

スクエアステップが地域在住高齢者の体力・認知機能に与える影響—性差および年齢差に着目して—

周 園

体育学専攻
指導教員 大藏 倫博

Effects of a care-prevention program: “Square-Stepping Exercise” on physical fitness and cognitive function in community-dwelling older adults with a focus on difference in gender and age
Yuan ZHOU

[Purpose] This study aimed to evaluate the effect of a care-prevention program including Square-Stepping Exercise (SSE), on physical fitness and cognitive function of elderly people. **[Method]** 224 community-dwelling elderly people (average age 71.7 ± 4.9 years) in Kasama city, Ibaraki prefecture have taken part in. This program was run from 2008 to 2016, and period of the class was for 3 months (80 minutes, once a week). The main exercise is the SSE called "brain-activated exercise with walking", required memory and concentration. 8 physical performance tests and five cognitive (5-Cog) function test was used to evaluate cognitive function and physical function. We divided participants into young old and old-old groups. Two-way analyses of variance by gender and intervention factor were performed in each group. **[Result]** Before and after the intervention period, an interaction was observed in timed up and go test in the young old group. In memory function and 5-Cog total score, an interaction was present in the young old group. **[Conclusion]** In the young old group, there was a difference in physical fitness and cognitive function between genders. The female young old group showed a significant trend for an increase in walking ability and cognitive function after participating in the exercise classes.

【緒言】

近年、日本は高齢化が進行し、健康で質の高い生活を送るためには、体力の維持・増進が不可欠と考えられる。そのため、運動器の機能向上を目的とした運動教室が各地で展開されており、高齢者の体力の維持・向上、転倒予防などに効果のあることが数多くの研究により認められている。筆者が所属する研究室では2008年から2016年にかけて、茨城県笠間市で介護予防事業の一環として、Square-stepping exercise（以下、SSE）を主とした運動教室（以下、運動教室）を開催してきた。この運動教室に参加した地域在住高齢者は延べ336名に上る。

SSEとは、25cm×25cm四方の升目で区切られたマットの上を、事前に決められたステップパターンを記憶し、そのステップパターンを思い出しながら、マットの上を連続的に移動するエクササイズである。これまでの研究において、SSEの実践により、特に下肢筋力およびバランス能力が有意に向上し、転倒予防に効果的であることが明らかにされている¹。また、ステップパターンは段階を追うごとに徐々に複雑になり、有酸素性運動をおこなうと同時に、脳機能が賦活でき、認知機能の向上に有効な運動であることがSSEの特徴として挙げられている²。

本研究で着目するSSEの有効性を検討した先

行研究では³、SSEを主とした運動教室の参加による体力への効果は、運動教室前の年齢、認知機能、体力によって規定されることが明らかになっている。しかし、従来の研究では男性高齢者の研究参加数が少ないため、上記の研究はおもに女性高齢者、前期高齢者を対象としたものである。つまり、これまでの研究では必ずしも男性の健康状況をうまく把握できていないという問題点が指摘できる。先行研究では、週1回の頻度で3か月間にわたる運動器機能向上プログラムの実践の結果、握力に男女差がみられ、女性の改善度が高かったと報告されている⁴。このことは、運動実践により体力に与えられる影響には性差があることを示唆したものと捉えることができる。

本研究では、SSEを主とした3か月間の運動教室が地域在住高齢者の体力および認知機能に与える影響が性によって異なるかを年代別（前期高齢者、後期高齢者）に明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】

2008年から2016年にかけて茨城県笠間市で開催された介護予防事業運動教室に参加した地域在住高齢者336名（平均年齢 71.9 ± 5.0 歳）を対象とし、それぞれの除外基準で、体力項目の最後の分析対象者224名、認知機能項目の最後の分析対象者192名を用いて分析をおこなった（図1）。

全ての運動教室は週1回の頻度で11週間実施した。教室の内容は、参加者の体調確認後、準備運動(10分)、レクリエーション活動(10分)、SSE(30分)、ダンベル体操(10分)、整理運動(10分)、休憩(10分)の計80分であった。参加者の募集は、自治体の広報誌および自治体職員の声掛けにより行った。

なお、本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承諾の下で実施され、対象者には書面および口頭にて十分な説明をおこない、同意書へ署名を得た。

