

## 異なる靴下条件下での畳上歩行の特徴

### - 健常成人女性を対象とした検討 -

## Walking on tatami under conditions characteristic of different socks in healthy adult women

岩瀬 弘明<sup>1)</sup> 村田 伸<sup>1)</sup> 田守 康彦<sup>2)</sup>

藤田美和子<sup>2)</sup> 中井 啓太<sup>2)</sup> 石川 晴美<sup>2)</sup>

中崎 千秋<sup>2)</sup> 窓場 勝之<sup>2)</sup> 宮原 洋八<sup>3)</sup>

HIROAKI IWASE<sup>1)</sup>, SHIN MURATA<sup>1)</sup>, YASUHIKO TAMORI<sup>2)</sup>,

MIWAKO FUJITA<sup>2)</sup>, KEITA NAKAI<sup>2)</sup>, HARUMI ISHIKAWA<sup>2)</sup>,

CHIAKI NAKAZAKI<sup>2)</sup>, KATSUYUKI MADOKA<sup>2)</sup>, HIROYA MIYABARA<sup>3)</sup>

要旨：本研究の目的は、畳に対する靴下の影響を明らかにするため、異なる靴下条件下での畳上歩行について検討することである。方法は、健常成人女性16名を対象に、裸足、保温靴下、滑り止め靴下を履いてもらい、畳上での最速歩行を計測した。歩行分析は、光学式歩行分析装置を用いて歩行パラメーターを計測した。また、下肢筋力の代表値として大腿四頭筋筋力と足把持力を評価した。歩行条件別に歩行パラメーターを比較した結果、有意な群間差は認められなかった。さらに、歩行条件別に歩行パラメーターと身長、体重、下肢筋力との関係を検討した結果、保温靴下条件のみ有意な相関が認められ、その他の条件には有意な相関は認められなかった。これらのことから、保温靴下以外の歩行条件は、健常な成人にとって課題の難易度が低すぎたと考えられ、対象者の持てるパフォーマンスを最大限に評価できていない可能性が示された。

キーワード：靴下，畳，転倒

### I. 緒 言

高齢者の転倒は、骨折や転倒後症候群（Murphy J & Isaacs B1982）を誘発する可能性が高く、日常生活活動（Activities of Daily Living：ADL）や生活の質（Quality of Life：QOL）の低下を導く重要な健康問題として注目されている。わが国における地域在住高齢者を対象とした報告（Yasumura et al 1994, 1996, Aoyagi 1998）によると、1年間に1回以上転倒した高齢者の

割合は15.2～19.4%であり、実に65歳以上の高齢者の5～7人に1人が、1年間に1回以上転倒を経験している。

転倒の要因は、高齢者個人が抱えている身体的要因を主とする内的要因と、不適切な生活環境要因を主とする外的要因に大別される（Nickens 1985）。内的要因は、①視力、聴力、姿勢変化、筋力低下など、加齢に伴う虚弱性変化、②循環器要因（起立性低血圧など）、

受付日：平成24年9月30日、採択日：平成24年11月8日

1) 京都橘大学 健康科学部理学療法学科

Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

2) 社会福祉法人京都博愛会 京都博愛会病院

Department of Rehabilitation, Kyoto Hakuai Hospital

3) 西九州大学 リハビリテーション学部

Faculty of Rehabilitation Sciences, Nishikyushu University

神経系要因（パーキンソン病，認知症など），筋・骨格系要因（骨粗鬆症，変形性関節症など）などの身体要因，③薬物によるもの，などを指す（猪飼 2004）。一方，外的要因とは床の状態（滑りやすい床，まくれた絨毯），段差や障害物，手すりの有無，履物など，さまざまな環境要因に起因する場合を指す。これまでの転倒要因に関する研究において，外的要因の関与は加齢とともに減少し，内的要因の比重が増加していくことが報告（Nickens 1985）されており，転倒に関する報告は内的要因に着目したものが圧倒的に多い。しかしながら，転倒の発生には単一の要因だけでなく，多要因が重層的に関与していると考えられる。

転倒発生状況は，活動的な日中に，寝室や居室，台所などの屋内で，立ち上がり動作や着座動作，歩行や方向転換などの動作中に，躓いたり滑ったりして転倒することが多い（Cumming & Klineberg 1994, Michelson et al 1995, Nyberg 1996）。また臨床経験上，在宅高齢者の多くは和式生活を好む一方で，靴下を履いた状態で畳上を歩いたり，立ち上がった際に転倒したというケースを経験する。このことから，高齢者の和式生活による外的転倒要因として，靴下が影響しているのではないかと仮説を立てた。そこで本研究は，畳に対する靴下の影響を検討するため，異なる靴下条件下での畳上歩行について検討した。

## Ⅱ．対象と方法

### 1．対 象

下肢に病的機能障害が認められない健常成人女性16名を対象とした。対象者の平均年齢は $30.3 \pm 8.7$ 歳（平均 $\pm$ 標準偏差）であった。なお，対象者には研究の目的や方法を十分に説明し，同意を得た上で研究を開始

