

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：34309

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25671005

研究課題名(和文) 虚弱高齢者にも安全に行えるバランスゲイトトレーニングの開発 - 多施設共同研究 -

研究課題名(英文) Development of Safe Balance and Gait Training Programs for Frail Elderly: A Joint Multi-center Study

研究代表者

村田 伸 (MURATA, Shin)

京都橘大学・健康科学部・教授

研究者番号：00389503

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：努力して出来るだけゆっくり歩くバランスゲイトは、通常歩行と比べて歩行速度、立脚時間、両脚支持時間、遊脚時間は有意に延長し、歩幅、ストライド長、ケイデンスは有意に減少した。また、バランスゲイト中の下肢筋活動は、最適歩行時と比べて有意に減少した。このことから、バランスゲイトは下肢に負荷の少ない歩行様式であることが示された。また、足趾把持力が強く開眼片足立ち保持時間が長い高齢者ほどバランスゲイトが優れていることが示された。さらに、週1回の頻度でバランスゲイトトレーニングを実施したが、介入群と統制群の身体機能に有意差は認められず、週1回の頻度では効果が不十分であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：After balance and gait training during which elderly participants walked as slowly as possible, the gait velocity and durations of the stance, double support, and swing phases significantly increased, while the step and stride lengths and cadence markedly decreased. Furthermore, during training, lower-limb muscle activity significantly decreased compared to that when walking at an optimal velocity, confirming its usefulness to develop gait patterns reducing burdens on the lower-limbs. Such gait patterns were observed more frequently among those showing a stronger toe grip and longer duration of standing on one leg with the eyes open. There were no marked differences in physical functions between the intervention and control groups after performing balance and gait training once weekly, indicating the necessity of increasing the training frequency to obtain sufficient effects.

研究分野：高齢看護学

キーワード：バランスゲイト 高齢者 介護予防

1. 研究開始当初の背景

現在、我が国では高齢者人口の飛躍的な増加にともない、加齢に由来するさまざまな問題（病気や怪我の増加、これに伴う医療費の高騰、介護負担、高齢者の生きがい問題など）の解決が社会のいろいろな場面で求められている。これら拡大するニーズに応えるために、老年看護学では研究者の関心だけに依拠した研究資料の収集や仮説検証型の研究だけでなく、研究対象と直接かかわりながら、しかも援助を第一の目的とする実践を通じた研究が行われている。しかしながら、高齢者とりわけ虚弱高齢者の歩行能力の改善や転倒予防に関する介入のポテンシャルはかなり高いにもかかわらず、我が国ではまだ十分にその具体的な取り組みや有効性が認知されているとは言い難い（村田ら，2010）。

これまでの歩行に関する先行研究では、「できるだけ速く歩いてください」の指示による最速歩行、あるいは「普段通りに歩いてください」の指示による最適歩行での分析が行われてきたが、「できるだけゆっくり歩いてください」の指示による超低速歩行に注目されたことはなかった。ゆっくりした動きで構成される太極拳は、高齢者の立位バランスを高め、転倒予防に効果を示すことがすでに検証されている（Gillespieら，2009）。しかしながら、体力が低下した虚弱高齢者にとって、太極拳を行うことは困難である。そこで申請者らは、虚弱高齢者にも安全に行える超低速歩行（バランスゲイト）に注目した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、このバランスゲイトをトレーニングとして応用し、虚弱高齢者でも安全に行えるバランスゲイトトレーニングを開発することである。

具体的には、まずバランスゲイトの運動学的メカニズムを客観的指標に基づき解明し、効果的なトレーニング方法を明らかにする。さらに、バランスゲイトトレーニングの効果判定（歩行能力の改善と転倒予防）をランダム化比較試験で検証し、看護場面で臨床応用可能にすることを目的とする。

