



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高齢者の椅子からの立ち上がり動作パターンと重心動揺
Author(s)	星, 文彦; 山中, 雅智; 高橋, 正明 他
Citation	北海道大学医療技術短期大学部紀要, 8, 81-87
Issue Date	1995-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37596
Type	departmental bulletin paper
File Information	8_81-88.pdf



原 著

高齢者の椅子からの立ち上がり動作パターンと重心動揺

星 文彦・山中 雅智・高橋 正明・真木 誠*

The Sit-to-Stand Motion Pattern and Posturography in Elderly People

Fumihiko Hoshi, Masanori Yamanaka,
Masaaki Takahashi and Makoto Maki*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the sit-to-stand pattern and the standing balance function of elderly people with VTR recording and posturography. One hundred and twenty one healthy elderly people (56 males and 65 females) over 65 years of age participated to the study as subjects. The sit-to-stand motion pattern was analyzed by dividing it into three phases.

The results were as follows,

- 1) The peak angle of trunk forward tilting in phase 1 of the sit-to-stand motion was approximately 33 degree. This value seemed to correspond with those of 1-to-2- year-old children.
- 2) The mean durations of phase 1, 2 and 3 relative to total motion time were 32%, 12% and 56% respectively. This duration pattern similars to that of 3-year-old children.
- 3) The spontaneous sway in standing of females was significantly lesser than that of males with either eyes open or closed. The coefficient of variation on trunk sway of the elderly over 80 yeas of age was greater than those of the under 70 years.
- 4) Any specific relations were not observed between sit-to-stand motion pattern and sway of center of gravity in standing balance.

These results suggested two changes might occur with aging. One was the adaptive change of the sit-to-stand motion pattern to easy and another was the deterioration of the spontaneous sway in standing.

Because the females demonstrated better postural sway than the males in same ages, the morphological differences between them need to be taken into consideration.

北海道大学医療技術短期大学部理学療法学科

* 北海道大学医療技術短期大学部作業療法学科

Department of Physical Therapy, College of Medical Technology, Hokkaido University.

* Department of Occupational Therapy, College of Medical Technology, Hokkaido University.

要 旨

健康老人を対象に、立ち上がり動作パターンの推移と立位バランス機能について調査を行った。対象は、65歳以上の健常老人121名、男性56名、女性65名である。調査対象は、女性が男性に比べ身長が低く、体重は少ないが、肥満度は女性の方が高かった。椅子からの立ち上がり動作は3相に区分した。第1相の体幹最大前傾角度は男女間及び各年齢群において相違が見られず約33度で一定傾向を示し、1歳から2歳児の動作に対応していた。各3相の全動作時間に占める相対的比率は、第1相が32%、第2相が12%、第3相が56%で、3歳児のパターンに類似していた。立位重心動揺は、開眼閉眼ともに女性が男性に比べ明らかに少なかった。また、閉眼・開眼の条件の違いにおいては、開眼の方が閉眼に比べ明らかに重心動揺が少なかった。また男女とも70歳代以下に比べ80歳以上の動揺値の標準偏差が大きかった。椅子からの立ち上がり動作の分析と重心動揺の関連については、特徴的な所見は認められなかったが、それぞれに加齢に伴う変化として容易な動作パターンでの適応と重心動揺値のバラツキの増加が伺われた。また重心動揺値は男性より女性が安定していることから、動揺の要因として形態学的相違も考慮することが必要と思われた。

1. はじめに

高齢者の立位機能に関する研究は、高齢者の転倒要因の究明などに関連し立位バランス能力や日常生活能力の観点から多くの報告がなされている^{1, 2)}。しかしながら、日常生活動作の中で、最も基本的な動作の一つである椅子から立ち上がるという動作課題についての老齢化に伴う特性を運動学的視点から明らかにしようとする報告は少ない³⁾。また、立位バランス能力の主要な指標である立位重心動揺に関する高齢者のデータベースは十分な報告がなされていると

は言えない^{4, 5)}。著者は、椅子からの立ち上がり動作パターンについて、小児を対象に調査を行いその発達過程を明らかにした^{6, 7)}。今回は、その結果を踏まえ健康な高齢者を対象に、立ち上がり動作パターンと立位バランス能力の加齢に伴う運動学的特性を明らかにすることを目的に調査を行った。