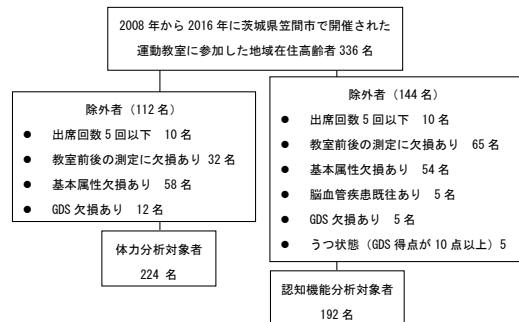


図1 分析対象者選定のフローチャート

1. 基本属性

運動教室の初回は測定・調査をおこなった。対象者の基本属性を調査した。出席率は各参加者の出席回数を教室開催数で除して算出した(表1、2)。

2. 体力測定

厚生労働省の体力測定マニュアルおよび文部科学省が公開している新体力テスト実施要項(65歳~79歳対象)を参考し、高齢者の日常生活動作と深く関連する身体機能を評価するため、8項目(握力、開眼片足立ち時間、長座体前屈、5回椅子立ち上がりテスト、Timed up and go(以下、TUG)、5m通常歩行時間、ペグ移動、全身選択反応時間)の体力測定をおこなった。

3. 認知機能測定

認知機能評価はファイブ・コグ検査を使用した。ファイブ・コグ検査は5つの課題(文字位置照合課題、手がかり再生課題、時計描画課題、動物名想起課題、類似課題)を含み、それぞれ5つの認

知機能要素(注意、記憶、視空間認知、言語、思考)を評価することができる。本研究では、ファイブ・コグ検査の5要素合計得点を対象者の認知機能スコアとして使用した。

4. 質問紙調査

心理状態の評価には高齢者用自記式うつ尺度短縮版 Geriatric Depression Scale-Short Version、(以下 GDS)を使用した。本研究では先行研究を参考にして、10点以上を抑うつ状態とした。

【統計処理】

全ての分析は年代別(前期高齢者および後期高齢者)に行った。

前期男性高齢者、前期女性高齢者、後期男性高齢者、後期女性高齢者を前期男性、前期女性、後期男性、後期女性と略す。

男性高齢者と女性高齢者の基本属性を比較するために対応のないt検定およびχ²検定、Fisherの直接確率検定を用いた。男性高齢者と女性高齢者の体力・認知機能の変化量を比較するために、時間要因(ベースライン vs. 教室後)と性の要因(男性 vs. 女性)による2要因分散分析を用いた。

分析には、ベースラインにおける有意差があった項目をベースラインの値を共変量に投入し、有意差がなかった項目は調整なし。その後の多重比較検定には Bonferroni 法を用いた。ベースラインと教室後の変化の大きさの程度を示すために効果量(Glass's Δ)を算出した。

【結果】

表3では、群ごと(前期男性、前期女性、後期男性、後期女性)に運動教室の参加に伴う体力測定項目の変化を示した。前期高齢者において、TUG、ペグ移動において交互作用がみられ、また前期女性においてTUG、ペグ移動に単純主効果がみられた。表3では、群ごと(前期男性、前期女性、後期男性、後期女性)に運動教室の参加に伴う認知機能(注意、記憶、視空間認知、言語、思考、5要素合計)得点の変化を示した。前期高齢者において、記憶、5要素合計得点において交互作用がみられ、また前期女性において記憶、5要素合計得点に単純主効果がみられた。

