

令和元年6月8日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16462

研究課題名（和文）転倒および介護度悪化の予測にむけた新たな客観的指標開発に関する研究

研究課題名（英文）Research for developing new objective measurements to predict future falls and the deterioration of care level in elderly people

研究代表者

澤 龍一（SAWA, RYUICHI）

神戸大学・保健学研究科・保健学研究員

研究者番号：50769867

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：KINECTという、持ち運び可能で安価なデバイスを用いて立ち上がり動作を動作分析して関節位置情報を数値化するプログラムを開発した。数値化した関節の位置情報を用いて、立ち上がり動作を客観的に示す4指標を算出して、それぞれの指標に対して再現性を検討した。地域在住高齢者を対象にフレイルとの関連性を比較検討したところ、フレイル・プレフレイル群（28名）は健常群（12名）と比較して、前後方向に対して動揺性の大きな立ち上がり動作となっていることが示された。地域で実施されている介護予防事業にも普及可能（持ち運び可能、安価）な機器を用いて、客観性が高くフレイルとの関連性が示された指標が開発された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究に参加した高齢者が比較的元気な方であり、人数も限定的であったため、すべての高齢者に当てはまるということはいえない。しかし一次予防事業（病院外の予防事業）で高齢者の運動機能を測定するために用いられているTUGや歩行速度では見られなかったフレイルとの関連が、本研究で開発した立ち上がり動作指標では見られたことは重要な結果である。予防事業で運動機能を客観的に測定することは難しい中で、本研究で開発した指標が簡便に客観的指標を算出できる可能性を示したことは意義深いと考える。

研究成果の概要（英文）：The Kinect system (Microsoft Corp, Seattle, WA, USA) is portable and low-cost gaming device and uses a depth-imaging camera to track the movement of the person's skeleton. We developed the program to quantify joint positional information during five-repetition sit-to-stand test, and four objective measures were calculated by using this positional data. We calculated root mean square (RMS) and autocorrelation coefficient (AC) in vertical and anteroposterior direction. After analyzing the reliability of the measures, we cross-sectionally compared RMS in both direction between frail and robust elderly. Results suggested that the movement during five-repetitive sit-to-stand test was more fluctuated in frail elderly compared with robust elderly.

研究分野：地域保健（高齢者）

キーワード：動作分析 地域在住高齢者

1. 研究開始当初の背景

2014年版高齢社会白書によると2012年の要介護高齢者人口は560万人にのぼり、この数字は今後も継続して増加していくことが予想されている。これらを背景に、軽度の要介護状態の高齢者や要介護に陥るリスクを有する高齢者を水際で食い止めるために介護予防事業が開始された。近年は、二次予防だけでなく、要支援・要介護を予防するための健康高齢者を対象とした一次予防活動も実施され始めている。今後の人口動態を考慮した場合に、このような一次予防の重要性は明らかである。一部では一定の成果が得られている地域もあるが、これは事例として数例が報告されるにとどまっている。この主な原因として、介護予防支援事業は地域支援事業として、各市町村に身体機能評価及び介入方法が一任されていること、すなわち効果判定に必須となる評価と介入の方法が均質でないことが挙げられる。地域特性を生かした介入ができるというメリットがある反面、実施場所や介入職種が地域により異なるため事業内容に地域間格差を生じ、その結果として本事業全体の有効性が示されていない。事業内容の地域間格差を是正して効果的に実施するためには、場所や介入職種にかかわらず、定量的指標を用いた一様な身体機能評価及び介入が実施される方法論を確立することが必須である。

近年のセンシング技術の目覚ましい進歩により、高性能な機器が安価な価格で手に入れることができるようになった。マイクロソフトが2010年に日本で発売を開始したKINECTはRGBカメラ、深度センサ、マイクロフォンなどを有したデバイスである。RGBカメラから取り込んだカラー画像データに加えて、赤外線を用いた深度センサによるKINECTからの距離データ、マイクロフォンから取り込んだ音声データが同時に取得される。KINECTはウェアラブルセンサを用いた動作解析のようにセンサを身体に装着する必要がないにもかかわらず、研究室ベースで実施する三次元動作解析に近いセンシング機能を有していることが最大の特徴である。

