

立位姿勢保持課題時の足圧中心動揺パラメータを用いた 中高齢者の認知機能の評価に関する検討

相馬優樹*・阿部巧**・***・尹之恩****・大藏倫博****

Evaluation of cognitive function using upright standing tasks in middle-aged and older adults

Yuki Soma*, Takumi Abe**, ***, Jieun Yoon****, Tomohiro Okura ****

要約 サーボモータによって制御された可動式の床面における立位姿勢保持課題時の足圧中心動揺(center of foot pressure: CFP)パラメータによって中高齢者の認知機能の評価し得るかどうかについて検討した。ステップワイズ法による重回帰分析の結果、男性においては年齢($\beta = -0.36$)、安定限界($\beta = 0.21$)、床傾斜に対する姿勢応答時間($\beta = -0.33$)が認知機能スコアと有意な関連のあるパラメータとして抽出された($R^2=0.45$)。一方女性においては、年齢($\beta = -0.45$)、安定限界($\beta = 0.16$)、規則的な床回転時のCFP距離($\beta = -0.26$)が有意な関連のあるパラメータとして抽出された($R^2=0.44$)。以上より、CFPパラメータを用いて認知機能が評価できる可能性が示唆された。

Keywords: 中高齢者, 認知機能, 動的バランス, 外乱応答バランス

1. 研究背景

認知症は、高齢期において要介護状態に陥る主要な原因疾患として知られている¹⁾ことに加え、介護者や被介護者の生活の質にも影響を与える^{2, 3)}。そのため、発症する前の予防策が重要といえる。認知症は早期介入による予防が望ましいとされていることから⁴⁾、認知症を発症するよりも前の段階、すなわち認知機能低下者を早期に発見するツールの開発が急務の課題といえる。

先行研究において、バランス能力は、静的バランス能力、動的バランス能力、外乱応答バランス能力に大別されることが報告されており^{5, 6)}、それぞれにおいて認知機能との関連性が示唆されている。Deschampsらは、健常高齢者、軽度認知機能低下者、認知症患者間の静止立位時の重心

動揺パラメータを比較し、認知機能低下の程度が進むほど立位時の重心動揺速度は速くなる、すなわち静的バランス能力が劣っていることを示している⁷⁾。静的バランス能力については、他の研究においてワーキングメモリーとの関連も報告されている⁸⁾。一方、動的バランス能力として扱われる、支持基底面に対する身体重心の移動能力である安定限界についても認知機能が低い者ほど安定限界が狭いことが示されている⁹⁾。外乱応答バランス能力に関しては、認知機能低下の進んでいる者は、立位時に受けた外乱に対して姿勢を立て直すまでの時間が遅くなる傾向が確認されている¹⁰⁾。特に、認知機能の1つである注意機能は、上記3つのバランス能力と強く関連する要因として報告されている¹¹⁾。

これらのことから、バランス能力を総合的に評価することで、認知機能の低下の度合いを評価できると考えられる。バランス能力は従来の測定と比較して短時間かつ比較的省スペース、さらには立位姿勢を保持していればよいといった簡単な課題で評価することができるという利点がある。しかし、バランス能力を用いて認知機能の評価する試みに関する報告は少ない。本研究が遂行されることで、認知機能が低下しており認知症になる危険性の高い高齢者を早期に発見し、早期介入ならびに予防へつなげるツールの開発など今後のさらなる研究・開発の発展に貢献できると考えられる。

2016年4月20日受付, 2016年8月30日受理

* 弘前大学大学院医学研究科

Hirosaki University Graduate School of Medicine

** 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育科学専攻

Doctoral Program in Physical Education, Health and

Sport Sciences, Graduate School of Comprehensive

Human Sciences, University of Tsukuba

*** 日本学術振興会

The Japan Society for the Promotion of Science

**** 筑波大学体育系

Faculty of Health and Sport Sciences, University of

Tsukuba

そこで本研究は、バランス能力の高い高齢者は優れた認知機能を保持しているという仮説のもと、バランス能力の指標である立位姿勢保持課題時の足圧中心動揺(center of foot pressure:CFP)パラメータを用いて、中高齢者の認知機能の評価を試みることを目的として実施した。

