体幹伸展運動が腰背筋群の血液循環動態および筋活動量に及ぼす影響

Influences of Trunk Extension on Circulatory Dynamics in Low Back Muscles and Their Activity Levels

松田 涼¹⁾ 隈元 庸夫²⁾ 世古 俊明³⁾ 三浦 紗世⁴⁾ 濱本 龍哉¹⁾

RYO MATSUDA, RPT¹⁾, TSUNEO KUMAMOTO, RPT, PhD²⁾, TOSHIKI SEKO, RPT, MS³⁾, SAYO MIURA, RPT⁴⁾, TATSUYA HAMAMOTO, RPT¹⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Sinsapporo Neurosurgical Hospital: 1-2-1-10 Kaminopporo, Atsubetsu-ku, Sapporo-shi, Hokkaido 004-0031, Japan TEL +81 11-891-2500 E-mail: regalw4910@gmail.com

²⁾ Department of Physical Therapy, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

³⁾ Hokkaido Chitose Institute of Rehabilitation Technology

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Hokusei Hospital

Rigakuryoho Kagaku 32(4): 559-562, 2017. Submitted Mar. 1, 2017. Accepted Apr. 15, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] To examine circulatory dynamics in the lumbar erector spinae (LES) and multifidus (MF) and their activity levels during trunk extension in sitting and standing positions, in order to obtain myophysiological evidence for the effectiveness of physical therapy to manage low back pain. [Subjects and Methods] The study involved 15 healthy adult males, who executed trunk extension in sitting and standing positions as a motor task. Circulatory dynamics in the LES and MF during the motor task were examined by comparing relative changes in hemoglobin (Oxy-Hb, deOxy-Hb, total-Hb) and muscle activity levels at different trunk extension angles. [Results] The Oxy-Hb levels of the LES and MF in a sitting position and that of the LES in a standing position rose with an increase in the angle. [Conclusion] Increasing Oxy-Hb levels, trunk extension in sitting and standing positions may be useful as part of intervention for ischemic low back pain.

Key words: low back pain, trunk extension movement, near infrared spectroscopy

要旨:〔目的〕座位と立位での体幹伸展運動時における腰部脊柱起立筋（以下、LES）と腰部多裂筋（以下、MF）の血液循環動態と筋活動量を検討し、腰痛に対する理学療法効果の筋生理学的根拠となる一知見を得ることである。〔対象と方法〕対象は健康成人男性15名とした。運動課題は座位と立位での体幹伸展運動とした。運動課題時におけるLESとMFの血液循環動態は、異なる体幹伸展角度の間で、ヘモグロビン量（Oxy-Hb, deOxy-Hb, total-Hb）の相対的变化と筋活動量を較した。〔結果〕座位ではLESとMFの、立位ではLESのOxy-Hbが角度を増すごとに増加した。〔結語〕座位と立位での体幹伸展運動は、Oxy-Hbの増加が期待されることから、阻血性腰痛の介入に有効である可能性が示唆される。

キーワード: 腰痛, 体幹伸展運動, 近赤外線分光法

¹⁾ 医療法人新さっぽろ脳神経外科病院 リハビリテーション科：北海道札幌市厚別区上野幌1条2-1-10（〒004-0031）TEL 011-891-2500

²⁾ 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療学科

³⁾ 北海道千歳リハビリテーション学院

⁴⁾ 医療法人社団いづみ会 北星病院

I. はじめに

本邦における腰痛の大規模調査によると、腰痛を一生のうちに経験する割合は83%に相当し、腰痛のため仕事を休んだ経験のある者は25%、4日以上連続で休んだ経験のある者は10%とされる¹⁾。腰痛は勤労者のQOLを大きく損なう病態であり、労働力損失の点からも、腰痛対策は重大な社会的課題である。この職業性腰痛の原因の一つとして、体幹前屈位での作業が挙げられる。特に介護職や看護職では1日の作業時間の30%がこの姿勢での作業のため、腰痛罹患率が高いとされる²⁾。介護職と看護職を対象にした腰痛への介入の結果、簡便な腰痛体操である立位での体幹伸展運動を定期的を実施することで、腰痛の改善と予防が期待されることが報告されている³⁾。この体幹伸展運動の効果は椎間板髄核の後方変位に対する修正によるものと考えられているが³⁻⁵⁾、腰背筋群自体の筋生理学的変化については言及されていない。

