

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13082

研究課題名（和文）高齢者の転倒予防に向けた加速度歩行パラメータの解明

研究課題名（英文）Clarification of accelerometry-based gait parameters for fall prevention in community-dwelling older people

研究代表者

大坂 裕 (Osaka, Hiroshi)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：90550385

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、歩行中の体幹加速度を計測することにより高齢者の歩行能力の把握や転倒リスク管理の徹底化に寄与できる加速度歩行分析システムの構築を目指すことを目的として行った。足関節背屈制限を模擬的に付加して歩行した際、立脚後期における床反力鉛直成分が変化し、加速度歩行パラメータである自己相関関数ピーク比も床反力の変化に伴い対照群との有意な差を認めた。地域在住高齢者において、歩行速度と体幹加速度より算出した自己相関関数ピーク比が将来的な転倒リスクと関連が大きいことが明らかとなり、転倒群では非転倒群に比べて歩行中の足関節底屈・背屈角度、足関節角速度が有意に減少していることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加速度計を用いた歩行分析は、簡便性が利点として挙げられるが、得られる加速度歩行パラメータは歩行全体の特徴を示しており、詳細な歩行周期に対応した分析が行えない。本研究では、歩行中の足関節角度変化が歩行中の床反力、体幹加速度に変化を及ぼすことを明らかとし、歩行中の足関節角度変化を検出できる加速度歩行パラメータである自己相関関数ピーク比を算出した。また、地域在住高齢者の将来的な転倒リスクと加速度歩行パラメータの関連性を検証し、加速度計を用いて歩行計測を行い、歩行速度に加えて体幹加速度から算出した加速度歩行パラメータを測定することで高齢者の将来的な転倒リスクを検出できる可能性を明らかとした。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to construct a novel accelerometry-based gait analysis system and contribute to fall risk prediction of the elderly. The immediate effect shows that the restriction to ankle dorsiflexion changes the gait pattern of vertical ground reaction force and trunk acceleration in a phase from mid stance to terminal stance. Gait speed and Amplitude peak Ratio calculated from trunk acceleration during walking remained as significant predictors of 1-year prospective falls among community-dwelling older people. The ankle plantarflexion and dorsiflexion angle and ankle joint angular velocity during walking were significantly decreased in the faller group compared with the non-faller group. Gait analysis using an accelerometer might can predicts prospective fall risk in community-dwelling older people.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：転倒 歩行 体幹加速度 地域在住高齢者 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

本邦において、地域在住高齢者を対象とした転倒予防を含めた介護予防の必要性が高まっている。高齢者の転倒は、8割が歩行中などの移動時に発生するため、歩行能力の改善が転倒の予防に重要と考えられる。歩行分析には三次元動作解析装置や床反力計など大規模な計測機器が用いられているが、近年では加速度計など小型のウェアラブルセンサを用いることで簡便に歩行分析を行うことが可能となっている。加速度計を用いた歩行分析では、加速度計を腰背部に装着することで歩行中の周期的な重心運動を近似的に測定し、歩行時の体幹加速度信号を解析し歩行の規則性や対称性を示す歩行パラメータを算出する。歩行中の体幹加速度信号を解析して得られる歩行パラメータは、バランス能力や転倒歴との強い相関を示すものであるが、歩行全体の特徴を漠然と示しており、歩行動作の中のどの時期にどのような特徴があるかという詳細までは捉えられない点が問題として挙げられる。より具体的な歩行周期に対応して詳細に分析可能なシステムが構築できれば、簡便に詳細な歩行の状態を定量的に評価することが可能になると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、歩行中の体幹加速度信号と歩行中の下肢の関節角度や関節モーメントとの関連を明らかにし、高齢者の歩行能力の把握や転倒リスク管理の徹底化に寄与できる加速度歩行分析システムの構築を目指すことを目的として行った。