2. 方法

2・1 参加者

本研究の参加者は、認知症の診断を受けていない A 県 B 市とその近隣の自治体および C 県 D 市に在住する 59 歳～82 歳の中高齢者 177 人(男性 65 人, 平均年齢 71.5 ±5.0 歳;女性 112 人, 平均年齢 68.6±5.0 歳), およびデイサービス利用者 43 人(男性 11 人, 平均年齢 85.9±4.5 歳;女性 32 人, 76.4±4.7 歳)とした。なお, 本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得て実施された(承認日:平成 28 年 3 月 29 日)。

2・2 測定項目

全ての参加者は、形態測定、測定器による CFP パラメータの測定、認知機能の測定、生活の状況などのアンケートをおこなった。

2・2・1 形態測定

身長、体重および足長を測定した。身長の測定では、

参加者は靴を脱ぎ、裸足の状態で踵・臀部・背部を尺柱につけ、耳眼水平面を保った状態で床面から頭頂点間の鉛直距離を、身長計を用いて計測し、0.1cm 単位で記録した。体重は、体重計を用いて 0.1 kg 単位で測定した。身長と体重の値より、body mass index (以下、BMI) を算出した。なお、 $BMI = \text{体重 (kg)} / \text{身長 (m)}^2$ とした。足長は、後述の測定器の圧力分布シートセンサーを用いて計測した。

2・2・2 測定器による立位課題

本研究における CFP パラメータの測定には Fig.1 の測定器 (株式会社安川電機 開発品) を用いた。これは、可動式の床面に装着された圧力分布シートセンサー (株式会社シロク社製 LL Sensor, サンプル周波数 100Hz) を用いて様々なバランス能力を評価できる測定器である。参加者は測定器に靴を脱いで乗り、立ちやすい足幅で立位姿勢を保持した。測定器で実施する課題は、①静止立位課題 (開眼条件・閉眼条件)¹²⁾, ②安定限界課題¹³⁾, ③床傾斜課題, ④床回転課題, ⑤玉乗り課題 (開眼条件・閉眼条件) であり、それぞれの課題時の CFP パラメータを計測した。課題の詳細および得られるパラメータは Table 1 に示したとおりである。①～②は、バランス能力指標としてこれまでも活用されてきた測定



Fig.1 本研究で用いた測定器 (株式会社安川電機 開発品)

Table 1 測定器による課題の説明

課題名	課題の詳細	計測パラメータ	
① 静止立位課題		<p>まっすぐ前を見てできるだけ動かないようにして、30秒間安静立位を保持する。開眼条件および閉眼条件で行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・静止立位時CFP*距離(開眼) ・静止立位時CFP面積(開眼) ・静止立位時CFP距離(閉眼) ・静止立位時CFP面積(閉眼) ・静止立位時CFP距離閉眼／開眼比 ・静止立位時CFP面積閉眼／開眼比
② 安定限界課題		<p>踵を上げないようにして、身体をできるだけ前方および後方に傾けた状態で立位を保持する。前後各10秒間行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安定限界 <p>前後各10秒間における最大到達点の和を足長で除した値を足長で除した値。</p>
③ 床傾斜課題		<p>床面の傾斜に対してなるべく直立姿勢を保持する。前後各3回行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・姿勢応答時間 <p>床の傾きが開始してから姿勢を直立に立て直す(床の傾きと反対方向へのCFP移動)までの時間。 各方向の中央値を採用し、その平均値を姿勢応答時間とする。</p>
④ 床回転課題		<p>傾斜を保ったまま規則的に回転する床に対して直立姿勢を保持する。右回転、左回転各3回行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・床回転時CFP距離 ・床回転時CFP面積 <p>各方向の中央値を採用し、その平均値を床回転時のCFP距離および面積とする。</p>
⑤ 玉乗り課題		<p>対象者のCFP位置に対応した不規則な床の動きに対して20秒間直立姿勢を保持する。開眼条件および閉眼条件で行う。 床面は、安静立位時のCFP中心位置に対する課題中のCFP位置を参照して傾く。床面の傾斜は、課題中のCFP距離が中心位置から離れるほど急になる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・玉乗り時CFP距離(開眼) ・玉乗り時CFP面積(開眼) ・玉乗り時CFP距離(閉眼) ・玉乗り時CFP面積(閉眼) ・玉乗り時CFP距離閉眼／開眼比 ・玉乗り時CFP面積閉眼／開眼比

