

# 高齢者の動的バランス機能と他の体力要因との関係

代 俊・松尾 千秋

(2009年10月6日受理)

## The Relationship between Dynamic Balance Function and Other Physical Factors for Elderly People

Jun Dai and Chiaki Matsuo

**Abstract:** The purpose of this study is to examine which physical factors have the deep relationship with the dynamic balance function for elderly people. The subjects of this study were 50 healthy elderly people (24 males, 26 females, and the average age was 71.2 ± 5.5 years old). Measurements were Functional Reach Test (FRT) which is the index of dynamic balance function, one foot standing with eyes open, closed which are the indexes of static balance function, grip strength and the 30-sec chair stand test (CS-30 test) which are the indexes of muscular strength, chair sit-and-reach test which is the index of suppleness, stick reaction which is the index of agility, 10 m maximum walking speed and timed up and go test (TUGT) which are the indexes of walking ability. As a result, the significant correlativity between FRT and CS-30 test, one foot standing with eyes open and closed, TUGT, 10m maximum walking speed were showed. Especially, it showed high correlativity between FRT and 10 m maximum walking speed, TUGT, CS-30 test, which suggests muscular strength of lower limbs and walking ability were important as factors to affect dynamic balance function.

Key words: elderly people, dynamic balance function, physical

キーワード：高齢者，動的バランス機能，体力

## 1. 目的

高齢になると、若い頃には気にもとめなかった簡単な生活行為がそれほど容易ではなくなり、非常に不便を感じる事がしばしばある。これは、加齢に伴う体力の低下が要因となっている。体力は大きく、全身持久力、筋力と筋持久力、柔軟性、身体組成、バランスの5つの要素に分類でき(竹島・ロジャース, 2006)、加齢に伴ってこれらの体力要素は低下することが明らかとなった(Patricia and Deborah, 2005; 横井, 2005; 竹島・ロジャース, 2006; 木村, 2000)。一方、加齢変化の様相は体力要素によって異なる。図1は、体力の加齢変化を示す。体力のピークを示すのは20歳前後であり、高齢期での体力はいずれも青年期、壮年期を通じて見られる変化をそのまま延長するかたちで低下

している。特に、バランス機能(平衡性)について着目すると、60歳代前半にすでにピーク時の20%に低下し、80歳代では5~6%を維持しているに過ぎない。さらに、男女とも加齢とともにバランス機能が他の体力要素に比べて、著しく低下している。

バランス機能の低下は高齢者の転倒を引き起こす主要な原因として挙げられている(藤田, 1995; 岸本ほか, 1998)。バランス機能を大別すると、支持基底面内の保持能力である静的バランス機能と、支持基底面が移動した状態における保持能力である動的バランス機能に分けられる(猪飼, 2006)。高齢者では外乱刺激に対する身体反応が低下し、動的バランス機能が劣っており、転倒のリスクが高いことが示唆された(猪飼, 2002)。また、転倒は動作の遂行時に発生することが多いため、高齢者の転倒には特に動的バランス機能の

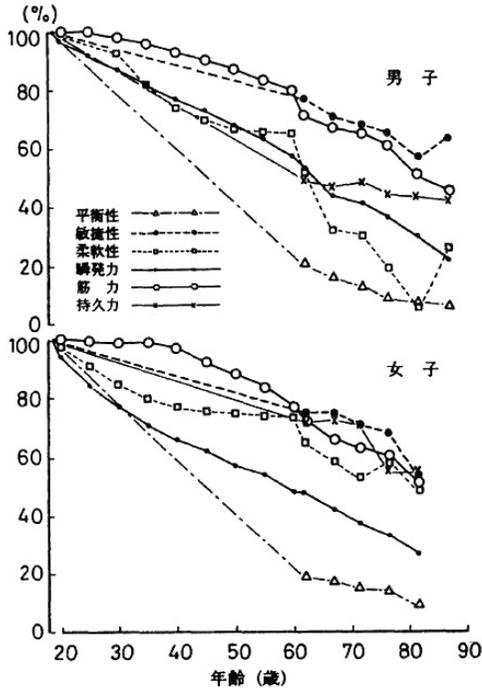


図1 体力の加齢変化 (木村, 2000より)

