

すり足運動と足踏み運動後の身体バランスに及ぼす検討

－すり足運動と足踏み運動後の身体バランス反応－

松田 雅弘¹⁾, 越田 専太郎²⁾, 宮高 恵樹¹⁾, 高梨 晃¹⁾, 野北 好春¹⁾,
川田 教平¹⁾, 兎澤 良輔¹⁾, 遠藤 元宏¹⁾, 塩田 琴美³⁾, 橋本 俊彦⁴⁾

了徳寺大学・健康科学部・理学療法学科¹⁾

了徳寺大学・健康科学部・整復医療・トレーナー学科²⁾

早稲田大学・スポーツ科学学術院³⁾

了徳寺大学・医学教育センター⁴⁾

要旨

【はじめに】すり足の特徴は、重心位置が低く、足部が床面より離れることなく、前後左右へ移動可能なことである。すり足運動がバランス練習に有効ではないかと考え、すり足と足踏み運動前後の重心動揺を比較した。

【対象および方法】対象は研究の説明を行い、了解を得た健常成人20名(平均年齢21.7歳)を、すり足運動群と足踏み運動群に分けた。重心動揺計上で、運動介入前後で閉足立位を開眼30秒間と最大重心前後移動を行った。運動介入は各群5分間のすり足または足踏み運動を行った。統計処理は2元配置分散分析を用い、介入前後の比較には対応のあるt検定を実施した。

【結果】各重心動揺項目で課題間と介入前後間で有意な交互作用が認められた。すり足運動群は介入前後で有意に重心動揺が減少した。最大重心移動で交互作用がなかったが、運動前後で有意な主効果があった。

【考察】すり足運動では静止立位の重心動揺が有意に減少し、最大重心変位面積も増大した傾向から、重心を低く安定させ、足趾を利用した移動方法のため重心動揺に変化があったものと考えられる。

キーワード：すり足、足踏み、姿勢制御、立位バランス、運動

Comparison of Shuffling and Stepping Exercises in Balance Training

Tadamitsu Matsuda¹⁾, Sentaro Koshida²⁾, Shigeki Miyajima¹⁾, Akira Takanashi¹⁾, Yoshiharu Nogita¹⁾,
Kyohei Kawada¹⁾, Ryosuke Tozawa¹⁾, Motohiro Endo¹⁾, Kotomi Shiota³⁾, Toshihiko Hashimoto⁴⁾

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Ryotokuji University.¹⁾

Department of Judotherapy and Sports Medicine, Faculty of Health Science, Ryotokuji University.²⁾

School of Sport Sciences, Waseda University³⁾

Medical Education Center, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University.⁴⁾

[Purpose] Features of a shuffling gait include low center of gravity and the ability to move forwards, backwards, to the right, and to the left, while both feet remain in contact with the floor which is thought to be an effective balance exercise. This study compared changes in center of gravity fluctuation before and after shuffling and stepping exercises.

[Subjects and Method] 20 healthy adults, all without any significant medical history who provided informed consent (mean age: 21.7 yrs), were divided randomly into forward-backward step exercise and shuffling exercise groups. Postural balance was measured with a stabilometer during two trials, each of 30 second duration, under the conditions of static upright posture with eyes open and maximum transfer length, before and after an exercise session of 5 minutes. Differences among groups and measurements before and after shuffling and stepping exercises were analyzed by repeated two-way ANOVA measurements and paired t-tests with $P < 0.05$ deemed significant.

[Results] A significant mutual interaction was observed between the pre- and post-intervention period and the trial period for each center of gravity motion condition. There was a significant decrease in the center-of-gravity fluctuation in the feet shuffling exercise group pre- and post-intervention. Although there was no mutual interaction at the maximum center-of-gravity motion, there was a significant main effect between the pre- and post-intervention periods.

