

原著

腰部安定化手技の違いが自動下肢伸展挙上時の骨盤の回旋や筋活動に及ぼす影響

末廣忠延*¹ 石田弘*¹ 小原謙一*¹ 吉村洋輔*¹

要 約

自動下肢伸展挙上時の骨盤の回旋量が大きい者では腰椎骨盤不安定性に関連した非特異的腰痛が発症しやすいことが知られている。本研究の目的は、自動下肢伸展挙上時に Abdominal bracing と患者自身で骨盤を触診するフィードバック法が骨盤の動きと体幹筋活動に与える影響を調査することであった。対象は健康成人男性25名とした。測定条件は、何も意識しないコントロール条件、Abdominal bracing 条件、被験者自身で上前腸骨棘を触診するフィードバック条件の3条件とした。自動下肢伸展挙上は、背臥位にて足首に2kgの重錘バンドを装着した状態で、膝伸展位で踵が床から20cmの高さまで挙上した。骨盤の動きは、骨盤の直下に重心動揺計を設置し骨盤の圧力中心の側方変位量を測定し骨盤の回旋量の指標とした。体幹筋活動は、表面筋電計にて計測した。本研究の結果、骨盤の回旋は、コントロール条件より Abdominal bracing 条件、フィードバック条件で有意に骨盤の回旋量が減少し、フィードバック条件では Abdominal bracing 条件より有意に骨盤の回旋量が減少した。筋活動では、対側の外腹斜筋と両側の内腹斜筋がコントロール条件より Abdominal bracing 条件とフィードバック条件で有意に高値を示した。対側内腹斜筋では Abdominal bracing 条件よりフィードバック条件で有意に低値を示した。本研究から自動下肢伸展挙上を腰椎骨盤の安定化エクササイズとして実施する場合、骨盤を触診させるフィードバック法を使用することで骨盤回旋をより制御できることが示唆された。

1. 緒言

腰痛の生涯有病率は75～85%となっており、生活の質を低下させる要因となっている¹⁾。また腰痛に関する費用は、医療費といった直接的コストの他に欠勤や生産性低下といった間接的コストの負担も大きく²⁾腰痛への対策や予防法の確立は急務である。

腰椎骨盤の安定化機構として、骨・関節・靭帯による“他動サブシステム”，筋・腱による“自動サブシステム”，筋を制御する“神経制御サブシステム”の3つのシステムで構成される³⁾。この腰部安定化機構の破綻は、過剰な腰椎骨盤の動きを誘発し、神経組織の圧迫や伸張、靭帯や疼痛感受性組織の異常変形を引き起こし、腰痛の原因となる⁴⁾。また O'Sullivan⁵⁾は、腰痛患者では腰椎骨盤の運動制御能力が低下し過剰な腰椎骨盤の動きが生じ、痛み

を誘発すると報告している。

腰痛患者や骨盤帯痛患者の腰椎骨盤部の安定性の評価や運動療法として、自動下肢伸展挙上 (Active Straight Leg Rising : 以下 ASLR) テストが、報告されている⁶⁾。このテストは背臥位で両膝を伸ばした状態で踵が床から20cm 挙上するまで片側の股関節を屈曲させ、その際の自覚的困難感や腰椎骨盤を中間位に保持する運動制御能力、筋活動パターンが評価される。腰痛患者では ASLR 時の主観的困難感の増大⁶⁾や筋活動パターンの変化⁷⁾が報告されている。また腰痛者では ASLR 時に健康者と比較して骨盤の過剰な回旋が生じ、腰椎骨盤不安定性に関連した非特異的腰痛の原因となると報告されている⁸⁾。一方で腰椎を中間位に保持するエクササイズの実施は、腰痛が軽減すると報告されている^{9,10)}。

*1 川崎医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
(連絡先) 末廣忠延 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-mail : suehiro@mw.kawasaki-m.ac.jp

