

令和元年6月14日現在

機関番号：32651

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15H05100

研究課題名（和文）高齢者のための在宅継続転倒予防プログラムと検知・支援モニタリング方法の開発と評価

研究課題名（英文）The development and evaluation of continuous fall prevention programs and monitoring fall-prevent methods to detect falls and support for elderly people at home

研究代表者

梶井 文子 (KAJII, Fumiko)

東京慈恵会医科大学・医学部・教授

研究者番号：40349171

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：65歳以上の高齢者の転倒・つまずきを検知するスマートフォンのアプリケーション開発と転倒予防講座に参加した後に、そのアプリケーションを搭載したスマートフォンを日中装着し、転倒やつまずき等の発症と予防行動の検証を行った。「転倒・つまずく動作」を感知するアプリケーションを装備したスマートフォンを用いた介入群21名、装着しない対照群38名に、「転倒予防講座」を実施し、講座初回時、12週後、24週後に転倒有無、つまずき有無、BMI、筋肉量、骨密度、握力、開眼片足立ち時間等）や保健行動（運動頻度、社会活動）を収集した。転倒・つまずき発症リスクは、介入群に高い結果となった。他の分析は実施中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地域に在住する健康な高齢者を対象としたスマートフォンを使用した転倒予防の研究であったことから、高齢者がスマートフォンを日常的に装備ながら転倒予防行動を継続できる方法になりうるかについての評価を行うことができた。

現在の日本では、既に様々なウェアラブルな健康機器類の開発がされている。しかし多くが健康を意識した成人・壮年期層に使用がされているものであることから、高齢者がスマートフォンなどの機器類の継続利用しながら転倒予防のための支援ツールを使用できるかどうかについて検討をすることができた点においては有用である。

研究成果の概要（英文）：We delivered the fall-prevention lecture to 21 elderly people in the intervention group, and 38 people in the control group, aged above 65 years, three times every alternate week. The intervention is wearing on their waist a smartphone included application to detect falls and trips for 6 months. We collected data on participants' mental and physical health conditions (i.e., BMI, bone density, grip power, eye-opening single-foothold duration, 10 m walk duration, MMSE, and GDS) and lifestyle (i.e., exercise frequency and social activities), at the first lecture, three months thereafter, and six months thereafter. We are currently analyzing the data.

研究分野：老年看護学

キーワード：老年看護学 転倒予防 高齢者 地域 スマートフォン 支援 モニタリング プログラム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国の在宅高齢者の約 20%は 1 年間に 1 回以上の転倒経験があるといわれ、そのうち約 10%に骨折やけがが生じ、転倒は高齢者の自立度低下等の原因となることが知られている。また、在宅高齢者への運動による転倒予防効果は報告されているが(Gillespie,2010)、自宅の環境整備によるけがの予防効果は十分でない(Turner,2011)。

申請者らは、2004 年度から継続的に地域在住の高齢者を対象とした包括的転倒予防プログラム「転倒骨折予防実践講座」を提供し、参加者累計 200 名に達した。2005 年度は Program Action-Logic Model による地域への効果、2006 年度は 2 町の 65 歳以上の住民を対象とした転倒等の悉皆調査と問題の明確化、2007～2009 年度は問題解決のため、自宅の安全対策教育用プログラム; Home Hazard Modification Program(HHMP)の開発と実用新案登録を行ってきた。HHMP を受講する(介入)群と受講しない(対照)群によるランダム化比較試験を実施し、2010 年に HHMP の効果として、介入群は有意に転倒発生が少なく、自宅内の安全対策知識が身に付く等の短期的効果を報告してきた(亀井,2010、2014)。以上から、在宅高齢者の中では、転倒には至らない場合であっても、つまずきや滑る等の転倒の前段階のリスク者が頻発するため、転倒・つまずきなどの経験の有無との関連や、6 ヶ月単位の長期的効果について明らかではない。

一方、日本は 1999 年に IT(Information Technology)基本法が制定され、2001 年に e-Japan 戦略のもと、ICT(Information and Communication Technology)の利活用促進となった。個別健康支援プログラム(厚労省、2006)に、携帯電話やそれに付随するメール等の機能を用いた個別に健康支援する方法が促進され、研究や事業が進められている。