加えて、KINECTは一般向けゲームとして開発されたため比較的安価に購入でき、携帯性にも優れているため、地域ベースで"持ち運びできる実験室"として広く活用できる可能性を大いに有している。そのため近年、KINECTは医療現場における治療や高齢者への運動介入ツールとして研究に使用されている。

地域在住高齢者を対象に実施された報告では、KINECTを用いた運動介入が、従来の介入に比較して歩行機能や筋力、バランス機能の改善に有効であることが示されている[Sato K et al. Games Health J. 2015]。また、KINECTを用いた二重課題による運動介入が運動機能の改善だけでなく[Kayama H et al. Game Health J. 2013]、認知機能との関連が強い歩行機能改善にも有効であることが報告されている[Kayama H et al. J Med Internet Res. 2014]。しかしこれらはKINECTのエンターテインメント性の側面は利用しているが、深度センサ(距離データ)から得られた運動学的側面の特徴を生かしていない。

従来の身体機能を評価する指標として、歩行速度だけではなくTimed Up and Go (TUG)テストや5回立ち上がり(5CS)テストが用いられているが、これらは距離データや時間データのみであり、運動学的データが欠落しており、運動の質を評価できていない。ウェアラブルセンサを用いた運動評価は、運動の質の定量化を可能にするため、以前より歩行の動作解析等に多く用いられていたが、近年においてTUGテストや5CSテストにウェアラブルセンサを用いることでフレイルの特徴や[Galán-Mercant A et al. JMIR Mhealth Uhealth. 2013]、転倒の予測因子が新たに発見されている[Weiss A et al. Physiol Meas. 2011]。KINECTから得られた運動学的データから客観的指標が算出することができれば、転倒の予測因子としての可能性検討にとどまらず、地域において簡便で詳細な評価が実施者に関わらず可能となり、評価から介入まで一連の流れをKINECTに集約することで、介護予防事業において実施者を選ばない一様な事業効果が期待できる方法を提案できる。

2. 研究の目的

研究開始当初において、本研究の目的は地域在住高齢者を対象とした簡便で妥当性の高い客観的指標を開発し、有用性の検討を横断的・縦断的に実施することであった。本目的を達成するために、以下の下位目的を達成する必要があった。

フェーズ1

- (1) KINECTが取得した各関節位置データを研究用に加工可能なデータ形式で書き出すプログラムを構築
- (2) 書き出したデータから、5回立ち上がりテスト時の動揺性や規則性を指標化するための算出プログラムを構築

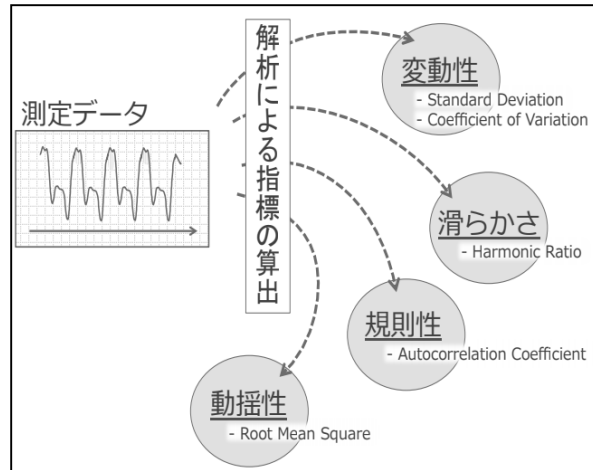


図1: 測定データの指標化

フェーズ 2

(3) 算出された指標の有用性の検証

(4) 地域在住高齢者に関する運動機能を示す指標との関連性を横断的に検証

フェーズ 3

(5) フェーズ 2 の(4)をベースラインとして、その後の転倒や介護度悪化など地域在住高齢者に起こりうる悪い結果の予測に対する有用性検討のために縦断的な検証を実施

