

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：34602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350767

研究課題名(和文) 高齢者の下肢筋機能に及ぼす活動筋の自覚的疲労感を用いたトレーニングの検討

研究課題名(英文) The effect of training programs using rated perceived exertion for the active muscles to leg muscle strength and function in the elderly

研究代表者

中谷 敏昭 (Nakatani, Toshiaki)

天理大学・体育学部・教授

研究者番号：60248185

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)：加齢にともない下肢筋機能は低下する。本研究では、高齢者の下肢筋機能に及ぼす活動筋の自覚的疲労感を指標とした連続ジャンプのトレーニングが、コーディネーション歩行、足圧中心動揺、敏捷性、椅子からの立ち上がり、股関節内転筋力および外転筋力に及ぼす影響について検討した。その結果、1セッションで行うトレーニングのセット数は2セット、1週間あたりの頻度は2～3回、介入期間は3ヶ月で行わせることが下肢筋力や筋機能の改善に効果的であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We examined the effects of a training program aimed at improving leg muscle strength and function through an exercise involving continuous jumping by monitoring the exercise set, frequency, and duration of the training program in the elderly. The Borg scale of rating the perceived exertion level of "hard" was used to determine the intensity of continuous jumps. The rightward or leftward sidestepping movement, foot pressure distribution when standing at ease, foot tapping, ground reaction force in the sit-to-stand movement, and hip adductor and abductor strengths were measured before and after the three- or six-month-long training program. Consequently, multiple sets of the exercise with a training frequency of two or three times a week for the duration of the three-month-long program improved leg muscle strength and function to a greater extent than did the single set of the exercise with a training frequency of once a week for the duration of the six-month-long program.

研究分野：体力科学

キーワード：高齢者 活動筋の自覚的疲労感 連続ジャンプ運動 介入 トレーニング 下肢筋力 下肢筋機能

1. 研究開始当初の背景

2013年9月15日に発表された高齢者人口は3186万人で、総人口に占める割合は25.0%と過去最高となった。2035年には3人に1人が高齢者という予想も現実味を帯びている(国立社会保障・人口問題研究所)。体力水準が低く、介助や介護が必要になる虚弱高齢者の増加も大いに懸念される。2006年の介護保険制度改正により、介護施策が予防重視型システムへと転換され、軽度者要介護者(要介護1・2)や軽度者になる恐れのある高齢者への予防事業が各所で行われている。これら対象者は体力水準がすでに低下した者であり、処方する負荷や頻度が少なく運動器の機能を向上させるには至っていない。また、一次予防では体力維持の数値目標として握力(筋力)が示されているが、自立生活で必要となる下肢筋機能(機能:働きの良さ)の目標は示されていない。

「老いは脚から」として知られるように、下肢の筋力低下は歩行速度やバランス能力を減退させ(Ferrucci たち, 1997; Rantanen たち, 2001)、身体機能の低下から要介護状態を早めることにつながる(Guralnik たち, 1995)。これまで、30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30)や椅子から立ち上がる際の床反力を用いて下肢筋力や筋パワーを客観的に評価する成果を報告(中谷たち, 2002; 中谷と上, 2004; 中谷たち, 2009)し、高齢者の自立水準と下肢筋機能との関係を明らかにしてきた。

本研究に関連する研究動向としては、下肢筋機能の低下が将来の身体機能の低下度を予測するとするGuralnik たち(1995)やFerrucci たち(1997)の有名な報告が基となる。これらの報告では、高齢者の身体機能は下肢筋力と強く関連し、筋力を維持することが自立生活に必要なADLや歩行能力の保持に重要であるとしている。また、高齢者の身体機能、特に移動能力のlimitationは筋力よりも筋パワーの影響が2~3倍大きいとする報告(Beau たち, 2003)もある。

加齢にともない下肢筋パワーは低下するが、その理由是不活動な時間の増加や激しく運動する機会の減少によるところが大きい(Bonnefoy たち, 1998; Kostka たち, 2009)。筋パワーは単位時間あたりの仕事量(筋力×スピード)であることから、筋パワーの向上を目指したトレーニングは筋力や敏捷性能力の改善も期待できる。本研究からその有効性が実証できれば、高齢者の下肢筋機能を維持・改善に役立つ運動処方を提供することができる。

