

歩行分析による超早期認知症患者のスクリーニング法の開発研究 (29-9)

主任研究者 高野映子 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター  
ロボット臨床評価研究室 (流動研究員)

分担研究者 近藤和泉 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (部長)

相本啓太 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

谷本正智 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

宇佐見和也 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

研究要旨

これまで軽度の運動機能の低下や認知機能の低下は、加齢変化として見過ごされがちであった。しかし、近年、軽度認知症 (Mild cognitive impairment : MCI) 患者を対象とした研究で、歩行速度低下や歩幅・歩隔の短縮が、認知機能低下や認知症状に先行して起こることが指摘されている。当センターでは、両手の親指と人差し指の指タップ運動からアルツハイマー病 (Alzheimer's disease: AD) 患者特有のリズムの崩れや、左右の協調性の低下を発見しており (Suzumura et al.2016)、歩行においても同様の異常が生じている可能性が高い。

また当センターには、H29年2月より Gait Real-time Analysis Interactive Lab (以下、GRAIL) が導入される。GRAILは、デュアルベルト・トレッドミルとモーションキャプチャ・システム、180°のバーチャル・リアリティ・システムを搭載した歩行分析および歩行訓練機器であり、歩行速度、歩幅・歩隔、関節角度、関節モーメント、筋活動などの歩行パラメータをリアルタイムで分析し、フィードバックすることが可能である。更に、GRAIL上で認知課題や通常の屋外で遭遇するような視覚的課題を負荷することによってAD患者の異常歩行をより明確に検知できる可能性がある。

そこで今回、MCIや早期AD患者の歩行においても、指タップの研究と同様に体幹の動揺性や円滑性、左右脚の対称性や規則性の異常が起こっている可能性が高いため、歩行に焦点を当てて研究したいと考える。Research Questionは、MCIやAD患者は、同年代の健常者と比較して、トレッドミル歩行時の体幹の動揺性が高く、左右脚の対称性と規則性が低下するかを検討することである。

## 主任研究者

高野映子 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター  
ロボット臨床評価研究室（流動研究員）

## 分担研究者

近藤和泉 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（部長）  
相本啓太 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（理学療法士）  
谷本正智 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（理学療法士）  
宇佐見和也 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（理学療法士）

## A. 研究目的

本研究の目的は、デュアル・タスクとバランスのアプリケーションを追加した GRAIL を用い歩行分析し、超早期認知症患者のスクリーニング法を開発することである。

超高齢社会の到来とともに、認知症患者数が急増している。我が国の 65 歳以上の高齢者の約 15%が認知症を罹患しており、2012 年の認知症高齢者数は推計約 462 万人で、その前段階である軽度認知症（Mild cognitive impairment : MCI）者数は推計約 400 万人とされている。さらに、認知症高齢者数は 2025 年には約 700 万人達すると推測され、認知症に対する医療の発展への社会的要請が高まっている。

認知症は、早期から認知機能障害だけではなく、歩行障害を合併することが近年明らかにされている(Cederval et al.2014)。認知症の原因として、アルツハイマー病

(Alzheimer's disease: AD) が最も多く、全体の 60%以上を占める。初期、脳内に Aβ 蛋白が増加・凝集した状態では無症状であるが、脳内では変化が起こっており、運動機能や認知機能にも影響が生じる可能性が考えられる。AD は 20~30 年に渡り緩徐に進行していくため、進行を遅らせるためには「早期診断・早期治療」が重要である。

## B. 研究方法

本研究の目的は、GRAIL を用いた歩行分析により、超早期認知症患者のスクリーニング法を開発することである。研究の進め方は、まず MCI 患者と AD 患者、健常高齢者の 3 群間にて GRAIL を用いた歩行分析し、超早期認知症患者のスクリーニングする上で、検出力の高い歩行指標の検討する。

研究班は、リハビリテーション医学研究や介護ロボット開発研究実績を多く有する近藤和泉と、研究を主業務とする高野映子・相本啓太、臨床及び管理を主業務とする谷本正智・宇佐見和也の 5 名で構成する予定である。近藤和泉が研究全体に対する助言及び指導行い、高野映子が全体の総括及び研究実務全般を行う。相本啓太が GRAIL のデータ解

