

地域在住高齢者の運動教室における スクエアステップの達成度が体力変化に与える影響

ジンドウ タカシ フジイ ケイスケ キタノ ナルキ ツノダ ケンジ オオクラ トモヒロ
神藤 隆志*1 藤井 啓介*2 北濃 成樹*1*4 角田 憲治*5 大藏 倫博*3

目的 現在、地方自治体が主催する介護予防事業の一つとして運動器の機能向上プログラム（以下、運動教室）が全国各地で盛んに行われており、高齢者の体力の維持・向上に一定の成果をあげている。本研究では、介護予防運動としての有効性が報告され、運動教室の主運動課題として普及が進んでいるスクエアステップを取り上げ、参加者のスクエアステップのステップパターンの達成度が運動教室前後の体力変化に与える影響を検討した。

方法 対象は要支援・要介護認定を受けていない地域在住高齢者33名（69.7±3.6歳、男性4名）であった。スクエアステップを主運動課題とした週1回、1回90分、全11回の運動教室を行い、スクエアステップの達成度の評価として対象者が3カ月間で達成した総ステップパターン数を調査した。体力は平衡性（開眼片足立ち時間）、筋力（5回椅子立ち上がり時間）、起居移動能力（TUG: Timed Up and Go）、歩行能力（5m通常歩行時間）、反応性（全身選択反応時間）を評価した。認知機能の評価にはファイブ・コグ検査を用いた。達成度の最頻値を基準に対象者を3群に分け、3群間の体力変化の違いを2要因分散分析により検討した。なお、運動教室前の値に群間の有意差が認められた場合は、その値を共変量に投入した共分散分析を行った。

結果 3カ月間のスクエアステップ実践により達成されたステップパターン数は61.9±11.4パターンであり、達成度の上位群が中位群、下位群と比べて認知機能が有意に高かった（ $p<0.05$ ）。3群間の体力変化の違いを比較したところ、開眼片足立ち時間において3群間に有意な交互作用が認められ（ $p<0.05$ ）、上位群においてのみ有意な向上が認められた。運動教室前の値で調整するとこの交互作用は消失し、3群における有意な時間の主効果のみ認められた（ $p<0.05$ ）。この他に3群において有意な時間の主効果が認められた項目は、TUG、全身選択反応時間であった（ $p<0.05$ ）。

結論 3カ月間の運動教室においてスクエアステップの達成度が高かった者は、運動教室前の認知機能が高かった。一方で、達成度にかかわらず平衡性、起居移動能力、反応性などの体力が向上したことから、スクエアステップは個人に合った難度のステップパターンに取り組むことで、体力への効果が見込める運動課題であることが示唆された。

キーワード 運動教室, Square-Stepping Exercise, 身体機能, 認知機能

I 緒 言

わが国では平成18年の介護保険制度の改正に

伴い、高齢者が要支援・要介護状態にならない、あるいは重度化しないよう、介護予防を重視したシステムへの移行がなされてきた¹⁾。現在、

* 1 筑波大学大学院博士後期課程人間総合科学研究科体育科学専攻大学院生

* 2 同博士前期課程人間総合科学研究科体育学専攻大学院生 * 3 同大学体育系准教授

* 4 日本学術振興会特別研究員 * 5 公益財団法人明治安田厚生事業団体力医学研究所研究員

地方自治体が主催する介護予防事業の一つとして運動器の機能向上プログラム（以下、運動教室）が全国各地で盛んに行われており、高齢者の体力の維持・向上に一定の成果をあげている²⁾。しかし、同様の運動教室に参加しても、体力への効果を得られやすい高齢者と得られにくい高齢者がいる³⁾。特に、運動教室前の体力水準は効果を規定する要因として挙げられており⁴⁾⁵⁾、体力水準別の運動教室開催を推奨する報告⁶⁾もある。しかし、対象者の募集や人的・経済的資源の観点から、対象者別に行わなくとも体力への効果を得られる運動課題が望ましい。