これらのことから、ASLR時に腰椎骨盤を中間位に保持し安定させることは、腰痛治療や予防のために重要である。

ASLR時に腰椎骨盤を中間位に保持させ安定させる方法として、Liebenson et al.はAbdominal bracingを報告している¹¹⁾。Abdominal bracingは腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、脊柱起立筋の収縮により脊柱の剛性を高め、腰椎骨盤の過剰な回旋をおさえることでASLR時の腰椎骨盤の安定性を高めると報告されている¹¹⁾。一方で、Park et al.の研究ではASLR時の腰椎骨盤を安定化させる方法として、患者自身に自らの骨盤を触診させ、ASLR時の骨盤の回旋が生じないように骨盤の動きをフィードバックさせ、腰椎骨盤を中間位に維持させる方法を報告している¹²⁾(以下：フィードバック法)。しかしながら、Abdominal bracingとフィードバック法でASLR時にどちらがより骨盤の動きを抑制することができるかは、明らかとなっていない。さらにAbdominal bracingとフィードバック法実施時の体幹筋活動の差は明らかとなっていない。そこで本研究の目的は、ASLR時のAbdominal bracingとフィードバック法が骨盤の動きと体幹筋活動に与える影響を比較することであった。本研究の仮説は、Abdominal bracingとフィードバック法では、安定化手技を実施しない場合に比べて、骨盤の回旋の動きが有意に減少するとした。さらに、フィードバック法では、骨盤の動きを直接確認できることからAbdominal bracingに比べ骨盤の回旋の動きが有意に減少するという仮説を立てた。

2. 方法

2.1 対象

対象は、腰椎骨盤の安定性が性別により影響を受けることから男性のみとし、神経学的、整形学的に既往歴のない健常成人男性25名(年齢 21 ± 1.9 歳、身長 170.8 ± 5.7 cm、体重 61.0 ± 7.4 kg)とした。除外基準は腰痛や下肢や脊椎・骨盤の手術の既往、神経疾患の既往のある者とした。

2.2 測定方法

ASLRは背臥位にて足首に2kgの重錘バンドを装着した状態で、膝伸展位で踵が床から20cm離れる高さを目安となる棒を設置して、非利き足を20cmの高さまで挙げ5秒間保持させた。ASLR時の測定条件は何も意識せずASLRを行うコントロール条件、腹筋と背筋の体幹筋全体を収縮させながらASLRを行うAbdominal bracing条件(図1)、被験者が自身の上前腸骨棘を触診して骨盤の動きが生じないようにASLRを実施するフィードバック条

件(図2)の3条件とした。コントロール条件での被験者への指示は、「何も意識せず膝を伸ばしたまま棒に触れるまで足を挙げそのまま保持してください」とした。Abdominal bracing条件での被験者への指示は、「腹部の引き込みや押し出しをせずに腹筋と背筋の体幹筋全体を収縮させた状態で棒に触れるまで足を挙上しそのまま保持してください。体幹筋の収縮の強さは最大の15%程度として下さい」とした。フィードバック条件での被験者への指示は、「両手で骨盤を触った状態で、骨盤の動きを手で感知し、骨盤が動かないように注意しながら棒に触れるまで足を挙上しそのまま保持してください」とした。測定前には、各条件に慣れるために2回ずつ練習を実施し、その後に計測を行った。測定順序は体幹の自然な筋収縮に影響を与えないようにするため、まずコントロール条件を行い、その後にAbdominal bracing条件とフィードバック条件をランダムに行った。疲労の影響を除くために、各測定間に2分間の休息時間を挟んだ。

ASLR時の骨盤の回旋の動きは、先行研究の方法に準じて骨盤の圧力中心(center of pressure: 以下COP)の側方変位量を骨盤の回旋量の指標とした¹¹⁾。COPの側方変位量の測定には重心動揺計(P07-1712、共和電業社製)を骨盤の下に設置して測定した。なおCOPの側方変位量は、測定前の開始肢位からASLR時のCOPの側方への移動距離とした。COPの側方変位量が正の値の場合、下肢挙上側に骨盤が回旋をしていることを示す。

