

1. 実践研究

ステップエクササイズ的安全性と運動効果の再検証 ～高齢者におけるロコモティブシンドローム予防効果への期待～

穂積 典子*

山田 礼子**

抄録

加齢に伴う筋力低下や不活動によって起こるとされる、運動器障害（ロコモティブシンドローム）は、要介護となる要因の一つとして問題となっている。一方、近年日本のフィットネスクラブの会員に占める高齢者の割合は増えており、ロコモティブシンドロームの予防において、フィットネスプログラムへの期待が高まっている。そのプログラムの一つであり、日常生活動作である階段昇降に類似したステップエクササイズに着目し、運動習慣のない男女9名（ 66.9 ± 2.7 歳）に、10週間にわたる介入指導を行い、その前後で種々の身体機能測定およびロコモ度テストを実施し、筋力、筋持久力、姿勢維持能力および歩行機能の評価を行った。その結果、ロコモ度テストを中心に下肢筋力、歩行機能向上効果が認められた。本研究結果から、ステップエクササイズプログラムは、運動習慣のない高齢者でも安全に実施することができ、ロコモティブシンドローム予防に効果的である可能性が示唆された。

キーワード：ステップエクササイズ，ロコモティブシンドローム，歩行機能，下肢筋力

* 健康増進センターACTインストラクター（フリー）

** 健康増進センターACT係長

1. はじめに

世界一の長寿国であるわが国では、男女ともに平均寿命と健康寿命の差が大きく、長寿を誇れる社会とは言い難いのが現状である。メタボリックシンドローム、認知症と並び、健康寿命の制限因子となっているのがロコモティブシンドロームであり、要支援、要介護の主要因の一つ¹⁾とも言える。一方、日本のフィットネスクラブにおける高齢者の割合は年々増えており、健康寿命の延伸に向けて、クラブで実施されるフィットネスプログラムに対する期待は大きい。そのフィットネスプログラムの一つである、ステップエクササイズは、1980年代の日本におけるエアロビックダンスの普及に続いて、1990年頃より多くのフィットネスクラブでグループエクササイズの一つとして定着し、現在に至っている。当初は高さ15～25cm、奥行きが40cm前後の台を一人一台用い、120bpm前後の音楽のリズムに合わせて昇降運動を行うグループエクササイズとして紹介された。昇降には踏み台昇降運動と同じように昇降を繰り返すベーシックステップと、片脚支持で台に上り非荷重脚を挙上するリフト系ステップがあり、両者とそのバリエーションを組み合わせるプログラムが構成されている。通常、ウォーミングアップ、メインエクササイズ、クールダウンを含めて30～60分程度のプログラムとして提供されている。ベーシックステップは日常生活動作の一つである階段昇降に類似していることから、運動初心者でも取り組みやすく、台高による運動強度の調節

が可能であるため、老若男女問わず楽しめるグループエクササイズの一つである。また、初期のエアロビックダンスは高強度で着地衝撃の大きいハイインパクトエクササイズが中心であり、インストラクターや愛好者に膝や足部の障害が多発し、問題とされた²⁾が、ステップエクササイズは跳躍運動を伴わず低衝撃でありながら、エアロビックダンスと同等の有酸素運動効果が期待できるプログラムとして、国内外で普及していった。しかし、ステップエクササイズが広く普及するにつれ、より難易度の高い動きやダンス的要素を取り入れたコンビネーション、従来のガイドラインから大きく逸脱した速いbpmでのプログラムが提供されるようになり、ステップエクササイズ中の転倒事故が多発する³⁾など、安全性に優れたエクササイズとは言い難くなっているのが現状である。フィットネスクラブに通う高齢者の中にも、「ステップは危ない、膝に悪い」などの先入観を抱き、敬遠する者が少なくない。その一方で、高齢者を対象としたホームエクササイズとしてのベンチステップ運動実施による有酸素性作業能力の改善⁴⁾や、閉経女性における骨密度低下抑制の効果⁵⁾が報告されており、グループエクササイズとしてのステップエクササイズにも同様の運動効果が期待される。