我が国では、高齢者を対象とした健康教育に携帯電話やスマートフォン(smartphone;1993)を活用した介入研究では、インスリン導入に不安の強い糖尿病高齢患者の試験外泊時の介入研究(横田,2011)や、尿失禁患者の骨盤底筋体操指導(山本ら、2012)、携帯電話のメール機能を活用した歩行能力向上支援システムの開発(久保田,2007)、介入支援後の転倒予防効果に関する研究報告はみられない。また認知症者を含めた転倒や徘徊予防のための自宅内の安全対策の一環として、人の動きをモニターし転倒を感知するカメラが最初に用いられ(Hansen, 2005; Miller,2012)、感度や分析基盤、および体温等の生理機能のモニター開発から、衣服のポケットや腰の身体に身につけることで転倒の高検出率(98%)が示された(Albert, 2012; Lord, 2007)。

地域在住の健康な高齢者を対象としたスマートフォンを使用した研究では、地域在住女性高齢者の立位・歩行時の姿勢と身体機能に関する加齢変化を明らかにするための研究(水野,2014)だけであり、転倒予防のためにスマートフォンを使用した試みは少ないことが明らかである。

以上の点から、転倒・つまずき等の検知機能を有するスマートフォンを利用した定期的・継続的な看護支援方法を開発し、支援モニタリングによる検証を行うこととした。

2. 研究の目的

- 1) 高齢者の転倒・つまずきを検知するスマートフォンのアプリケーション開発と検証する。
- 2) 転倒予防講座を受講後、転倒・つまずきを検知するスマートフォンを装着した介入群と、何も装着せずに生活した対照群に対して、講座終了 12 週後、24 週後にフォローアップし、介入の効果を評価する。

3. 研究の方法

1) 検証実験 : 2 名の成人が、模擬高齢者としての歩行を可能とする装具(以下、模擬高齢者装備)を装着し、歩く、階段、座る、立ち上がるなど転倒行動を実施した場合の転倒検知率と、同様な動作時の転倒誤検知率を算出した。

検証実験 : ア) 転倒検知アプリケーションが意図する動作検証として、転倒を検知できるか・

データの送受信・メッセージの送受信・予期せぬ問題が発生しないかと、イ)高齢者が転倒検知アプリケーションを使いこなせるか検証した。

検証実験 : 転倒検知エンジンが、転倒した時に転倒と判定できるか検証を行った。8名の成人が、模擬高齢者装備を装着し、転倒検知アプリケーションがインストールされたスマートフォンを腰に装着し、平坦道歩行時(通常歩行、小幅歩行)、階段昇降(通常歩行、小幅歩行)、ベッド近くでの転倒(通常歩行、小幅歩行)を実施した。

検証実験 : 高齢者のつまずきを検知するスマートフォンのアプリケーション開発として、高齢者疑似体験装備を装着した被験者が、平面歩行中の障害物につまずくことを想定した場面で「つまずく動作」を行い、加速度センサーの波形データを収集した。

2)地域在住で、公募によって参加した65歳以上の高齢者に、転倒予防のための講座を受講後、転倒・つまずきを検知するスマートフォンを日中24週間装着した介入群と、装着しない対照群において、講座初回時、12週間後、24週間後に下記のデータを収集した。

データ収集項目は、転倒回数、つまずき回数、骨密度、体組成、重心動揺、10m歩行時間、開眼片足立ち時間、握力、MMSE、予防行動、日常の運動頻度、転倒リスク(鳥羽によるFRI21)、身体の痛み・関節の動きづらさ、関連疾患、服薬内容、日頃気をつけている内容等を収集した。

3)研究の倫理的配慮:本学倫理委員会の承認後に実施した。参加者へ文書による説明を行い、任意の同意を文書によって得た。講座中の安全を保障するため、ボランティア保険に加入した。

4. 研究成果

1) 検証実験 : 転倒検知率は90.625%(転倒データ33個中、30データに転倒を検知)となった。また検知不可の3データは、階段下り軽め、ベッド立ち上がり2種類となった。また誤検知率は1.887%となり、転倒以外(歩く、階段、座る、立ち上がるなど)のデータ53個中、1データに転倒を検知した。一方誤検知した1データは(畳座る)などの動作時であった。

