

平成30年6月5日現在

機関番号：34509

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01442

研究課題名(和文) 側方動作由来の歩容指標を用いた、高齢者の潜在的生活機能低下の評価

研究課題名(英文) Evaluation for Potential Physical Function Decline in Older Adults by the Gait Indices Derived from Lateral Trunk Motion

研究代表者

浅井 剛 (Asai, Tsuyoshi)

神戸学院大学・総合リハビリテーション学部・助教

研究者番号：50411880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：歩行時にヒトは二つの課題に同時に行うような環境に繰り返し晒される。このような環境において(二重課題歩行)、ヒトが歩行動作をどう適応させているのかを知ることは臨床的に重要である。本研究では二重課題歩行における下肢歩行指標と体幹動揺の関連性を調べた。対象者には課題を遂行しながら歩く二重課題歩行と課題なしの自由歩行の二条件を行ってもらい、その際の下肢歩行指標と体幹動揺を測定した。高齢者では時間に関連する歩行指標(ストライド時間の変化：足の運びの時間的ばらつき)が体幹動揺の振幅と変動と関連していた。他方、若年者では距離に関連する歩行指標(歩隔：左右の足の横方向の距離)の変化が体幹動揺と関連していた。

研究成果の概要(英文)：Individuals are exposed to repetitive dual-task-like situations in daily life, especially while walking. Thus, understanding how older adults adapt their walking-related motion under dual-task conditions is of clinical importance. The present study was conducted to investigate the association between dual-task-related changes (DT-changes) in lower-limb gait parameters and DT-changes in lower-trunk sway. Participants (older and younger adults) were asked to walk while performing an additional cognitive task, or with no additional task. During walking, lower-limb gait parameters and lower-trunk sway were measured using a photoelectric cell system and inertial sensors. In older adults, DT-changes in the temporal-lower-limb gait parameter stride time variability was mutually associated with DT-changes in lower-trunk sway. In contrast, in younger adults, DT-changes in the spatial-lower-limb gait parameter step width were mutually associated with DT-changes in lower-trunk sway.

研究分野：歩行分析

キーワード：歩行分析 二重課題

1. 研究開始当初の背景

● 歩行における体幹の側方動揺の重要性

高齢者の歩行機能の低下は、転倒や骨折など生活の質に大きな影響を与える可能性が高く、早期の診断・評価が非常に重要である。ただ、近年問題となっているロコモティブシンドロームなどの診断基準は、主観的な評価である質問紙の回答に依るところが多く、客観的な指標でその変化を捉えるには至っていない。

現在まで我々は高齢者の歩容変化に関する研究(加速度センサを用いた検討)を継続して行っており、高齢者の歩容変化は側方への動きとして特徴的に現れることが明らかとなっている(Asai et al, Gait Posture 2013)。他の研究でも体幹の側方動揺の変化は疾患による歩容変化と強く関連することが報告されている。また、歩行中の側方の姿勢制御はその他の方向よりも優先順位の高いことが示されている(Kavanagh et al, Gait Posture 2008)。つまり、体幹の側方動作の異常は、歩行における姿勢制御の破綻を意味しており、歩行動作分析においては側方に着目することが肝要である。

歩行の際に、体幹は頭部を運ぶ重要なプラットフォームであり、床面からの衝撃減衰に果たす役割は非常に大きい。体幹の動揺に関しては、体幹加速度に由来する指標が簡便で、高齢者の生活機能低下を表す有用な指標となる。側方の体幹動揺は注意機能や転倒恐怖感との関連性が我々の研究から明らかとなっており、従来の加速度由来の指標と比べ、より鋭敏に運動機能低下を捉えることができる(Asai et al, Gait Posture 2013)。

● 側方動作に影響を及ぼす要因

加齢に伴って生じる下肢の運動機能の低下、すなわち足部変形(外反母趾など)、足関節の不安定性、変形性関節症(膝関節・股関節)などは、複雑に絡み合って歩行における側方の動揺性を惹き起こすと考えられている。また、転倒との関連が指摘されている認知機能の低下は歩隔のバラツキ(変動)として表れることが報告されている(Maki BE, JAGS 1997)。しかし、こうした運動機能や認知機能の低下が体幹の側方動揺にどのような影響を与えるかを検討した研究はなく、安定した歩行となるための、体幹の側方動揺を効果的に減少させる運動や介入の方法は明らかになっていない。

● 3軸加速度センサによる歩行分析の弱点を補強する赤外線歩行分析装置

近年、赤外線を利用した歩行や走行中の足部の接地位置を二次元的に捉えることのできる歩行解析装置が開発され(赤外線歩行分析装置)、今まで測定できなかった複数歩の

足部接地位置の距離データを測定できるようになった。測定原理は、一定の間隔(1cm)で走らせた格子状の赤外線を遮断することで得られるデータから歩幅や歩隔を計算する、というものである。これは既存の圧電式マットを利用した装置とは異なり、赤外線を利用するため歩行路を選ばず測定が可能で、加速度センサによる歩行解析との相性も非常に良いという利点がある。また、測定が容易で、故障が少なく、多人数の測定に適している。