本研究では、通常フィットネスクラブで提供されているグループエクササイズとしてのステップエクササイズを継続的に実施することで、ロコモティブシンドロームの予防に有効であるかどうかを検証した。さらに、その結果を指導現場に

還元することで、ステップエクササイズ
の適切なプログラム提供につなげていく
ことを目的としている。

2. 方法

運動習慣がなく、医師より運動の制限
を受けていない 60～75 歳の男女を対象
に、つくば健康増進センターACT 近隣の
住民を対象に参加者を募ったところ、9
名（男性 2 名、女性 7 名）が参加を希望
した。参加希望者には、一年以内に受診
した健康診断結果を提出してもらい、そ
の内容を確認した上、中等度運動実施の
リスクが低いと判断できた者のみを研究
協力者（以下参加者）として参加を許可
した。教室開始に先立ち、研究の趣旨お
よび研究協力によって期待される利益と
不利益、個人情報取り扱い等について、
書面にて説明し、全員から同意を得た。
また、ADL テストの回答結果から、体力
テストおよび運動教室実施が困難と思わ
れる者はいなかった。平成 30 年 10 月か
ら 12 月にかけての 12 週間にわたって週
一回の頻度で運動教室に参加してもらっ
た。教室の初回と最終回は、身長、体重、
ロコモ度テスト（2 ステップテスト、立ち
上がりテスト、ロコモ 25）、筋持久力テ
スト、足圧分布テストを実施した。詳細
は以下に記す。

1) 運動プログラム

12 回の運動教室の 2 回から 11 回まで
の全 10 回は、45 分間のステップエクサ
サイズを実施した。ステップ台の高さは
11cm（プラットフォームのみ）でスター
トし、6 回目以降は各参加者が任意でブ

ロックを足すことで、台高を 5cm 上げて
もよいものとした（図 1）。プログラム内
容は、約 10 分間のウォーミングアップ、
25～30 分間のステップ台の昇降を中心
としたメインエクササイズ、5～10 分間
の立位および座位でのクールダウンから
構成した。市販のフィットネスエクササ
イズ用の音楽 CD を用い、スピードコン
トローラー付き CD プレーヤーにて
120bpm 前後となるように調整し、エク
ササイズ中は、参加者が正しい昇降姿勢
でリズムに追従して昇降できるよう、必
要に応じて微調整を行った。構成するス
テップは、両脚交互荷重での昇降動作で
あるベーシックステップと、片脚荷重で



図 1 本研究で用いたステップ台。プラットフォームのみ（上）は台高 11 cm、ブロックを一枚加えると（下）16 cmとなる。

の昇降動作であるニーリフトを基本とし（図2）、そのバリエーションとして、非過重脚の膝関節屈曲を行うレッグカール、ニーリフトを連続的に複数回行うリピーターなどを用いた。一回のプログラムにおける右脚リード（右脚から台に昇り始める）での昇降と左脚リード（左脚から

台に昇り始める）での昇降回数が、ほぼ同回数となるようエクササイズ内容を構成した。これらのプログラム内容は、健康増進センターACTで会員向けに提供されている『はじめてステップ』の内容と同等の難易度設定になっている。

