

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300234

研究課題名(和文) 低体力高齢者の歩行・行動能力を高める体幹深部トレーニングのモデル構築

研究課題名(英文) Construction of model for inner-muscle training to improve an ability of walking and daily life for high-aged people of low fitness condition

研究代表者

小林 寛道 (KOBAYASHI, Kando)

東京大学・新領域創成科学研究科・特任教授

研究者番号：60023628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,000,000円、(間接経費) 4,500,000円

研究成果の概要(和文)：高齢化社会では、低体力高齢者の人口が急増している。低体力状態を予防することは極めて重要である。マシントレーニングは、体幹深部筋(インナーマッスル)の強化や、歩行をはじめ日常生活行動能力の改善や向上に有効性が期待される。本研究では、1. すり足動作型歩行能力改善マシン、2. ひねり動作型体幹深部強化マシン、3. 股関節運動補助筋群強化マシン、4. すり鉢型足腰伸展筋群強化マシンなどを開発し、低体力高齢者対象のトレーニングシステムを構築した。高齢者38人を対象に、トレーニング実施前後に体力評価テストを行い、運動機能の向上が認められた。20年間脳卒中後遺症を持つ68歳男性や87歳の人にも良い結果が得られた。

研究成果の概要(英文)：In an ageing society, the population of low physical fitness is increased rapidly. It is important to prevent low fitness status. Training machine system will be expected to get certain training effects as follows: To strengthen body inner muscles, To develop or improve the ability of walking and other basic daily life behavior. In the present study, the following machines were developed: Sliding walking machine with both feet moved reverse direction with motor system. Trunk twist machine with a turn table Hip Joint stretch machine shaped as a half pipe. Sliding walking machine on the half-pipe surface using a motor driven system. The participants were 38 high-aged persons. One of the male participant suffered the consequences of a stroke for 20 years, and the oldest was a man of 87 years old. Physical fitness test was carried out before and after the training. The training was effective to improve the quality of movement (QOM), such as walking and other daily living.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学 老化予防 高齢者 歩行能力 体幹 慢性期リハビリ マシントレーニング

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会を迎えて、寿命の延長は図られているが、100歳以上の長寿者が4万人以上となり、人口構成をみると、今後100歳以上生きる人は10万人から数十万人に達することが容易に予測できる。寿命の延長は医学の進歩によって図られているが、一方で、自立した運動行動が不自由な低体力状態にある高齢者は増加の一途をたどっている。自治体やフィットネスクラブなどでは、健康増進を図るための健康教室が開催されているが、運動を始める前のメディカルチェックによって、教室参加が断られることが少なくない。高血圧や不整脈、脳血管障害の後遺症や歩行動作が困難な人は、これらのメディカルチェックによって、教室参加が認められない。メディカルチェックは、健康不安のある人を排除する結果を生じさせている。

しかし、高齢化社会が進行すれば、医学的に疾患を持っている人の割合は増加し、運動に対してメディカルチェックで排除される人の割合は50%～80%にも達する。このような、メディカルチェックをもとに、疾患を持った人に運動の機会を与えないことは、ある意味で、医療費削減という目的にも矛盾する。これらの人々に対する運動指導の方法研究は極めて貧弱である。

厚生労働省の「生活習慣病予防」をはじめ、一般に健康を増進させる運動として、「有酸素運動と筋力トレーニング」が推奨されているが、これらの運動は、69歳までの人を主対象に考えられている。高齢者の運動として、これらは必ずしも適さないケースが少なくない。通常、疾患を持った高齢者は、リハビリやマッサージ、整体院に通う場合が多いが、健康増進の目的よりは、治療という考え方に終始している。

本研究の申請者である小林は、中高齢者にとって自立した歩行動作や生活に必要な行動が出来るためには筋力的基盤が重要であることに着目するとともに、正しい姿勢の保持や上手な身体の使い方(動作の質: Quality of Motion)にかかわる運動神経コントロールの働きを活性化することが、転倒などの障害を予防し、生活の質的向上(QOL)に大きく貢献すると考え、体幹深部筋(大腰筋、腸骨筋など: ボディ・インナーマッスル)をはじめ、体幹部や四肢の筋群を無理なく強化することができ、歩行動作や走動作の学習効果を持つトレーニングマシンの開発に、世界に先駆けて取り組んできた。動作の学習効果を持つトレーニングマシンは、これまで諸外国でも開発経験が少なく、独創的な点が認められて国際特許が認可されている。

