

# 立ち上がり動作における立ち上がり区間と 立位区間の重心動揺幅の特徴について

*Characteristics of center of foot pressure sways in the standing-up and  
upright-position segments of sit-to-stand motion*

久利彩子<sup>1)</sup> 竹内直子<sup>1) 2)</sup>

<sup>1)</sup> 大阪河崎リハビリテーション大学：大阪府貝塚市水間 158 番地（〒 597-0104）

<sup>2)</sup> 大阪府立大学 理学系研究科：大阪府堺市中区学園町 1 番 1 号（〒 599-8231）

Ayako Hisari<sup>1)</sup>, Naoko Takeuchi<sup>1) 2)</sup>

<sup>1)</sup> *Osaka Kawasaki Rehabilitation University : 158 Mizuma, Kaizuka-city, Osaka 597-0104, Japan*

<sup>2)</sup> *Osaka Prefecture University, Graduate School of Science : 1-1 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai-city, Osaka 599-8231, Japan*

**要旨**：本研究の目的は、立ち上がり動作中の足圧中心（center of pressure:COP）を計測し、立ち上がり（AB）区間と立位（CD）区間における重心動揺幅の特徴を明らかにすることである。対象者は、女性 19 名とした（年齢範囲:67 歳～ 89 歳）。対象者に、椅子からの立ち上がり動作を行わせた。動作中の COP を記録した。COP から、AB 区間の左右方向と前後方向の身長比重心動揺幅をそれぞれ算出した。CD 区間も同様に算出した。身長比重心動揺幅は、左右方向および前後方向ともに、AB 区間の方が CD 区間よりも有意に大きかった。身長比重心動揺幅における AB 区間と CD 区間との相関は、左右方向および前後方向ともなかった。AB 区間における左右方向および前後方向の重心移動練習は、立ち上がり動作バランス能力を強化できる可能性が示唆された。

**キーワード**：立ち上がり動作；立ち上がり；立位；重心動揺幅

**ABSTRACT** : In this study, we aim to reveal the characteristics of center of foot pressure (COP) sways in standing up (segment AB) and upright position (segment CD) by measuring the COP during sit-to-stand motion. We included 19 women (aged 67 - 89 years) who were instructed to stand up from a chair, and the COP during the motion was recorded. Based on the recorded COP, the lateral and anterior-posterior COP sways relative to body height were calculated in segments AB and CD of the motion. COP sways relative to body height were significantly greater in segment AB than in segment CD in both lateral and anterior-posterior directions. No correlations were observed between segments AB and CD in COP sways relative to body height in the lateral or anterior-posterior directions. These results suggest that the ability to balance during sit-to-stand motion may be strengthened by practicing lateral and anterior-posterior COP movements in segment AB.

**Key words** : sit-to-stand; standing up; standing; the center of foot pressure width

<sup>1)</sup> 久利彩子 Ayako Hisari

E-mail : hisaria@kawasakigakuen.ac.jp

## 1 はじめに

日常生活の中で、椅子から立ち上がって歩行する動作は、1日に複数回行われる動作である。この動作が困難になると、生活空間は縮小する。濱地らは、後期高齢者の方が前期高齢者に比べ、椅子からの立ち上がり時間が増大し、日常生活の活動レベルが低く、さらに、ころばない自信が低下することを報告している<sup>1)</sup>。

椅子から立ち上がって歩行する動作の評価は、包括的な評価と動作の基本的な要素を評価するものがある。包括的な評価方法では、timed “up and go” test (TUG) や functional balance scale (FBS) が知られている<sup>2)</sup>。基本的な要素を評価するものとしては、functional reach (FR)<sup>2)</sup>、片脚立位検査<sup>3)</sup>、立位保持中の重心動揺検査<sup>4)</sup>などがあげられる。重心動揺の指標には、姿勢安定度評価指標 (Index of postural stability : IPS)<sup>5)</sup>、Cross Test<sup>6)</sup>、重心動揺軌跡長や面積<sup>7)</sup>といったものがある。