低下が大きく関連しているといえる。そのため、高齢者の転倒を予防するためには、動的バランス機能を向上させるような運動介入が必要であると考えられる。

そこで本研究では、高齢者の動的バランス機能はどの体力要因との間に関係が深いかについて検討することを目的とした。それによって、高齢者の動的バランス機能の向上のための知見を得るとするものである。

## 2. 方法

### 2.1. 被検者

被検者は、日常生活に特別な支障をきたすことのない健康な高齢者50名 (男性24名, 女性26名, 平均年齢71.2±5.5歳)であった。被検者の属性を表1に示した。

表1 被検者の属性

項目 (単位)	男性 (n = 24)		女性 (n = 26)		全体 (n = 50)	
	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
年齢 (歳)	65-87	73.0 ± 6.8	65-76	69.5 ± 3.5	65-87	71.2 ± 5.5
身長 (cm)	150.0-171.4	163.3 ± 5.7	143.0-158.0	151.1 ± 3.7	143.0-171.4	151.7 ± 10.2
体重 (kg)	48.7-86.5	63.7 ± 9.1	39.8-65.0	53.7 ± 7.3	38.5-63.5	50.8 ± 9.3

測定前に本研究の目的及び実験内容を詳しく説明し、各被検者から十分な同意が得られたのちに測定を行なった。

### 2.2. 測定項目及び測定方法

高齢者の動的バランス機能はどの運動機能と関係が深いかを検討するために、表2に示した9つの測定項目を採用することにした。すなわち、動的バランス機能の指標であるFunctional Reach Test (FRT)、静的バランス機能の指標である開眼片足立ち時間と閉眼片足立ち時間、筋力の指標である握力と30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト)、柔軟性の指標である椅座位体前屈、敏捷性の指標である棒反応、及び歩行機能の指標である10m最大歩行速度とTimed up and go test (TUGT)であった。測定の方法を以下に示した。

#### (1) FRT

代・渡部 (2007) によって提案されたFRTの改善法で評価した。FRT装置はFRT測定器 (GB-200, 竹井機器工業社製)を用いた。具体的には、測定の開始姿勢は被検者を垂直な壁に背を向けて立たせ、踵及び両肩が壁に触れ、裸足開脚にて上肢の位置は左右両側とも肩関節を約90度挙上した (ほぼ水平) 位置で肘関節及び手掌を伸展させ、両側の第三指先端の位置を開始点とした。測定手順は、立位姿勢から合図に従って、6秒以内でゆっくり最大前方リーチ位置に到達し、そのままの姿勢で2秒間保持させた。そして、開始位置に戻らせた。なお、FRT測定中に踵が床から離れるか、足を前方にずらした際には中止させ、再度測定を行なった。FRTの測定回数は2回とし、2回のFR距離の大きい方の値を採用した。

#### (2) 開眼片足立ち時間

片足 (軸足: ボールを蹴る反対側) 開眼条件での身体のバランスを保持できる時間を測定した。また、安全性を考慮して、測定の時間は60秒で打ち切りとした。2回測定し、長い方の値を採用した。

#### (3) 閉眼片足立ち時間

片足 (軸足: ボールを蹴る反対側) 閉眼条件での身体のバランスを保持できる時間を測定した。また、安

全性を考慮して、測定の間は30秒で打ち切りとした。2回測定し、長い方の値を採用した。

(4) 握力

握力計（竹井機器工業社製）にて、立位で握力の測定を行なった。利き手側で2回測定し、大きい方の値を採用した（体重比の値を代表値とした）。

(5) CS-30テスト

椅子に浅く座り、両足の間隔はほぼ肩幅とし、足裏を床につけた状態で、両手を胸の前で組ませた。やや前屈の姿勢から開始の合図で膝、腰及び背筋が伸びるまで立ち上がり、すばやく開始時の座位姿勢に戻した。これら一連の動作について、30秒間に繰り返してきた回数を測定した。測定回数は1回とした。

(6) 椅座位体前屈

椅座位体前屈測定には、椅座位体前屈計（竹井機器工業社製）を用いた。椅子に座って一側の脚を前方に伸展して踵を床につけ、伸展した脚と同側の位置で両手を重ね、体幹部を前方にゆっくり曲げ（2秒間静止）、両手の中指が達した距離を測定した。つま先（0cm）を越えた場合プラス（+）、越えない場合マイナス（-）として評価した。2回測定し、大きい方の値を採用した。

