

令和 3 年 5 月 15 日現在

機関番号：82626

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K24302

研究課題名(和文) 歩行速度の増加を要求される状況下での高齢者の転倒メカニズムの解明

研究課題名(英文) Dynamic stability during fast walking in elderly adults

研究代表者

肥田 直人(Hida, Naoto)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・産総研特別研究員

研究者番号：80850552

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、健常な若年者と高齢者を対象とした。通常および最大速度歩行時の重心の位置と速度を算出し、重心の動的安定性を評価した。その結果、通常および最大速度条件における重心の位置と速度は、若年者と高齢者のいずれにおいても動的安定領域より外に位置していた。最大速度条件での安定余裕に群間で有意差はみられなかった一方で、高齢者の重心は有意に前方に位置しており、これは群間の歩幅の違いに起因していることが考えられた。速度条件に寄らず高齢者の歩行中の重心は若年者と同程度前方に不安定であるが、最大速度での歩行時には、若年者と高齢者の間で歩幅の違いが顕著に表れることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果から、速度条件に寄らず高齢者の歩行中の重心は若年者と同程度前方に不安定であるが、最大速度での歩行時には、若年者と高齢者の間で歩幅の違いが顕著に表れることが明らかとなった。これらの結果は、高齢者の転倒メカニズムに対して動的バランス制御の観点から新たな知見を与えるものである。得られた知見は、高齢者の効果的な転倒予防トレーニングの確立につながる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to assess the difference in dynamic stability between young and older adults during normal and fast walking. Position and velocity of the center of mass (COM) were calculated in normal and fast walking in young and older adults. Boundaries of the region of stability were determined based on the COM position and velocity, and the margin to the forward boundary was calculated as the stability margin. Although no significant difference was detected in the stability margin, the COM for the older adults was significantly more anteriorly positioned during fast walking, which seems to result from their significantly shorter step length. These results suggest that older adults are dynamically unstable during fast walking as young are, although they walk with a shorter step.

研究分野：歩行分析

キーワード：歩行 高齢者 重心 動的安定性 転倒予防

#### 1. 研究開始当初の背景

高齢者における転倒は要介護状態を招く主たる要因であり、超高齢社会を迎えた我が国にとってその予防は喫緊の課題である。転倒は歩行中に最も頻繁に生じ、特にその6割近くが前後方向への転倒であることから、若年者と高齢者における歩行の前後方向の動的バランス制御の違いを明らかにすることは、転倒の効果的な予防に有用であると考えられる。

歩行中の動的バランス制御は、身体重心の位置とその速度により定義される重心の動的安定性によりこれまで定量的に評価されてきているが、転倒リスクの高い高齢者の歩行はむしろ動的に安定であることが報告されている。歩行速度と転倒リスクの間には相関があり、転倒ハイリスク者では歩行速度が低下している。つまり、高齢者に代表される転倒ハイリスク者は、ゆっくりと歩行することでより安定性を重視した歩行を選択していると考えられる。一方で、日常生活、特に転倒が多く報告されている屋外での歩行時には、横断歩道などの時間的制約から、ゆっくりと歩行することができない場面が多数存在する。つまり、時間的制約から歩行速度の増加を強いられる状況下において安定な歩行を実現できないことが、高齢者の転倒の要因として考えられる。しかしながら、高齢者が歩行速度を増加させた際の歩行の安定性はこれまで定量的に評価されておらず、歩行速度の増加を強いられる状況下において安定性が実際に低下するのかが明らかでない。

#### 2. 研究の目的

本研究では、通常および最大速度での歩行時の重心の動的安定性を定量的に評価することで、若年者と高齢者における歩行の前後方向の動的バランス制御の違いを明らかにすることを目的とした。

#### 3. 研究の方法

本研究では、健常な若年者と高齢者を対象とし、三次元動作解析装置を用いて通常および最大速度歩行時の身体重心の位置と速度を算出した。歩行中の身体重心の動的安定性を評価するために、足部離地の瞬間における動的安定領域を身体重心の位置と速度に基づいて定義し、動的安定領域までの最短距離を安定余裕として算出した。また、時間空間変数として歩行速度、歩幅、歩調を算出し、歩行特徴を評価した。

#### 4. 研究成果

本研究の結果、通常および最大速度歩行条件のいずれにおいても、動的安定性には若年者と高齢者の間で有意な差はみられず (Fig. 1)、高齢者の歩行中の身体重心は若年者と同程度前方へ不安定であった。一方で、最大速度歩行条件において、高齢者は若年者と比較して、身体重心において有意に前方に位置しており (Fig. 2)、歩幅は有意に小さかった (Table 1)。本研究の結果から、若年者では歩幅を大きくすることで歩行速度を大きくできる一方で、高齢者ではそのような調整が困難となり、若年者よりも身体重心位置が支持基底面に近接する結果となったと考えられる。前方にバランスを崩した際には、前方へ大きくステップをとることで転倒を回避する事が必要となる。最大速度での歩行時に歩幅を大きくできない高齢者では、そのような転倒回避が困難になることが示唆される。これらの結果から、最大速度歩行条件では、たとえ若年者と同程度前方へ不安定な歩行を呈したとしても、歩幅を大きく調整できない高齢者の方がより転倒リスクは高い可能性が示唆された。