この赤外線歩行分析装置から得られるデータに3軸加速度センサによる指標を組み合わせることによって、今まで検討することが出来なかった複数歩の歩隔の変動と体幹の側方動揺との関連性を検討することが可能になる。

2. 研究の目的

地域在住高齢者を対象に、複数歩の歩容指標の変動(歩幅、歩隔、ストライド時間)と体幹の動揺との関連について検討することを目的とした。歩行条件は転倒リスクとの関連が指摘されている二重歩行条件での歩行とした。

3. 研究の方法

対象

歩行補助具を使用せずに歩行可能な65歳以上の地域在住高齢者および健常若年者を研究対象とした。問診表にて運動器の急性疼痛を訴えるもの、中枢性の神経症状を呈しているものは、対象から除外した。さらに、本研究においては、複雑な運動能力の評価として二重課題歩行を実施するため、認知機能の低下が疑われるものについても対象から除外した。

測定項目・方法

● 歩行計測: 3軸加速度センサおよびジャイロセンサを用いて歩行中の体幹の動揺を計測し、空間における体幹の軌跡を算出した(体幹動揺)。また、下肢に関連する歩行指標(歩幅、歩隔、ストライド時間)を、赤外線歩行分析装置を使用して計測した。また、歩行条件は、自由歩行と二重課題歩行(付加課題には、70から100の間でランダムに選択した数字からの逆唱を用いた)の2条件とした。

● 認知機能・精神状態評価: 手段的日常生活動作能力検査(老研式活動能力指標)、認知機能検査(Rapid dementia Scale)、転倒恐怖感(Fall Efficacy Scale)などを質問紙で計測した。

● 問診: 既往歴、転倒歴、関節痛、足部変形など

- 運動機能評価：Short Physical Performance battery、Timed up and goes、One leg standing、下肢筋力検査

統計解析

健常若年者と高齢者のそれぞれの対象において、二重課題の影響を検討するために体幹の動揺および下肢に関連する歩容指標の条件間比較を対応のある t 検定を用いて行った。また、体幹の動揺と下肢に関連する歩容指標との関連を検討するために、共変量に性別を投入した一般線形モデルを作成した。一般線形モデルの従属変数には、体幹の動揺の指標（体幹動揺とその変動）を別々に投入した。また各従属変数に対して、下肢に関連する歩容指標（歩幅、歩隔、ストライド時間とこれらの指標の変動係数）を全て強制投入した。統計学的有意水準は 5%未満とした。統計解析には JMP13 を用いた。

4. 研究成果

研究への参入基準を満たした高齢者 43 名（年齢：73.7 ± 6.1 歳）と若年者 27 名（22.7 ± 5.2 歳）が解析対象となった。対象者の属性を表 1 に示す。

表 1. 対象者属性

	高齢群 (n = 43)	若年群 (n = 27)
女性, n, %	27, 63	15, 56
年齢, y	73.7 (6.1)	22.7 (5.2)
身長, cm	155.0 (7.3)	164.6 (9.0)
体重, kg	53.3 (8.1)	57.6 (10.6)
高血圧, n, %	9, 21	-----
呼吸器疾患, n, %	1, 2	-----
心疾患, n, %	2, 5	-----
糖尿病, n, %	2, 5	-----

値は平均値（標準偏差）を示す。

自由歩行条件と二重課題歩行条件の条件間比較の結果を表 2 に示す。高齢群では、歩隔と歩幅の変動を除いた全ての歩行指標において二重課題遂行による影響が現れていた ($p < 0.05$)。一方、若年群では、ストライド時間、歩幅、歩隔の歩行指標が二重課題遂行の影響を受けていた ($p < 0.05$)。

