胸腰部屈曲位における立ち上がり動作の特徴

——健常者における殿部離床時の検討——

Characteristics of Standing Up Motion with the Thoracolumbar Spine Flexed Investigated in Healthy Adults

法所 遼汰¹⁾ 岡山 裕美²⁾ 大工谷 新一³⁾

RYOTA HOSHO, RPT¹⁾, YUMI OKAYAMA, RPT, MS²⁾, SHINICHI DAIKUYA, RPT, PhD³⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Nogami Hospital: 1-2-5 Tarui, Sennan-shi, Osaka 590-0521, Japan TEL+81 72-485-3154
E-mail: pt@nogami.or.jp

²⁾ Department of Rehabilitation, Kishiwada Eishinkai Hospital

³⁾ Living Care Company Limited

Rigakuryoho Kagaku 31(2): 253-256, 2016. Submitted Oct. 1, 2015. Accepted Nov. 17, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to clarify the muscle activities and joint angles of standing up motion with thoracolumbar spine flexed, reproducing the humpback posture of the elderly. [Subjects] The subjects were ten healthy adult males. [Methods] Electromyography (EMG) and joint angles of the lower leg, captured by a video camera, were studied during standing up motion from the sitting position under the conditions of: normal posture, thoracolumbar flexion of 20°, and thoracolumbar flexion of 40°. We calculated the average amplitude of the relative EMG value and noted the order of EMG activities in the lower leg, as well as the forward tilt angle of the trunk and lower leg. [Results] Compared to normal posture, the average amplitude of the relative EMG value of the tibialis anterior muscle (TA), and the forward tilt angle of both the trunk and lower leg during standing with thoracolumbar flexion of 40° were significantly increased. In addition, TA activity started significantly earlier than in the other muscles. [Conclusion] The results suggest thoracolumbar flexion influences the muscle activity of TA and the forward tilt angle of the lower leg.

Key words: standing up motion, surface electromyogram, thoracolumbar flexion angle

要旨:〔目的〕高齢者の円背姿勢を再現した胸腰部屈曲位における立ち上がり動作での下肢の筋活動と関節角度の特徴を明らかにする。〔対象〕健常成人男性10名とした。〔方法〕胸腰部屈伸中間位、胸腰部20°屈曲位および胸腰部40°屈曲位の条件下で、表面筋電計とビデオカメラを用いて立ち上がり動作を実施し、下肢筋の平均振幅の相対値と活動順序、体幹前傾角度と下腿前傾角度を算出した。〔結果〕胸腰部屈伸中間位と比較し、胸腰部40°屈曲位では前脛骨筋の平均振幅の相対値と体幹前傾角度および下腿前傾角度が有意に増加した。また胸腰部40°屈曲位では、前脛骨筋が他の筋よりも有意に早く活動を開始した。〔結語〕胸腰部屈曲角度の違いは、前脛骨筋の筋活動と下腿前傾角度に影響を与えていると考えられた。

キーワード: 立ち上がり動作, 表面筋電図, 胸腰部屈曲角度

¹⁾ 医療法人晴心会 野上病院 リハビリテーション部:大阪府南南市樽井1-2-5 (〒590-0521) TEL 072-485-3154

²⁾ 医療法人盈進会 岸和田盈進会病院 リハビリテーション部

³⁾ 株式会社 リビングケア

I. はじめに

座位からの立ち上がり動作は、年齢に関係なく日常生活において多く用いられる動作であるが、動作能力が低下した高齢者にとって困難な動作の一つとして挙げられる¹⁾。高齢者の動作能力に影響する形態的变化として、脊柱後弯姿勢（円背姿勢）がある²⁾。臨床場面においても、立ち上がり動作が困難な円背姿勢を呈した高齢者を経験することがある。高齢者の立ち上がり動作に関して、小島ら³⁾は、高齢者と若年者の立ち上がり動作を比較した結果、高齢者の体幹前傾角度が有意に大きかったと報告している。Hughesら³⁾は、運動開始時より十分に体幹を前傾し股関節屈曲をより増大させる戦略があると報告している。また芹田ら⁴⁾は、立ち上がり動作での下腿前傾角度は高齢者群の測定値が若年者群より大きい値を示したと報告している。しかし、円背姿勢に着目した立ち上がり動作に関する報告は少ない⁵⁾。円背姿勢は胸腰部屈曲位・骨盤後傾位を呈しているため身体重心が後方に位置しやすい⁵⁾。そのため、屈曲相にて前方への体重移動が円滑に行えず殿部離床に失敗することがあると考えられる。

