

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：84305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K10845

研究課題名(和文)フレイルや転倒予防のための簡易な歩行分析システムの開発とポールウォーキングの効果

研究課題名(英文) Development of simple gait analysis to prevent frailty and fall and effects of pole walking

研究代表者

松井 浩 (MATSUI, HIROSHI)

独立行政法人国立病院機構(京都医療センター臨床研究センター)・臨床研究企画運営部・研究員

研究者番号：60792950

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：研究1では高齢2型糖尿病患者11名に対し、ポールウォーキングと普通歩行の効果を調べるクロスオーバー試験を実施。いずれもグルコース値の低下がみられた。動画による簡易な動作分析システムから得られたストライドと握力との間に正の相関、ピッチと骨格筋・握力との間に負の相関がみられた。ポールウォーキングは高齢糖尿病患者の運動療法として役立つ可能性が示唆された。フレイルの改善効果を調べる研究2では、ポール群では歩幅に改善傾向がみられたが、歩行継続群では有意な改善はみられなかった。プレフレイル該当者に対して、たんぱく質摂取を取り入れたポールウォーキングは普通歩行継続よりも歩行の改善に役立つ可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

少子高齢社会の我が国において、糖尿病やフレイルになる高齢者の増加は、死亡率の上昇や身体能力の低下につながり、医療・介護にかかる費用も増大に繋がる。簡易に歩行能力の解析が可能なツールの開発と、歩行能力が低下した高齢者も気軽に組み合わせて、かつ安全性が高い運動法の確立が求められている。

研究成果の概要(英文)：In 1st study, we conducted a cross-over study to compare effects of pole walking (walking with poles) and walking normally on glucose levels using continuous glucose monitoring in 11 older adults with diabetes. Both exercises reduced postprandial glucose levels without significant difference. A positive correlation was found between stride and grip strength obtained from a simple motion analysis system using video, and a negative correlation was found between pitch and skeletal muscle and grip strength. The study suggested that pole walking may be useful as an exercise therapy for elderly diabetic patients who are prone to frailty and at high risk of falling.

In 2nd study, we investigate the effect of walking with pole or normally using milk protein supplementation on video gait analysis in 7 prefrailty and 6 robust. For those with pre-frailty, pole walking incorporating protein intake may help improve gait functions more than regular normal walking

研究分野：複合領域

キーワード：ポールウォーキング フレイル 歩行分析 糖尿病 CGM(持続的な血糖測定器)

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢糖尿病患者では、視力低下や神経障害などが合併するため、歩行に不安を抱えている。また、フレイルになりやすく転倒リスクも高く、障害が生じている場合も多い。そのために、気軽に取り組み、かつ安全で効果の高いポールウォーキングによる運動療法が期待されている。しかしながら、ポールウォーキングによる血糖コントロール改善効果についてのデータは見あたらない。

(2) ポールウォーキングによるフレイル改善効果についてのデータは見あたらない。また、転倒リスクの高い高齢者を早期にスクリーニングするには大掛かりな機材や広い場所を必要とせず、簡易にフレイルや転倒に至る兆候をとらえるための歩行分析システムが必要である。

(3) 運動の効果は急性効果と慢性効果に分けられる。有酸素運動であれ、レジスタンス運動であれ長期に継続することで HbA1c の低下が認められる。高齢糖尿病患者に、血統変動を持続的に測定する持続グルコースモニタリング (CGM) を用いた運動指導を行うと、夜間低血糖の有無などもわかり安全かつ効果的な運動が可能となる。運動の種類や強度により急性効果が異なることが CGM を用いることで明らかとなってきた。しかし、血糖自己測定 (SMBG) 値と CGM 値には乖離がある。

2. 研究の目的

(1) 研究 1 . 糖尿病患者の運動療法として、ポールウォーキングの効果的を検証。同時に歩行分析システム開発に向けて、高齢糖尿病患者の歩容の特徴について検討。

(2) 研究 2 . フレイル予防にポールウォーキングに良質なたんぱく質摂取を組み合わせると効果的かどうかを検証。同時に歩行分析システム開発に向けて、プレフレイル該当者の歩容の特徴について検討。

(3) 研究 3 . CGM と運動に関してのエビデンスについて文献検索を行い、本研究の CGM データとの比較検討。

3. 研究の方法

(1) 研究 1

対象

研究対象者は、低血糖を引き起こしやすい薬剤 (SU 薬/グリニド薬/インスリン注射) を使用していない 2 型糖尿病の高齢者 11 名。内訳は、男性 7 名、女性 4 名で、年齢 70.1 ± 5.3 歳、身長 162.4 ± 10.5 cm、体重 68.2 ± 11.9 kg、BMI 25.9 ± 0.6 、HbA1c $7.1 \pm 0.6\%$ であった。すべての研究対象者がポールを用いた歩行は未経験であった。