高齢者の中には、椅子からの立ち上がりが困難だが、立ってしまえば立位保持は可能となる人がある。これより、筆者らは、動作の基本的な要素の中で、立ち上がり動作に着目した。立ち上がり動作に着目した研究として、星らは、立ち上がり動作では、大腿四頭筋や前脛骨筋など下肢の筋が重要であることを報告した<sup>8)</sup>。佐藤は、立ち上がり動作の容易性は、座面高と座面角に影響を受けることを報告した<sup>9)</sup>。筆者らは、立ち上がり動作における立ち上がり区間と立ち上がり完了後の立位区間の重心動揺に着目した。これらを比較することで得られる知見は、椅子からの立ち上がり動作困難な対象者の立ち上がり動作バランス能力を強化する訓練に応用できると考えた。下田らは、身体重心左右動揺幅は不安定歩行と安定歩行を明確に分ける指標になることを示した<sup>10)</sup>。筆者らは、立ち上がり動作においても、重心動揺幅は動作練習内容に直結する指標と考え、本研究では、重心動揺幅に着目して研究を実施することとした。

本研究の目的は、立ち上がり動作中の足圧中心 (center of pressure : COP) を計測し、立ち上がり (AB) 区間と立位 (CD) 区間における重心動揺幅の特徴を明らかにすることである。

## 2 対象者

対象者は、女性 19 名とした (年齢範囲: 67 歳 ~ 89 歳)。これらの対象者は、検査者の問診に対して、日常生活の移動は独歩で、椅子からの立ち上がりは、両手を使用せずかつ、体幹左右傾斜なく可能で、現在治療中の疾患は無いと回答した。対象者には、本研究の目的と方法を説明し研究参加の同意を得た。本研究は、大阪河崎リハビリテーション大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号 OKRU30-A022)。

## 3 方法

### 3.1 測定

対象者に、重心動揺計 (株式会社ユニメック、UM-BAR II) のプレート上で、自然な開脚両足立位をとらせた。足部は裸足とした。丸椅子の座面前端を、対象者の膝窩から 5cm 後方に設置した。椅子の座面の高さは、対象者の腓骨頭の高さとした。対象者に、検査者の合図でゆっくり着座させ、端坐位姿勢を保持させた。この端坐位姿勢を計測の開始姿勢とした。両上肢は胸の前で組ませた。計測が終了するまで、前方 170cm、高さ 160cm のマークを見るよう指示した。検査者の合図で、立ち上がって立位を 30 秒間保持させた。測定時、対象者の横に検査者が立ち、転倒に配慮した。図 1 に、測定時の様子を示す。



図 1 測定時の様子

### 3.2 記録と解析区間

重心動揺計で COP の座標値 (左右方向 : COP(x)、前後方向 : COP(y)) および荷重量を記録した。記録は、対象者が立ち上がり動作前からの 30 秒間とした。測定は 1 回行い、サンプリング周波数は 100 Hz とした。

解析には、AB 区間と CD 区間のデータを用いた。AB 区間は、対象者の殿部が座面から離床した時点 (A 時点) から、立ち上がりが完了した時点 (B 時点) までの区間とした。A 時点は、記録した荷重量が対象者の体重の 100% に達した時点とした。また、B 時点は、対象者が自己申告した時点とした。CD 区間は立位保持中の区間で、記録開始後 10 秒から 15 秒までの 5 秒間とした。

### 3.3 解析方法

以下の計算は、統計解析ソフトウェア R (The R foundation for Statistical Computing, version 3.5.2) で行った。

式 (1) を用いて、AB 区間の身長比重心動揺幅 (COP(p) wide) を算出した。COP(p)wide は、左右方向身長比重心動揺幅 (COP(x)wide) と、前後方向身長比重心動揺幅 (COP(y)wide) の 2 項目ある。CD 区間についても、同様に算出した。

$$COP(p)wide = |COP(p)max - COP(p)min| / 身長 \dots (1)$$

- $COP(p)wide$  : COP(p) の身長比重心動揺幅
- $COP(p)$  : COP(x)、COP(y)
- $COP(p)max$  : COP(p) の最大値
- $COP(p)min$  : COP(p) の最小値