そこで著者らは様々な対象者に適用できる運動として、大藏ら⁷⁾が開発した「スクエアステップ」(Square-Stepping Exercise；以下、SSE)に着目した。SSEは、横幅100cm奥行き250cmの面を25cm四方の升目（スクエア）で区切ったマットを使用し、前進・後退・左右・斜め方向への連続移動を伴う、低から中強度の運動である。SSEは健常高齢者の自主的な運動サークルの主運動課題⁸⁾から、主に二次予防事業として行われる自治体主催の運動教室⁵⁾、さらには三次予防として脳血管疾患患者⁹⁾やデイケア利用者¹⁰⁾のリハビリテーションにも適用されている。SSEの効果としては、下肢を中心とした身体機能および認知機能の向上⁵⁾⁷⁾、転倒発生リスクの軽減¹¹⁾などが報告されている。SSEの特徴として、ステップパターンが徐々に難しくなるように作られており、個人に合った難度のステップに挑戦できるという点がある。この特徴を活かし、著者らの開催している運動教室では、各自のペースでステップパターンを練習する自己裁量型¹²⁾の実践形態を取り入れている。このステップパターンの達成には記憶や再生などの認知機能を必要とすることが報告されており¹³⁾、これまでに開催した運動教室においてステップパターンの達成度（以下、達成度）には個人差が表れることを観察してきた。近年、認知機能が低位である者は体力への効果を得られにくいことが報告されており³⁾、このような者は達成度が低いことにより、体力への効果が阻害されている可能性がある。本研究で

は、達成度が体力変化に与える影響を明らかにし、運動教室においてSSEを自己裁量型の実践方法で行うことの有効性を検討する。SSEは多くの市町村の運動教室において実行可能な運動課題であることから、その有効な実践方法について詳細に検討することは有益であると考えられる。

本研究の目的は、運動教室におけるSSEの達成度が運動教室前後の体力変化に与える影響を検討することとした。

Ⅱ 方 法

(1) 対象者

平成24年1月から平成25年3月に開催された、茨城県笠間市の運動教室に参加した地域在住高齢者37名を対象とした。分析には、認知機能評価項目に欠損のある4名を除外し、33名（69.7±3.6歳、男性4名）のデータを用いた。なお、本運動教室への募集は、自治体の広報誌および職員によって行われた。

本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認の下で実施し、対象者には口頭と文書による説明を行った上で、書面による同意を得た（課題番号：体23-36）。

(2) スクエアステップを主運動課題とした運動教室

茨城県笠間市ではスクエアステップ(square-stepping exercise：SSE)を主運動課題とした運動教室が二次予防事業の一環として2008年より毎年実施されている。運動教室は準備・整理運動（30分間）、SSE（40分間）、レクリエーション（20分間）から構成され、1回90分間、週1回、全11回を1クールとし、年3クール開催されている。本研究ではこの運動教室に着目して検討を行った。

(3) 評価項目

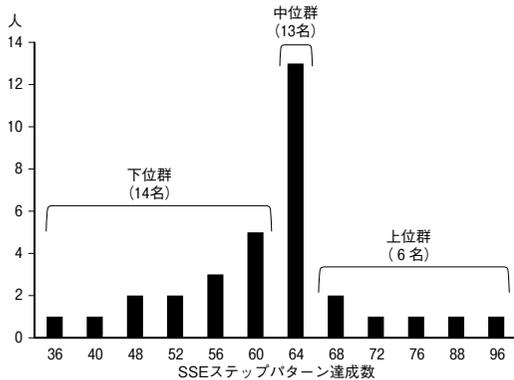
1) SSEの達成度

SSEを各自のペースで安全に実践できるように、毎回の実践前に以下の5つのルールを教示

した；途中で間違えてもスタートに戻らない，一つの枠内に両足を同時に入れない，マットの枠線を踏まない，前の人が半分まで進んでからスタートする，マットの右側から戻る。SSEの移動方向の指示（ステップパターン）はテキストに記載されており，課題をクリアするごとに難度が上がるように設定されている。参加者の意欲を高めるために，ステップパターンを基本ステップ（8種類），チャレンジステップ（40種類），スペシャルステップ（16種類），プラチナステップ（32種類）と名付けた。本運動教室では基本ステップからスペシャルステップまで記載されたパターン集を配布し，スペシャルステップまで達成した参加者に対してプラチナステップのテキストを配布した。参加者は配布さ

れたテキストに従って，各自のペースでステップパターンを練習し，達成できると自身が判断した場合に，スタッフによる認定試験を受けた。認定試験はスタッフが右足，左足のどちらから開始するかを指示し，参加者がテキストを見ないでステップするという手順で行った。スタッフにより当該ステップパターンを達成していると認定された場合には次のステップパターンに進み，認定されなかった場合は同じステップパターンを再度練習することとした。本研究では，認定試験により達成した総ステップパターン数を達成度とし，達成度の最頻値を基準に下位群，中位群，上位群に群分けを行った（図1）。図2に各群の対象者が実践したステップパターンの例を示した。

