異なる座位姿勢の保持が腰部多裂筋の 筋厚・筋硬度に与える影響

——クロスオーバー比較試験による検討——

Impacts of Different Sitting Positions on Lumbar Multifidus Muscle Thickness and Hardness: A Crossover Comparative Study

原野 達也¹⁾ 田島 慎也²⁾ 西原 翔太³⁾ 吉里 雄伸⁴⁾
森本 将司⁵⁾ 松下 大輝⁵⁾ 木村 倖晴⁵⁾ 二宮 省悟⁶⁾

TATSUYA HARANO, RPT, MS¹⁾, SHINYA TAJIMA, RPT, MS²⁾, SHOTA NISHIHARA, RPT, MS³⁾,
YUSHIN YOSHIKATO, RPT, MS⁴⁾, MASASHI MORIMOTO, RPT, MS⁵⁾, HIROKI MATSUSHITA, RPT, MS⁵⁾,
KOUSSEI KIMURA, RPT⁵⁾, SHOGO NINOMIYA, RPT, PhD⁶⁾

¹⁾ Rehabilitation Room, Our Lady of the Snow Social Medical Corporation St. Mary's Hospital: 422 Tsubukuhonmachi,
Kurume-shi, Fukuoka 830-8543, Japan TEL +81 942-35-3322 Email: thxtrsxukxoa@gmail.com

²⁾ Department of Rehabilitation, Japanese Red Cross Kumamoto Hospital

³⁾ Department of Physical Therapy, Ryukyuu Rehabilitation Academy

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Kyushu University of Nursing and Social Welfare

⁵⁾ Major in Health Sciences, Graduate Course of Nursing and Social Welfare, Kyushu University of Nursing and Social Welfare

⁶⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Tokyo International University

Rigakuryoho Kagaku 36(3): 331-335, 2021. Submitted Nov. 10, 2020. Accepted Dec. 29, 2020.

ABSTRACT: [Purpose] To clarify the impacts of different sitting positions on lumbar multifidus muscle thickness and hardness. [Participants and Methods] The participants were 14 healthy adult males. Their lumbar multifidus muscle thickness and hardness were measured under 2 conditions: 1) adopting a study posture in a normal sitting position; and 2) maintaining a study posture in a normal sitting position for 5 minutes and returning to the normal position. There were 6 study postures: 1) good posture, 2) slouched posture, 3) on a balance disc, 4) on a balance ball, 5) crossing the right leg, and 6) crossing the left leg. Four measurements were performed in the 6 postures. Measurement values before and after each condition were compared, and the change rates among the postures were examined using a multiple comparison test. [Results] There were significant decreases in muscle thickness after adopting Postures 2, 5, and 6 under Condition 1 and Posture 1 under Condition 2. Multiple comparisons on the change rates among the postures revealed a significant increase in muscle thickness when adopting Posture 4 compared with 2 under Condition 1, and significantly lower muscle hardness when adopting Posture 6 compared with 2 under Condition 2. [Conclusion] Lumbar multifidus muscle thickness and hardness decreased after sitting while adopting a slouched posture.

Key words: lumbar multifidus muscle, muscle thickness, muscle hardness

要旨:〔目的〕異なる座位姿勢の保持が腰部多裂筋筋厚・筋硬度に与える影響を検討する。〔対象と方法〕対象者は健康成人男性14名。通常座位、各姿勢、各姿勢保持5分後、通常座位に戻った時点で腰部多裂筋の筋厚と筋硬度を測定した。各姿勢は良姿勢、虚脱、バランスディスク上、バランスボール上、右脚組み、左脚組みの6つの座位とした。4回の測定を6姿勢で実施し、通常座位と各姿勢座位の前後比較と姿勢間の変化率多重比較をした。〔結果〕前後比較では、通常座位の虚脱、右脚組み、左脚組み、各姿勢座位の良姿勢で筋厚の有意な低下がみられた。姿勢間変化率多重比較では、通常座位の筋厚で虚脱と比較してバランスボール上で有意な増加があり、各姿勢座位の筋硬度で虚脱と比較して左脚組みが有意に低値であった。〔結語〕虚脱座位で筋厚と筋硬度が低下した。

キーワード: 腰部多裂筋, 筋厚, 筋硬度

¹⁾ 社会医療法人雪の聖母会聖マリア病院 リハビリテーション室: 福岡県久留米市津福本町422 (〒830-8543)
TEL 0942-35-3322

²⁾ 熊本赤十字病院 リハビリテーション科

³⁾ 琉球リハビリテーション学院 理学療法学科

⁴⁾ 九州看護福祉大学 看護福祉学部 リハビリテーション学科

⁵⁾ 九州看護福祉大学大学院 看護福祉学研究科 健康支援科学専攻

⁶⁾ 東京国際大学 医療健康学部 理学療法学科

受付日 2020年11月10日 受理日 2020年12月29日

I. はじめに

平成30年度に厚生労働省が報告した国民生活基礎調査において、腰痛症は有訴者数が1位であり、職業上疾病発生状況においても、業務上疾病の65%を占めている。そのため腰痛予防に向けた取り組みが進んでいる¹⁾。腰痛症の発生について、Mayerら²⁾は、腰痛患者において腰部多裂筋（以下、LM）の有意な萎縮があることを、Nachemson³⁾はデスクワークなどの軽度前かがみした座位姿勢と腰痛の関係性を報告している。そのため、座位姿勢の保持とLMの萎縮に関連がある可能性が考えられる。齋藤⁴⁾は、腰痛の発生について、腰椎の分節的安定性が重要であるとし、腰椎の分節的安定性には、腰部筋群をグローバル筋群とローカル筋群に分類したうちのローカル筋群が重要であると述べている。LMはローカル筋群に分類され、筋活動が低下することでグローバル筋群によって代償されるため、その代償が腰痛の原因となると言われている⁵⁾。近年、パーソナルコンピュータの導入により、デスクワークなど長時間椅子座位での作業が多く、座位時間の延長による身体への負担が問題視されている⁶⁾。これらのことから、作業姿勢の変更や座位が身体に与える影響について検討し、腰痛症の発生と慢性腰痛症の遷延化を防ぐことは、優先されるべき課題であると考えられる。

LMの評価は、表面筋電図を用いた筋活動評価、computed tomography（以下、CT）やmagnetic resonance imaging（以下、MRI）を使用した筋厚測定と多数報告がなされている^{2,7,8)}。近年では、超音波診断装置（以下、US）を使用した筋厚（筋の厚さ）と筋硬度（筋の硬さ）の測定による報告があり、その信頼性も証明されている^{8,9)}。また、大腿前面の筋厚と筋硬度は、筋出力に相関があると報告されている¹⁰⁾。USを用いたLMの評価は、測定部にゲルを塗布し、プローブを軽く押し当てる程度の軽微な侵襲であり、被験者への負担も少ない。他にも、CTやMRIに比べると、安価で被曝の可能性が低く、特別な場所を用意しなくていいため簡便である。

座位姿勢とLMに関する先行研究としては、骨盤の傾斜角度の違いによるLM筋活動についての報告や、上肢挙上を行った際のLM筋活動についての報告などがある^{11,12)}。それらは即時的効果の検討であり、座位姿勢における一定時間の保持がLMに与える影響について調べたものはない。

そこで本研究は、健常者における様々な座位姿勢での一定時間の保持がLM筋厚・筋硬度に与える影響を検討することを目的とした介入研究を行うこととした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は健常成人男性14名（年齢 23.0 ± 2.4 歳、身長 173.5 ± 6.0 cm、体重 71.1 ± 12.1 kg：平均 $\pm$ 標準偏差）とした。年齢・身長・体重は全てに正規性がみられた。被験者は、共同研究者所属の大学内にポスターを掲載して在学生を中心に協力を募った。包含基準は、1) 共同研究者所属大学内のポスター掲示により、研究協力を希望した者、2) 研究に対する説明を十分に理解し、同意を得られた者、3) 5分の座位姿勢の保持が行える者とした。また、除外基準は、1) 過去6ヵ月以内に腰痛のある者、2) 整形外科疾患・障害の既往がある者、3) 内科的リスクを有する者とした。

本研究は、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき九州看護福祉大学倫理委員会の審査を受けて実施した（承認番号：28-035）。

2. 方法

本研究のデザインはクロスオーバー比較試験を採用した。座位姿勢の選択は、日常生活やデスクワーク時にとられやすい虚脱した座位姿勢（以下、虚脱）、脚を組んだ座位姿勢の他に、先行研究で腰部多裂筋の筋活動増加に効果があるとされている直立した座位姿勢（以下、良姿勢）と¹¹⁾、不安定面上座位とし¹³⁾、不安定面上座位を再現するために、バランスディスクとバランスボールを用いて検討を行うこととした。そのため、保持する座位姿勢は、①良姿勢、②虚脱、③バランスディスク（最大直径36 cm、TOGU社製）上、④バランスボール（最大直径65 cm、GYMNIC社製）上、⑤右脚組み、⑥左脚組みの計6姿勢とした。口頭指示は、①良姿勢では「頭が天井から引っ張られているように背筋を伸ばして座って下さい」、②虚脱では「手は体の横に垂らし、体の力を抜いて座って下さい」、③バランスディスクと④バランスボール上では「こちらの上に座って下さい」、⑤右脚組み、⑥左脚組みでは「右（左）脚を組んで座って下さい」とし、統一化を図った。また、すべての座位を膝関節90°屈曲位（脚組みは挙上側と対側の下肢のみ）に固定した。上肢の位置について、虚脱座位では「体の横に垂らし」と指示し、脚組みでは、上肢の支持が必要な者もいたため、上肢位置は限定せず、被験者の自由とした。その他の座位姿勢では「手は膝の上に置いて下さい」と指示した。全被験者に6つの座位姿勢の保持を指示した。測定間の休息は5分間とし、保持する座位姿勢の順番による誤差を排除するためにランダム化を図った。休息時の姿勢は自由とした。

測定は、無指示の座位（以下、通常座位）を取った時点（通常座位Pre）、各姿勢座位を取った時点（各姿勢座位Pre）、各姿勢座位を5分間保持した時点（各姿勢

図1 測定手順

図2 超音波診断装置による腰部多裂筋 (LM) 筋厚・筋硬度測定

左：Strain elastography機能による超音波画像(赤Soft→青Hard)，右：Bモード画像(点線で囲んだ内部が腰部多裂筋。第5腰椎棘突起より2 cm外側にて測定)。

座位 Post)，通常座位に戻った時点（通常座位 Post），以上の計4回行った（図1）。測定には超音波診断装置（ポータブル・カラーロコモ計測・観察装置 JS2，メディケアー社製）を用いた。測定部位は右 LM とし，第5腰椎棘突起より2 cm 外側の位置で¹⁴⁾，脊柱に対して垂直にプローブを設置し，接触圧は超音波画像にて表層がたわまない程度として撮影を行った。測定位置の統一化には，油性ペンを使用して体表からマークし，呼吸による影響を考慮し，通常呼吸での呼気終末に撮像を行った。筋厚は超音波画像を ImageJ（version.1.50i，アメリカ国立衛生研究所製）にて数値化した（図2）。筋硬度は Strain elastography 機能を用いて数値化（低値を示すほど硬い組織）した。

統計処理として，Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認後，通常座位と各姿勢座位での筋厚・筋硬度の前後比較を Wilcoxon の符号付順位検定にて実施した。また，通常座位での Post から通常座位 Pre を引き，算出された値を変化量①，各姿勢座位での Post から各姿勢座位 Pre を引き，算出された値を変化量②とした。筋厚と筋硬度

の変化量①，②から変化率を算出（変化量 $\times 100 \div$ Pre の値）し，Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認後，多重比較（Friedman 検定）を行った。統計処理ソフトは SPSS Statistics 25（IBM 社製）を使用し，有意水準は5%とした。

III. 結果

通常座位と各姿勢座位での筋厚・筋硬度前後比較と，通常座位と各姿勢座位での筋厚・筋硬度の変化量から変化率を算出して多重比較を行った。

通常座位 Pre と通常座位 Post の筋厚前後比較では，虚脱座位，右脚組み座位，左脚組み座位にて Pre と比較して Post で有意な筋厚の低下がみられた（表1）。各姿勢座位 Pre と各姿勢座位 Post の筋厚前後比較では，良姿勢座位にて Pre と比較して Post にて有意な筋厚の低下がみられた。その他の姿勢や，筋硬度では有意差はみられなかった。

通常座位と各姿勢座位の筋厚・筋硬度変化率多重比較

表1 通常座位・各姿勢座位での腰部多裂筋筋厚・筋硬度平均

			良姿勢	虚脱	バランス ディスク上	バランス ボール上	右脚組み	左脚組み
筋厚 (mm)	通常座位	Pre	2.9 ± 0.3	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.4	2.9 ± 0.4	2.9 ± 0.3	2.9 ± 0.3
		Post	2.9 ± 0.4	2.7 ± 0.4*	2.9 ± 0.4	3.0 ± 0.3	2.7 ± 0.4*	2.7 ± 0.3*
	各姿勢座位	Pre	3.2 ± 0.4	2.8 ± 0.4	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.5	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.4
		Post	3.1 ± 0.4*	2.8 ± 0.3	3.0 ± 0.4	2.9 ± 0.4	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.5
筋硬度	通常座位	Pre	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.2
		Post	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1
	各姿勢座位	Pre	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.2
		Post	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1

n = 14. 平均値 ± 標準偏差. 筋硬度：低値を示すほど硬い組織. 単位は、機器により算出された値であるためにない.

*：p < 0.05 (群内における前後比較). *：群内の Pre と比較して有意差あり. Wilcoxon の符号付き順位検定.

表2 通常座位・各姿勢座位での腰部多裂筋筋厚・筋硬度変化率平均

			良姿勢	虚脱	バランス ディスク上	バランス ボール上	右脚組み	左脚組み
通常座位	筋厚 (%)		-1.0 ± 9.7	-8.7 ± 10.6	-3.9 ± 13.8	2.4 ± 8.5*	-9.9 ± 9.4	-5.2 ± 7.7
	筋硬度 (%)		25.4 ± 100.1	11.3 ± 61.7	29.6 ± 74.1	59.1 ± 143.5	21.9 ± 103.4	-2.7 ± 63.3
各姿勢座位	筋厚 (%)		-4.9 ± 7.6	1.1 ± 10.9	-2.1 ± 6.5	-1.6 ± 8.5	0.2 ± 6.1	-1.0 ± 9.1
	筋硬度 (%)		36.9 ± 116.1	58.0 ± 101.5	-4.2 ± 29.3	9.0 ± 69.1	7.8 ± 51.7	-15.1 ± 33.5†

n = 14. 平均値 ± 標準偏差. 筋硬度：低値を示すほど硬い組織. 通常座位：変化量①から変化率を算出した値. 各姿勢座位：変化量②から変化率を算出した値. *, †：p < 0.05 (群間における多重比較). *：通常座位で虚脱座位との間で有意差あり. †：各姿勢座位で虚脱座位との間で有意差あり. 多重比較 Friedman 検定.

では、通常座位での筋厚変化率で虚脱座位と比較してバランスボール上座位において有意な増加がみられた(表2). さらに、各姿勢座位での筋硬度変化率では、虚脱座位と比較して左脚組み座位が有意に低値であった. その他の姿勢間に有意差はなかった.

IV. 考 察

今回我々は、健常者における様々な座位姿勢での一定時間の保持が LM 筋厚・筋硬度に与える影響を検討した. 結果として、通常座位 Pre と通常座位 Post の筋厚前後比較で、虚脱座位、右脚組み座位、左脚組み座位にて有意な筋厚の低下がみられた. また、各姿勢座位 Pre と各姿勢座位 Post の筋厚前後比較で、良姿勢座位にて有意な筋厚の低下がみられた.

通常座位と各姿勢座位の変化率多重比較では、通常座位での筋厚変化率で、虚脱座位と比較してバランスボール上座位が有意な増加がみられた. さらに、各姿勢座位での筋硬度変化率では、虚脱座位と比較して左脚組み座位が有意に低値であった.

通常座位の筋厚前後比較で、有意差がみられた要因と

しては、骨盤のアライメント変化における屈曲弛緩現象が生じたためであると考えられる. 屈曲弛緩現象とは、体幹を屈曲した際に健常者では腰部背筋群の筋活動消失がみられる現象で、発生機序は、伸張反射の抑制で背筋群の遠心性収縮による姿勢保持から、靱帯や軟部組織等の受動的な姿勢保持機構へ移行される現象である¹⁵⁾. 先行研究では、脱力した脊柱屈曲を伴う座位では、屈曲弛緩現象による多裂筋活動の低下または脊柱起立筋活動の低下が報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾. また、Kiesel ら¹⁹⁾の報告では、US による LM 筋厚と、ワイヤー筋電図での筋活動には、高度の相関があったと述べている. 各姿勢座位の筋厚前後比較で、良姿勢座位にて有意差がみられた要因は、5 分間の持続した良姿勢の座位保持においても、多裂筋の筋活動が減少する可能性が考えられた. 多裂筋の筋線維比率は type I 線維が多いとされ、一般的には持久性が高いとされているが、5 分間の保持でも筋活動が低下する可能性が考えられた.

通常座位での筋厚変化率多重比較において、虚脱座位と比較してバランスボール上座位が有意に増加した. その要因は、虚脱座位で骨盤が後傾位となり腰椎後弯が生じ、LM の筋活動が減少したと考える. 安彦ら²⁰⁾は、

骨盤前傾位における Draw-in 時の LM 筋活動と脊柱起立筋の筋活動を表面筋電図にて検討している。結果として、安静時でも Draw-in トレーニング中でも、骨盤後傾位と比較して骨盤前傾位で有意な筋活動の増加がみられている。そのため、骨盤後傾位保持 5 分でも、その後の通常座位での LM 筋厚へ影響を与えることが考えられた。バランスボール上での座位保持において、LM 筋厚の増加がみられた要因として、先行研究では不安定面上座位にて、安定した座位より腰部多裂筋の筋活動が増加すると報告している¹³⁾。そのため、バランスボール上座位をとることにより、予測不能な外乱に対する姿勢制御として LM の筋活動増加が生じたと考えられる。

各姿勢座位での筋硬度変化率多重比較において、虚脱座位と比較して左脚組み座位が有意に低値を示した。大沼ら¹¹⁾は、直立した座位姿勢と虚脱した座位姿勢での筋活動を比較しており、虚脱した座位姿勢では、多裂筋の筋活動低下を認めたと述べている。また、鈴木²¹⁾は虚脱座位で多裂筋は胸腰椎の伸展作用の減少に伴い、触診では直立座位よりも筋緊張が減弱すると述べている。そのため、虚脱座位にて筋硬度の低下が生じていることが推察された。また、左脚組み座位では、左側骨盤の後傾に伴う右側骨盤帯の相対的前傾が生じ、筋硬度の増加につながったのではないかと考える。

これらより、虚脱座位の保持は LM 筋厚と筋硬度の低下を引き起こす可能性があると考えられる。

本研究は倫理的観点から、健康男性を被験者として採用しているため、腰痛症などの整形疾患の患者や性差などについても検討する必要がある。また、被験者数が少なく、研究デザインとしてクロスオーバー比較試験を用いているため、被験者の個体差が影響した可能性も否めないことが、研究の限界である。

