

令和元年6月28日現在

機関番号：33929

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01605

研究課題名（和文）椅子の立ち座り動作の特性とトレーニングへの応用

研究課題名（英文）The characteristics of chair sit-to-stand movements and its application to the training exercises

研究代表者

島典広（Shima, Norihiro）

東海学園大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：70363653

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、短時間かつ低体力者も実施可能な椅子の立ち座り動作を用いた下肢のパワーの評価法に関する妥当性や、腹腔内圧・血圧の変動からみた安全性について若年者から高齢者を対象に実施した。さらに高齢者を対象に椅子へ座る動作を強調したトレーニング効果について検討した。その結果、椅子の立ち座り動作は、下肢のパワー評価法として簡便かつ有用であり安全に実施することが可能であること、さらに効果的なトレーニング法の一つとして応用可能であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

連続10回以下の椅子の立ち座り動作は、短時間かつ低体力者も実施可能な動作である。しかし、その動作速度や様式（座る動作・立つ動作）による安全性やトレーニング効果については明らかにされていない。本研究は、日常生活に関連する椅子の立ち座りの動作が、加齢によって低下するものの、10回程度では疲労の影響が少なく、心拍数や血圧の変化をみても比較的安全で有用なトレーニングになり得ることを証明した。

研究成果の概要（英文）：The present study was to examine the validity of the method for evaluating the power of the lower extremities using the chair sit-to-stand movements that can be performed in a short time and low physical strength, and the safety from the changes in intra-abdominal pressure and blood pressure during its movements. Furthermore, we examined the training effect that emphasized the motion of chair sitting in the elderly. It was shown that the chair sit-to-stand exercise is one of the more effective training methods because it is convenient to evaluate the power of the lower limbs, useful and safety.

研究分野：運動生理学

キーワード：トレーニング パワー評価法 腹腔内圧 動作速度 動作様式 血圧 高齢者 安全性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

加齢によって筋力だけでなく筋パワーにも減少がみられる。高齢者の歩行能力、階段昇降能力、椅子立ち上がり能力は、脚を伸ばす筋力よりもパワー（力×速度）との間に相関が有り（Bassey et al. 1992）。高齢者の日常生活での身体活動の評価には、筋力よりもパワーの方が有用であると考えられる。パワー発揮に関連する運動能力は加齢に伴い低下するが、その低下率は筋量や筋力よりも顕著である。したがって、高齢者のパワー発揮能力の減少について明らかにすることは重要であると思われる。下肢のパワーを精確に測定するには、高額な機器を用いる必要があり、汎用的ではない。垂直跳びの測定は簡便な方法であるが、低体力者や脆弱な高齢者に実施することは困難である。したがって、簡単に誰でも実施できる方法を確立する必要がある。その評価方法の一つとして、これまで 30 秒の椅子の立ち座りテスト（以下 CS-30）が実施され（Jones et al. 1999）、日本人高齢者の下肢の筋パワーの有用な評価法としてその妥当性が示され（中谷ら 2002）周知されている。しかし、高齢女性に 6 種類の自体重負荷によるレジスタンス運動を実施した我々の研究では、10m の歩行速度と 12 段の階段昇段時間の測定では有意な改善を示したものの、CS-30 には有意な改善を認めなかった（菅野ら 2013）。また、申請者ら（菅野ら 2010）の CS-30 の時間を用いた評価法よりも、速度分析装置を用いた立ち上がり動作中の速度の評価法が、10m 速歩の平均速度、起居能力（Timed Up & Go テスト）、敏捷性能力（座位ステップテスト）と相関関係を認めたことから、椅子の立ち座りテストによる評価方法を再検討する必要があると考えた。特に、低体力の高齢者を対象に測定を行った場合、10 回以上の回数を実施できない場合あることや、これらの測定動作には立つ局面と座る局面を考慮する必要があることなどがあげられる。特に、加齢に伴って立ち座りのパターンが異なると考えられるが、それについて詳細な検討はされていない。また、10 回以下の椅子の立ち座り動作に関する再現性についてはこれまで報告されているものの（Schaubert and Bohannon 2005, Bohannon et al. 2007）、妥当性については下肢筋力との関係性を示したものであって筋パワーとの関係性が検討されていない（Bohannon et al. 2015）。妥当性に関してさらに問題点を加えると、身長によって椅子への立ち座りの距離が長くなり、身長が高い者にとっては不利な測定であるため、身長を考慮した指標の作成も不可欠と思われる。椅子の連続立ち座り動作は、筋力トレーニングにおけるスクワット・トレーニングと類似する動作で下肢の筋力や筋パワーのトレーニングあるいは評価法としても有用であることはよく知られている。