析・分析を行い、データ解析ソフト開発につなげる。谷本正智と宇佐見和也は実験現場の総括や対象の選別、研究の説明及び同意の取得などを行う。この班構成により、研究の質的向上及び効率化が期待出来る。

## (2) 年度別計画

本研究は1年間で実施する。

<平成 29 年度>

目的：「MCI 患者と AD 患者、健常高齢者の 3 群間にて GRAIL を用い定量的に歩行分析を行い、超早期認知症患者のスクリーニングする上で、検出力の高い歩行指標の検討をすること」

### ① 対象者の選択、及び研究参加同意の取得

- 当センターの認知疾患医療センターである「もの忘れセンター」にて、AD ないしは MCI と診断された患者と基本的に認知機能に問題がない同年代の健常者から研究対象者を募る。
- インフォームドコンセントは文書と口頭で行い、研究参加への同意を取得する。
- 除外基準は、脳血管疾患や脊椎・下肢などの運動器疾患により明らかな歩行障害がある者とする。
- 対象数は、AD 患者 25 名、MCI 患者 25 名、同年代の健常者 25 名を予定している。

### ② 実験「GRAIL を用いた三次元歩行分析」

- GRAIL を用い定量的に歩行分析を行う。
- 認知機能に関わる背景情報を取得するためにアンケート調査と Mini Mental State Examination (以下、MMSE) などの認知機能評価を実施する。

### ③ 実験の計測結果の分析

- AD 患者群、MCI 患者群、健常高齢者のコントロール群の 3 群間で、体幹の動揺性や円滑性、左右脚の対称性や規則性等の歩行指標を比較する。
- GRAIL を用いた歩行分析から得られた歩行指標と MMSE などの認知機能評価との関連を検討する。

実験の計測結果の分析より、超早期認知症患者のスクリーニングする上で、検出力の高い歩行指標を検討する。

(倫理面への配慮)

本研究は、「調査介入及び疫学研究における倫理指針」を遵守し、国立研究開発法人国立長寿医療研究センターに設定されている倫理・利益相反委員会の承認を受けてから実施する。対象者に対して、研究の参加に同意しない場合や、同意を撤回することによって研究対象者等が不利益な取扱いを受けることがないこと等を文書と口頭で説明を行い、インフォームドコンセントを得る。

個人情報等の取り扱いについては、プライバシー保護のため、対象者の個別の研究結果については秘密を厳守し、研究結果から得られるいかなる情報も研究の目的以外に使用しない。集積されたデータは連結不可能匿名化をし、匿名ファイルへのアクセス権は、主任研究者および分担研究者のみとする。

本研究で得られた試料・情報は国立長寿医療研究センター健康長寿支援ロボットセンター・ロボット臨床評価研究室にて適切に管理し、本研究の目的以外には使用しない。また解析・報告終了後、診療録の保存期間に準じて、5年間保存した後、電子データを削除し、紙データは廃棄する。

本研究の計画内において、実験動物を使った研究は行わない。

## C. 研究結果

当初の計画通り、これまで、**GRAIL**の**VR**機能を用いた健常若年者における歩行実験を完了した。各被験者には、両側下肢の上前腸骨棘、上後腸骨棘、大腿骨外側上顆最凸点、腓骨外計顆最凸点、第5中足骨点、第5中足骨点等を含む計**25**マーカを貼付し、三次元動作解析装置を用いたトレッドミル歩行分析を行った。各被験者は、**GRAIL**がもつ自動速度調整(**Self-paced: SP**)機能について理解し、**GRAIL**上での快適歩行を1回練習した後に、スクリーンへの**VR**の有無条件での歩行を2回ランダムに実施した。**VR**ありの下条件下では、視野が約**180**度に設定されたスクリーンを用いて日常風景と道路を投影した。実験後、三次元動作解析装置を用いたトレッドミル歩行分析より、歩行中の平均歩行速度、歩幅、および、歩隔について算出した。30歩行サイクル以降を歩行速度の定常状態と定義し、各対象者における30-60歩行サイクルを歩幅と歩隔の解析区間と設定した。また、**VR**ありとなしにおける歩行中の各パラメータ(歩行速度・歩幅・歩隔)は**paired t-test**を用いて比較し、有意水準は**5%**とした。解析・統計ソフトは、**Matlab 2017**(**MathWorks**社製)を使用した。

