

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：32728

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10555

研究課題名（和文）在宅においても実施可能である棒またぎ体操が歩幅、運動耐容能に与える効果の検証

研究課題名（英文）Research to improve step length and endurance with obstacle stepping tasks

研究代表者

森尾 裕志（Morio, Yuji）

湘南医療大学・保健医療学部リハビリテーション学科理学療法学専攻・教授

研究者番号：60789577

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、在宅においても実施可能な棒またぎ体操をトレーニングとして継続した際の、歩行パラメーター（歩幅、運動耐容能）に対する効果を明らかにすることであった。基準となる聴覚的合図間隔（RAC）は、快適歩行時のケイデンスとし、三次元動作解析装置を用いて棒またぎ動作の変化パターンを計測した。その結果、棒またぎ体操の至適強度は、2.5cm高の障害物で120%RAC、もしくは2.5cm高の障害物で140%RACの運動負荷で行うことが望ましいと考えられた。また、棒またぎ体操を継続することで、対象者のステップスコアだけでなく、膝伸展筋力と6分間歩行距離が改善することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

在宅療養高齢者の急増に追従する働きかけは課題であり、フレイルを予防するためにも運動機能向上、および健康寿命を増大させるためのトレーニングの開発は急務である。本研究の目的は、在宅においても実施可能な棒またぎ体操を継続した際の、歩行パラメーター（歩幅、運動耐容能）に対する効果を明らかにすることであった。地域在住高齢者を対象に棒またぎトレーニングを継続した結果、歩幅身長比、および6分間歩行距離の改善を認めた。これらのことから、在宅でも実施可能な棒またぎ体操を継続することで、歩幅、運動耐容能が改善できることが示唆された。棒またぎ体操の継続は、運動機能向上、および健康寿命増大に寄与する可能性がある。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to identify the effect of home training with obstacle-stepping exercises on walking parameters such as step length and endurance. Rhythmic auditory cueing (RAC) was used as the cadence for comfortable walking, and the change in the pattern of bar stepping was measured using a three-dimensional motion analyzer. Based on effective toe clearance and safety, the optimal intensity of bar stepping exercises may involve an obstacle height of 2.5 cm and RAC of either 120% or 140%. In addition, the continuation of bar stepping exercises led to improvements in not only the step score but also the knee extension strength and 6-min walk distance.

研究分野：リハビリテーション科学関連

キーワード：高齢者 在宅療養 運動療法 バランストレーニング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

在宅で行える運動機能向上のためのトレーニングは様々な方法が想定されるが、その一つに、棒などの障害物に対し、前後や左右にステップ動作を行う棒またぎ体操がある。棒またぎ体操は、省スペースで実施できるうえに、Two square step test (以下、TSST)¹⁾のようにスコア化できる特徴をもつ。棒またぎ体操を継続することにより、歩幅や歩行速度などの歩行指標の向上が予測されるが、至適運動強度の設定については明確ではない。今後、在宅療養高齢者が自律して運動を継続していくためにも障害物の高さや、棒またぎの調律的聴覚的合図 (rhythmic auditory cueing: 以下 RAC)²⁾ など、至適運動強度について明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、棒またぎ体操の障害物の高さや、RAC などの運動強度を変化させた際に得られる身体運動機能の変化から、至適運動強度を明らかにすることである。

3. 研究の方法

本研究は、研究1と研究2で構成されている。研究1は、三次元動作解析装置を用いて棒またぎ動作の変化パターンを計測し、歩行指標に影響を与える障害物の高さや RAC について検討することである。研究2では、地域在住後期高齢者を対象に4週間にわたり棒またぎ体操を継続した際の身体運動機能の変化について検討することである。

研究1の対象は、11名の健常若年男性とした。棒またぎの課題は前後方向のみとした。RACの定義は対象者に30mの快適歩行を2回行わせ、ケイデンス (steps/min) を算出し、このケイデンスを100%RAC (bpm) とした。棒またぎの課題数は、5種類の速さの RAC (80%, 100%, 120%, 140%, 160%) と、3種類の障害物の高さ (0 cm, 2.5 cm, 10 cm) を組み合わせた15通りとした。棒またぎ課題は RAC を電子メトロノームで発生させて、15回往復させた。メインアウトカムは、障害物をまたぐ際の先行肢と後続肢の障害物間距離 (toe clearance: 以下、TC) とし、三次元動作解析装置 MX-T20S (VICON PEAK 社製) を用いて計測した。サブアウトカムは、歩幅身長比³⁾ と、心拍予備能から算出したカルボネン法の k 数とした。統計的手法は一元配置分散分析、二元配置分散分析とし、解析ソフトは SPSS (version 24.0) を用いた。

