慢性腰痛者における腰部の臨床不安定性と 股関節伸展運動時の背部筋群および股関節伸展筋群の 活動開始時間との関係

*Relationship between Lumbar Clinical Instability and Muscle Onset Time during
Prone Hip Extension in Individuals with Chronic Low Back Pain*

末廣 忠延^{1,2)} 水谷 雅年¹⁾ 石田 弘²⁾ 小原 謙一²⁾
藤田 大介²⁾ 大坂 裕²⁾ 高橋 尚²⁾ 渡邊 進²⁾

TADANOBU SUEHIRO, RPT, MS^{1,2)}, MASATOSHI MIZUTANI, PhD¹⁾, HIROSHI ISHIDA, RPT, PhD²⁾,
KENICHI KOBARA, RPT, PhD²⁾, DAISUKE FUJITA, RPT, PhD²⁾, HIROSHI OSAKA, RPT, PhD²⁾,
HISASHI TAKAHASHI, RPT, PhD²⁾, SUSUMU WATANABE, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Graduate School of Health Sciences, Kibi International University

²⁾ Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare: 288
Matsushima, Kurashiki-shi, Okayama 701-0193, Japan TEL+81 86-462-1111 E-mail: suehiro@mw.kawasaki-m.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 31(2): 329-333, 2016. Submitted Nov. 9, 2015. Accepted Dec. 17, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to clarify the relationship between lumbar clinical instability and muscle onset time during prone hip extension in individuals with chronic low back pain. [Subjects] Twenty-five subjects with chronic low back pain were recruited. [Methods] Electromyography data of the back muscles were collected during prone hip extension. The prone instability test and aberrant movement patterns during lumbar flexion test were used as lumbar clinical instability tests. The relationships between lumbar clinical instability and onset timing of the muscles during prone hip extension were analyzed using correlation coefficients. [Results] Greater delays in the onset of the bilateral multifidus and contralateral erector spinae activities during prone hip extension correlated positively with the prone instability test findings. [Conclusion] Greater delays in the onset of the bilateral multifidus and contralateral erector spinae activities during prone hip extension correlated positively with the lumbar clinical instability test findings.

Key words: lumbar clinical instability, prone hip extension, chronic low back pain

要旨:〔目的〕慢性腰痛者における腰部の臨床不安定性と股関節伸展時の筋活動開始時間との関係を明らかにすることとした。〔対象〕慢性腰痛者 25 名とした。〔方法〕股関節伸展時の筋活動開始時間を測定した。腰部の臨床不安定性の試験として、prone instability test (PIT) と腰椎屈曲時の異常な動きを評価した。腰部の臨床不安定性と股関節伸展時の筋活動開始時間との関係は、相関係数を用いて分析した。〔結果〕PIT の陽性の結果が両側の多裂筋と対側の脊柱起立筋の活動遅延と相関した。〔結語〕慢性腰痛者において腰部の臨床不安定性の陽性の結果と股関節伸展時の背部筋群の活動遅延が相関することが明らかになった。

キーワード: 腰部の臨床不安定性, 腹臥位での股関節伸展運動, 慢性腰痛

¹⁾ 吉備国際大学大学院 保健科学研究科

²⁾ 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科: 岡山県倉敷市松島 288 (〒701-0193) TEL 086-462-1111

I. はじめに

腰椎骨盤の安定性は、椎体、椎間板、椎間関節、靱帯などの他動サブシステム、筋による自動サブシステムと筋群の制御を行う神経コントロールサブシステムの組合せによって獲得される¹⁾。腰椎骨盤の不安定性は、腰痛と脊柱機能不全に関与し^{2,3)}、その有病率は腰痛者の57%と報告されている⁴⁾。