各条件(**VR**あり、**VR**なし)における被験者間の平均歩行速度を図**1A**に示した。開始から10歩行サイクル後に、歩行速度がほぼ定常状態となった。各歩行サイクルにおいて2条件間の有意な差は認められなかった。定常状態後の30-60歩行サイクルを解析範囲とし、各対象者の平均歩行速度を図**1B**に示した。その結果、**VR**の有無による平均歩行速度の相違は認められなかった( $p = 0.16$ )。

次に、各被験者における定常歩行中の歩幅および歩隔の平均値を算出した (図 2AB)。その結果、VRの有無による歩幅と歩隔の平均値の相違は認められなかった (歩幅の平均値： $p=0.76$ , 歩隔の平均値： $p=0.29$ )。さらに、課題中の歩幅および歩隔の変動を調べるため、各被験者における 30-60 歩行サイクル中の歩幅と歩隔の標準偏差を求めた (図 2CD)。その結果、歩隔の標準偏差は VRの有無による差がなかったものの ( $p=0.67$ )、歩幅の標準偏差は、VRなしに比べて VRありの条件の方が、有意に減少することがわかった ( $p=0.010$ )。

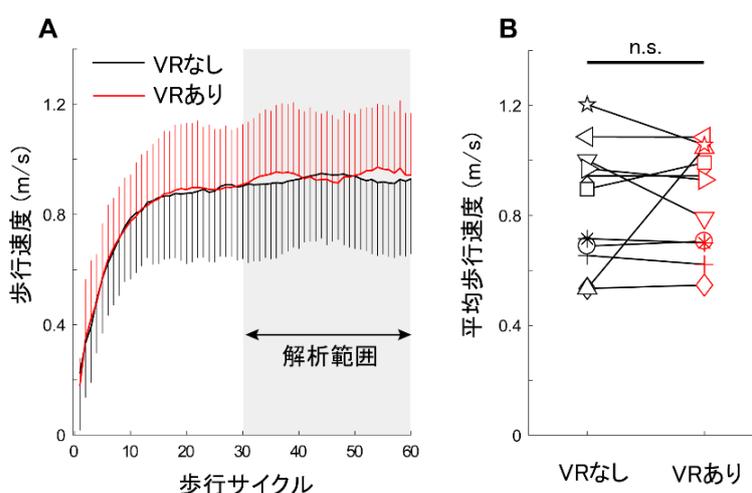


図 1 各条件における歩行速度

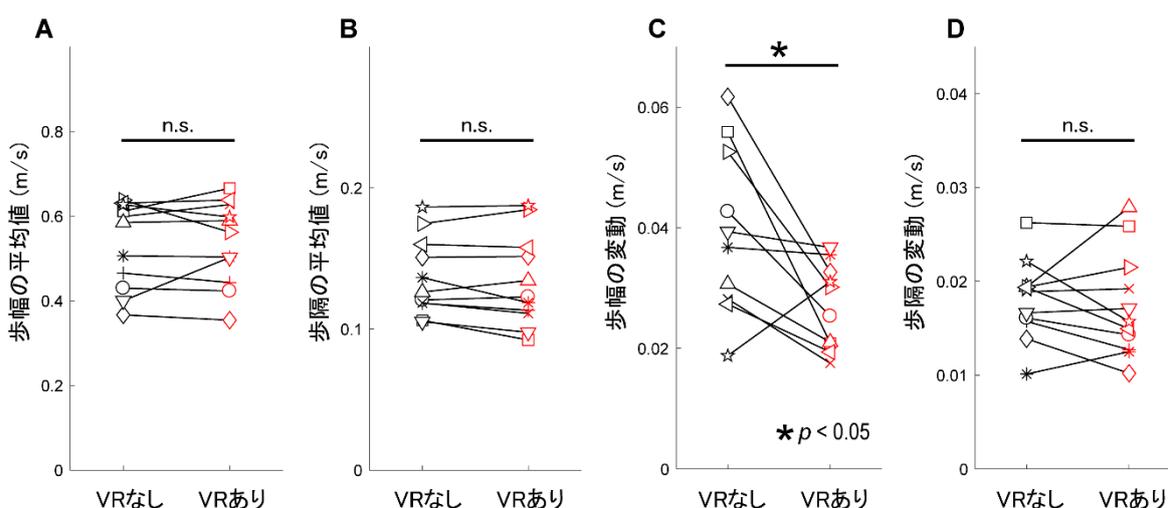


図 2 各条件における歩幅および歩隔の平均値と標準偏差

次に、視覚フローを用いた凸凹道課題中の動作分析を通じて、軽度認知障害のある高齢者と健常な高齢者間における歩行特徴の違いについて検討した（図3）。

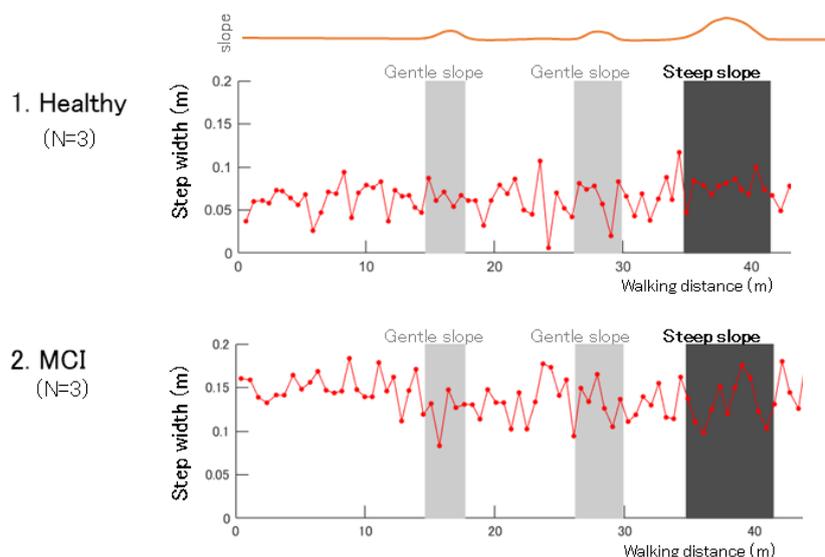


図3 健常群（Healthy、上段）と軽度認知障害（MCI、下段）における凸凹道中の歩隔

約45mの凸凹道の中に、二度の緩やかな傾斜と、一度の急な傾斜を組み込み、傾斜前後における歩行の安定性を評価するため、各歩行サイクルの歩隔を算出した。その結果、健常な高齢者群では、急な傾斜（約35m-40m中に出現する濃い灰色の区間）中に歩隔のばらつきが減少するのに対して、軽度認知障害のある高齢者群においては、歩隔のばらつきが、平地歩行の時と同様に存在することがわかった。この結果は、視覚フローを用いた認知-運動機能の連関を通じて適切に凸凹道に対して反応する歩行特徴が、軽度認知障害群において異なる可能性を示唆している。