ASLR時の筋活動量の測定には表面筋電計(MQ Air、キッセイコムテック社製)を用い、サンプリング周波数は1000Hzとした。測定筋は両側の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋とした。表面電極にはディスプレイ電極(Blue Sensor M-00-S、Ambu社製)を用い、皮膚処理を行った後、貼付した。電極貼付部位は腹直筋が臍外側2~3cm、外腹斜筋が臍外側15cm、内腹斜筋が上前腸骨棘の2cm下内側とした。筋電図の記録は下肢が目安となる棒に接触してから5秒間測定を実施した。筋電波形は筋電図の解析ソフト(BIMUTAS-VIDEO:キッセイコムテック社製)を使用し、中間3秒間の波形について20~500Hzにてバンドパスフィルター処理を行った後、全波整流し、平均振幅を求めた。得られた筋活動は最大随意収縮(Maximal voluntary contraction: 以下MVC)時の平均振幅で正規化し%MVCの値とした。

2.3 統計学的解析

COPの側方変位量と筋活動量の正規性の検定としてShapiro-Wilk検定を行い、正規分布を認めた

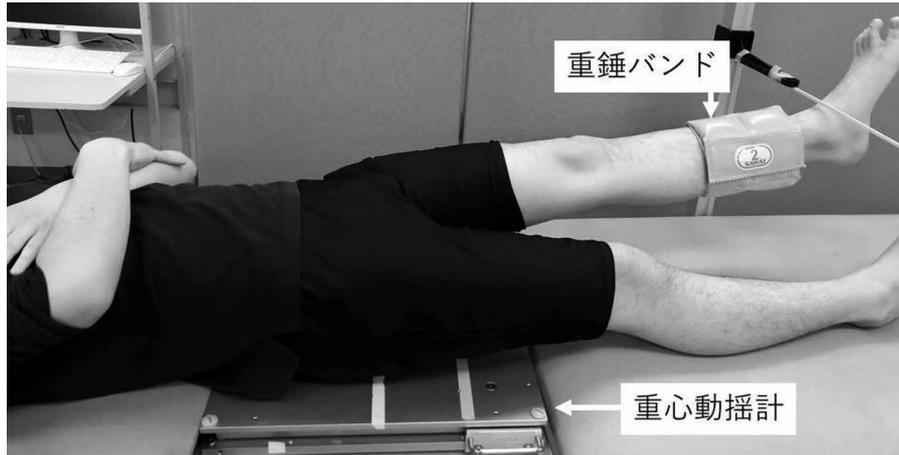


図1 Abdominal bracing 条件での測定風景
体幹筋全体を収縮させた状態で棒に触れるまで足を挙上した。

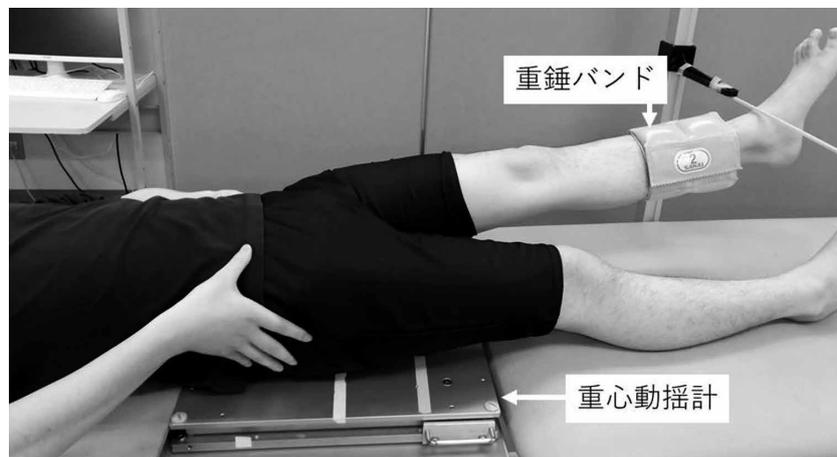


図2 フィードバック条件での測定風景
両手で骨盤を触った状態で、骨盤の動きを手で感知し、骨盤が動かないように注意しながら棒に触れるまで足を挙上した。

場合には反復分散分析を用いて、3条件間の比較を実施した後、多重比較として Bonferroni 法を実施した。正規分布が棄却された場合には Friedman 検定で3条件の差を検討したのちに、多重比較検定として Wilcoxon の符号付き順位検定を実施し、この際の p 値は Bonferroni 補正を行った。すべての統計は、IBM 社製 SPSS バージョン23を用いて解析し有意水準は5%とした。