測定手順

研究デザインは、クロスオーバー試験である。11 名をポールウォーキング先行 (ポールウォーキング 普通歩行) 6 名 (男性 4 名/女性 2 名) と普通歩行先行 (普通歩行 ポールウォーキング) 5 名 (男性 3 名/女性 2 名) に無作為に割り付けた。初日に医師により血糖変動を持続的に測定する持続グルコースモニタリング (CGM) 「Freestyle リブレ pro」の説明の後に、同意した

対象者の利き腕ではない方の上腕部に CGM を装着した。装着後 1 日目は測定値が不確かになる傾向があり、初回の運動介入は装着後 3 日目に行った。運動介入前には、「普段のように、普通に歩いてください」と口頭指示し、最適歩行時の 5m 歩行テスト動画を撮影し、歩行を分析した。ウォッシュアウト期間 4 日をはさんだ 8 日目に 2 回目の運動介入を行った（図 1）。運動介入日は、医療機関の体育館において医師による体調チェックの後、医師の監視のもとで運動指導担当者が指導した。普通歩行群は先行して歩行を開始し、ポールウォーキング群は一般社団法人日本ポールウォーキング協会の指導マニュアルに沿った姿勢と動作のポイントを学習後に歩行を開始した。ポールは、ポールウォーキング専用ポール（レピータ-3S：㈱シナノ）を用いた。両群ともに歩行は、最適歩行で実施した。また、歩行時に両群が競い合わないよう、それぞれ逆回りで体育館内を 30 分間周回し、運動前後におけるグルコース値の変動を解析し糖尿病に対する運動の急性効果を検証した。

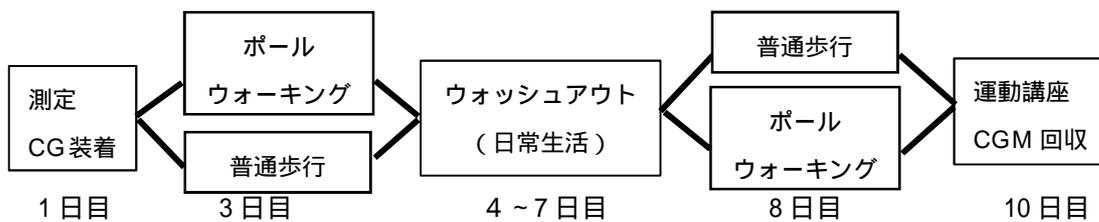


図 1（研究 1 の研究デザイン）

（ 2 ）研究 2

対象

ポールウォーキングの経験のない高齢者 53 名をスクリーニングし、25 名をリクルートした。日本版 CHS 基準を用いてプレフレイル 14 名とロバスト 11 名に分類した。普通歩行継続群（歩行継続群）6 名（プレフレイル 2 名/ロバスト 4 名）とポールを用いたウォーキング群（ポール群）7 名（プレフレイル 5 名/ロバスト 2 名）を最終解析に用いた。対象者の内訳は、女性 13 名で、年齢 74.0 ± 4.2 歳、身長 153.4 ± 5.7 cm、体重 52.8 ± 5.6 kg、骨格筋量 19.7 ± 2.6 、握力 22.9 ± 5 kgであった。

測定手順

研究デザインは導入期間 5 週間を含む 10 週間の介入試験である。1 回の歩行時間は 30 分間（前後に準備運動と整理運動）、週に 3 回（月・水・金）実施し、運動後にミルクプロテイン 15 g を摂取。ミルクプロテインは、介入研究後も被験者が介入試験での習慣を継続可能なように市販の商品を選択。5 週間の導入期間後、歩行継続群とポール群の 2 群に非無作為に割付し、さらに 5 週間の運動介入を行った。2 群分け以降は歩行時に両群が競い合わないよう、歩行継続群が先行実施後にポール群が実施した。ポール群には歩行前に一般社団法人日本ポールウォーキング協会の指導マニュアルに沿ったポールウォーキングの姿勢と動作のポイントを運動指導担当者が指導し、ランニングコース周回時も適宜に姿勢と動作を修正指導した。ポールは、ポールウォーキング専用ポール（レピータ-3S：㈱シナノ）を用いた。

両群とも、体育館の 200m ランニングコースにおいて、COVID - 19 感染対策としてマスク着用のため、被験者の判断で無理がないように配慮した上で、運動時の主観的負担度を数字で表した自覚的運動強度（RPE）で「ややきつい」を目標にするよう指示した。脱落者を除いた歩行継続群（6 名）とポール群（7 名）の計 13 名を最終解析に用いた。運動介入前、中間（5 週目）・介入後にフレイル判定（フレイルの基準（J-CHS 基準）、握力（握力計は T.K.K：Takei）、体脂肪量と