#### D. 考察と結論

第一に、速度自動調整トレッドミルにおけるVRを用いた歩行中の視覚フローの役割を調べた研究より、VRのありとなしにおいて、トレッドミル歩行中の平均歩行速度・歩幅・歩隔に有意な差がない一方、課題中におけるそれらの変動を算出すると、VRを用いることで歩幅の標準偏差が有意に減少することがわかった。これまで、視覚情報を用いたフィードフォワードおよびフィードバック制御によって歩行中の運動適応が促進されることが実証されている。本研究で得られたVRによる歩幅変動の減少に関しても、VRによって得られる視覚フローが、歩行運動適応を高めたと考えるのは妥当であろう。第二に、

軽度認知障害のある高齢者群と健常な高齢者群間の凸凹道における歩隔の違いについては、その歩隔のばらつきが、凸凹道の傾斜依存的に異なることがわかった。これらの結果は、視覚フローを用いた認知—運動機能の連関を通じて適切に凸凹道に対して反応する運動機構が、軽度認知障害群において異なる可能性を示唆している。

#### E. 健康危険情報

なし

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

- 1) 相本啓太, 加藤健治, 佐藤健二, 伊藤直樹, 近藤和泉: 自動速度調整トレッドミルと平地における快適歩行速度の比較. 第 39 回臨床歩行分析研究会定例会, 2017 年 10 月 14-15 日, 静岡市
- 2) 加藤健治, 相本啓太, 佐藤健二, 伊藤直樹, 近藤和泉: 自動速度調整トレッドミルにバーチャル・リアリティを付与することへの歩行特性の影響—歩幅の変動からみた考察. 第 39 回 臨床歩行分析研究会定例会, 2017 年 10 月 14 日, 静岡市

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし