

氏名	たかえ りえ 高江 理恵
学位の種類	博士(スポーツ健康科学)
報告番号	甲第 1885 号
学位授与の日付	令和 3 年 3 月 16 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 (課程博士)
学位論文題目	地域高齢者の身体組成及び身体機能に関する研究
論文審査委員	(主査) 福岡大学 教授 檜垣 靖樹 (副査) 福岡大学 教授 川中 健太郎 福岡大学 教授 上原 吉就 国立健康・栄養研究所エ室長 吉村 英一 エネルギー代謝研究室

内 容 の 要 旨

本研究は、高齢化の進展に伴うフレイル高齢者の増加を抑制するため、軽度の身体機能低下を呈する高齢者の身体組成、身体機能、身体活動量を測定し、それらの関連を明らかにすることを目的とした横断研究である。高齢者のフレイルの予防や発症を遅延させるためには、フレイルの早期発見・介入が重要であるが、地域での栄養や運動介入の指標については課題がある。

研究テーマは下記の通りとした。

- I. 高齢者の身体組成、身体活動量とタンパク質摂取量の関係
- II. 高齢者の身体機能、身体組成と身体活動量の関係

【方法】

対象者は、最終的な参加の同意を得られた 58 名とした (軽度機能低下高齢者: 筋力低下者 14 名、歩行機能低下者 4 名、認知機能低下者 9 名、低体重者 9 名、過体重者 22 名、2 型糖尿病 18 名、脂質異常症 19 名、高血圧症 31 名; 重複者含む)。分析対象者は、研究 I では、身体活動量とタンパク質摂取量のデータを持つ 56 名とし、研究 II では、身体活動量と身体機能のデータがある 54 名とした。対象者は、身長および体重、除脂肪量 (FFM) と体脂肪量 (FM) の計測を実施した。FFM は、安定同位体希釈法によって得られた体水分量 (TBW) の値に成人の水分補給係数 0.732 で除すことで推定した。エネルギー消費量 (TEE) は、二重標識水法 (DLW) を用いて日常の TEE を (kcal/日) を測定した。身体活動レベル (PAL) は、DLW で求めた TEE に推定基礎代謝量を除して算出した (PAL_{DLW})。栄養摂取状況は、食事記録法を実施し、デジタルカメラまたは携帯電話を用いて視覚記録を併用した。下肢筋力機能はフィールドにおいても測定可能な方法を用い

た。1つ目は、椅子の立ち座りテストを実施した。立ち座りテストは下肢の強度の尺度として使用され、転倒リスク評価尺度に含まれる。2つ目は、垂直跳びを実施した。垂直跳びは、下肢の発揮筋力を反映する指標とされる。

【結果】

研究 I 高齢者の身体組成、身体活動量とタンパク質摂取量の関係

%FFM とタンパク質摂取量は、年齢と性別の調整後、有意な正の相関関係を認めた ($r = 0.652$ 、 $p < 0.001$)。%FFM と PAL_{DLW} は年齢と性別後、有意な正の相関関係を認めた ($r = 0.345$ 、 $p < 0.05$)。最後に%FFM に対する PAL_{DLW} とタンパク質摂取量の影響について重回帰分析を用いて明らかにした。%FFM の決定係数 (R^2) は PAL_{DLW} とタンパク質の摂取量を組み合わせることで高くなることが明らかとなった (説明変数 Age、Aex and PAL_{DLW} : $R^2 = 0.314$ 、Age、Sex and Protein intake: $R^2 = 0.552$ 、Age、Sex、 PAL_{DLW} and Protein intake: $R^2 = 0.611$)。先行研究では、加齢による筋肉量の低下を克服するためのタンパク質摂取の増加と運動は、最も妥当な戦略と言われている。この報告の通り、タンパク質の摂取量の増加と運動の組み合わせによる介入効果は、本研究における地域在住高齢者を対象としたフィールド研究においても同様の結果を得られたと考えられる。

研究 II 高齢者の身体機能、身体組成と身体活動量の関係

垂直跳びの高さは、 PAL_{DLW} と有意な正の相関関係があることを示した (男性: PAL_{DLW} : $r = 0.525$ 、 $p = 0.037$)、(女性: PAL_{DLW} : $r = 0.371$ 、 $p = 0.022$)。STS-5 は、 PAL_{DLW} との関係は男性において負の相関関係を認め ($r = -0.461$ 、 $p = 0.073$)、女性においては負の相関傾向であることを示した ($r = -0.299$ 、 $p = 0.068$)。その後、これらの関係に FFM、FM および性別を調整したところ、垂直跳びの高さ及び STS-5 は、 PAL_{DLW} と有意に相関を維持したままであった。さらにこれらのモデルに年齢を加えた場合、垂直跳びの高さ及び STS-5 は PAL_{DLW} の有意な予測因子であったが (垂直跳びの高さ: $p = 0.013$ 、STS-5: $p = 0.023$)、年齢を調整することで、 $p = 0.088$ 、 $p = 0.109$ と減衰しており、年齢がこれらの関係の有意なメディエータであることが示された。本研究では、 PAL_{DLW} は STS-5 には負の関係があり、垂直跳びの高さには正の関係があることを示した。先行研究では、54 名の高齢者を対象として、日常的な身体機能テストを用いて評価し、このテストのスコアは PAL_{DLW} と関係があることを示している (Frisard et al., 2007)。本研究では、 PAL_{DLW} を含む PAL_{DLW} と下肢筋力機能との間に、関係があることが明らかとなった。本研究の結果から、 PAL_{DLW} は中高年の下肢筋力機能に寄与していること示唆した。

