立位と座位での前傾角度の違いが静的な 屈曲弛緩現象へ及ぼす影響

Effects of Trunk Angle in the Sitting and Standing Postures on the Static Flexion Relaxation Phenomenon

隈元 庸夫¹⁾ 世古 俊明²⁾ 田中 昌史²⁾ 伊藤 俊一²⁾

TSUNEO KUMAMOTO, PhD, RPT¹⁾, TOSHIKI SEKO, RPT²⁾, MASASHI TANAKA, MS, RPT²⁾, TOSHIKAZU ITO, PhD, RPT²⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University: 820 Sannomiya, Koshigaya-shi, Saitama 343-8540, Japan. TEL+81 48-973-4181 E-mail: kumamoto-tsuneo@spu.ac.jp

²⁾ Hokkaido Institute of Rehabilitation Technology, in the City of Chitose

Rigakuryoho Kagaku 30(2): 279-283, 2015. Submitted Oct. 31, 2014. Accepted Dec. 10, 2014.

ABSTRACT: [Purpose] The effects of different postures on the static flexion relaxation phenomenon were compared using electromyography, to clarify whether the angles for the activation and relaxation of the spinal muscles are different. [Subjects and Methods] Thirty healthy males maintained several different trunk inclination angles while standing and sitting. The muscle activities were measured and compared among the different postures and the different trunk angles: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, and maximum forward leaning. The thoracic and lumbar erector spinae, multifidus, gluteus maximus, and biceps femoris were the target muscles. [Results] Muscle activities increased with increasing forward inclination angle, but at low inclination angles in the sitting position, the activities of the multifidus and erector spinae were constant. Between the postures, trunk muscle activities became significantly lower in the sitting position than in the standing position with increasing inclination. [Conclusion] Compared to standing, muscle activities at low inclination angles have low, constant values.

Key words: flexion relaxation phenomenon, low back pain, muscle activity

要旨:〔目的〕姿勢の違いが静的な屈曲弛緩現象へ及ぼす影響を筋電図学的に比較し、背筋群を弛緩、賦活すべき角度が異なるかを明確化すること。〔対象と方法〕健常男性 30 名において多段階な体幹前傾位保持の運動を立位と座位で実施した。前傾角度 (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60°, 最大前傾位) の違いと体位の違いにおける筋活動量を比較検討した。胸・腰部脊柱起立筋, 多裂筋, 大殿筋, 大腿二頭筋を導出筋とした。〔結果〕前傾角度別では前傾位ほど筋活動量が増加したが, 座位では浅い前傾位保持の段階で多裂筋を含めた脊柱起立筋群の筋活動量が一定となった。体位別では座位で前傾位となるほど体幹筋活動量は立位時よりも有意に低値となった。〔結語〕立位と比較して, 座位では浅い前傾位の段階で背筋群の筋活動量が低値で一定となる。

キーワード: 屈曲弛緩現象, 腰痛, 筋活動

¹⁾ 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科: 埼玉県越谷市三野宮 820 番地 (〒343-8540) TEL 048-973-4181

²⁾ 北海道千歳リハビリテーション学院

I. はじめに

厚生労働省が報告した平成22年国民生活基礎調査¹⁾における「世帯員の健康状況」の「自覚症状の状況」の結果を症状別にみると、男性では腰痛、女性では肩こりに次いで腰痛の有訴者率が人口千人に対して89.1人、117.6人と高く、腰痛対策は重大な社会的問題となっている。また、超高齢社会となった今日ではいわゆる老老介護の視点から介護時の作業性腰痛症も問題視されている²⁾。特に介護においては体幹を屈曲させた前傾姿勢が1日の作業姿勢の3割を占めることから、介護時の作業性腰痛症には姿勢の影響が大きいと考えられる³⁾。

前傾姿勢での腰痛の原因の一つを解明しうる知見として屈曲弛緩現象 (flexion relaxation phenomenon; 以下, FRP) がある。FRPとは立位から体幹を屈曲した際に、健常者では腰部背筋群の筋活動が消失する現象であり、その存在は従来から広く知られてきた⁴⁾。FRPの発生機序は伸張反射が抑制されたものであり⁴⁾、背筋群の遠心性収縮による姿勢保持から靭帯など軟部組織などによる受動的な姿勢保持機構への移行の結果とされる⁵⁾。いわゆる腰痛症とされる非特異的腰痛症患者においては最大屈曲位でも腰部背筋群の過剰収縮が生じており、FRPの出現頻度が低かったとする報告が多数みられるようになった^{6,7)}。そのためFRPの消失の結果が腰痛増悪と悪化に関与していると考えられ⁷⁾、その感度が88.8%、特異度が81.3%と共に高いことから、腰痛の客観的な治療効果判定の指標になりうるものとして改めて注目されている^{8,9)}。

