

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01706

研究課題名(和文) 幅広い地域高齢者に対応した転倒・軽度認知障害予防統合エクササイズの開発と有効性

研究課題名(英文) Developing prevention exercise of fall and mild cognitive impairment for older people in community-dwelling.

研究代表者

山次 俊介 (Shunsuke, Yamaji)

福井大学・学術研究院医学系部門・准教授

研究者番号：40311021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、高齢者の転倒回避能力と軽度認知障害(MCI)を改善するエクササイズやテストを開発することであった。本研究では、転倒回避能力として重要な敏捷的なクロスステップを含む歩行動作に認知機能課題を付加したmulti-taskエクササイズに着目した。本研究では、3つのテスト、すなわち、1)4色(青、赤、黄、緑)のパネル(30cm×30cm)のうち、赤色のみを踏みながら10m歩行するテスト、2)ピープ音に反応しながら1)を行うテスト、3)1～12番のパネルの踏む順番を記憶してステップするテストを開発した。いずれのテストも良好な試行間信頼性が認められ、MCI群と健常群を有意に判別した。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a screening test and exercise to enhance fall avoidance ability and mild cognitive impairment (MCI) among older people in community-dwelling. This study focused on multi-task exercise which combine an ambulation with rapid cross step related to fall avoidance ability and cognitive function task such as delayed recall and attention. This study developed three tests as follows: Test 1) 10m walk to select only red panel (30cm × 30cm) from four colors (red, blue, green, yellow), Test 2) Test 1 with reaction for beep sound, Test 3) Stepping to store memory of stepping order in number of 1-12. The trial-to-trial reliabilities of these tests is good (ICC over 0.75). Performances of these tests in high risk of fall potential by Demura's fall risk assessment and MCI group by MoCA-J were significantly inferior. In conclusion, it is suggested that the tests developed in this study is valid as screening of fall risk and MCI.

研究分野：応用健康科学

キーワード：加齢・老化 転倒予防 軽度認知障害 デュアルタスク

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会にある我が国において、高齢者の要介護・寝たきり期間の短縮は喫緊の課題である。身体的予備力の低下とともに、骨折や転倒恐怖症などの深刻な問題を惹起する転倒のリスクは増大し、1年に約600万人の高齢者が転倒を経験している。国内外の多くの研究者が転倒予防に有効な転倒関連体力改善のためのプログラムの提案や効果の検証を行っている。ほとんどの転倒は移動・移乗時に発生するため、安定、且つ円滑な身体重心移動に重要な歩行能力、筋力、バランス能力が転倒関連体力として挙げられている。一方で、転倒の多くは“スリップ”や“つまづき”などの不意に身体重心を姿勢維持限界から逸脱させることで発生するともいえる。このような転倒危険場面においては、適切な股関節方略や素早いステップング方略によって姿勢を回復する能力、すなわち「転倒回避能力」が重要となる。これまで、筆者は転倒回避能力を改善するためのエクササイズ及び評価方法を検証してきた。その結果、敏捷的に足を交差するクロスオーバーステップや、股関節前後移動の重要性を示唆した。前者は転倒危険場面において、特に側方転倒を回避する最後の姿勢回復動作となるが、日常生活動作で要求されることはほとんどない。そのため、そのパフォーマンスに大きな個人差が認められ、活動範囲にも影響があることを明らかにした。また、後者は大きな姿勢動揺時の姿勢回復に用いられる股関節方略の成就に関連すると考えられる。股関節方略は反射的な股関節動作であるが、高齢者の中には随意的な股関節可動範囲が狭いものが多く、股関節可動範囲が活動範囲や転倒リスクに影響することを明らかにした。

一方で要介護・寝たきりの原因となる認知症、またはその前駆段階である軽度認知障害(MCI)の高齢者は約820万人と言われ、MCIの約70%が最終的に認知症に転化することから、早期介入の重要性が指摘されている。介護予防教室に参加する日常生活自立高齢者でもMCIの疑いが認められる者は少なくない。認知機能の改善には知的活動、身体活動が有効と報告されているが、それぞれの活動の効果量については十分に明らかにされていない。