実際はフェーズ 1 完了が大きく遅れたことにより、3 年間という研究期間内でフェーズ 2 までしか完了することが出来なかった。本研究の最終目的はフェーズ 3 であるため、今後検討していく必要がある。

3. 研究の方法

研究協力者が開催している地域在住高齢者を対象とした健康測定会において、本研究への参加を募りデータ収集を実施した。データ収集環境はカメラを床から 70cm の位置に設置し、カメラから対象者まで 240cm とした。対象者は椅子 (40cm 高) から、バランスを崩さない程度で出来るだけ速く 5 回連続立ち上がり動作を実施した。一回目実施後、2 分間休憩した後に二回目を実施した。収集したデータを用いて、5 回立ち上がりテストの動揺性を示す指標として Root Mean Square (RMS)、規則性の指標として Autocorrelation Coefficient (AC) を上下方向と前後方向について算出した。本研究の KINECT による立ち上がりデータ測定のほかに、対象者の一般情報として年齢、性別、身長、体重を聴取し、運動機能として 5 回立ち上がりテスト時間 (5CS)、握力、Timed Up and Go テスト (TUG)、歩行速度をデータ収集した。また国立研究開発法人国立長寿医療研究センターが開発した簡易フレイル・インデックスにより対象者をフレイル、プレフレイル、健常に群分けした。

(3) 算出された指標の有用性の検証

級内相関係数 (ICC 1.1) を用いて再現性を検討した。

(4) 地域在住高齢者に関する運動機能を示す指標との関連性を横断的に検証

4. 研究成果

研究対象者の基本属性を表 1 に、運動機能を表 2 に示す。歩行速度の結果からわかるように、本研究の対象者は相対的に元気な高齢者が多い結果であった。

表 1. 対象者の基本属性 (n=42)

		平均 ± 標準偏差	
年齢	(歳)	76.1	± 7.3
性別	(男/女)	14/28	
身長	(cm)	157.2	± 8.6
体重	(kg)	56.3	± 8.9

表 2. 対象者の運動機能

		平均 ± 標準偏差	
歩行速度	(秒)	1.30	± 0.25
TUG	(秒)	8.67	± 2.44
5CS*	(秒)	10.43	± 3.45

TUG, Timed Up and Go テスト; 5CS, 5 回立ち上がりテスト

* 1 回目の測定結果を使用

(3) 算出された指標の有用性の検証

表 3 に立ち上がり動作指標の再検査信頼性を示す。5CS、RMS-VT、RMS-AP はそれぞれ ICC が 0.95、0.97、0.90 と高い信頼性を得られた。そのため研究目的(4)についてはこれら 3 指標を用いて検証を実施した。

表 3. 立ち上がり動作指標の再検査信頼性

		1 回目		2 回目		ICC (1,1)
5CS	(秒)	10.43	± 3.45	9.92	± 3.08	0.95
AC-VT		0.82	± 0.12	0.79	± 0.10	-0.44
AC-AP		0.50	± 0.28	0.44	± 0.31	0.27
RMS-VT		0.16	± 0.03	0.16	± 0.30	0.97
RMS-AP		0.07	± 0.03	0.06	± 0.03	0.90

ICC (1,1), 級内相関係数

5CS, 5 回立ち上がりテスト; AC, Autocorrelation Coefficient; VT, Vertical; AP, Anteroposterior; RMS, Root Mean Square

(4) 地域在住高齢者に関する運動機能を示す指標との関連性を横断的に検証

研究目的(3)で得られた結果をもとに、運動機能と信頼性の得られた立ち上がり動作指標との相関分析を実施した。5CS は TUG ($r = 0.71$)、歩行速度 ($r = -0.67$)、RMS-VT ($r = 0.54$)、RMS-AP ($r = 0.73$)という相関係数を示し、そのすべてが統計学的に有意な関係であった ($p < .05$)。RMS-VT は TUG ($r = 0.28$)、歩行速度 ($r = -0.21$)を示したが、統計的に有意な関係性ではなかった。RMS-AP は TUG ($r = 0.56$)、歩行速度 ($r = -0.48$)と統計的に有意な関係性を示した ($p < .05$)。