そこで本実験では、高齢者における検証の前段階として、円背姿勢を再現するために角度を段階的に設定した中で、健常者に対して立ち上がり動作を実施し、矢状面上での体幹前傾角度・膝関節屈曲角度・下腿前傾角度について検討した。そして、殿部離床付近での下肢筋の平均振幅の相対値と活動順序、および膝関節伸展が開始する時期における体幹前傾角度・膝関節屈曲角度・下腿前傾角度を検討することで、胸腰部屈曲位における立ち上がり動作での殿部離床時の特徴を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

中枢神経疾患、整形外科的疾患を有さない健常成人男性10名（年齢 24.1 ± 1.2 歳、身長 173.5 ± 4.9 cm、体重 65.9 ± 5.0 kg；平均値 $\pm$ 標準偏差）を対象とした。利き脚は、片脚立位を指示した際の支持側下肢とした。なお、被検者には実験の趣旨および方法について、十分に説明し同意を得た。

2. 方法

課題は端座位からの立ち上がり動作とした。日本整形外科学会および日本リハビリテーション医学会による測定法の参考可動域の範囲内で、胸腰部屈伸中間位・胸腰部20°屈曲位・胸腰部40°屈曲位と角度を段階的に設定した。この際、体幹筋の筋活動が生じないように他動的に肢位を設定し、3種類の開始座位からそれぞれ3回ず

つ行わせた。各開始座位では、耳垂と大転子を結ぶ線が床と垂直になるように設定した（図1、2）。そして、大転子と大腿骨外側上顆間の中間地点がベッド端、膝関節90°屈曲位となるように座面の高さを調節し、足底の接地位置には規定を設けなかった。その際、両上肢は腕組みをさせた。また、胸骨と臍の間に紐を張りテープで固定し、動作中の胸腰部伸展を制限した上で、動作中に紐あるいはテープが外れた際には、失敗試技とした。動作速度はメトロノームを用いて、開始座位から終了立位までを2秒間と規定した。

測定には表面筋電計（Myosystem1400, Noraxon 社製）を使用し、利き脚側の前脛骨筋、腓腹筋内側頭、大腿直筋、大腿二頭筋、大殿筋下部線維の表面筋電図を計測した。電極は十分な前処置を行った後に、股関節および膝関節90°屈曲位の肢位に設定し、電極間距離が2 cmとなるように貼付した。また電極は直径5 mmの銀塩化銀電極を使用し、各電極の皮膚抵抗は5 k Ω 以下とした。なお、サンプリング周波数は1 kHz、周波数帯域は10から500 Hzとした。まず開始座位5秒間で得られた生波形を整流化し、中間0.2秒間の平均振幅値を算出した。次に膝関節伸展が開始する時期を同定し、手前0.2秒間の平均振幅値を算出した。課題中の平均振幅値を開始座位の平均振幅値で除し相対値を求めた。また、動作開始（頭部が動き始めた時点）から動作中の平均振幅値が標準偏差の3倍を連続して0.1秒間以上超えた時点を筋活動の開始時間と同定し、それぞれの肢位での各筋の筋活動の開始時間を比較した。そして、各角度の測定のため利き脚側の肩峰、大転子、外側上顆、腓骨頭、外果にマーカーを貼付し、同期センサーを用いることで表面筋電計にデジタルビデオカメラ（NV-GS150, Panasonic 社製）を同期させて動作を撮影した。記録した膝関節伸展が開始する時期の静止画を紙面上に出力し、角度計を用いて体幹前傾角度（肩峰・大転子を結ぶ線と大転子・外側上顆を結ぶ線がなす角度）・膝関節屈曲角度（大転子・外

図1 胸腰部屈伸中間位

図2 胸腰部40°屈曲位

側上顆を結ぶ線と腓骨頭・外果を結ぶ線がなす角度)・下腿前傾角度(腓骨頭・外果を結ぶ線と床に平行な線がなす角度)を計測した。

統計的手法は、胸腰部屈伸中間位・胸腰部 20° 屈曲位・胸腰部 40° 屈曲位における表面筋電図の平均振幅の相対値と各筋の筋活動の開始時間、体幹前傾角度・膝関節屈曲角度・下腿前傾角度の比較について、一元配置分散分析を用いた後、多重比較検定では Bonferroni 法を用いて検討した。統計ソフトには SPSS16.0 for Windows を用い、有意水準は危険率 5% とした。