3. 研究の方法

研究1：バランスゲイトの運動学的メカニズムの解明

バランスゲイトの運動学的メカニズムの解明は、健常成人（京都橘大学学生17名）を対象に行う。まず、健常成人を対象に幅20cm、長さ5mの歩行路をできる限りゆっくり歩行する（図1）。この歩行中の歩行パラメータ（速度・歩行率・歩幅・ストライド長・立脚時間・遊脚時間）をOPTOGAIT光学式歩行分析装置により測定する。同時に、下肢の代表的な筋（大腿直筋、大腿二頭筋長頭、前脛骨筋、腓腹筋内側頭）の活動は筋電図装置（表面筋電計テレマイオG2）で計測する。この測定値を最適歩行時の測定値と比較す

ることにより、バランスゲイトの運動学的メカニズムの特徴を明らかにする。



図1 計測風景

研究2：バランスゲイトトレーニングの有効性の検証

滋賀県野洲市、佐賀県小城市、福岡県福智町の地域在住高齢者199名のうち、欠損値なくベースライン調査が行えた184名を分析対象とした。

ベースライン時の測定項目は、バランスゲイトの他、大腿四頭筋筋力、足趾把持力、握力、30秒間椅子立ち上がりテスト（30-second chair-stand test:CS-30）、長座体前屈距離、開眼片足立ち保持時間、Timed Up and Go test（TUG）、老研式活動能力指標、Mini-Mental State Examination（MMSE）を実施した。

大腿四頭筋筋力は、ハンドヘルドダイナモメーターを使用して、椅子座位で椅子の支柱にベルトを連結し、下腿下垂位での等尺筋力を測定した。対象者は両上肢を胸の前で組み、体幹垂直位、膝関節90°屈曲位として、センサーパッドを遠位部に設置して測定した。

足趾把持力は、足趾筋力測定器を使用し、端座位で両上肢を胸の前で組み体幹垂直位、膝関節90°屈曲位で把持バーを足趾で把持しやすい位置に調整して測定した。

握力の測定には、デジタル式握力計を使用した。文部科学省新体力テストの実施要項に示された方法に従い、示指の第2関節が直角となるように握り幅を調節した。両足を左右に自然に開き、腕を自然に下げた立位姿勢とし、握力計が身体に触れないようにして最大努力にて握るように指示した。

CS-30は中谷らの方法に従い、肘かけのない高さ40cmの椅子を使用し、両上肢を胸の前で組んだ椅子座位で実施した。開始の合図

で椅子座位から膝関節が完全伸展する立位となり、再び着座するまでを1回とし、30秒間における合計回数を計測した。

長座体前屈距離は、デジタル式長座体前屈測定機器を使用した。文部化科学省新体力テスト実施要項に従い、壁に背と尻をしっかりとつけ、両足を揃えて、膝関節を伸展した長座姿勢で行った。

開眼片足立ち保持時間は、開眼片脚立位で姿勢保持できる時間について120秒を上限としてストップウォッチを用いて測定した。この際、対象者は体側に上肢をつけ2m先の印を注視するように指示し、上肢が体幹を離れる、支持脚の位置がずれる、または対側の足部が床につくまでの時間を測定した。

TUGはPodsiadloの方法に準じて、肘かけのない椅子に腰掛けた姿勢から立ち上がり、3m先のコーンを回って着座するまでの時間をストップウォッチで計測した。対象者は、この一連の動作を最大努力で行った。

老研式活動能力指標は13点満点で評価し、13の質問項目からなる「はい」、「いいえ」の2件法で回答を求めるものである。MMSEは30点満点で評価し得点が低いほど認知機能の低下を示す指標である。

バランスゲイトトレーニングは、ベースライン調査を実施した高齢者の中から、野洲市の生きがいサークルに参加している高齢者50名をランダムに抽出して実施した。当初の計画では、週3回の頻度で行う予定であったが、実施会場の都合等で週1回の頻度で12週間実施した。実施後、ベースラインと同様の測定を行い、効果判定を行った。



図2 バランストレーニング風景

4. 研究成果

研究1：バランスゲイトの運動学的メカニズムの解明

実施したバランスゲイトと最適歩行での歩行パラメーターと下肢筋活動の結果を表1と表2に示す。バランスゲイトの歩行速度、立脚時間、両脚支持時間、遊脚時間は最適歩行と比べて有意に延長し、歩幅、ストライド長、ケイデンスは有意に減少した(表1)。