地域高齢者が一次予防に取り組める時間、身体的余裕は有限であり、転倒、MCI予防などそれぞれに何種類もエクササイズや予防方法を提案することは現実的ではない。したがって、両者を統合した改善エクササイズの提案、及びその効果の検証が期待されている。

2. 研究の目的

本研究では、転倒・MCIともに予防効果が認められる統合エクササイズの開発、その有効性、及びエクササイズ自体が転倒リスクや認知機能水準を評価可能であることを検証することを目的とした。

本研究では、転倒回避能力として重要な敏捷的なクロスステップを含む歩行動作に遅延再生や注意の認知機能課題を付加したmulti-taskエクササイズに着目した。

3. 研究の方法

(1)対象者

本研究の被験者は、自治体が主催する座学中心の介護予防教室に参加した65歳以上の地域在宅高齢者とした。本研究の各種身体機能測定や転倒リスク、生活習慣に関する調査は、同意の得られた高齢者のみを対象とした。したがって、全ての高齢者は、外出習慣があり、自立歩行が可能(補助具可)であり、測定の説明を理解できる認知機能を有していた。

(2)転倒回避能力と認知機能を捉える

Multi-task testの開発

高齢者において、敏捷性や動的な身体重心制御が求められる転倒回避能力は、普通歩行、下肢筋力、およびバランス能力などの転倒関連体力よりも難度の高い、高次な身体機能と考えられている。つまり、転倒回避能力に優れる者は、転倒関連体力も優れると考えられるが、転倒関連体力が優れていても転倒回避能力に優れているとは判定できない。筆者は、転倒回避能力を捉える評価方法およびエクササイズの開発に取り組んできた。本研究ではそれらをもとに認知機能課題を付加した以下のmulti-task課題を開発した。

①10m選択歩行課題

30cm×30cmの赤、青、緑、黄パネルを1列として、色並びを変えて36列敷いた歩行路(図1)を設置した。対象者には、右足からスタートして、赤色のパネルのみ踏むように指示した。赤パネルと左右足で交互に踏むため、対象者はスライドもしくはクロスステップしなければならない。対象者が10m地点を通過するまでの時間を計測した。



図1 10m 選択歩行の歩行路

②音刺激反応+10m 選択歩行課題

対象者は、①の課題を遂行しながら、ヘッドホンからの2秒間隔で発せられるピープ音に応答し、手に保持したボタンを押した(図2)。10m 選択歩行遂行時間、音反応誤差平均時間、音反応失敗回数を記録した。



図2 音刺激反応+10m 選択歩行課題

③番号ステップ課題

30 cm×30 cmのパネル13枚を図3のように設置し、真ん中のパネルを除く12枚に1~12の番号を付与した。対象者は、検者が指示するa)~d)の4つの指示条件に従ってステップした。

- 1~12番を昇順にステップ(1~12番)
- 偶数のパネルをすべてステップ(順番は問わず)(偶数)
- 検者が指示する4桁の数字を記憶し、その順にステップ(4桁・順)
- 検者が指示する3桁の数字を記憶し、その逆順にステップ(3桁・逆)



図3 番号ステップ課題

各条件における課題遂行時間、失敗回数(パネル踏み間違い、記憶失敗)を記録した。

(3)転倒リスク得点、ADL得点、生活空間、転倒関連体力、及び認知機能水準の測定

転倒リスク得点は、Demura's fall risk assessment (DFRA)を用いた(Demura et al., 2011)。2件法による50項目から転倒リスク水準を示す易転倒性得点と転倒リスクプロフィールを示す身体機能、疾病・身体症状、行動・性格、環境の4因子得点を算出した。

ADL得点は文科省ADL調査票を用いた。

生活空間は、Life-space assessment を利用し(LSA)、poor life-space のカットオフ値56点で2群に分類した。

転倒関連体力測定として、筋力：握力、膝伸展筋力、股関節屈曲筋力、バランス：開眼片脚立ち、ファンクショナルリーチ、歩行：10m最大歩行を測定した。

認知機能はMCIスクリーニングテストであるMoCA-Jより測定した。

4. 研究成果

(1)10m 選択歩行課題の信頼性と被験者特性による変動、転倒関連体力との関係、および易転倒性群とMCI群の差

対象者は通所型介護予防教室に参加する65歳以上の男性56名(年齢：79.2±8.0歳、ADL：27.4±5.6点、MoCA-J：22.6±4.0点)、女性281名(年齢：77.2±6.7歳、ADL：25.7±4.8点、MoCA-J：23.7±4.2点)であった。年齢、ADL得点、およびMoCA-J得点に有意な性差は認められなかった。

