

有料高齢者施設における転倒予防を目的とした 歩行ポールプログラムの有用性研究

Research of the effectiveness of walking pole program
for fall prevention in paid elderly facilities

西村 典芳¹⁾

Noriyoshi Nishimura¹⁾

山中 裕²⁾

Yutaka Yamanaka²⁾

1) 関西国際大学
現代社会学部観光学科

2) 関西医科大学大学院
健康科学科

Key words : Fall prevention, walking pole, body composition, acceleration and gyro sensors

キーワード : 転倒予防、歩行ポール、体組成、体幹2点歩行動揺計

1. 諸言

公益財団法人介護労働安定センターの平成30年の報告によると、介護施設内における276事例の介護事故に対して最も多い事故は、転倒・転落・滑落が65.6%を占めている。また、傷病状況の内訳は、70.7%が骨折、19.2%が死亡となっている¹⁾。転倒は死亡にもつながる事象であり、転倒による死亡率は、高齢になるにつれて指数関数的に増大する。転倒は、死に至らなくても、転倒により生じる外傷、特に骨折は、身体機能に大きな影響を及ぼす深刻な問題である。

高齢者における転倒予防介入プログラムでは、歩行などの運動が有効であるとされ、歩行運動を含む複数要素が有効とされている²⁾。今回は有料高齢者施設において、簡単に持ち運びができ今後も継続して研究可能な実用性のある研究方法の確立を念頭に、本研究では被験者の仙骨部と胸椎部にジャイロセンサー付き加速度計を装着し転倒予防効果の評価を行うことにした。この加速度計は、10秒程度の短時間の計測で3次元の移動軌跡「前後動揺比」「前後幅」「着地時の腰への負荷」等を計測し、転倒予

防効果を定量的評価できる。実際に下肢装具歩行の身体動揺解析にも活用されている³⁾。

また、筋肉のトレーニング理論によると、筋肉の超回復はトレーニング後48～72時間休息をとることでトレーニング前の体力よりも向上するため、筋肉量の維持には週1回の運動が必要であり、増加には週2回以上の運動が必要とされている。我々は、和歌山県九度山町の研究⁴⁾や兵庫県多可町のウエルネスウォーキングの研究⁵⁾から、週1回の運動プログラムにおいては、参加者の動機付けにより日常の活動に変化が生じ、ロコモ度が改善されることを検証してきた。よって、本研究においてもプログラム参加による参加者の動機付け変化にも着目して調査を行うことにした。また、九度山町の研究の歩行ポールプログラムにおいて、2ヶ月に1回の頻度でも健康に関する動機付け効果により、歩幅の小さい群において、2ステップテストでの歩幅伸長の効果があった。本研究においても筋肉量向上の効果が期待され、転倒予防効果につながるのではと思われる。九度山町プログラムと同様に高齢者に動機付けを図る目的で、プログラム開始前や実施中は健康等

1) 関西国際大学現代社会学部観光学科
〒650-0006 兵庫県神戸市中央区諏訪山町3-1

2) 関西医科大学大学院健康科学科
〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1

連絡先：西村 典芳 n.noriyoshi8639@gmail.com

1) School of Contemporary Society Department of Tourism,
Kansai University of International Studies.

3-1, Suwayamacho, Chuo-ku, Kobe 650-0006 Japan

2) Department of Health Science, Kansai Medical University
2-5-1, Shinmachi, Hirakata, Osaka 573-1010 Japan

の話題をリーダーが参加者に語りかけながら、動機付けが起こるようにすることが重要と考える。

2. 目的

今回の研究は、高齢者が容易に中程度以上の運動強度で実施できる歩行ボールのプログラムとウエルネスウォーキングの動機付けの要素を組み合わせた転倒予防プログラムの有料高齢者施設における転倒予防の有用性の調査を行った。