簡易フレイル・インデックスの測定に欠損値のあった4名を除外した38名の内、フレイルが2名、プレフレイルが24名、健常が12名であった。フレイル・プレフレイル群(26名)、健常群(12名)として、運動機能と立ち上がり動作指標を群間比較した結果を表4並びに図1に示す。一般情報、運動機能に関してフレイル・プレフレイル群と健常群で統計的に有意な違いのある項目はなかった(表4)。立ち上がり動作指標ではRMS-APが2群間で統計的に有意な違いがみられた($p < .05$)。すなわち、健常群に比較して、フレイル・プレフレイル群は立ち上がり動作時の前後方向に対する動揺が大きくなっていることが示唆された。

表4. 一般情報、運動機能の群間比較(フレイル・プレフレイル vs. 健常)

		フレイル・プレフレイル		健常		P値
年齢	(歳)	76.9	± 8.3	74.0	± 6.2	.29
性別(女性)	(%)	65.2		34.8		.73
身長	(cm)	157.3	± 8.3	158.0	± 8.9	.82
体重	(kg)	55.3	± 10.7	58.4	± 5.7	.35
TUG	(秒)	8.81	± 2.86	7.84	± 1.07	.26
歩行速度	(秒)	1.27	± 0.28	1.38	± 0.17	.20
5CS	(秒)	10.96	± 3.88	8.95	± 2.16	.11

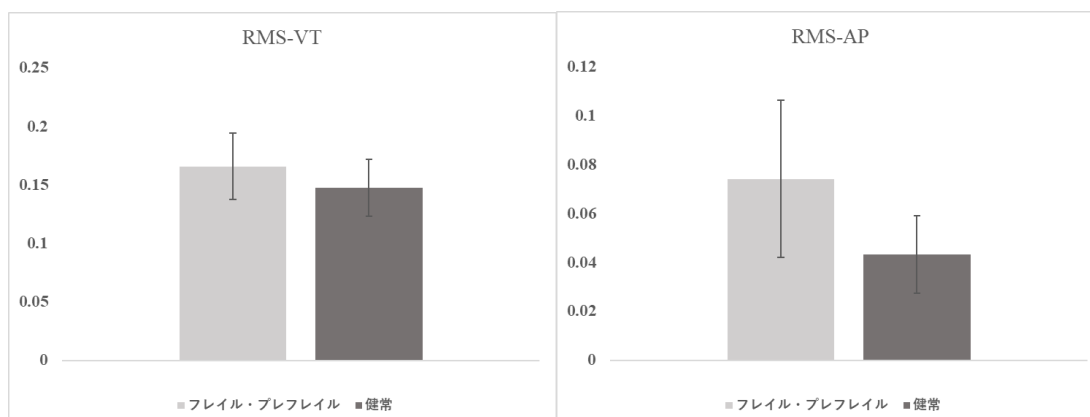


図1. 立ち上がり動作指標(RMS-VT、RMS-AP)の群間比較

本研究は対象者が比較的元気な高齢者に偏っていることや限定的な人数であるため、一般化可能性は乏しい。また横断研究であるため、将来的な予測因子ということは言うことが出来ない。しかしながら、本研究で開発した立ち上がり動作指標において、一次予防活動の場で用いられている運動機能テストとは異なる結果が得られたことは、開発した指標がこれまでの指標では検出できないこと、特にフレイルを検出する上で有用となる可能性が高いと思われる。引き続きデータを収集するとともに、研究計画に含めていたが達成できなかった縦断的なデータ収集による立ち上がり動作指標の予測指標としての有用性を検証していく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Sawa R, Asai T, Doi T, Misu S, Murata S, Ono R. The associations between physical activity, including physical activity intensity, and fear of falling differs by fear severity in older adults living in the community. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. 2018 Sep 14. doi: 10.1093/geronb/gby103.

〔学会発表〕(計 0 件)

〔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：
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

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：浅井剛
ローマ字氏名：Tsuyoshi Asai

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。