10m 選択歩行時間の試行間信頼性(ICC)は男女とも良好であった(男性：0.83, 女性：0.75)。Bland-Altman分析により男女とも有意な加算誤差(試行間差)と比例誤差が認められた。10m 選択歩行は十分な練習試行の後に計測したが、本試行1回目より2回目の方が有意に改善した。また、10m 選択歩行時間に劣る者が、試行間の差が大きい傾向が窺えた。試行間誤差が大きい者は、DFRAの易転倒性、もしくはMoCA-J得点が著しく低い傾向が窺えた。

10m 選択歩行時間と転倒関連体力(10m最大歩行、膝伸展筋力、股関節屈曲力、握力、ファンクショナルリーチ、開眼片足立ち)との相関は男女とも中程度以下であった(男性：0.2~0.5, 女性：0.2~0.6)。

対象者を易転倒性(健常群、易転倒性群)、MCI(健常群、MCI群)によって分類し、転倒関連体力および10m 選択歩行について2×2の二要因分散分析を行った結果、10m 選択歩行のみ、全てのセル間で有意差が認められた。

(2)10m 選択歩行課題によるMCI判別力

対象者は通所型介護予防教室に参加する65歳以上の女性281名(年齢：77.2±6.7, ADL：25.7±4.8点、MoCA-J：23.7±4.2点)であった。

MoCA-J の得点からアルツハイマー型認知症高齢者の平均得点である 19 点以下を MCI 群 (61 名)、20 点以上を健常群 (260 名) とし

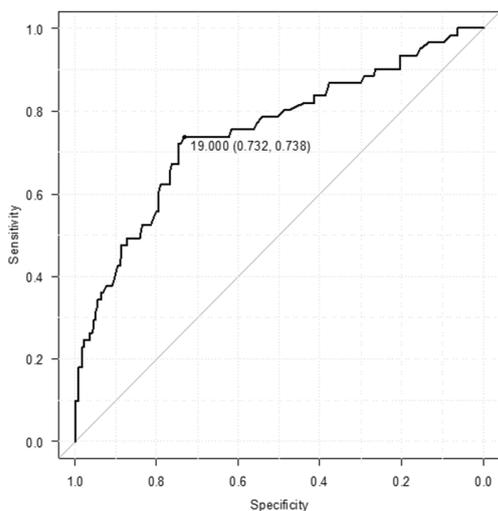


図 4 選択 10m 歩行時間による ROC 分析

た。MCI 群と健常群を従属変数、10m 選択歩行時間を独立変数として ROC 分析を行った。ROC 分析の結果、選択 10m 歩行は AUC=0.750 と高い判別力を示し、Cut off 値は 19.0 秒であった(図 4)。また、10m 最大歩行時間を独立変数とした ROC 分析を基準にモデルを比較したところ、有意差が認められ (NRI [95% CI]: 0.291 [0.001 - 0.573], IDI [95% CI]: 0.055 [0.002 - 0.107])、10m 選択歩行時間の MCI 群判別力は 10m 最大歩行時間より高かった。

(3)10m 最大歩行、10m 選択歩行、音刺激反応 +10m 歩行、及び音刺激反応 +10m 選択歩行課題の成就時間差

対象者は通所型介護予防教室に参加する 65 歳以上の女性高齢者 131 名 (年齢:78.4±6.6 歳, ADL : 25.6±5.0 点、LSA: 69.8±21.7 点) であった。対象者は、以下の 4 つの課題を遂行した。

