

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2017

課題番号：25750249

研究課題名(和文) 全身持久力が転倒リスクに与える影響についての探究

研究課題名(英文) Influence of physical fitness on a tendency to fall

研究代表者

里中 綾子 (Satonaka, Ayako)

名古屋大学・医学系研究科(保健)・特任助教

研究者番号：80632497

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：転倒リスクの1つに疲れやすさに関連する体力の1つとして全身持久力がある。本研究では高齢者における全身持久力の低下が転倒リスクと関連するかについて探求することを目的とした。転倒リスクスコアにおいて今後転倒するの危険性が高い人ほど全身持久力が低い傾向にあることが明らかとなった。さらに日常生活における身体活動量が多くても短時間・高強度の運動をしていない人では筋委縮が進行しており、これにより膝や腰などに痛みが出やすく転倒につながる危険性が考えられた。すなわち日常的にウォーキングや家事などの低強度の身体活動を行っているだけでは全身持久力の維持は難しく、転倒にもつながる可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：As the tendency of fall might be influenced by the easy fatigability, the purpose of this study was to investigate the relationship between tipping over and the state of physical fitness in elderly people. The tendency was evaluated by the fall-risk scores obtained from the questionnaire. The results showed that the predicted maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max) was negatively correlated to the fall-risk scores. The ultrasonic images of leg muscles also showed reduction in muscle volumes in the individuals who actively spent daily lives, mostly in light-moderate physical activities, but never experienced intensive physical activities. As VO<sub>2</sub>max depends on the lean body mass, these findings suggested that light-moderate exercise like walking might be insufficient to keep muscle volumes and VO<sub>2</sub>max healthy. Therefore, it might be important for the people to be keeping intensive work out in prevention of tipping over before they got old.

研究分野：運動生理学

キーワード：転倒リスク 全身持久力 日常身体活動

## 1. 研究開始当初の背景

わが国では 2007 年に高齢者人口割合が 21%を超える超高齢化社会を迎えて、それ以降も高齢者人口は増え続けている<sup>1,2</sup>。国民の健康寿命を延ばし、要介護や寝たきりを予防する取り組みは急務である。

要介護、寝たきりの原因の 1 つには転倒が挙げられる。高齢者においては様々な因子により転倒リスクが高くなることが報告されている<sup>3</sup>。転倒により大腿骨頸部骨折に代表されるようなその後の予後に大きな影響を及ぼす運動器疾患が発症し、これらに引き続く日常生活活動低下から要介護や寝たきり状態になりやすい。

健康に関連する体力には、柔軟性、筋力・筋パワー、運動の協調および全身持久力の 4 つの要素で構成される。米国老年医学会などの転倒予防ガイドラインによると、主な内因性の転倒リスク因子は筋力低下、転倒の既往、歩行障害、バランス障害などが挙げられている<sup>4</sup>。一方、全身持久力の低下と転倒リスクとの関連性についてはほとんど調べられていない。しかしながら、全身持久力低下が直接的あるいは間接的に転倒リスクを高めている可能性は否定できない。全身持久力が低下すると疲れやすさなどから、日常生活活動の範囲の範囲は狭まってしまうことが考えられる。その結果さらなる全身持久力の低下を引き起こす悪循環スパイダルに陥りやすくなる。このような日常生活活動の低下は間接的に柔軟性や筋力の低下にもつながり、ひいてはバランス能力や歩行能力の低下を引き起こすことで転倒のリスクが高まることが考えられる。したがって全身持久力の低下は転倒リスク因子の中でも初期に引き起こされている可能性があり、全身持久力を知ることはその後の生活予見指標となりうるかもしれない。

## 2. 研究の目的

本研究では、高齢者における全身持久力の低下と転倒リスクとの関連を明らかにすることを主な目的とした。先述したように様々な転倒リスク因子が挙げられているが、それらの因子と全身持久力の低下がどのような関係であるのかについても明らかにしたい。また日常生活活動量を調べることで、どのような生活を送っている人が転倒リスクが少ないのかについても検討することで、転倒防止のための新しい身体活動指針を示すことが目標である。

## 3. 研究の方法

本研究は 40 代後半から 80 歳にかけての成人期から高齢期の人を対象とした。地域の高齢者コミュニティ等により研究参加に関する説明を行い、参加希望者を対象とした。実際の測定前には十分なインフォームドコンセントを行い、書面にて研究参加への同意を得た。本研究の測定についてはすべて医師が立