図1 対象者の達成したSSEステップパターン数



注 SSE : Square Stepping Exercise

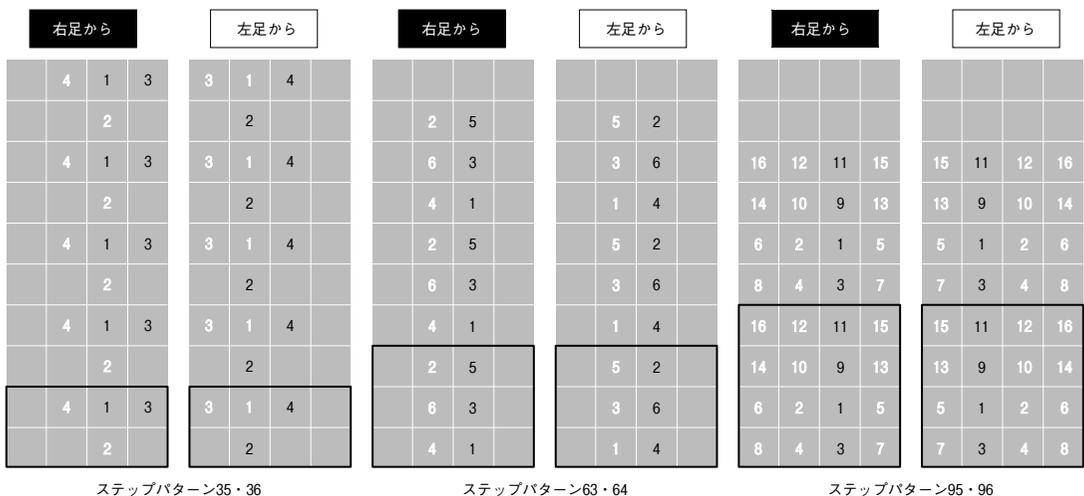
2) 体力

高齢者の日常生活動作と関連する下肢機能の評価を目的とし，平衡性（開眼片足立ち時間），筋力（5回椅子立ち上がり時間），起居移動能力（Timed Up and Go）（以下，TUG）¹⁴⁾，歩行能力（5m通常歩行時間），反応性（全身選択反応時間）¹⁵⁾を評価した。各項目の測定方法については，Tsunodara¹⁶⁾と同様である。

3) 基本属性

対象者の基本属性として，年齢，性，教育年数，既往歴（脳血管疾患，心臓疾患，腰痛症，膝関節痛），Body Mass Index (kg/(m)²），

図2 ステップパターンの例



出席率（出席回数／教室開催数）を調査した。既往歴は測定会当日に面接法を用いて回答を得た。過去に脳血管疾患、心臓疾患、腰痛症、膝関節痛と診断されたり、治療を受けたことがある者を既往歴ありとした。

また、認知機能の評価にはファイブ・コグ検査¹⁷⁾を用いた。本検査は日本人高齢者を対象として開発された集団型の認知機能検査である。対象者は、パソコンに接続した音響設備（音声）および映像の指示に従って5つの課題が課され、答案用紙への記入が求められる。これにより5つの認知機能要素（注意、記憶、視空間認知、言語、思考）の評価がなされ、合計得点が算出される。なお、これらの基本属性は運動教室前に調査した。

(4) 統計解析

各群の対象者の運動教室前の基本属性、体力および出席率の比較に一元配置分散分析および

χ^2 検定を用いた。一元配置分散分析の多重比較検定にはBonfferoni法を用いた。

各群の運動教室前後の体力変化を比較するために群（下位、中位、上位群）×時間（運動教室前、後）の2要因分散分析を用いた。交互作用が認められた項目についてはBonfferoni法による多重比較検定を行った。なお、運動教室前の値に群間の有意差がみられた項目については、運動教室前の値を共変量とした共分散分析を行った。また、運動教室前後の変化の大きさの程度を示すために効果量 d を算出した。この値は一般に、0.2が小さい、0.5が中程度、0.8が大きいと判断される¹⁸⁾。

