

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26502005

研究課題名(和文) 軽度認知機能障害高齢者の地域活動支援に有効な歩行機能の評価法の開発

研究課題名(英文) Development of evaluation method of gait function effective for community activity support of elderly with mild cognitive impairment

研究代表者

中村 貴志 (NAKAMURA, TAKASHI)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：70292505

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、軽度認知機能障害高齢者の地域活動の継続のために必要とされる歩行機能に着目し、評価方法の開発を行った。まず、基本的な歩行の測定システムは、GPS機能を内蔵した加速度センサーと多チャンネルテレメータで構成した。また、必要に応じて、歩行中の眼球運動のデータを同時に取り込めるものにした。多変量解析の結果、全般的な認知機能の低下、眼球運動から推定した注意機能の低下、転倒及び歩行の不安定さとの間に関連が認められた。さらに、地域での屋外歩行条件で、軽度認知機能障害高齢者は、連続した歩行時間が長くなる程、急速に歩行が不安定になる傾向にあった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we focused on the gait function required for continuing community activities of elderly with mild cognitive impairment, and developed an evaluation method. First, the basic gait measurement system consists of an acceleration sensor with built-in GPS function and a multi-channel telemeter. Also, if necessary, data on eye movement during gait can be captured at the same time. As a result of multivariate analysis, there was a correlation between general cognitive decline, decline of attentional function estimated from eye movements, falls and instability of gait. Furthermore, under the outdoor gait condition in the area, the elderly with mild cognitive impairment tended to become unstable rapidly as the continuous gait time became longer.

研究分野：障害科学

キーワード：軽度認知機能障害 認知症 歩行 転倒 地域活動 生活支援

1. 研究開始当初の背景

(1) 生活支援ネットワークの必要性

近年、地域包括ケアシステムを具体的に推進すべく設けられた「拡大版包括ケア会議モデル事業」では、困難事例の多くに共通している問題として、認知症の行動・心理症状(以下、「BPSD」という)(特に徘徊に伴う事故や行方不明)、転倒の危険性、本人や家族によるケア拒否、虐待等が報告されている。

また地域では高齢化や、都市化の進行に伴う生活環境の悪化は、特に日常生活に不安を抱えた独居高齢者、認知症や軽度認知機能障害(以下、「MCI」という)高齢者にとって、人的ネットワークの希薄化、さらには廃用性の歩行機能の低下や認知症の進行と悪循環を招く恐れがある。

(2) MCI 高齢者や認知症高齢者の歩行機能

一般に、認知症は記憶障害や見当識障害等の認知機能の低下や BPSD を主な症状とし、中期以降に歩行障害や転倒のリスクが高まることが報告されてきた。しかしながら、認知症の運動機能に着目した近年の研究報告は、特にアルツハイマー型認知症高齢者の歩行機能の低下が、初期の記憶障害に先行して認められること、アルツハイマー病の前駆状態と考えられている健忘型 MCI の段階においても、歩行等の運動中に認知課題を同時に遂行させる二重課題(Dual-task)の成績に低下があり、すでに注意・記憶機能と運動機能の制御に問題があることを指摘している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、MCI 高齢者を含む地域在住高齢者の健康維持と地域活動の継続のために必要とされる歩行機能に着目し、この総合的な測定・評価システムの開発を行うことである。

(1) そのために、まず独自に開発する歩行の計測装置を用いて、「安定性」と「空間認

知・注意機能」の2つの観点から評価指標と測定方法を検討した。

(2) 次に、屋内の実験室場面と「散歩」や「買い物」を想定した屋外の日常生活場面で、対象者の歩行を測定し、生活環境要因も含めた歩行の総合的な評価方法について検討した。

3. 研究の方法

(1) 対象者

対象者は全員が地域在宅高齢者で、介護予防事業(認知症予防教室等)や、ものわすれ外来を受診中の者も含まれている。

(2) 基礎データの測定

研究参加の同意が得られた対象者の年齢、性別、医学所見、身体機能(老研式活動能力指標、握力、歩行、身体バランス、ロコチェック)、認知機能(MMSE)、注意機能(Trail Making Test)、うつ傾向(GDS)、BPSD、転倒歴を基礎データとして、参加時と一定期間ごとに収集した。

(3) 歩行の測定システム

まず、屋内の実験室場面において、歩行の安定性と注意・空間認知を評価するための測定システムを開発した。このシステムは、これまで検討してきた小型軽量3軸加速度センサー(以下、「加速度センサー」という)による歩行の安定性(歩行中の身体の揺れの程度)と、GPS機能を有する3G通信機能センサーによる空間認知(歩行者の位置とルート)に関するデータを同時に取り込み、無線を介してコンピュータに同時記録することが可能な多チャンネルテレメータ(日本光電製、WEB-1000)で構築した。なお、測定においては、この加速度センサーを対象者の腰部にベルトで装着した。

さらに、歩行中の注意機能を推定するために、アイカメラによる眼球運動(眼球移動速度、注視時間、注視回数)の測定を同時に行

うことが可能なシステムとした。

(4) 歩行の測定場面

屋内の実験室場面においては、約 10m の歩行路を設定し、普通歩行、二重課題歩行及び障害物歩行（歩行路に設置した障害物を回避して歩く）の測定を行った。

屋外（対象者の生活する地域）では、「散歩」や「買い物」を想定した日常生活場面で、同様の装置を用いて測定した。その際は、対象者の歩行の妨げにならないように測定者が随伴し、歩行状態のビデオ撮影を同時に行った。

4. 研究成果

(1) 歩行の測定システムの構築

本研究で構築した基本的な歩行の測定システムは、GPS機能を有する 3G通信機能センサーを内蔵した加速度センサーと多チャンネルテレメータで構成した。また、必要に応じて、歩行中の眼球運動のデータを同時に取り込めるシステムとした。

