

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：32206

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17759

研究課題名（和文）RCTを用いた高齢女性に特化した転倒予防のためのステップ動作訓練方法の開発

研究課題名（英文）The development of fall prevention step exercise for older female by RCT

研究代表者

前田 佑輔（Yusuke, Maeda）

国際医療福祉大学・小田原保健医療学部・准教授

研究者番号：00404765

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：生活自立高齢者に対して、スピードを重視したステップ動作訓練（ST）と動作正確性を重視したステップ動作訓練（AT）の2種類の効果をそれぞれ検証した。STに10名、ATに10名をそれぞれランダムに割り付け、週3回、12週間の自宅トレーニングを実施させた。トレーニングの開始前後でステップ動作を三次元動作解析装置にて測定した。転倒場面を想定するため、通常立位からのステップに加え、身体を傾斜させた肢位からのステップ動作を測定した。通常立位からのステップ動作トレーニングのみ実施したが、STにおいては通常立位および傾斜位からのステップ動作の両方の条件においてスピードアップが認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、75歳前後の生活自立高齢者が自宅にて、20cm前後のハードルをできるだけ素早くまたぐ動作訓練を1週間に3回、12週間実施した。直立位からのステップ動作トレーニングを実施した結果、転倒場面が想定される傾斜位でのステップ動作の速度向上も認められた。自宅トレーニングは、安全で簡便であることが必要である。傾斜位より安全な直立位からの動作訓練により、傾斜位での速度向上をもたらした点は転倒予防訓練として非常に有益である。また、トレーニングにあたって特別な機器を必要としないため、非常に簡便である。

研究成果の概要（英文）：Twenty healthy elderly 20 individuals were randomly assigned to two groups: speed-training and accuracy-training groups. They practiced initiating their crossing motion faster or more accurate 3 times a week, for 12 weeks. Using a three-dimensional motion analysis system, the data on the crossing motion was captured before and after the training period. We set two conditions (normal stance and leaning stance) to create the situation that is likely to fall down. The practice of crossing from a normal upright stance resulted in a speedup of the crossing motion from the leaning stance. These results indicate that this method focused on the motion speed is easy and useful for in-home elderly individuals.

研究分野：バイオメカニクス

キーワード：モーションキャプチャ 転倒予防 動作正確性 ステップ動作

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本邦では超高齢社会を迎えるにあたり、高齢者の転倒予防が喫緊の課題となっている。転倒予防のためには、バランスを崩したときに素早く正確に新しい支持面を構築する必要がある。しかし高齢者は、この“ステップ動作”の速度や正確性が低下しているとされている。ステップ動作の実用性は、その速度と正確性により左右されると考えられる。前者は、できるだけ速く動作を開始・遂行させるものであり、後者は重心位置と新しい支持面の位置関係を適切に構築するものと考えられる。ステップ動作の正確性について、本研究では10回のステップ動作の足部軌跡を重ね合わせた時の一致度を主要なアウトカムとした。これは意図したステップ動作ができていのかどうかの指標であり、正確性が低下するとステップ動作のたびに異なる軌跡を描くことになり、意図した動作との乖離が発生していることになる。したがって、正確性および軌跡の一致度が低下するとステップ動作の際に支持面と重心位置の位置関係を適切に構築することが困難となり、転倒に結び付くと考えられる。この速度と正確性という2つの側面を運動学的に解析することにより、ステップ動作能力向上のためのアプローチ方法を立案することができると考えられている。

本研究において、ステップ速度を向上させるトレーニングおよびステップ動作の正確性を向上させるトレーニングを実施することによりそれぞれのトレーニング方法の影響を検証することによって実用的なステップ動作訓練方法の提言ができると考える。

2. 研究の目的

本研究は、高齢者のステップ動作を改善するため速度トレーニング群および正確性トレーニング群の2群を設定して、それぞれ12週間の自宅トレーニングでどの程度改善が見られたかを検証することを目的とした。