統計処理にはIBM SPSS Statistics 22 for Windowsを使用し、有意水準はいずれも5%とした。

表1 運動教室前における各群の基本属性および出席率の比較

	スクエアステップの達成度									分散分析 および χ^2 検定 p値	多重比較
	下位群 (14名)			中位群 (13名)			上位群 (6名)				
	平均値± 標準偏差	範囲		平均値± 標準偏差	範囲		平均値± 標準偏差	範囲			
出席率 [†] , %	94.8±5.9	81.8	100.0	97.9±5.4	81.8	100.0	100.0±0.0	-	-	0.102	
年齢, 歳	70.6±4.4	66	79	68.9±3.0	65	73	69.3±2.3	67	73	0.454	
教育年数, 年	12.7±2.5	9	20	12.2±0.6	12	14	14.4±3.8	12	22	0.154	
男性, 人 (%)	2(14.3)	-	-	1(7.7)	-	-	1(16.7)	-	-	0.812	
脳血管疾患, 人 (%)	2(14.3)	-	-	0(0.0)	-	-	0(0.0)	-	-	0.236	
心臓疾患, 人 (%)	1(7.1)	-	-	0(0.0)	-	-	0(0.0)	-	-	0.497	
腰痛症, 人 (%)	5(35.7)	-	-	2(15.4)	-	-	0(0.0)	-	-	0.162	
膝関節痛, 人 (%)	1(7.1)	-	-	2(15.4)	-	-	0(0.0)	-	-	0.525	
BodyMassIndex, (kg/(m) ²)	21.8±2.3	18.5	25.3	23.5±3.0	18.9	29.1	26.5±3.5	20.8	30.6	0.007	下位群<上位群
ファイブ・コグ検査, (点)	70.6±17.1	34	100	77.2±15.1	54	99	97.5±17.1	78	128	0.008	下位群<上位群

注 [†]出席率は、各参加者の運動教室出席回数を運動教室開催回数で除した値である。

表2 運動教室前における各群の体力測定項目の比較

	スクエアステップの達成度									分散分析 p値	多重比較
	下位群 (14名)			中位群 (13名)			上位群 (6名)				
	平均値± 標準偏差	範囲		平均値± 標準偏差	範囲		平均値± 標準偏差	範囲			
開眼片足立ち時間, 秒	36.5±21.9	2.0	60.0	50.1±14.3	24.6	60.0	25.4±17.2	11.8	59.0	0.026	上位群<中位群
5回椅子立ち上がり時間, 秒	7.4±1.6	5.6	10.6	7.5±2.6	4.5	13.8	6.2±1.2	4.1	7.5	0.382	
Timed Up and Go, 秒	6.5±1.6	5.0	9.4	5.7±0.9	4.3	7.8	5.7±0.4	5.2	6.3	0.194	
5m通常歩行時間, 秒	3.6±0.6	2.7	4.5	3.5±0.6	2.6	4.9	3.5±0.4	2.9	4.2	0.920	
全身選択反応時間, ミリ秒	1 079±184	860	1 536	999±68	887	1 118	920±45	868	987	0.046	

表3 運動教室前後における各群の体力測定項目の変化

	運動教室前	運動教室後	効果量 ¹⁾ <i>d</i>	時間の主効果 <i>p</i> 値	交互作用 <i>p</i> 値	多重比較 <i>p</i> 値
	平均値± 標準偏差	平均値± 標準偏差				
開眼片足立ち時間, 秒						
下位群	36.5±21.9	45.8±22.7	0.42	調整前 0.007	調整前 0.014	調整前 0.052
中位群	50.1±14.3	46.6±17.0	0.22			調整前 0.451
上位群	25.4±17.2	46.8±22.8	1.06	調整後 0.008 [†]	調整後 0.135 [†]	調整前 0.004
5回椅子立ち上がり時間, 秒						
下位群	7.4± 1.6	6.9± 1.4	0.32			
中位群	7.5± 2.6	6.9± 1.8	0.25	0.217	0.403	
上位群	6.2± 1.2	6.4± 0.9	0.20			
Timed up and go, 秒						
下位群	6.5± 1.6	6.2± 1.5	0.16			
中位群	5.7± 0.9	5.5± 0.7	0.15	0.034	0.773	
上位群	5.7± 0.4	5.4± 0.4	0.70			
5m通常歩行時間, 秒						
下位群	3.6± 0.6	3.4± 0.6	0.37			
中位群	3.5± 0.6	3.5± 1.0	0.06	0.231	0.556	
上位群	3.5± 0.4	3.5± 0.6	0.08			
全身選択反応時間, ミリ秒						
下位群	1 079±184	1 041±180	0.21			
中位群	999± 68	946± 74	0.75	0.017	0.381	
上位群	920± 45	914± 90	0.08			