3. 方法

有料高齢者施設エレガーノ摩耶（神戸市灘区〔一般居室〕134室〔介護居室〕96室）においても、転倒事故の発生は、居住者の高齢化に伴い、増加の傾向にあり、施設運営の最重点課題となっている。本研究では、エレガーノ摩耶において新たに開発した転倒予防プログラムの有用性を調査した。開発した転倒予防プログラムは、エレガーノ摩耶周辺は海拔0m地帯のため、高齢者が容易に中程度以上の運動強度で実施できる歩行ボールのプログラムを採用した。九度山町研究と同様に、高齢者に動機付けが起こるように、プログラム開始前や実施中は、健康等の話題をリーダーが参加者に語りかけながら実施した。高齢者の安全性の観点からウエルネスウォーキングの要素である目標心拍数を一般的には「180-年齢」を上限に設定し慣れていない者は「160-年齢」を上限になるように歩行の速さを調整する歩き方⁶⁾やトレーニング⁷⁾が推奨されており、本プログラムにおいても取り入れた。

1) 調査対象者候補の募集とプログラム参加実績

エレガーノ摩耶において、健康セミナーを行い、転倒予防歩行ボールプログラムへの参加者を募集し、調査協力の同意が得られた入居者を調査対象者候補とした。転倒予防歩行ボールプログラムは、歩行ボールを用いて中強度の運動を課して、月に1回の頻度で約60分、6回実施した。調査は、介入前と

3ヶ月後と6ヶ月後に体組成変化や歩行分析による転倒可能性の改善効果等を調査した。下記が、全プログラムの参加実績であった。

第1回 2018年9月19日、参加者数24名

第2回 2018年10月17日、参加者数20名

第3回 2018年11月21日、参加者数17名

第4回 2018年12月19日、参加者数19名

第5回 2019年1月16日、参加者数14名

第6回 2019年2月20日、参加者数16名

2) 分析対象者

第一回の参加者24名（男性4名、女性20名：82.1±5.3歳）であった。分析対象者は、6回のプログラムに参加したエレガーノ摩耶入居者14名（男性3名、女性11名：80.7±4.8歳）とした。今回の調査は、有料高齢者施設のため、居住者に参加の強制ができないため、全プログラムの参加者は14名となった。第一回の参加者と分析対象者の年齢と性別に対して、対応のない母平均の差の検定で、群間差の確認をt検定にて行った結果、有意な群間差は確認されなかった。この研究は、神戸山手大学倫理委員会の審査を受け実施した。

3) 調査項目

プログラム期間における全身の骨格筋量の変化を体組成計（TANITA社製、デュアルタイプ体組成計RD-E04）を用いて評価した。

前後左右の動揺度、着地時の腰への負荷等が計測できる体幹2点歩行動揺計（マイクロストーン社製「THE WALKING THE WALKING MVP-WS2-S」）を用いて歩行の測定を行い、転倒予防の効果を評価した。

体幹2点歩行動揺計は、歩行中の背骨の動きを測定するために、2つの8ch加速度センサーとジャイロセンサー（図1）を被験者の仙骨と椎骨位置に専用のベルトにて取り付けて、3次元の移動軌跡を測定する。「前後動揺比」上部体幹の前後動揺量に対する下部体幹の前後動揺量の割合、「前後幅」は上体体幹における前後幅、「衝撃（L）」左足接地時に下部体幹に加わる加速度の上下方向成分の最大値、「衝撃（R）」右足接地時の同様の最大値が算出できる。モーションキャプチャシステムやフォース



図 1：体幹 2 点歩行動揺計の装着部位

プレートと比べ同等の歩行能力評価の妥当性と信頼性が検証されている⁸⁾。

動機づけの効果を確認するために POMS2 (Profile of MoodStates 2、以下 POMS2) と SF36v2 を用いて調査した。POMS 2 は調査対象者の気分を評価するための気分プロフィール検査であり、対象者の一時的な気分、感情の状態を測定できる質問紙で、「怒り敵意」「混乱当惑」「疲労無気力」「抑うつ落ち込み」「緊張不安」「活気活力」「友好」の 7 項目の気分尺度を評価することが可能である⁹⁾。SF36v2 は、生活の質を測定する尺度であり、8 つの下位尺度と、身体的健康 [PCS]、精神的健康 [MCS]、役割/社会的健康 [RCS] の 3 コンポーネント・サマリー・スコアで構成されている¹⁰⁾。

4) 実施プログラム内容

ウォーキングプログラムは、エレガノ摩耶の集会室に午後 13 時に集合し受付終了後、血圧測定と体調のヒアリングをしたのち参加判断を行い、健康の動機付けの話をした (図 2)。その後、歩行ポールを配布し使い方の確認をして、なぎさの湯までのコース (約 2 km) を中程度の強度で 60 分歩行し (図 3)、クーリングダウンを行い終了とした。ウォーキングプログラム第 1、3、4 回目のプログラム実施前に、各調査項目を測定した。