これまで、高齢者の下肢筋力や筋パワーを測定・評価する椅子からの一回立ち上がり(中谷と上, 2004; 中谷たち, 2010)や自転車エルゴメータ(灘本たち, 2010)を用いた方法で加齢変化を明らかにしてきた。また、日常生活動作により近い垂直跳びや階段駆け上がりを用いた方法で高齢者の下肢筋パ

ワーの加齢変化を検討してきた。しかしながら、下肢筋力や筋パワーの標準値を発表するにとどまっており、高齢者が効果的に実践できる新たな考えを元にしたトレーニングの提案が必要であることから、本研究の提案に至った。下肢筋パワーの低下は、高齢者の身体機能(筋力や歩行能力等)の減退に強く関連することから、筋パワー発揮の動作様式を用いて下肢筋機能改善のためのトレーニングを行うこととした。トレーニングとしては、活動筋の自覚的疲労感を強度指標とすることで実践的で、高齢者でも簡単に行うことができるジャンプ運動を用いた。

2. 研究の目的

そこで本研究では、高齢者が実践しやすい運動を用いたトレーニングを行わせ、下肢筋機能(筋力・筋パワー等)に及ぼす影響を検討し、介護予防のための一次予防(運動器の機能向上)に対して、エビデンスに基づいた新たな運動処方を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

活動筋の自覚的疲労感を用いたトレーニングには、高齢者でも実践可能なその場でのリズムカルなジャンプ運動を用いた。本研究では、下肢筋機能の改善に役立つトレーニングプログラム(セット数の違い、頻度の違い、期間の違い)の3点に焦点を絞り、検討することとした。

(1) トレーニングのセット数の違いについて

地域に在住する60~83歳の一般高齢男女61名を対象に、1セッションのトレーニングで2セット行うグループ(S2群:30名, 71.1±4.7歳)と1セット行うグループ(S1群:31名, 69.1±6.1歳)に分けた。両グループとも、月2回の運動教室と自宅運動を併用するトレーニングを週2~3回の頻度で12週間行わせた。運動教室の内容は、施設のホールを利用したその場での連続ジャンプ(高さは5cm程度)を90回/分のテンポでリズムカルに行わせ、活動筋が自覚的に「かなり効いてきた」と感じる回数まで両群とも行わせた。また、自宅運動として運動教室と同じ内容の連続ジャンプ運動を各自で行わせ、介入期間にわたりトレーニング日誌にジャンプ回数を記録させた。介入前後の評価項目は、右方向および左方向へのステップ動作、30秒間のRomberg姿勢での足圧中心動揺単位軌跡長(開眼および閉眼)、座位での10秒および20秒のステップング、椅子からの1回立ち上がりパワー、座位での股関節内転筋力および外転筋力とした。両群の介入前後の比較には二要因分散分析(群×時間)を行い、交互作用と主効果の有無を検証した。有意水準は5%未満とした。

(2) トレーニング頻度の違いについて

地域に在住する 60~83 歳の一般高齢男女 60 名を対象とし、トレーニング頻度が週 2~3 回のグループ (W2 群: 29 名, 66.4±4.6 歳) と月 2 回のグループ (M2 群: 31 名, 69.1±6.1 歳) に分けた。W2 群は月 2 回の運動教室を含む介入期間に週 2~3 回のトレーニングを行い、M2 群は月 2 回の運動教室のみのトレーニングを行わせた。トレーニングは、施設のホールや自宅においてその場での連続ジャンプ(高さは 5 cm 程度)を 90 回/分のテンポでリズムカルに行わせ、活動筋が自覚的に「かなり効いてきた」と感じる回数まで両群とも行わせた。自宅運動のトレーニング実施状況を確認するため、介入期間にわたりトレーニング日誌にジャンプ回数を記録させた。介入期間前後の評価項目は(1)と同様の内容とし、両群の介入前後の比較には二要因分散分析(群×時間)を行い、交互作用と主効果の有無を検証した。有意水準は 5%未満とした。