3. 研究の方法

(1)-①歩行中の足関節の関節角度制限が歩行中の体幹加速度および体幹加速度から算出される歩行パラメータへ及ぼす影響を検証するため、実験用短下肢装具を装着させ足関節の可動域制限を付加させた歩行動作を三次元動作解析装置と加速度計を用いて計測した。対象は若年健常者16人とした。実験課題は実験用短下肢装具を装着した快適歩行とし、実験条件は足関節制限なし、足関節背屈0°制限とした。歩行中の下肢関節角度、関節モーメント、床反力鉛直方向第2ピーク(FzP)、FzP出現時間(FzP-t)、体幹加速度鉛直方向成分より平均二乗平方根(RMS)、自己相関関数ピーク比(AR)を算出した。

(1)-②歩行中の膝関節の関節角度制限が歩行中の体幹加速度および体幹加速度から算出される歩行パラメータへ及ぼす影響を検証するため、実験用膝装具を装着させ膝関節の可動域制限を付加させた歩行動作を三次元動作解析装置と加速度計を用いて計測した。対象は若年健常者8人とした。実験課題は実験用膝装具を装着した快適歩行とし、実験条件は膝関節制限なし、膝関節伸展-30°制限とした。歩行中の下肢関節角度、関節モーメント、体幹加速度鉛直方向成分より平均二乗平方根(RMS)、自己相関関数ピーク比(AR)を算出した。

(2)-①加速度歩行パラメータと転倒リスクとの関連を検証するため、域在住高齢者を対象として歩行中の体幹加速度を計測するとともに、計測後前向き1年間の転倒の発生を調査した。対象は地域在住高齢者162人であった。前向き1年間の転倒有無を従属変数とし、質問紙調査結果、歩行速度、体幹加速度より算出される歩行パラメータを従属変数としたロジスティック回帰分析を行った。

(2)-②加速度歩行パラメータと転倒高齢者の歩容の特徴との関連を検証するため、歩行中の動画データより動作解析を行い転倒群、非転倒群の比較を行った。前向き1年間で転倒した高齢者(転倒群)9人、と転倒しなかった高齢者(非転倒群)9人を対象とし、歩行中の動画データより歩幅、ストライド長、歩行速度と、歩行時の初期接地、荷重応答期、立脚中期、踵離地、前遊脚期、爪先離地、遊脚中期、遊脚後期における各歩行周期出現時間、各歩行周期時の足関節角度を算出し、各歩行周期間の足関節角速度を算出した。測定した歩行時体幹加速度より、鉛直方向加速度自己相関関数ピーク比(AR)を算出した。

4. 研究成果

(1)-①足関節制限なし条件に比較して、足関節背屈0°制限条件にて歩行中の足関節背屈角度、底屈モーメント、FzP、FzP-tは有意に減少した。体幹加速度から算出した歩行パラメータであるARは有意に減少を認めたが、RMSは有意差を認めなかった(図1)。

(1)-②膝関節制限なし条件に比較して、膝関節伸展-30°制限条件にて歩行中の膝関節伸展角度、膝屈曲モーメントは有意に減少した。体幹加速度から算出した歩行パラメータであるARは有意に減少を認めたが、RMSは有意差を認めなかった。

