足関節背屈可動域としゃがみ込み動作の関係

The Relationship between Squat Action and Ankle Dorsiflexion Range

山崎 裕司¹⁾ 井口由香利²⁾ 栗山 裕司¹⁾ 稲岡 忠勝¹⁾
宮崎登美子¹⁾ 柏 智之¹⁾ 中野 良哉¹⁾

HIROSHI YAMASAKI¹⁾, YUKARI IGUCHI²⁾, HIROSHI KURIYAMA¹⁾, TADAKATSU INAOKA¹⁾,
TOMIKO MIYAZAKI¹⁾, TOMOYUKI KASHIWA¹⁾, YOSHIYA NAKANO¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute: 1139-3 Takaoka-cho otu, Tosa-shi, Kochi 781-1102, Japan.
TEL +81 88-850-2315

²⁾ Department of Rehabilitation, Asada General Hospital

Rigakuryoho Kagaku 25(2): 209-212, 2010. Submitted Sep. 3, 2009. Accepted Oct. 16, 2009.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the influence ankle dorsiflexion range has on center of foot pressure (COP) during squat action and the ability to perform it. [Subjects and Method] We performed measurements of the ankle dorsiflexion range and center of gravity sway during squat action by 42 healthy adults (average age, 20.1 ± 2.4 years). [Results] Among the 42 subjects there were 27 who could perform the squat action. A significant correlation, $r=0.718$, was found between the range of ankle dorsiflexion and anteroposterior COP displacement in squatting. The ranges of ankle dorsiflexion for those who could and could not squat were $18.9 \pm 4.6^\circ$ and $9.6 \pm 3.5^\circ$, respectively, significantly larger for those who could squat. The number of those who could squat became smaller as the range of ankle dorsiflexion got smaller, and at less than 10° none of the subjects (9) could squat. Conversely, at more than 20° , all subjects (13) could perform the action. [Conclusion] The results suggest that when the range of ankle dorsiflexion is insufficient, COP displacement is forced to move posteriorly in squatting, and when the dorsiflexion range is below a set limit, the action becomes impossible.

Key words: ankle dorsiflexion range, squat action, center of foot pressure

要旨: [目的] 足関節背屈可動域がしゃがみ込み動作時の足圧中心位置および動作の可否に与える影響について検討した。[対象と方法] 健康成人42名 (20.1 ± 2.4 歳) に対して足関節背屈可動域の測定としゃがみ込み動作時の重心動揺測定を実施した。[結果] しゃがみ込み動作が可能な対象者は42名中27名であった。足関節背屈可動域としゃがみ込み時の前後足圧中心位置偏位量の間には、 $r=0.718$ の有意な相関を認め、背屈可動域が小さいほど足圧中心位置は後方に偏位した。しゃがみ込み動作可能群と不可能群の足関節背屈可動域は、それぞれ 18.9 ± 4.6 度、 9.6 ± 3.5 度であり、可能群で有意に大きかった。足関節背屈可動域が小さくなるに従って、しゃがみ込み動作可能者は有意に少なくなり、 10° 未満では全例(9例)が不可能であった。逆に、 20° 以上の症例(13例)では全例が動作可能であった。[結語] 足関節背屈可動域の不足は、しゃがみ込み動作時の足圧中心位置を後方へ偏位させ、背屈可動域がある一定以下に制限された場合、動作が不可能となることが示された。