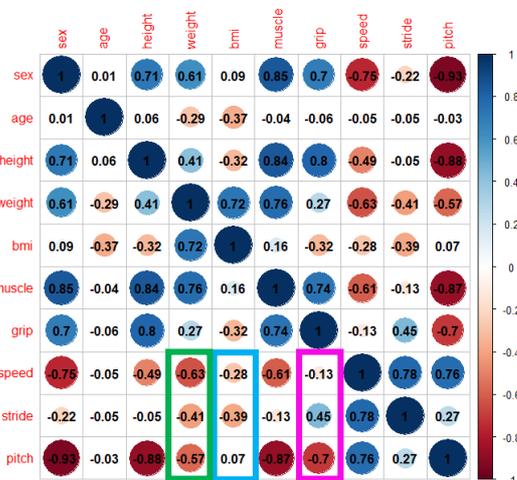


表 1：研究 1 対象者（糖尿病患者）

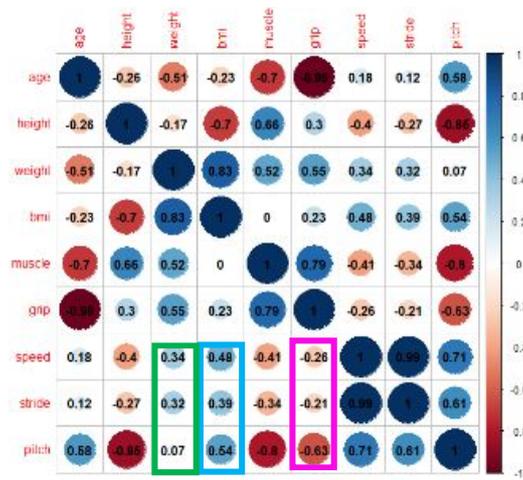


表 2：研究 2 対象者（プレフレイル該当者）

(2) 研究 2

速度と歩幅は、普通歩行による 5 週間（12 回）の導入期間後に、プレフレイル該当者では有意な改善がみられたが、ロバスト該当者では有意な変化はみられなかった。導入期間を含む 10 週間（26 回）の介入で、ポール群では介入前（ 60.5 ± 7.0 ）介入後（ 64.7 ± 8.4 ）で、差（ -4.2 ± 4.0 ）P 値 0.08 と歩幅に改善傾向がみられたが、歩行継続群では介入前（ 71.6 ± 5.0 ）介入後（ 72.1 ± 4.2 ）で、差（ 0.6 ± 3.7 ）P 値 0.73 で有意な改善はみられなかった。通常歩行に不安を感じるプレフレイル該当者に対して、たんぱく質摂取を取り入れたポールウォーキングは普通歩行継続よりも歩行の改善に役立つ可能性が示唆された。最適歩行時の歩行テスト動画を動作分析ソフトウェア（ダートフィッシュ）により分析した結果を、AIC（赤池情報量基準）を用いたステップワイズの変数選択を行ったところ、ストライドはフレイルと関連していた。また、ピッチと骨格筋・握力との間に負の相関、スピード・ストライド・ピッチと BMI との間に正の相関がみられた（表 2）。歩行動画分析と骨格筋・握力・BMI の測定値を関連づけたアプリなどのツール開発が、フレイルや転倒予防簡易的な歩行能力の解析に繋がる可能性があると思われる。

(3) 研究 3

血糖自己測定（SMBG）値と CGM 値とは、乖離がある（Reiterer F, 2017; 11、Akintola AA, 2015; 10）レジスタンス運動に比べて、有酸素運動の方が乖離は大きい（運動前 = 9.5%、運動中 = 16.5%、運動後 1 時間 = 9.3%）（Biagi L, 2018; 8）。その理由として、血糖と間質液中のグルコース値とのタイムラグが考えられる。Dexcom G4 を用いた研究では、タイムラグは 12 ± 11 分であった（Zaharieva DP, 2019; 21）。特に、運動開始時の 15 分は過大評価する傾向にあり（Larose S, 2019; 21）低血糖を見逃す可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
研究分担者	坂根 直樹 (SAKANE NAOKI) (40335443)	独立行政法人国立病院機構（京都医療センター臨床研究センター）・臨床研究企画運営部・研究室長 (84305)	
研究分担者	二連木 晋輔 (NIRENGI SINNSUKE) (70741156)	独立行政法人国立病院機構（京都医療センター臨床研究センター）・臨床研究企画運営部・研究員 (84305)	
研究分担者	山内 賢 (YAMAUTI KEN) (70230307)	慶應義塾大学・体育研究所（日吉）・教授 (32612)	

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