注 1) 効果量*d*は運動教室前vs後を示す。
 2) [†]運動教室前の値で調整した共分散分析の結果を示す。
 3) 開眼片足立ち時間のみ1名欠損。

Ⅲ 結 果

3カ月間のSSE実践により対象者が達成したステップパターン数は61.9±11.4パターンであった(図1)。達成度の下位, 中位, 上位群間の基本属性を比較したところ, Body Mass Indexは下位群と比べ上位群が有意に高く, ファイブ・コグ検査の得点は下位, 中位群と比べ上位群が有意に高かった($p < 0.05$)(表1)。

表2に各群の運動教室前における体力測定項目の比較を示した。開眼片足立ち時間は上位群と比べ中位群が有意に良好な値を示した。全身選択反応時間は3群の分散分析において有意差が認められたが($p < 0.05$)、多重比較検定においては有意な群間差は認められなかった。

表3に運動教室前後の各群における体力測定項目の変化を示した。開眼片足立ち時間において3群間に、有意な交互作用が認められ、多重比較検定の結果、上位群において有意な向上が認められた($p < 0.05$)。しかし、運動教室前の値で調整すると、この交互作用は消失し、3群における有意な時間の主効果のみ認められた($p < 0.05$)。この他に3群において有意な時

間の主効果が認められた項目は、TUG、全身選択反応時間であった($p < 0.05$)。

Ⅳ 考 察

本研究では、地域在住高齢者における3カ月間のSSE実践によるステップパターンの達成度が体力変化に与える影響を検討した。

運動教室への出席率は下位群94.8±5.9%、中位群97.9±5.4%、上位群100%と非常に高く、多くの参加者が意欲的に教室へ参加していたことがわかる。各群の基本属性をみると、有意ではないものの、下位群において各既往歴を有する者の割合が大きかった。また、認知機能が高い者ほどSSEの達成度が高いことが明らかとなった。SSEはステップパターンを覚えて、記憶を保持しながら、マットの枠線を踏まないようにステップを実践するという手順で行うことから、歩行動作に加えて記憶や注意を必要とする副課題からなる複数課題条件下の運動と捉えられる。山田ら¹⁹⁾は高齢者における二重課題条件下の歩行能力は認知機能と関連することを報告しており、本結果はこの報告を支持した。達成度が高い者ほど教室前の全身選択反応時間が

良好な値を示した理由としては、SSEはステップパターンの難度が高まるにつれてより高度な選択動作や平衡性が求められる点が、即座の判断や動的な平衡性を必要とする全身選択反応時間¹⁵⁾と類似した特性を含んでいたことが挙げられる。

運動教室前後の各群の体力変化の違いについてみると、開眼片足立ち時間において交互作用が認められ、上位群においてより大きな向上が認められた。運動教室前の値で調整するとこの交互作用は消失し、時間の主効果のみ認められたことから、達成度が高いほど値が向上しやすいというより、上位群は運動教室前に低位であったために向上の幅が大きかったと考えられる。TUG、全身選択反応時間においては時間の主効果が認められた。SSEは高度な選択動作や平衡性を伴うこと、課題遂行に注意・判断力が必要であることからこれらの項目に効果が表れた可能性がある。以上より、SSEは個人に合った難度のステップパターンに取り組むことで平衡性、起居移動力、反応性への効果が得られる運動課題であることが示唆された。

本研究の限界は、第一に対象者のサンプリングバイアスが挙げられる。今回の対象者は自治体の広報誌および職員による募集によって運動教室への参加意思を示した高齢者であり、比較的体力水準が高く、運動実践に対する意欲の強い集団であった可能性がある。第二に、本研究ではSSEを自己裁量型の実践方法で行ったが、このような方法は体力水準がより低位である者、体調の自己管理や運動実践時の安全管理が困難な者には適していない可能性があるため、対象者の特徴に応じた実践方法が求められる。最後に、達成度の高低によりSSE実践中の身体活動量に差異があるのか否かは考慮できていない点も限界として挙げられる。

V 結 語

本研究では、適用範囲の広い介護予防運動としてSSEを取り上げ、地域在住高齢者における3カ月間のSSE実践によるステップパターンの

達成度が体力変化に与える影響を検討した。その結果、達成度にかかわらず平衡性、起居移動能力、反応性の体力要素の向上が認められた。このことから、SSEは各自のペースで個人に合った難度のステップパターンに取り組むことで、体力への効果が見込める運動課題であることが示唆された。

文 献

- 1) 厚生労働省. 介護保険制度改革の概要. 厚生労働省ホームページ. (<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/topics/0603/dl/data.pdf>) 2015.3.2.
- 2) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 他. ハイリスク高齢者における「運動器の機能向上」を目的とした介護予防教室の有効性. 厚生」の指標. 2008; 55: 12-20.
- 3) 神藤隆志, 角田憲治, 相馬優樹, 他. 地域在住女性高齢者のスクエアステップを中心とした運動教室参加による体力への効果の規定要因. 日本老年医学雑誌. 2014; 51: 251-8.
- 4) 新井武志, 大淵修一, 小島基永, 他. 地域在住高齢者の身体機能と高齢者筋力向上トレーニングによる身体機能改善効果との関係. 日本老年医学雑誌. 2006; 43: 781-8.
- 5) 角田憲治, 伊智暎, 辻大士, 他. 体力水準の異なる高齢者に対する、短期間、低頻度の運動介入の効果 - Square-Stepping Exerciseを中心とした運動介入 -. 厚生」の指標. 2011; 58(2): 6-13.
- 6) 矢野秀典, 楊光, 若居佐恵子, 他. 地域虚弱高齢者に対する体力レベル別運動指導の効果. 日本老年医学雑誌. 2006; 43: 390-7.
- 7) 大藏倫博, 伊智暎, 真田育依, 他. 新転倒・認知症予防プログラムが地域在住高齢者の認知・身体機能に及ぼす影響 - 脳機能賦活を意図した「スクエアステップ」エクササイズ」の検討. 日本認知症ケア学会誌. 2010; 9: 519-30.
- 8) 三ツ石泰大, 角田憲治, 甲斐裕子, 他. 地域在住女性高齢者の運動指導ボランティアとしての活動が身体機能と認知機能に与える影響. 体力科学. 2013; 62: 105-12.
- 9) Túbero GS, Gobbi S, Teixeira CVL, et al. Effects of square stepping exercise in patients with se-

- quel of cerebrovascular accident. *Fisioterapia em Movimento*. 2014 ; 27(2) : 229-37.
- 10) 重松良祐, 柳瀬仁, 南出光章. 認知機能低下を抑制する運動プログラム「スクエアステップ」のデイケア利用者への適用とその効果. *日本認知症ケア学会誌*. 2014 ; 12(4) : 703-14.
- 11) Shigematsu R, Okura T, Sakai T, et al. Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clin Exp Res*. 2008 ; 20(1) : 19-24.
- 12) Rooks DS, Kiel DP, Parsons C, et al. Self-paced resistance training and walking exercise in community-dwelling older adults : effects on neuromotor performance. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci*. 1997 ; 52(3) : M161-8.
- 13) 重松良祐. 記憶と再生を要するステッピング課題と認知機能との関連性. *教育医学*. 2014 ; 60(2) : 135-42.
- 14) 島田裕之, 古名丈人, 大淵修一, 他. 高齢者を対象とした地域保健活動におけるTimed Up & Go Testの有用性. *理学療法学*. 2006 ; 33 : 105-11.
- 15) Lord SR, Fitzpatrick RC. Choice Stepping Reaction Time : A Composite Measure of Falls Risk in Older People. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci*. 2001 ; 56 : M627-32.
- 16) Tsunoda K, Soma Y, Kitano N, et al. Age and gender differences in correlations of leisure-time, household, and work-related physical activity with physical performance in older Japanese adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2013 ; 13(4) : 919-27.
- 17) 矢富直美. 集団認知検査ファイブ・コグ. *老年精神医学雑誌*. 2010 ; 21 : 215-20.
- 18) 水本篤, 竹内理. 研究論文における効果量の報告のために - 基礎的概念と注意点 -. *英語教育研究*. 2008 ; 31 : 57-66.
- 19) 山田実, 村田伸, 太田尾浩, 他. 高齢者における二重課題条件下の歩行能力には注意機能が関与している : 地域在住高齢者における検討. *理学療法科学*. 2008 ; 23(3) : 435-9.