検証実験 : ア)3名の高齢者に20日間、転倒予防検知アプリケーションが作動するスマートフォンを起床時から入浴前までの装着をしてもらった。その結果、検証期間中に実際に転倒した人はいなかったが、誤って転倒と検知されてしまうケースが多々見られた。転倒と誤検知された回数には個人差が発生していた。転倒と誤検知された回数と、歩数との間に相関関係は見られず、個人の行動パターンに依存するものが大きいと考えられた。しかし、本データから、誤って転倒と検知された場合に、どのような行動をしていたかについては把握できない。さらにデータ取得が出来ない状況と対応策として、アプリケーション内部状態の不整合によるデータ送信不可時にはアプリケーション不具合修正、検証利用端末動作に問題があり検知失敗時には、状態を検知する際のロジックの変更をする必要性が明らかとなった。イ)使用した高齢者の感想は、慣れれば問題はないが、転倒検知アプリケーション以外の画面(googleなど)が表示されてしまうと戻り方が分からなかった。ホームボタンのように、ここを押すと簡単にもどることができることよい。映画館のような静かな場所で、スマートフォンから音が出るのではないかと不安に思った。筋肉トレーニング教室でこのスマートフォンを腰に装着していると、他人から興味深く、何をつけているのかと聞かれることが多かった。

検証実験 : 正常に転倒が検知できた際のセンサーの波形には、特徴があり、転倒検知ロジック開発の時に高齢者体験セットを使用して、様々なケースで実際に転倒した場合のデータに分類されることから、正常に転倒検知のロジックが動作していることがわかった。転倒衝撃の前後で加速度X軸Y軸Z軸の大小関係変化、2)転倒衝撃の前後で3軸ともマイナス値に変化が認められた。しかし、ゆっくりと着地し、転倒の際に手をついてしまったなどのような場合に転倒として検知されないケースが存在した。これらの原因としては、転倒の際の衝撃が足りない

事や、姿勢の変化が足りないことが考えられた。

検証実験：被験者 43 名の取得された 144 動作中、動画目視判定による躓きを確認したのは 75 動作中 (52.1%) であった。全動作中、動画目視判定による躓きの確認の有無に関わらず躓き判定ロジックが成功したものの割合は、68% であった、動画目視では躓きを確認した 75 動作中、動画目視での躓き確認ができ、躓き判定ロジックが成功した割合は、87% であった。今回は成人男女の高齢者疑似体験装備を装着した実験であり、躓きの様相の年齢による違いが予測されることから、今後は高齢者によるデータ取得を検討する必要がある。

2) 介入群と対照群における転倒・つまずき発症の比較

介入群 21 名 (途中離脱者 10 名を除く) と対照群 38 名 (途中離脱者 2 名を除く) において、24 週以内の転倒発生リスクは、介入群 0.38、対照群 0.23、つまずき発生リスクは、0.42、0.47、すべり発症リスクは 0.15、0.09 であった。以上から介入群は、対照群より発症リスクは高い結果となり、スマートフォン装着による介入群により転倒、つまずき、すべりの発生リスクは低下しないという結果となった。しかし、装着により日常生活内での転倒予防に対する意識は高まる傾向が見られた。それ以外のデータについては、現在分析中である。

< 引用文献 >

Albert, M.V., Kording, K., Herrmann, M., Jayaraman, A A. Fall Classification by Machine Learning Using Mobile Phones. *Polis one*. 7(5). 1-6. 2012

Gillespie L.D, Robertson M. C, Gillespie W.J, Lamb S. E, Gates S. Cummings R.G, and Rowe B.H: Intervention for preventing falls in older people living in the community; The Cochrane Library, Issue 10. 1-2.2010.

Hansen, T.R.; Eklund, J.M.; Sprinkle, J.; Bajcsy, R.; Sastry, S. Using smart sensors and a camera phone to detect and verify the fall of elderly persons. In *Proceedings of the European Medicine, Biology and Engineering Conference, Prague, Czech Republic*, 20-25. 2005

亀井智子、梶井文子、糸井和佳、小坂井留美、新野直明：在宅高齢者の転倒予防を目的とした Home Hazard Modification Program 教育用教材の開発 .*聖路加看護大学紀要* .36、25-31 . 2010a

亀井智子、梶井文子、糸井和佳、小坂井留美、新野直明：地域在住高齢者を対象とした Home Hazard Modification Program の効果 . *日本老年看護学会誌*、14 (2) . 42-49 . 2010b

Kamei T, Kajii F, Yamamoto Y, Irie Y, Kozakai R, Sugimoto T, Chigira A and Niino N: Effectiveness of a home hazard modification program for reducing falls in urban community- dwelling older adults: A randomized controlled trial. *Japan Journal of Nursing Science* 1-14.2014

久保田晃生 . 携帯電話のメール機能を活用した歩行能力向上支援システムの開発 . *体育学研究* . 52 . 363-392 . 2007

Lord, S.R., Budge, M.M., Celler, B.G., Lovel, N.H. Falls Management: Detection and Prevention, using a Waist-mounted Triaxial Accelerometer. *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS*. 4037-4040. 2007

Matthew A. Brodie, Stephen R. Lord, Milou J. Coppens, Janneke Annegarn, and Kim Delbaere. : Eight weeks remote monitoring using a freely worn device reveals unstable gait patterns in older fallers. *Transaction on Biomedical Engineering*, 1-7 . 2014.