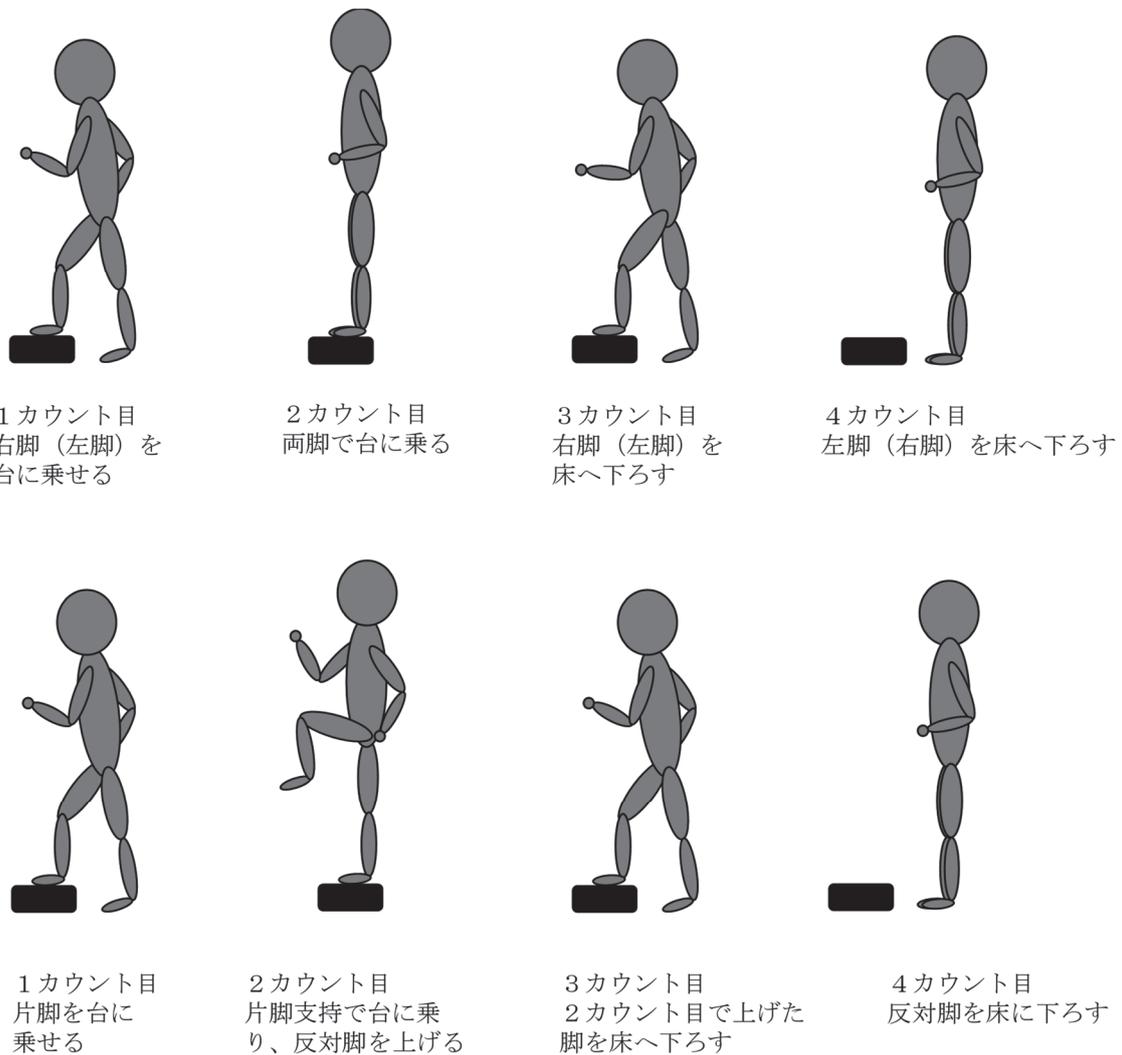


図2 ステップエクササイズの基本昇降動作2種
上：ベーシックステップ 下：ニーリフト

2) ロコモ度テスト

日本整形外科学会が提唱する⁶⁾ 下肢筋力評価としての立ち上がりテスト、歩行能力評価としての2ステップテスト、および質問紙によるロコモ 25 への回答を、運動介入の初回および最終回に実施した。

i) 立ち上がりテスト

本研究では、運動教室でも使用したステップ台を用いて行った。プラットフォームのみの台高は 11cm であるが、これを 10cm とみなし、ブロック (約 5cm) を 2 枚ずつ加えることで 10cm ずつ増やしていった。テストは、まず片足で 40cm の台高から始めた。台に座って腕を胸の前で交差し、あらかじめ片足を床から離しておき、上肢の反動を使わずに立ち上がり、片足立ちの状態を 3 秒保持できたら成功とした。10cm ずつ台高を減らしていき、何 cm まで片足で立ち上がり可能かを記録した。40cm の台高で片脚での試技に成功しなかった場合は、両脚で同様に反動を使わずに何 cm まで立ち上がりが可能かを記録した。評価の際には、成功した試技を表 1 のように得点化した。

