

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：22401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10681

研究課題名(和文) 歩行中の方向転換課題における認知症者の予期的姿勢制御障害に関する研究

研究課題名(英文) A study of the proactive postural control disfunction on turning while walking in elderly people with dementia

研究代表者

星 文彦 (Hoshi, Fumihiko)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授

研究者番号：40165535

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：歩行中に方向転換を指示された時に頭部を指示された方向へ向けるまでの反応時間について、認知症高齢者の特徴を調べた。認知症高齢者の反応時間は健常高齢者に比べ明らかに遅延し、認知症スクリーニング検査(MMSE)と歩行中のバランス検査(TUG)で有意な相関性が認められた。一方歩行速度については相関性が認められなかった。このことから、認知症高齢者においては、歩行中の急な出来事への対応や歩行中に別なことを行うような課題に対する適応性に問題があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知症者は、記憶障害のみならず日常生活での実効機能といわれる状況を判断して適切に対応する行動が障害される。その機能を歩行中の方向転換という日常最も頻繁に行われる活動を対象に、指示された方向へ頭部を定位するまでの反応時間をパラメータとして同定した。反応時間と認知症スクリーニング検査と歩行中のバランス機能に相関性が認められたことは、方向中の方向転換課題における反応時間を調べることで認知症の早期発見に繋がる可能性が示唆され、神経診断学的意義や疾病予防対策に寄与する可能性の観点から社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：We investigated the characteristics of elderly people with dementia regarding the reaction time until they turn their heads in the indicated direction when they are instructed to change direction while walking. The reaction time of elderly people with dementia was clearly delayed compared to that of healthy elderly people, and a significant correlation was found between the dementia screening test (MMSE) and the balance test during walking (TUG). On the other hand, no correlation was found for walking speed. This suggests that elderly people with dementia have problems in responding to sudden events while walking and adaptability to tasks such as doing something else while walking.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：認知症 歩行中方向転換動作 反応時間 MMSE TUG

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

リハビリテーション医療における立位バランス機能に関連する研究は、姿勢制御に関する理論の変遷に従い変化してきた<sup>1</sup>。1960年代は姿勢反射としてのバランス機能、1990年代は運動戦略あるいは運動スキルとしてのバランス機能、2000年代以降は認知機能としてのバランス機能である。Huxham<sup>2</sup>とPatla<sup>3</sup>は、この3つの歴史的変遷を踏まえ、バランス機能を課題と環境及び身体機能の3つの相互作用と転倒あるいは障壁回避に関する時系列の観点から、予期的制御(機構)(proactive control mechanism)、予測的制御(機構)(predictive control mechanism)、応答的制御(機構)(reactive control mechanism)に区分した。予期的制御は、障害物の認知による回避戦略の想起を、予測的制御は障害物を回避するための姿勢調整を、応答的制御は予想に反しバランスを崩したときの姿勢応答を意味する。バランス機能研究の歴史からとらえると応答的制御は姿勢反射の研究、予測的制御は運動スキルの研究、予期的制御は認知機能としてのバランス研究であり、近年になり予期的制御に関する研究報告がなされるようになってきた<sup>4-9</sup>。身体運動障害を有しない認知症者が容易に転倒する要因について、環境認知-運動発起情報処理機能及びongoing programの修正機能の問題に関連があることが示唆されている<sup>10</sup>。これは、認知症や脳卒中などの中枢神経疾患におけるバランス障害に対する本質的な問題であると考えられる。

### 2. 研究目的

本研究では、認知症者における環境認知-運動発起情報処理機能及びongoing programの修正機能の問題について、歩行中の障害物回避のための予期的制御に焦点をあて、視覚情報から新たな運動戦略を表出するまでの処理過程を歩行中の方向転換課題を用いて、方向転換反応時間で同定し、その反応時間(Reaction Time; RT)とMini-Mental State Examination(MMSE)及びバランス機能評価の関連性について検討した。

3年間の研究計画では、認知症者の経時的変化を追跡する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の拡大により、症例の追跡データ収集が困難になったため、前半に収集したデータを横断的に解析することとした。また、前半2年間の経時的データにおいては、4ヶ月程度の間隔での症状や機能に明らかな変化が見られなかったことが確認できたので、横断的所見、データとして分析しまとめた。

### 3. 研究方法

#### 対象

対象は、介護老人保健施設入所認知症者12名、平均年齢81.2歳SD:6.9である。認知症の診断名については、入所書類より抽出し、脳血管性認知症9名、アルツハイマー認知症2名、アルコール性認知症1名であった。なお、対象者には、運動麻痺や骨折など明らかな運動障害を呈した者はいなかった。