2. 方 法

(1) 対 象

対象は、65歳以上の健常老人121名、男性56名、女性65名である(表1)。年齢群は、69歳以下・70歳代・80歳以上の3群に区分した。対象は、日常生活に支障なく、運動障害をきたす脳卒中、パーキンソン病、関節症、外傷のような各種疾患の既往歴のないものである。また、対象は、Functional Lower Extremity Strength : Step Test⁸⁾を改良した機能的下肢筋力テストで40cmの台をバランスを崩すことなく昇降可能で筋力には問題はなかった。なお、対象は札幌市内の老人福祉センターに通所し活動している者であるため、対象年齢が65歳以上と限定された。

対象の体格を標準化するために、肥満度(%)を算出した。

肥満度は

$$(\text{実際体重} - \text{標準体重}) / \text{標準体重} \times 100$$

から求め、標準体重は

$$\text{Brocaの桂変法} : (\text{身長} - 100) \times 0.9$$

を用いた⁹⁾。

(2) 椅子からの立ち上がり動作の記録と解析

椅子からの立ち上がり動作の規定は、①動作開始時に大腿部と下腿部がほぼ90度にあること。②動作開始時体幹がほぼ垂直にあること。③動作中は手を大腿部や椅子で支持しないこと。④動作終了時全身がほぼ垂直位にあることである。椅子は、市販の高さ可変式の事務椅子を改良し、背もたれや椅子の回転を固定し安定性を高めた

ものを用いた。

動作スピードは、特に規定せず動作開始の合図により自然起立を行わせた。動作回数は5回から6回実施し、全動作を家庭用VTRカメラ（パナソニックNV-LC1）に収録した。角度、距離の基準尺度として、1mの直角バーを被験者の後方に設置し同時に収録した。

動作の解析は、椅子からの立ち上がり動作を1) 体幹前方傾斜局面、2) 体幹前傾・殿部上昇（膝伸展・股屈曲）局面、3) 膝伸展・股伸展・体幹伸展局面の3相に区分し^{3, 10)}、各相の動作時間分析を行った。解析対象動作は、収録動作を繰り返し再生し、最も安定している動作を選択した。動作時間分析は、1/100秒単位のビデオタイマー（VTG-33）を収録VTRテープにスーパーインボーズし、繰り返しスロー、コマ送り再生を行い、3つの運動相の絶対時間と相対時間を計測した。第1相の体幹最大前傾角度の計測は、VTRを停止させディスプレイ上でゴニオメータ（FREDSMMONS, INC）で実測した。

(3) 立位バランスの計測と解析

立位バランスの計測は、重心動揺解析システム（G-550, アニマ社）を用い、開眼及び閉眼静止立位の重心動揺を計測した。計測方法は、被験者に重心動揺計測について十分説明をした後、検出台上に両踵を付けた自然立位をさせ30秒間計測した。開眼計測は、前方2m目の高さに設定した直径2cm程度の目標を注視させた。重心動揺解析¹¹⁾では、総軌跡長、単位軌跡長、矩形面積、実効値面積を解析対象とした。なお、総軌跡長は、重心動揺の大きさを表す指標の一つで、計測時間内の重心点の移動した全長であり、動揺軌跡長とも言う。単位軌跡長は、計測時間内の重心の移動速度の平均値で、平均動揺速度とも言う。矩形面積は、各軸の動揺の最大幅で囲まれる長方形の面積で、長方形面積とも言う。実効値面積は、二乗平均の平方根を半径とする面積である。

統計処理については、Windows統計ソフト「エクセル統計」を使用し、相関及び平均値の

表1：調査対象

性別	年齢群	対象数	平均年齢 (SD)	平均身長(cm) (SD)	平均体重(kg) (SD)	平均肥満度(%) (SD)
男性	～ 69	15	65.9 (2.19)	163.2 (5.60)	62.7 (6.09)	10.7 (12.22)
	70 ～ 79	32	74.6 (2.54)	159.2 (5.81)	60.9 (6.74)	15.1 (14.44)
	80 ～	9	83.2 (3.55)	157.7 (3.60)	59.8 (5.87)	15.5 (12.14)
合 計・平 均		56	73.6 (6.20)	160.0 (5.81)	61.2 (6.51)	14.0 (13.67)
女性	～ 69	30	65.8 (2.40)	149.8 (6.18)	54.2 (8.98)	21.7 (17.31)
	70 ～ 79	25	73.6 (2.28)	146.2 (4.37)	51.2 (7.55)	23.9 (19.81)
	80 ～	10	83.5 (3.23)	144.2 (5.72)	45.1 (7.88)	55.3 (28.88)
合 計・平 均		65	71.5 (6.70)	147.5 (5.90)	51.6 (8.87)	21.3 (18.43)
総 合		121	72.5 (6.58)	153.3 (8.55)	56.1 (9.19)	17.9 (16.8)