* : CFP = center of foot pressure

である。③～⑤は測定器独自の測定であり、③床傾斜課題においては床面の傾斜に対して姿勢を立て直すまでの時間、④床回転課題では床面が傾斜を維持したまま回転した際の CFP 距離および面積、⑤玉乗り課題では安静立位時の CFP 位置の中心位置に対する課題中の CFP 位置を参照して傾く床面での CFP 動揺距離および面積を測定した（例えば、CFP 位置の中心位置よりも課題中の CFP 位置が前であれば床面も前方に傾くといった、玉乗りをしているような感覚になる課題）。なお、圧力分布シートセンサーより得られた波形は 4 次のバターワースフィルタ（カットオフ周波数 10Hz）を用いて平滑化した。

2・2・3 認知機能検査

認知機能検査の妥当基準として、ファイブコグテストを実施した。これは、映像と音声を用いて高齢者の認知機能を評価する集団型の検査である¹⁴⁾。本検査は、記憶・学習（カテゴリー手がかり再生課題）、注意（文字位置照合課題）、言語（言語流暢性課題）、視空間（時計描画課題）、思考（類似課題）の 5 つの項目を評価する検査である。以上の各項目は得点として評価され、本研究では 5 要素の合計得点を認知機能得点として分析に使用した。

2・2・4 アンケート調査

アンケート調査において、服薬の有無、膝関節症および腰痛の既往歴を調査した。生活機能の評価には、基本チェックリストを用いた。これは、高齢者の生活機能を評価し、要介護状態となるリスクを予測することを目的に開発された 25 項目の質問票である¹⁵⁾。この中で、物忘れに関する 3 項目（問 18；周りの人から「いつも同じ事を聞く」などの物忘れがあると言われますか、問 19；自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか、問 20；今日が何月何日かわからない時がありますか）のうち、1 項目以上で低下が認められた者を物忘れ該当者とした。

2・2・5 データ解析

健康度測定器により計測された CFP パラメータより、以下のパラメータを新たに算出し、分析項目として用いた。

- 1) 静止立位時および玉乗り時閉眼／開眼比
= 閉眼条件の CFP 距離（面積）／開眼条件の CFP 距離（面積）
- 2) 安定限界
= (前方向安定限界 + 後方向安定限界) / 足長 * 100
- 3) 姿勢応答時間
= (前方向の応答時間の中央値 + 後方向の応答時間の中央値) / 2

- 4) 床回転時 CFP 距離および面積
= (右方向の中央値 + 左方向の中央値) / 2

2・2・6 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示し、群間の比較には対応のない t 検定およびカイ二乗検定を用いた。測定器による測定項目と認知機能得点との関連性を Pearson の相関分析ならびにステップワイズ法による重回帰分析を用いて検討した。なお、重回帰分析に投入する変数は、Pearson の相関分析における有意水準が $P < 0.15$ の変数とし、変数の投入基準を $P < 0.05$ 、除去基準を $P > 0.10$ とした。この方法によって採用された項目を用い、認知機能得点を推定する式を作成した。統計解析には SPSS21.0 を用い、有意水準は $P < 0.05$ とした。

3. 結果

3・1 参加者の特徴

参加者の特徴を Table 2 に示した。男女間で有意差が認められた項目は、年齢、身長、体重、膝関節症の有無であった。基本チェックリストによって判定した物忘れ該当者は、男性で 46.1%、女性で 47.2% であり、性による有意差はなかった。

3・2 CFP パラメータ

測定器によって出力された CFP パラメータを Table 3 に示した。男女差の認められた項目は、開眼および閉眼条件における静止立位時 CFP 距離、開眼および閉眼条件における玉乗り時 CFP 距離であった ($P < 0.05$)。なお、課題⑤の閉眼条件において、手すりを使用した者は男性 6 名、女性 12 名であった。