これまで我々は、筋力トレーニングに関わる動作（Kawabata et al. 2011）やスポーツ競技（小川ら 2012）における腹腔内圧の重要性を報告してきた。スクワット（立ち座り）・トレーニングでは、体幹部の安定性が求められるため、椅子の立ち座り動作においても同様に腹腔内圧を高めて体幹部を安定させているとも考えられる。しかし、腹腔内圧を高めると血圧上昇に影響を及ぼす可能性が考えられる。したがって、椅子の立ち座り動作をトレーニングとして実施する際の腹腔内圧や、心拍数、血圧の変化について明らかにし、安全性を明確にする必要がある。

高齢者を対象とした研究から、伸張性トレーニングは短縮性のトレーニングより筋機能の向上に効果的であることが明らかになっている（LaStayo et al. 2003）。また、冠状動脈疾患を有する者において伸張性トレーニングは最小の心臓血管系へのストレスで強い負荷を与えられるトレーニングとして有用であることも明らかになっている（Meyer et al. 2003）。これまで我々が検討してきた椅子からの立ち上がり動作のトレーニング効果と同様、椅子へ座る動作を応用したトレーニングは、低体力者や冠状動脈疾患を有する者であっても実現可能なトレーニングで、伸張性収縮による筋への刺激を考えると低体力の高齢者の椅子の立ち座り動作の改善に効果があると考えられる。

2. 研究の目的

これまで椅子からの立ち上がり動作を用いたトレーニング効果の検証や、椅子の連続 30 回の立ち座り動作の測定評価法において、速度分析と時間分析の結果の違いから、評価法の改善点を考えることとなった。また、妥当性の高い測定評価法の確立、連続 10 回以下の椅子の立ち座り動作を用いた評価法に関して検討すべきことや、椅子へ座る動作も伸張性収縮のトレーニングとして応用可能と考えた。そこで本研究は、(1)連続 10 回以下（短時間かつ低体力者も実施可）の椅子の立ち座り動作を用いた下肢筋力・筋パワーの評価方法に関する妥当性を検討すること、(2)椅子の立ち座り動作に類似した運動（スクワット）が体幹部、特に腹腔内圧にどのような影響を及ぼすかについて、異なる負荷抵抗を加えて検討すること、また、椅子の立ち座り動作をトレーニングへの応用するにあたり、安全性を検討するため、連続指血圧計を用いて、運動中の血圧応答を測定した。さらに、(3)低体力者に対する椅子へ座る動作を強調したトレーニング効果について検討し、運動介入による変化を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 各年代のパワー（速度）の特徴について明らかにするため、50 歳代 15 名（男性 5 名、女

性 10 名)、60 歳代 23 名(男性 12 名,女性 11 名)、70 歳以上 29 名(男性 15 名,女性 14 名)を対象に、10 回連続いす立ち座り運動における、立ち上がり時の各回数における速度推移を分析した。各回で座る速度が立つ速度にどのように影響を及ぼすかを明らかにするため、2 回目以降立つ速度が顕著に低下する 60 歳代(22 名:男性 12 名,女性 10 名)および 70 歳代(13 名:男性 13 名,女性 10 名)を対象に、連続 10 回の椅子の立ち座り動作の測定を実施した。

(2) スポーツ系科学部に所属する男子大学生 11 名(年齢 21 ± 1 歳)を対象に、スクワットの 1 回最大重量を計測後、両脚を左右それぞれの床反力計に設置させた状態で、1 回最大重量を基準とした重量の 100%1 回、90%2 回、80%、60%、40%、20%の負荷抵抗で各 3 回行わせ、同時に床反力と腹腔内圧を測定した。また、男女高齢者 18 名(男性 8 名:年齢 73 ± 4 歳、女性 10 名:年齢 71 ± 4 歳)を対象に、連続指血圧測定器を右手第三指に、電子角度計を左膝関節に装着させ、椅子の立ち座り動作の速度が、スロー(3 秒立ち上がり動作と 3 秒の座る動作)、フリー(任意の速度で立ち座り動作)、ファスト(被験者の最大努力で素早く立ち座り動作)の条件下で各速度 10 回 \times 1 セット実施した。

(3) 70 歳以上の高齢者を対象に短縮性あるいは伸張性の筋収縮を強調したトレーニングが日常生活動作能力に及ぼす影響について検討した。高齢者の男女 18 名に 12 週間、週 1 回の伸張性トレーニング(11 名: 79 ± 4 歳)あるいは短縮性トレーニング(7 名: 76 ± 5 歳)を実施した。各トレーニング 10 回 3 セット実施し、前後に 6 種目(10m 速歩、握力、開眼片脚立ち、階段昇段・降段時間、10 回椅子立ち座り時間)の効果測定を実施した。