(7) 棒反応

用いた棒は木製で、長さ50cm、直径2.5cm、重さ約100gであった。被検者に利き手を軽く開かせて「用意」の合図で準備させた。被検者は棒の落下開始から、できるだけ早くその棒を握るように指示し、握った手の第1指の最上端から棒の目盛りを読み取る。2回練習させた後、3回測定し、平均値を採用した。

(8) 10m最大歩行速度

10mの歩行時間測定区間の前後に2mの予備路を確保し、合計14mを歩いた。被検者に対して、「できるだけ速く歩いてください」と指示した。2回測定し、速い方の値を採用した。

(9) TUGT

被検者は開始の合図で椅子に座った状態から起立し、3m先の目標物まで歩いた後に回り、再び椅子に着席するまでの所要時間を測定した。2回測定し、速い方の値を採用した。

2.3. 統計処理

高齢者の動的バランス機能は他の体力因子との関連を調べるために、すべての変数を対象としてFRTとの関係について、Pearsonの相関係数を求めた。統計解析には、SPSS 15.0Jを用い、有意水準5%未満を有意と判定した。

3. 結果ならびに考察

各測定項目における統計処理した結果及び動的バランス機能の評価指標としたFRTにおける測定値と他の測定項目との間の相関関係を表3に示した。

3.1. 動的バランス機能と静的バランス機能との関係

従来から、静的バランスの評価には片足立ち時間が広く用いられている。沼田ほか（2005）は、片足立ち時間テストと転倒リスク得点との間に有意な相関関係（ $r=0.552, p<0.001$ ）が認められたことから、バランス機能が悪いと転倒リスクが高くなる傾向にあったことを推測している。北畑ほか（2003）は、動的バランス機能の評価指標である平均台歩行を目的変数として重回帰分析を行なった。その結果、前方・側方・後方の継ぎ足歩行全てに対して、静的バランス機能の評価指標である開眼片足立位が説明変数として検出され、寄与率も高かったと指摘している。本研究においても、表3に示したように、開眼片足立ち時間及び閉眼片足立ち時間はFRTとの間に、男女とも有意な関連性が認められた。

この結果から、静的バランス機能は動的バランス機能に関係しているものと考えられる。

3.2. 動的バランス機能と筋力との関係

下肢筋力の維持・向上は、動的バランス機能の向上とともに高齢者の転倒予防には重要な要件であると言われている（北畑ほか，2003）。今回の結果からも、下肢筋力を評価としたCS-30テストとFRTとの間に高い相関関係が認められた。男性の場合特に顕著であった（ $r=0.818, p<0.001$ ）。また、藤原ほか（1982）は、20歳から79歳までの健康成人を対象に、最前傾位での

表2 測定項目

体力要因	測定項目
動的バランス機能	(1) FRT
静的バランス機能	(2) 開眼片足立ち時間
	(3) 閉眼片足立ち時間
筋力	(4) 握力
	(5) CS-30 テスト
柔軟性	(6) 椅座位体前屈
敏捷性	(7) 棒反応
歩行機能	(8) TUGT
	(9) 10 m 最大歩行速度

FRT: Functional Reach Test, TUGT: Timed up and go test, CS-30テスト：30秒椅子立ち上がりテスト

表3 各測定項目の統計結果及びFRT との間の相関係数 (n=50)

変 量	男 性 (n = 24)			女 性 (n = 26)		
	M	SD	FRT との相関	M	SD	FRT との相関
FRT (身長比) (%)	12.3	2.5	—	14.5	3.7	—
開眼片足立ち時間 (秒)	33.8	24.0	0.501*	37.2	20.7	0.521*
閉眼片足立ち時間 (秒)	4.8	2.7	0.441*	7.4	7.3	0.467*
握力 (体重比) (%)	56.4	9.6	0.364	42.7	6.0	0.516**
CS-30 テスト (回)	21.5	8.4	0.818***	21.7	5.3	0.557**
椅座位体前屈 (cm)	4.7	10.0	0.304	12.3	5.4	0.080
棒反応 (cm)	24.8	6.4	-0.026	26.2	4.5	-0.309
TUGT (秒)	6.7	5.1	-0.642**	5.0	0.8	-0.625**
10m最大歩行速度 (秒)	5.6	4.7	-0.677**	4.5	0.7	-0.510**