5) 解析方法と倫理委員会審査

解析方法は、エクセル統計 (Bell Curve for Excel) Ver.2.15 を用いて調査項目のデータベースを作成し分析した。対応のあるすべての項目につい



図 2：健康の動機付けの話の様子



図 3：歩行ポールでのウォーキングの様子

て、介入前・3 ヶ月後・6 ヶ月後対して一元配置分散分析を行い、Bonferroni 法で多重比較にて群間差の検定を行った。調査全体における 2 変数間の相関係数は、ピアソンの積率相関係数を用いて算出した。統計的有意水準は 5 % 以下とした。

4. 結果

1. 介入前と 3 ヶ月後と 6 ヶ月後の比較

筋肉量は、介入前に対して 3 ヶ月後と 6 ヶ月後で有意に増加した。気分の変化の POMS2 においては、活気活力が 3 ヶ月後に対して 6 ヶ月後で有意に増加した。その他の項目については、有意な変化は確認できなかった。SF36v2 においても、有意な変化は確認できなかった (表 1)。

転倒可能性の改善効果を体幹 2 点歩行動揺計の

表 1 体組成、POMS2、SF36v2の結果

平均±SD	介入前	3ヶ月後	6ヶ月後
筋肉量 (kg)	34.1±4.8	35.3±4.8*	35.5±5.2**
POMS2			
怒り敵意	1.79±2.81	1.93±2.99	1.93±2.68
混乱当惑	1.78±1.82	2.71±1.83	2.07±2.12
抑うつ落ち込み	2.14±1.55	2.21±1.90	1.86±1.92
疲労無気力	2.93±2.81	2.14±1.85	2.00±2.95
緊張不安	3.29±2.22	3.71±2.19	3.00±2.17
活気活力	9.07±3.31	7.21±4.63	9.50±4.60☆
友好	9.64±3.60	8.93±3.63	.00±3.07
SF36v2国民標準値			
身体機能	38.2±15.9	38.0±15.9	40.8±11.8
日常役割機能(身体)	45.2±10.9	43.6±10.3	43.4±9.3
体の痛み	51.7±9.7	51.4±7.9	51.0±8.1
全的健康感	44.8±7.4	44.8±8.4	44.2±4.5
活力	49.6±12.8	51.0±12.0	50.1±11.7
社会生活機能	51.6±9.7	48.3±8.6	49.2±7.4
日常生活機能(精神)	48.1±9.5	48.1±8.4	44.5±9.7
心の健康	55.6±7.0	55.3±5.1	53.4±8.0

介入前に対して*: P<0.05、**: P<0.01、3ヶ月後に対して☆: P<0.05

表 2 体幹2点動揺計のデータ結果

平均±SD	介入前	3ヶ月後	6ヶ月後
前後動揺比	1.45±0.46	1.60±0.54	1.71±0.54*
前後幅 (cm)	24.84±8.17	23.59±8.52	20.64±6.82*
衝撃 L(m/ss)	9.62±2.80	8.76±1.82	8.86±2.18
衝撃 R(m/ss)	8.74±2.27	6.88±1.52*	7.89±2.70

*p<0.05 (介入前に対して)

データで検証した。歩行時の前後動揺比が、介入前に対して6ヶ月後で有意に増加した。歩行時の上体体幹の前後幅は介入前に対して6ヶ月後で有意に減少した。歩行時の着地の衝撃は、右足において介入前に対して3ヶ月後で有意に減少した。左足は有意な差が確認されなかった。(表2)。

2. 各指標に対する相関分析

筋肉量に対して各指標の相関分析を行った結果、POMS2の怒り敵意、抑うつ落ち込み、疲労無気力に有意な正の相関、SF36v2の身体機能に有意な負の相関性があることが確認された(表3)。

表 3 筋肉量と各指標との相関

		筋肉量	
		相関係数	相関確率
POMS2	怒り敵意	0.474	p<0.01
	混乱当惑	0.152	n.s.
	抑うつ落ち込み	0.354	p<0.05
	疲労無気力	0.430	p<0.01
	緊張不安	-0.112	n.s.
	活気活力	-0.015	n.s.
	友好	-0.203	n.s.
SF36v2国民標準値	身体機能	-0.398	p<0.05
	日常役割機能(身体)	0.006	n.s.
	体の痛み	-0.199	n.s.
	全的健康感	-0.310	n.s.
	活力	-0.223	n.s.
	社会生活機能	-0.307	n.s.
	日常生活機能(精神)	-0.131	n.s.
	心の健康	0.262	n.s.