水野公輔、柴 喜崇、上出直人、佐藤春彦、鈴木良和、田中悠也、有阪直哉、鶴田陽和、竹内明博、福田倫也、池田憲昭．スマートフォンによる地域在住女性高齢者の運動学的解析 立位・歩行時の姿勢と身体機能に関する加齢変化について．理学療法学 41 回大秋特別号 2、898。2014

Miller, G. The smartphone psychology manifesto. Perspect. Psychol.Sci. 7. 221-237. 2012

Tuner S, Arthue G, Lyons R. A, Weighman A. I. Mann M. K, Jones S.J, and Lannon S: Modification of the home environment for the reduction of injuries. The Cochrane Library, Issue 2. 1-9. 2011.

山本満寿美、石井亜矢乃、大井伸子、藤井夕子、梶岡亘子、中塚安美、村島眞由美、矢木和香、井上 雅、大和豊子、公文裕巳．遠隔地居住の女性尿失禁患者に対する骨盤底筋体操指導の取り組み、岡山県母性衛生．28、27-28．2012．

横田香世、土居洋子．インスリン導入に不安の強い患者への携帯電話を用いた試験外泊時の看護介入効果．大阪府立大学看護学部紀要、17(1) 87-92、2011

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計3件)

1) 千吉良綾子，梶井文子，草地潤子，永澤成人，新野直明，福川康之，小野口航，櫻井尚子，中山恭秀，小沼宗大．地域在住高齢者の多因子介入転倒予防プログラム受講後の変化 第1報～24週間の転倒の有無と心身状況・保健行動との関連～．日本転倒予防学会第4回学術集会．岩手，10月．[日本転倒予防学会誌 日本転倒予防学会 第4回学術集会プログラム・抄録集 2017；4(2)：125．]

2) 永澤成人，梶井文子，草地潤子，千吉良綾子，新野直明(桜美林大学)，福川康之 1)，小野口航，櫻井尚子，中山恭秀，小沼宗大．地域在住高齢者の多因子介入転倒予防プログラム受講後の変化 第2報～24週間の筋肉量、歩行・バランス能力、握力に関する分析～．日本転倒予防学会第4回学術集会．岩手，10月．[日本転倒予防学会誌 日本転倒予防学会 第4回学術集会プログラム・抄録集 2017；4(2)：125．]

3) 梶井文子，永澤成人，草地潤子，千吉良綾子，新野直明，福川康之，小野口航，櫻井尚子，高橋仁，吉田啓晃，小沼宗大．地域在住高齢者におけるスマートフォンを用いた多因子介入転倒予防プログラム後の変化～24週間の転倒発生，認識ならびに行動～．日本転倒予防学会第5回学術集会．静岡，10月．[日本転倒予防学会誌．日本転倒予防学会第5回学術集会プログラム・抄録集 2018；5(2)：5B-10-4]

〔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：新野直明

ローマ字氏名：NIINO Naoakira

所属研究機関名：桜美林大学大学院

部局名：老年学研究科老年学専攻

職名：教授

研究者番号（8桁）：40201686

研究分担者氏名：福川康之

ローマ字氏名：FUKUKAWA Yasuyuki

所属研究機関名：早稲田大学文学学術院

部局名：心理学

職名：教授

研究者番号（8桁）：90393165

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：草地 潤子

ローマ字氏名：KUSACHI Jyunko

研究協力者氏名：永澤成人

ローマ字氏名：NAGASAWA Naruhito

研究協力者氏名：千吉良綾子

ローマ字氏名：CHIGIRA Ayako

研究協力者氏名：小野口 航

ローマ字氏名：ONOGUCHI Wataru

研究協力者氏名：櫻井尚子

ローマ字氏名：SAKURAI Naoko

研究協力者氏名：高橋 仁

ローマ字氏名：TAKAHASHI Jin

研究協力者氏名：小沼宗大

ローマ字氏名：ONUMA Soudai

研究協力者氏名：吉田啓晃

ローマ字氏名：YOSHIDA Hiroaki

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。