表 1 立ち上がりテスト結果の得点化

	台高	得点
片脚	10 cm	8
	20 cm	7
	30 cm	6
	40cm	5
両脚	10 cm	4
	20 cm	3
	30 cm	2
	40cm	1
上記いずれも不可		0

ii) 2ステップテスト

床にスタートラインのテープを貼り、このラインに対して直角にメジャーを床に貼っておいた。参加者は両足のつま先をスタートラインの手前に合わせて立ち、メジャーの貼られた方向に沿って、出来るだけ大股で 2 歩歩き、最後は両脚をそろえて止まるよう指示した。その際、ジャンプしたり、最後に足がそろわなかったりした場合はやり直しとした。到達時のつま先の位置をスタートラインからメジャーで測定し、その到達距離 (cm) を身長 (cm) で除したものを 2 ステップ値として評価に用いた⁶⁾。試技は 2 回行い、到達距離の大きかった方を採用している。

iii) ロコモ 25

主に身体の痛みや日常生活活動の困難度に関する 25 の質問項目について回答してもらい、その結果を得点化した。評価点は痛みや困難度の最も高いものを 5 点とする 5 段階評価であり、合計得点が高いほど、ロコモティブシンドロームの危険度が高いものと判定される⁶⁾。

3) 足圧分布テスト

市販のゲーム用バランス Wii ボード (任天堂) を、Bluetooth 通信を介して PC と接続し、専用ソフト Wii trainer を用いて、立位での足圧分布変動を測定した。Wii ボードと Wii trainer による足圧分布測定については、従来の足圧分布測定器に比較して極めて安価である上、両者の互換性が確認できているため⁷⁾、運動指導現場に導入しやすいという点を重視し、本研究での使用を試みた。静的バランス評価の指標として、両脚、片脚でそれぞれ 10 秒間立位姿勢を保持した際



図3 Wiiボードによる足圧分布測定の様子。写真左は片脚立位時の測定。写真右は両脚立位における前後動揺テスト。画面中央にCOPの軌跡がリアルタイムで表示される。

の足圧中心の変動を記録した。X軸およびY軸成分についてそれぞれ10秒間の総変動距離 Σ COP (mm) および変動平均速度VCOP (mm/sec)を求めた。また、動的バランス評価の指標として、Wiiボード上で両脚立位姿勢をとり、膝関節および股関節伸展位を保持したまま、かつ踵がボード上に接地したまま、最大限体全体を前方に傾ける動作を、参加者のペースで5回連続して実施し、足圧中心の前方向への最大変位量を求めた(前後動揺テスト)。測定の様子を図3に示す。

4) 筋持久力テスト

座位にて膝関節伸展動作を行うウェイトスタック式レッグエクステンションマシン(STAR TRAC社製)を用いて行った。被験者は50bpmにセットしたメトロノームのリズムに合わせ、1分間に25回のペースで両脚での膝関節伸展屈曲動作を繰り返した。動作範囲は下腿が鉛直に下垂したポジションから膝関節完全伸展位までとした。動作終了は、被験者自身が継続困難を訴える他、上記の可動域で

の動作が維持できなくなるか、メトロノームのリズムに追従できなくなった時点とした。連続で何回実施できたかを評価に用いた。なお、負荷重量は、20歳代から40歳代の健常者による予備測定結果を参考に、20RM相当になるよう設定した。すなわち、男性の場合、体重60kg未満は16kg、60kg以上は20kg、女性の場合、体重50kg未満は9kg、50kg以上は11kgとした。