近年、欧米では屈曲弛緩比率 (flexion relaxation phenomenon ratio; 以下, FRR) として、直立位 (upright) の筋活動量を脱力位 (slump) の筋活動量で除した安静時 FRR や、体幹屈曲時と体幹伸展時の筋活動量をそれぞれ最大屈曲位での筋活動量で除した運動時 FRR を用いて腰痛症に対するリハビリの効果を筋電図学的に検討した報告が散見されるようになった^{10,11)}。しかし、腰痛の訴えは立位時だけではなく座位時のことも多く、立位と座位で痛みが異なる症例も多くみられる。そのため、これまでに我々は立位と座位でのFRPの出現率の比較検討を健常者における基礎的研究として行った結果、FRPの出現率は立位で高く、座位で低かった¹²⁾。また、腰痛は動的状況だけではなく姿勢保持状況での訴えも多い⁸⁾。

本研究の目的は、立位と座位でのFRPを、静的に体幹屈曲保持中の屈曲角度の違いで健常者を対象として比較検討し、背筋群を弛緩すべき角度、逆に背筋群の筋活動を賦活させ脊柱安定化すべき角度、この両者が立位と座位で異なるかを明確化することである。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究は事前に埼玉県立大学倫理委員会の承認 (承認番号25059) と全被験者からの研究参加の同意を得て実施した。被験者は運動器疾患ならびに中枢神経疾患の既往のない健常な成人若年者30名 (全例男性、平均年齢23.9歳、平均身長169.5 cm、平均体重65.5 kg) とした。対象者の膝伸展位股関節屈曲角度 (SLR) は 68.9 ± 10.1 度、指床間距離 (FFD) は 0.0 ± 11.8 cm であった (いずれも平均±標準偏差)。ヘルシンキ宣言に則り、計測において十分な配慮を行い、被験者の安全に細心の注意を払った。

2. 方法

課題は先行研究¹³⁾と同様に体位を立位と座位の2水準として、いずれも両上肢自然下垂位で肩幅程度開脚した裸足の状態から脱力することなく、頭頸部と体幹を可能な限り一直線上とした状態のまま、股関節で体幹を傾斜して体幹前傾位を保持する運動とした (図1)。運動課題中の視線は頭頸部を屈曲しないように、そのまま真っ直ぐに壁から床面をみて、視野の上や下をみることなく視野の中央に意識して視線をおくように指示した。体幹前傾位の角度は先行研究¹³⁾と同様に肩峰と腸骨稜頂点を結ぶ線と床への垂直線がなす角度をゴニオメーターで計測し、これを体幹傾斜角と定義した。体幹傾斜角は0, 10, 20, 30, 40, 50, 60°, 最大前傾位の8水準の角度を設定した。運動課題はランダムに行わせ、それぞれ30秒間実施させた。各角度保持の間には30秒間、各体位の間には5分間の休息を設けた。また仙骨後面と水平面前方がなす角度、つまり骨盤後傾位ほど数値が増加する角度を仙骨傾斜角、大転子と外側上顆を結ぶ線と水平面前方がなす角度を大腿傾斜角と定義し、立位と座位での仙骨傾斜角、立位での大腿傾斜角をデジタル傾斜計 (DI-100M, コンパクトデジタル水平器, KOD, 精密度: 平面に対し ± 0.1 度) で計測した。

運動課題中の筋活動の測定には表面筋電計 (Tele Myo G2, EM-601, Noraxon 社) を用いた。胸部脊柱起立筋、腰部脊柱起立筋、腰部多裂筋、大殿筋、大腿二頭筋を導出筋とした。胸部脊柱起立筋は第12胸椎棘突起の外側

図1 姿勢と運動課題

およそ 2 から 3 cm の筋腹で線維走行に沿った部位、腰部脊柱起立筋は第 3 腰椎棘突起の外側およそ 2 から 3 cm の筋腹で線維走行に沿った部位、多裂筋は第 5 腰椎および第 1 仙椎レベルの棘突起すぐ外側で線維走行に沿った部位、大殿筋は大転子と仙骨を結ぶ線の 1/2 あたりの筋腹で走行に沿った部位、大腿二頭筋は膝関節後方と大転子を結ぶ線の遠位 2/3 あたりの筋腹、走行に沿った部位に電極を設置した¹⁴⁾。測定側は全て左とした。導出方法は双極導出法とした。電極は銀、塩化銀型 disposable 生体用表面電極 (Blue sensor, MEDICOTEST A/S) を用い、その中心間隔を 30 mm、皮膚インピーダンスを 5 k Ω 以内とした後、各筋の筋線維走行に並行に貼付した。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行った。表面筋電計から測定されたデータをサンプリング周波数 1 kHz で A/D 変換し、解析用パーソナルコンピュータ (LATITUDE D800, EM-P3, Dell Computer Corporation 社) に取り込んだ。波形は筋電解析ソフトウェア (MyoResearch Master, EM-129M, Noraxon 社) にて 10 ~ 500 Hz のバンドパ