諸外国の健康づくり研究は、有酸素運動と筋力トレーニング関連が多くを占めており、高齢者を対象にした「動作の質を高めるトレーニング」の効果に関する研究報告例は少な

い。これまでに開発されたマシンをもちいて千葉県柏市内に小規模ジムのネットワーク化をはかり、9箇所のジムで、高齢者1500名(2010年10月現在)がトレーニングに取り組んでいる。その成果やコンセプトを、2010年10月に中国・広州で開催された「The 16th Asian Games Sport Science Congress」のOpening Lecture(招待講演)で発表したところ、大きな反響を呼んだ。

2. 研究の目的

高齢化社会を迎えて、医学の進歩により寿命の延伸が図られているが、一方では、低体力状態の高齢者が年々増加している。高齢者が自立歩行や日常生活行動が不自由な低体力状態になることを予防し、体力水準の改善を図るためには、スポーツ科学的な発想を生かした新しい運動・トレーニングの方法を開発することが必要だと考えられる。本研究は、低体力高齢者を対象として、自立した生活行動を支える体力的基盤と考えられる「体幹深部筋群」の機能向上を図るためのトレーニングマシンを開発し、そのマシンを用いたトレーニングの効果を検証することによって、生活行動能力(起立・歩行能力・生活に必要な基本動作)の向上を図るトレーニングモデルを構築し、高齢化社会での低体力問題の緩和に寄与することを目的とした。

3. 研究の方法

平成23年度

計画の初年度は、トレーニング実験に用いるためのトレーニングマシンとして、「すり足動作型歩行能力改善マシン」、「ひねり動作型体幹深部強化マシン」の2機種の開発を図るとともに、予備的トレーニング実験を行なった。

脳血管障害(脳卒中など)の後遺症として、半身が不随意となっている人が多いが、急性期のリハビリ期間(6ヶ月)を終了した人たちは、トレーニングを自主的に継続する適当な場所を得ることを望んでいる。柏市の十坪ジムには、急性期のリハビリ治療を受けた後の安定期に入った脳血管障害の後遺症をもつ人が、トレーニングに通ってきている。その人たちを観察すると、歩行訓練として、ランナーの走能力を向上させる目的で開発したスプリントトレーニングマシンを用いて「すり足動作」を行うことが、非常に有効であることが分かった。しかし、重症者にとっては、現在あるスプリントトレーニングマシンは、大型であり、すり足動作を行うには大げさな装置である。歩行訓練機として必要な部分だけを備えた簡易型の「すり足動作型」のトレーニングマシンが開発されれば、歩行に不自由な思いをしている人たちに、努力感が少なく、楽しい歩行トレーニングが可能なるトレーニング方法を提供することができる。本研究では、スプリントトレーニングマシン

のエッセンスを生かした形で、「すり足動作型歩行能力改善マシン」を作成した。

具体的な装置は、次のようなものである。左右の足をそれぞれのフットペダル上に固定し、立位姿勢、またはシートに坐した姿勢を保つ。フットペダルは、動力によって左右交互のタイミングで前後方向に、あらかじめ設定された移動距離範囲で往復運動を繰り返す。歩幅の長さや移動速度は調節可能である。トレーニングする人は、足の前後運動のタイミングに合わせて、手すりにつかまり「すり足動作」をおこなう。ペダルの移動速度は、一秒間に 20cm の移動速度から最大一秒間に 70cm までの範囲が可能なように設計した。ペダルに体重をかけることが難しい場合には、シートに座った姿勢からはじめて、徐々に立位姿勢を保ってすり足動作ができるようにする。また、足を固定するフットペダルには、補助車輪などの装置をそなえ、足首の不安定さをサポートする工夫を施す。すり足の最大歩幅は 70cm まで可能とし、すり足の歩幅、速度、回数、時間などが表示できるタッチパネル方式のコントロールが可能な装置にした。

「ひねり動作型体幹深部強化マシン」は、動作の改善を図る上で、これまであまり注目されてこなかった体幹深部の筋群を含めたひねり動作によるストレッチ伸展刺激を生み出すために開発するもので、具体的には、左右の足を置く回転円盤装置と方向が変化する手すりの組み合わせによるトレーニング装置である。単純なひねり動作から、複雑なひねり動作（姿勢）を生み出すことが出来るように工夫した。

初年度に開発された 2 機種を用いて、リハビリの急性期を過ぎて安定期に入り、症状が改善しない状態にある人を対象に、3 ヶ月のトレーニングを実施した。トレーニングは、週 2 回、1 回 60 分間とし、個別の症状にあわせて、トレーニングの負荷や運動の動作範囲を調節した。トレーニングの経過をビデオ撮影し、その経過を映像的に捉えるとともに、歩行テストや動作遂行テストを行い、改善の様子を捉えた。トレーニング対象者は、一般市民から希望者を募集した。