5) ステップエクササイズ中の心拍数測定

10回の運動教室期間中、前半(3回目または4回目)、および後半(9回目または10回目)にそれぞれ1回ずつ、参加者に腕時計型の心拍計(POLAR A370)を装着してもらい、ウォーミングアップからクールダウンまでの心拍変動を連続記録した。

6) 統計処理

各測定値の介入前後での比較には、対応のあるT検定を用い、有意水準はp値0.05未満とした。

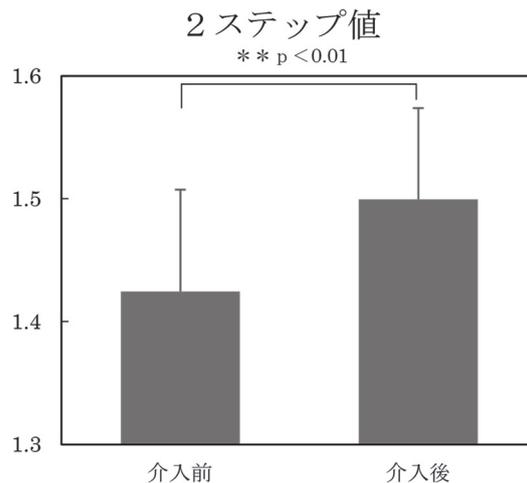
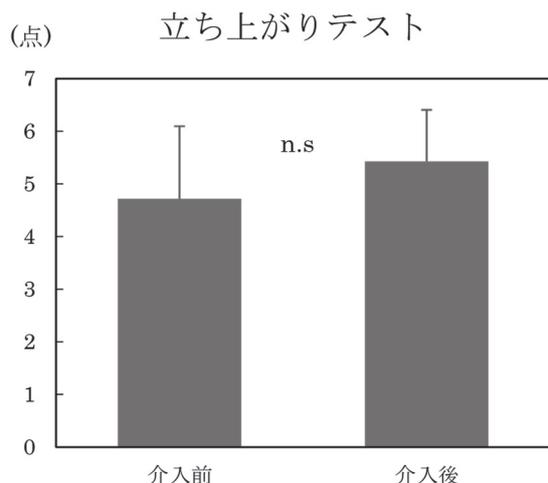


図4 介入前後のロコモチェックテスト（立ち上がりテスト、2ステップテスト）結果（平均値及び標準偏差）
2ステップ値は距離(cm)を身長(cm)で除した評価値である ** p < 0.01

