

## 在宅高齢者が実施可能な棒またぎ体操の 開発

森尾裕志 (PT, PhD)<sup>1)</sup>, 大森圭貢 (PT, PhD)<sup>1)</sup>,  
櫻井好美 (PT, PhD)<sup>1)</sup>, 中尾陽光 (PT, PhD)<sup>1)</sup>,  
斉藤琴子 (PT, PhD)<sup>1)</sup>, 坂上 昇 (PT, PhD)<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 湘南医療大学保健医療学部リハビリテーション学科

キーワード：聴覚的合図, 高齢者, ステップトレーニング

### はじめに

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、そのひとつに、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)<sup>1)</sup> 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)<sup>2)</sup> など、至適運動強度について明らかにする必要がある。

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。

### 対象および方法

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 30 m 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<sup>3)</sup> と、心拍予備能から算出したカルポーン法の 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 | 10 m 最大歩行速度 (10 m 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、2.5 cm 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。

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)。また、すべての対象者に対し書面にて同意を得た。

### 結 果

研究 1 の対象者 11 例は、すべてが男性で、年齢は 21.6 ± 1.0 歳、身長は 172.3 ± 3.4 cm, BMI は 21.4 ± 2.6 kg/m<sup>2</sup>, SMI は 7.8 ± 0.5 kg/m<sup>2</sup>, RAC は 113.2 ± 4.4 bpm であった。研究 1 の結果、障害物高 10 cm 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 0 cm, 2.5 cm 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 1)。また一元配置分散分析の結果、TC は障害物高が 0 cm に比べて、2.5 cm, 10 cm で高値 (それぞれ  $p < 0.01$ ) を示した。さらに、障害物の高さが 10 cm 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 2.5 cm, かつ 120%RAC を越えると基準値となる 31.0%<sup>4)</sup> を超えてくることが確認できた (図 2)。そして、障害物の高さが 10 cm 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、棒また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、2.5 cm 高の障害物で 120%RAC, もしくは 2.5 cm 高の障害物で 140%RAC が妥当であると考えられた。

研究 2 の対象者は女性で、年齢は 77 歳、身長は 150 cm, BMI は 25.7 kg/m<sup>2</sup>, SMI は 5.6 kg/m<sup>2</sup>, GS は 17.3 kgf であり、サルコペニアに属していた。また、RAC は 110 bpm であった。運動プログラムとして、4

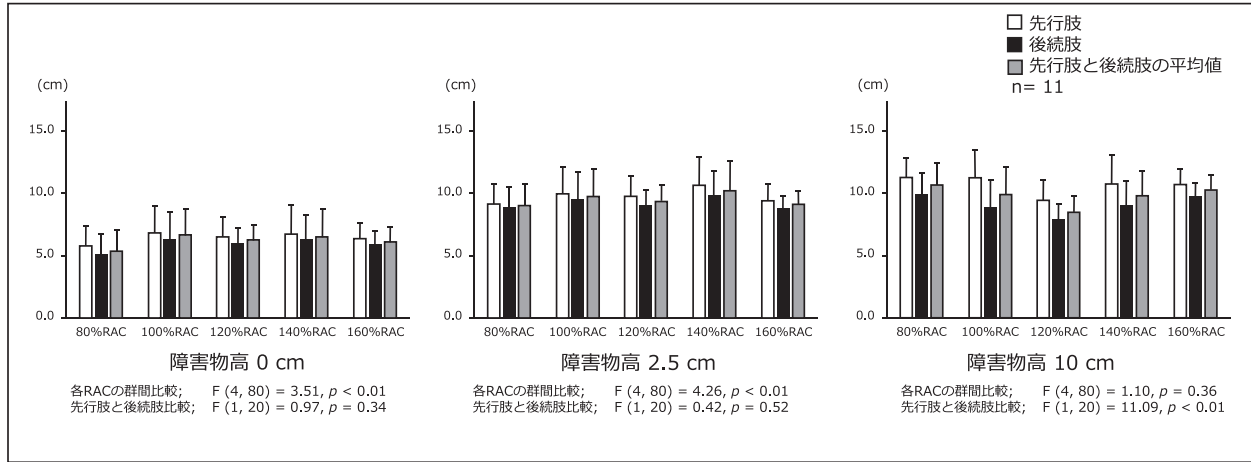


図 1 障害物の高さ と RAC の違いによる足趾障害物間距離の変化

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

障害物高 10 cm 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 0 cm, 2.5 cm 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 0 cm に比べて、2.5 cm, 10 cm で高値を示した。

