

令和 6 年 4 月 23 日現在

機関番号：32414

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K17763

研究課題名（和文）高齢者の能力にあわせて難易度が調整できる新たなバランストレーニングの開発

研究課題名（英文）Development of a new balance training program that can be adjusted in difficulty to match the capabilities of the elderly

研究代表者

秋月 千典（AKIZUKI, Kazunori）

目白大学・保健医療学部・専任講師

研究者番号：00748957

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：バランストレーニングが高齢者の転倒発生率を低下させること、高齢者の身体機能によって効果的なトレーニングの内容が異なることが明らかにされている。しかし、これまでに開発されたバランストレーニングでは、高齢者一人ひとりの能力にばらつきがあることが考慮されていない。そこで本研究では、対象者のバランス能力にあわせてバランストレーニングの難易度を調整する方法を開発し、難易度を調整したバランストレーニングの効果を検証することを目的とした。本研究の結果、NASA-TLXを用いることで、課題と対象者の能力の関係によって規定される相対的課題難易度に沿った調整が可能となり、トレーニング効果が高まることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地域における転倒予防の対象者は、健康な高齢者から介護や支援を必要とする高齢者まで幅広い。そのため、同じトレーニングを実施したとしても、対象者の能力によってトレーニングの効果は異なる。それゆえ、対象者一人ひとりのバランス能力にあわせて課題の難易度を調整することができれば、トレーニングの効果をより高められると考えられる。本研究の成果は、対象者一人ひとりの能力に合わせた効果的なバランストレーニングの提供を可能にするものであり、転倒予防のための効果的なバランストレーニング方法として活用することが見込まれる。

研究成果の概要（英文）：Balance training reportedly reduces the incidence of falls among older adults. Moreover, training efficacy varies according to the physical function of older adults. However, balance training developed thus far has not considered variations in the abilities of older individuals. Therefore, in this study, we aimed at developing an approach with adjustable balance training difficulty according to the balance ability of the participants and verifying balance training effects with an adjusted difficulty. Our results demonstrated that using NASA-TLX enables adjustment along the relative task difficulty defined by the relationship between the task and the abilities of the participants, thereby enhancing the training effect.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：転倒予防 高齢者 バランストレーニング 課題難易度 運動学習

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

転倒により救急搬送される高齢者が増加している。わが国の高齢者人口が今後も増加することは確実であり、高齢者の転倒を予防するための取り組みが社会的に求められている。

高齢者の転倒予防に関する研究では、転倒の発生と関連する要因の解明、転倒予防のためのトレーニングの開発、といった観点から研究が進められている。これまでに、高齢者が転倒に至る主な要因としてバランス能力の低下が挙げられることや (Rubenstein LZ., 2006)、バランストレーニングにより転倒発生件数が減少することが明らかにされている (Okubo et al., 2017)。しかし、これまでに開発されたバランストレーニングでは、高齢者一人ひとりの能力にばらつきがあることが考慮されていない。地域における転倒予防の対象者は、健康な高齢者から介護や支援を必要とする高齢者まで幅広いことから、同じトレーニングを実施したとしても、対象者によってトレーニングの効果が異なると考えられる。そこで研究代表者は、対象者一人ひとりのバランス能力にあわせて課題の難易度を調整できれば、トレーニングの効果をさらに高められると考え、本研究の着想に至った。

研究代表者はこれまでの研究活動において、健常若年者を対象にバランス課題の難易度を定量的に測定する手法の開発 (Akizuki et al., 2014) と、バランストレーニングにおける最適な課題難易度の定量化に取り組んできた (Akizuki et al., 2015)。しかし、高齢者のバランス能力にあわせて課題難易度を調整する方法と、難易度を調整したバランストレーニングの効果については未解明であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、高齢者一人ひとりのバランス能力にあわせてバランストレーニングの難易度を調整する方法を開発し、難易度を調整したバランストレーニングの効果を検証することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 本研究の対象者

日常生活が自立している地域在住高齢者を対象とする。取り込み基準には、65歳以上、生活の拠点が自宅、補助具を使用せずに歩行が自立している、を設定した。また、除外基準として、整形外科的あるいは神経学的疾患の重篤な既往・現病歴を有する、不安定板上での立位に影響が出る痛みを有する、MMSEが24点未満、を設定した。