#### 方向転換課題と反応時間の計測

方向転換課題は約10mの歩行路において、4~5m程度の定常歩行後、歩行路の終点に目線の高さに置いた赤い矢印ランプが点灯する方向指示器により進行方向を提示し、その方向にできるだけ早く左右90°方向転換するものとした。測定は数回練習した上で、対象者が課題を理解したことを確認し行った。光刺激のタイミングと方向はランダムに行い、左右3試行を行った。方向転換指示から方向転換動作が開始するまでの反応時間(RT)は頭部が方向転換方向へ回旋運動を開始するまでの時間として計測した。頭部の回旋運動は、頭頂部に装着した慣性センサ(ATR-

Promotions : TSND121、大きさは 37mm(W) × 46mm(H) × 12mm(D)、重さは約 22g) の角速度データから同定した。光刺激点灯タイミングは、両側足底に貼付したフットスイッチからの導出し、慣性センサと同期用ソフトウェア (ATR-Promotions : SyncRecord-T) を用いてモバイル PC 上で同期した。

反応時間の算出方法は、光刺激から 3 歩前までを定常歩行データ (基準値) とし、光刺激後に慣性センサの Yaw データが基準値の平均値 ± 2SD から逸脱した時点を反応時間として算出した。サンプリング周波数は 100Hz とし、検出されたデータは移動平均法 (10 区間) を用いて処理した。

#### 対照計測項目

対照計測項目として、MMSE、歩行速度、Berg Balance Scale(BBS)、Timed up and Go test(TUG) を計測した。統計処理は頭部 RT と各評価スコアとの関係について、Pearson の積率相関係数を用い検討し、有意水準は 5% とした。

なお、本研究は所属機関倫理委員会の承認 (No. 30034) の下、各対象者・家族に口頭で説明し書面にて同意を得た。

## 4. 研究成果

### 結果

各計測項目の平均値及び SD は、頭部定位 RT :  $521.7 \pm 88.0$  msec、MMSE :  $22.8/30 \pm 4.8$ 、歩行速度 :  $0.9 \pm 0.2$  m/s、BBS :  $47.2 \pm 4.2$  点、TUG :  $14.1 \pm 3.3$  sec であった。各計測項目間の相関については、RT と MMSE ( $r = -0.73$ ,  $p < 0.01$ )、RT と TUG ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ) の相関性に有意差が認められた。一方 RT と歩行速度 ( $r = -0.39$ )、BBS ( $r = -0.49$ ) には有意な相関性が認められなかった (図)。

### 考察

本研究は、対象者が介護老人保健施設に入所し生活機能やリハビリテーションに関わる支援を受けている者で、多様な診断名と診断の信頼性、対象者数が少数であることを考慮し、MMSE で測定できる認知機能レベルと移動能力の関係について焦点を当てたものである。

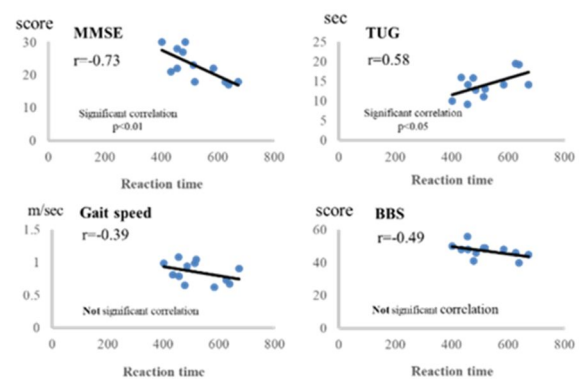


図: 頭部反応時間と各評価スコアとの関連性

今回の結果より、頭部定位 RT と MMSE および TUG との関連性が示唆された。本研究の運動課題における頭部定位 RT は、歩行中に歩く方向を変える指示が提示され、その提示された方向へ向きを変えるための、情報の認知と変換方向の確認、目的の方向への視線の定位や姿勢調整を含むものであり、現在進行中の歩行運動から次の方向転換運動への戦略想起と実行までの処理時間と考えられる。戦略想起には方向転換運動に伴う姿勢変化を調整する、いわゆる転倒を回避するためのバランス機能が要求され、無意識に行われる自動的姿勢調整機能が関連している。また、ある連続する活動を遂行しているときに、新たな課題を提示する反応課題やその反応時間、例えば歩行中に音刺激に対して発語による応答を行うような課題であるプローブ反応課題 (probe reaction task) や二重課題 (dual task)、その反応時間であるプローブ反応時間 (probe reaction time) や二重課題反応時間 (dual task reaction time) が、環境認知能力や疲労の程度判定に

利用されている<sup>11</sup>。本研究における歩行中の方向転換課題は、これらの反応課題にあたる。対照評価課題である TUG は、歩きながら方向を変えたり着座したりする単純な直線歩行に新たな課題が付加される課題で、プローブ反応課題や二重課題に近似した課題と考えられる。頭部定位 RT と MMSE の負の相関、及び TUG との正の相関は、認知-運動機能に重要な作業記憶機能との関連性を示唆するものと思われる。