キーワード: 足関節背屈可動域、しゃがみ込み動作、足圧中心位置

¹⁾ 高知リハビリテーション学院 理学療法学科: 土佐市高岡町乙1139-3 (〒781-1102) TEL 088-850-2315

²⁾ 麻田総合病院 リハビリテーション科

I. はじめに

和式生活におけるしゃがみ込み動作は、矢状面上からみると、股関節屈曲、膝関節屈曲、足関節背屈方向に大きな関節可動域を必要とする。和式トイレへのしゃがみ込み動作中の関節可動域について、川崎¹⁾や吉元²⁾は、約110度の股関節屈曲可動域と約147度の膝関節屈曲可動域が必要であったと報告している²⁾。しかし、しゃがみ込み動作時の足関節背屈可動域についての報告は見られない。足関節背屈可動域は、加齢や活動性の低下によって制限されやすい運動方向であることが報告されており³⁻⁵⁾、背屈可動域の不足がしゃがみ込み動作に悪影響を与える可能性は十分に考えられる。動作に必要な関節可動域が明らかとなれば、動作障害の原因分析や治療目標を設定する際に有益なデータとして活用できる。

本研究では、足関節背屈可動域がしゃがみ込み動作時の足圧中心位置および動作の可否に与える影響について検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

健康成人42名（男性23名、女性19名）であり、年齢は 19.9 ± 2.1 歳、身長 163.2 ± 8.2 cm、体重 55.5 ± 7.2 kg、Body mass index（以下、BMI） 20.8 ± 1.8 kg/m²、足長右 23.6 ± 1.5 cm、左 23.9 ± 1.5 cmであった。対象者には、実験に先立って研究の目的と内容について説明を行い、同意を得た。

2. 方法

足関節背屈可動域の測定には東大式ゴニオメーターを用いた。測定肢位は、座高計上の椅子座位とし、被験者の膝関節が90°屈曲するよう座面の高さを調節した。踵を床面から浮かさないようにできる限り足関節を自動背屈させ、床面と足底面がなす角度を1°間隔で読み取った。

重心動揺の測定にはアニマ社製グラビコーダーGS-7を用い、安静立位時としゃがみ込み動作時の重心動揺を測定した。安静立位時の測定は両上肢を体側に自然に垂らし、踵を揃えた閉脚位で60秒間行った。そして重心動揺外周面積、単位時間軌跡長、前後足圧中心位置についてのデータを得た。しゃがみ込み動作時の足位は踵を揃えた30°扇形足位とした。両上肢を交差させ、両手掌を肩の上においた立位姿勢を開始肢位とし、踵が床面か

ら離れないよう対象者にしゃがみ込み動作を行わせた。しゃがみ込んだ位置でできる限り重心を前方へもっていくよう指示し、20秒間重心動揺測定を行った。しゃがみ込み動作を行った際、大腿後面と下腿後面が接触しない者、踵が床面から浮き上がるもの、後方へバランスを崩して動作が保持できない者はしゃがみ込み動作不可能とした。安静立位と同様、重心動揺外周面積、単位時間軌跡長、前後足圧中心位置についてのデータを得た。安静立位時の前後足圧中心位置としゃがみ込み動作時の前後足圧中心位置の差を求め、それを動作時の前後足圧中心位置の偏位量とした。

足関節背屈可動域としゃがみ込み動作時の重心動揺外周面積、単位時間軌跡長、前後足圧中心位置の偏位量の関連性の検討にはピアソンの相関係数を用いた。しゃがみ込み動作可能群と不可能群の群間比較にはマンホイットニー検定と χ^2 検定を用いた。統計学的有意水準は、全て5%未満とした。統計の解析には、SPSSver10Jを用いた。

III. 結 果

42名の足関節背屈可動域、安静立位時の重心動揺外周面積、単位時間軌跡長は表1に示した。

しゃがみ込み動作が可能なお客者は42名中27名(64%)であった。27名について両側背屈可動域平均値としゃがみ込み動作時の重心動揺外周面積、単位時間軌跡長の間には有意な相関を認めなかった($r = -0.074$, -0.246)。一方、左右の背屈可動域平均値としゃがみ込み動作時の前後足圧中心位置の偏位量の間には、 $r = 0.718$ の有意な相関を認め($p < 0.01$)、背屈可動域15度以下の対象者では足圧中心位置は立位時と比較して後方に位置していた。