#### (2) 実験課題

本実験では、半球形の支持部品を取り付けた不安定板、3軸加速度センサーと3軸ジャイロセンサーを搭載した小型計測装置、PCへ測定値を無線送信するデータロガーを組み合わせた装置によるバランス課題を実験課題に設定した。本研究では、支持部品を2点設置することで、不安定板の傾斜方向を左右に限定した。また、板の底面に取り付ける部品の形状を変更することで、課題の難易度を調整した。バランス課題の遂行成績は、解析ソフトにより算出される stability index とした。この指標は、課題遂行中における板の単位時間当たりの平均傾斜角度を反映する。

#### (3) 実験手続き

実験 : 地域在住高齢者 64 名を対象に stability index を測定し、他のバランス評価指標 (functional reach test, timed up and go, figure 8 walking test, mini-BESTest) との関連を調査することで、stability index のバランス評価指標としての妥当性を検証した。

実験 : 地域在住高齢者 61 名を対象に stability index と過去 1 年間における転倒発生の有無の関係を調査することで、stability index による転倒判別性能を検証した。

実験 : 地域在住高齢者 18 名を対象に実験課題を用いたバランストレーニングを実施し、そのトレーニング効果を検証した。対象者は、3 試行のプレテストの後に計 12 試行の練習試行 (トレーニング) を実施し、練習終了 24 時間後にプレテストと同様の内容で保持テストを実施した。

練習試行時のみ毎試行後に課題遂行成績（実際の stability index）をフィードバックとして与えた。

実験：地域在住高齢者 40 名を対象に課題難易度の調整を伴うバランストレーニングを実施し、そのトレーニング効果を検証した。対象者を課題難易度が高く調整された高難易度群と、課題難易度が低く調整された低難易度群に無作為に振り分け、それぞれの条件に沿ったバランストレーニングを実施した。実験と同様に、練習試行前後においてトレーニング効果を判定するためのプレテストと保持テストを実施した。さらに、トレーニング終了直後には、メンタルワークロードの指標である National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) (Hart et al., 1988) を用いて主観的課題難易度を測定した。

#### 4. 研究成果

実験：stability index が他のバランス評価指標と有意な相関を示すことが明らかとなり、stability index をバランス評価指標として用いることの基準関連妥当性が示された。

実験：測定値から転倒経験の有無を判別する能力において、stability index は FRT や TUG を上回ることが明らかとなった。この結果は、stability index が比較的機能の高い高齢者の転倒リスク検出に有益であることを示唆している。

実験：対象者がバランストレーニングによって stability index を改善させること、そのトレーニング効果が練習終了 24 時間後まで保持されることが明らかとなった。この結果は、stability index がトレーニングによって改善しうるものであることを示しており、stability index を効果的に改善させるバランストレーニングが転倒発生を抑制する可能性があることを示唆している。

実験：トレーニング前のプレテストでは、両群の stability index に有意差は認められないものの、トレーニング 24 時間後の保持テストでは、低難易度群が高難易度群よりも有意に優れた stability index を示すことが明らかとなった。さらに、NASA-TLX の下位項目の一部がトレーニング期間中の課題遂行成績と有意に相関するとともに、プレテストから保持テストにかけての変化率（学習率）と有意な関係を示すことが明らかとなった。この結果は、能力を超えるような課題難易度を設定されると運動学習が遅延することを示しているとともに、割り当てられた課題難易度ではなく、課題の難易度と対象者の能力によって規定される相対的な課題難易度によって学習率が影響を受けていることを示唆している。

以上の研究を通して、地域在住高齢者を対象としたバランストレーニングでは、対象者の能力に合わせて課題難易度を調整することで運動学習が促進され、トレーニング効果が高まることが示された。また、課題難易度を調整する際には、NASA-TLX のような主観的課題難易度の指標を用いることで、課題の絶対的課題難易度ではなく、課題と対象者の能力の関係によって規定される相対的課題難易度に沿った難易度調整が可能であることが示された。同じ課題であったとしても、対象者の能力によって相対的課題難易度は異なるため、相対的課題難易度を基準に課題難易度を調整することで、対象者一人ひとりの能力に見合った難易度調整が可能になると考えられる。

