で評価する。この SCST は腰椎骨盤領域での安定性、すなわち腰椎分節的安定性を評価するために多く用いられている^{8,9)}。しかしながら、PBU 圧の変化をアナログスケールによる目視のみで評価しているため、定量的ではなく精度や客観性に曖昧さが入り込む余地が大きい。またその PBU 圧変化を 10mmHg 以下であるか否かのみで評価するため、課題動作に伴う腰部、すなわち腰椎の動きの大きさが表す腰椎分節的安定性を定量的に十分評価しきれているとは言い難い。

一方で大江ら¹⁰⁾は、空気圧センサを接続した PBU を用いて SCST の Level 1 に類似した下肢動作を行かせた際の圧変化データを取得し、体幹筋収縮を伴わせることによる腰部安定化について検討している。しかしながら、この研究では体幹筋収縮の有無をグローバル筋である外腹斜筋の表面筋電図 (surface electromyography : EMG) で確認しており、腰椎分節的安定性に直接貢献するローカル筋の関与については不明な点が多い。また大江ら自身も、その課題動作中における PBU 圧の量的変化に対して、対象者の体格差や腰椎の可動性などの個体差が考慮されていないと述べており¹⁰⁾、PBU 圧変化を絶対値のみで評価を行うことにも疑問が残る。この点に関しては SCST も同様であると言える。したがって、前述した手法で腰椎分節的安定性をより正確に評価するには、深部ローカル筋の関与を明らかにすること、ならびに課題動作に伴う腰部や腰椎の動きの大きさを対象者の体格差などを考慮して定量的に捉えることが必要と考えられる。

そこで本研究では、腰椎分節的安定性の定量的評価法について検討することを目的として、下肢課題動作中における PBU 圧変化の変動の大きさを変動係数 (coefficient of variation : CV) を用いて表し、腹横筋を含むローカル筋の筋活動の有無により PBU 圧の CV 値が影響を受けるかどうかについて検証した。

対象および方法

1. 対象

対象は現在まで腰部疾患で医療機関の受診歴はなく、腰痛などの症状の訴えがない成人男性 10 名 (年齢 : 21.7 ± 1.1 歳, 身長 : 170.2 ± 8.3 cm, 体

重 : 71.9 ± 8.2 kg) とした。本研究は鹿屋体育大学倫理審査委員会の承認 (第 4-26 号) を得た上で、規定に基づき事前に十分な説明を対象者に対して行い、書面にて参加の同意を得て実施した。実験に先立ち、対象者には正しい ADIM を習得させるため、監視下での ADIM の練習を 1 回につき約 30 分、週 3 回の頻度で 2 週間行われた後に測定を行った。

2. 実験プロトコル

藤田ら¹¹⁾の手法にならい、まず硬いマット上に腹臥位として腹部に PBU を置き、最大努力 (maximal voluntary effort : MVE) での ADIM 時における PBU 圧の最大変化値と、腹横筋を含む深部腹壁の筋活動を EMG により最大筋電図振幅値 (EMG_{max}) として取得した。腹臥位での ADIM は、息を吐きながら 2 秒ほどかけて下腹部を引き込みむように指示し、その状態を 5 秒以上保持させた。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指示し、検者は対象者の腰仙部に手を当て代償動作を伴った ADIM でないことを確認した。十分な練習の後、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。この ADIM による PBU 圧変化の再現性について、成人男性 6 名 (年齢 : 24.0 ± 3.0 歳) を対象として 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、高い再現性を示した。

次に、腰椎分節的安定性を評価する課題動作として、Farries ら⁷⁾ならびに大江ら¹⁰⁾の先行研究にならい、硬いマット上にて背臥位で膝関節 90 度屈曲位をとらせた姿勢で腰部の下に PBU を置き、その状態から下肢を挙上するような課題運動の遂行を指示した。課題とした下肢運動は、電子メトロノームの音に合わせて 3 秒かけて右股関節を 90 度屈曲位まで挙上させ、3 秒かけて元の肢位に戻るという動作を 10 回行わせた (図 1-a)。この 10 回の課題運動回数は、日本テニス協会で行われていた SCST に類似した「コア安定性テスト」¹²⁾を参考に決定した。この課題動作中における深部腹壁の筋活動を EMG にて取得し、腹臥位で最大努力での ADIM 時の EMG_{max} からの相対値 (% EMG_{max}) として求めた。