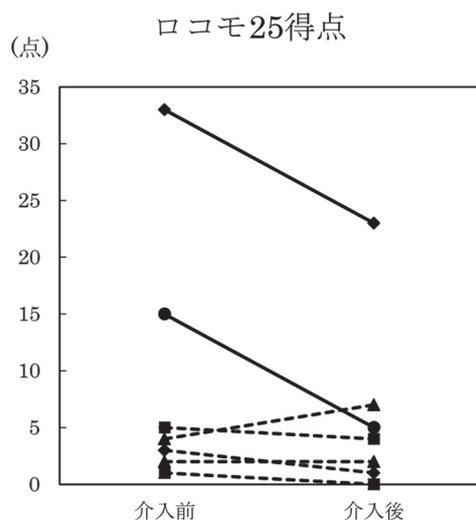


図5 介入前後のロコモ 25 得点の個別変化
介入前の得点が高値を示した 2 名については実線で示している。

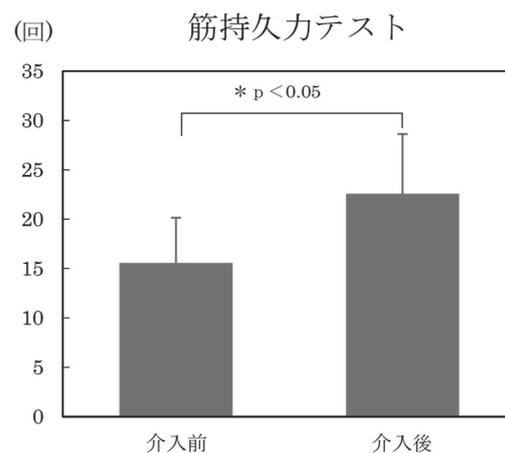


図6 介入前後の筋持久力テスト結果（平均値及び標準偏差）
* p < 0.05

3. 結果と考察

全 10 回の運動教室のうち、7 回以上参加した 7 名（男性 1 名、女性 6 名）について、介入前後の諸測定結果を比較検討した。

1) ロコモ度テスト

介入前後での 2 ステップテストおよび立ち上がりテスト結果を図 4 に示す。2 ステップ値は介入後に有意な向上を示した (p < 0.01)。立ち上がりテストについては表 1 のように得点化したところ、7 名中 3 名に向上が見られたものの、統計

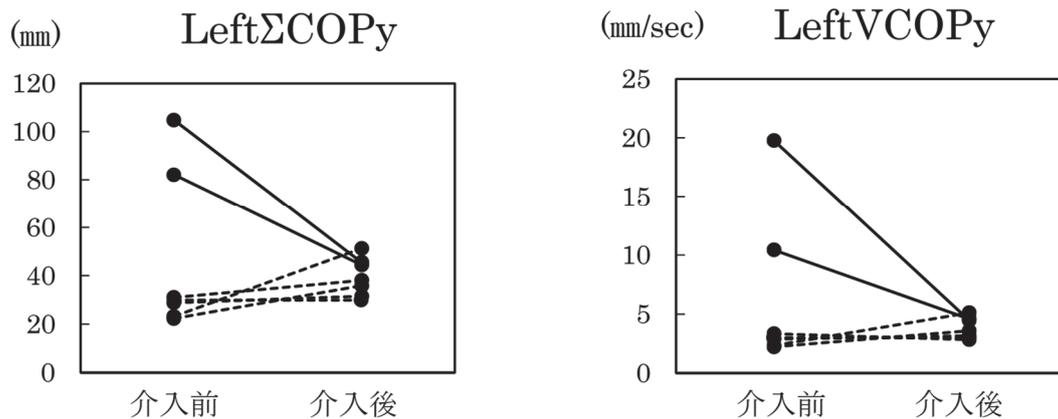


図7 10秒間の片脚立位時（左）におけるY軸方向への足圧中心総変動量（左）および足圧中心平均変動速度（右）の個別変化

実線で示した2名は介入前の測定時に10秒間片脚立位姿勢が保持できずにボード上から降りているため、変動量および変動速度が著しく高値を示している。

学的な有意差は認められなかった。ロコモ25については、7名中5名は介入前の得点が6点以下であり、介入後の変化はほとんどなかったが、介入前の得点がロコモ度1の7点およびロコモ度2の16点以上⁶⁾を示した2名については大幅な改善が見られた（図5、実線で示す）。

2) 筋持久力テスト

レッグエクステンションによる筋持久力テストの結果を図6に示す。介入前後での反復回数は、7名中5名の被験者で増加が見られ（ 15.5 ± 4.5 回 \rightarrow 22.6 ± 6.0 回）、統計学的にも有意な増加であった（ $p < 0.05$ ）。

3) 足圧分布テスト

Wiiボードによる足圧分布変動を解析した結果では、 Σ COP、VCOPいずれも介入前後で有意な変化は認められなかった。しかし、介入前の測定時において、2

名の被験者は左脚で10秒間Wiiボード上で片脚立ち姿勢が保持できず、途中でボードから降りてしまっていた。しかし、介入後の測定では10秒間片脚立ち姿勢が保持できるようになっており、前後方向における Σ COPおよびVCOPが大幅に減少し、片脚立位時の安定性に改善が認められた（図7）。なお、この2名については、介入前の Σ COPおよびVCOPを片脚立ち姿勢が保持できた時間までのデータで評価している。