研究2の対象は、地域在住後期高齢者1名とした。研究1で得られた至適運動強度にて4週間にわたり棒またぎ体操を在宅にて実施してもらい、身体運動機能の変化を調査した。身体運動機能の測定時期は、介入前のベースライン期 (Base 1, Base 2, それぞれ1週間ずつ)、介入期2週目 (Term 1)、介入期4週目 (Term 2) で調査した。調査項目は、四肢骨格筋量 (skeletal muscle mass index: 以下 SMI)、筋力 {握力 (grip strength: 以下 GS)、等尺性膝伸展筋力 (knee extension strength: 以下 KE)}、TSST、歩行指標 {10m 最大歩行速度 (10m maximum walking speed: 以下、MWS)、歩幅身長比、6分間歩行距離 (6 minutes walk distance: 以下、6MD)} とした。運動プログラムは、2.5cm の障害物を用い、120%RAC の運動強度にて前後方向 + 左右方向のステップ練習をそれぞれ2分ずつ、各施行間には3分以内の休息をおいて実施した。前述した運動プログラムを1日1回、4週間にわたって在宅で実施してもらうように指導した (図1)。

倫理的配慮として、湘南医療大学研究倫理審査委員会の承諾を得て実施した (承認番号: 第17-019号、第18-021号)。また、全ての対象者に対し書面にて同意を得た。

4. 研究成果

(1) 結果

研究1の対象者11例は、全てが男性で、年齢は 21.6 ± 1.0 歳、身長は 172.3 ± 3.4 cm、BMI は 21.4 ± 2.6 kg/m²、SMI は 7.8 ± 0.5 kg/m²、RAC は 113.2 ± 4.4 bpm であった。研究1



図1. 在宅での自主運動プログラム実施の様子

対象者は2.5cmの障害物を用い、120%RACの運動強度にて前後方向、および左右方向のステップ練習をそれぞれ2分ずつ、各施行間には3分以内の休息をおいて実施した。この運動プログラムを1日1回、4週間にわたって在宅で実施した。
RAC rhythmic auditory cueing: 調律的聴覚的合図

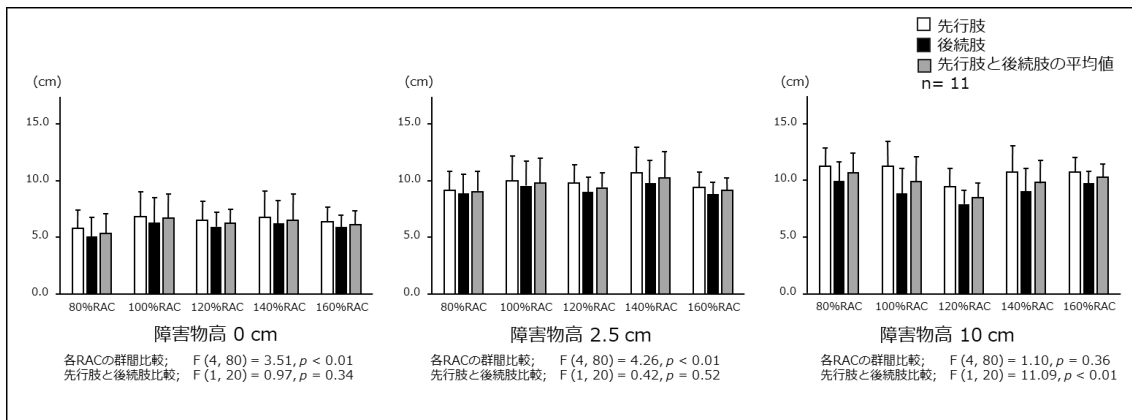


図2. 障害物の高さやRACの違いによる足趾障害物間距離の変化

RAC rhythmic auditory cueing: 調律的聴覚的合図

障害物高10cmをまたぐ際のTCは、先行肢に比べ、後続肢でTCが低くなることを認めた。一方、障害物高0cm、2.5cmでは明らかな差は認めないものの、先行肢に比べて後続肢でTCが低くなる傾向がみられた。また、TCは障害物高が0cmに比べて、2.5cm、10cmで高値を示した。