(3) トレーニング期間の違いについて

地域に在住する 62~79 歳の一般高齢男女 62 名を対象に、介入期間が 3 ヶ月のグループ (D3 群: 30 名, 71.1±4.7 歳) と 6 ヶ月のグループ (D6 群: 32 名, 72.6±6.2 歳) に分けた。両グループとも、月 2 回の運動教室と自宅運動を併用するトレーニングを週 2~3 回の頻度で行わせた。運動教室の内容は、施設のホールを利用したその場での連続ジャンプ(高さは 5 cm 程度)を 90 回/分のテンポでリズムカルに行わせ、活動筋が自覚的に「かなり効いてきた」と感じる回数まで行わせた。また、自宅運動として運動教室と同じ内容の連続ジャンプ運動を各自で行わせ、介入期間にわたりトレーニング日誌にジャンプ回数を記録させた。介入期間前後の評価項目は、(1)と同様の内容とし、両群の介入前後の比較には二要因分散分析(群×時間)を行い、交互作用と主効果の有無を検証した。有意水準は 5%未満とした。

4. 研究成果

(1) トレーニングのセット数の違いに関する検討

地域に在住する一般高齢男女を対象とした自覚的疲労感を用いた連続ジャンプ運動のトレーニングでは、セット数を 2 セットあるいは 1 セットの場合でも循環器系や整形外科的な有害事象を生じることはなかった。このことから、本研究のトレーニングは運動教室や自宅実践で利用可能な内容であった。

S2 群のトレーニング継続率は 93.3%、教室参加率は 93.7%、S1 群のトレーニング継続率は 90.3%、教室参加率は 84.5%と S2 群の方が高かった。一般的に、継続率と参加率は 80%以上で良好とされることから、本研究の運動を用いてトレーニングのセット数を変化させても、高齢者が継続可能な介入条件

であった。

トレーニングのセット数の違いの有無を二要因分散分析で検討したところ、右方向および左方向へのステップ動作、開眼時および閉眼時の重心動揺単位軌跡長、股関節内転筋力および外転筋力に有意な交互作用が認められた ($P<0.05$)。トレーニングのセット数の違いについては、S2 群は右方向および左方向へのステップ動作、10 秒間のステップング、股関節内転筋力および外転筋力に有意な主効果が認められ ($P<0.05$)、S1 群は右方向および左方向へのステップ動作、重心動揺単位軌跡長に有意な主効果が認められた ($P<0.05$)。課題(1)では、3 ヶ月間のトレーニングにおける連続ジャンプのセット数の違いを検討したが、大きな差は認められないものの活動筋の自覚的疲労感を利用したトレーニングではわずかに S2 群の方が効果は大きいと考えられる。

(2) トレーニング頻度の違いに関する検討

課題(2)では、活動筋の自覚的疲労感を利用した連続ジャンプ運動のトレーニング頻度を週 2~3 回と月 2 回のグループに分けて介入を行った。両群とも循環器系や整形外科的な有害事象を生じることはなかった。また、W2 群のトレーニング継続率は 90.3%、教室参加率は 84.5%、M2 群のトレーニング継続率は 93.1%、教室参加率は 86.5%と、トレーニング頻度が異なっても 3 ヶ月間の介入条件は 80%を超えて良好であった。

トレーニング頻度の違いの有無を二要因分散分析で検討したところ、開眼時および閉眼時の重心動揺単位軌跡長のみ有意な交互作用が認められた ($P<0.05$)。トレーニングの頻度の違いについては、W2 群は右方向および左方向へのステップ動作、開眼時および閉眼時の重心動揺単位軌跡長で有意な主効果が認められた ($P<0.05$)。一方、M2 群は右方向および左方向へのステップ動作、10 秒間のステップングで有意な主効果が認められた ($P<0.05$)。以上のことから、活動筋の自覚的疲労感を利用した連続ジャンプ運動によるトレーニングは、バランス能力への改善を期待するならば、頻度の多い方が効果は大きくなると考えられる。

(3) トレーニング期間の違いに関する検討

課題(3)では、活動筋の自覚的疲労感を利用した連続ジャンプ運動の介入期間を 3 ヶ月と 6 ヶ月に分けて効果の違いを検証した。その結果、トレーニング期間を変化させても本研究のトレーニングは循環器系や整形外科的な有害事象の発生を認めなかった。このことから、介入期間を 6 ヶ月に延長しても実践可能な内容であると考えられる。

D3 群のトレーニング継続率は 93.3%、教室参加率は 93.7%、D6 群のトレーニング継続率は 87.5%、教室参加率は 89.6%と介入期間が長くなるとわずかに継続率と参加率