[Conclusion] Since there was a significant reduction in the center of gravity fluctuation in a static standing position with shuffling exercise, and since there was a tendency for a large increase in the maximum center-of-gravity surface area, it is considered that the change in center-of-gravity fluctuation was the result of stabilization due to the method of movement using the toes which kept the center of gravity at a low level.

key words : shuffling, stepping, postural control, standing balance, exercise

I. 目的

日本の文化的な移動方法として、現代で行われている歩行ではなく「すり足」による移動手段があるが、現代では武道や舞踊でのみ用いられる限定的な移動手段となっている。また、すり足とは異なるが日本伝統的な移動手段として「なんば歩き」があり、同側上肢・同側下肢の体幹・骨盤の同側回旋を利用した移動手段である¹⁾。武道における移動も同様の同側回旋を利用しているため、足底面が離れないだけで「なんば歩行」の移動動作に近似している。このように日本には歩行とは異なる立位姿勢を維持したままの移動手段が昔から多用されていたが、現在は特殊な競技または演技のみでしか使用されていない。西洋文化の浸透とともに日本固有の歩行動作に変化があり、現在の歩行が主たる移動動作となった。現在、歩行に関する研究は数多くされているが、日本古来の移動動作であるすり足に関する報告は数少ない。すり足が移動に不利であれば、動作自体が過去に多用されなかったと考えられる。すり足移動には移動手段として、なんらかの利点があったものと考えられる。

すり足の運動学的な特徴は、股関節軽度屈曲位・膝関節軽度屈曲位・足関節背屈位を維持した状態で行うため、前脛骨筋は常に強い活動を続け、下腿三頭筋は活動なく、内側広筋は持続した活動がみられる²⁾。和式歩行である「すり足」の特徴は、①前方踏出しが推進力である②どの歩行相においても膝を伸展しない③最低限の部位しか動かさない静的な歩容、体を捻らない歩容④急ぐ歩行ほど歩幅が小さく、小股になることが挙げられている³⁾。さらに、通常歩行は母趾に足圧中心が抜けるのに対して、すり足歩行での足圧中心は、踵から小指球へ抜ける。このように通常の歩行動作と異なる点が多く、特徴的な移動手段であることが考えられる。重心の上下移動が少ないことから、舞踊での華麗さや、武道で相手の懐に飛び込むスピードの速さ、相手に気づかれないようにする点からも大きな意味を成すと考えられる。

すり足歩行は高齢者の転倒の原因歩行としての認識が一般的であるため、最も行ってはいけない動作と

して位置づけられる⁴⁾。転倒の定義は「自分の意志からではなく、地面または低い場所に足以外のからだの一部が接触した場合」とされ、3割前後の高齢者が転倒を経験している⁵⁾。高齢者では加齢に伴い重心移動が安定しなくなり、歩行時などで転倒などの事故を引き起こす。平成20年版『高齢社会白書』によると、介護保険制度における要介護者または要支援者と認定された者において、介護が必要になった原因の第3位は「転倒・骨折」が10.8%を占めている⁶⁾。住環境との関連で転倒が発生した報告⁷⁾があり、すり足で歩くことによって転倒するとした理由が1番に挙げられる。転倒による高齢者の骨折が多いことは、骨折後の医療費の使用は大きな医療負担を生み、家族への介護負担も大きくする。国家的な医療費問題のなかで、高齢者の転倒に関する問題は喫緊の課題である。現在、行政の多くは転倒予防教室などを積極的に開催し、高齢者の転倒に取り組んでいる。高齢者の転倒で足部が床面より離れなく、段差につまずいて転倒する事故もみられる。すり足は最も行ってはいけない運動として、注意を喚起される運動の1つである。転倒の相対的な危険度は筋力低下 (Relative Risk; 以下RR=4.4)、転倒歴 (RR=3.0)、歩行機能低下 (RR=2.9)が高く、他に視力障害、関節炎、ADL障害、認知機能障害、年齢80歳以上と関連する⁸⁾。高齢者の転倒要因の大きな割合を占めている身体的要因は、可変因子であることに運動介入の重要な意味がある⁴⁾。Load⁹⁾も、運動介入後に介入群と対照群との間で転倒率には差が見られなかったが (RR=0.99, 95% CI [confidence interval]=0.65-1.50)、参加率75%以上のグループでは、転倒率が低くなる傾向が観察された。このように転倒予防対策は昨今数々の報告があり、結果のあった報告もみられるが方法は統一されておらず、今後超高齢化社会になるにあたり、有効な運動療法の普及は必要である。そこで、すり足運動は重心の安定化する機構と、足部の効率的な動きが特徴である。そのため、その身体機能の活性化するようすり足運動が、バランス練習に有効ではないかと考えられる。すり足移動を促進するのではなく、すり足を運動療法の1項目として取り入れることで、重心の不安定性を改善することが可能となると考えられ、そのことで歩行など移動時の安定性につながる。

