

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：22401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K24287

研究課題名（和文）脳卒中者における方向転換時のステップ動作の定量的解析

研究課題名（英文）Quantitative analysis of the turning strategies while walking in stroke patients

研究代表者

中村 高仁（Nakamura, Takahito）

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・助教

研究者番号：70847962

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は進行方向提示から動作修正までに時間的余裕のない方向転換課題（Reactive turning）を用い、脳卒中片麻痺者のステップ動作に潜在する転倒関連因子の解明を目的とした。先行研究を踏まえ、新たに方向転換後に歩く地点を規定した空間的制約条件を付与した。第一課題では健常成人を対象に進行方向提示位置を検討し、方向転換地点から2歩分離れた位置に設定することが適切と判断した。第二課題では脳卒中者を対象に、方向特異的な戦略の変化について検証した。結果、Reactive turning時の麻痺側方向転換では反応開始が遅延し、方向転換地点内での性急な応答戦略となり転倒に繋がりがり得る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

脳卒中は要介護状態となる主たる原因であり（平成29年度内閣府：第1位17.2%）、多くの罹患者がリハビリテーションの対象となっている。脳卒中者の転倒率は健常高齢者の2倍（Jorgensen 2002）とされ、転倒により骨折するリスクも高い（Kanis 2001）。そのため、脳卒中者の転倒予防は社会的に非常に大きな意義がある。脳卒中者の転倒時動作では、方向転換動作は歩行に次いで2番目に多い（Hyndman 2002）が、転倒に起因する動作メカニズムは未解明である。本研究結果により、麻痺側への反応遅延に起因する応答戦略について示した学術的意義は高いと考えている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to elucidate potential fall-related factors in the stepping behavior of hemiplegic stroke patients using reactive turning, which is the turning task with no time margin between the presentation of the direction of travel and the correction of the movement. Based on previous studies, we added a new spatial constraint. In the first task, we examined the appropriate timing of the visual cue in healthy adults. As a results, we judged that the position should be two steps away from the point of direction change. In the second task, we examined changes in direction-specific strategies in stroke patient. The results showed that the stroke patient start to turn delayed in the direction of the paralyzed side. The patient performed a rapid response strategy in the turning point, it could lead to falling.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：脳卒中 方向転換 ステップ 高齢者

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳卒中者の転倒時動作として、方向転換動作は歩行に次いで 2 番目に多いものの転倒に起因する動作メカニズムは未解明とされる (Holland KL, 2010)。その事由の一つとして、日常生活で転倒につながりやすい方向転換場面と実験環境との乖離がみられることが挙げられる。方向転換課題は、事前に進行方向を提示し動作戦略の決定までに時間的余裕のある Pre-planned turning (以下、PT) と直前に提示することで動作修正までに時間的余裕を与えない Reactive turning (以下、RT) に分類される。多くの先行研究では PT (例えば、Timed up and go test) 課題が用いられ、脳卒中者は歩数を増やし、方向転換時間を延長させ、自身のペースで大回りに応答することが報告されている。

一方、転倒リスクが高くなる RT に関しては、先行研究は少なく課題設定の段階から検討が必要である。従来の研究では、対象者自らが歩行路上のセンサマットを踏んで進行方向が提示される方法か、方向転換路の 1m 手前を通過した時点で進行方向が提示される方法の 2 種類が用いられている (Holland KL 2010, Lamontagne A 2009.)。このような時間的制約条件を参考に、本研究ではさらに、方向転換後にどこを歩かなければならないかを指定した空間的制約条件を付与する。これにより、障壁を避けながら急に動作を修正しなければならない状況下を設定でき、未だ検証されていない脳卒中者の応答戦略について定量的な解析が可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、以下の 2 つの研究課題を行った。

空間的制約条件を付与した RT 課題において、方向転換提示位置の違いが健常成人の応答戦略にどのような影響を及ぼすかを検証した。

第一課題を踏まえ、脳卒中片麻痺者の RT 時の応答戦略に関して、3 次元動作解析装置による定量的な解析を行い、潜在する転倒関連因子を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

健常若齢者 12 名と健常高齢者 12 名を対象とした。90° 方向転換動作課題について PT と RT の 2 種類を行った。RT では、パイロンで規定した方向転換地点から対象者の歩幅 (1 歩前; RT-A、2 歩前; RT-B、3 歩前; RT-C) に応じて赤外線センサを設置した (図 1)。いずれかのセンサを通過した時点で前方の矢印ランプにて方向を提示した。24 台の赤外線カメラによる三次元動作解析装置 (Vicon Motion System, Vicon Nexus ver2.10.3, Oxford, UK) を使用し、サンプリングレート 100Hz で各マーカの座標情報を計測した。身体 39 標点に付けた反射マーカの変位、各セグメント角度、身体重心について Plug-In Gait full body model を用いて算出した。回旋開始反応時間として、頭部、骨盤、身体重心 (COM) が直進歩行データの平均値より $\pm 3SD$ 越えた時点を算出した。また、パイロン通過時の空間マージンをとって算出した。

脳卒中片麻痺者 1 名を対象とし (杖・装具なし歩行自立、社会復帰済、車運転可)、PT と RT を行った。RT では第一課題で適切と考えられた方向提示位置 (パイロンから 2 歩前) に赤外線センサを設置した。PT と RT の違いに加え、方向特異的な戦略の変化について検証した。