3・3 CFP パラメータおよび年齢と認知機能との関連

相関分析の結果を Fig.2 に示した。男性においては、年齢 ($r = -0.57$)、開眼条件における静止立位時 CFP 距離 ($r = -0.29$) および面積 ($r = -0.27$)、閉眼条件における静止立位時 CFP 距離 ($r = -0.28$) および面積 ($r = -0.45$)、安定限界 ($r = 0.37$)、姿勢応答時間 ($r = -0.56$) と有意な相関関係が認められた ($P < 0.05$)。

一方女性においては、年齢 ($r = -0.62$)、閉眼条件における静止立位時 CFP 距離 ($r = -0.25$) および面積 ($r = -0.32$)、安定限界 ($r = 0.30$)、床回転時 CFP 距離 ($r = -0.47$) および面積 ($r = -0.34$) と有意な相関関係が認められた ($P < 0.05$)。

重回帰分析の結果 (Table 4)、モデル II において男性は年齢 ($\beta = -0.36$)、安定限界 ($\beta = 0.21$)、姿勢応答時間 ($\beta = -0.33$) が、女性は年齢 ($\beta = -0.45$)、安定限界 ($\beta = 0.16$)、床回転時の CFP 距離 ($\beta = -0.26$) が有意に認知機能と関連するパラメータとして抽出された ($P < 0.05$)。年齢を除去し

Table 2 本研究で用いた測定器 (株式会社安川電機 開発品)

	単位	男性(N=76)		女性(N=144)		P-value
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
年齢	歳	73.8	± 7.2	70.3	± 5.9	< 0.05
教育年数	年	13.1	± 3.3	12.3	± 2.5	0.08
身長	cm	161.8	± 7.2	151.5	± 5.5	< 0.05
体重	kg	62.0	± 8.8	54.0	± 7.9	< 0.05
Body mass index	kg/m ²	23.6	± 2.3	23.5	± 3.2	0.80
認知機能得点	点	70.1	± 25.5	76.3	± 21.0	0.05
物忘れ該当者	n (%)	35 (46.1 %)		68 (47.2 %)		0.83
服薬あり	n (%)	53 (69.7 %)		97 (67.4 %)		0.72
膝関節症	n (%)	8 (10.5 %)		32 (22.2 %)		< 0.05
腰痛	n (%)	18 (23.7 %)		40 (27.8 %)		0.51

P-value は男女間の対応のない t 検定およびカイ二乗検定の有意確率

Table 3 測定器の測定値

課題	測定パラメータ	単位	男性(N=76)		女性(N=144)		P-value
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
測定①	静止立位時CFP [*] 距離(開眼)	cm	18.6	± 6.1	16.9	± 5.3	< 0.05
	静止立位時CFP面積(開眼)	cm ²	0.4	± 0.6	0.3	± 0.3	0.11
	静止立位時CFP距離(閉眼)	cm	25.7	± 10.9	22.0	± 7.3	< 0.05
	静止立位時CFP面積(閉眼)	cm ²	0.5	± 0.5	0.4	± 0.5	0.18
	静止立位時CFP距離閉眼/開眼比		1.4	± 0.4	1.3	± 0.3	0.20
	静止立位時CFP面積閉眼/開眼比		2.1	± 1.6	2.1	± 1.5	0.89
測定②	安定限界	足長%	47.8	± 19.2	46.8	± 18.1	0.71
測定③	姿勢応答時間	msec	1189.3	± 421.8	1143.2	± 242.5	0.38
測定④	床回転時CFP距離	cm	97.6	± 44.1	87.1	± 31.6	0.07
	床回転時CFP面積	cm ²	31.3	± 32.7	27.7	± 22.2	0.40
測定⑤	玉乗り時CFP距離(開眼)	cm	35.5	± 26.5	28.4	± 23.2	< 0.05
	玉乗り時CFP面積(開眼)	cm ²	3.2	± 4.2	2.5	± 5.1	0.34
測定⑤ [†]			男性(N=70)		女性(N=132)		
	玉乗り時CFP距離(閉眼)	cm	105.6	± 57.1	87.9	± 44.3	< 0.05
	玉乗り時CFP面積(閉眼)	cm ²	28.9	± 25.3	24.7	± 20.7	0.24
	玉乗り時CFP距離閉眼/開眼比		3.7	± 2.4	3.8	± 2.4	0.86
	玉乗り時CFP面積閉眼/開眼比		21.4	± 25.0	23.5	± 26.6	0.59