また、バランスゲイトの立脚期ならびに遊脚期における単位時間当たりの筋活動は、最適歩行時と比べて大腿直筋、大腿二頭筋長頭、前脛骨筋、腓腹筋内側頭のすべてにおいて有意に減少した(表2)。

表1 最適歩行とバランスゲイトの歩行パラメーターの比較

	最適歩行	バランスゲイト	有意確率
歩行速度(m/sec)	1.3±0.1	0.3±0.1	p<0.01
ケイデンス(step/min)	58.2±4.2	19.2±15.0	p<0.01
立脚時間(sec)	0.7±0.1	2.9±1.0	p<0.01
遊脚時間(sec)	0.4±0.0	1.2±0.6	p<0.01
両脚支持時間(sec)	0.3±0.0	1.7±0.6	p<0.01
歩幅(cm)	64.4±3.8	47.9±6.1	p<0.01
ストライド長(cm)	129.1±7.4	96.6±13.5	p<0.01
平均±標準偏差			

表2 最適歩行とバランスゲイトの下肢筋活動の比較

	最適歩行	バランスゲイト	有意確率
立脚期	大腿直筋	397.5±238.4	21.6±13.6 p<0.01
	大腿二頭筋	128.9±62.2	17.1±6.1 p<0.01
	前脛骨筋	302.5±128.5	55.3±36.0 p<0.01
	腓腹筋	115.6±53.8	45.8±31.0 p<0.01
遊脚期	大腿直筋	397.5±238.4	26.1±18.9 p<0.01
	大腿二頭筋	128.9±62.2	14.5±4.7 p<0.01
	前脛骨筋	302.5±128.5	37.7±21.0 p<0.01
	腓腹筋	115.3±55.5	9.8±8.5 p<0.01
平均±標準偏差			

これらの結果から、バランスゲイトは下肢に負荷の少ない歩行様式であることが示された。

研究2：バランスゲイトトレーニングの有効性の検証

バランスゲイトに要した時間(幅20cm、長さ5mの歩行路をできる限りゆっくり歩いた時間)とその他の身体機能との関連性を分析すると、男性では、大腿四頭筋筋力、足趾把持力、握力などの上下肢筋力、および開眼片足立ち保持時間との間に有意な正相関が認められた。また、女性では上下肢筋力と開眼片足立ち保持時間の他に、CS-30、長座体

前屈距離、TUG との間にも有意な相関が認められた。なお、老研式活動能力指標と MMSE には男女ともに有意な相関は認められなかった (表 3)。

表3 バランスゲイト時間と身体機能との単相関分析の結果

	男性(n=43)	女性(n=141)
大腿四頭筋筋力	0.40 **	0.22 **
足把持力	0.51 **	0.43 **
握力	0.43 **	0.22 **
CS30	0.24	0.23 **
長座体前屈距離	0.30	0.21 **
片足立ち保持時間	0.48 **	0.33 **
TUG	-0.26	-0.28 **
老研式活動能力指標	-0.23	0.10
MMSE	0.17	0.04

** p<0.01

さらに、目的変数をバランスゲイト所要時間、説明変数を大腿四頭筋筋力、足趾把持力、握力、CS-30、長座体前屈距離、開眼片足立ち保持時間、TUG、老研式活動能力指標、MMSE とした重回帰分析のステップワイズ法 (変数減少法) を用いて、バランスゲイトと独立して関連する項目を抽出した。その結果、バランスゲイトと独立して関連があった項目は、男女ともに足趾把持力と開眼片足立ち保持時間であった (表 4・5)。

表4 バランスゲイトを目的変数とした重回帰分析(女性)

	標準偏回帰係数	標準誤差
足把持力	0.36	0.22 **
片足立ち保持時間	0.22	0.02 **
決定係数(R2乗)	0.23	

** p<0.01

表5 バランスゲイトを目的変数とした重回帰分析(女性)