3. 結果

3.1 COP の側方変位量

COP の側方変位量の結果を図3に示す。コントロール条件に比べ、Abdominal bracing 条件、フィードバック条件では骨盤の COP の側方変位量が有意

に低値を示した ($p < 0.05$)。また、フィードバック条件では Abdominal bracing 条件に比べて骨盤の COP の側方変位量が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

3.2 筋活動量

正規性の検定の結果、筋活動量は正規性が棄却された。各条件の筋活動の値は中央値（第1四分位数-第3四分位数）で表1に示した。対側の外腹斜筋と両側の内腹斜筋の筋活動ではコントロール条件と比較して Abdominal bracing 条件とフィードバック条件で有意に高値を示した ($p < 0.05$)。対側の内腹斜筋では Abdominal bracing 条件と比較してフィードバック条件で有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

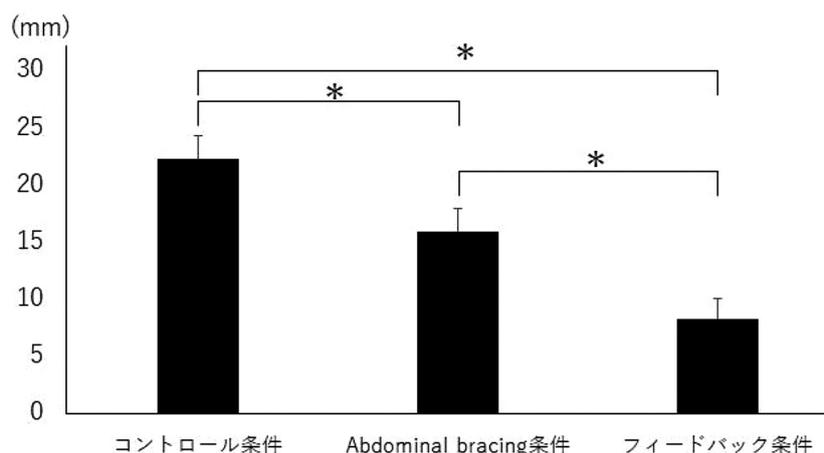


図3 COPの側方変位量

0は骨盤の回旋がないことを示し、正の値は、下肢挙上側に骨盤が回旋をしていることを示す。

表1 筋活動量 (% MVC)

	コントロール条件	Abdominal bracing 条件	フィードバック条件
同側腹直筋	3.4(1.8-10.1)	5.9(3.8-10.2)	6.1(2.9-12.5)
対側腹直筋	3.5(1.7-7.0)	5.7(3.3-9.0)	4.5(2.3-8.5)
同側外腹斜筋	9.6(6.2-17.9)	12.0(7.0-23.1)	9.9(7.3-19.3)
対側外腹斜筋	8.4(7.4-20.6)	14.3(8.5-27.1)*	13.5(7.8-25.3)*
同側内腹斜筋	9.9(6.3-17.3)	15.0(8.1-22.0)*	12.3(8.6-19.2)*
対側内腹斜筋	5.8(3.8-10.7)	9.3(7.8-19.0)*	6.5(4.3-13.3)*†

中央値 (第1四分位数-第3四分位数), *: コントロールと比較 $p < 0.05$, †: Abdominal bracingと比較 $p < 0.05$

4. 考察

本研究は、ASLR時のAbdominal bracingとフィードバック法が骨盤の動きと体幹筋活動に与える影響を検討した。本研究の結果、フィードバック条件とAbdominal bracing条件ではコントロール条件に比べ、有意に骨盤のCOPの側方変位量が減少し骨盤の過剰な回旋量が低下した。また、フィードバック条件ではAbdominal bracing条件に比べて有意に骨盤のCOPの側方変位量が低値を示し骨盤の回旋量が減少した。したがって、本研究の結果は、フィードバック条件ではAbdominal bracingに比べ骨盤の回旋の動きが有意に減少するという仮説を支持した。

本研究でのAbdominal bracing条件では、コントロール条件よりもCOPの側方変位量が有意に減少し、対側の外腹斜筋と両側の内腹斜筋の筋活動が有意に増加した。Liebenson et al.¹¹⁾はASLR