5. 考察

今回のプログラムにおいて、筋肉量が、介入前に比べ、3ヶ月後と6ヶ月後で有意に増加したことは、歩行ボール運動を含む動機付けプログラムの動機づけによるものと推され、大きな成果だと思われる。生理学的には、筋肉量の維持には週1回の運動が必要であり、筋肉量の増加には週2回以上の運動が必要と言われているが、我々は、和歌山県九度山町の研究⁴⁾や兵庫県多可町のウエルネスウォーキングの研究⁵⁾から、週1回の運動でも、ウエルネスウォーキングを介した動機付けにより日常の活動に変化が生じ、ロコモ度が改善されることを検証してきた。また、3か月後には有意に増加したが、6か月後にはさらなる増加が認められなかった。これは、今回のプログラムでの改善の限界があることが推察されるが、改善後の筋肉量が維持できる可能性を示している。

筋肉量に対して、感情の指標POMS2と生活の質の指標のSF36v2との相関分析を行った結果、POMS2については、筋肉量が増加すると有意に怒り敵意、抑うつ落ち込み、疲労無気力の点数も増加することが確認された。SF36v2については、筋肉量が増加すると、有意に身体機能が減少することが確認された。この傾向は、今までのウエルネスウォーキングプログラムの結果と異なる^{4,5)}。梶本は疲労

をもたらす疲労因子と疲労回復を促す疲労回復因子を定義し、疲労因子には歩行等の運動、疲労回復因子には、森林浴によるゆらぎによる効果等があると述べている¹¹⁾。今回のプログラムは、歩行ポールを用いて筋肉量を強化できるように運動強度が高くなるように設定していたため、従来のウエルネスウォーキングプログラムより疲労因子が増強され、そして街中でのプログラム実施のため、今までのウエルネスウォーキングプログラムに含まれていた森林浴等の疲労回復因子が含まれていないことが起因していると思われる。

気分の変化のPOMS2において、活気活力が3ヶ月後に対して6ヶ月後で有意に増加したことは、活気活力の増加により参加者の日常生活変容が起こり、3ヶ月後に対して6ヶ月後も筋肉量が維持できた可能性がある。しかし、これについてはさらなる詳細な分析が必要と思われる。

体幹2点動揺計のデータにおいては、歩行の前後動揺比が、介入前に対して6ヶ月後が有意に増加した。前後動揺比が増加するのは、以前の歩行よりつまずきにくい歩き方になったと考えられる。その理由として、腰の動揺軌跡の前後振幅をA、背中の動揺軌跡の前後動揺振幅をBとすると、前後動揺比はA/Bとなり、等速で歩行する際、上部体幹（背中、胸椎）はほぼ等速で前方に動き、前後への動揺は小さくなる。一方、下部体幹（腰、仙骨）は接地から立脚中期では減速し、立脚後期から次の接地までは前方に加速する。よって、下部体幹の活性が高く歩行中に骨盤の前後傾が円滑に切り替わる場合、この傾向が高まり、前後動揺比A/Bは増加することになる。歩行時における下肢の振り出し先行研究では、足関節筋足底力と股関節屈折力が関与しており、足関節足底筋により、床面を蹴り下肢を前方に蹴った後、床面から足趾離地時から股関節屈筋の活動により下肢を前方に押し出すと報告されている^{12-14,16)}。

そのことから、この変化を生じた要因としては、特に腹横筋などの体幹まわりの筋力向上や腰背部の緊張の低減が考えられる。反対に、前後動揺比A/Bが低値の場合、骨盤が前後に動きにくいことが考えられ、膝も曲がらず、つま先が低い位置を通るのでつまずき易くなると推察される。今回、前後動揺比が向上したということで、骨盤の前後傾が切り替わ