腰椎分節的安定性の評価として、大江ら¹⁰⁾の先



図1 課題動作 (a), 右股関節の電子角度計 (b), 小型ゲージ圧センサを接続したPBU (c), TrA-OI へのEMG 電極貼付部位 (d)

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

行研究にならってPBUの圧を40mmHgに設定して腰部の下に設置し、課題動作中の圧変化からそのCV値を算出した。また、課題動作中の股関節角度を取得するため電子角度計(DL-260, S & ME社製)を対象者の右股関節に貼付し(図1-b)、アナログ出力箱(DL-720, S & ME社製)を介して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ーに記録した。この課題動作を特に腹横筋の収縮を意識させず、単に一定のテンポで課題動作を遂行させた「コントロール条件」と、ADIMにより腹横筋の持続的な収縮を伴わせながら一定のテンポで課題動作を遂行させた「ADIM条件」の2条件で行わせた。この際、腰椎分節の安定性を得るためには、どの程度の腹横筋の筋収縮が必要とされるのかについても知見を得るため、ADIM条件では腹横筋収縮の努力度、すなわち筋活動水準の程度については特に指示をせず、呼吸を止めずに課題動作を無理なく遂行できるよう持続的に収縮させることのみを伝えた。十分な練習の後、2条件の課題動作はランダムに各1回ずつ行わせた。また、疲労の影響を避けるため、課題動作間には3分以上の休息を挟んで行った。また、全ての動作は利き足側である右下肢を対象にして行った。この課題動作でのPBU圧のCV値についても、成人男7名(年齢:21.1±1.8歳)を対象とし、同じく7日間の間隔を空けて2回実施したICCを求めたところ、ICC(1,2)は0.957であり、高い再現性を示した。

全ての測定に対して再現性を高めるための配慮として、それぞれの測定手法に熟練した検者が1人で担当して行った。

3. PBU 圧の測定

腹臥位でのADIM時、ならびに背臥位での課題動作中におけるPBU圧の測定は、Chattanooga社製Stabilizerに小型ゲージ圧センサ(PS-05KD-5m, Applied Office社製)を接続してADIM時における腹筋壁圧の変化と課題動作中の腰部圧を計測した(図1-c)。ADIM時のPBU圧はRichardsonら¹³⁾の方法にならない、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た。課題動作中のPBU圧は大江ら¹⁰⁾の方法にならない、背臥位にてパッドの下縁が第2仙骨高位、中央部が棘突起を結ぶ線上に位置させた。腹臥位でのADIM時ならびに背臥位での課題動作中での、それぞれのPBU圧設定はRichardsonら¹³⁾ならびに大江ら¹⁰⁾の先行研究に従い、安静呼気時で腹臥位でのADIM時は70mmHg、背臥位での課題動作時は40mmHgとした。ADIM時ならびに課題動作中に得られたPBU圧の信号は、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ーに取り込んだ。得られた課題動作中のPBU圧から、各条件におけるPBU圧値変動の多寡を表す要約統計量である変動係数を算出した。

4. EMGによる腹横筋を含むローカル筋活動の測定

EMGによるADIM時の腹横筋を含むローカル筋活動の測定は双極誘導により行い、電極にはAg/AgCl粘着ゲルのディスポ電極(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