時にAbdominal bracingを実施することにより、Abdominal bracingを実施しない時よりも腰椎骨盤の回旋量を減少することを報告しており、本研究のAbdominal bracing条件で、COPの側方変位量が有意に減少した結果は、先行研究の結果と一致する。Vera-Garcia et al.^{13,14)}は、突然の外力に対してAbdominal bracingを実施した場合は、実施しない場合に比べて腰椎の動きを減少することを明らかにし、Abdominal bracingは体幹筋全体を賦活させることにより脊椎の剛性が高め脊椎の安定性が増加することを報告している。このことから本研究においてコントロール条件と比べAbdominal bracing条件で対側の外腹斜筋と両側の内腹斜筋の筋活動が増加し、脊椎の剛性が高まったために骨盤の回旋量が減少したと考える。

本研究のフィードバック条件では、コントロール条件よりもASLR時のCOPの側方変位量が減少

した。この結果は、ASLR 時の何も意識しない時と比べて骨盤を触診してフィードバックを利用した方が、骨盤の回旋量が減少すると報告した Park et al. の研究結果¹²⁾と類似している。さらに本研究のフィードバック条件では、コントロール条件と比較して同側の内腹斜筋と対側の外腹斜筋の活動が増加した。同側の内腹斜筋と対側の外腹斜筋は、脊柱を同側方向へ回旋する作用と骨盤を対側へ回旋する作用がある¹⁵⁾。そのためフィードバック条件で、コントロール条件よりも ASLR 時の COP の側方変位量が減少した要因は、同側の内腹斜筋と対側の外腹斜筋が増加したことにより、下肢挙上側への骨盤の回旋モーメントに拮抗したためと考えられる。

本研究のフィードバック条件では、Abdominal bracing 条件よりも ASLR 時の COP の側方変位量が減少し骨盤の回旋量が減少した。これは、Abdominal bracing 条件では骨盤の動きに関係なく体幹筋を収縮するため本研究のように下肢に錘をつけ負荷量を上げた場合では、骨盤の動きを抑制しきれなかったと思われる。また本研究のフィードバック条件では、Abdominal bracing 条件よりも対側の内腹斜筋の筋活動量が低値を示した。これに関して、Abdominal bracing 条件では体幹筋全体を収縮させ、骨盤を安定化させるのに対して、フィードバック条件では骨盤を触診することで骨盤の動きを

フィードバックしながら骨盤の中間位を保持する。そのためフィードバック条件では、骨盤の回旋が生じない最低限の内腹斜筋の活動で骨盤の回旋が抑制できたと思われる。

ASLR 時の過剰な骨盤の回旋は、腰椎骨盤の不安定性に関連した非特異的腰痛の原因となると報告されている⁸⁾。本研究では Abdominal bracing 条件よりもフィードバック条件の方がより骨盤の回旋の動きが減少した。そのため ASLR を腰椎骨盤の安定化エクササイズとして実施する場合は、自らの骨盤を触診させるフィードバック法を実施することが骨盤回旋をより制御でき有用であることが示唆された。

研究の限界として、本研究では健常若年成人を対象としている。そのため本研究の結果を腰痛患者や骨盤帯痛患者に一般化するには注意が必要である。加えて、本研究での骨盤回旋の動きの測定は、背臥位での測定のため骨盤背面へのマーカの設置ができず、3次元動作解析装置での測定が困難であった。そのため骨盤の COP の側方変位量を骨盤の回旋の動きの指標として使用しなければならなかった点が挙げられる。本研究では、腰部安定化手技間の即時的な効果を検討しているため、今後は、腰痛患者や骨盤帯痛患者を対象に加え、フィードバック法を用いた腰部安定化運動の長期的な有用性を検討していく必要がある。

倫理的配慮

本研究は、研究に先立ちすべての被験者に研究の目的と趣旨を十分に説明し、同意を得た上で実験を行った。なお、本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認後に実施した（承認番号19-100）。