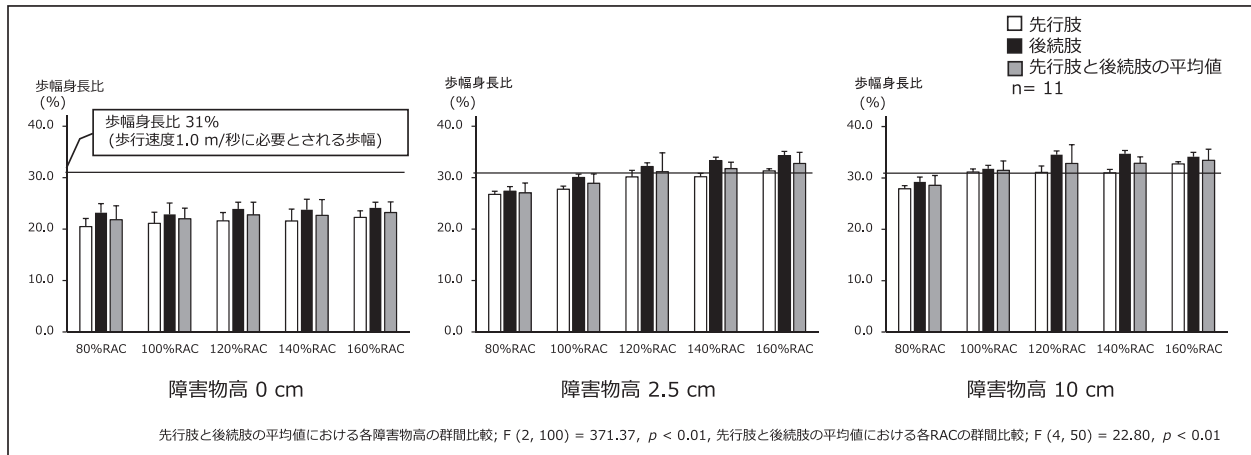


図 2 障害物の高さ と RAC の違いによる歩幅身長比の変化

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

障害物高が 2.5 cm, 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。

週間にわたって在宅で棒またぎ体操を実施してもらうように指導し、1日の欠落日もなく自主プログラムを遂行することができていた。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 (図 3)。

## 考 察

研究 1 の結果より、障害物の高さは、0 cm 負荷よりも、2.5 cm, 10 cm 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 10 cm のトレーニングでは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 10 cm 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、1 事例に対して 4 週間の運動プログラムを実施させた。運動強度は、2.5 cm 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、ステップ動作にかか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。

また、本研究は 1 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。

## 結 語

棒またぎ体操の至適強度は、2.5 cm 高の障害物で 120%RAC, もしくは 2.5 cm 高の障害物で 140%RAC の

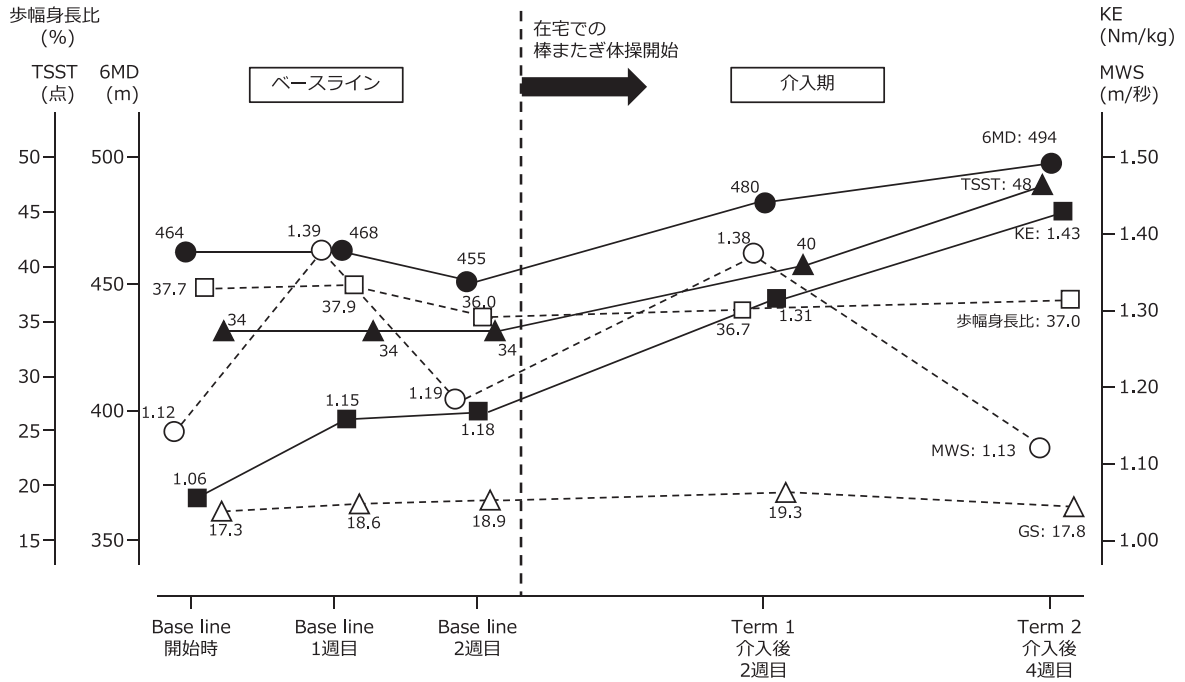


図 3 障害物の高さとの違いによる歩幅身長比の変化

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

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。

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.

- 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.

文 献

- 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.
- 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.
- 大森圭真, 笠原西介, 他：運動器疾患のない高齢男性患者

発表実績

学会発表

Morio Y, Omori Y, Sakurai Y, Nagasawa H, Nakao Y, Saito K, Koyama S, Sakanoue N: Effect of changing obstacle height and pace on toe clearance in healthy young males performing an obstacle-stepping task. *World Confederation for Physical Therapy CONGRESS 2019, Geneva 2019: PO-D-19-MON11.*