腰椎骨盤の不安定性の評価の一つには、腹臥位での股関節伸展運動が挙げられ、股関節伸展時の腰椎骨盤の動きと筋の活動パターンが評価される^{5,6)}。Kimら⁷⁾は、腰痛者において股関節伸展時にグローバル筋群である両側の脊柱起立筋と対側の広背筋の過活動を報告している。また最近の我々の研究⁸⁾では、股関節伸展時の両側の多裂筋と対側の脊柱起立筋の活動開始が健常者よりも慢性腰痛者で遅延することを明らかにした。しかしながら、慢性腰痛者における股関節伸展時の両側の多裂筋と対側の脊柱起立筋の活動遅延がどのような因子に関与しているかは明らかとなっていない。Silfiesら⁹⁾は、不安定性を有する腰痛者が、肩屈曲時の多裂筋と脊柱起立筋で遅延することを明らかにし、Hodgesら¹⁰⁾は、疼痛により体幹筋の活動開始時時間が遅延することを報告した。したがって慢性腰痛者の股関節伸展時の両側の多裂筋と対側の脊柱起立筋の活動遅延も、脊柱の安定化システムの機能不全の徴候である腰部の臨床不安定性¹¹⁾と腰痛の重症度（疼痛の程度・能力障害）に関与する可能性がある。そこで本研究の目的は、慢性腰痛者における腰部の臨床不安定性と股関節伸展時の筋の活動開始時間との関係および腰痛の重症度と股関節伸展時の筋の活動開始時間との関係を明らかにすることとした。本研究の結果は、慢性腰痛患者への治療プログラムの立案時の基礎的知識として有用となる。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究の被験者は、慢性腰痛患者25名とした。被験者の取り込み基準は、20歳から40歳までで片側か両側の痛みが第12肋骨から尾骨の間に3ヵ月以上ある者とした。除外基準は(1)股関節伸展時の痛み、(2)股関節屈曲拘縮、(3)神経障害、(4)過去2年以内の妊娠(5)重篤な脊椎疾患（炎症性脊椎疾患、骨折、悪性腫瘍、馬尾症候群、感染）の診断や疑いがある者とした。対象者にはヘルシンキ宣言に則り、研究の趣旨、目的および方法を十分に説明し、文章によって同意を得た。本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行った（承認番号438）。

2. 方法

被験者の腰痛と能力障害はnumeric rating scale (NRS)とOswestry low back pain disability index (ODI)を用いて評価した。

股関節伸展運動は、両上肢を体側に位置したベッド上腹臥位となり、被験者の前方に置かれたランプが点灯後、股関節を0°から10°まで最大努力速度で伸展するように被験者に指示した。なお、下肢を伸展する足は腰痛がより強い側とし、股関節伸展運動は3回実施した。股関節伸展運動時の筋活動の測定には、表面筋電計（Vital Recorder2：キッセイコムテック社製）を用い、サンプリング周波数は1,000 Hzとした。表面電極は、両側の脊柱起立筋（第1腰椎棘突起の外側へ2横指）、両側の多裂筋（第1腰椎と第2腰椎の間と上後腸骨棘の延長上で第5腰椎棘突起のレベル）、下肢伸展側の半腱様筋（坐骨結節と大腿骨内側上顆の間）、下肢伸展側の大殿筋（仙骨と大転子の中間）に貼付し、基準電極は第2仙椎とした。なお、電極間距離は2.5 cmとした。得られた筋電波形はバンドパスフィルター（10～500 Hz）処理を行った後、全波整流した。筋の活動開始は、筋の活動振幅が安静時の平均値から2標準偏差を超えた時とし¹²⁾、各筋と主動作筋（半腱様筋）の間の活動開始時間の相対的な差を以下の式[1]で求めた¹³⁾。

相対的な筋の活動開始時間 (ms) =

$$\frac{\text{筋の活動開始時間} - \text{半腱様筋の活動開始時間}}{\text{半腱様筋の活動開始時間}} \quad [1]$$

正の値は主動作筋（半腱様筋）の後に活動したことを示す。

腰部の臨床不安定性の試験は、prone instability test (PIT)と腰椎屈曲時の異常な動きを用いて評価した。先行研究では、これらの臨床不安定性検査の陽性の患者は、腰部安定化運動で症状緩和の良好な結果を示す予測因子と報告し¹⁴⁾、臨床不安定性の指標であるとした¹¹⁾。各腰部の臨床不安定性の結果は陰性が0、陽性が1として数値化した。PITは、以下の方法にて評価した。被験者は、ベッド上に腹臥位となり、両側の股関節より末梢をベッドから出し足部を地面につけた肢位とした。検者は各腰椎棘突起に徒手的に後方から前方へ圧迫し、疼痛が出現するかを確認した。疼痛が一つ以上の腰椎で起こる場合、被験者に両下肢を挙上させ、再度各腰椎に圧迫を実施した。安静時に誘発された疼痛が両下肢を挙上した位置で軽減される場合、陽性と判定した¹⁵⁾。また腰椎屈曲時の異常な動きは、立位で最終域まで体幹を屈曲し直立位まで戻す際の異常な動きを評価し、判定基準は下記の中の一つ以上の異常な動きの存在で陽性と判断した^{15,16)}。