表1. 体力項目対象者のベースライン時の基本属性

項目	単位	n	全体		前期男性		前期女性		P value	後期男性		後期女性	
			Mean±SD	n	Mean±SD	n	Mean±SD	n		Mean±SD	n	Mean±SD	P value
年齢 [†]	歳	224	71.7 ± 4.9	20	70.1 ± 2.9	142	69.1 ± 2.7	0.148	17	78.9 ± 3.3	45	78.0 ± 2.7	0.267
女性	%	224	187 (83.5)										
身長 [†]	cm	224	152.9 ± 6.8	20	164.4 ± 5.5	142	151.5 ± 4.8	<0.001	17	161.7 ± 5.7	45	149.0 ± 5.1	<0.001
体重 [†]	kg	224	55.2 ± 9.3	20	65.2 ± 10.0	142	53.9 ± 8.4	<0.001	17	59.8 ± 10.9	45	53.2 ± 7.8	0.010
握力 [†]	kg	223	24.4 ± 5.4	20	32.8 ± 4.8	141	23.3 ± 4.0	<0.001	17	30.6 ± 6.1	45	21.8 ± 3.8	<0.001
開眼片足立ち時間 [†]	秒	220	34.8 ± 22.3	19	24.9 ± 21.0	141	41.9 ± 20.1	0.001	17	22.3 ± 21.3	43	20.7 ± 20.2	0.784
長座体前屈 [†]	cm	216	37.7 ± 8.8	20	35.3 ± 10.4	136	40.1 ± 7.5	0.060	17	29.4 ± 11.6	43	34.2 ± 7.0	0.122
5回椅子立ち上がりテスト [†]	秒	215	7.7 ± 1.8	20	8.6 ± 2.6	136	7.2 ± 1.5	0.027	17	8.6 ± 1.7	42	8.3 ± 1.7	0.528
TUG [†]	秒	222	6.1 ± 1.4	20	6.3 ± 1.6	141	5.7 ± 1.0	0.177	17	6.9 ± 1.7	44	6.9 ± 1.8	0.972
5m通常歩行時間 [†]	秒	221	3.6 ± 0.8	20	3.8 ± 0.8	140	3.5 ± 0.5	0.127	17	4.1 ± 0.8	44	4.0 ± 1.1	0.645
ペグ移動 [†]	秒	221	36.1 ± 7.1	20	38.2 ± 5.5	140	34.6 ± 7.3	0.038	17	42.3 ± 8.2	44	37.4 ± 4.4	0.028
全身選択反応時間 [†]	ミリ秒	198	1051 ± 152	16	1082 ± 156	130	1015 ± 137	0.068	17	1109 ± 134	35	1146 ± 163	0.419

表 2. 認知機能項目における対象者のベースライン時の基本属性

項目	単位	全体		前期男性		前期女性		P value	後期男性		後期女性		P value
		n	Mean±SD	n	Mean±SD	n	Mean±SD		n	Mean±SD	n	Mean±SD	
年齢†	歳	192	71.8 ± 5.0	13	69.5 ± 2.9	123	69.1 ± 2.8	0.573	15	78.9 ± 3.5	41	77.9 ± 2.7	0.222
女性	%	192	164 (85.4)	13	—	123	—	—	15	—	41	—	—
身長†	cm	192	152.6 ± 6.7	13	164.3 ± 6.5	123	151.4 ± 4.8	<0.001	15	161.6 ± 6.1	41	149.2 ± 5.3	<0.001
体重†	kg	192	55.2 ± 9.4	13	66.8 ± 11.5	123	53.9 ± 8.4	<0.001	15	60.1 ± 11.4	41	53.5 ± 8.0	0.018
注意(文字位置照合)†		192	20.8 ± 8.0	13	25.0 ± 5.6	123	22.4 ± 7.5	0.225	15	16.0 ± 6.3	41	16.2 ± 7.9	0.915
記憶(手がかり再生)†		192	14.7 ± 6.2	13	14.2 ± 5.8	123	15.9 ± 6.0	0.322	15	10.5 ± 6.9	41	12.8 ± 5.8	0.224
視空間認知(時計描画)†		192	6.6 ± 1.0	13	6.8 ± 0.4	123	6.7 ± 1.0	0.710	15	6.9 ± 0.4	41	6.2 ± 1.3	0.008
言語(言語流暢性)†		192	16.0 ± 4.5	13	17.7 ± 4.0	123	16.8 ± 4.6	0.478	15	14.5 ± 4.3	41	13.8 ± 3.9	0.588
思考(共通概念抽出)†		192	10.3 ± 3.5	13	12.3 ± 2.6	123	10.6 ± 3.2	0.067	15	10.1 ± 4.3	41	9.0 ± 4.0	0.382
5要素合計†		192	68.4 ± 18.2	13	75.9 ± 13.8	123	72.3 ± 17.2	0.463	15	57.9 ± 16.9	41	58.1 ± 17.4	0.979

SD: standard deviation TUG: timed up & go
 BMI: Body Mass Index GDS: Geriatric Depression Scale
 * 出席率は教室開催数を各参加者の出席回数で除した値である
 † 対応のないt検定
 ‡ * t検定もしくはFisherの正確確率検定