4. 研究成果

(1) 立ち上がり速度の 1 回目の値は年代間で差が見られないものの、2 回目以降は 50 歳代が、60 歳代や 70 歳以上よりも速くなることが明らかとなった。また、すべての年代で 2 回目に立ち上がり速度が上昇し、その後 3 回目から 10 回目まで大きな差が認められなかった。以上の結果から、60 歳以降に椅子の立ち座り運動の 2 回目以降の立つ速度が顕著に低下すること、しかし高齢であっても自体重負荷での連続 10 回いすの立ち座り運動において筋疲労と考えられる速度低下によるパワー減少がなく、パワー評価のための体力測定あるいはトレーニングツールとして有用であることが示された。60 歳代よりも 70 歳代の座る速度が有意に遅く、相関分析により男女ともに 60 歳代では座る速度と立つ速度とに相関関係が認められるものの、70 歳代では、最初の反動動作となる 1 回目の座る速度と次の立つ速度とに相関が認められなかった。以上の結果から、70 歳代以降では座る動作が低下するとともに、座る動作を立つ動作に転換できずに反動動作が使いにくくなることが示唆された。

(2) 負荷抵抗の増加に伴って腹腔内圧は有意に増加した。したがって、椅子の立ち座り動作のような運動においても、負荷抵抗の増大とともに腹腔内圧も上昇することが明らかになった。この腹腔内圧の上昇は血圧の上昇に影響を及ぼす可能性が示唆された。高齢者を対象にした椅子の立ち座り運動について、心拍数はファストで動作開始後に一番高く有意に上昇し、運動終了後の回復は早かった。一方、スローは心拍数の上昇は小さいが、回復時間は遅延した。収縮期血圧はファストでは動作開始後に有意な変化がなくほぼ同じ値で推移するが、スロー動作時には運動開始後から有意に上昇し、運動終了 10 秒後には安静時の値までに戻った。総じて、負荷抵抗の増大に伴い腹腔内圧が上昇することから、強度の高い運動を負荷することにより腹圧が増大し、血圧や心拍数の上昇をもたらす可能性が示唆されるものの、高齢者においても動作速度の違いによって、血圧や心拍数に及ぼす影響が異なることが示唆された。

(3) 握力や開眼片脚立ちは改善効果が認められなかったものの、伸張性トレーニング群は階段昇段・降段、短縮性トレーニング群は 10m 速歩で有意な時間の短縮がみられた。高齢者であっても動作特異的なトレーニング効果が得られることが明らかになった。総じて、椅子の立ち座り動作は、加齢により低下するものの、10 回程度では疲労の影響が少なく、心拍数や血圧の変化をみても比較的安全で有用なトレーニングであることが示された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1 件)

河端 将司、島 典広、久保田 武美、梅木 潤子. 健康成人の様々な呼吸法における腹部筋活動と腹腔内圧の強度と特性に関する検討、査読無、難病と在宅ケア、Vol. 22 No.2、2016、pp17-21

[学会発表](計 6 件)

Norihiro Shima, Masaaki Kanno, Masaru Nagasaki, Kana Shiozawa, Mitsuru Saito. Influence of speed difference in chair sit-to-stand exercise on heart rate and blood pressure responses in the elderly, 24th Annual Congress of the European College of Sport Science、2019.7.、Prague (Czech Republic)

Norihiro Shima, Hidetaka Sakamaki, Yuto Matsuda. Effects of a weight-belt on intra-abdominal pressure during the back squat exercise, 11th International Conference of Strength Training, 2018.12., Perth (Australia)

島 典広 . トレーニング中の体幹部の活動、第 26 回日本運動生理学会大会、2018.7.、大阪府

島 典広、菅野 昌明 . 連続いす立ち座り運動の動作速度における加齢の影響、第 30 回日本トレーニング科学学会大会、2017.10.、東京都

島 典広、菅野 昌明、長崎 大、齊藤 満 . いす立ち座り運動における速度の違いが血圧応答に及ぼす影響、第 72 回日本体力医学会大会、2017.9.、愛媛県

島 典広 . 簡易な体力測定を用いた高齢者の自立支援、健康生きがい学会第 7 回大会、2016.11.、愛知県

〔図書〕(計 1 件)

征矢 英昭, 本山 貢, 石井 好二郎 (編集) 島 典広 (一部執筆). もっとなっとく使えるスポーツサイエンス (初版) 2017、pp69-71

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
なし

6 . 研究組織

(1)研究分担者
なし

(2)研究協力者
なし