すり足運動の効果を検討するために、足踏み運動とすり足動作前後の重心動揺を比較し、重心の変動の変化について検討することを今回の研究の目的とする。そのことで高齢者の転倒予防運動にすり足動作を取り入れることが可能かの予備的な研究として、健常若年成人を対象にすり足運動の効果検討を実施した。

II. 対象と方法

1) 対象

対象は神経・整形外科的な疾患の既往のない右利き健常成人20名(21~23歳, 平均年齢21.7歳; 男性8名, 女性12名), 身長163.1±9.3cm, 体重61.4±11.3kgであった。すべての対象者にインフォームドコンセントを行い、了解を得た。その群をランダムに振り分け、すり足運動群10名 (22.0±1.0歳; 167.6±8.8cm; 62.1±9.9kg) と、足踏み運動群10名 (22.0±0.6歳; 161.7±7.0cm; 56.6±8.0kg) の2群に分けた。

2) 方法

被験者に運動介入前に重心動揺計 (GS31-P; ANIMA社製) の上で、裸足で安静閉足立位を開眼30秒間求めた。さらに同様の肢位で踵が離地しない程度に最大前方重心移動を10秒間促したあと、足趾が離地しない程度に最大後方重心移動を10秒間促した。両検査ともサンプリング周波数20Hzにてデータを取り込んだ。

その後、図1-1、1-2に示すように50cm幅の距離をすり足にて前後に動くすり足運動と、50cm幅の距離の足踏み運動を、各群5分間に0.8Hzの頻度で運動を行った後、重心動揺計上で運動前と同様の計測を行った。

重心動揺解析項目を、重心点が移動した全長を表す総軌跡長、動揺速度を示す単位軌跡長、移動した重心点の幅を表す実効値、周期変化の大きさの比較に用いられる実効値面積、重心動揺軌跡によって囲まれる内側面積を示す外周面積、X・Y軸の最大幅で囲まれた面積の矩形面積、X方向（左右）軌跡長、Y方向（前後）軌跡長、X方向単位軌跡長、Y方向単位軌跡長とした。また、最大前方重心移動と最大後方重心移動は前後左右の最大の面積を示す矩形面積と、重心動揺の前後方向の中心の変化、重心動揺の周波数別の面積とした。周波数の面積は低周波、中周波、高周波の3種類と設定した。

統計解析は、重心動揺の検査項目の比較は2元配置の分散分析を実施し、交互作用を認めた場合は要因毎に分けて検定を行い、主効果が有意であった要因ではTukey HSDによる多重比較検定を用いて比較検討を行った。介入前後の変化量の比較には対応のあるt検定を実施した。



図1-1 すり足運動
足底面を離さず、前後に移動する。



図1-2 足踏み運動
足を高く挙げて、前後に移動する。

図1 すり足運動と足踏み運動の実施方法

統計にはSPSS. Ver16.0 (Windows)を用いて、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

開眼におけるすり足運動群と足踏み運動群の重心動揺検査の結果を表1に示した。その結果、すり足運動群と足踏み運動群では、総軌跡長、単位軌跡長、X方向軌跡長、X方向単位軌跡長、Y方向軌跡長、Y方向単位軌跡長で課題間と介入前後間の項目で有意な交互作用が認められた ($p < 0.05$)。介入前後間では有意な主効果は認められなかった。すり足運動群は運動介入後で動揺を示す項目の減少がみられるものの、足踏み運動群では介入後に増加していた。対応のあるt検定を行った結果、すり足群では介入前後で総軌跡長、単位軌跡長、X方向軌跡長、X方向単位軌跡長、Y方向軌跡長、Y方向単位軌跡長にて有意な重心動揺の減少が認められた ($p < 0.05$)。だが、足踏み運動群では介入前後にて、有意差が認められなかった。

最大重心移動の矩形面積、Y方向での中心動揺偏位、Y方向での重心動揺のパワー領域の結果を表2に示

した。交互作用は認められなかったが、運動の前後で有意に主効果が認められた ($p < 0.05$)。また、矩形面積においてすり足運動群では約9cm²増加していたが、足踏み群では約2.5 cm²と増加傾向が小さかった。各周波数の前後方向の分析を行った結果、すり足群で大きな揺れ（周波数が小さい）が減少し、中等度の揺れが増加する傾向があったが、足踏み群では各周波数とも変化がなかった。