会いの下で実施され、毎回の測定前には緊急時の役割、動作確認を行った。

### ①問診、身体組成測定

運動測定に入る前に、測定当日の体調や既往歴、服薬について問診し、運動測定が問題なく行えるか確認を行った。

体重、身長および体組成（筋量、骨量、脂肪率、内臓レベル、体内年齢および基礎代謝）を測定した。

### ②転倒リスク評価

これまでの生活における転倒の有無、今後の転倒の危険性について、先行研究で妥当性が示されている転倒スコアシート<sup>5</sup>を用いて評価した。この評価シートは転倒の有無と 21 項目の質問から成る。

### ③日常生活活動量

日常生活活動について年齢や障がいによって低体力となっている人たちを対象として開発されたアンケート 2 種を用いた<sup>6,7</sup>。これらには日常生活における身体活動として家事等の家庭内身体活動（外出、買い物を含む）、スポーツ活動（レジャー活動を含む）が含まれている。

### ④最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)の測定

全身持久力の指標として最大酸素摂取量の測定は最も一般てきである<sup>8</sup>。VO<sub>2</sub>max の測定は最大運動負荷テストによって得られる。しかしながら、高齢者の多くは虚血性心疾患やその他の合併症が潜在的にも存在している可能性があるため事実上測定は困難である。我々の研究グループでは以前の研究で最大運動が不可能な人に対し最大下運動テストを用いて VO<sub>2</sub>max を推定する方法を確立した<sup>9</sup>。高齢者においてもこの方法が適していると考える。

最大下運動テストは自転車エルゴメーターを用いて連続心拍数と酸素摂取量を測定しながら次の 2 つの測定を行う。

a. ランプ負荷（1 分間に 20W 負荷が増加するように設定）で心拍数が 120 拍に達するまで行う

b. 2~3 段階、各段階 3 分の漸増運動負荷テストを行う

これらの運動負荷テストで得られた心拍数と酸素摂取量から VO<sub>2</sub>max の推定が可能である。

### ⑤下腿三頭筋の筋厚および下腿周径測定

ポータブル超音波診断機器を用いて、ベッド上腹臥位で下腿三頭筋の筋厚および下腿周径を測定した。

## 4. 研究成果

### ①研究参加者と転倒リスク

研究への参加者は 42 歳~83 歳の男女 20 名であった。これまでに転倒の経験がある人は 20 名中 4 名であったが、転倒へ不安があると答えた人は 8 名含まれた。転倒スコアは低い転倒への不安がある人が 1 名、その他は転倒への不安がある人でポイントの低い人は見られなかった。逆に転倒へ

の不安はないが、転倒の既往があり転倒スコアが高い人が1名いた。

年齢と転倒リスクの高さには関連性は示されなかった。

#### ② 日常身体活動

参加者の多く(13名)は日常身体活動が非常に少なく、非活動なライフスタイルであった。5名は特別なスポーツ等を行っていないが、家庭内活動のスコアが高く日常的に動き回っている人であった。残りの2名はスポーツ活動を行っており、非常に身体活動が多かった。

転倒リスクの高い人と日常身体活動量には特に関連性は見られなかった。日常身体活動量が多い人でも転倒に不安がある人が含まれた。

#### ④ 全身持久力

推定  $VO_2max$  は年齢相応の基準値と比較して<sup>10</sup>、3名は非常に高く、1名はやや高め、6名は基準範囲内、3名はやや低め、7名は基準値より低かった。

非常に高かった3名のうちの2名はスポーツ活動を行っている人が含まれた。残りの非常に高い1名とやや高めの1名は、スポーツ活動は行っていないが日常身体活動が非常に多い人であった。基準値範囲内の人であっても日常身体活動量は非常に少ない人が含まれた。やや低いおよび低い人は日常身体活動量も少ない傾向にあった。転倒リスクスコアと推定  $VO_2max$  は負の相関を示した。すなわち転倒リスクと全身持久力は関連し、転倒のリスクが高い人ほど低い全身持久力であることが示された。

#### ⑤ 下腿三頭筋の筋量および下腿周径

下腿三頭筋の筋厚および下腿周径と推定  $VO_2max$  および転倒リスクとの関連性は示されなかった。

#### ⑥ まとめ

本研究で新たに示された知見は転倒リスクと全身持久力の関連である。全身持久力が低い人ほど転倒のリスクが高まることが明らかとなった。また、日常身体活動量と全身持久力および転倒リスクには明らかに関連性は示されなかった。

したがって、全身持久力の低下は転倒リスク因子の中でも初期に引き起こされている可能性があり、全身持久力を知ることはその後の生活予見指標となりうると考えられる。一方で、全身持久力と他の転倒リスク因子(柔軟性、筋力低下およびバランス能力の低下など)の解明には至らなかった。しかしながらケース別で全身持久力、日常身体活動および転倒リスクを検討すると今後の研究課題が明らかとなったため、以降はケース報告及び考察を付け加える。