- a)10m 最大歩行
- b)10m 選択歩行
- c)音刺激反応 +10m 最大歩行
- d)音刺激反応 +10m 選択歩行

各課題の歩行時間の試行間信頼性 (ICC) は 0.8 以上と良好であった。しかし、音反応誤差平均時間は、10m 歩行及び 10m 選択歩行条件とも中程度以下であった。歩行課題に音反応刺激を付加すると、歩行時間は有意に延長した。また、10m 歩行 (Single-task)から 10m 歩行 + 音反応 (Dual-task)の歩行時間の増加率は、10m 選択歩行 (Dual-task)から 10m 選択歩行 + 音反応 (Multi-task)のそれと有意差は認められなかった。一方で、反応時間と失敗回数は 10m 歩行より選択 10m 歩行に音反応を負荷した方が有意に大きかった。以上より、注意配分が音刺激反応より歩行課題に偏ると推測される。

(4)番号ステップ課題の指示条件間差

対象者は通所型介護予防教室に参加する 65 歳以上の女性高齢者 283 名 (年齢:77.7±7.4 歳) であった。4 つの指示条件間の失敗回数に有意差が認められ、4 桁・順は 3 桁・逆より多く、3 桁・逆は 1~12 と偶数課題より多かった。つまり、失敗回数の観点から 4 桁・順課題が最も難易度高いと示唆された。一方で、MoCA-J 得点による MCI 群 (19 点以下) は、3 桁・逆課題の失敗回数が有意に多くなった。3 桁・逆課題は MCI 群判別の特異度が高い可能性が示唆された。したがって、番号ステップ課題における評価において、課題遂行時間に失敗回数を加味する必要性が示唆された。

(5) 番号ステップ課題による評価変数と転倒関連体力との相関、および MCI 判別力

対象者は通所型介護予防教室に参加する 65 歳以上の女性 101 名 (年齢:79.9±8.2 歳) であった。MoCA-J の得点からアルツハイマー型認知症高齢者の平均得点である 19 点以下を MCI 群 (30 名)、20 点以上を健常群 (71 名) とした。両群の年齢、身長、体重、LSA、易転倒性、及び ADL 得点に有意な群間差は認められなかった。

各指示条件の遂行時間と選択 10m 歩行時間は 0.5~0.7 の中程度以上の相関が認められたが、転倒関連体力 (10m 歩行、膝伸展筋力、股関節屈曲力、握力、ファンクショナルリーチ、開眼片足立ち) との相関は中程度以下の相関であった。

指示条件ごとに、MCI 群と健常群を従属変数、遂行時間および失敗回数を独立変数としてロジスティック回帰分析および ROC 分析を行った。なお、独立変数は遂行時間のみによる分析も行った。また、判別力の基準として 10m 最大歩行時間を独立変数として同様の分析を行った。ロジスティック回帰分析の結果、いずれも遂行時間のみモデルにおいて有意な回帰係数が認められ、10m 歩行時間と比較して高い予測力がうかがえた。一方で、独立変数に失敗回数を加えた結果、失敗回数に有意な偏回帰係数が認められたのは、3 桁・逆順のみであった。したがって、失敗回数は 3 桁・逆順を除いて有効な説明変数ではないかもしれない。10m 歩行を独立変数とした場合の AUC と比較して、4 桁・順、偶数、3 桁・逆順 + 失敗回数が有意に大きい AUC であった。失敗試技を繰り返すことで、持ち越し効果がバイアスとなる可能性があり、測定方法の見直しが必要かもしれない。

本研究の成果は、国内外とも十分に検証されていなかった転倒回避能力と認知機能を同時に評価しうるテストの有効性を検証し、そのテスト遂行自体が改善エクササイズとして提案できる点で有意義である。今後は、転倒・介護予防教室などにおいて、一般に行

われている筋力、バランス、歩行のエクササイズに加え、本研究のエクササイズが加えられることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① Yamaji S., Demura S, Aoki H, Ohno M: Effect of visual input and foam rubber on leg-joint angles and sway of center of pressure during stepping on the spot. *Advance in Physical Education*, 査読あり, 5(3), 2015. DOI: 10.4236/ape.2015.53025
- ② Yamaji S., Demura S, Aoki H: Performance differences among age-levels and tempos in a step test with stipulated tempo. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 査読あり, 4(4), 94-97, 2016. DOI: 10.12691/ajssm-4-4-2
- ③ 山次俊介: 高齢者に必要な体力, 動作成就能力を測る～何のために測るかを考える～。(総説), *教育医学*, 査読あり, 63(2), 2017, 161-166. DOI:なし