IV. 考察

今回、5分間のすり足運動と足踏み運動の運動介入前後において、閉足立位での重心動揺の変化について研究を行った。現在、高齢者における転倒予防教室では主に足踏み運動などの運動が取り入れられているが、すり足運動を取り入れている報告はない。すり足は古くから日本文化に適応した移動手段であったが、現在は段差に躓く、高齢者で行ってはいけな歩き方としてすり足歩行が取り上げられることが多い。だが、すり足運動は股関節・膝関節軽度屈曲位のため重心位置が低く、足の運びにも特徴のあることを活かして運動介入として取り入れられないかの検討を行った。今後は高齢者でさらに検討を行っていく計画である。

閉足立位での総軌跡長、単位軌跡長などの重心動揺を表す項目に関して、すり足運動群と足踏み運動群で交互作用が認められた（表1）。特に前後方向、左右方向ともに交互作用が認められた（表1）。さらにその群のなかで介入前後の検討をした結果、すり足運動群で有意に減少したが、足踏み運動群では増加した

表1 開眼時のすり足運動、足踏み運動前後での重心動揺変化

	すり足運動群 (n=10)		足踏み運動群 (n=10)	
	運動前	運動後	運動前	運動後
総軌跡長(cm)	44.5±6.6	39.1±7.2*	28.8±4.9	31.8±6.7
単位軌跡長(cm/秒)	1.48±0.22	1.30±0.24*	0.96±0.16	1.06±0.22
単位面積軌跡長(1/cm)	29.3±15.0	29.2±9.4	27.8±13.6	23.0±8.8
X方向軌跡長(cm)	32.2±6.0	27.9±7.6*	19.7±4.4	22.1±5.5
X方向単位軌跡長(cm/秒)	1.07±0.20	0.93±0.25*	0.66±0.15	0.74±0.18
Y方向軌跡長(cm)	24.1±4.4	21.6±2.4*	16.5±3.5	17.9±5.2
Y方向単位軌跡長(cm/秒)	0.80±0.15	0.72±0.08*	0.55±0.12	0.60±0.17
矩形面積(cm ²)	5.09±2.66	3.76±1.88	3.66±2.09	4.12±2.23
外周面積(cm ²)	1.88±0.82	1.46±0.57	1.37±0.83	1.66±0.88
実効値(cm)	0.64±0.23	0.55±0.13	0.55±0.22	0.62±0.23
実効値面積(cm ²)	1.44±1.08	1.00±0.50	1.08±0.82	1.35±0.99

(注) mean±SD

総軌跡長、単位軌跡長、X方向軌跡長、X方向単位軌跡長、Y方向軌跡長、Y方向単位軌跡長で課題間と介入前後間の項目で有意な交互作用が認められた ($p < 0.05$)

*対応のあるt検定において有意差 ($p < 0.05$) を認めた項目

が有意差は認められなかった（表1）。これは、静止立位での重心動揺が変動したことはすり足運動では重心位置が低く、足底面が離れない移動方式が、静止立位での重心の安定に寄与したものと考えられる。すり足動作の特徴として移動に重心の上下の変動が少ないことが挙げられる³⁾。正常歩行では重心の上下移動は約4~5cmの正弦曲線を描き、1歩行周期に2回の変動がみられる¹⁰⁾。すり足移動による重心移動の平均に関しては今まで報告はないが、武道や舞踊などの動きから、重心動揺が大きいと、ヒトの動きに変動があると攻撃の有無を相手に知らせたり、動きの華麗さが十分に伝わらなくなる。すり足移動には上下の重心移動は統計学的な数値は歩行と比較して十分報告はされていないが、歩行時よりも低いことが考えられる。重心移動の低い動作を繰り返すことによって、静止立位での重心動揺が減少したことが考えられる。特に、重心移動の面積ではなく、重心総移動距離の前後・左右方向の細かな重心変動が減少したことから、安定した立位姿勢の保持が可能となったことが考えられる。和式歩行である「すり足」の特徴は、どの歩行相においても膝を伸展しなく、最低限の部位しか動かさない静的な歩容³⁾であるため、身体の安定化に最適な動作であることが考えられる。