本研究の結果は、高齢者の転倒メカニズムに対して動的バランス制御の観点から新たな知見を与えるものである。得られた知見は、効果的な転倒予防トレーニングの確立につながる。

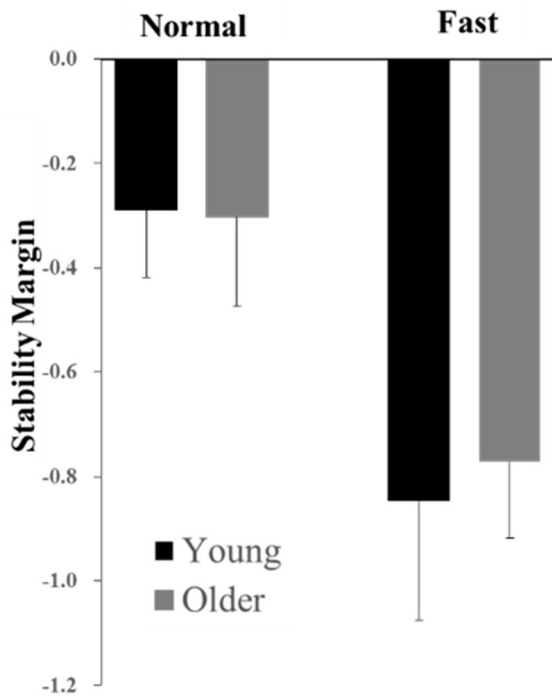


Fig.1 Stability margin at T0 for Young and Older adults in Normal and Fast walking conditions.

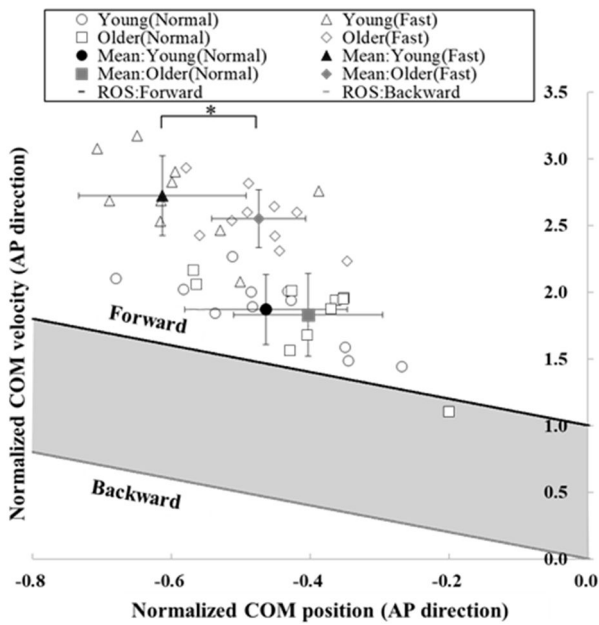


Fig.2 Normalized COM velocity at T0 with respect to normalized COM position at T0 for Young and Older adults in Normal and Fast walking conditions.

Normal				
	Young	Older	<i>p</i>	Cohen's- <i>d</i>
Walking speed (m/s)	1.43±0.22	1.39±0.25	0.687	0.18
Step length (m)	0.72±0.09	1.55±0.26	0.331	0.44
Cadence (steps/min)	59.50±3.35	60.98±7.62	0.736	0.15
Fast				
	Young	Older	<i>p</i>	Cohen's- <i>d</i>
Walking speed (m/s)	2.10±0.23	1.96±0.21	0.176	0.62
Step length (m)	0.86±0.07	0.77±0.10	0.028*	1.03
Cadence (steps/min)	73.58±7.23	76.93±4.64	0.227	0.55

Table 1 Spatiotemporal gait parameters

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 肥田直人, 藤本雅大, 小林吉之	4. 巻 34
2. 論文標題 最大速度での歩行時における重心の前後方向の動的安定性の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 システム制御学会論文誌	6. 最初と最後の頁 155-159
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 肥田直人, 藤本雅大, 小林吉之
2. 発表標題 最大速度での歩行時における重心の動的安定性の分析
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoto Hida, Masahiro Fujimoto, Yoshiyuki Kobayashi
2. 発表標題 Dynamic stability during fast walking in elderly adults: A pilot study
3. 学会等名 Sixteenth International Symposium on the 3-D Analysis of Human Movement (国際学会)
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
---------	---------