(1) instability catch：体幹動きの突然の加速または減速または側屈や回旋の動きが生じる。

(2) Gower's sign (thigh climbing)：体幹屈曲位から戻る

表 1 被験者の特徴

変数	慢性腰痛者 (n=25)
男性：女性 (名)	17：8
年齢 (歳)	24.2 ± 4.5
身長 (cm)	168.6 ± 7.9
体重 (kg)	60.3 ± 10.4
Body mass index (kg/m ²)	21.1 ± 2.2
NRS	3.5 ± 1.4
ODI (%)	16.2 ± 7.5
PIT の陽性 (名)	11
腰椎屈曲時の異常な動きの陽性 (名)	12

平均 ± 標準偏差. NRS: numeric rating scale, ODI: Oswestry low back pain disability index, PHI: prone instability test.

際に大腿部を手で押す.

(3) reversal of lumbopelvic rhythm : 体幹屈曲位から戻る際に、直立姿勢を獲得する前に膝を屈曲し骨盤の前方移動が起こる.

(4) painful arc of motion : 腰椎屈曲時または屈曲から直立位に戻る際に症状の増加を特定の範囲で生じる.

なお、腰部の臨床不安定性試験は 1 人の理学療法士によって検査され、被験者の特徴と股関節伸展時の筋の活動開始時間の結果について盲検化された.

統計解析は SPSS Ver. 21 を用いて解析した. すべての連続データの正規性は Kolmogorov-Smirnov 検定を用いて検討した. 腰部の臨床不安定性と股関節伸展時の筋の活動開始時間、腰部の臨床不安定性と腰痛の重症度 (NRS・ODI) との関係には、データが正規分布した場合は点双列相関係数を行った. データが正規分布しないものは Rank-Biserial Correlations を使用した. また、股関節伸展時の筋の活動開始時間と腰痛の重症度 (NRS・ODI) との関係は、データが正規分布した場合は Pearson の相関係数を使用し、データが正規分布しないものは Spearman の順位相関係数を使用した. なお、有意水準は 5% とした. 検出力は、G-power 3.1.7 software を使用して算出した.

III. 結 果

連続データの正規性は ODI、股関節伸展時の両側の脊柱起立筋、同側の多裂筋の活動開始時間で確認された. NRS、股関節伸展時の対側の多裂筋、大殿筋は正規性が確認できなかった.

被験者の特徴、NRS、ODI、腰部の臨床不安定性の結果は表 1 に示す. また股関節伸展時の筋の活動開始時間は表 2 に示す.

表 3 に腰痛の重症度 (NRS・ODI) と股関節伸展時の筋の活動開始時間、腰部の臨床不安定性と股関節伸展時の筋の活動開始時間との相関の結果を示す. NRS・ODI

表 2 股関節伸展時の筋の活動開始時間

	筋の活動開始時間 (ms)
同側脊柱起立筋	28.6 ± 17.1
対側脊柱起立筋	23.9 ± 19.9
同側多裂筋	19.7 ± 15.1
対側多裂筋	24.9 ± 18.3
大殿筋	57.6 ± 42.3

平均 ± 標準偏差.

ともに股関節伸展時の筋の活動開始時間と有意な相関は認められなかった ($p>0.05$). PIT の結果は股関節伸展時の対側の脊柱起立筋 ($r_{pb}=0.53$, $p=0.006$, $power=0.81$), 同側の多裂筋 ($r_{pb}=0.58$, $p=0.003$, $power=0.88$), 対側の多裂筋 ($r_{rb}=0.60$, $p=0.002$, $power=0.91$) の活動開始時間と正の相関を示した. 腰椎屈曲時の異常な動きと股関節伸展時の筋の活動開始時間との間には有意な相関は認められなかった ($p>0.05$).

表 4 に腰部の臨床不安定性と腰痛の重症度 (NRS・ODI) との関係を示す. 腰椎屈曲時の異常な動きの結果と NRS との間に正の相関が認められた ($r_{rb}=0.60$, $p=0.001$, $power=0.91$). PIT と腰痛の重症度 (NRS・ODI) との間には有意な相関は認められなかった.

IV. 考 察

本研究は、腰痛者における腰部の臨床不安定性と股関節伸展運動時の筋の活動開始時間との関係および腰痛の重症度と股関節伸展時の筋の活動開始時間との関係を調査した. 本研究の主な結果は、PIT の陽性の結果が両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延と相関することであった.