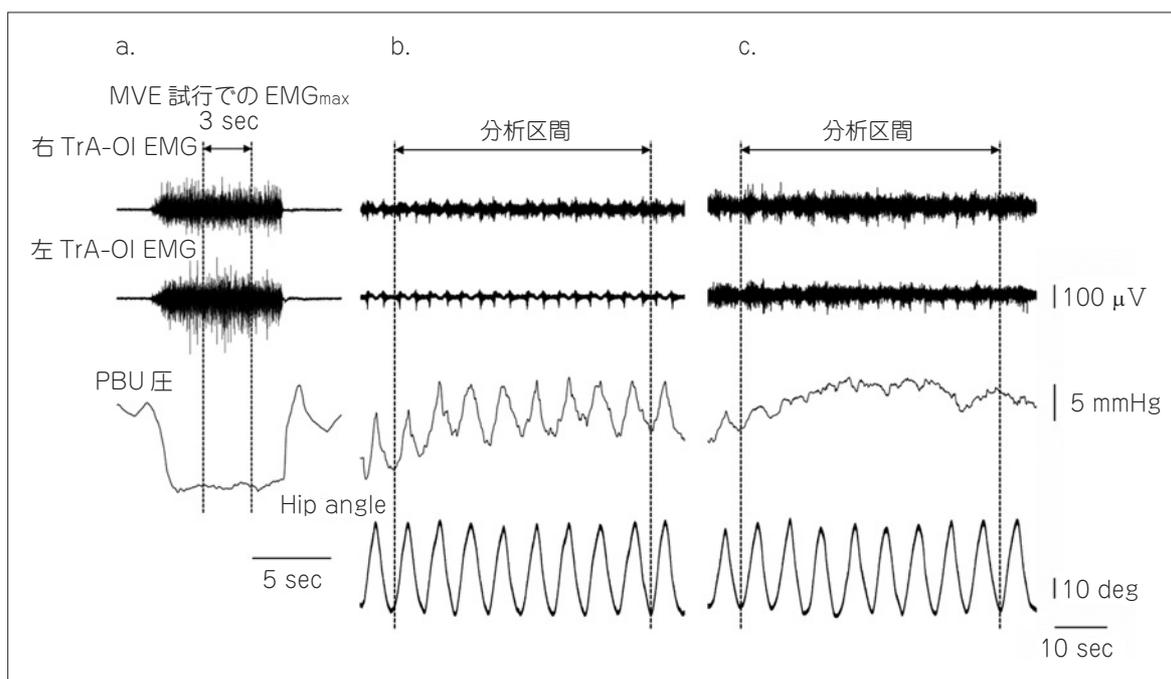


図2 MVE 試行 (a), コントロール条件 (b) ならびに ADIM 条件 (c) における TrA-OI の EMG と PBU 圧変化波形の一例

MVE : maximal voluntary effort, ADIM : abdominal drawing-in maneuver, TrA-OI : transversus abdominis-oblique internal, EMG : electromyography, PBU : pressure biofeedback unit

浄した後に電極間距離 2cm として電極を貼付した(図 1-d). 電極貼付位置は Kulas ら¹⁴⁾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おり¹⁵⁾, Marshall と Murphy¹⁶⁾は実際の人体解剖所見においても, 右上前腸骨棘より 2cm 内下方で腹横筋と内腹斜筋の融合部は, 10 体中 9 体のほとんどで外腹斜筋に覆われていなかったと報告されている. 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) を用いて解析した. 腹臥位での ADIM 時の MVE 試行において得られた EMG_{max} は, PBU 圧変化が安定している 3 秒間の RMS (root mean square) 値を算出した (図 2-a). その上で背臥位

での各課題動作中の $\%EMG_{max}$ を, 右下肢挙上・下降時に得られた各 RMS 値から EMG_{max} 時における相対値として求め, 最初と最後の動作を除く左右での 8 回分を平均した後 (図 2-b), 左右をまとめた平均値として算出した.

5. 統計処理

得られた測定値はいずれも平均値 \pm 標準偏差で表した. 課題動作中の ADIM 条件とコントロール条件における TrA-OI の筋活動水準, PBU 圧の変化, ならびに CV 値の差を対応のある t 検定を用いて検討した. また, 2 条件間の比較における効果量 (effect size : ES) を以下の式を用いて t 検定における効果量 r を求め, 効果の程度は「 $0.10 \leq$ 小 < 0.30 」, 「 $0.30 \leq$ 中 < 0.50 」, 「 $0.50 \leq$ 大」とした¹⁷⁾.

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$$

t : t 値, df : 自由度

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.