P-value は男女間の対応のない t 検定の有意確率

* : CFP = center of foot pressure

† : 課題⑤の閉眼条件では、手すりを使用した男性 6 名、女性 12 名のデータを除外した。

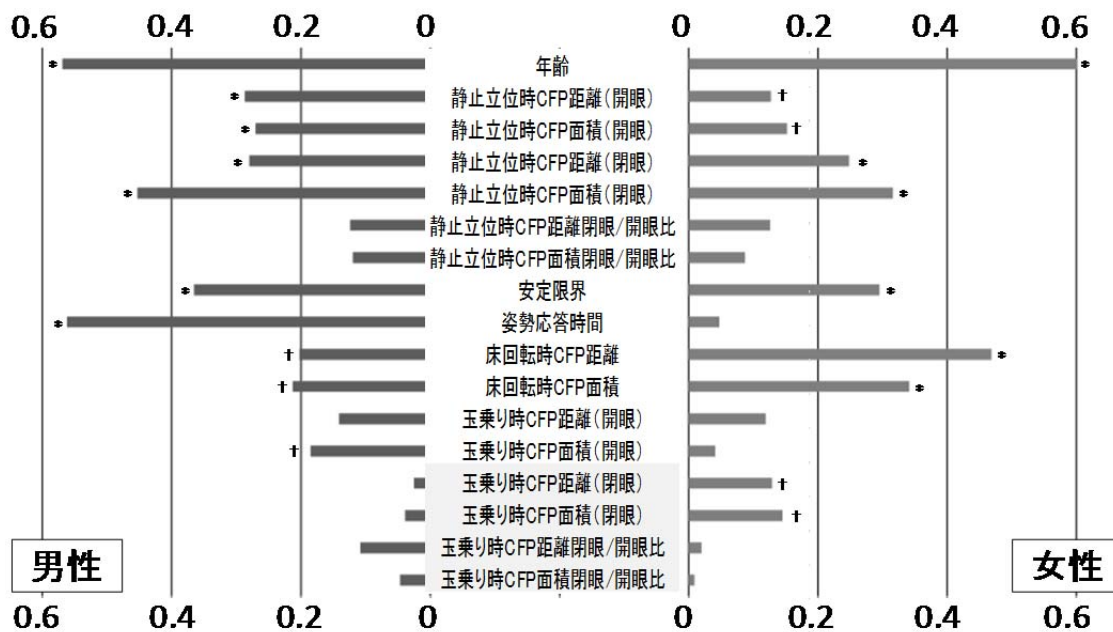


Fig.2 測定器のCFPパラメータと認知機能得点との相関係数 |r|
 灰色部は課題時の手すり使用者（男性6名，女性12名）のデータを除外
 * : P < 0.05, † : P < 0.15

Table 4 重回帰分析で抽出された認知機能得点に関連するパラメータ

	モデル I		モデル II	
	標準化回帰係数(β)	P-value	標準化回帰係数(β)	P-value
男性				
安定限界	0.245	< 0.05	0.213	< 0.05
姿勢応答時間	-0.504	< 0.05	-0.332	< 0.05
年齢			-0.361	< 0.05
調整済みR ²	0.356	< 0.05	0.448	< 0.05
Δ調整済みR ²			0.092	
女性				
安定限界	0.299	< 0.05	0.162	< 0.05
床回転時CFP*距離	-0.471	< 0.05	-0.255	< 0.05
年齢			-0.451	< 0.05
調整済みR ²	0.299	< 0.05	0.441	< 0.05
Δ調整済みR ²			0.142	