表 3. 教室前後における体力および認知機能の変化

項目	n	教室前		教室後		Effect size (Glass's Δ)	モデル1			モデル2		
		Mean±SD	Mean±SD	交互作用 P value†	時間の主効果 P value		単純 主効果 P value	交互作用 P value†	時間の主効果 P value	単純 主効果 P value		
注意(文字位置照合)												
	前期男性	13	25.0 ± 5.6	26.4 ± 6.1	0.25	0.170	<0.001					
	前期女性	123	22.4 ± 7.5	25.4 ± 7.0	0.41							
	後期男性	15	16.0 ± 6.3	17.0 ± 7.7	0.16	0.664	0.150					
	後期女性	41	16.2 ± 7.9	18.1 ± 7.7	0.24							
記憶(手がかり再生)												
	前期男性	13	14.2 ± 5.8	15.5 ± 6.2	0.23	0.003		0.196				
	前期女性	123	15.9 ± 6.0	20.4 ± 5.9	0.76		<0.001					
	後期男性	15	10.5 ± 6.9	12.9 ± 6.3	0.34	0.886	<0.001					
	後期女性	41	12.8 ± 5.8	15.3 ± 5.9	0.42							
視空間認知(時計描画)												
	前期男性	13	6.8 ± 0.4	7.0 ± 0.0	0.53	0.887	0.093					
	前期女性	123	6.7 ± 1.0	6.9 ± 0.7	0.20							
	後期男性	15	6.9 ± 0.4	6.7 ± 0.6	-0.38	0.150	0.457		0.833	0.039		
	後期女性	41	6.2 ± 1.3	6.7 ± 0.9	0.32							
言語(言語流暢性)												
	前期男性	13	17.7 ± 4.0	18.6 ± 3.5	0.23	0.392	0.017					
	前期女性	123	16.8 ± 4.6	18.7 ± 5.1	0.43							
	後期男性	15	14.5 ± 4.3	15.1 ± 5.9	0.16	0.834	0.130					
	後期女性	41	13.8 ± 3.9	14.7 ± 3.7	0.22							
思考(共通概念抽出)												
	前期男性	13	12.3 ± 2.6	12.5 ± 2.1	0.06	0.394	0.174		0.842	0.020		
	前期女性	123	10.6 ± 3.2	11.3 ± 3.1	0.21							
	後期男性	15	10.1 ± 4.3	9.5 ± 4.6	-0.14	0.272	0.272					
	後期女性	41	9.0 ± 4.0	9.0 ± 3.9	0.00							
5要素合計												
	前期男性	13	75.9 ± 13.8	79.9 ± 13.2	0.29	0.004		0.055				
	前期女性	123	72.3 ± 17.2	82.7 ± 17.4	0.61		<0.001					
	後期男性	15	57.9 ± 16.9	61.2 ± 20.2	0.19	0.409	0.003					
	後期女性	41	58.1 ± 17.4	63.7 ± 17.0	0.32							

SD: Standard deviation
 Glass's Δの効果量を示す: 0.2-0.5を小さな効果、0.5-0.8を中程度の効果、0.8以上を大きな効果と判定する
 表中の数値は認知機能スコアであり、高得点ほど認知機能が優れることを表す
 † 二要因分散分析の交互作用の有意確率 (P value) を表す
 モデル1: 無調整
 モデル2: ベースラインにおける有意差がある項目を運動教室前の値を投入し調整

【考察】

先行研究ではSSEを実践することにより、下肢筋力およびバランス能力の向上をもたらしたとの報告がある。本研究では、歩行能力において、前期男性高齢者よりも前期女性高齢者の方がより大きな向上がみられた。介護予防事業に参加する高齢者の特性として、男性は女性よりも体力要素が低下した者が参加している可能性があるとの報告もある⁵。本研究の結果は、SSEの実践は男性よりも女性において歩行能力の効果を得やすいことを示唆するものかもしれない。

前期男性高齢者がSSEを主とした運動教室に参加したにも関わらず体力において効果が得られにくかった原因は2つあると考えられる。

まず、SSEを主とした週一回の運動教室の運動強度(METs)は30分で2.1~2.7 METsであり、前期男性にとっては強度が低すぎる上に、実施が

低頻度だった可能性が考えられる。先行研究に基づく、女性でみられたような運動効果を男性で得るためには、さらに強度が高くや頻度の多い運動の実施が必要であると考えられる⁶。今後男性に相応しい強度や頻度の運動を検討すべきと考えられる。