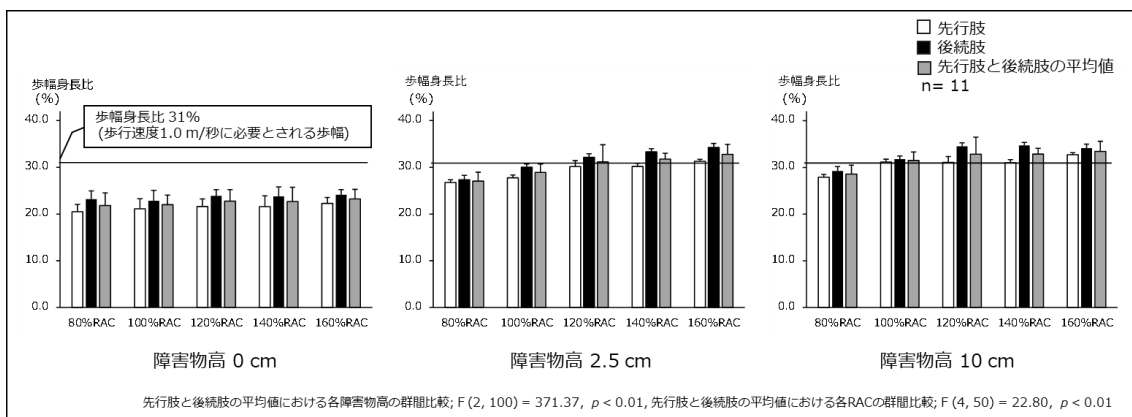


図3. 障害物の高さやRACの違いによる歩幅身長比の変化

RAC rhythmic auditory cueing: 調律的聴覚的合図

障害物高が2.5cm、かつ120%RACを超えると歩幅身長比31.0%を上回ることが確認できた。

の結果、障害物高10cmをまたぐ際のTCは、先行肢に比べ、後続肢でTCが低くなることを認めた ($p < 0.01$)。一方、障害物高0cm、2.5cmでは明らかな差は認めないものの、先行肢に比べて後続肢でTCが低くなる傾向がみられた (図2)。また一元配置分散分析の結果、TCは障害物高が0cmに比べて、2.5cm、10cmで高値 (それぞれ $p < 0.01$) を示した。さらに、障害物の高さが10cm負荷の試行では、3%のケースが躓いた。歩幅身長比は、障害物の高さが2.5cm、かつ120%RACを越えると基準値となる31.0%⁴⁾を超えてくることを確認できた (図3)。そして、障害物の高さが10cmかつRACが160%の試行では、80%のケースがk数が0.6を上回っていた。以上のことから、棒まがぎ運動での有効な至適強度は、TCの面、安全性の面から鑑みると、2.5cm高の障害物で120%RAC、もしくは2.5cm高の障害物で140%RACが妥当であると考えられた。

研究2の対象は6名であった。全てが高齢女性で、年齢は 74.7 ± 4.3 歳、四肢骨格筋量は $5.4 \pm 0.4 \text{ kg/m}^2$ 、握力は $21.0 \pm 2.9 \text{ kgf}$ であった。運動プログラムとして、4週間にわたって在宅で棒まがぎ体操 (2.5cm高の障害物で120%RAC) を実施してもらうように指導し、遂行してもらった。介入後の身体運動機能の変化をみるとTSSTスコアとKE、および6MDが増加していた。

(2) 考察

研究1の結果より、障害物の高さは、0cm負荷よりも、2.5cm、10cm負荷の方がTCを増大させることができるが、障害物の高さが10cmのトレーニングでは躓く例がみられ、転倒してしまう可能性が考えられた。また、障害物の高さが10cmかつRACが160%では嫌気性代謝閾値を超えている可能性もあり、過負荷になる可能性が考えられた。

研究2では、6事例に対して4週間の運動プログラムを実施させた。図4にその一例を示す。運動強度は、2.5cm高の障害物で120%RACの運動を実施させた。プログラムを継続することでTSSTスコア、KE、および6MDが増加することが確認できた。一方、GS、MWS、歩幅身長比については、著明な改善は認めなかった。GSは、ステップ動作に関わらなかったことが予測され、MWS、歩幅身長比はベースライン期からすでに、それぞれ 1.13 m/秒 、37.2%であったことから、改善の予備能が少なかった可能性が考えられた。