モデル I : 年齢を投入しないモデル モデル II : 年齢を投入したモデル

たモデル I と比較した Δ 調整済み R^2 は、男性で 0.092、女性で 0.141 であった。

以上の結果より、測定器の項目による認知機能得点の推定式は以下の通りである、

男性:

$$\text{認知機能得点} = 174.668 - 1.277X_1 + 0.282X_2 - 0.020X_3$$

($R^2 = 0.45$, $P < 0.05$)

ただし、 X_1 :年齢、 X_2 :安定限界、 X_3 :姿勢応答時間とする。

女性:

$$\text{認知機能得点} = 190.580 - 1.532X_1 + 0.185X_2 - 0.165X_3$$

($R^2 = 0.44$, $P < 0.05$)

ただし、 X_1 :年齢、 X_2 :安定限界、 X_3 :床回転時 CFP 距離とする。

4. 考察

本研究の目的は、立位姿勢課題中の CFP パラメータが認知機能を評価する項目になり得るかについて検討することであった。認知機能に関連する項目としては、両性において動的バランス能力の指標である安定限界が抽出された。さらに男性においては姿勢応答時間が、女性においては規則的に回転する床上での CFP 動揺距離と、外乱に対して姿勢を保つ外乱応答バランス能力が抽出された。いずれのパラメータも、優れている者ほど認知機能が高く、両者間に矛盾した関連性は認められなかった。また、これらのパラメータに年齢を加えることで、男女において認知機能のおよそ 45% が説明できるという結果となった。このことから、バランス能力を評価することによって認知機能を推測できる可能性が示されたといえる。認知機能と関連する CFP パラメータとして、安定限界が両性において抽出され、大きい者ほど認知機能が優れているという結果であった。これは、安定限界が大きい者ほど注意機能や視空間認知能力が高いとする Won らの報告を支持する結果となった⁹⁾。安定限界のパフォーマンスは筋力と関連しているとされている一方で^{16, 17)}、認知機能もまた筋力と関連があることが報告されている^{18, 19)}。そのため、安定限界は筋力を反映する媒介的な因子として、認知機能と関連する項目に採用された可能性が考えられる。

一方、性によって姿勢応答時間、床回転時 CFP 距離といった違いがあるものの、外乱応答バランスもまた認知機能を反映する CFP パラメータとして抽出され、男性では姿勢応答時間が短い者ほど、女性では床回転時 CFP 距離が小さい者ほど認知機能が優れていた。すなわち、外乱応答バランスに優れた者ほど認知機能が高いことを示しているが、これは MMSE の得点が高い者ほど姿勢応答時間が

短くなるとした先行研究を支持するものとなった¹⁰⁾。外乱応答バランスが抽出された背景として、立位姿勢保持能力をつかさどる感覚系の影響が考えられる。立位姿勢保持能力は、視覚、前庭覚、体性感覚が大きく影響していることが知られている⁶⁾。抽出された測定課題においては、閉眼条件による視覚の制限や前庭覚に対する入力への阻害などを行っていないことから、特に体性感覚による影響が強かったことが考えられる。体性感覚は認知機能とも関連し、認知機能の高い者は優れた体性感覚を持っていることが報告されている²⁰⁾。このことから、本研究において認知機能の優れた者は、外乱によって姿勢が崩れそうになった際、足底や関節の感覚受容器の情報をもとに即座に姿勢を立て直すことができたと考えられる。外乱応答バランスの中でも、男性においては姿勢応答時間、女性では床回転時 CFP 距離が抽出された背景には、1 つに男女の姿勢制御に関連する脳の器質的な違いが挙げられる。Sullivan らの報告によると、男性においては側脳質の体積が足圧中心動揺軌跡長に関わっているとする一方で、女性においては脳白質病変の進行の度合いが関連していた²¹⁾。また、女性は外乱に対して足関節を主に用いた ankle strategy による姿勢制御を採用する傾向にあるのに対し、男性は股関節を主に用いる hip strategy を採用して姿勢を保持する傾向にあることもその要因であると考えられる²²⁾。つまり、姿勢保持課題時に活性化される脳の部位や姿勢制御戦略の性差によって、認知機能と関連が出た測定項目に差異が生じたと推察できるが、より詳細なメカニズムについては今後の研究が待たれるところである。