#### (ケース1: 80代女性、主婦)

$VO_2max$  は基準値より非常に高く、スポーツ活動は行っていないが日常身体活動は非常に高く余暇活動にも積極的である。

下腿三頭筋の筋厚および下腿周径は他の参加者にも劣らず年齢から考えると多いと考えられる。70代までは山登りやスポーツ活動にも積極的に参加していた。転倒スコアも低く転倒への不安もない。

若いころからの身体活動の積み重ねによって、高齢期となっても筋量低下が最小限に抑えられていると考えられる。

#### (ケース2: 70代男性、一人暮らし)

$VO_2max$  は高く、日常身体活動量も多い。本参加者は脳梗塞の既往があり、軽度の左片麻痺の後遺症がある。杖なし歩行は可能で毎日障がい者向けのフィットネスジムに通っている。転倒への不安はあるものの転倒リスクポイントは低い。自身の障がいのため人一倍身体活動を行い、転倒予防への意識が高いと考えられる。

#### (ケース3: 50代男性、会社員)

最大下運動テストランブ負荷において負荷が上がっても心拍数の上昇が少なく、心拍数120拍まで下肢の疲労が原因で自転車エルゴメーターを漕ぐことが困難であった。しかしながら推定  $VO_2max$  はやや低めで日常身体活動量少ない。問診より幼少期より足が速く短距離が得意で持久走が苦手だった。したがって本ケースは短時間高強度の運動を担うと言われる速筋の割合が持久的な運動を担う遅筋よりも発達していることが考えられた。転倒スコアは低く転倒の危険性は少ないが、加齢とともに疲れやすくなっているようで全身持久力の低下が危惧された。

本ケースのように生まれつきに持った筋特性、速筋と遅筋の割合等が最大酸素摂取量にも関連する可能性が考えられる。

#### (ケース4: 70代女性、自営業)

自営業および夫の介護のためほぼ一日中動き回っているため、日常身体活動量は極めて多い。厚生労働省の推奨する1日の身体活動基準<sup>11</sup>は、十分満たしている。定期的に病院も受診し血液検査等も特に異常はない。しかしながら、膝や腰の痛みが出現し、一時歩行が困難となった。下肢の筋力低下が著しくサルコペニア(筋委縮)が見られた。本ケースから、十分な身体活動を行っていても筋委縮は起こることが考えられた。また、全身持久力は筋量と比例すると考えられ、本ケースでは  $VO_2max$  を測定していないが低いことが予測される。

以上のケース検討より、日常生活における身体活動が多くても短時間・高強度の運動をしていない人では加齢により筋委縮が進行しやすく、これにより膝や腰へも痛いなどの影響が出る可能性が考えられた。すなわち、日常的にウォーキングや家事などの低強度身体活動を行っているだけでは全身持久力の維持時は難しく、転倒につながる可能性が示された。

#### ⑦ 今後の研究課題

以上のまとめより、今後の研究展開について以下の課題が考えられる。

- a)現在の日常生活活動だけではなく、過去の身体活動やスポーツ参加が高齢期の全身持久力に影響を与える可能性がある。どのようなライフスタイルが高齢期の全身持久力に有益であるかについての検討。
  - b)本人の身体活動に対するモチベーションと全身持久力との関連。
  - c)速筋と遅筋の割合が全身持久力に影響しているかどうか。もし影響しているとしたらどのような割合が望ましいのか。
  - d)短時間・高強度の身体活動の全身持久力への影響。
  - e)筋力低下・筋委縮と全身持久力の相互関係から考える転倒メカニズムの解明。
- 今後も継続して新しく考えられた研究課題とともに本研究を行いたいと考えている。

謝辞

本研究を遂行するにあたり多大なご協力をいただきました株式会社 gene 社長張本浩平氏ほか職員の皆様、看護師の森本奈穂子氏に深謝いたします。

参考文献

1. 人口統計（平成 21 年 10 月 1 日）年齢別人口（<http://www.stat.go.jp/data/jinsi/2009np/pdf/gaiyou.pdf#page=4>）. 総務省.
2. 統計からみた我が国の高齢者―「敬老の日」にちなんで（<http://www.stat.go.jp/data/topics/pdf/topica48.pdf>）. 総務省統計局（2010 年 9 月 19 日）
3. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick Falls and Fractures Study. *Aust J Public Health* 1993; 17: 240-5.
4. American Geriatric Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 664-72.
5. 鳥羽研二、大河内二郎、高橋泰ほか. 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証. *日老医誌* 2005; 42: 346-52.
6. A physical activity questionnaire. Voorrips LE, Ravelli ACJ, Dobbelaers P/ca, Deurenberg P, Van Staveren WA. *Medical and Science in Sports and Exercise* 1991; 23: 974-9.
7. The physical activity scale for individuals with disabilities: development and evaluation. Washburn RA, Zhu W, McAuley E, Frogley M, Fioni SF. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 193-200.
8. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Sixth edition. Philadelphia,

PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2000

9. Satonaka A, Suzuki N, Kawamura M. Validity of submaximal exercise testing in adults with atetospastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:485-9.
10. 健康体力評価・基準値辞典. 日丸哲也、青山英康、永田晟編著. ぎょうせい出版. 1991.
11. 健康づくりのための身体活動基準 2013. ([http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000\\_02xple-att/2r9852000002xpqt.pdf](http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000_02xple-att/2r9852000002xpqt.pdf)) 厚生労働省.