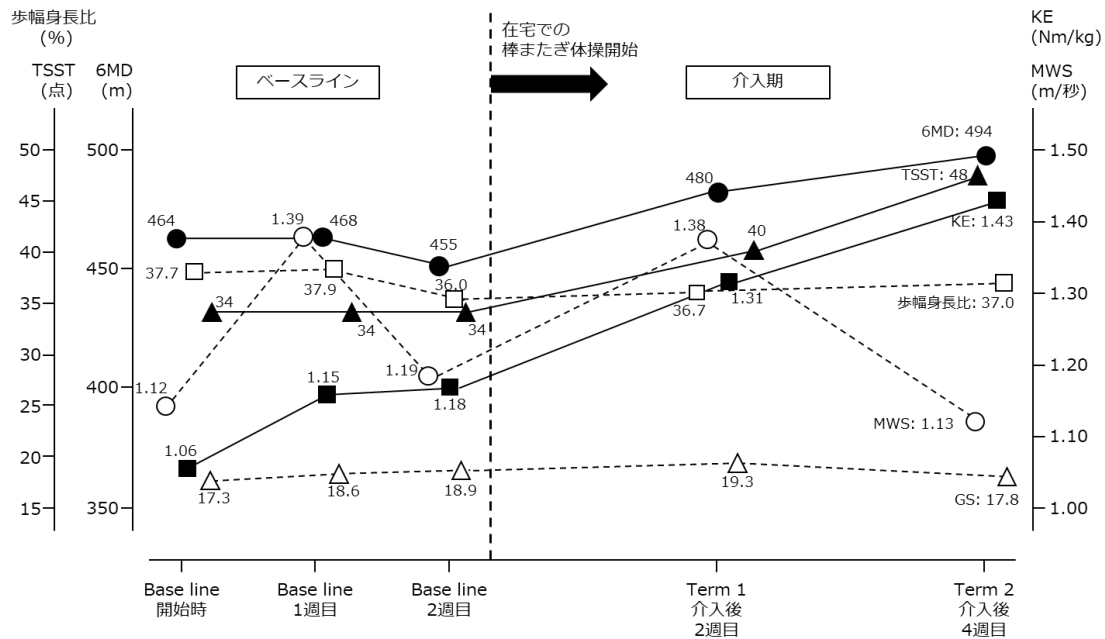


図4. 障害物の高さやRACの違いによる歩幅身長比の変化（一例）

GS grip strength, KE knee extension muscle strength, TSST two square step test, MWS 10m maximum walking speed, 6MD 6 minutes walk distance

また、本研究は6事例の検討でしか検証できていないため、今後の課題としては、どんな対象に棒またぎ体操が有効となるのか、その適応基準を明確にしていくことが必要であると考えられた。

(3) 結語

棒またぎ体操の至適強度は、2.5cm 高の障害物で 120%RAC、もしくは 2.5cm 高の障害物で 140%RAC の運動負荷で行うことが望ましいと考えられた。また、棒またぎ体操を継続することで TSST スコアだけでなく、KE と 6MD が改善する可能性が考えられた。ただし、事例検討がまだ少ないので、今後も検証を行う必要があると考えられた。

<文献>

- 1) 小山真吾, 森尾裕志, 他: 高齢入院患者における Two-Square Step Test と ADL および歩行自立度との関連. 理学療法学. 2015; 42: 480-486.
- 2) Yu L, Zhang Q, et al.: Effects of different frequencies of rhythmic auditory cueing on the stride length, cadence, and gait speed in healthy young females. J Phys Ther Sci. 2015; 27: 485-487.
- 3) 大森圭貢, 笠原西介, 他: 運動器疾患のない高齢男性患者の歩幅と下肢筋力の関係: 歩幅の著しい短縮をもたらす下肢筋力水準. 総合リハビリテーション. 2016; 44: 53-56.
- 4) Morio Y, Izawa KP, et al.: The relationship between walking speed and step length in older aged patients. Diseases. 2019; 7. doi:10.3390/diseases7010017. PubMed PMID: 30717332; PubMed Central PMCID: PMC6473831.

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 Morio Yuji, Izawa Kazuhiro, Omori Yoshitsugu, Katata Hironobu, Ishiyama Daisuke, Koyama Shingo, Yamano Yoshihisa	4. 巻 7
2. 論文標題 The Relationship between Walking Speed and Step Length in Older Aged Patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Diseases	6. 最初と最後の頁 17~17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/diseases7010017	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 Yuji Morio, Yoshitsugu Omori, Yoshimi Sakurai, Hiroshi Nagasawa, Yoko Nakao, Kotoko Saito, Shingo Koyama, Noboru Sakanoue
2. 発表標題 Effect of changing obstacle height and pace on toe clearance in healthy young males performing an obstacle-stepping task
3. 学会等名 World Confederation for Physical Therapy CONGRESS 2019, Geneva（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

〔研究会発表〕 1) 森尾裕志. ステップ課題における障害物の高さ, リズムを変更することによる足尖・障害物間距離の変化について. 第16回ふれあいグループ医療・教育研究会, 横浜, 2020年3月. 2) 森尾裕志, 大森圭貢, 櫻井好美, 長澤弘, 中尾陽光, 斉藤琴子, 坂上昇. 在宅高齢者が実施可能な棒またぎ体操の開発. 第17回ふれあいグループ医療・教育研究会, 横浜, 2021年2月.
--

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
連携研究者	大森 圭貢 (Omori Yoshitsugu) (60804226)	湘南医療大学・保健医療学部・教授 (32728)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	櫻井 好美 (Sakurai Yoshimi) (80381680)	湘南医療大学・保健医療学部・准教授 (32728)	
連携研究者	中尾 陽光 (Nakao Yoko) (50790820)	湘南医療大学・保健医療学部・講師 (32728)	
連携研究者	中村 壽志 (Nakamura Hisashi) (40778495)	湘南医療大学・保健医療学部・助教 (32728)	

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