り易く、膝は曲がり易く、つま先は高い位置を通り易くなり、つまずき系転倒の予防効果が改善したと推察される⁸⁾。また、歩行の前後幅は介入前に対して6ヶ月後が有意に減少した。この前後幅は上部体幹における前後幅であり、この前後動揺幅が減ったということは、上部体幹が無駄な加減速をしないで等速で動けるようになったことを示しており、上部体幹においても、歩行の改善ができていると推察される。そして、歩行時の着地の衝撃は、右足は減少した。これは、特に右足の着地時の腰や膝への負担が減少する傾向があり、膝のケガ等の予防につながる可能性があると考えられる。しかしながら、歩行運動は左右脚のバランスが重要な動作であるため、左右の衝撃の差については、今後さらなる調査が必要であると思われる。

今回の研究において、転倒予防プログラム実施により、筋肉量が増加して歩行分析の結果も改善された。しかしながら、転倒予防効果が予測されただけで、実際の転倒予防効果が検証された訳ではない。引き続き、エレガーノ摩耶での転倒実績を収集し、転倒の減少につながっているかどうかを確認する必要がある。また、その改善のメカニズムもまだまだ不明点もあるが、転倒予防プログラム実施により、被験者のウエルネスは向上したことにより、有用である可能性がある。

6. 結論

今回のプログラムの実施により、筋肉量が増加し、体幹2点歩行動揺計の計測により、歩行時の右足着地の衝撃は減少し、膝への負担が有意に減少し前後動揺比が向上し、つまずき系転倒の予防効果が改善した。また、歩行の前後幅も減少し、上部体幹が無駄な加減速をしないで等速で動けるようになり、上部体幹においても、歩行の改善が示唆された。これらのことから、高齢者が容易に中程度以上の運動強度で実施できる歩行ポールのプログラムとウエルネスウォーキングの動機付けの要素を組み合わせた転倒予防プログラムは、有料高齢者施設において転倒予防効果の可能性のあるものと考えられる。

引用文献

- 1) 公益財団法人介護労働安定センター：介護サービスの利用に係る事故の防止に関する調査研究事業。平成29年度老人保健事業推進費等補助金老人保健健康増進等事業報告書，3-4，2018.
- 2) 大高洋：高齢者の転倒予防の現状と課題，日本転倒予防学会誌，1：11-20，2015.
- 3) 相馬俊雄・丹保信人：体幹ベルト付き下肢装具歩行の身体動揺，臨床バイオメカニクス，38：373-378，2017.
- 4) 西村典芳・山中裕：地域包括ケアとウェルネスウォーキング～和歌山県九度山町における参加者の身体機能変化調査より～，神戸山手大学紀要，20：115-125，2018.
- 5) 西村典芳・山中裕：兵庫県多可町のウェルネスウォーキングによる動機付けとロコモ改善効果の研究，ウォーキング研究，22：17-20，2018.
- 6) 大井玄：森林医学Ⅱ，pp50，朝倉書店，2009.
- 7) 古関信行・Angela S：クアルト入門 気候療法・気候性地形療法入門～ドイツから学ぶ温泉地再生のまちづくり～，pp85-88，書肆犀，2012.
- 8) Ito T, Nozawa H, Okada S, et al.: Development of walking ability evaluation method with accelerometer and gyro meter. New Ergonomics Perspective ISBN978-1-138-02751-0: 25-29, 2015.
- 9) 横山和仁編著：POMS 短縮版 手引と事例解説，金子書房，2005.
- 10) Fukuhara S, Bito S, Green J, et al.: Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. Journal of Clinical Epidemiology, 51(11): 1037-1044, 1998.
- 11) 梶本修身：すべての疲労は脳が原因，pp62-83，集英社，2016.
- 12) Eng JJ, Winter DA.: Kinetic analysis of the lower limbs during walking what information can be gained from a three-dimensional model. J Biomech, 28: 753-758, 1995.
- 13) McGibbon CA.: Toward a better understanding of gait changes with age and disablement. Exerc Sport Sci, 31: 102-108, 2003.
- 14) Neptune RR.: Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. J Biomech, 34: 1387-1398, 2001.
- 15) Whittington B, Silder A, Heiderscheit B, et al.: The contribution of passive-elastic mechanisms to lower extremity joint kinetics during human walking. Gait Posture, 27: 628-634, 2008.

(受付日2019年8月2日、受理日2020年9月5日)