【総括】

本研究は、高齢者の身体活動量と栄養状態に着目して、身体組成と身体機能との関連を明らかにした。研究 I では身体活動量かつ、またはタンパク質摂取量を多くすることが、高齢者の筋肉量を高いレベルで維持することが明らかとなった。研究 II では、 PAL_{DLW} は下肢筋力機能の高さと正の相関関係があることが認められた。これらの結果から、身

体活動量の確保と適切な栄養摂取は、加齢に伴う筋肉量と身体機能の低下を予防する可能性を示唆した。したがって、本研究により得られた知見は、最終的にはフレイル予防に効果的な栄養・運動ガイドライン構築の一助となることが考えられる。

審査の結果の要旨

1. 研究の概要

本研究は、高齢化の進展に伴うフレイル高齢者の増加を抑制するため、軽度の身体機能低下を呈する高齢者の身体組成、身体機能、身体活動量を測定し、それらの関連を明らかにすることを目的とした横断研究である。高齢者のフレイルの予防や発症を遅延させるためには、フレイルの早期発見・介入が重要であるが、地域での栄養や運動介入の指標については課題がある。

研究1は、タンパク質の摂取および身体活動レベルは高齢者の筋肉量を規定する要因とされているが、これら両方が高いことは、筋肉量をより高く維持しているのではないかという仮説のもとに実施した。研究1の結果から、身体活動レベルが高いことおよび、またはタンパク質摂取量が多いことは、軽度機能低下高齢者の筋肉量を維持することに有用であることが示唆された。

研究2は、身体活動レベルと下肢筋力機能を客観的に評価できるフィールドテストとの関係を明らかにし、下肢身体機能が高いレベルで維持される高齢者の身体活動量の指標を探索するために、機能低下高齢者の身体活動量と下肢筋力機能との関係を検討した。研究2の結果は、日常の身体活動量のゴールドスタンダードされる二重標識水法から求めた身体活動レベルと下肢の身体機能に正の相関関係を認めた。

2. テーマの斬新性

身体機能が低下した高齢者の身体活動レベルを二重標識水法で評価した研究は、海外では散見されるものの日本人における研究は見当たらない。食事摂取量を算出するためにも、二重標識水法で得られた値は必要とされている。さらに、機能が低下した高齢者の身体活動量を明らかにすることは、フレイル予防のための身体活動量の指針策定に繋がることが考えられる。

二重標識水法で求めた身体活動レベルは、全死亡率や移動制限の予測因子としてあげられているが、筋肉量と下肢筋力機能との関係については明らかでない。本研究では身体活動レベルを用いて筋肉量と下肢筋力機能との関係を調べ、身体活動レベルとタンパク質摂取のそれぞれ、あるいは両方が高いことが筋肉量を高いレベルで維持させること、また、身体活動レベルと下肢筋力機能には正の相関関係があることが明らかとなった。

3. 研究結果の有用性

フレイルは病態生理や早期発見のための指標、適切な支援方法など、はっきりと確立し

ていない部分も多い。そのため、フレイルの状態や兆候を知っておくことで、その後の身体的・精神心理的・社会的に不健康になることを予測し、予防することが可能となる。そのため軽度機能低下高齢者の栄養摂取状況および身体活動状況を明らかにすることは、介護予防事業の展開や介入方法の幅を広げるための貴重なデータの蓄積となる。また、本研究により筋肉量および身体機能の低下には、身体活動レベルが関連していることが示唆された。フレイルを予防に対する早期介入には、身体活動量を増やすこと、特に歩行などの移動を伴う中強度以上の活動が必要であることが示唆された。本研究の結果は、介入方法の指標を明らかにした点に有用性を認める。

4. 外部評価

本研究の成果は、以下の学術雑誌に厳正な審査を経て掲載されており、適切な外部評価を得た内容であると判断できる。

また、それらに関連した内容を口頭発表した、第26回西日本肥満研究会にて若手研究奨励賞を、第7回日本介護予防・健康づくり学会にて若手研究奨励賞を受賞した。

①Physical Activity and/or High Protein Intake Maintains Fat-Free Mass in Older People with Mild Disability; the Fukuoka Island City Study: A Cross-Sectional Study, *Nutrients*, 11 (11), P2595, 2019

②Association of lower-extremity muscle performance and physical activity level and intensity in middle-aged and older adults: A doubly labeled water and accelerometer study, *The journal of nutrition, health & aging*, 24 (9), P1023-1030, 2020

5. 主な質疑応答

Q. 高齢者の筋肉量を維持させるためには、タンパク質は重要であるが、エネルギー摂取量との関係はどうか。

A. 筋肉量を維持させるにはエネルギー摂取量が不足していないことが前提である。十分なエネルギー摂取量を取り、そのうちのタンパク質量を多くすることが必要である。

Q. フレイルとサルコペニアの違いは何か。

A. サルコペニアには、「筋肉量の減少」と定義がされている。フレイルは、「健康障害を引き起こす脆弱な状態」とされ、その定義については未だ確立していない。

Q. この研究の独創性および新規性はなにか。

A. 本研究の独創性は、軽度機能低下高齢者のエネルギー消費量を明らかにした点である。その値を用いて、日常下の身体活動レベルとタンパク質の相加的な関係があるかを明らかにした点、及び身体活動レベルと下肢の身体機能に着目して関係を検討した点が新規性である。

Q. 下肢の身体機能と身体活動量の関係を明らかにするうえで、中強度以上の活動量に着目した理由は何か。

A. 本研究において、身体活動レベルと各運動強度には関係があることが明らかとなった。その中で下肢の身体機能には、中強度以上の活動量とのみ正の相関関係があることから、中強度以上の活動量に着目して考察を行った。

6. 審査委員会の結論

本学位申請論文は、口頭試問のいずれの質問にも適切で明確な回答を得た。よって、審査委員合議の結果、試験は合格とした。