III. 結 果

膝関節伸展が開始する時期の手前 0.2 秒間における各筋の平均振幅の相対値を表 1 に示した。前脛骨筋の平均振幅の相対値は胸腰部屈伸中間位と比較して、胸腰部 40° 屈曲位で有意な増加を認めた。また大殿筋下部線維の平均振幅の相対値は、有意ではないものの、胸腰部屈曲角度の増加に伴い増加する傾向を認めた。大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋内側頭の平均振幅の相対値には、特徴的な変化は認めなかった。

各筋の筋活動の開始時間を表 2 に示した。胸腰部 20° 屈曲位では、前脛骨筋が腓腹筋内側頭よりも有意に早く活動を開始していた。また、胸腰部 40° 屈曲位では、前脛骨筋が大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋内側頭よりも有意に早く活動を開始していた。胸腰部屈伸中間位では、特徴的な変化は認めなかった。

膝関節伸展が開始する時期の体幹前傾角度・膝関節屈曲角度・下腿前傾角度を表 3 に示した。体幹前傾角度と

下腿前傾角度はそれぞれ胸腰部屈伸中間位と比較して、胸腰部 40° 屈曲位で有意に増加した。

IV. 考 察

前脛骨筋の平均振幅の相対値と体幹前傾角度および下腿前傾角度は、胸腰部屈伸中間位と比較して胸腰部 40° 屈曲位で有意に増加し、大腿直筋および大腿二頭筋の平均振幅の相対値と膝関節屈曲角度に変化は認められなかった。このことから、胸腰部屈曲位での立ち上がり動作の特徴として、殿部離床付近では膝関節による身体重心の上方移動よりも、身体重心の前方移動が重要であり、円背姿勢によって阻害されている身体の前移動は体幹と下腿の前傾が代償していると考えられた。また、胸腰部屈曲位での立ち上がり動作では、体幹前傾角度が増加していたことから、体幹の前下方への変位量が大きくなる。立ち上がり動作では殿部離床時に運動を前方から上方へと切り替える必要があり⁹⁾、その際に体幹の前傾に対する制動力が必要であると考えられた。大殿筋下部線維については、有意差はないものの胸腰部の屈曲角度の増加に伴って、平均振幅の相対値が増加する傾向を認めた。胸腰部の屈曲角度の増加に伴い膝関節伸展が開始する時期での体幹前傾角度が増加することから、殿部離床前に発生する体幹の前傾を大殿筋下部線維の活動によって制動している可能性があると考えられた。しかし、股関節伸展筋である大殿筋および大腿二頭筋の平均振幅の相対値に有意な差は認められなかった。そのため、胸腰部屈曲位での立ち上がり動作では、殿部離床付近において体幹伸展筋による制動力または下肢筋の運動単位が動員されるタイミングや順序が関与することで、動作を遂行しやすくしている可能性があると考えられた。しかし、本実験ではこの仮説の検証を行っていないため、今後の課題である。

また本実験の開始肢位では、耳垂と大転子を結ぶ線が床と垂直になるように設定しているため、胸腰部屈伸中間位よりも胸腰部屈曲位の方が重心は後方に位置している。それに伴い、胸腰部屈曲位では骨盤が後傾しているため、重心の前方への移動が制限されると考えられた。胸腰部 20° 屈曲位では前脛骨筋が腓腹筋内側頭よりも有意に早く活動を開始しており、胸腰部 40° 屈曲位では前

表 1 膝関節伸展が開始する時期の手前 0.2 秒間における平均振幅の相対値

	屈伸中間位	20° 屈曲位	40° 屈曲位
前脛骨筋	3.3 ± 1.5	4.8 ± 1.4	5.7 ± 2.2*
腓腹筋内側頭	1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.5 ± 0.5
大腿直筋	5.8 ± 3.0	4.9 ± 2.3	5.7 ± 2.9
大腿二頭筋	2.5 ± 1.3	2.3 ± 0.6	2.8 ± 1.5
大殿筋下部線維	4.9 ± 3.4	6.1 ± 2.5	6.6 ± 2.9