また、今回の研究では、絶対的課題難易度（板の不安定性）を操作することで、バランストレーニングの難易度を調整したが、トレーニングの難易度に影響を与える変数は他にも報告されている。バランストレーニングにおいてより有効性の高い調整方法を検討することが今後の課題である。また、本研究では相対的課題難易度を定量的に測定するための指標として NASA-TLX を使用したが、より鋭敏に相対的課題難易度を捉えることのできる指標を使用できれば、難易度調整の精度を一層高めることが可能となる。したがって、バランストレーニングの相対的課題難易度をより鋭敏に捉えることのできる指標の開発が必要である。

#### < 引用文献 >

Akizuki, K., & Ohashi, Y. (2014). Salivary  $\alpha$ -amylase reflects change in attentional demands during postural control: comparison with probe reaction time. *Research quarterly for exercise and sport*, 85(4), 502–508. <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.961052>

- Akizuki, K., & Ohashi, Y. (2015). Measurement of functional task difficulty during motor learning: What level of difficulty corresponds to the optimal challenge point?. *Human movement science*, 43, 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.07.007>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp. 139–183). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Okubo, Y., Schoene, D., & Lord, S. R. (2017). Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 51(7), 586–593. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095452>
- Rubenstein L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*, 35 Suppl 2, ii37–ii41. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl084>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Yamamoto Ryohei, Akizuki Kazunori, Yamaguchi Kazuto, Yabuki Jun, Kaneno Tatsuya	4. 巻 12
2. 論文標題 A study on how concurrent visual feedback affects motor learning of adjustability of grasping force in younger and older adults	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-14975-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小枝 英輝, 秋月 千典	4. 巻 104
2. 論文標題 地域在住高齢者に対する 4 年間の健康体操の関わり - 体力測定より -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 神戸国際大学紀要	6. 最初と最後の頁 59 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shibata Satoshi, Akizuki Kazunori, Kaneno Tatsuya, Echizenya Yuki	4. 巻 21
2. 論文標題 Examination of Factors Related to Life Space: A Cross-Sectional Study of Community-Dwelling Older Adults	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Sport and Health Science	6. 最初と最後の頁 22 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5432/ijshs.202142	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 秋月 千典, 矢吹 惇, 山本 良平, 山口 和人, 武内 孝祐	4. 巻 13
2. 論文標題 課題難易度がバランス課題の遂行成績およびメンタルワークロードに与える影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 神戸国際大学リハビリテーション研究	6. 最初と最後の頁 3-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋月 千典	4. 巻 38
2. 論文標題 課題難易度・目標設定と動機づけによる運動学習効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 537～546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 武内 孝祐、秋月 千典、中西 亮介	4. 巻 12
2. 論文標題 高齢者の足関節背屈可動域に影響を及ぼす因子の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 神戸国際大学リハビリテーション研究	6. 最初と最後の頁 11～15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中西 亮介、武内 孝祐、秋月 千典、中越 竜馬、柿花 宏信	4. 巻 84
2. 論文標題 短時間の神経筋電気刺激は筋伸展性に対する耐性の増加に影響を与えることで可動域を増加させる	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本温泉気候物理医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 87～92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11390/onki.2342	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akizuki Kazunori, Yamamoto Ryohei, Yabuki Jun, Yamaguchi Kazuto, Ohashi Yukari	4. 巻 54
2. 論文標題 Association between the Effects of Positive Social-Comparative Feedback and Learners' Competitiveness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Motor Behavior	6. 最初と最後の頁 537～547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00222895.2021.2020206	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柴田 聡, 秋月 千典, 金野 達也, 越前谷 友樹	4. 巻 31
2. 論文標題 転倒恐怖感を有する地域在住高齢者におけるバランス能力の特徴 : Star Excursion Balance Test を用いた検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 運動器リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 51 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Kazuto, Akizuki Kazunori, Yamamoto Ryohei, Yabuki Jun, Ohashi Yukari	4. 巻 32
2. 論文標題 How does physical guidance affect motor learning and learner ' s workload?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 621 ~ 625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.32.621	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yabuki Jun, Yamaguchi Kazuto, Ito Takashi, Akizuki Kazunori, Ohashi Yukari	4. 巻 32
2. 論文標題 Relationship between correcting error and smoothness of movement in the process of motor learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 691 ~ 697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.32.691	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 秋月 千典, 山口 和人, 矢吹 惇, 中西 亮介, 武内 孝祐, 山本 良平	4. 巻 12
2. 論文標題 不安定板を用いたバランストレーニングの運動学習効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 神戸国際大学リハビリテーション研究	6. 最初と最後の頁 3 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shibata Satoshi、Akizuki Kazunori、Kaneno Tatsuya、Echizenya Yuki	4. 巻 68
2. 論文標題 Validity of the Star Excursion Balance Test as an assessment of the balance ability for community-dwelling elderly people	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 389 ~ 396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jspfsm.68.389	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Echizenya Yuki、Akizuki Kazunori、Takayama Haruka、Nishihara Ken、Hoshi Fumihiko	4. 巻 7
2. 論文標題 Characteristics of balance ability related to life space of older adults in a day care center	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cogent Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/2331205X.2020.1714532	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akizuki Kazunori、Echizenya Yuki、Kaneno Tatsuya、Yabuki Jun、Ohashi Yukari	4. 巻 30
2. 論文標題 Dynamic balance assessment using an unstable board in community-dwelling elderly people	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1086 ~ 1091
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.30.1086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 秋月 千典、金野 達也、柴田 聡、越前谷 友樹、矢吹 惇、大橋ゆかり	4. 巻 96
2. 論文標題 Figure-of-8 Walk Testによる地域在住高齢者の転倒リスク評価-Timed Up & Go Testとの比較-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 神戸国際大学紀要	6. 最初と最後の頁 39 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -



1. 著者名 Akizuki Kazunori, Echizenya Yuki, Kaneno Tatsuya, Ohashi Yukari	4. 巻 51
2. 論文標題 Usefulness of an unstable board balance test to accurately identify community-dwelling elderly individuals with a history of falls	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Rehabilitation Medicine	6. 最初と最後の頁 71~76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2340/16501977-2504	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 山本 良平、秋月 千典、矢吹 惇、山口 和人、金野 達也
2. 発表標題 把握力調整課題における高齢者と若年者の学習効果の違い
3. 学会等名 第6回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柴田 聡、秋月 千典、金野 達也
2. 発表標題 地域在住高齢者における自覚的な膝機能と運動機能との関係
3. 学会等名 第6回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akizuki Kazunori, Kaneno Tatsuya, Shibata Satoshi, Echizenya Yuki, Yabuki Jun, Yamamoto Rohey, Yamaguchi Kazuto, Ohashi Yukari
2. 発表標題 Figure-of-8 Walk Test at Maximum Walking Speed More Accurately Identifies Elderly Individuals with a History of Falls Than Timed Up and Go Test
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 越前谷 友樹、秋月 千典、柴田 聡、崔原 碩、橋本 敏和
2. 発表標題 健常高齢者と比較した通所介護利用者のバランス能力の特徴
3. 学会等名 第6回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 越前谷 友樹、高山 はるか、崔原 碩、秋月 千典
2. 発表標題 通所介護におけるBrief-BESTest を用いた転倒予測と関連因子の検討
3. 学会等名 第5回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 大輝、河原 日向、片山 起理人、船越 康太、秋月 千典、小枝 英輝
2. 発表標題 地域高齢者への健康体操のかかわり - 大学課外活動部員による5年間の活動報告 -
3. 学会等名 リハビリテーション・ケア合同研究大会 兵庫
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田 聡、秋月 千典、金野 達也、越前谷 友樹
2. 発表標題 地域在住高齢者における生活空間に関連する因子の検討：膝関節痛に着目して
3. 学会等名 第5回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamaguchi Kazuto, Akizuki Kazunori, Yamamoto Ryohei, Yabuki Jun, Ohashi Yukari
2. 発表標題 Influence of Physical Guidance on Standing Postural Control in an Unstable Environment
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関