4) エクササイズ中の心拍数

介入期間中の前半および後半に測定した心拍数変動を図8に示す。後半は5名のデータとなる。前半のエクササイズ中の平均心拍数は 104.7 ± 8.5 拍/分、後半は 116.8 ± 12.3 拍/分で、年齢から推定した予測最高心拍数のそれぞれ $68.4 \pm 5.1\%$ 、 $76.5 \pm 7.6\%$ に相当した。後半に

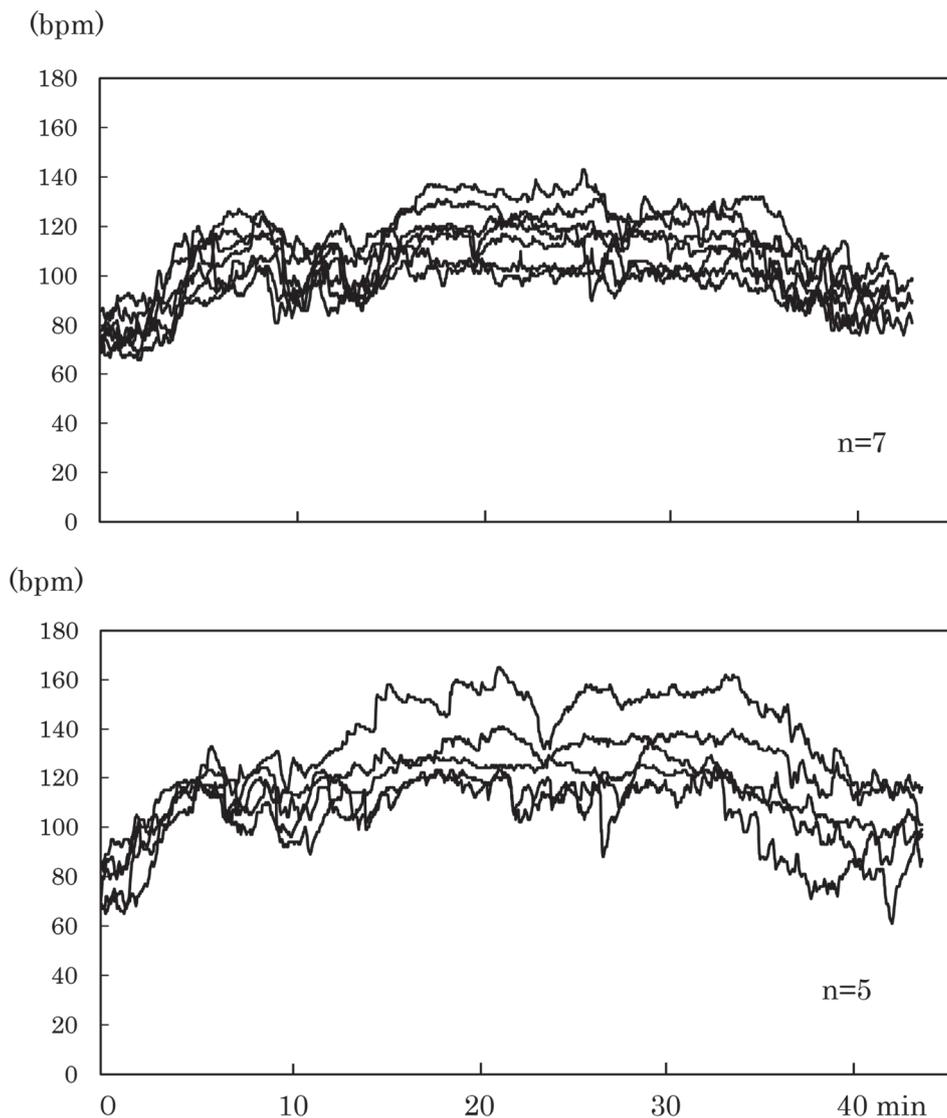


図8 介入期間中前半（上）および後半（下）におけるエクササイズ中の心拍変動

入るとブロックを足して台高を5cm高くした参加者がいたため、前半に比較して運動強度がやや高く推移しているのがわかる。図8に示されたように、前後半ともに45分間のエクササイズ中を通じて極端な心拍の増減はなく、運動強度の定常状態が得られている。