姿勢制御をつかさどる脳の部位としては、大脳皮質²³⁾、側脳質や脳白質²¹⁾が挙げられるが、それぞれにおいて認知機能との関連が示されている²⁴⁻²⁶⁾。このことから、本研究で得られた CFP パラメータは脳の機能を反映し、ファイブコグテストで評価される認知機能と関連を示すに至ったと考えられる。回帰分析モデルに年齢を加えることで、ファイブコグテストの得点の説明率がさらに向上(男性 9.2%、女性 14.1%)したが、これは加齢によって不可避な脳の器質的・機能的な変容を表しているものと考えられる^{27, 28)}。

本研究の限界として、研究参加者の特徴が挙げられる。本研究では、認知機能の評価の 1 つとして、基本チェックリストの物忘れの支援に関する 3 項目を用いたが、その該当状況は日常生活圏域ニーズ調査 モデル事業・結果報告書²⁹⁾で示されている値(男性 41.3%、女性 38.7%)よりもやや高い結果となった(Table 2)。このことから、今回の結果は比較的認知機能の低い集団において適応されるものであるかもしれない。また、バランス能力および年齢の総合評価を用いた、物忘れの該当状況や軽度認知障害などの判定については将来の課題である。

本研究は、サーボモータで制御された可動式の床面における様々な立位姿勢保持課題の CFP パラメータを用いて、認知機能の評価を試みた。その結果、測定器より得られた CFP パラメータと年齢によって認知機能のおよそ 45% を説明できた。このことは、立位姿勢保持課題時の CFP パラメータを用いることで、認知機能の評価できる可能性を示唆している。本研究の成果は、認知症予防のための早期介入対象者のスクリーニングや、立位姿勢保持課題を用いた認知機能評価の発展に貢献できるものと考えられる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、測定器の開発および提供をいただいた、株式会社安川電機様に深謝いたします。