本研究において、腰痛の重症度 (NRS・ODI) と股関節伸展時の筋の活動開始時間との間に有意な相関は認められなかった. 先行研究¹⁰⁾では、実験的に誘発した疼

表3 腰痛の重症度 (NRS・ODI), 腰部の臨床不安定性と
股関節伸展時の筋の活動開始時間との相関係数

	NRS	ODI (%)	PIT	腰椎屈曲時の 異常な動き
同側脊柱起立筋	-0.05	-0.04	0.28	0.06
対側脊柱起立筋	0.01	-0.08	0.53*	0.13
同側多裂筋	-0.09	-0.03	0.58*	0.11
対側多裂筋	-0.06	-0.27	0.60*	0.13
大殿筋	-0.04	-0.08	0.13	0.02

* : $p < 0.01$.

表4 腰部の臨床不安定性と腰痛の重症度との
相関係数

	PIT	腰椎屈曲時の 異常な動き
NRS	0.02	0.60*
ODI (%)	0.02	0.34

* : $p < 0.01$.

痛で、体幹筋の活動開始時間が遅延すると報告されている。しかしながら、最近の研究¹⁷⁾では、再発性の腰痛患者の肩屈曲動作で疼痛が緩和しているにもかかわらず、多裂筋の活動遅延は改善されないままであった。さらに急性腰痛者と慢性腰痛者を対象とした疼痛軽減の実験モデルでは、疼痛が軽減したにもかかわらず、脊柱の自動運動時の多裂筋と脊柱起立筋の活動開始時間は遅延したままであった¹⁸⁾。これらの先行研究^{10,17,18)}から、疼痛が筋の活動パターンを変化させる引き金になるにもかかわらず、疼痛の程度が筋の活動開始時間に直接的に影響を与えないと考えられる。したがって、本研究において股関節伸展時の筋の活動開始時間と疼痛や能力障害の程度の間に直接的な関係を認めなかったと思われる。

PITの陽性の結果が両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延と正の相関を示した。この結果は、肩屈曲時の腰部の不安定性を有する腰痛者が不安定性のない腰痛者よりも、多裂筋と脊柱起立筋が遅延すると報告した先行研究⁹⁾と類似している。本研究は、相関分析を用いたため因果の方向性は特定できないが、PITの陽性の結果と両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延が相関を認めた理由として下記の2点が推察される。はじめに、腰部の臨床不安定性が腰部に対する有害刺激を与え、この有害刺激により両側の多裂筋と対側の脊柱起立筋の活動遅延を生じさせた可能性が考えられる。Richardsonら¹⁹⁾は、腰部の不安定性は、神経組織の圧迫や伸張、また靱帯および疼痛感受性組織に異常な変化をもたらし、有害刺激を与えることを報告している。加えて、Hodgesら²⁰⁾は、痛みがなくても有害刺激により

体幹筋の活動パターンの変容が生じることを報告している。このように腰部の臨床不安定性による有害刺激が、筋の活動開始時間を遅延させた可能性は考えられる。またTateuchiら²¹⁾は、股関節伸展時の対側の脊柱起立筋と両側の多裂筋の活動遅延が骨盤の前傾を増加させると報告している。したがって、PITの陽性の結果と両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延が相関した二つ目の理由として、対側の脊柱起立筋と両側の多裂筋の活動遅延により過剰な腰椎骨盤の動きを反復し、腰部の臨床不安定性に至った可能性が考えられる。

腰椎屈曲時の異常な動きは、股関節伸展時の脊柱起立筋や多裂筋と相関しなかったにも関わらず、疼痛の程度(NRS)と相関した。先行研究¹¹⁾では、腰椎屈曲時の異常な動きのパターンは腰部の臨床不安定性の徴候であると報告している。しかしながらより最近の研究²²⁾では、腰椎屈曲時の異常な動きを示す患者は、腰部の過可動性だけでなく低可動性の患者も含まれることを示し、腰椎屈曲時の異常な動きのパターンの存在は、腰部の臨床不安定性の徴候ではなく、腰痛者の一般的な徴候であることを示唆した。したがって、本研究で腰部の異常な動きのパターンは、多裂筋や脊柱起立筋の遅延と相関せず、疼痛の程度(NRS)と相関したと考える。

慢性腰痛者において腰部の臨床不安定性の指標であるPITの陽性の結果が股関節伸展時の両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延と相関した。先行研究^{17,19,23)}では、体幹筋の活動開始時間の遅延や腰椎骨盤の不安定性は、腰痛の再発の原因になることを報告している。したがって、腰部の臨床不安定性を有する腰痛者の運動療法は、遅延した筋の活動開始時間の改善や腰部の安定性を増加させることを意図した介入を考慮する必要がある。