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

FRT: Functional Reach Test, TUGT: Timed up and go test, CS-30テスト: 30秒椅子立ち上がりテスト

重心動揺と下肢筋力との関連性について検討し、両者の間に相関関係が認められたと指摘している。Binde et al. (2003) も40名の地域在住高齢者を対象に、最前傾位での重心動揺と下肢筋力との関連性について検討している。その結果、下肢筋力との間で相関を認めたと報告している。平瀬ほか (2008) は、動的バランス機能に膝伸筋、足背屈筋の下肢筋力が関与していることを明らかにしている。

これらのことから、下肢筋力は動的バランス機能に影響を与える重要な因子の一つであることが示唆された。

### 3.3. 動的バランス機能と歩行機能との関係

TUGTの動作は、起居動作や方向転換を含んだ動的バランス、下肢筋力、歩行など日常生活の総合的な機能との関連が高いため、近年、TUGTは高齢者の転倒に関連する危険因子の現場的な評価法としてよく用いられている (Takahashi et al., 2006; 新井ほか, 2003; 沼田ほか, 2005)。今回の結果から、表3に示したようにFRTとTUGTとの間に、男女とも有意な相関関係が認められた (男性,  $r = -0.642$ ,  $p < 0.01$ ; 女性,  $r = -0.625$ ,  $p < 0.01$ )。

また、最大歩行速度と動的バランス機能には相関関係があることが報告されている (猪飼ほか, 2006; 藤澤ほか, 2005)。今回の結果においても最大歩行速度とFRTとの関連をみると、両者の間に比較的高い関連性が認められた (男性,  $r = -0.677$ ,  $p < 0.01$ ; 女性,  $r = -0.510$ ,  $p < 0.01$ )。

これらのことから、歩行機能は動的バランス機能に影響

を与える重要な因子の一つであることが示唆された。

### 3.4. 動的バランス機能と柔軟性との関係

本研究において、FRTと椅座位体前屈との間に有意な相関関係が認められなかった。しかし、北畑ほか (2003) は、柔軟性は姿勢の不安定性に関係すると推察し、さらに動的バランスの指標とも相関関係があると指摘している。田井中・青木 (2002) は、転倒に大きな影響を及ぼす移動能力に対して、在宅高齢女性を対象に歩行機能の低下の原因となる体力要因について検討した。その結果、歩行機能の低下には様々な体力要素が関連するが、特に柔軟性では股関節の屈曲・伸展及び足関節の背屈の関節可動域の減少が深くかかわっていることを報告している。音成 (2005) も、関節可動域という点で柔軟性と動的バランス機能との間に相関関係があることを報告している。また、田井中・青木 (2007) は、在宅高齢女性の転倒には、バランス機能、歩行機能、敏捷性及び下肢の筋力の低下に加え、体幹の回旋ならびに股関節伸展の柔軟性の機能低下が重要な要因となると示唆している。

これらのことから、下肢関節可動域の柔軟性は動的バランス機能に関係しているものと考えられる。

### 3.5. 動的バランス機能と敏捷性との関係

棒反応は敏捷性を測定するための簡便な測定方法であり、刺激に対する神経及び動作反応の両方が反映される。猪飼ほか (2002) は、高齢者では外乱刺激によって崩れたバランスを取り戻す身体反応の速さが劣っており、転倒のリスクが高いことを指摘している。藤原

ほか(1992)は、若年者と比べて高齢者では、全身反応時間が顕著に低下することを報告している。すなわち、加齢に伴う神経系機能の低下が動作反応に影響を及ぼす。今回の結果では、棒反応とFRTとの間に男女とも有意な相関関係は認められなかったが、女性の場合、両者間の相関係数( $r=-0.309$ )から見ると、動的バランス機能と敏捷性との間にはある程度関係があったと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究の目的は、高齢者の動的バランス機能はどの体力要因との間に関係が深いかを検討することであった。測定項目は動的バランス機能の指標であるFRT、静的バランス機能の指標である開眼片足立ち時間と閉眼片足立ち時間、筋力の指標である握力とCS-30テスト、柔軟性の指標である椅座位体前屈、敏捷性の指標である棒反応、及び歩行機能の指標である10m最大歩行速度とTUGTであった。その結果、以下のことが明らかにされた。

- 1) 動的バランス機能を評価する指標としたFRTは下肢筋力の指標であるCS-30テスト、及び歩行機能の指標である10m最大歩行速度とTUGTとの間に、高い相関関係が認められた。この結果から、下肢筋力と歩行機能は動的バランス機能に影響を与える重要な因子であることが示唆された。
- 2) FRTは開眼片足立ち時間及び閉眼片足立ち時間との間に、中程度の関連性が認められたことから、静的バランス機能は動的バランス機能に関与しているものと考えられる。
- 3) FRTは、柔軟性の指標である椅座位体前屈及び敏捷性の指標である棒反応との間に有意な相関関係が認められなかった。

#### 【引用文献】

新井武志, 大瀨修一, 柴 喜崇, 島田裕之, 後藤寛司, 大福幸子, 二見俊郎 (2003) 高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力諸要素の検討. 理学療法学, **30**: 377-385.