身長差：男女間に有意差； $p<0.001$
肥満度：男女間に有意差； $p<0.05$

体重差：男女間に有意差； $p<0.001$

表 2：立ち上がり動作分析

性別	年齢群	体幹最大傾斜角度	絶対時間分析 (秒)			相対時間分析 (%)		
			第 1 相	第 2 相	第 3 相	第 1 相	第 2 相	第 3 相
男性	～ 69	33.1 (3.51)	0.55 (0.10)	0.19 (0.05)	0.94 (0.16)	32.8 (4.98)	11.3 (2.67)	55.9 (4.58)
	70 ～ 79	32.1 (4.00)	0.50 (0.18)	0.19 (0.05)	0.88 (0.14)	32.0 (3.37)	11.9 (2.97)	56.1 (3.25)
	80 ～	33.1 (4.47)	0.54 (0.14)	0.16 (0.04)	0.81 (0.11)	35.3 (5.54)	10.5 (1.99)	53.7 (6.89)
平	均	32.5 (4.00)	0.52 (0.10)	0.18 (0.05)	0.89 (0.15)	32.8 (4.40)	11.5 (2.80)	55.6 (5.18)
女性	～ 69	33.4 (4.47)	0.53 (0.11)	0.18 (0.06)	0.93 (0.12)	32.3 (4.31)	11.0 (3.08)	56.6 (4.66)
	70 ～ 79	33.6 (3.19)	0.57 (0.11)	0.23 (0.07)	0.97 (0.17)	32.0 (4.89)	12.8 (3.46)	54.75 (5.20)
	80 ～	33.1 (6.11)	0.55 (0.13)	0.20 (0.07)	0.91 (0.13)	32.9 (5.50)	12.4 (4.84)	54.73 (6.01)
平	均	33.4 (4.35)	0.55 (0.11)	0.20 (0.07)	0.94 (0.14)	32.3 (4.75)	11.9 (3.64)	55.6 (5.18)

注；平均値と（ ）内標準偏差

体幹最大傾斜角度は第 1 相での体幹前傾最大角度，絶対時間分析は動作分析実測時間，相対分析は全動作時間に対する各相の占める比率 (%)

差の検定 (t 検定) にて処理した。

3. 結 果

(1) 調査対象について

調査対象は，男性及び女性の各年齢群における身体状況の相違は見られなかった。しかし，男女間においては有意差が認められ，女性が男性に比べ身長が低く，体重は少ないが，肥満度は女性の方が高かった (表 1)。

(2) 椅子からの立ち上がり動作パターンについて

椅子からの立ち上がり動作の動作分析における，第 1 相の体幹最大前傾角度は男女間及び各年齢群において相違が見られず約 33 度で一定傾向を示した (表 2)。各運動相の動作時間分析においては，絶対時間及び相対時間ともに男女間，年齢群に違いが認められなかった (表 2)。各 3 相間の全動作時間に占める相対的時間比率は，おおよそ第 1 相が 32%，第 2 相が 12%，第 3 相が 56% であった。

(3) 立位バランスについて

静止立位における重心動揺は，総軌跡長と単位軌跡長に関しては開眼閉眼ともに男女間に有

表 3：重心動揺計測 (平均値，開眼・閉眼，男女間)

男 女	開 眼		閉 眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cmf) (SD)	実効値面積 (cmf) (SD)
男	50.4 (24.48)	1.68 (0.82)	6.7 (4.14)	1.9 (1.16)
女	41.5 (17.00)	1.38 (0.57)	6.5 (9.31)	1.8 (2.09)
男 女	閉 眼		開 眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cmf) (SD)	実効値面積 (cmf) (SD)
男	70.3 (31.97)	2.4 (1.07)	8.7 (6.11)	2.1 (1.54)
女	57.5 (23.20)	1.9 (0.78)	9.3 (11.18)	2.2 (2.59)

総軌跡長：

開眼，閉眼において男女に有意差あり； $p < 0.05$

単位軌跡長：

開眼，閉眼において男女に有意差あり； $p < 0.05$

表4：重心動揺計測（平均値，開眼・閉眼，男性）

年 齢 群	開		眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cm ²) (SD)	実効値面積 (cm ²) (SD)
～ 69	46.7 (17.12)	1.6 (0.57)	5.6 (2.88)	1.6 (0.87)
70 ～ 79	46.5 (15.30)	1.6 (0.51)	6.5 (3.50)	1.8 (1.16)
80 ～	70.7 (43.79)	2.4 (1.46)	9.4 (6.32)	2.4 (1.34)
平 均	50.4 (24.48)	1.68 (0.82)	6.7 (4.14)	1.9 (1.16)

