北海道公立大学法人
札幌医科大学
Sapporo Medical University

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title 論文題目	歩行路の性質の違いに伴う回避行動戦略の特徴変化について： 若年者と高齢者間の比較研究
Author(s) 著　者	志水，宏太郎
Degree number 学位記番号	甲第 37 号
Degree name 学位の種別	博士（理学療法学）
Issue Date 学位取得年月日	2019-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	

様式 8-4 (博士)　別記第６号様式

博士論文の内容の要旨

保健医療学研究科 博士課程後期 理学療法学・作業療法学専攻 高齢者・地域健康科学分野	学籍番号　16DP03 氏　名　志水　宏太郎

論文題名（日本語）

歩行路の性質の違いに伴う回避行動戦略の特徴変化について：若年者と高齢者間の比較研究

論文題名（英語）

Comparative characteristics of obstacle avoidance strategy in young and older adults in various walking conditions

【研究目的】

屋外や人混みなどの複雑な環境を安全に歩行する上では，障害物に対する回避行動が求められる．回避行動の遂行には，予測的な歩行動作のコントロールに加えて，視覚から得られる空間情報を事前に認識することが求められる．また回避行動における運動パターンは，加齢に伴う身体機能低下により変化し，高齢者では安全性を重視する運動パターンを用いることが隙間通過行動研究などで明らかにされている．しかしながら実際に歩行者が往来する環境で高齢者がどのような回避行動パターンを選択するかについては十分検討されておらず，回避行動時の衝突リスクなどについては明らかではない．本研究では，歩行者の有無や人数が異なる複数の歩行環境を設定し，高齢者における歩行中の回避行動戦略について，運動学的側面と視覚認知の側面といった二つの側面から回避行動の特徴を明らかにすることを目的とした．

【研究方法】

健常若年者 12 名，高齢者 14 名の合計 26 名を研究対象とした．本研究では，①人物回避条件，②歩行者回避条件，③複数人物回避条件，④複数歩行者回避条件の 4 条件を設定した．測定機器には三次元動作解析装置と視線追跡システムを用いた．回避行動の運動学的変数には，障害物通過の瞬間における側方空間マージンおよび体幹回旋角度，障害物通過～1m 手間の区間（区間 1）および 1m 手前～2m 手前までの区間（区間 2）の歩行速度，歩行開始から障害物通過までの区間で最大に側方偏移したタイミングを算出した．また視覚認知の変数として障害物に対する注視時間を求めた．

測定変数は側方空間マージン，体幹回旋角度，歩行速度，側方偏移のタイミング，注視時間をそれぞれ算出した．統計学的解析には二要因（年齢群×回避条件）の反復測定分散分析を用いた．

【研究結果】

回避行動時の側方空間マージンに関しては， 年齢群および回避条件の有意な主効果および交互作用が認められ， 高齢者は若年者と比べて側方空間マージンが狭かった． また体幹回旋角度および区間 2 の歩行速度については， 年齢群と回避条件で有意な主効果が認められ， 若年者と高齢者では， 障害物を通過する角度や歩行速度が異なることが示された．また区間 1 における歩行速度では年齢群と回避条件の有意な交互作用が認められ，高齢者群でのみ， 回避条件間の歩行速度の有意差が認められた． なお側方偏移のタイミングと注視時間に関しては，有意な主効果および交互作用は認められなかった．

【考察】

本研究では，高齢者における回避行動の特徴として，狭い空間マージンで 直線的な軌道で障害物を通過する傾向があることが認められた．一方若年者では,障害物回避前の方向転換が認められ， 三次曲線様の軌跡であることが確認された． 本研究における回避行動の条件は， 方向転換などの側方移動が求められる課題である． 方向転換を伴う歩行動作は， 歩行路の変更のためにステップ位置を変更させる必要があり， 動的バランス機能が要求される課題である． したがって高齢者は， 方向転換に伴う不安定性を避けるために， 歩行開始からあらかじめ進行路を決め， 直進して障害物を通過する戦略を選択した可能性が考えられる．

一方で回避行動における注視時間は， 年齢群や回避条件によっても変わらず， 一定の注視パターンに収束しなかった． その要因としては， 中心視や周辺視といった個人間の戦略の違いによる影響がある可能性が示唆された．

【結論】

本研究では高齢者における歩行中の回避行動の特徴について， 運動学的側面と視覚認知の側面から若年者と比較した． その結果として高齢者は， 若年者と比べて， 異なる回避行動パターンを用いることが示され， どの回避条件においても空間マージンの狭い，衝突リスクを伴う回避行動戦略を選択する傾向があることが示された．

キーワード（５個以内）：高齢者，回避行動，注視

【Purpose】

Obstacle avoidance is important for walking in challenging environments such as outdoors or in crowds. This tactic requires spatial information obtained from visual sampling. Older adults select safer obstacle avoidance strategies. However, it remains unclear how they select their avoidance patterns and avert collision risk during avoidance in crowds. This study aimed to investigate obstacle avoidance strategy in older adults and under complex conditions such as with numerous obstacles and/or the presence of walkers.