Binda, S. M., Culham, E. G. and Brouwer, B. (2003) Balance, muscle strength, and fear of falling older adults. *Exp. Aging. Res.* **29**: 205-219.

代 俊, 渡部和彦 (2007) Functional Reach Testの測定方法改善の試み: 信頼性、客観性及び妥当性の検討. 体育測定評価研究, **7**: 37-45.

平瀬達哉, 井口 茂, 塩塚 順, 中原和美, 松坂誠徳 (2008) 高齢者におけるバランス能力と下肢筋力との関連性について一性差・年齢・老研式活動能力指標別での検討. 理学療法科学, **23**: 641-646.

藤原勝夫, 浅井 任, 外山 寛, 宮口明義, 山科忠彦, 碓井外幸, 国田賢治 (1992) 高齢者の動的平衡機能とそれに関与する体力要因. 金沢大学教養部論集自然科学篇, **29**: 21-33.

藤原勝夫, 池上晴夫, 岡田守彦 (1982) 立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与. 人類学雑誌, **90**: 385-399.

藤澤宏幸, 武田涼子, 前田里美, 早川由佳理 (2005) 脳卒中片麻痺患者におけるFunctional Reach Testと片脚立位保持時間の測定の意義: 歩行能力との関係に着目して. 理学療法学, **32**: 416-422.

藤田博暁 (1995) 老人の姿勢及び転倒. 理学療法科学, **10**: 141-147.

猪飼哲夫, 上久保毅, 武原 格, 西 将則, 宮野佐年 (2002) 中高年者の動的バランス機能評価. リハビリテーション医学, **39**: 311-316.

猪飼哲夫, 辰濃 尚, 宮野佐年 (2006) 歩行能力とバランス機能の関係. 日本リハビリテーション医学会, **43**: 828-833.

木村みさか (2000) 高齢者のバランス能(平衡性)を評価することの意義. 日本生理人類学会誌, **5**: 17-23.

岸本淳也, 野澤由己子, 竹井 仁 (1998) 高齢者の大腿骨頸部骨折患者におけるBerg Balance Scaleの有用性. 東保学誌, **1**: 87-92.

北畑恵理, 國峯明子, 見目澄子, 鈴木麻里子, 野田麻子, 丸山仁司 (2003) 動的バランス評価としての平均台歩行テスト. 理学療法科学, **18**: 83-88.

沼田加代, 根岸恵子, 平良あゆみ, 佐藤和子, 白田 滋, 佐藤由美, 中山かおり, 齋藤泰子 (2005) 山間過疎地域における高齢者の転倒と関連する運動実態. 群馬保健学紀要, **26**: 27-34.

音成陽子 (2005) Functional Reach テストと身体特性, よび体力要因との関係. 中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要, **37**: 133-138

Patricia, M. B. and Deborah, R.: 竹中晃二監訳 (2005) 高齢者の運動と行動変容. ブックハウス・エイチデイ社: 東京.

田井中幸司, 青木純一郎 (2002) 高齢女性の歩行速度の低下と体力. 体力科学, **51**: 245-251.

田井中幸司, 青木純一郎 (2007) 在宅高齢女性の転倒経験と体力. 体力科学, **56**: 279-285.

Takahashi, T., Ishida, K., Yamamoto, H., Takata, J.,

Nishinaga, M., Doi, Y., and Yamamoto, H. (2006). Modification of the functional reach test: Analysis of lateral and anterior functional reach in community-dwelling older people. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 42 : 167-173.

竹島伸生, ロジャース, マイケル (2006) 高齢者のための地域型運動プログラムの理論と実際. ナップ社: 東京.

横井孝志 (2005) 加齢による身体機能の変化. *日本機械学会誌*, 108 : 379-382.