〔学会発表〕(計15件)

- ① Yamaji S., Demura S, Sato T, Aoki H. Differences of longitudinal changes in physical functions among cognitive function levels in community-dwelling older women. 16th scientific meeting of Korea-Japan health education symposium, 2015 8.22-23.
- ② 山次俊介, 出村慎一, 石原一成, 青木宏樹: 介護一次予防教室に参加する地域女性高齢者の認知機能水準の低下と社会的活動状況との関係. *日本体育学会第66回大会*, 2015. 8.25.
- ③ 山次俊介, 出村慎一, 内田雄: 介護一次予防教室に参加する地域女性高齢者の認知機能水準の変化. *第70回日本体力医学会大会*, 2015. 9.18-20.
- ④ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 辛紹熙: 選択課題を伴う10m歩行テストの信頼性と被験者特性による変動. *日本測定評価学会第15回大会*. 2016.2.28.
- ⑤ 山次俊介, 出村慎一, 石原一成, 内田雄: 一次予防事業に参加する高齢者の生活状況とADL、転倒リスク、生活空間および認知機能水準の関連性と性差. *第64回日本教育医学会大会* 三重大学 2016. 8.18.
- ⑥ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎: 選択課題を伴う10m歩行テストは女性高齢者の軽度認知障害を判別できるか. *日本体育学会第67回大会(大阪体育大学)* 2017.8.25. 優秀発表
- ⑦ 山次俊介, 出村慎一, 内田雄, 石原一成: 地域女性高齢者の軽度認知障害と易転倒性を捉える有効な身体機能テストとは?. *第71回日本体力医学会大会*, 2016. 9.23-25.
- ⑧ 山次俊介: ジュニアサッカー選手の水平スピード走、方向・姿勢変換走能力と下肢・体幹筋力の関係. *第5回福井県スポーツ医*

科学研究大会(福井商工会議所) 2016.11.27.

- ⑨ 山次俊介, 石原一成, 佐藤敏郎: 6か月のウォーキング事業に参加した女性高齢者の体力変化. *日本体育測定評価学会第16回大会* ホルトホール大分 2017.3.5
- ⑩ 山次俊介, 佐藤敏郎, 佐藤進: ウォーキングを主とした一次予防事業の脱落要因の検証～継続者と脱落者との生活状況などの比較から～ *第65回日本教育医学会大会* 愛知工業大学 2017. 8.23.
- ⑪ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 内田雄: 高齢者のロコモティブシンドロームと軽度認知障害を評価する番号ステップテストの提案. *日本体育学会第68回大会* 静岡大学, 2017. 9.9.
- ⑫ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎, 出村友寛: 高齢者の軽度認知障害と易転倒性をスクリーニングする Multi-task test の提案. *第72回日本体力医学会大会* 愛媛大学 2017. 9.16.
- ⑬ 泉山大貴, 山田孝禎, 山次俊介, 青木宏樹, 内田雄: 児童を対象としたコーディネーション能力テストバッテリー作成のための測定値の信頼性、性差および年齢差. *日本体育測定評価学会第17回大会* 愛知大学 2018.3.4
- ⑭ 山次俊介, 石原一成, 内田雄: 番号ステップテストは男性高齢者の軽度認知障害を判別するか?. *日本体育測定評価学会第17回大会* 愛知大学 2018.3.5
- ⑮ 出村友寛, 山田孝禎, 宗倉啓, 野田政弘, 山次俊介, 石原一成, 野口雄慶, 杉浦宏季: マラソン大会に目標をもって取り組んでいる福井県児童の体力に関する検討. *日本体育測定評価学会第17回大会* 愛知大学 2018.3.5

6. 研究組織

(1)研究代表者

山次 俊介 (YAMAJI, SHUNSUKE)
福井大学・学術研究院医学系部門・准教授
研究者番号: 40311021