3. 研究の方法

20名の生活自立高齢者が本実験に参加した(平均年齢 71.7 ± 1.5 歳、身長 153.5 ± 4.2 cm、体重 51.6 ± 6.8 kg)。Figure 1の通り、重大な神経系疾患や骨関節系疾患のある既往者および認知機能の低下のある者を除き(除外者0名)、ランダムに速度トレーニング群(以下、STG)と正確性トレーニング群(以下、ATG)に割り付けた。参加者はそれぞれ身長15%の高さのハードルを前方と側方それぞれ50回跨ぐ運動課題を週3回12週にわたって自宅にて実施した。STGは跨ぐ際にできるだけ速く実施し、ATGはできるだけ毎回同じ動作になるように実施した。ここで同じ動作というのは、ハードルを跨ぐ軌跡が同じ軌跡となることおよび同じ場所に接地することとし、参加者には口頭および書面にて十分に説明した。週3回のトレーニングについて、12週間継続できるように、曜日を固定せずできる日に実施するように指導した。

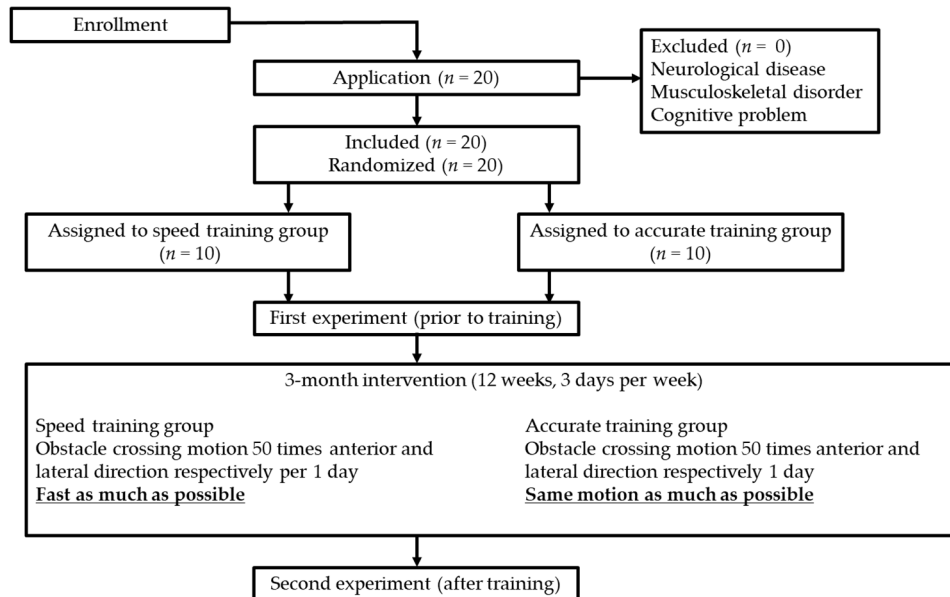


Figure 1

参加者の動作を三次元動作解析装置および床反力計を用いて計測した。計測の際、跨ぐ足の踵、外果、第5中足骨に反射マーカーを貼付した。計測には下記の4つの条件および前方と側方向の2方向を設けた。

通常条件：前方および側方へ通常立位から任意の速度で跨ぐ

高速条件：前方および側方へ通常立位から可能な限り高速で跨ぐ

傾斜条件：前方への傾斜姿勢および側方への傾斜姿勢から任意の速度で跨ぐ

傾斜・高速条件：前方への傾斜姿勢および側方への傾斜姿勢から可能な限り高速で跨ぐ

傾斜姿勢の定義にあたって、あらかじめ最大足圧中心（COP）移動距離を計測した。その70%地点にCOPがくるまで立位で足部を接地させたまま傾斜させた。COPがこの70%地点にある姿勢を1-2秒保持した後、検者が任意のタイミングで合図を出した後ステップをさせた。これは転倒直前の姿勢が傾いた状況を想定している。各条件で10回跨ぎ動作を実施し、それぞれ前方と側方への2方向で合計80試行実施した。データ測定はトレーニング開始前と開始後にそれぞれ実施した。