	標準偏回帰係数	標準誤差
足把持力	0.30	0.33 **
片足立ち保持時間	0.31	0.05 **
決定係数(R2乗)	0.29	

** p<0.01

よって、足趾把持力が強く開眼片足立ち保持時間が長い高齢者ほど、バランスゲイトが優れていることが示された。言い換えれば、バランスゲイトは高齢者のバランス機能に重要な足趾把持力や立位バランス能力を高めるトレーニングとして応用できる可能性が示された。

バランスゲイトトレーニングは、実施した高齢者 50 名のうち、12 週間実施できた高齢者は 42 名であり、参加率は 84%と高かった。効果判定は、介入群で測定を行えた 39 名と統制群で測定できた 41 名について比較した。介入群の介入前後で CS30、開眼片足立ち保持時間、TUG の 3 項目に時間の主効果が認められ、介入後有意に測定値が向上した。また、統制群の CS30 と TUG にも時間の主効果が認められた。なお、有意な交互作用は認められず、群の主効果はすべての項目で認められなかった。これらのことから、本研究では週 1 回の頻度でバランスゲイトトレーニングを実施したが、週 1 回の頻度では効果が不十分であることが明らかとなった。

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 6 件)

(1) 大杉 紘徳, 村田 伸, 堀江 淳, 宮崎 純弥, 大田尾 浩, 久保温子, 八谷瑞紀, 溝田勝彦, 岩瀬弘明: 地域在住高齢者の各種歩行パラメータに関連する要因分析、ヘルスプロモーション理学療法研究、4 巻 1 号、31-35、2014. (査読有)、<http://doi.org/10.9759/hppt.4.31>

(2) 安彦鉄平, 村田 伸, 山崎康平, 小松直正, 米山智彦, 窓場勝之: 運搬方法が歩行パラメータに与える影響、理学療法科学 29 巻 1 号、147-149、2014. (査読有)、<http://doi.org/10.1589/rika.29.147>

(3) 岩瀬弘明, 村田 伸, 中井啓太, 田守康彦, 石川晴美, 中崎千秋, 窓場勝之: 高齢患者の畳上歩行における靴下着用の影響、保健の科学 56 巻 1 号、57-60、2014. (査読有)

(4) 岩瀬弘明, 村田 伸, 阿波邦彦, 松尾奈々, 米山智彦, 山崎康平, 小松直正, 重田裕子, 窓場勝之: 高齢患者の歩行パラメータと下肢筋力および ADL 能力との関連 (最速歩行と最大低速歩行時の比較)、理学療法科学 28 巻 3 号、347-350、2013. (査読有)、<http://doi.org/10.1589/rika.28.347>

(5) 安彦鉄平, 村田 伸, 山崎康平, 小松直正, 米山智彦, 窓場勝之: 歩行中の手の位置が歩行パラメータに与える影響、ヘルスプロモーション理学療法研究 3 巻 3 号、119-122、2013. (査読有)、<http://doi.org/10.9759/hppt.3.119>

(6) 八谷瑞紀, 村田 伸, 熊野 亘, 前田弘美, 能隅良子, 溝上昭宏, 浅見豊子: パーキンソン病患者における低速歩行と足趾把持力との関連、ヘルスプロモーション理学療法研究 3 巻 2 号、53-57、2013. (査読有)、

〔学会発表〕（計1件）

（1）山崎先也, 村田 伸, 大田尾 浩, 岡本啓, 小川耕平：地域在住後期高齢女性の下肢筋力とバランス能力が最大歩行速度に及ぼす影響、第69回日本体力医学会大会、2014年9月20日、長崎大学文教キャンパス（長崎市）。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村田 伸 (MURATA, Shin)
京都橘大学・健康科学部・教授
研究者番号：00389503

(2) 研究分担者

村田 潤 (MURATA, Jun)
長崎大学・医歯薬学総合研究科・准教授
研究者番号：00304428
山崎先也 (YAMASAKI, Sakiya)
富山大学・医学薬学研究部・教授
研究者番号：20352352
大山美智江 (OYAMA, Michie)
福岡県立大学・人間社会学部・研究員
研究者番号：40448816
甲斐義浩 (KAI, Yoshihiro)
京都橘大学・健康科学部・准教授
研究者番号：90632852