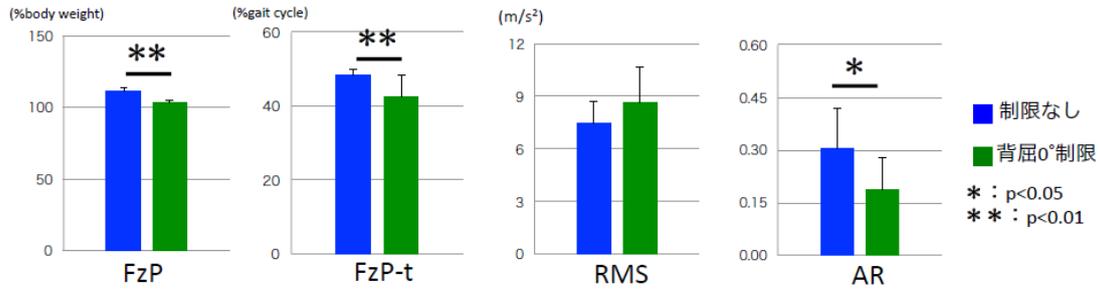


図1 足関節背屈制限による床反力、体幹加速度への影響

(2)-①1年間の前向き調査の結果、転倒群は19人(11.7%)、非転倒群は143人(88.3%)であった。転倒群と非転倒群にて、運動継続期間、運動効力感、疼痛箇所数、転倒歴、歩行速度、鉛直方向加速度自己相関関数ピーク比(AR)に有意差を認めた。ロジスティック回帰分析の結果、前向き1年間の転倒と関連する項目として歩行速度とARが抽出された(表1)。

表1 前向き1年間の転倒発生と関連のある項目

	回帰係数	Wald	95% CI	オッズ比	有意確率
歩行速度	-3.009	6.990	0.005 - 0.459	0.049	0.008
自己相関関数ピーク比	-3.886	4.114	0.000 - 0.88	0.021	0.043

(2)-②転倒群と非転倒群にて、歩幅、ストライド長、歩行速度に有意差は認めず、ARは転倒群で有意に小さかった。2群間にて爪先離地、遊脚中期の足関節角度に有意差を認め、踵離地から遊脚中期の足関節角速度に有意差を認めた。

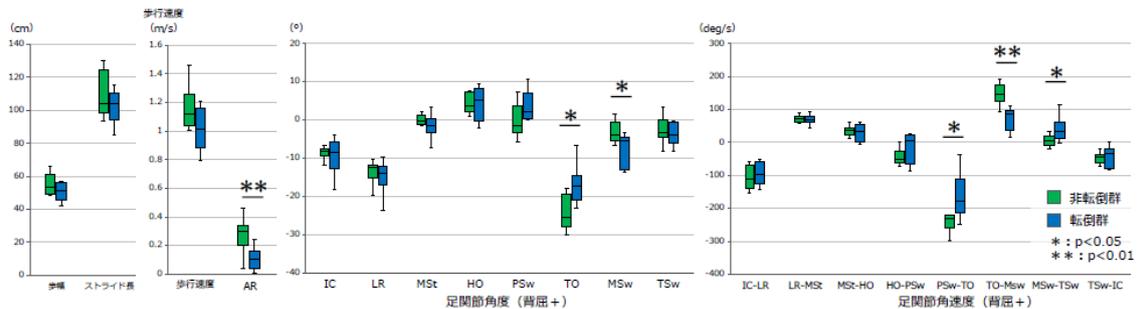


図2 転倒群と非転倒群における歩行パラメータおよび足関節角度・角速度

(1)の研究結果から、足関節背屈制限を模擬的に付加して歩行した際、立脚後期における床反力鉛直成分が変化することが明らかとなった。従来用いられている加速度歩行パラメータであるRMSの値に有意差はなかったが、ARも床反力の変化に伴い有意差を認め、足関節・膝関節の角度変化による歩容の変化を検出できる可能性が示された。

(2)の研究結果から、歩行速度と体幹加速度より算出した自己相関関数ピーク比が将来的な転倒リスクと関連が大きいことが明らかとなり、転倒群では非転倒群に比べて歩行中の足関節底屈角度、足関節角速度が有意に減少していることを示した。本研究の結果より、加速度計を用いて歩行計測を行い、歩行速度に加えて体幹加速度から算出した加速度歩行パラメータを測定することで高齢者の将来的な転倒リスクを検出できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 Hiroshi Osaka, Kozo Hanayama, Daisuke Fujita, Kenichi Kobara, Yosuke Yoshimura, Tadanobu Suehiro, Yusuke C Asada
2. 発表標題 Immediate effect of restricted ankle dorsiflexion on ground reaction force and trunk acceleration during walking
3. 学会等名 12th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大坂裕、藤田大介、小原謙一、吉村洋輔、末廣忠延、松本浩実
2. 発表標題 地域在住高齢者における歩行時足関節角速度は転倒と関連する
3. 学会等名 日本転倒予防学会第6回学術集会
4. 発表年 2019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