が低下することが示された。

トレーニング期間の違いの有無を二要因分散分析で検討したところ、右方向および左方向へのステップ動作、1回立ち上がりパワー、股関節内転筋力に有意な交互作用が認められた ($P < 0.05$)。トレーニング期間の違いについては、D3群は右方向および左方向へのステップ動作、10秒間のステップング、股関節内転筋力および外転筋力に有意な主効果が認められた ($P < 0.05$)。D6群は右方向および左方向へのステップ動作、10秒間のステップング、1回立ち上がりパワー、股関節内転筋力に有意な主効果が認められた ($P < 0.05$)。以上のことから、活動筋の自覚的疲労感を利用した連続ジャンプ運動を用いたトレーニングは、期間を3ヶ月から6ヶ月に延ばしても効果に大きな違いは認められなかった。

以上の結果をまとめると、本研究の活動筋の自覚的疲労感を指標とした下肢筋機能を改善するトレーニングは、地域に在住する一般高齢者を対象とした場合、セット数は1セットよりも2セット、頻度は月2回よりも週2~3回の介入条件が有害事象の発生なしに実践できるプログラムであると思われる。また、トレーニング期間は6ヶ月行わなくとも、3ヶ月ではほぼ同様の効果が認められることが明らかとなった。本研究のトレーニングは高齢者にも安全で神経筋機能や敏捷性、下肢筋パワーや股関節周囲部の筋力に効果的な内容であると思われる。今後は、脱落者を出さないような運動指導プログラムの再検討と、本研究のトレーニングを社会に普及させる取り組みが必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

1. 増田たまみ, 吉田 寿, 中谷敏昭, 自覚的疲労スケールを用いた連続ジャンプが直後の足圧中心動揺に及ぼす影響, 奈良体育学会研究年報, 査読無, 20巻, 2016, 36-41.
2. 中谷敏昭, 三浦重則, 活動筋の自覚的疲労スケールを用いた膝伸展運動における筋活動量の変化, 奈良体育学会研究年報, 査読無, 18巻, 2014, 51-56.

〔学会発表〕(計6件)

1. 中谷敏昭, 西田 円, 灘本雅一, 動的なホッピング運動の介入が高齢者の立位保持能力に及ぼす影響, 日本体育測定評価学会大会第16回, 2017年3月5日, 大分・大分市.
2. Toshiaki Nakatani, Kazufumi Terada, Akira Shiraishi, 他4名, Age-associated changes of ground reaction force parameters during

sit-to-stand movement in 801 women aged 18-89 years, The 21th annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS), 2016年7月6日, Vienna, Austria.

3. Toshiaki Nakatani, Kazufumi Terada, Akira Shiraishi, 他1名, Effects of hopping exercise training on postural stability and leg power in older people. American College of Sports Medicine 63rd Annual Meeting and 7th World Congress on Exercise is Medicine and World Congress on The Basic Science of Energy Balance, 2016年5月31日, Boston, USA.
4. 増田たまみ, 吉田 寿, 中谷敏昭, 自覚的疲労スケールを用いた連続ジャンプが直後の足圧中心動揺に及ぼす影響, 平成27年度奈良体育学会大会, 2015年11月28日, 奈良・奈良女子大学.
5. 中谷敏昭, 白石 晃, 寺田和史, 他3名, 高齢者における活動筋の自覚的疲労スケールを用いた連続ジャンプ遂行時の運動強度, 第70回日本体力医学会大会 2015年9月18日, 和歌山・和歌山市.
6. 中谷敏昭, 三浦重則, 活動筋の自覚的疲労感を用いたジャンプトレーニングが高齢者の Neuromotor fitness に及ぼす影響, 日本体育測定評価学会第14回大会兼測定評価研究50周年記念大会 2015年2月28日, 石川・金沢市.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.eonet.ne.jp/~toshiaki/>

受賞

日本体育測定評価学会第14回大会兼測定評価研究50周年記念大会「優秀発表賞」, 中谷敏昭, 三浦重則, 活動筋の自覚的疲労感を用いたジャンプトレーニングが高齢者の Neuromotor fitness に及ぼす影響, 2015年2月28日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中谷 敏昭 (NAKATANI, Toshiaki)
天理大学・体育学部・教授
研究者番号: 60248185

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

寺田 和史 (TERADA, Kazufumi)

天理大学・体育学部・准教授

灘本 雅一 (NADAMOTO, Masakazu)
プール学院大学・教育学部・教授