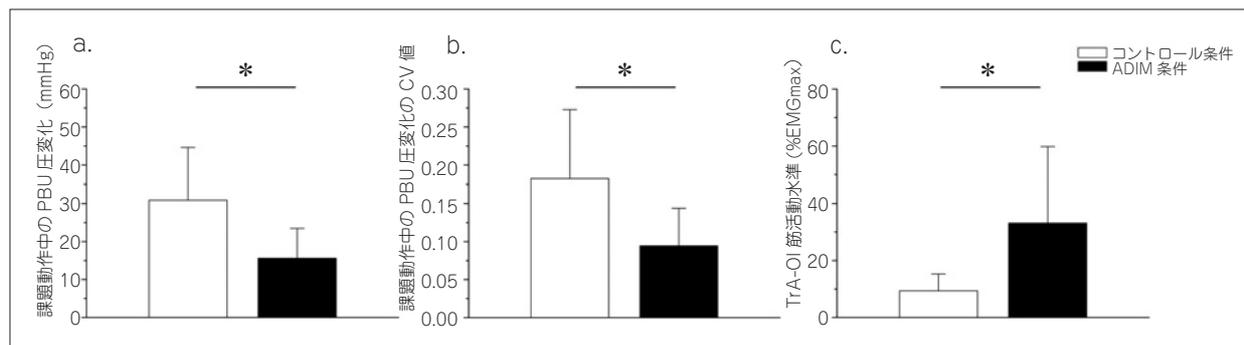


図3 課題動作中のPBU圧変化 (a), 圧変化のCV値 (b) と TrA-OIの筋活動水準 (c)
 ADIM : abdominal drawing-in maneuver, PBU : pressure biofeedback unit, CV : coefficient of Variation, TrA-OI : transversus abdominis-oblique internal * : P<0.05

結 果

課題動作中のPBU圧変化の平均値はコントロール条件が 30.9 ± 13.7 mmHg, ADIM条件が 15.6 ± 7.8 mmHgであり, 両条件間には有意差がみられ, 効果量は「大」であった ($P = 0.001$, ES : 0.84, 図3-a). PBU圧のCV値はコントロール条件が 0.182 ± 0.091 で, ADIM条件が 0.094 ± 0.049 であり, 両条件間には有意差がみられ, 効果量は「大」であった ($P = 0.007$, ES : 0.76, 図3-b). また, 課題動作中のTrA-OIの筋活動水準はコントロール条件が 9.4 ± 5.9 %EMG_{max} で, ADIM条件が 33.6 ± 18.8 %EMG_{max} であり, 両条件間には有意差がみられ, 効果量は「大」であった ($P = 0.004$, ES : 0.80, 図3-c).

考 察

本研究は腰椎分節的安定性の定量的評価法について検討することを目的として, 下肢課題動作中におけるPBU圧変化の変動をCV値で表し, 腹横筋を含むローカル筋の筋活動の有無によりPBU圧変動が影響を受けるかどうかについて検証した.

いままでのPBUを用いた腰椎分節的安定性を評価するテストは, SCST⁷⁻⁹⁾ やコア安定化テスト¹¹⁾ など, いずれも本研究課題と同じような背臥位で腰背部に設置したPBUの圧を保持させながら指定された下肢の運動を行わせるというものである. しかしながら, これらのテストはアナログメーターで圧変化を目視することにより評価しており, 定量的ではないために精度や客観性に曖昧さが入り込む余地が大きいと考える. 一方で大江

ら¹⁰⁾ は, 空気圧センサを接続したPBUを用いてパーソナルコンピューターに圧変化のデータを取り込み評価しているが, 課題動作中のPBU圧の量的変化に対して, 対象者の体格差や腰椎の可動性などの個体差が考慮されていない. そこで本研究では, 小型ゲージ圧センサを接続したPBUを用い, 下肢課題動作中の圧変化をパーソナルコンピューターにデータとして取り込み, 課題動作中の圧変動の大きさをCV値で評価した. その結果, 課題動作中のPBU圧変化の平均値はコントロール条件が腹横筋収縮を伴ったADIM条件よりも有意に大きく, 動作中のPBU圧変動の大きさであるCV値においてもコントロール条件がADIM条件よりも大きかった. 我々が用いた本テストは, PBU圧変化をパーソナルコンピューターにデータとして取り込むことによって, 腹横筋を含むローカル筋の活動による腰椎分節的安定性の向上を定量的に評価できていたと考える. また, 個体差が大きく反映される生理指標の変化などでは平均値をベースにした評価は困難であるため¹⁸⁾, 歩行評価では対象者の体格差を補正するためCV値が用いられることもある¹⁹⁾. 本研究でも, PBU圧変動の大きさをCV値で示すことにより, 身長差による体格差がもたらす腰椎可動性の大きさの違いといった個体差の影響を補正できていると思われた.