本研究の限界は、慢性腰痛者の年齢が20歳から40歳までの比較的若い患者を対象としており、本研究の結果を40歳以上の患者に一般化することはできない。今後は40歳以上の患者も含めたさらなる検討が必要である。また本研究は、相関分析を用いたため因果の方向性は特定できない。今後は、腰部の臨床不安定性と股関節

伸展時の両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延でどちらが原因となっているかを明らかにする必要がある。

結論として、慢性腰痛者において腰部の臨床不安定性の陽性の結果と股関節伸展時の両側の多裂筋および対側の脊柱起立筋の活動遅延が相関することが明らかになった。

引用文献

- 1) Panjabi MM: The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 1992, 5(4): 383-389.
- 2) O'sullivan P: Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Man Ther*, 2000, 5(1): 2-12.
- 3) Fritz JM, Piva SR, Childs JD: Accuracy of the clinical examination to predict radiographic instability of the lumbar spine. *Eur Spine J*, 2005, 14(8): 743-750.
- 4) Alqarni AM, Schneiders AG, Hendrick PA: Clinical tests to diagnose lumbar segmental instability: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2011, 41(3): 130-140.
- 5) Sharman SA : 運動機能障害症候群のマネジメント. 竹井仁・他(訳), 医歯薬出版, 東京, 2005, pp118-119.
- 6) Bruno PA, Bagust J: An investigation into motor pattern differences used during prone hip extension between subjects with and without low back pain. *Clinical Chiropractic*, 2007, 10(2): 68-80.
- 7) Kim JW, Kang MH, Oh JS: Patients with low back pain demonstrate increased activity of the posterior oblique sling muscle during prone hip extension. *PM&R*, 2013, 6(5): 400-405.
- 8) Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, et al.: Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. *J Electromyogr Kinesiol*, 2015, 25(4): 675-680.
- 9) Silfies SP, Mehta R, Smith SS, et al.: Differences in feedforward trunk muscle activity in subgroups of patients with mechanical low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009, 90(7): 1159-1169.
- 10) Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, et al.: Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res*, 2003, 151(2): 262-271.
- 11) Biely S, Smith S S, Silfies S P: Clinical instability of the lumbar spine: diagnosis and intervention. *Orthopaedic Practice*, 2006, 18(3): 11-18.
- 12) Kang SY, Jeon HS, Kwon O, et al.: Activation of the gluteus maximus and hamstring muscles during prone hip extension with knee flexion in three hip abduction positions. *Man Ther*, 2013, 18(4): 303-307.
- 13) Tateuchi H, Tsukagoshi R, Fukumoto Y, et al.: Pelvic instability and trunk and hip muscle recruitment patterns in patients with total hip arthroplasty. *J Electromyogr Kinesiol*, 2012, 23(1): 151-158.
- 14) Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, et al.: Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(9): 1753-1762.
- 15) Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, et al.: Interrater reliability of clinical examination measures for identification of lumbar segmental instability. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84(12): 1858-1864.
- 16) Hebert JJ, Koppenhaver SL, Magel JS, et al.: The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus activation and prognostic factors for clinical success with a stabilization exercise program: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(1): 78-85.
- 17) MacDonald D, Moseley GL, Hodges PW: Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*, 2009, 142(3): 183-188.
- 18) Williams JM, Haq I, Lee RY: An investigation into the onset, pattern, and effects of pain relief on lumbar extensor electromyography in people with acute and chronic low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*, 2013, 36(2): 91-100.
- 19) Richardson C, Hodges P, Hides J: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ 腰椎骨盤の安定性のための運動療法. 齋藤昭彦(訳), 医学書院, 東京, 2008, pp10-14.
- 20) Hodges PW, Cholewicki J, Van Dieën JH: スパイナル・コントロール 体幹機能と腰痛の最新科学. 渡邊裕之(監訳), ナッブ, 東京, 2015, pp234-243.
- 21) Tateuchi H, Taniguchi M, Mori N, et al.: Balance of hip and trunk muscle activity is associated with increased anterior pelvic tilt during prone hip extension. *J Electromyogr Kinesiol*, 2012, 22(3): 391-397.
- 22) Biely SA, Silfies SP, Smith SS, et al.: Clinical observation of standing trunk movements: what do the aberrant movement patterns tell us? *J Orthop Sports Phys Ther*, 2014, 44(4): 262-272.
- 23) D'hooge R, Hodges P, Tsao H, et al.: Altered trunk muscle coordination during rapid trunk flexion in people in remission of recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 2013, 23(1): 173-181.