しゃがみ込み動作可能群と不可能群の年齢、身長、体重、BMI、足長、安静立位時重心動揺データならびに足関節背屈可動域を表2に示した。左右の足関節背屈可動域、背屈可動域平均値は、可能群で有意に大きかった($p < 0.01$)。それ以外の指標には有意な差を認めなかった。

左右の足関節背屈可動域平均値が小さくなるに従って、しゃがみ込み動作可能者の割合は有意に低くなり(χ^2 値=24.6, $p < 0.01$)、足関節背屈可動域が10°未満の対象者では全例(9例)が動作不可能であった。逆に、足関節背屈可動域が20°以上の症例(13例)では全例が動作可能であった。

表1 足関節背屈可動域と重心動揺データ

足関節背屈可動域	
右	15.3 ± 6.2 度
左	15.3 ± 6.2 度
両側平均値	15.5 ± 6.2 度
安静時重心動揺データ	
単位時間軌跡長	1.20 ± 0.24 cm/ 秒
外周面積	3.34 ± 1.46 cm ²

n=42

表2 しゃがみ込み動作可能群と不可能群の比較

	可能群 (n=27)	不可能群 (n=15)
年齢(歳)	19.9 ± 1.7	20.0 ± 2.7
身長(cm)	162.2 ± 8.6	165.1 ± 7.3
体重(kg)	54.9 ± 7.7	56.6 ± 6.3
Body Mass Index (kg/m ²)	20.8 ± 1.9	20.7 ± 1.5
右足長(cm)	23.5 ± 1.4	23.9 ± 1.7
左足長(cm)	23.9 ± 1.4	24.1 ± 1.8
右足関節背屈可動域(度)	18.4 ± 4.8*	9.5 ± 3.9
左足関節背屈可動域(度)	19.3 ± 4.9*	9.3 ± 3.2
両側背屈可動域平均値(度)	18.9 ± 4.6*	9.4 ± 3.5
単位時間軌跡長(cm/ 秒)	1.21 ± 0.27	1.16 ± 0.17
重心動揺外周面積(cm ²)	3.10 ± 1.37	3.77 ± 1.57

平均値±標準偏差 * p<0.01 : 可能群 vs 不可能群

IV. 考 察

今回、足関節背屈可動域がしゃがみ込み動作時の足圧中心位置および動作の可否に与える影響について検討した。

背屈可動域としゃがみ込み動作時の重心動揺外周面積、単位時間軌跡長の間には有意な相関を認めなかった。一方、背屈可動域としゃがみ込み動作時の前後足圧中心位置偏位量の間には有意な相関を認めた($r=0.718$)。本研究では、しゃがみ込み動作時に可能な限り前方へ重心を移動させることを求めた。したがって、通常は安静立位時よりもしゃがみ込み動作中に足圧中心位置は前方へ移動するものと考えられる。しかし、背屈可動域が小さい対象者ほど足圧中心位置の偏位量は小さかった。特に、15度を下回る対象者では全例が安静立位時よりも足圧中心位置は後方に位置した。以上のことから、背屈可動域の低下は、しゃがみ込み動作中の重心位置を支持基底面の後方へ偏位させることが示さ

れた。重心位置が支持基底面後方に逸脱することを防止するには足関節背屈筋群や腹筋群、頸部屈筋群などの代償的活動が必要である。背屈可動域が不足した対象者では、このような背景からしゃがみ込み動作中の労力が増大するものと考えられた。