一方、他の対照課題である歩行速度は単純な直線歩行課題であり、BBS は、椅子からの立ち上がりや立位保持など決まった運動課題を行う 14 課題からなる単純パフォーマンステストで環境への認知機能の要求度は低い課題から構成されている。これらのことが、頭部定位 RT や MMSE などの相関性が認められない要因と考えられる。

パーキンソン病患者に見られる歩行中の突然の方向転換時のステップの遅れは、進行中の運動プログラムを変更する機能に基本的問題があるという指摘もなされており、認知症者においても同様の機能障害が示唆される<sup>12-16</sup>。

以上のことから、活動中の新たな課題付加に対する応答に関連する予期的制御機構においては、運動準備の遅延や運動計画の障害に伴って反応時間が遅延する可能性が考えられ、歩行中の方向転換動作における頭部 RT の遅延によって、歩行パターンの修正が遅れ、転倒リスクにつながる可能性があることが示唆される。

#### まとめ

歩行中の方向転換指示に対する頭部定位 RT と認知機能及び二重課題遂行機能との関連性が示唆された。

#### 参考文献

- 1.星 文彦 . バランス障害と理学療法 . 理学療法 2012 ; 29(4) : 371-377 .
- 2.Huxham FE, et al. Theoretical considerations in balance assessment. Aust J Physiother.2001;47:89-100.
- 3.Patla AE. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion gait Posture 1997; 5:54-69.
- 4.Chapman GJ, Hollands MA. Evidence for a link between changes to gaze behavior and risk of falling in older adults during adaptive locomotion. Gait & Posture 2006; 24:288-294.
- 5.Chapman GJ, Hollands MA. Evidence that older adult fallers priorities the planning of future stepping actions over the accurate execution of ongoing steps during complex locomotor tasks, Gait & Posture 2007; 26: 59-67.
- 6.Yamada M, Higuchi T, et al. Maladaptive turning and gaze behavior induces impaired stepping on multiple footfall targets during gait in older individuals who are at high risk of falling, Arch Gerontol Geriatr. 2012; 54: e102-e108.
- 7.Yamada M, Higuchi T, et al. Measurements of stepping accuracy in a multitarget stepping task as a potential indicator of fall risk in elderly Individuals. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2011;66 A (9):994-1000
- 8.Imai T, Moore ST, et al. Interaction of body, head, and eyes during walking and turning, Exp Brain Res, 2001; 136:1-18.
- 9.Hollands MA, Patla AE, et al. Look where you 're going!: gaze behavior associated with maintaining and changing the direction of locomotion, Exp Brain Res, 2002; 143:221-

230.

10. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control translating research into clinical practice, 5Ed., Wolters Kluwer, 2017.

11. 中村隆一, 他. 臨床運動学 第3版, 医歯薬出版, 2002: 250-313.

12. Mak M K Y, Patla AE, Hui-Chan C. Sudden turn during walking is impaired in people with Parkinson's disease, Exp Brain Res 2008;190:43-54.

13. O'Keefe ST, Kazeem H, et al. Gait disturbance in Alzheimer's disease: A clinical study, Age and Aging 1995; 25:313-316.

14. Kato-Narita EM, Nitrinni R, et al. Assessment of balance in mild and moderate stages of Alzheimer's disease: implications on falls and functional capacity Arq Neuro-psiquiatr 2011; 69:202-207.

15. Pettersson AF, Engardt M, et al. Activity level and balance in subjects with mild Alzheimer's disease, Dement Geriatr Cogn Disord 2002;13: 213-216.

16. Alexander NB, Mollo JM, et al. Maintenance of balance, gait patterns, and obstacle clearance in Alzheimer's disease, Neurology 1995; 45: 908-914.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 星 文彦, 中村 高仁, 菊本 東陽, 大沼 亮, 丹波 匡太郎	4. 巻 14
2. 論文標題 認知症者の歩行中方向転換動作の反応遅延と認知 - 運動機能の関連性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本早期認知症学会誌	6. 最初と最後の頁 55 - 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 星 文彦
2. 発表標題 認知症者の歩行中方向転換動作の反応遅延と認知-運動機能の関連性について
3. 学会等名 第20回日本早期認知症学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahito Nakamura
2. 発表標題 Slower reactive turning while walking in older adults: An association with cognitive-motion function
3. 学会等名 International Society of Posture & Gait Research World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星 文彦
2. 発表標題 認知症者の歩行中方向転換動作における姿勢制御に関する基礎的研究
3. 学会等名 第19回日本早期認知症学会学術大会
4. 発表年 2018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
---------	---------