また、筆者が教室を観察したところ、女性はSSE実践時お互いに励ましあったり、話をしたりしながら体を動かすことが多かった。一方、男性は独りで動くことが多く、介護予防教室では、男女の行動が異なる可能性が示唆された。しかし、本研究の調査では、教室での会話および仲間づくりが体力にどれほどの効果を与えられるのかに関しては不明である。記憶機能においては、エストロゲンが認知機能に影響を及ぼす可能性が示唆されている⁷。また、女性は散歩やジョギングなどのスポーツ活動を趣味に持つ者では認知症

による要介護認定を受ける可能性が有意に低いとの報告がある⁸。以上より、SSE実施に伴う認知症予防効果には性差があることが示唆された。先行研究より、対人交流や社会的接触頻度が認知症の発症と大きく関わっていることが報告されている⁹。本研究で主運動に選択したSSEの特徴として、教室中に「ステップが間違っても笑い声が絶えない」、「参加者同士の交流が盛り上がっている」が挙げられ、高齢者が運動教室への参加には性差以外の影響を示唆された。

【結論】

本研究では、SSEを主とした3ヵ月間の運動教室が地域在住高齢者の体力および認知機能に与える影響を年代別（前期高齢者、後期高齢者）に検討し、前期高齢者において、体力および認知機能への影響は性により異なることが示唆された。また、運動教室に参加することによって、前期高齢女性は前期高齢男性より、歩行能力と認知機能においてより大きな向上が見られた。

本研究により、SSE教室全体の参加者の特性を把握でき、今まで使用してきた運動プログラムを見直すきっかけにもなったことは、今後の運動教室の運営を見直す上でも有意義である。

従来、高齢者に対する運動指導を行う場合、年齢や男女の区別なく同一の内容で指導されることが多かったが、本研究では体力および認知機能において、性差を捉え、今後は性差を考慮した指導が必要との示唆を得た。

特に参加率の低い男性においては、強度や頻度、男性の興味を惹く内容について更なる検討が必要であると考えられる。

【引用文献】

1. Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, Rantanen T (2008): Square-Stepping Exercise and Fall Risk Factors in Older Adults: A Single-Blind, Randomized Controlled Trial. *The Journals of Gerontology. Biological Sciences and Medical Sciences* 63: 76-82.
2. 大藏倫博, 尹智暎, 真田育依, 村木敏明, 重松良祐, 中垣内真樹 (2010): 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* 9: 519-530.
3. 神藤隆志, 角田憲治, 相馬優樹, 北濃成樹, 辻大士, 村木敏明, 堀田和司, 大藏倫博 (2014): 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. *日本老年医学会雑誌* 51: 251-258.
4. 加藤智香子, 藤田玲美, 猪田邦雄 (2013): 二次予防事業対象者に対する運動器機能向上プログラムの参加者特性と介入効果の検証.

日本老年医学会雑誌 50: 804-811.

5. 藤原和彦, 村田伸, 上城憲司, 小松洋平, 長住達樹, 堀江淳, 久保温子, 青山宏 (2012): 介護予防事業に参加している高齢者の身体機能の年代差と性差. *西九州リハビリテーション研究* 5: 33-36.
6. 吉田祐子, 熊谷修, 杉浦美穂, 古名丈人, 吉田英世, 金憲経, 新開省二, 渡辺修一郎, 鈴木隆雄 (2005): 地域在宅高齢者における運動習慣の継続と心拍数の縦断変化. *体力科学* 54: 295-304.
7. Victor W. Henderson (2008): Cognitive Changes After Menopause: Influence of Estrogen. *Clinical obstetrics and gynecology* 51: 618-626.
8. 竹田徳則, 近藤克則, 平井寛 (2010): 地域在住高齢者における認知症を伴う要介護認定の心理社会的危険因子 Ages プロジェクト 3年間のコホート研究. *日本公衆衛生雑誌* 57: 1054-1065.
9. Fratiglioni L1, Wang HX, Ericsson K, Maytan M, Winblad B (2000): Influence of social network on occurrence of dementia: a community-based longitudinal study. *Lancet* 355: 1315-1319.