年 齢 群	開		眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cm ²) (SD)	実効値面積 (cm ²) (SD)
～ 69	72.1 (23.32)	2.4 (0.78)	8.6 (4.04)	2.1 (0.93)
70 ～ 79	66.83 (24.44)	2.2 (0.81)	8.7 (6.96)	2.1 (1.84)
80 ～	79.86 (56.48)	2.7 (1.88)	9.2 (5.72)	2.1 (1.09)
平 均	70.3 (31.97)	2.4 (1.07)	8.7 (6.11)	2.1 (1.54)

総軌跡長：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.001$ 単位軌跡長：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.001$ 矩形面積：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.05$

意差が認められ、女性が男性に比べ重心動揺が少なかった（表3）。各年齢群においては、男女ともに有意な相違は認められなかったが、男女とも80歳以上の年齢群で標準偏差の値が大きい傾向を示した。閉眼・開眼の条件の違いについては明らかな相違が認められ、開眼の方が閉眼に比べ重心動揺が少なかった（表4，5）。また、開眼閉眼の総軌跡長の関係は、 $r=0.837$ と高い相関性が認められた。

4. 考 察

(1) 椅子からの立ち上がり動作パターンについて

椅子からの立ち上がり動作の動作分析において、動作区分第1相での体幹最大前傾角度は年齢群及び男女の違いによる相違は認められず、

表5：重心動揺計測（平均値，開眼・閉眼，女性）

年 齢 群	開		眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cm ²) (SD)	実効値面積 (cm ²) (SD)
～ 69	38.9 (10.50)	1.3 (0.35)	5.3 (2.52)	1.5 (0.79)
70 ～ 79	39.1 (13.94)	1.3 (0.46)	4.8 (2.18)	1.4 (0.69)
80 ～	55.4 (28.88)	1.9 (0.96)	14.4 (21.38)	3.5 (4.66)
平 均	41.5 (17.00)	1.38 (0.57)	6.5 (9.31)	1.8 (2.09)

年 齢 群	開		眼	
	総軌跡長 (cm) (SD)	単位軌跡長 (cm/秒) (SD)	矩形面積 (cm ²) (SD)	実効値面積 (cm ²) (SD)
～ 69	55.0 (18.92)	1.8 (0.63)	7.7 (3.78)	1.8 (0.85)
70 ～ 79	56.9 (17.45)	1.9 (0.59)	7.8 (3.97)	1.9 (1.01)
80 ～	66.5 (39.52)	2.2 (1.32)	17.7 (25.42)	4.2 (5.85)
平 均	57.5 (23.20)	1.9 (0.78)	9.3 (11.18)	2.2 (2.59)

総軌跡長：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.001$ 単位軌跡長：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.001$ 矩形面積：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.001$ 実効値面積：開－閉眼間に有意差あり； $p<0.05$

男性で平均32.5度，女性で33.4度であった。健常な小児を対象とした立ち上がり動作の分析における体幹最大前傾角度の発達の推移と比較すると1歳から2歳児の動作に対応すると思われた^{6, 7)}。

一方動作時間分析においては、第1相・第2相・第3相の絶対時間及び全動作時間に対する相対比率ともに年齢群及び男女間には有意な差が認められなかった。各相の全動作時間に対する相対比率は、全対象の平均では第1相32%，第2相12%，第3相56%であった。この比率は、健常な小児を対象した動作分析と比較すると3歳児の比率に対応すると思われた^{6, 7)}。平均年齢26.4歳を対象とした同様の分析では第1相20%，第2相15%，第3相65%¹⁰⁾，平均年齢69歳対象では、第1相27%，第2相9%，第3相60

%⁷⁾という報告がある。著者は健常小児1歳から4歳を対象とした立ち上がり動作パターンの発達過程の特徴は、第1相に見られる体幹の前方傾斜角度は発達に伴い減少し、各運動相の比率は第1相が減少し第3相が増加することと3歳から4歳以降になると一定傾向を示すことを報告した^{6, 7)}。小児の課題動作の発達過程は、その課題に対して動作パターンの容易なものから難しいものへと獲得して行き、動作パターンの多様化がなされる。本調査の対象は平均年齢72.5歳であったが、先行研究と対比すると、第1相の体幹の前方傾斜角度の増加と第1相の比率の増加、第3相の比率の減少の傾向があり、加齢に伴う変化として、より容易な動作パターンを用い課題遂行に適応しようとする適応行動を伺わせるものと考えられる。