課題動作中のTrA-OIの筋活動水準は特に腹横筋の収縮を意識させないコントロール条件よりも有意に高かった. ADIM条件では腹横筋を含むローカル筋の収縮を伴っているため, コントロール条件よりもTrA-OIの筋活動水準が高いのは当然である. 一方で, 特にADIM条件において

腹横筋収縮を含むローカル筋に対する筋活動水準の程度は特に指示を与えなかったが、それは約30%EMG_{max}程度であった。わずかな負荷において生理学的椎間運動が生じる領域である neutral zone において、腰椎安定性を制御するには30% MVC 程度の筋活動で十分であるとされている¹⁾。この見解は本研究での結果とよく一致しており、腰椎の分節的安定性を得るためには過度な腹横筋をはじめとしたローカル筋の収縮は必要ではなく、比較的低い努力度での収縮を維持する必要性を示唆していると思われる。

本研究の限界として以下に挙げる事項が上げられる。まず、腰椎の分節的安定性には腰部多裂筋の機能も重要視されているが³⁾、本研究では腰部多裂筋の筋活動はみていない。予備実験において腰部多裂筋の筋活動も EMG で測定しようと試みたが、背臥位での課題動作であるため我々の持つシステムでは取得できた EMG 信号のノイズが大きく、正確に筋活動を評価するのが困難であった。この点については今後の課題としたい。次に、今回の対象者は腰部疾患で医療機関の受診歴は無く、かつ現在も腰痛など症状の訴えがない成人男性のみでの結果であるため、腰椎分離症患者のように腰椎分節的安定性が低下していると思われる対象者においても同様の結果が得られるかについてはまだ明らかではない。この点についても今後の新たな研究の展開が必要である。最後に、PBU は腹横筋を含むローカル筋の筋活動を、安価かつ簡便にどこでも評価できることが利点である¹¹⁾。しかしながら、本研究で用いた小型ゲージ圧センサを PBU に接続して圧変動データをパーソナルコンピューターにデータで取り込む手法は、現状では安価かつ簡便とは言い難い。一方で、パッドやカフの空気圧を感知してデジタル表示すること自体は、家庭用全自動血圧計等の構成部品でも実現可能である。本研究で示した評価法が、スポーツ指導や医療のリハビリテーション現場などで有用とされるのであれば、新たなデバイスの開発や普及は比較的に安価でなされるであろうと予想される。

結 語

本研究は腰椎分節的安定性の定量的評価法について検討することを目的として、下肢課題動作中における PBU 圧変化の変動を CV 値で表し、腹

横筋を含むローカル筋の筋活動の有無により PBU 圧変動が影響を受けるかどうかについて検証した。その結果は以下の通りである。

1) 課題動作中の PBU 圧変化の平均値はコントロール条件が腹横筋収縮を伴った ADIM 条件よりも有意に大きく、動作中の PBU 圧変動の大きさである CV 値においてもコントロール条件が ADIM 条件よりも大きかった。

2) 課題動作中の TrA-OI の筋活動水準は特に腹横筋の収縮を意識させないコントロール条件よりも有意に高く、ADIM 条件で約 30%EMG_{max} 程度であった。

以上の結果から、本研究で用いた手法は PBU 圧変動の大きさを CV 値で示すことにより体格差や腰椎の可動性などの個体差の影響を補正し、腹横筋を含むローカル筋の活動による腰椎分節的安定性の向上を、定量的に評価できていたと考えられた。また、腰椎の分節的安定性を得るため必要な TrA-OI の筋活動は、過度なローカル筋収縮を必要とせず、比較的低い努力度での収縮維持で得られると思われる。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

著者 MT は研究デザインとプロトコルを概念化してデータ収集を行い、著者 EF と MH はデータ解析・解釈と論旨の組み立てを担当した。草稿は MT と EF が担当した。すべての著者は原稿を批判的にレビューした上で修正し、投稿を承認した。