参加者の跨ぎ動作を解析するため、Visual 3Dを使用して足部軌跡を抽出した。床反力計からのデータを用いて足部の離地から接地までのステップ時間を算出し、跨ぎ動作の速度の変化を検証した。10回分の軌跡を時間で正規化し、重ね合わせることによって跨ぎ動作の正確性を検証した。さらに、跨ぎ動作の接地位置座標を取得し、そのばらつきを検証した。

4. 研究成果

STGにおいて、前方側方とも全ての条件でおおよそ10%ステップ時間が短縮した（Table 1, 2）。一方でATGにおいて、10回分の軌跡の一致度および接地位置のばらつきは概ね変化が見られなかった。

STGが自宅で実施したトレーニングは静止立位からできるだけ速くハードルを跨ぐ動作であった。その結果、静止立位での跨ぎ動作だけでなく、前方および側方への傾斜位での跨ぎ動作の速度が向上した点は注目すべきである。傾斜位からの跨ぎ動作は転倒直前の状態を想定しているため、自宅で実施するには転倒リスクが高い。リスクの小さい静止立位からの跨ぎ動作でのトレーニング効果が傾斜位の跨ぎ動作に反映することが明らかになった。したがってリスクの小さい動作を用いることによって大きな効果が得られることは非常に臨床的意義が大きいことで

あると考えられる。速度が短縮した要因としては、下肢筋力の向上が推測される。素早く下肢を動かすためには大きな力が必要となる。また、大きな内力が身体にかかることにより、身体への動揺が起りやすくなる。速度トレーニングによってこの動揺を制御するための姿勢制御能力の向上も生まれたと推測される。

今後、正確性トレーニングの効果が認められなかった原因および正確性を向上させるトレーニング方法の確立が必要であると考えられる。筆者らの以前の研究¹⁾により、若年者と比較して高齢者のステップ正確性が低下していることが明らかとなっている。正確性向上と速度向上の両立によってより転倒予防効果の高い訓練方法となると考えられる。

Table.1 STG における前方跨ぎ時のステップ時間

		Crossing time (s)			95%CI	Effect size (r)	p value
Normal	Before	0.927	±	0.059	0.037-0.235	0.72	<0.01
	After	0.806	±	0.110			
Fast	Before	0.764	±	0.112	0.054-0.210	0.79	<0.01
	After	0.624	±	0.046			
Leaning	Before	0.920	±	0.115	0.040-0.214	0.74	<0.01
	After	0.796	±	0.037			
Leaning and Fast	Before	0.735	±	0.079	0.047-0.165	0.81	<0.01
	After	0.622	±	0.052			

Table.2 STG における側方跨ぎ時のステップ時間

		Crossing time (s)			95%CI	Effect size (r)	p value
Normal	Before	0.855	±	0.083	0.026-0.132	0.75	<0.01
	After	0.776	±	0.100			
Fast	Before	0.674	±	0.092	0.039-0.101	0.86	<0.01
	After	0.603	±	0.063			
Leaning	Before	0.805	±	0.116	0.001-0.185	0.61	<0.05
	After	0.712	±	0.079			
Leaning and Fast	Before	0.636	±	0.105	0.0001-0.085	0.61	<0.05
	After	0.584	±	0.065			

参考文献

- 1) Maeda, Y.; Hanafusa, A., Accuracy and Stability of Crossing Motion in Older Adults: With Focus on the Knee Joint. Int J 354 Phys Ther Rehab 2018, 3, (143), 2.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yusuke Maeda, Daisuke Sudo, Daiki Shimotori	4. 巻 19
2. 論文標題 Different effects of 12-week speed- or accuracy-training on obstacle-crossing foot motion in healthy elderly	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 4596
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph19084596	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yusuke Maeda, Akihiko Hanafusa
2. 発表標題 Accuracy and stability of crossing motion in older adults
3. 学会等名 Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>高齢者のステップ動作の特徴を明らかにするため、若年者と動作を比較した。3次元動作解析装置にてそれぞれステップ動作を実施し、動作の正確性、ステップ時間、下肢の関節モーメントを算出、比較した。高齢者は若年者よりも動作の一貫性が低く、安定性が欠如していることが明らかとなった。この内容にて論文を執筆し、「International Journal of Environmental Research and Public Health」へ投稿し、査読を受けている。</p>
--

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------