スフィルターにより解析した。波形解析は生波形を心電図ノイズ低減、全波整流、スムージングをし、筋電図積分値 (integrated electromyography; 以下, IEMG) を求めた。各角度と体位での筋活動量を最大随意収縮ではばらつきが生じうる点と、胸部と腰部の筋活動量を把握するために、徒手筋力検査で判定 5 となる運動を 3 回行わせたうちの最大値を示した際の筋活動量で除した % MMT にて求めた。いずれも筋活動が安定した時点の前後 0.5 秒間での IEMG を求めた。

得られたデータについて、角度別の比較では Friedman 検定後に多重比較検定として Holm 検定、体位別の比較では Wilcoxon 検定を用いた。仙骨傾斜角と大腿傾斜角は変動係数を算出した。すべての統計学的検討は統計ソフト R (version 2.8.1) を用いて行い、いずれの統計処理も有意水準は 5% 未満とした。

III. 結 果

体位別の筋活動量を表 1 に示す。下肢筋群である大殿

表 1 体位別の筋活動量 (% MMT)

			0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	最大前傾位
UES	立位	中央値	0.067	0.123	0.148	0.182	0.209	0.227	0.245	0.075
		四分位範囲	0.063	0.086	0.102	0.101	0.113	0.134	0.152	0.088
	座位	中央値	0.096	0.135	0.157	0.181	0.204	0.209	0.191	0.145
		四分位範囲	0.099	0.100	0.122	0.121	0.126	0.134	0.178	0.115
	立位 v.s. 座位		*					*	*	*
LES	立位	中央値	0.046	0.108	0.138	0.169	0.191	0.215	0.231	0.040
		四分位範囲	0.043	0.054	0.076	0.094	0.121	0.114	0.086	0.038
	座位	中央値	0.055	0.088	0.120	0.151	0.167	0.181	0.187	0.060
		四分位範囲	0.034	0.065	0.091	0.086	0.121	0.151	0.187	0.065
	立位 v.s. 座位				*	*	*	*	*	*
MF	立位	中央値	0.061	0.154	0.210	0.245	0.276	0.310	0.306	0.060
		四分位範囲	0.081	0.061	0.069	0.080	0.084	0.095	0.107	0.085
	座位	中央値	0.051	0.104	0.153	0.191	0.221	0.237	0.228	0.055
		四分位範囲	0.045	0.064	0.069	0.098	0.158	0.237	0.202	0.078
	立位 v.s. 座位			*	*	*	*	*	*	
GMa	立位	中央値	0.015	0.023	0.035	0.053	0.071	0.074	0.070	0.070
		四分位範囲	0.033	0.050	0.065	0.084	0.063	0.058	0.065	0.065
	座位	中央値	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.017	0.016	0.015
		四分位範囲	0.009	0.010	0.009	0.010	0.013	0.018	0.021	0.020
	立位 v.s. 座位		*	*	*	*	*	*	*	*
BF	立位	中央値	0.050	0.118	0.200	0.217	0.250	0.283	0.271	0.200
		四分位範囲	0.052	0.129	0.179	0.208	0.231	0.250	0.262	0.318
	座位	中央値	0.022	0.024	0.029	0.036	0.051	0.072	0.066	0.050
		四分位範囲	0.017	0.017	0.029	0.049	0.069	0.089	0.077	0.078
	立位 v.s. 座位		*	*	*	*	*	*	*	*

UES: 胸部脊柱起立筋, LES: 腰部脊柱起立筋, MF: 腰部多裂筋, GMa: 大殿筋, BF: 大腿二頭筋
数値は 1.000 : 100% である。*:p<0.05.