文 献

- 1) 大久保雄. 体幹筋機能のエビデンスとアスレティックトレーニング. 日本アスレティックトレーニング学会誌. 2019; 5: 3-11.
- 2) Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand. 1989; 230: 1-54.
- 3) Richardson C, Jull G, Hodges P, 他. 腰痛と腰仙骨の安定性：ローカル筋システムの場合. In: 齋藤昭彦(訳). 脊椎の分節的安定性のための運動療法. 腰痛治療のための科学的基礎と臨床. 初版. 東京：産学社エンタプライズ出版部；9-16, 2002.
- 4) 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.
- 5) 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.
 - 6) Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine*. 1987; 12: 501-508.
 - 7) Faries MD, Greenwood M. Core training: Stabilizing the confusion. *Strength Cond J*. 2007; 29: 10-25.
 - 8) 辰村正紀, 芋生祥之, 金岡恒治. Sahrman core stability test を用いて評価した発育期腰椎分離症保存療法における体幹運動制御能力の向上. *リハビリテーション医学*. 2019; 56: 771-777.
 - 9) 飛田広大, 辰村正紀, 芋生祥之, 他. 発育期の腰椎分離症に対する Sahrman core stability test による評価. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2022; 30: 109-113.
 - 10) 大江 厚, 木村貞治, Goh Ah Cheng, 他. 体幹筋の収縮様式の違いが下肢挙上動作時における腰部の動きに及ぼす影響. *理学療法学*. 2012; 39: 322-329.
 - 11) 藤田英二, 赤嶺卓哉. 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. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2022; 30: 649-657.
 - 12) 金森章浩. チームドクター：テニスにおける活動. *関節外科*. 2011; 30: 156-162.
 - 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) Kulas AS, Schmitz RJ, Shultz SJ, et al. Sex-specific abdominal activation strategies during landing. *J Athl Train*. 2006; 41: 381-386.
 - 15) 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*. 2008; 57: 225-234.
 - 16) Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003; 13(5): 477-489.
 - 17) 水本 篤, 竹内 理. 研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—. *英語教育研究*. 2008; 31: 57-66.
 - 18) 中川千鶴, 大須賀美恵子, 竹田 仰. VE 酔い評価手法の開発に向けての基礎的検討. *人間工学*. 2000; 36: 131-138.
 - 19) 高橋佳孝, 菱澤えり子, 肥塚 泉. 歩行障害の客観的評価法の検討. *耳鼻咽喉科展望*. 2007; 50: 182-185.

(受付：2023年2月13日, 受理：2023年8月3日)

Quantitative Evaluation of Lumbar Segmental Stability using a Pressure Biofeedback Unit

Torralba Lafranqui, M.E. ^{*1}, Fujita, E. ^{*2}, Hirotsu, M. ^{*2}

^{*1} Graduate School of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in KANOYA

^{*2} Department of Sports and Life Science, National Institute of Fitness and Sports in KANOYA

Key words: transversus abdominis, abdominis drawing-in, muscle activity level

[Abstract] This study examined the method for quantitative assessment of lumbar segmental stability (LSS) using a Pressure Biofeedback Unit (PBU). The subjects were 10 healthy men with no history of low back pain. The task movement consisted of placing the PBU under the lumbar region in the dorsal supine position and instructing the subject to raise and lower the right leg 10 times. This task movement was performed under two conditions: the transversus abdominis muscle (TrA) were not contracted (CON), and TrA were contracted (abdominal drawing-in maneuver: ADIM). As an index of LSS, the coefficient of variation (CV) of PBU pressure change during two tasks. Surface electromyography (EMG) was used to determine the level of muscle activity (%EMG_{max}) of the transversus abdominis-obliquus internus (TrA-OI) muscles. The results that CV values of PBU were significantly lower in the ADIM than in the CON. Moreover, TrA-OI muscle activity was significantly higher in the ADIM, with a muscle activity level of around 30%EMG_{max}. Based on these results, the method used in this study could be used to quantify LSS. In addition, LSS did not require excessive contraction of the TrA, which could be achieved by maintaining contraction at a relatively low effort level.