(2) 立位重心動揺について

重心動揺については、総軌跡長、単位軌跡長、矩形面積、実効値面積について検討した。男女差については、総軌跡長、単位軌跡長に開眼・閉眼共に有意な差が認められ、女性が安定性が高いという結果であった。男女間の身体特性における差は、女性が体重が重く身長が低いため、形態学的因子の影響が強いと思われる¹⁰⁾。

開眼・閉眼の差については、男女とも、総軌跡長、単位軌跡長、矩形面積で有意な差が認められ、閉眼立位の重心動揺性が高かった。また、開眼・閉眼間の総軌跡長の相関性は $r=0.837$ と高かった。これらのことから、高齢者においても視覚情報が立位バランスに重要な役割を果たしていると共に、他の種々の感覚情報を総合的に処理する機能も保持していることが伺われた。

年齢群間の差については、各測定項目の平均値には男女ともに有意差は認められなかったが、80歳以上の群では標準偏差が大きく個人のバラツキが増す傾向が認められた。高齢者の重心動揺値の変化としてバラツキの増加が指摘されて

いるが^{5, 10)}、本調査においても個人のバラツキが高いことが示唆された。また本調査の対象は、40cm台に安定して昇降可能な筋力を備えていたおり、さらに80歳以上の対象数が少なかったことを考慮すると、重心動揺などの立位バランス機能への影響因子として個人の生活環境や活動経験など身体機能以外の因子についても考慮する事が必要と思われた。

重心動揺計測項目間の相違については、実効値面積に男女及び開眼・閉眼の差が認められなかった。これは各対象において中心からの動揺距離にバラツキがなく、動揺事態は安定していることが伺われた。

椅子からの立ち上がり動作の分析と重心動揺の関連については、特徴的な所見は認められなかったが、それぞれの加齢に伴う特徴的变化としてより容易な動作パターンを用いた適応行動と重心動揺値の増加傾向、個人的バラツキの増加が示唆された。

謝 辞

本調査を実施するに当たり、対象及び場所等についてご協力頂いた札幌市衛生局健康増進課盛雅彦氏、中央・白石・北・西の各老人福祉センター館長の児玉功氏、友田欣也氏、秋山胤夫氏、谷口芳一氏に深謝致します。

なお、この調査は、一部平成6年度北海道大学医療技術短期大学部研究助成金によるものである。

文 献

- 1) Maki B. E., Holliday P. J., et al.: Fear of Falling and Postural Performance in the Elderly, *J. Gerontology*, 46: M123-131, 1991.
- 2) Topper A. K., Maki B. E., et al.: Are Activity-Based Assessments of Balance and Gait in the Elderly Predictive of Risk of Falling and/or Type of Fall?, *J. Am.*

- Geriatr. Soc. 41 : 479-487, 1993.
- 3) Millington P. J., Myklebust B. M. and Shambes G. M. : Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons, Arch. Phys. Med. Rehabil. 73 : 609-617, 1992.
 - 4) Balogun J. A., Akindele K. A., et al. : Age-related changes in balance performance, Disability and Rehabilitation, 16 : 58-62, 1994.
 - 5) 内山 靖, 山田美加子, 他 : 健康高齢者および平衡障害患者の姿勢調整機能, 理学療法学, 21 (Supplement) : 86, 1994.
 - 6) 星 文彦 : 椅子からの立ち上がり動作パターンの発達過程について - 1歳から4歳児を対象に -, 北海道大学医療技術短期大学部紀要, 7 : 33-45, 1994.
 - 7) 星 文彦 : 立ち上がり動作パターンの発達過程, 北海道リハビリテーション学会雑誌, 23 : 51-58, 1995.
 - 8) Amundsen L. R. : Muscle Strength Testing - Instrumented and Non-Instrumented System, Churchill Livingstone, 1990.
 - 9) 北川 薫 : 肥満の測定・評価, 理学療法, 10 : 419-426, 1993.
 - 10) Nuzik S., Lamb R. and Sant R. L. et al : Sit-to-stand movement pattern. - A kinematic study -, Phys. Ther. 66 : 1708-1713, 1996.
 - 11) 内山 靖 : 理学療法機器. 14. 重心動揺計, 理学療法, 11(6) : 459-466, 1994.
 - 12) 柳沢千香子, 山田義憲, 他 : 重心動揺計における静止立位時の足位の検討 - 身体計測値との関係 -, 理学療法学, 20(Supplement) : 372, 1993.
 - 13) 吉田晴朗, 武藤真弓, 他 : 健常者の重心動揺, 理学療法学, 20(Supplement) : 374, 1993.