【Methods】

We had a total of 26 participants: 12 young adults and 14 older adults. We subjected them to four conditions: one person, one walker, multiple people, multiple walkers. We used a three-dimensional motion capture system and eye tracking system to calculate the kinematic strategy of obstacle avoidance and visual sampling. The former was shown by lateral spatial margin and body rotation angle at the moment of obstacle avoidance, gait speed (within 1 m of the obstacle [area 1] and within 2 m of the obstacle [area 2]), and the timing of the maximum lateral shift during obstacle avoidance. For visual sampling, we calculated the gaze time in the direction of the obstacle. Two factors (two groups and four conditions) of repeated analysis of variance were used in statistical analysis.

【Results】

Significant main effects of groups, conditions, and interaction were observed via the lateral spatial margin. These results showed the older adults kept a narrower spatial margin than did the young adults. For body rotation angle and walking speed for area 2, there were significant main effects among the groups and conditions, and these results indicated differences of body rotation angle and walking speed between older adults and young adults. Walking speed for area 1 also showed a significant interaction between groups and conditions; this result indicated older adults changed their walking speed in that condition. However, the timings of the lateral shift and gaze time toward the obstacle were not significant.

【Discussion】

Narrow lateral spatial margin and straight trajectory of walking were characteristics of obstacle avoidance in the older adults in the study, while

the young adults changed direction of walking path and kept a wider lateral spatial margin. In the study's conditions, all participants required lateral shifting, such as a change direction of their walking path, and this motion required dynamic control of posture. Therefore, older adults selected to walk straight to the point of obstacle avoidance to avoid instability caused by changing their direction of walking path or stepping laterally. There was no difference of gaze time toward the obstacle for the young or older participants, which indicated that the strategy of visual sampling, such as using central vision or peripheral vision, differed depending on the individual.

【Conclusion】

This study investigated differences in obstacle avoidance strategies between young adults and older adults and in various avoidance conditions. The results showed that older adults adopted different strategies, and these brought risk of collision with stationary or walking people.

Key word: older adults, obstacle avoidance, gaze

1　論文内容の要旨は，研究目的・研究方法・研究結果・考察・結論等とし，簡潔に日本語で 1,500 字程度に要約する．併せて英語要旨も日本語要旨と同様に作成すること．

2　２枚目からも外枠だけは必ず付ける．

様式7-5　(博士)　別記第８号様式の１

博士論文審査の内容の要旨

報告番号	第　37　号	専　攻　理学療法学・作業療法学 教育研究分野　高齢者・地域健康科学 氏　名　志水　宏太郎
論文題名	歩行路の性質の違いに伴う回避行動戦略の 特徴変化について：若年者と高齢者間の比較研究 Comparative characteristics of obstacle avoidance strategy in young and older adults in various walking conditions	
審査委員	主査　教授　古名　丈人 副主査　教授　小塚　直樹 副主査　教授　太田　久晶 審査委員 准教授　坂上　真理	

高齢者が屋外や人混みなどの混雑環境を安全に歩行するためには，回避行動をとることが必要不可欠である．回避行動の遂行には，方向転換などの予測的な歩行動作のコントロールに加えて，視覚から得られる空間情報を適切に認識することが求められる．本研究は，高齢者における複雑環境下における回避行動を運動学的戦略と視覚認知の側面から検討し，その特徴を明らかにすることを目的に実施された．

研究方法として本研究では健常高齢者 14 名と若年者 12 名を対象にし，様々な回避条件下における歩行中の回避行動について，三次元動作解析装置と視線追跡システムを用いてその特徴について，年齢差と回避条件の違いの観点から比較，検討された．

研究結果として，若年者と高齢者との間には異なる回避行動のパターンがあることが明らかになり，若年者は三次曲線様の運動軌跡であるのに対して，高齢者では直線的な軌道で障害物にアプローチすることが示された．

以上の通り，本研究では，高齢者における回避行動戦略の特徴の一部が示され，高齢者が潜在的に有する回避行動時の衝突リスクが明らかになり，高齢者が屋外を歩行する際のリスクに対する注意喚起やリスク評価を行う上で重要な基礎的な知見が得られたと考える．

上記に加え，審査会において発表された研究成果および質疑応答を踏まえ，本研究はテーマが明確であり，独創性に富み，学術価値が高いなど博士の論文審査基準に照らし合わせ，審査委員会では本研究を博士（理学療法学）の学位論文に値するものと判断した．

※報告番号につきましては，　事務局が記入します．