最大重心変動に関しては、すり足と足踏み運動での効果はみられたものの、交互作用は認められなかった（表2）。運動することにより、高齢者の重心動揺の改善やバランス能力の改善に関しては、多数の報告がみられる^{11), 12)}。高齢者では最大前方・後方の重心変動を促すと、重心動揺が大きくなり、前後移動範囲が減少する¹³⁾。運動の介入により、その重心動揺が低下し、重心移動範囲が拡大することが考えられる。特に足踏み運動よりも、すり足運動において効果的な重心動揺の結果がでたことは、すり足運動の特徴によると考えられる。

今回、成人若年者ですり足運動と足踏み運動介入前後の重心動揺を比較した結果、すり足運動後で有意に重心動揺が減少した。また、両運動で運動後に重心動揺面積が拡大した。両運動とも重心の移動距離の増大につながったが、安静立位時の重心の変動にはすり足運動後において効果があった。今後は健常高齢者、虚弱高齢者にすり足運動実施前後での重心変動について検討し、すり足運動が転倒予防運動の一部に

表2 最大前方移動と最大後方移動での最大重心移動の比較

	すり足運動群 (n=10)		足踏み運動群 (n=10)	
	運動前	運動後	運動前	運動後
矩形面積(cm ²)	60.2±13.2	69.2±17.6	47.4±11.6	50.9±18.7
Y方向動揺中心変位(cm)	-1.98±0.93	-1.78±1.0	-1.33±1.13	-2.32±1.45
Y方向動揺パワー領域 A 面積比(%)	42.3±4.8	39.6±4.8	48.1±5.1	47.8±4.4
Y方向動揺パワー領域 B 面積比(%)	39.7±3.7	42.6±2.9	36.2±4.2	36.7±4.9
Y方向動揺パワー領域 C 面積比(%)	18.0±4.4	17.8±5.0	15.7±6.7	15.52±4.7

(注) mean±SD

なりえるか否かの検討をおこなっていきたい。

V. 謝辞

今回協力して頂いた被験者の皆様に心から謝辞を申し上げます。また、数多くのご指導を頂いた理学療法学科教員に謝辞を申し上げます。私自身、小学1年より剣道を行っており、多くの時間を掛けて、剣道を含め生活全般を指導して頂いた文京学院大学女子中学校高等学校、中学校校長、一貫部校長の永作 誠一郎先生に心からの謝辞を申し上げます。

文献

- 1) 矢野 龍彦, 金田伸夫, 織田淳太郎(2003) ナンバ走り, 光文社, 東京. 53-88.
- 2) 藤原 素子(2006) 運動プログラムの開発 (1) 一ステップアップ体操の理論・成り立ちとその効果の検討一. 奈良女子大学文学部研究教育年報. 2, 25-33.
- 3) 山根 一郎(2007) 日本人の歩き方. 相山人間学研究. 1-5.
- 4) 金憲 経(2011) 転倒予防のための運動介入の効果と課題. 日老医誌. 48, 39-41.
- 5) 岡田 修一(2007) “転倒予防とバリアフリー” を考える: 体力・運動機能の維持・向上の観点から. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要. 1 (1), 143-150.
- 6) 内閣府(2008) 平成20年版高齢社会白書, 佐伯印刷株式会社, 大分. 22-24.
- 7) 土井 有羽子, 上野 昌江, 和泉 京子(2010) 自宅で生活する高齢者の転倒の実態と住環境との関連. 大阪府立大学看護学部紀要. 16(1), 1-8.
- 8) American Geriatrics Society, British Geriatrics Society(2001) American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention : Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am GeriatrSoc.49,664-672.
- 9) Load SI, Ward JA, Williams P et al(1995) The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women : A randomized controlled trial. J Am GeriatrSoc.43,1198-1206.
- 10) 中村 隆一, 斎藤 宏(2010) 基礎運動学 第6版, 医歯薬出版, 東京. 361-420.
- 11) 谷田 惣亮, 分木 ひとみ, 柴田 奈緒美ほか(2011) 地域高齢者の運動介入によるバランス機能の変化. 佛教大学保健医療技術学部論集. 5, 1-12.
- 12) 加藤 真由美, 小松 佳江, 泉 キヨ子ほか(2008) 施設高齢者の転倒予防のための運動プログラム (全身版) の開発のその効果. 日本看護研究学会雑誌. 31 (1), 47-54.
- 13) 丸山 仁司(2004) 高齢者リハビリテーションの動向. 理学療法科学. 19 (3), 163-167.

(平成23年12月15日稿)

査読終了年月日 平成24年1月7日