## 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 10 件）

1. Terada K, Satonaka A, Terada Y, Suzuki N. Nutritional aspects of a year-long wheelchair dance intervention in bedridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy rated to GMFCS level V. (in press) (査読有)
2. Satonaka A, Suzuki N. Aerobic fitness and lifestyle with non-exercise physical activity in adults with cerebral palsy. *J Phys Fitness Sports Med.* 7:1-7, 2018. (査読有)
3. 鈴木伸治、里中綾子、寺田恭子. 重度脳性麻痺者のエアロビックフィットネスクラス組織的介入から家族を単位とした社会的介入へ. 常葉大学紀要. 第 9 巻第一号 pp1-8, 2018. (査読無)
4. 鈴木伸治、里中綾子、寺田泰人、寺田恭子. 国際交流―カリフォルニア州立チョコ校訪問. 常葉大学紀要. 第 9 巻第一号 pp31-35, 2018. (査読無)
5. Kyoko Terada, Ayako Satonaka, Yasuto Terada, Nobuharu Suzuki. Training effects of wheelchair dance on aerobic fitness in bedridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy rated to GMFCS level V. *Eur J Phys Rehab Med.* 54:744-750, 2017. (査読有)
6. 鈴木伸治、里中綾子、寺田恭子. 運動生理学のエビデンスに基づく脳性麻痺リハビリテーション論. 常葉大学紀要. (査読無)
7. Kyoko Terada, Ayako Satonaka, Yasuto Terada, Nobuharu Suzuki. Cardiorespiratory responses during wheelchair dance in bed ridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy. *Gazz Med Ital.* 175:241-247, 2016. (査読有)
8. Ayako Satonaka, Morio Kawamura, Nobuharu Suzuki. Aerobic fitness and skewness of frequency distribution of continuously measured heart rate in adults with brain injury. *Eur J Phys Rehab Med.* 50:535-541, 2014. (査読有)
9. Ayako Satonaka, Kyoko Terada, Yasuto Terada, Nobuharu Suzuki. Validity of aerobic fitness estimated based on the submaximal oxygen pulse in individuals with cerebral palsy. *European Database of Sport Science.* 2013. (査読無)

10. Kyoko Terada, Ayako Satonaka, Yasuto Terada, Nobuharu Suzuki. Wheelchair dance "skill" and exercise intensity during dance in bedridden individuals with severe cerebral palsy. European Database of Sport Science, pp757, 2013. (査読無)

[学会発表] (計 5 件)

1. Terada K, Satonaka A, Terada Y, Suzuki N. cardiorespiratory response during wheelchair dance and autonomous regulation in bedridden individuals.

European College of Sports Science 20<sup>th</sup> Annual Congress, Malmö, 2015.7

2. Satonaka A, Suzuki N, Kawamura M. Effect of Physical Training on Aerobic Fitness and Body Mass Index in Mentally Challenged Teenagers.

World Congress of Biomechanics(WCB) ,Boston, 2014

3. Terada K, Satonaka A, Terada Y, Suzuki N. Training Effect of Wheelchair Dance on Aerobic Fitness in Bedridden Individuals with Severe Cerebral Palsy.

World Congress of Biomechanics(WCB) ,Boston, 2014

4. Terada K, Satonaka A, Terada Y, Suzuki N. Wheelchair dance "skill" and exercise intensity during dance in bedridden individuals with severe cerebral palsy. 17<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science 2013.6

5. Satonaka A, Suzuki N, Kawamura M. Validity of aerobic fitness estimated based on the submaximal oxygen pulse in individuals with cerebral palsy.

17<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science 2013.6

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

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

名古屋大学大学院医学系研究科  
特任准教授

里中綾子 (Satonaka Ayako)

研究者番号 : 80632497

(2)研究分担者

( )

研究者番号 :

(3)連携研究者

( )

研究者番号 :

(4)研究協力者

鈴木伸治 (Suzuki Nobuharu)

寺田恭子 (Terada Kyoko)

寺田泰人 (Terada Yasuto)