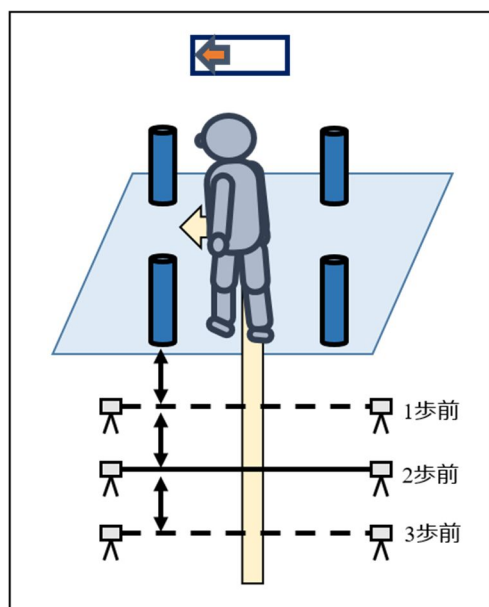


図 1: Reactive turning 課題

方向転換地点の前に設置した赤外線センサを起点として前方の矢印ランプが点灯する。提示された方向に出来るだけ速く方向転換する課題。

4. 研究成果

若齢者・高齢者ともに1歩前では方向転換地点までの距離が短く、条件特異的な戦略を示した。一方、2歩または3歩離れた条件では、加齢による戦略の違いのみ抽出できた(図2)。群内の比較では、若齢者・高齢者それぞれPT, RT課題において同様の回旋開始方略、速度、空間マージンを示した。この結果より、RTでは赤外線センサを2歩前に設置することとした。

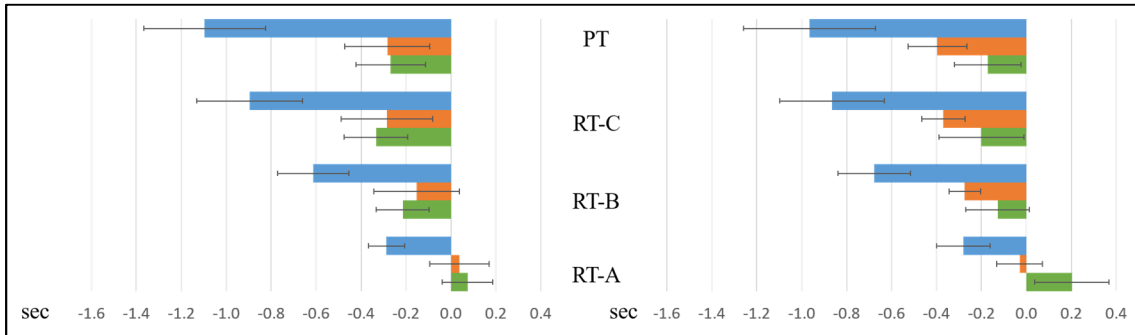


図2：若齢者（左）と高齢者（右）の回旋開始時間

青：頭部、橙色：腰部、緑：身体重心

パイロンを通過した時点としており、負値ほど早く回旋開始したことを示す。方向転換地点から1歩前（RT-A）では重心移動開始が正值で、回旋開始が遅延している。

脳卒中者の非麻痺側への応答戦略として、PTとRTで頭部・腰部回旋開始、重心移動開始時間に差が見られなかった。一方、麻痺側方向へはRTで明らかに頭部回旋開始が遅延した(図3)。空間マージンについてはPT, RTで差がみられなかったことから、麻痺側方向のRTはより性急な動作応答となり、転倒に繋がりが得る可能性が示唆された。RTにおける麻痺側方向への知覚認知～動作開始に至るまでの過程が、歩行自立している本症例においても遅延していたことから、今後、方向転換動作と麻痺側への視空間認知・運動制御の関連について十分に検証を進める必要性が考えられた。

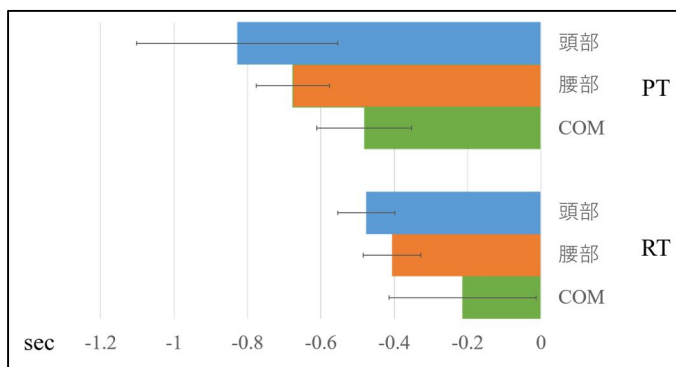


図3：麻痺側方向への回旋開始時間
上段がPT, 下段がRT条件
RTの頭部回旋開始時間が遅延している。

5. 引用文献

Holland KL et al. Stroke-related differences in axial body segment coordination during preplanned and reactive changes in walking direction. *Exp Brain Res* (2010) 202:591-604.

Lamontagne A et al. Gaze and postural reorientation in the control of locomotor steering after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* (2009) 23:256-266

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Takahito Nakamura
2. 発表標題 Slower reactive turning while walking in older adults: An association with cognitive-motor function
3. 学会等名 ISPGR 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahito Nakamura
2. 発表標題 Body's center of mass clearance while reactive turning in healthy adults.
3. 学会等名 ISEK virtual Congress 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 高仁
2. 発表標題 Reactive turning課題を用いた脳卒中後遺症者への評価・介入に関する一提案
3. 学会等名 第10回日本神経理学療法学会サテライトカンファレンス
4. 発表年 2021年

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------