そこで本研究の目的は、体幹伸展運動時における腰部脊柱起立筋(Lumbar erector spine: 以下, LES)と腰部多裂筋(Multifidus muscle: 以下, MF)の血液循環動態と筋活動量の変化について検討し、腰痛に対する理学療法効果の筋生理学的根拠となる一知見を得ることである。

II. 対象と方法

1. 対象

健康成人男性15名(年齢 24.5 ± 3.8 歳, 身長 170.7 ± 4.0 cm, 体重 61.2 ± 5.7 kg, いずれも平均 $\pm$ 標準偏差)を対象とした。除外基準は、運動器疾患ならびに中枢神経疾患の既往のあるものとした。なお本研究は医療法人新さっぽろ脳神経外科病院倫理委員会の承認と全対象者から同意を得た上で実施した。

2. 方法

運動課題は座位と立位での体幹伸展運動とし、電気角度計(ノルアングル, Noraxon社製)を用いてエンドブロックの下部を仙骨後面, 上部を腰椎部に設置し、体幹伸展角度を測定した。座位の開始肢位は両手掌面を両腸骨稜後面に位置し、肩幅程度に開脚させるものとした。また股関節、膝関節が90°屈曲位になるように検査台の高さを調整し、検査台の端が膝関節後面に接する位置まで深く座らせた。立位の開始肢位は、座位同様に両手掌面を両腸骨稜後面に位置し肩幅程度に開脚させるものとした。なお腰椎のアライメントを生理的前弯位とするため、座位は上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線が床面と平行となるように⁶⁾、立位は上前腸骨棘が上後腸骨棘の2横指下方となるように設定した⁷⁾。各開始肢位で電気

角度計のゼロセットを行い、体幹伸展0°と規定した。

測定条件は、座位で体幹伸展0°, 10°, 最大伸展(以下, max)の3条件, 立位で体幹伸展0°, 10°, 20°, maxの4条件として、それぞれの角度で10秒間保持させた。被験筋をLESとMFとし、血液循環動態は近赤外線分光法(Pocket NIRS Duo, Dyna Sense社製: 以下, NIRS)を用いて酸素化ヘモグロビン(以下, Oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン(以下, deOxy-Hb)、総ヘモグロビン(以下, total-Hb)を測定した。筋活動量は表面筋電計(TeleMyo G2, Noraxon社製)を用いて測定した。なお被験筋の右側で血液循環動態、左側で筋活動量を同期測定した。

測定部位は、LESで第3腰椎棘突起の外側およそ2~3cmの筋腹、MFで第5腰椎および第1仙椎レベルの棘突起すぐ外側⁸⁾とした。血液循環動態は、座位と立位ともに開始肢位でゼロセットを行い、各測定条件での後半5秒の平均値を採用し、ヘモグロビン値の相対的変化を求めた。筋活動量の導出方法は双極導出法とし、電極には銀・塩化銀型disposable生体用表面電極(Blue sensor, MEDICOTEST社製)を用いた。電極中心間隔を20mm、皮膚インピーダンスを5k Ω 以内とした後、各筋の筋線維走行に並行に電極を貼付した。測定は筋電計内蔵のインピーダンステストをクリアしたことを確認後に行った。表面筋電計で測定されたデータはサンプリング周波数1kHzでA/D変換し、解析用パーソナルコンピュータ(EM-P3, LATITUDE D800, Dell Computer社製)に取り込んだ。波形解析は筋電解析ソフトウェア(EM-129M, MyoResearch Master, Noraxon社製)にて解析した。バンドパスフィルタは10~500Hzとした。波形解析においては生波形を全波整流し、筋電図積分値(integrated electromyography: 以下, IEMG)を求めた。各測定条件のIEMGを最大等尺性収縮時の筋電値で正規化して%IEMGを算出した。得られたデータについて、座位と立位における測定条件間での血液循環動態および筋活動量の比較をHolm法にて検討した。解析はソフトウェアR version2.8.1を用いて行い、いずれも有意水準は5%とした。