24 年度（計画 2 年度）

トレーニングマシンとして、「股関節運動補助筋群強化マシン」、「すり鉢型足腰伸展筋群強化マシン」の 2 機種を開発した。

「股関節運動補助筋群強化マシン」は、具体的には内転筋（大内転筋、長内転筋、短内転筋）、大腿方形筋、梨状筋など、股関節の多様な運動を支える補助的な役割を担っている筋群に注目し、これらを無理なくトレーニングすることが出来るマシンである。このマシンは、低体力高齢者ばかりでなく、スポーツ選手でも利用できる汎用性をもったものとして作成した。筋肉をトレーニングする場合には、従来、動作の主導筋ばかりに注目

されたトレーニングがおこなわれてきており、股関節のように複雑な運動（回内、回外、内旋、外旋、屈曲、伸展など）をする関節では、運動や動きを遂行させる補助的な役割をする筋群の働きが見落とされがちである。本研究では、これまで注目されてこなかった股関節周りの補助筋群をトレーニングすることによって、運動遂行能力の改善効果を高めることを意図した。

「すり鉢型足腰伸展筋群強化マシン」は、高齢者の柔軟性が著しく低下している状態を改善するため、股関節や体幹部をさまざまな方向に、安全に伸展・屈曲可能な「すり鉢型」マシンを開発し、足腰の伸展動作をスムーズに行う能力を高めることを意図した。

初年度に開発された 2 機種を含めて、個別マシンの効果を検証するとともに、三島市民 11 名、柏市民 6 名を対象に週 2 回、1 回 60 分、3 ヶ月間のトレーニングを行った。対象者は、一般市民から募集し、身体状態に合わせて、症状別のトレーニングを作成し、個別指導を行いながらトレーニングを進めた。トレーニングの手順は、初期測定（運動能力の現状チェック）、およびトレーニングによって生じる効果を、経過観察した。

トレーニングは、千葉県柏市と静岡県三島市の 2 箇所で行った。

25 年度

開発されたトレーニングマシン 4 機種に加え、新型のすり足動作型歩行能力改善マシンを開発した。新型のすり足動作型歩行能力改善マシンには、角度変化が可能な前手すりを装着させた。これによって歩行動作や日常動作が困難な人でもすり足動作がよりスムーズに行うことができるようになった。

歩行動作が困難な対象者 7 名について、6 ヶ月のトレーニング研究を実施し、前年度と同様な手法によって効果を検証した。

4. 研究成果

平成 23 年度には、トレーニング実験に用いるためのマシンとして、「すり足動作型歩行能力改善マシン」、「ひねり動作型体幹深部強化マシン」の 2 機種を開発した。

平成 24 年度には、股関節運動補助筋群強化マシン（HJT-12 型）、股関節運動補助筋群強化マシン（HJT- 型）、すり鉢型足腰伸展筋群強化マシンの 3 機種を開発した。

平成 25 年度には、すり足動作型歩行能力改善マシン（角度可変式前手すり付き）を開発した。

これらの新開発されたマシンを用いて、静岡県三島市在住の高齢者 11 名を対象に、トレーニングした結果、歩行能力の改善をはじめとして生活機能面での改善が著しかった。

千葉県柏市在住の高齢者（特に、脳卒中後遺症や脊髄損傷をもつことによる歩行能力低下や全身的な低体力状態にある 10 名：年齢 68～87 歳）を対象にトレーニング実験を 6 ヶ

月間実施したところ、20年間、重度の脳卒中後遺症を持った男性1名(68歳)について、歩行能力の改善や身体の柔軟性の向上及び、麻痺側の上肢及び下肢の運動範囲に著しい向上が得られた。また20年間一人で入浴できなかったが、トレーニングの進行に伴って一人で入浴できるようになるなど、生活行動面での向上が著しかった。

他のトレーニング対象者についても、歩行能力の改善や体調の向上、日常生活動作の自由度の向上などが見られ、本研究で開発したトレーニングマシンについて利用者から有効であるとの評価を得た。

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 件)

〔学会発表〕(計 2件)

1. 小林寛道、脳卒中慢性期リハビリに対する新しい試み：認知動作型トレーニングと手技の方法、日本体育学会第64回大会、2013年8月28日、立命館大学(滋賀県)

2. 小林寛道、すり足動作型トレーニングの開発・低体力高齢者の為の認知動作型トレーニング、日本体育学会第63回大会、2012年8月24日、東海大学(神奈川県)

〔図書〕(計1件)

1. 小林寛道、杏林書院、健康寿命をのばす認知動作型QOMトレーニング、2013、213

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 寛道 (KOBAYASHI, Kando)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・特任教授

研究者番号：60023628