今後は、座位保持時間の延長による LM への影響や経時的変化、座位姿勢ごとのアライメントの調査、検者内信頼性の検討、腰痛と LM の関係性、姿勢の保持における LM 筋活動を電気生理学的視点から検討していきたいと考える。

利益相反 本研究において開示すべき利益相反関係にあたる企業等はない。

引用文献

- 1) 厚生労働省：厚生労働省労働統計一覧。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/index.html> (閲覧日 2020 年 10 月 1 日)。
- 2) Mayer TG, Vanharanta H, Gatchel RJ, et al.: Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients. *Spine*, 1989, 14: 33-36.
- 3) Nachemson AL: The lumbar spine an orthopaedic challenger. *Spine*, 1976, 1: 59-71.
- 4) 齋藤昭彦：体幹機能障害の分析および治療—腰椎の分節安定性—。 *理学療法科学*, 2007, 22: 1-6.
- 5) 生方 瞳, 霍 明, 丸山仁司：慢性腰痛症における多裂筋筋硬度の左右差について。 *理学療法科学*, 2014, 29: 101-104.
- 6) 厚生労働省：VDT作業における労働衛生管理のためのガイドラインについて。 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyou/0000184703> (閲覧日 2020 年 10 月 1 日)。
- 7) 久田智之, 工藤慎太郎, 颯田季央：固有背筋の表面筋電極貼付け位置の検討。 *理学療法科学*, 2014, 29: 259-263.
- 8) Belavý DL, Armbrecht G, Felsenberg D: Real-time ultrasound measures of lumbar erector spinae and multifidus: reliability and comparison to magnetic resonance imaging. *Physiol Meas*, 2015, 36: 2285-2299.
- 9) 森嶋直人, 真田将太：Real time tissue elastography法を用いた表情筋硬度測定を試み—信頼性の検討を中心に—。 *Facial N Res Jpn*, 2016, 36: 82-83.
- 10) 村木里志, 福田 修, 福元清剛：筋の厚さ(量)と硬さ(質)から筋力を推定する方法の開発。 *健康医科学*, 2009, 24: 126-133.
- 11) 大沼俊博, 渡邊裕文, 藤本将志・他：体幹研究と理学療法。 *関西理学療法*, 2013, 13: 11-22.
- 12) 津嶋勇一, 吉岡準平, 藤田和樹・他：骨盤傾斜角度が上肢挙上時の背筋活動に及ぼす影響。 *理学療法科学*, 2016, 31: 775-778.
- 13) 鈴木 哲, 平田淳也, 栗木鮎美・他：不安定面上座位における体幹筋活動と重心動揺との関係。 *理学療法科学*, 2009, 24: 115-119.
- 14) Hides JA, Richardson CA, Jull G: Use of real-time ultrasound imaging for feedback in rehabilitation. *Man Ther*, 1998, 3: 125-131.
- 15) Holleran K, Pope M, Haugh L, et al.: The response of the flexion-relaxation phenomenon in the low back to loading. *Iowa Orthop J*, 1995, 15: 24-28.
- 16) O'Sullivan P, Dankaerts W, Burnett A, et al.: Evaluation of the flexion relaxation phenomenon of the trunk muscles in sitting. *Spine*, 2006, 31: 2009-2016.
- 17) Callaghan JP, Dunk NM: Examination of the flexion relaxation phenomenon in erector spinae muscles during short duration slumped sitting. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2002, 17: 353-360.
- 18) Andersson EA, Oddsson LI, Grundström H, et al.: EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 1996, 11: 392-400.
- 19) Kiesel KB, Uhl TL, Underwood FB, et al.: Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. *Man Ther*, 2007, 12: 161-166.
- 20) 安彦鉄平, 島村亮太, 安彦陽子・他：座位での骨盤傾斜角度の違いが背筋群の筋活動に与える影響。 *理学療法科学*, 2010, 25: 935-938.
- 21) 鈴木俊明：筋緊張検査から考える「腹筋と背筋」。 *Sports-medicine*, 2012, 140: 2-9.