III. 結果

座位での血液循環動態と筋活動量の結果を表1に示す。LESのOxy-Hbはmaxの体幹伸展角度で0°と10°より有意に高い平均を示したが、deOxy-Hbとtotal-Hbは測定条件間で有意な差を示さなかった。MFのOxy-Hbとtotal-Hbはmaxでは0°と10°より有意に高かったが、deOxy-Hbは測定条件間に有意な差を示さなかった。LESとMFの筋活動量は測定条件間に有意な差を示さなかった。立位での血液循環動態と筋活動量の結果を表2に示す。LESのOxy-Hbは20°とmaxで0°より

表 1 座位における測定条件間の血液循環動態と筋活動量の比較

		測定条件		
		体幹伸展 0°	体幹伸展 10°	体幹伸展最大位 (max)
近赤外線分光法				
酸素化ヘモグロビン	LES	-0.001 ± 0.003	0.015 ± 0.029	0.046 ± 0.043*.*
	MF	0.002 ± 0.003	0.015 ± 0.017	0.043 ± 0.032*.*
脱酸素化ヘモグロビン	LES	-0.002 ± 0.005	-0.004 ± 0.02	-0.01 ± 0.028
	MF	-0.001 ± 0.003	-0.005 ± 0.016	0.009 ± 0.033
総ヘモグロビン	LES	-0.003 ± 0.005	0.011 ± 0.041	0.035 ± 0.061
	MF	0.001 ± 0.002	0.01 ± 0.025	0.051 ± 0.055*.*
% IEMG (%)	LES	5.4 ± 3.4	4.6 ± 4.1	5.6 ± 4.7
	MF	4.8 ± 3.0	5.0 ± 2.8	7.0 ± 4.4

平均値 ± 標準偏差. IEMG : integrated electromyography, LES : Lumbar erector spine, MF : Multifidus muscle. * : $p < 0.05$ (vs 体幹伸展 0°), # : $p < 0.05$ (vs 体幹伸展 10°), 多重比較.

表 2 立位における測定条件間の血液循環動態と筋活動量の比較

		測定条件			
		体幹伸展 0°	体幹伸展 10°	体幹伸展 20°	体幹伸展最大位 (max)
近赤外線分光法					
酸素化ヘモグロビン	LES	0.001 ± 0.007	0.026 ± 0.027	0.041 ± 0.032*	0.047 ± 0.054*
	MF	0.001 ± 0.004	0.006 ± 0.032	0.012 ± 0.034	0.033 ± 0.054
脱酸素化ヘモグロビン	LES	-0.001 ± 0.004	-0.002 ± 0.028	-0.005 ± 0.031	-0.009 ± 0.048
	MF	0.000 ± 0.003	-0.003 ± 0.036	0.007 ± 0.03	0.031 ± 0.052
総ヘモグロビン	LES	0.000 ± 0.007	0.024 ± 0.049	0.036 ± 0.054	0.038 ± 0.09
	MF	0.002 ± 0.005	0.002 ± 0.065	0.02 ± 0.061	0.064 ± 0.103
% IEMG (%)	LES	5.6 ± 4.2	2.7 ± 1.2*	3.1 ± 1.4*	3.6 ± 1.5
	MF	6.0 ± 4.2	3.2 ± 1.2*	3.1 ± 1.3*	3.6 ± 1.7*

平均値 ± 標準偏差. 略称は表 1 と同様. * : $p < 0.05$ (vs 体幹伸展 0°), 多重比較.

有意に高かった. LES の deOxy-Hb と total-Hb, および MF の各ヘモグロビン値は測定条件間に有意な差を示さなかった. LES, MF の筋活動量は 0° で他の測定条件よりも有意に高かった.