文 献

- 1) Martin BI, Turner JA, Mirza SK, Lee MJ, Comstock BA and Deyo RA : Trends in health care expenditures, utilization, and health status among US adults with spine problems, 1997-2006. *Spine*, 34, 2077-2084, 2009.
- 2) Dagenais S, Caro J and Haldeman S : A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *The Spine Journal*, 8, 8-20, 2008.
- 3) Panjabi MM : The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5, 383-389, 1992.
- 4) Richardson CA, Jull GA, Hodges PW and Hides JA : *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Scientific basis and clinical approach*. Churchill Livingstone, Sydney, 1999.
- 5) O'Sullivan P : Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy*, 10, 242-255, 2005.
- 6) Bruno PA, Goertzen DA and Millar DP : Patient-reported perception of difficulty as a clinical indicator of dysfunctional neuromuscular control during the prone hip extension test and active straight leg raise test. *Manual Therapy*, 19, 602-607, 2014.
- 7) Crasto C, Montes AM, Carvalho P and Carral JC : Abdominal muscle activity and pelvic motion according to active straight leg raising test results in adults with and without chronic low back pain. *Musculoskeletal Science & Practice*, 50, 102245, 2020.
- 8) Yoo HI, Hwang UJ, Ahn SH, Gwak GT and Kwon OY : Comparison of pelvic rotation angle in the transverse plane in the supine position and during active straight leg raise between people with and without nonspecific

- low back pain. *Clinical Biomechanics*, 83, 105310, 2021.
- 9) Suni J, Rinne M, Natri A, Statistisian MP, Parkkari J and Alaranta H : Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: A 12-month randomized controlled study. *Spine*, 31, E611-620, 2006.
 - 10) Suni JH, Taanila H, Mattila VM, Ohrankämnen O, Vuorinen P, Pihlajamäki H and Parkkari J : Neuromuscular exercise and counseling decrease absenteeism due to low back pain in young conscripts: A randomized, population-based primary prevention study. *Spine*, 38, 375-384, 2013.
 - 11) Liebenson C, Karpowicz AM, Brown SH, Howarth SJ and McGill SM : The active straight leg raise test and lumbar spine stability. *PM & R*, 1, 530-535, 2009.
 - 12) Park KH, Ha SM, Kim SJ, Park KN, Kwon OY and Oh JS : Effects of the pelvic rotatory control method on abdominal muscle activity and the pelvic rotation during active straight leg raising. *Manual Therapy*, 18, 220-224, 2013.
 - 13) Vera-Garcia FJ, Brown SHM, Gray JR and McGill SM : Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. *Clinical Biomechanics*, 21, 443-455, 2006.
 - 14) Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH and McGill SM : Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17, 556-567, 2007.
 - 15) Hu H, Meijer OG, Hodges PW, Bruijn SM, Strijers RL, Nanayakkara PW, van Royen BJ, Wu W, Xia C and van Dieën JH : Understanding the active straight leg raise (ASLR): An electromyographic study in healthy subjects. *Manual Therapy*, 17, 531-537, 2012.

(2023年5月2日受理)

Effects of Different Lumbar Stabilization Methods on Pelvic Rotation and Muscle Activity During Active Straight Leg Raising

Tadanobu SUEHIRO, Hiroshi ISHIDA, Kenichi KOBARA and Yosuke YOSHIMURA

(Accepted May 2, 2023)

Key words : active straight leg rising, feedback method, abdominal bracing

Abstract

This study investigated the effects of abdominal bracing and a feedback method in which the patients palpated their own pelvis during active straight leg raising (ASLR) on abdominal muscle activity and the amount of pelvic rotation. Twenty-five healthy adult males were included in the study. Three measurement conditions were used: a control condition, an abdominal bracing condition, and a feedback condition. During the feedback condition, the participants palpated their pelvis. The amount of pelvic rotation was significantly decreased during the abdominal bracing and feedback conditions compared to the control condition. The amount of pelvic rotation was significantly decreased in the feedback condition compared to the abdominal bracing condition. The muscle activity of the contralateral external and bilateral internal oblique muscles was significantly higher in the abdominal bracing and feedback conditions than in the control condition. The contralateral internal oblique abdominal muscles showed significantly lower activity in the feedback condition than in the abdominal bracing condition. Therefore, ASLR with feedback during which the pelvis is palpated by the patient is effective for minimizing unwanted lumbopelvic rotation during ASLR exercises.

Correspondence to : Tadanobu SUEHIRO

Department of Physical Therapy

Faculty of Rehabilitation

Kawasaki University of Medical Welfare

288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : suehiro@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.33, No.1, 2023 29 – 35)