平均値 ± 標準偏差。*: $p < 0.05/3$, *: 屈伸中間位と有意差あり。

表 2 筋活動の開始時間

	前脛骨筋	腓腹筋内側頭	大腿直筋	大腿二頭筋	大殿筋下部線維
屈伸中間位 (秒)	0.48 ± 0.13	0.82 ± 0.34	0.48 ± 0.22	0.71 ± 0.15	0.47 ± 0.19
20° 屈曲位 (秒)	0.35 ± 0.19*	0.67 ± 0.32	0.56 ± 0.16	0.63 ± 0.28	0.47 ± 0.21
40° 屈曲位 (秒)	0.35 ± 0.21**	0.73 ± 0.38	0.65 ± 0.24	0.68 ± 0.28	0.50 ± 0.31

平均値 ± 標準偏差。*: $p < 0.05/3$, *: 腓腹筋内側頭と有意差あり, **: 腓腹筋内側頭、大腿直筋、大腿二頭筋と有意差あり。

表3 膝関節伸展が開始する時期における各部位の角度

	屈伸中間位	20° 屈曲位	40° 屈曲位
体幹前傾 (°)	118.6 ± 5.8	125.2 ± 7.2	128.5 ± 8.1*
膝関節屈曲 (°)	89.8 ± 3.6	91.7 ± 2.9	93.7 ± 5.2
下腿前傾 (°)	15.5 ± 3.1	17.4 ± 2.8	21.4 ± 2.4*

平均値 ± 標準偏差. *: $p < 0.05/3$, *: 屈伸中間位と有意差あり.

脛骨筋が大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋内側頭よりも有意に早く活動を開始していた。星ら⁷⁾は、前脛骨筋は下腿を前傾させる原動力となっていると報告している。そのため、前脛骨筋が早期から活動を開始することで、下腿の前傾の開始が早まり、胸腰部屈曲により制限されている重心の前方への移動をより行いやすくしていると考えられた。

本結果より、立ち上がり動作での胸腰部屈曲角度の違いは、殿部離床付近での前脛骨筋の筋活動と下腿前傾の角度に影響を与えていることが確認できた。また、胸腰部屈曲位では、前脛骨筋の筋活動が股関節および膝関節の伸展筋よりも早期から活動を開始することで、より動作を遂行しやすくしている可能性があると考えられた。そのため、立ち上がり動作が困難な円背姿勢を呈した方に対して、動作開始から殿部離床前にかけて下腿の前傾を促すアプローチが有用であることが示唆された。しかし、本実験の対象は健常者であったため、立ち上がり動

作に必要な下肢の筋力は十分に有していると考えられた。高齢者では下肢の筋力が低下していることが予想され、健常者と同様の方法での立ち上がり動作が困難である可能性がある。今後の課題として、円背姿勢を呈した高齢者を対象とした実験を行うことで、胸腰部屈曲位での立ち上がり動作の特徴が明らかになると考えられる。

参考文献

- 1) 小島 悟, 武田秀勝: 高齢者の椅子からの立ち上がり動作—立ち上がり動作能力の低下した高齢者の動作パターン. 理学療法科学, 1998, 13(2): 85-88.
- 2) 丸山仁司: 老人の評価. 理学療法科学, 1997, 12(3): 141-147.
- 3) Hughes MA, Weiner DK, Schenkman ML, et al.: Chair rise strategies in the elderly. Clin Biomech, 1994, 9(3): 187-192.
- 4) 芹田 透, 丸山仁司, 加藤宗規・他: 椅子からの立ち上がり動作・座り動作における体幹前傾角度, 下腿前傾角度, 動作速度の関連についての検討—高齢者における動作の特徴と各要因間の関連—. 理学療法科学, 2011, 26(4): 483-488.
- 5) 後藤 淳, 高田 毅, 末廣健児: 立ち上がり動作—力学的負荷に着目した動作分析とアライメント—. 関西理学, 2002, 2: 25-40.
- 6) 江原義弘, 山本澄子: ボディダイナミクス入門 立ち上がり動作の分析. 医歯薬出版, 東京, 2001, pp19-45.
- 7) 星 文彦, 山中雅智, 高橋光彦・他: 椅子からの立ち上がり動作に関する運動分析. 理学療法科学, 1992, 19(1): 43-48.