利益相反

本研究に、利益相反に相当する事項はない。

文献

- 厚生労働省. (2014) 平成 25 年 国民生活基礎調査の概況. <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/16.pdf>>
- Ready RE, Ott BR, Grace J. (2015) Patient versus informant perspectives of Quality of Life in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry*, 19, 256-265
- Takai M, Takahashi M, Iwamitsu Y, Oishi S, Miyaoka H. (2011) Subjective experiences of family caregivers of patients with dementia as predictive factors of quality of life. *Psychogeriatrics*, 11, 98-104
- Borson S, Frank L, Bayley PJ, Boustani M, Dean M, Lin PJ, McCarten JR, Morris JC, Salmon DP, Schmitt FA, Stefanacci RG, Mendiondo MS, Peschin S, Hall EJ, Fillit H, Ashford JW. (2013) Improving dementia care: the role of screening and detection of cognitive impairment. *Alzheimers Dement*, 9, 151-159
- Urushihata T, Kinugasa T, Soma Y, Miyoshi H. (2010) Aging effects on the structure underlying balance abilities tests. *J Japanese Phys Ther Assoc*, 13, 1-8
- Spirduso W, Francis K, MacRae P. (2005) *Physical Dimensions of Aging* 2nd edition, Human Kinetics, United State
- Deschamps T, Beauchet O, Annweiler C, Cornu C, Mignardot JB. (2014) Postural control and cognitive decline in older adults: position versus velocity implicit motor strategy. *Gait Posture*, 39, 628-630
- Volkers KM, Scherder EJA. (2014) Physical performance is associated with working memory in older people with mild to severe cognitive impairment. *Biomed Res Int*, 2014:762986
- Won H, Singh DKA, Din NC, Badrasawi M, Manaf ZA, Tan ST, Tai CC, Shahar S. (2014) Relationship between physical performance and cognitive performance measures among community-dwelling older adults. *Clin Epidemiol*, 6, 343-350
- Lee JM, Koh SB, Chae SW, Seo WK, Kwon DY, Kim JH, Oh K, Baik JS, Park KW. (2012) Postural instability and cognitive dysfunction in early Parkinson's disease. *Can J Neurol Sci*, 39, 473-482
- Tangen GG, Engedal K, Bergland A, Moger TA, Mengshoel AM. (2014) Relationships between balance and cognition in patients with subjective cognitive impairment, mild cognitive impairment, and Alzheimer disease. *Phys Ther*, 94, 1123-1134
- Kováčiková Z, Svoboda Z, Neumannová K, Bizovská L, Cuberek R, Janura M. (2014) Assessment of postural stability in overweight and obese middle-aged women. *Acta Gymnica*, 44, 149-153
- Holbein-Jenny MA, McDermott K, Shaw C, Demchak J. (2007) Validity of functional stability limits as a measure of balance in adults aged 23-73 years. *Ergonomics*, 50, 631-646
- 矢富直美. (2010) 集団認知検査ファイブ・コグ (特集 軽度認知症をスクリーニングするための神経心理学的検査). *老年精神医学雑誌*, 21, 215-220
- 厚生労働省. (2012) 介護予防マニュアル改訂版. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1_1.pdf>
- Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J, Alexander N. (2009) Association between ankle muscle strength and limit of stability in older adults. *Age Ageing*, 38, 119-123
- Binda SM, Culham EG, Brouwer B. (2003) Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. *Exp Aging Res*, 29, 205-219
- Narazaki K, Matsuo E, Honda T, Nofuji Y, Yonemoto K, Kumagai S. (2014) Physical Fitness Measures as Potential Markers of Low Cognitive Function in Japanese Community-Dwelling Older Adults without Apparent Cognitive Problems. *J Sports Sci Med*, 13, 590-596
- Pedrero-Chamizo R, Albers U, Tobaruela JL, Melendez A, Castillo MJ, Gonzalez-Gross M. (2013) Physical strength is associated with Mini-Mental State Examination scores in Spanish institutionalized elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 13, 1026-1034
- Kalisch T, Kattenstroth JC, Kowalewski R, Tegenthoff M, Dinse HR. (2012) Cognitive and tactile factors affecting human haptic performance in later life. *PLoS One*, 7, e30420
- Sullivan EV, Rose J, Rohlfing T, Pfefferbaum A. (2009) Postural sway reduction in aging men and women: relation to brain structure, cognitive status, and stabilizing factors. *Neurobiol Aging*, 30, 793-807
- Wolfson L, Whipple R, Derby CA, Amerman P, Nashner L. (1994) Gender differences in the balance of healthy elderly as demonstrated by dynamic posturography. *J Gerontol*, 49, M160-M167
- Maki BE, McIlroy WE. (2007) Cognitive demands and cortical control of human balance-recovery reactions. *J Neural Transm*, 114, 1279-1296
- Lee MS, Lee SH, Moon EO, Moon YJ, Kim S, Kim SH, Jung IK. (2013) Neuropsychological correlates of the P300 in patients with Alzheimer's disease. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 40, 62-69
- Onishi J, Suzuki Y, Yoshiko K, Hibino S, Iguchi A. (2005) Predictive model for assessing cognitive impairment by quantitative electroencephalography. *Cogn Behav Neurol*, 18, 179-184
- Elnimr EM, Kondo T, Suzukamo Y, Satoh M, Oouchida Y, Hara A, Ohkubo T, Kikuya M, Hirano M, Hosokawa A, Hosokawa T, Imai Y, Izumi S. (2012) Association between white matter hyperintensity and lacunar infarction on MRI and subitem scores of the Japanese version of mini-mental state examination for testing cognitive decline: the Ohasama study. *Clin Exp Hypertens*, 34, 541-547
- Hedman AM, van Haren NEM, Schnack HG, Kahn RS, Hulshoff Pol HE. (2012) Human brain changes across the life span: A review of 56 longitudinal magnetic resonance imaging studies. *Hum Brain Mapp*, 33, 1987-2002
- Fraser MA, Shaw ME, Cherbuin N. (2015) A systematic review and meta-analysis of longitudinal hippocampal atrophy in healthy

human ageing. Neuroimage, 364-374

29) 厚生労働省. (2010) 日常生活圏域ニーズ調査 モデル事

業・結果報告書<<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dl/tp101027-01c.pdf>>