### 4 結果

#### 4.1 結果1 AB区間とCD区間における身長比重心動揺幅の基本統計量

表1に、身長比重心動揺幅の基本統計量を示す。CD区間の前後方向における身長比重心動揺幅は、正規分布に従うデータではなかった。

身長比重心動揺幅の左右方向について、AB区間の値はCD区間の値のおよそ3.6倍であった。前後方向について、AB区間の値はCD区間の値のおよそ5.1倍であった。

表1 身長比重心動揺幅の基本統計量

	身長比重心動揺幅			
	AB区間		CD区間	
	左右方向	前後方向	左右方向	前後方向
最大値	0.052	0.057	0.012	0.021
第3四分位数	0.032	0.047	0.008	0.008
中央値	0.025	0.036	0.007	0.007
第1四分位数	0.018	0.034	0.005	0.006
最小値	0.011	0.017	0.003	0.005
平均値	0.027	0.038	0.007	0.008
標準偏差	0.012	0.010	0.002	0.004
正規性*	有り	有り	有り	無し

AB区間：対象者の臀部が座面から離床した時点（A時点）から、立ち上がりが完了したと対象者が自己申告した時点（B時点）までの区間。

CD区間：立位保持中の区間（記録開始後10秒から15秒までの5秒間）。

\*：p<.05

#### 4.2 結果2 AB区間とCD区間での身長比重心動揺幅の大小比較

対象者ごとに、AB区間とCD区間での身長比重心動揺幅の大小を比較した。その内訳を表2に示す。すべての対象者は、左右方向および前後方向ともに、AB区間の方が、CD区間よりも大きかった。