歩行の安定性の評価指標について、対象者の歩行中の垂直、側方及び前後方向への身体の揺れを、1歩行周期ごとに加速度波形として抽出し、その波形の類似性を推定する解析結果から、本研究では歩行の「変動性」という指標を算出した。変動性の値が 1 に近いほど歩行が安定し、値が小さくなるほど不安定（歩行中の身体の揺れのばらつきが大きい状態）であることを意味している。また、この装置の精度検証の結果を基に、加速度の他に角速度の成分についても調整した解析プログラムに修正した。

対象者の歩行の安定性と同時に、3G通信機能センサーを内蔵することで、移動空間における位置と歩行ルートをモニタリングすることが可能となった。このセンサーの精度検証の結果、ルートの測定に用いているGPSの特性上、屋外で使用する際はアンテナの向きや装置の形状、天候の影響等の課題が確認で

きたため、この点については可能な範囲で改良した。

(2) 認知機能の低下と歩行の関係

MMSEの得点を基に認知機能の低下が「あり（20名）」と「なし（23名）」の2群に分け、基礎データについて比較した。その結果、認知機能の低下のあるMCI群では二重課題歩行において速度が低下し、変動性の値が低く歩行が不安定であった。また、IADLの評価に用いた老研式活動能力指標の得点と、注意機能の評価に用いたTrail Making Testの得点に低下が認められた。

次に、有意差が認められた評価指標を独立変数、認知機能の低下の有無を従属変数として多重ロジスティック回帰分析を行った結果、認知機能の低下と二重課題における歩行の変動性（垂直方向）、IADLとの間に有意な関連が認められた。

(3) 転倒と歩行の関係

過去1年間における転倒歴を基に、転倒が「あり（25名）」と「なし（57名）」の2群に分け、基礎データについて比較した。その結果、転倒「あり」群では障害物歩行において速度が低下し、変動性の値が低く歩行が不安定であった。また、障害物歩行中の眼球運動は、移動速度が低下し、注視時間が延長し、注視回数が増加した。さらに、IADLに低下が認められた。

次に、有意差が認められた評価指標を独立変数、転倒の有無を従属変数として多重ロジスティック回帰分析を行った結果、障害物歩行における歩行の変動性（垂直方向）と歩行中の眼球運動からみた注視時間の延長は、転倒と有意に関連していた。また、障害物歩行中の歩行の変動性と眼球運動の関連を検討してみると、垂直方向の変動性と眼球移動速度が有意に関連していた。

以上の結果から、地域在宅高齢者の認知機能の低下や転倒に関連して、運動中の注意機能の制御が重要である。また、IADLは、転倒予防や認知症予防のための1次的なスクリーニングとして有効性が高いものと考えられる。

(4) 地域における屋外歩行

屋外歩行の測定では、対象者の歩行をビデオ録画し、実際に歩行したルートや歩行状態と装置によるデータから得られた結果を照合した。そのことにより、装置の精度と、屋外で使用上での問題点について検討した。

特に屋外歩行においては、その安定性を評価するために加速度波形と角速度(回転)の両方を用いる方が、より精度の高い分析が可能であることがわかった。

また、地域を歩行中の対象者の位置とルートの測定に用いているGPSの特性上、装置の装着方法や形状、アンテナの向き等についてもさらなる改良が必要である。

屋外歩行の結果から、認知機能の低下と転倒歴のある対象者ほど、視空間の過度の刺激や騒音、慣れない複雑なルート、横断歩道など瞬時の判断を要するルートで歩行が不安定であった。特に、MCI高齢者を対象に、屋外歩行の状態を時系列で分析すると、連続した歩行時間が長くなるにつれ、急速に歩行が不安定となり、ルートの予測に混乱が生じる傾向にあった。

現在のところ、少数の事例ではあるが、介護予防事業等の介入効果として歩行機能や注意機能の改善、全般的な生活機能の拡大が認められた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

Inoue T, Haraguchi K, Kamijo K, Suzuki A, Noto M, Yamashita Y, Nakamura T. Risk factors for falls in terms of attention during gait in elderly residents living in the community. *Geriatrics & Gerontology International*(in press).peer-reviewed

井上忠俊、上城憲司、原口健三、鈴木明宏、納戸美佐子、中村貴志、地域在住高齢者における認知機能と歩行の変動性を含めた生活機能との関連の検討、日本臨床作業療法研究 2017; (4): 70-75、査読あり
<http://jscot.kenkyukai.jp/journal2/>

[学会発表](計2件)

高橋謙一、鈴木明宏、上城憲司、井上忠俊、納戸美佐子、中村貴志、地域在住高齢者の歩行機能と認知機能障害との関連性、日本機械学会 第30回バイオエンジニアリング講演会、2017.12.15、京都大学(京都府)

鈴木明宏、齋藤健太、東日本大震災仮設住宅居住者のための行動モニタリング、日本機械学会 ロボティクス・メガトロニクス部門、2015.5.18、京都市勧業館(京都府)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 貴志 (NAKAMURA, Takashi)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 70292505

(2) 研究分担者

納戸 美佐子 (NOTO, Misako)
西南女学院大学・保健福祉学部・准教授
研究者番号: 40421325

鈴木 明宏 (SUZUKI, Akihiro)
一関工業高等専門学校・機械工学科・教授
研究者番号: 60500428

上城 憲司 (KAMIJO, Kenji)
西南女学院大学・保健福祉学部・准教授
研究者番号: 40421325

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

井上 忠俊 (INOUE, Tadatoshi)