しゃがみ込み動作可能群(27名)と不可能群(15名)を比較した結果、年齢、身長、体重、BMI、足長、安静立位時重心動揺データには差が無く、背屈可動域のみに有意差を認めた($p<0.01$)。以上のことから、今回の対象者では、しゃがみ込み動作の可否は、主に足関節の背屈可動域によって決定されたものと考えられた。しゃがみ込み動作の可否と背屈可動域の関係についてみた場合、特に10度を下回る9例は全例がしゃがみ込み動作不可能であった。このことから、この付近がしゃがみ込み動作を実施する上での下限値になると考えられた。逆に、20度を上回る対象者は全例がしゃがみ込み動作可能であった。しゃがみ込み動作を自立させるための足関節背屈可動域訓練では、膝屈曲位での自動背屈可動域20度がひとつの目安となるかもしれない。井上ら⁹⁾は、RA患者を対象として階段降りに必要な足関節背屈可動域について検討した結果、1足1段で前向き降段が可能な症例の背屈可動域は平均20度であったことを報告している。膝屈曲位における70歳代高齢者の他動的背屈可動域は、男性19度、女性21度と報告されている³⁾。通常他動的背屈可動域は自動運動による可動域よりも大きく、この点からすると高齢者の背屈可動域の予備力は乏しい状態にあるといえる。さらに、背屈可動域は、日常生活自立度が低いほど制限されやすいことが知られており^{4,5)}、何らかの原因で日常活動が制限されれば、可動域の低下によって容易に移動動作障害が出現するものと考えられた。

10度以上、20度未満では可能群と不可能群が混在した。明確な可動域の基準値がでなかった原因として、まず可動域以外の身体的要因が考えられた。つまり、大腿前面や腹部の軟部組織が厚かった場合、股関節の屈曲可動域が制限されるため重心を前方へ移動させるにはより大きな足関節背屈可動域が必要となる。下腿後面と大腿後面の軟部組織についても同様に膝関節屈曲可動域を制限する結果、より大きな足関節背屈可動域が必要となる。この他にもしゃがみ込み動作中の重心位置には、足長、下肢長、座高など複数の要因が関与する可能性がある。これらの要因が個々の症例で異なっていたことが一つの原因と考えられた。次に、背屈可動域測定値の検者内再現性は、他の関節可動域に比較して不良なことが指摘されている^{7,8)}。この測定誤

差の存在も原因の一つと考えられた。

最後に、今回は健常成人を対象とした。よって、筋力水準や平衡機能が異なる高齢者や障害を有する対象者などにおいて本研究結果を適応するには限界がある。しゃがみ込み動作と足関節背屈可動域の関係を検討するには、今後これらの対象者を含む多数例での検討が必要である。また、本研究では踵を揃えた30°扇形足位をとらせた。日常生活では股関節の外転角度や下腿の外旋角度は規制されることが無いため、本研究結果を多様な足位に適応することはできない。この点についても、しゃがみ込み動作時の足位条件を変化させて追試験を行う必要がある。

引用文献

- 1) 川崎修平, 松原正明, 鈴木康司・他: 日常生活に必要な股関節可動域について. *Hip Joint*, 2001, **27**: 238-241.
- 2) 吉元洋一: 下肢のROMとADL. *理学療法学*, 1988, **15**: 247-250.
- 3) 岡部とし子, 渡辺英夫, 天野敏夫: 年代における男女の健康人の関節可動域について一性別による変化一. *総合リハ*, 1980, **8**: 45-56.
- 4) 福屋靖子: 成人中枢神経障害者の在宅における生活動作と関節拘縮の関係について. *理学療法学*, 1994, **21**: 90-93.
- 5) 奈良 勲, 浜村明徳: 拘縮の予防と治療 (第2版). 医学書院, 東京, 2008, p9.
- 6) 井上 悟, 鎌田理之, 佐藤睦美: 関節リウマチ患者の階段昇降方法と足関節可動域. *国立大学法人リハビリテーションコ・メディカル学術大会誌*, 2007, **28**: 51-54.
- 7) Ekstrand J, Wiktorsson M, Oberg B, et al.: Lower extremity goniometric measurements: a study to determine their reliability. *Arch Phys Med Rehabil*, 1982, **63**: 171-175.
- 8) 濱窪 隆, 山崎裕司, 栗山裕司・他: 関節可動域測定に対して臨床実習経験が及ぼす影響. *高知リハビリテーション学院紀要*, 2003, **5**: 23-27.

1) 川崎修平, 松原正明, 鈴木康司・他: 日常生活に必要な股関節