

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：57701

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06821

研究課題名(和文) 関節間シナジーに着目した加齢による歩行運動の変容とその対策の検討

研究課題名(英文) A studying of age-related changes of human walking from the viewpoint of joint synergy

研究代表者

垣内田 翔子 (Kaichida, Shoko)

鹿児島工業高等専門学校・電気電子工学科・助教

研究者番号：90638537

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：若年者との比較の結果から、高齢者のつまずき増加などの歩行運動の低下が関節間シナジーの変化に原因があるのか、それとも筋力の衰えなど関節間シナジーの変化以外の要因によるものなのか調べた。その結果、高齢者では歩行中の関節軌道のばらつきは大きくなるものの、足先位置のばらつきを抑える関節間シナジーの形成に衰えは見られなかった。このことは、高齢者が筋力の衰えなどに起因すると考えられる歩行の変化を関節間シナジーの動的変化によって補っていることを示唆する。

研究成果の概要(英文)：We examined whether the performance change such as increase in falls in older adults during walking is due to the decline of joint synergy function that adjusts the toe height or due to the increase of the variance of joint angles. Our results showed that the increase in variance of joint trajectory during walking with each step in aged subjects during walking is larger than in younger subjects. However, in both groups, joint synergies suppressed the variance of the hip position during the second double support phase and the toe height at the moment of minimum toe clearance, and no significant difference was found between them in the degree of the joint synergies over the stride period. These results suggest that older adults are suppressing the increase of the variance of the hip or toe position by changing the joint synergy.

研究分野：生体工学

キーワード：歩行 加齢 関節間シナジー

1. 研究開始当初の背景

若年者の歩行中の脚関節軌道は一步毎に若干異なっているが、遊脚中に足先が最も地面に近づく瞬間(Minimum Toe Clearance: MTC)などつまずきの生じやすい瞬間には、一步毎の足先の高さのばらつきを抑えるよう各関節の連携(関節間シナジー)が存在する。一方、高齢者では、このMTCの瞬間の足先の高さの一步毎のバラツキが大きくなることの報告があり、このことはつまずきによる転倒のリスクを高めていると考えられる。このような高齢者に見られる運動軌道のばらつきの増加が関節間シナジーの機能低下によるものなのか、関節間シナジーの機能低下ではなく、筋力低下の結果なのかについては明らかになっていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、加齢による歩行中の関節間シナジーの変化を明らかにし、加齢による歩行運動の衰えが関節間シナジーに原因があるかを探る。さらに、つまずきの多い高齢者の歩行中の転倒予防のためにどのようなりハビリが効果的であるかを考察する。

3. 研究の方法

70歳前後の高齢者及び20歳前後の若年者の平地歩行における脚関節軌道を計測し、一步毎の脚関節軌道を正規化し、歩行周期の各時刻における脚関節軌道のばらつきの分布をUCM (UnControlled Manifold) 解析によって解析した。それにより、歩行一周期中の各瞬間において、股関節に対する足先位置を調整する、股・膝・足関節の連携(関節間シナジー)を調べ、得られた結果から、高齢者と若年者の歩行中の関節間シナジーの活用の相違点を探り、加齢によりどのような変化があるのかを明らかにする。そのために、次の項目において研究を行った。

(1) 歩行中のどのような瞬間に股関節に対する足先位置や速度を関節間シナジーによって調整しているかという視点から、高齢者と若年者の相違点を調べることで、歩行制御のために関節間シナジーの活用が加齢による変化を明らかにする。

(2) 若年者との比較の結果から、高齢者のつまずき増加などの歩行運動の低下が関節間シナジーの変化に原因があるのか、それとも筋力の衰えなど関節間シナジーの変化以外の要因によるものなのかを明らかにする。

(3) (1), (2)の結果から高齢者のつまずきによる転倒予防や歩行中の関節の連携機能維持・回復のために、どのようなりハビリが効果的であるか関節間シナジーの視点から検討する。

4. 研究成果

(1) 若年者でも高齢者でも、平地での歩行中の脚関節軌道においても、トレッドミル上での歩行同様に、一步毎に若干異なっていた。しかし、後期両脚支持期(遊脚開始前)の体幹位置の調整に重要な時期や、遊脚中に足先が最も地面に近づく瞬間(MTC)などつまずきの生じやすい瞬間には、一步毎の足先の高さのばらつきを抑えるよう各関節の連携(関節間シナジー)が存在するという結果を得た。

(2) 高齢者では、遊脚中のMTCの瞬間に足先の高さの一步毎のばらつきが大きくなるとの報告があり、このことはつまずきによる転倒のリスクを高めていると考えられた。しかし、MTCの瞬間においては、70歳代の高齢者では、歩行中の関節軌道のばらつきは大きくなるものの、足先位置のばらつきを抑える関節間シナジーの形成に衰えは見られなかった。このことは、高齢者は、筋力の衰えなどに起因すると考えられる歩行の変化を関節間シナジー

による歩行制御によって補っていることを示唆する。また、歩行時の脚姿勢に伴う股関節に対する足先位置のばらつき増加について検討するため、身体の力学的特性によらない関節間シナジー生成の可能性を足先位置の可操作性から解析を始めた。その結果より、若年者において、後期両脚支持期から遊脚期初期にかけては、股関節に対する足先位置の高さに影響しにくい姿勢をしていることがわかった。今後は、前傾姿勢になりやすい高齢者の姿勢においても、若年者同様、歩行姿勢による歩行の安定化が行われているのについて検討を行う。

(3) 本研究期間では研究活動をスタートするに当たっての実験環境の構築が必要であったため、十分な計測データを収集し、解析を行うに至らなかった。そのため、被験者を増やした検討や、高齢者における歩行中の足先位置の可操作性について解析を進める予定である。また、具体的な高齢者の歩行中の転倒予防のためにどのようなリハビリが有効になるかについても、今後引き続き検討を行う。

5. 主な発表論文等 (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

橋爪 義光, 垣内田 翔子, 西井 淳, “歩行中の下肢関節間シナジーにおける足関節の寄与”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 52, No. 6, pp. 310-316, 2016.7.

〔学会発表〕 (計 1 件)

S. Kaichida, Y. Hashizume, N. Ogihara, J. Nishii, “Control strategy of biped walking of humans that has been acquired through evolution: from the view point of variance control”, The proceedings of the

second on skill science, pp3, 2015. 11.18. Yokohama, Japan.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.kagoshima-ct.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

垣内田 翔子 (KAICHIDA, Shoko)

鹿児島工業高等専門学校・電気電子工学科・助教

研究者番号: 90638537

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

西井 淳 (NISHII, Jun)

山口大学・大学院創成科学研究科・教授

研究者番号 00242040

武田 湖太郎 (TAKEDA, Kotaro)

藤田保健衛生大学・医療科学部・准教授

研究者番号 50618733

橋爪 義光 (HASHIZUME, Yoshimitsu)

九州情報大学・経営情報学部・講師

研究者番号 20779847

(4)研究協力者

なし