筋、多裂筋の最大前傾位での筋活動量は0度での筋活動量と有意差が認められなかった。体幹筋群はFRPが最大前傾位の前段階に出現していたため、体幹傾斜角の最大前傾位の角度の個人差による筋活動量の違いの影響が立位も座位も少なかったと考える。逆に大殿筋と大腿二頭筋の最大前傾位での筋活動量は0度の筋活動量と有意差が認められ、特に立位での体幹最大前傾位での大殿二頭筋の筋活動量は0度の値と比較して高値を示した。これは体幹最大前傾位での大腿傾斜角の結果からも、立位での体幹前傾位保持において支持基底面に対する重心線の位置関係を適切に保つために臀部が後方へ移動したことに対する制御として筋活動が高まったものと考えられる。そして、その際にSLR、FFDの標準偏差の結果としてもあらわされている個人の柔軟性の差異が立位での大殿二頭筋の最大前傾位での筋活動量の四分位範囲の大きさとしても生じていたと思われる。

以上のことから、座位では立位と比較して、より体幹前傾角度が浅い段階、胸・腰部脊柱起立筋では40度、多裂筋では30度の段階から運動単位としての筋活動つまり活動張力よりも筋の静止張力や靱帯性の支持機構が働いている可能性が考えられた。本結果は健常者を対象とした筋電図学的検討の結果である。よって、体幹前傾において背筋群の過活動によってFRPが出現しない腰痛症においては、座位では立位よりも浅い前傾位で背筋群を弛緩させるべきである。具体的にはバルーンなどを腹部に抱え込ませた座位の前傾位でバルーンにもたれるように脱力させるなどの手法が考えられる。逆に筋活動が弱化している腰痛症においては、立位では座位よりも深い前傾位まで背筋群の筋活動を賦活させて脊柱安定化をはかるべきであることが示唆された。また、本研究で得た知見は座位では浅い角度の段階で筋活動での制御が行われていないともいえる。そのため、座位では立位と比較して浅い体幹前傾角度の段階で不意の外力などが加わると腰部の支持性が破綻しやすく、腰痛を引き起こす可能性があることも示唆するものと考えられる。

しかし、本研究の限界としては、対象者のSLRとFFDの値のばらつきや仙骨傾斜角の変動係数が高かったことから、たとえ静的姿勢であっても腰椎骨盤リズムの個人差がある程度存在した点である。運動条件である多段階の体幹傾斜角の保持を体幹と大腿の中間に存在する骨盤で調整したため、坐骨結節に付着するハムストリングスの柔軟性の個人差が仙骨の動きに影響した可能性が考えられた。この点が今後の検討課題である。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 25882026 の助成を受けたものである。

引用文献

- 1) 厚生労働省大臣官房統計情報部：グラフで見る世帯状況—国民生活基礎調査(平成22年)の結果から—。統計印刷工業、東京、2012、pp28-41.
- 2) 藤本一美：高齢者福祉の諸問題—介護者の腰痛。老年医学、2005、43(9): 1435-1440.
- 3) 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。産衛誌、2005、47(4): 131-138.
- 4) Floyd WF, Silver PH: The function of the erector spinae muscles in certain movements and postures in man. J Physiol, 1951, 129(1): 184-203.
- 5) 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.
- 6) Shirado O, Ito T, Kaneda K, et al: Flexion-relaxation phenomenon in the back muscles. A comparative study between healthy subjects and patients with chronic low-back pain. Am J Phys Med Rehabil, 1995, 74(2): 139-144.
- 7) Triano JJ, Schultz AB: Correlation of objective measure of trunk motion and muscle function with low back disability ratings. Spine, 1987, 12(6): 561-565.
- 8) 菊地臣一：腰痛。医学書院、東京、2003、pp43-62.
- 9) Geisser ME, Ranavava M, Haig AJ, et al: A Meta-Analytic Review of Surface Electromyography Among Persons With Low Back Pain and Normal, Healthy Controls. J Pain, 2005, 6(11): 711-726.
- 10) Mayer TG, Neblett R, Brede E, et al: The Quantified Lumbar Flexion-Relaxation Phenomenon Is a Useful Measurement of Improvement in a Functional Restoration Program. Spine, 2009, 34(22): 2458-2465.
- 11) Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, et al: Altered Patterns of Superficial Trunk Muscle Activation During Sitting in Nonspecific Chronic Low Back Pain Patient. Spine, 2006, 31(17): 2017-2023.
- 12) Geisser ME: Surface Electromyography and Low Back Pain. Biofeedback, 2007, 35(1), 13-16.
- 13) 隈元庸夫、世古俊明、田中昌史・他：立位と座位における屈曲弛緩現象の違い。理学療法科学、2014、29(4): 321-626.
- 14) 下野俊哉：表面筋電図マニュアル。酒井医療、東京、2010、pp123-159.
- 15) Callaghan JP, Dunk NM: Examination of the flexion relaxation phenomenon in erector spinae muscles during short duration slumped sitting. Clin Biomech, 2002, 17(5): 353-360.
- 16) 紺野慎一、菊地臣一：腰椎背筋群のコンパートメント内圧上昇と腰痛。臨整外、1993、28(4): 419-426.