表2 AB区間とCD区間での身長比重心動揺幅の大小比較

左右方向		前後方向	
AB区間が大(人)	CD区間为大(人)	AB区間为大(人)	CD区間为大(人)
19	0	19	0

AB区間：対象者の臀部が座面から離床した時点（A時点）から、立ち上がりが完了したと対象者が自己申告した時点（B時点）までの区間。

CD区間：立位保持中の区間（記録開始後10秒から15秒までの5秒間）。

#### 4.3 結果3 身長比重心動揺幅のAB区間とCD区間との差

図2に、身長比重心動揺幅の箱ひげ図を示す。身長比重心動揺幅は、左右方向、前後方向とも、AB区間がCD区間より、有意に大きかった。

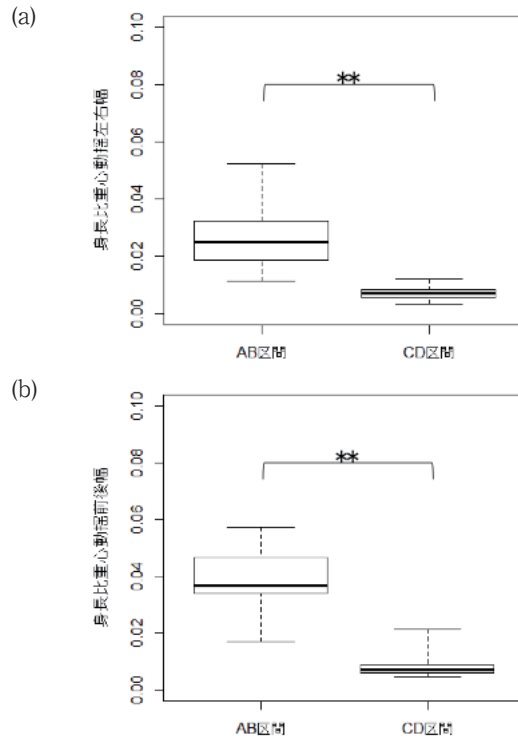


図2 身長比重心動揺幅の箱ひげ図

(a)：左右方向身長比重心動揺幅

(b)：前後方向身長比重心動揺幅

AB区間：対象者の臀部が座面から離床した時点（A時点）から、立ち上がりが完了したと対象者が自己申告した時点（B時点）までの区間。

CD区間：立位保持中の区間（記録開始後10秒から15秒までの5秒間）。

\*\*：p < .01

#### 4.4 結果4 身長比重心動揺幅におけるAB区間とCD区間との関係

図3に、身長比重心動揺幅のAB区間とCD区間との関係を示す。身長比重心動揺幅は、左右方向、前後方向ともに、AB区間とCD区間とは無相関であった。

#### 4.5 結果5 身長比重心動揺幅におけるAB区間のCD区間に対する相対値四分位範囲比

身長比重心動揺幅におけるAB区間のCD区間に対する相対値四分位範囲の比は、左右方向では1.22、前後方向では1.04であった。

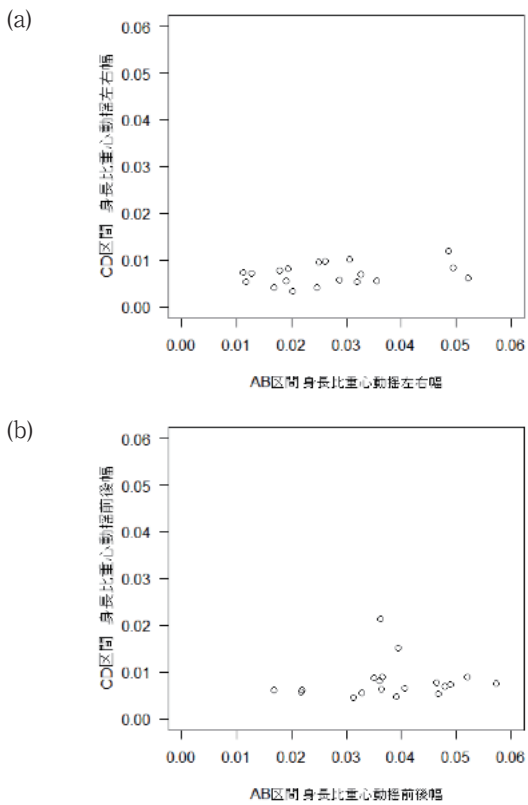


図3 身長比重心動揺幅におけるAB区間とCD区間との関係

(a) : 左右方向身長比重心動揺幅

(b) : 前後方向身長比重心動揺幅

AB区間: 対象者の殿部が座面から離床した時点(A時点)から、立ち上がりが完了したと対象者が自己申告した時点(B時点)までの区間。

CD区間: 立位保持中の区間(記録開始後10秒から15秒までの5秒間)。

## 5 考察

座面高は立ち上がりの容易性に影響する<sup>9)</sup>ことから、本研究では座面高を調整することでその影響を除外し、AB区間と、立ち上がり完了後のCD区間における重心動揺に着目して研究を実施した。

研究対象としたAB区間は、端坐位姿勢から立位となる間の区間ではなく、殿部離床から立位となるまでの区間を用いた。椅子からの立ち上がりは、基底面の視点からは、端坐位姿勢から殿部離床直前までと、殿部離床直後から立位までとに区別される。後者の基底面は、立位姿勢と同じ両足部で囲まれる基底面となる。立位と同じ基底面となる立ち上がり動作のみを対象とすることで、立ち上がり重心動揺と立位重心動揺の比較を実現した。これは、立ち上がりから立位までの一連の動作から解析することにも役立った。

重心動揺の程度を示す指標の一つに、重心動揺面積や重心動揺軌跡長がある<sup>11)</sup>。重心動揺面積は、1つの値によって説明されるが、この中に左右方向と前後方向の重心動

揺の幅の概念は含まれていない。したがって、左右と前後の動揺の差を推測することは困難である。重心動揺軌跡長は、姿勢動作の継続時間に依存し、さらに、立ち上がり時間は、動作実施者が立位完成と判断する時点と外見から立位完成と判断する時点とが異なり、本研究における指標には適さないと考えた。

本研究で、対象者全員、重心動揺幅において、AB区間の方がCD区間よりも、左右方向と前後方向ともに高値であり、その差は有意であった。これは、静的バランス動作である立位よりも、動的バランス動作である立ち上がりの方が、バランス能力が要求されるという一般的な理解を、定量的に示したものとなった。身長比重心動揺幅の左右方向について、AB区間はCD区間のおよそ3.6倍であった。前後方向について、AB区間はCD区間のおよそ5.1倍であった。重心動揺幅の前後方向の方が左右方向よりも、立位時に比較して立ち上がり時に大きくなるのは、立ち上がり動作が、下肢・体幹の屈曲伸展運動を伴い、矢状面での重心移動が必要な動作であることが影響していると考えられた。

身長比重心動揺幅におけるAB区間とCD区間との関係は、左右方向と前後方向ともに、有意な相関は認められなかった。このことから、立位から立ち上がりの、また、立ち上がりから立位の重心動揺幅を予測することは困難であることが示された。これは、椅子からの立ち上がりが困難だが立ってしまえば立位保持は可能となるという臨床像の説明の一つになると考えられた。