表 2. 自由歩行および二重課題歩行における歩容指標

	自由歩行		二重課題歩行		p-値#
	平均	SD	平均	SD	
高齢群 (n = 43)					
歩行速度, m/s	1.39	0.20	1.29	0.26	< 0.01
体幹動揺, cm ²	7.48	3.78	8.98	4.83	< 0.01
体幹動揺変動, %	18.73	6.39	25.32	11.83	< 0.01
ストライド時間, s	0.96	0.07	1.12	0.19	< 0.01
ストライド時間変動, %	1.33	0.51	3.54	3.32	< 0.01
歩幅, cm	66.62	7.63	69.89	9.22	< 0.01
歩幅変動, %	3.38	1.26	4.85	1.56	< 0.01
歩隔, cm	10.45	2.79	10.46	2.94	ns
歩隔変動, %	27.95	10.27	31.04	14.06	ns
若年群 (n = 27)					
歩行速度, m/s	1.59	0.18	1.61	0.21	ns
体幹動揺, cm ²	9.57	4.22	9.93	4.20	ns
体幹動揺変動, %	20.08	9.16	18.37	9.35	ns
ストライド時間, s	0.97	0.05	0.99	0.07	0.03
ストライド時間変動, %	1.07	0.54	1.26	0.76	ns
歩幅, cm	76.37	6.06	78.95	5.46	< 0.01
歩幅変動, %	2.20	0.96	2.20	0.93	ns
歩隔, cm	8.27	2.42	9.25	2.76	< 0.01
歩隔変動, %	33.06	13.95	32.72	20.90	ns

#: p-値; t 検定 (自由歩行 vs 二重課題歩行). 二重課題では、歩行中に 70 ~ 100 からランダムに選択した数からの逆唱を行った。SD; 標準偏差

次に一般線形モデルの結果を表 3 に示す。高齢群では、時間に関連する下肢の歩容指標であるストライド時間変動の変化が二重課題による体幹の動揺の変化とその変動の変化に関連していた ($p < 0.05$)。他方、若年者では距離に関連する歩行の指標（歩隔：左右の足の横方向の距離）の変化が体幹動揺の変化と関連していた ($p < 0.05$)。

これらの結果から、高齢者では、二重課題による下肢の歩容変化のなかでも、時間に関連する指標であるストライド時間の変動の変化が体幹の側方動揺と関連していることが示唆された。この結果は一連の先行研究と同様の結果であり、ストライド時間のばらつきが転倒リスクと関連することを示した先行研究を支持する結果となった。すなわち、

高齢者では、二重課題条件と近い日常生活環境において、その影響が歩行中の下肢動作の時間的変動して現れ、その変化が体幹の側方への不安定性へとつながり転倒していると考えられる。ただし、本研究では、縦断的に転倒の発生を調査できておらず、その関連性については更なる検討が必要である。

表 3 体幹動揺および体幹動揺変動の一般線形モデルの結果

変数		標準回帰係数	p-値
高齢群			
△ 体幹動揺	性別	-0.421	0.003
	△ ストライド時間変動	0.831	<0.001
	△ 歩幅	-0.074	0.618
	△ 歩幅変動	-0.336	0.090
	△ 歩隔	0.000	0.998
	△ 歩隔変動	-0.118	0.394
△ 体幹動揺変動	性別	-0.036	0.803
	△ ストライド時間変動	0.594	0.005
	△ 歩幅	0.005	0.975
	△ 歩幅変動	-0.157	0.452
	△ 歩隔	-0.058	0.688
	△ 歩隔変動	0.232	0.122
若年群			
△ 体幹動揺	性別	-0.570	0.038
	△ ストライド時間変動	-0.111	0.620
	△ 歩幅	0.332	0.130
	△ 歩幅変動	0.016	0.937
	△ 歩隔	0.579	0.021
	△ 歩隔変動	0.474	0.103
△ 体幹動揺変動	性別	-0.219	0.449
	△ ストライド時間変動	-0.116	0.642
	△ 歩幅	-0.010	0.966
	△ 歩幅変動	0.213	0.337
	△ 歩隔	-0.103	0.692
	△ 歩隔変動	-0.078	0.801

値は自由歩行と二重課題歩行の変化量を表す。

一方で若年者では距離に関連する指標である歩隔と関連していることが示唆された。

ただし、若年者では歩容指標に対する二重課題の影響が小さかったことから、これらの関係性の臨床的重要性は低いと思われる。

本研究では、高齢者の対象者数が少なく (n=43)、フォローアップも十分に行うことができなかったため、生活機能の低下や転倒との関連についての検証は今後の検討課題となった。また、複数の課題を設定することが出来なかったため、課題の違いによる差異については検討できなかった。特に若年者においては十分な負荷となる課題の設定が必要であることから、今後の更なる検討が必要である。

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 件)

〔学会発表〕(計 1件)

高齢者における歩行時の foot placement とその変動性に関連する因子の検討
大島賢典、浅井剛、福元喜啓、久保宏紀、小山祥太

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅井 剛 (Asai Tsuyoshi)

神戸学院大学総合リハビリテーション学部・助教
研究者番号：50411880

(2)研究分担者

安藤 啓司 (Ando Hiroshi)
神戸常盤大学保健科学部・教授
研究者番号：30144562

小野 玲 (Ono Rei)
神戸大学医学部保健学科・准教授
研究者番号：30144562

福元 喜啓 (Fukumoto Yoshihiro)
神戸学院大学総合リハビリテーション学部・助教
研究者番号：30636121

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()