4. まとめ

本研究では、運動介入によりロコモ度テストの一つである2ステップテストと、筋持久力に有意な向上が認められ、ステップエクササイズの実施による歩行機能改善、筋持久力向上が示唆された。一方、Wiiボードによる足圧分布測定では有意な変化は認められなかったが、介入前の測定時に片脚で10秒立位姿勢を保持す

ることが困難だった2名については、大幅な改善が認められた。この2名は介入前のロコモ25の得点が高く、他の参加者に比べて運動機能に不安を訴えている傾向が見られた。この2名のように元々運動機能に軽度な低下がみられている場合は、10週間程度の短期の介入であっても、ステップエクササイズの実施により顕著な改善が期待できることが示唆された。本研究は、日ごろ運動習慣のない高齢者を対象として、ステップエクササイズのロコモティブシンドローム予防効果について検討した結果、一定の効果が認められた。また、介入期間中に膝をはじめとする下肢の痛みを訴える者はなく、エクササイズ中の台の踏み外しや転倒などは起こらず、安全性も確認できた。一方、実際のフィットネスの現場では、対象年齢に制限を設けることなく、全ての会員にステップエクササイズ参加の機会が与えられているが、高齢者の中には「膝に不安があるから」「危ないから」と、ステップエクササイズを敬遠する者が少なくない。実際に、フィットネスクラブのグループエクササイズ中に生じた転倒事故は、ステップエクササイズ中が群を抜いて多いことが報告されている³⁾。この背景には、1990年代に普及したステップエクササイズが、2000年以降従来のガイドラインを逸脱した独自変化をしてきた結果、動きのオリジナリティーやエンターテインメント性ばかりが重視されるようになり、安全性への配慮が欠けるようになってきたことが挙げられる。本研究結果で得られた知見をフィットネスクラブや、グループエクササイズ指導の現場に

紹介することで、今一度ステップエクササイズの安全性と、超高齢社会を迎えている日本のフィットネスクラブでの、ステップエクササイズのあり方について再考することが望まれる。

引用文献

- 1) 内閣府 平成30年版高齢社会白書
- 2) 沢井史穂編著 ADBI・ADIのためのエアロビックダンスエクササイズ指導理論 p18-19 2014
- 3) 穂積典子 田中雅子 ステップエクササイズにおける転倒事故および障害の発生状況 —インストラクターへのアンケート調査からの一考察—。(公社)日本フィットネス協会 ウェブ版ヘルスネットワーク 1-2月合併号, 2018.
<http://www.jafanet.jp/hnblog/2018/01/post-128.html>
- 4) 八尋拓也 綾部誠也 田中宏暁他 高齢者を対象としたステップ運動を用いた運動支援プログラムの開発—SATプロジェクト91—体力科学51巻6号 p725, 2002
- 5) 松原建史 酒井由美子 田中宏暁 進藤宗洋 他 ベンチステップ運動でのトレーニングが閉経後女性の骨密度、骨塩量と骨代謝に及ぼす影響 体力科学 62巻1号 95-103 2013
- 6) 日本整形外科学会公式ロコモティブシンドローム予防啓発サイト『ロコモオンライン』
<https://locomo-joa.jp/check/test/>
- 7) Clark.R.A, Bryant.A.L, Pua Y, McCroly P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of Nintendo Wii

Balance Board for assessment of
standing balance Gait & Posture 31,
307-310, 2010

本研究は、「平成 30 年度健康・体力づくり
事業財団健康運動指導研究助成事業」の助
成金を受けて実施しています。