身長比重心動揺幅におけるAB区間のCD区間に対する相対値四分位範囲比は、左右方向では1.22、前後方向では1.04であった。この結果は、立位区間を基準とする立ち上がり区間における左右方向重心動揺幅のバラツキは、前後方向のそれよりも大きいことを示す。すなわち、左右への重心動揺幅は、前後方向の重心動揺幅よりも個人差が大きくなることが明らかとなった。これは、一側下肢への重心移動が対象者によって量的に異なることが影響すると考えられた。

椅子からの立ち上がり動作には、下肢筋力が関係する<sup>8)</sup>が、本研究の対象者は、日常生活の移動は独歩で、椅子からの立ち上がりは両手を使用せず、かつ、体幹左右傾斜なく可能であった。これより、本研究では、下肢伸筋群の筋力は評価対象外とした。

本研究より、椅子からの立ち上がり練習では、次にあげる視点が必要であると考えられた。すなわち、AB区間は、CD区間よりも重心動揺の程度が大きくなること、また、左右方向の重心動揺の方が前後方向の重心動揺よりも個人差が大きくなり、一側下肢への重心移動の程度についての対象者ごとの状況把握が必要だろう、という視点である。これらの視点を踏まえ、AB区間における左右方向および前後方向の重心移動練習は、立ち上がり動作困難な対象者の立ち上がり動作バランス能力を強化でき

る可能性が示唆された。

### まとめ

本研究は、立ち上がり動作中の AB 区間と CD 区間における重心動揺幅の特徴を明らかにすることを目的とした。女性 19 名（年齢範囲：67 歳～89 歳）を対象者とした。椅子から立ち上がって立位となる一連の動作の COP を測定し、AB 区間と CD 区間との左右方向および前後方向の身長比重心動揺幅を算出した。すべての対象者において、左右前後方向ともに、AB 区間の方が CD 区間よりも、身長比重心動揺幅が大きく、その差は有意であった。AB 区間と CD 区間との身長比重心動揺幅は無相関であった。AB 区間の CD 区間に対する身長比重心動揺幅のバラツキは、左右方向の方が前後方向に比べて大きかった。AB 区間における左右方向および前後方向の重心移動練習は、立ち上がり動作困難な対象者の立ち上がり動作バランス能力を強化できる可能性が示唆された。

### 謝辞

本研究にご協力いただきました皆様に感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 濱地望, 山口寿, 金子秀雄, ほか: 地域在住高齢者における生活空間と運動機能との関連. 理学療法科学, 34:485-489, 2019.
- 2) 奈良勲, 内山靖: 姿勢調節障害の理学療法. 医歯薬出版株式会社, 東京, p.24, 2014.
- 3) 潮見泰藏, 下田信明: リハビリテーション基礎評価学. 羊土社, 東京, p.238, 2014.
- 4) 中村隆一, 齋藤宏: 基礎運動学. 医歯薬出版株式会社, 東京, pp.366-367, 2018.
- 5) 沼田純希, 黒後裕彦: 靴製甲部の固定が地域在住高齢者のバランス能力に与える影響. 理学療法科学, 34:399-403, 2019.
- 6) 松浦晃宏, 富村浩太, 荻田哲也, ほか: 動的姿勢制御に対する時間帯の影響. 理学療法科学, 34:79-82, 2019.
- 7) 楠本泰士, 松田雅弘, 高木健志, ほか: 青年期軽度発達障害児における静的・動的バランスの特徴. 日本保健科学学会誌, 21:82-88, 2018.
- 8) 星文彦, 山中雅智, 高橋光彦, ほか: 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, 19:43-48, 1992.
- 9) 佐藤栄治: 座面高と座面角が立ち上がり動作の筋活動に与える影響. 看護理工学会誌, 6:2-11, 2019.
- 10) 下田隼人, 佐藤春彦, 鈴木良和: 身体重心の左右変動に基づく歩行の動的安定性評価. 理学療法科学, 23:55-60, 2008
- 11) 時田喬: 重心動揺検査 その実際と解釈. アニマ株式会社, 東京, pp.10-11, 2004.