IV. 考 察

NIRS を用いて体幹伸展運動時の血液循環動態を検討した結果, Oxy-Hb は最大体幹伸展角度に近づくにつれ増加した. 一般に Oxy-Hb の変動は血液還流の促進時, 動脈血の増加時には増大する⁹⁾. 一方, 局所的な筋の阻血時や血管径縮小時には Oxy-Hb が減少し^{10,11)}, 一定強度の筋収縮により酸素代謝が行われた場合には deOxy-Hb が変動するとされている¹²⁾. 今回の筋電図学的検討で, 運動課題施行中の LES と MF の筋活動量は低く, 増加しなかったことから, 座位と立位での体幹伸展運動時には酸素需要が少なかったことが考えられる.

また解剖学的に体幹伸展位では腰背筋群の伸張程度が軽減し, 血管径が拡大したことで血液還流が促された可

能性がある. しかし 0° から 10° の範囲では腰背筋群の伸張程度の変化が乏しく, 血液還流を改善するには至らなかったものと考えられる. つまり体幹伸展運動は血液還流の改善が期待できることから, McKenzie 理論⁴⁾に基づいた椎間板髄核の後方変位に起因する腰痛のみではなく, 阻血性腰痛に対しても疼痛の緩和を期待できる可能性が示唆される.

また今回, 体幹伸展運動時に Oxy-Hb の増加が認められたのは立位では LES のみであったが, 座位では LES と MF に認められた. この要因として, 肢位の違いによる骨盤傾斜角度が影響した可能性がある. 座位では立位よりも骨盤傾斜角度が 20~30° 後傾位となる¹³⁾ことから, 腰仙部に付着する MF は伸張位となることで阻血状態を呈していた可能性があり, 測定値の変動に影響を及ぼしたのと考えられる. いずれにせよ体幹伸展運動は虚弱のため立位を取れない場合でも, 座位で実施することが阻血性腰痛の介入や予防に貢献し得る可能性がある.

本研究の限界は, 対象を健康者としているため, 阻血性腰痛を呈している者を対象とした場合でも同様の結果

が得られるかについての言及ができず、これは今後の課題の一つといえる。

引用文献

- 1) Fujii T, Matsudaira K: Prevalence of low back pain and factors associated with chronic disabling back pain in Japan. *Eur Spine J*, 2013, 22: 432-438.
- 2) 熊谷信二, 田井中秀嗣, 宮島啓子・他: 高齢者介護施設における介護労働者の腰部負担. *産業衛生学雑誌*, 2005, 47: 131-138.
- 3) 松平 浩, 小西宏昭, 三好光太・他: ホントの腰痛対策を知ってみませんか. 公益社団法人労災保険情報センター, 東京, 2015, pp68-73.
- 4) Mckenzie R, May S: Derangement syndrome--the conceptual model. In: *The lumbar spine mechanical diagnosis and therapy*, 2nd ed, Spinal Publications New Zealand, Waikanae, 2003, pp149-166.
- 5) Zou J, Yang H, Miyazaki M, et al.: Dynamic bulging of intervertebral discs in the degenerative lumbar spine. *Spine*, 2009, 34: 2545-2550.
- 6) Richardson C: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ. 齋藤昭彦(訳), 医学書院, 東京, 2008, pp148-156.
- 7) 福井 勉: 整形外科理学療法の理論と技術. メジカルビュー社, 東京, 1997, pp172-201.
- 8) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル―基礎・臨床応用. 酒井医療, 東京, 2005, pp145-146.
- 9) 森 明子, 国安勝司, 藤田大介・他: 足関節底背屈運動が腓腹筋の血行動態に及ぼす影響について. *川崎医療福祉学会誌*, 2008, 18: 163-167.
- 10) 佐々木裕子, 伊藤俊一, 隈元庸夫・他: 体幹伸展運動が腰部の伸張性と循環動態に及ぼす影響. *北海道理学療法*, 2007, 24: 27-30.
- 11) 大森芙美子, 奥山静江, 村岡慈歩・他: 最大位までの多段階ストレッチングが筋の循環に与える影響. *脈管学*, 2010, 50: 483-488.
- 12) 山本克之: 近赤外線分光法を用いた筋組織酸素動態の計測. *顎機能誌*, 2006, 12: 93-99.
- 13) 吉尾雅春, 村上 弦, 乗安整而: 立位における真の股関節自動屈曲と影響因子に関する検討. *理学療法ジャーナル*, 2003, 37: 351-353.