した。

## 2．方 法

### ①測定機器

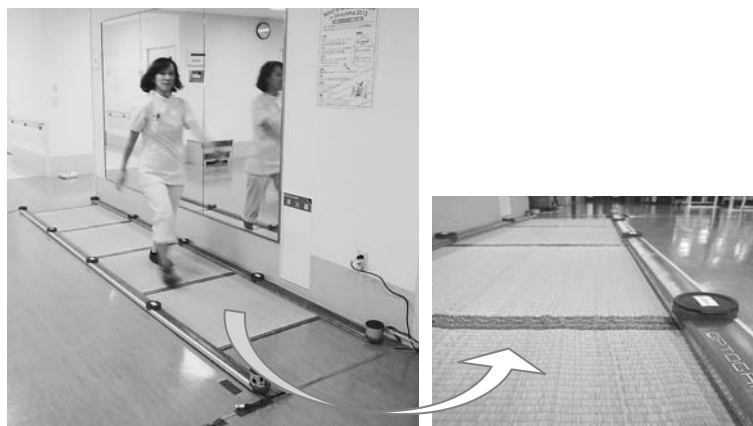
歩行分析は，光学式歩行分析装置 OPTOGAIT（MICROGATE 製）を使用した（図1）。OPTOGAIT は床面から3mmの高さで10mmごとに高感度光学センサーが配置されており，左右に並べた2本1対のセンサーバーの間を歩行する。この装置は，人の歩行解析に必要な歩幅や重複歩距離などの距離因子，歩行速度などの速度因子，立脚時間や遊脚時間などの時間因子を収集するシステムである。

### ②測定項目と測定方法

測定は，光学式歩行分析装置による歩行分析と，下肢筋力の指標として大腿四頭筋筋力と足把持力を評価した。

歩行分析装置は，畳様の敷物を縦目に設定し，対象者には，裸足，保温靴下，滑り止め靴下を履いてもらい（図2），順不同で歩いてもらった。なお，歩行条件は最速歩行とし「できるだけ速く歩いてください」との口頭指示にて施行した。歩行開始時と歩行終了時の加速と減速を考慮し，測定区間（5m）の1m手前から測定区間の1m奥までの計7mを歩行区間とした。分析対象とした歩行パラメーターは，歩行速度（1秒間に進む距離），歩行率（1秒間の歩数），歩幅（踵接地位置から反対脚の踵接地位置までの距離），立脚時間（歩行周期中の足が地面に接地している時間），遊脚時間（歩行周期中の足が地面から離れている時間），加速度である（中村 2001, Neuman 2005）。

大腿四頭筋筋力の測定には，ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製等尺性筋力測定装置  $\mu$ Tas F-1）



実際の測定風景（写真：左）

歩行路に平行するように畳目を設置（写真：右）

図1 OPTOGAIT の測定風景



保温タイプの厚手の靴下（写真：左）  
足底に滑り止めの付いた靴下（写真：右）

図2 本研究に用いた靴下の種類

を用いた。測定は加藤ら（2001）に従い、被験者を端座位、膝関節90度屈曲位とし、ハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドを下腿遠位部に設置して測定した。なお、再現性を高めるためにセンサーパッドをベルトで固定し、測定時に殿部が治療台から浮かないように留意した。測定は左右を2回測定して、その最大値（kg）の合計を体重比百分率（％）に換算して分析した。

足把持力の測定には、足指筋力測定器（竹井機器工業製）を用いた。測定は、被験者の測定姿勢を端座位、膝関節を90度屈曲した状態で実施した。測定に際して、把持バーを足趾でしっかりと把持できることを確認した。測定は、測定方法を十分に習得させた後、左右2回ずつ測定し、その最大値（kg）の合計を採用し、体

重比百分率（％）に換算して分析した。

統計処理は、裸足、保温靴下、滑り止め靴下条件における各歩行パラメーターの3群比較を反復測定分散分析で比較した。また、3群別に歩行パラメーターと身長、体重、大腿四頭筋筋力、足把持力との関係について Spearman の順位相関係数を用いて検討した。なお、統計解析には、SPSS version 19.0 for Windows を用い、有意水準5％未満を有意差ありとした。

### Ⅲ．結 果

表1に被験者16名の歩行パラメーターの平均値と標準偏差を歩行条件別に示した。それら3群間の各測定値を比較した結果、いずれにも有意な群間差は認められなかった。次に、表2に歩行条件別に歩行パラメーターと身長、体重、大腿四頭筋筋力、足把持力との関係を検討した結果、保温靴下条件において、身長と歩幅（ $r=0.58$ ）、加速度（ $r=0.55$ ）、体重と加速度（ $r=0.53$ ）との間に有意（ $p<0.05$ ）な相関が認められた。そ

表1 歩行条件別の歩行パラメーター（ $n=16$ ）

|                            | 裸足         | 保温靴下       | 滑り止め靴下     | F 値  | P 値  |
|----------------------------|------------|------------|------------|------|------|
| 歩行速度 [ m/sec ]             | 2.19±0.20  | 2.11±0.23  | 2.15±0.18  | 2.01 | 0.17 |
| 歩行率 [ step/sec ]           | 1.40±0.11  | 1.40±0.12  | 1.39±0.08  | 0.08 | 0.92 |
| 歩幅 [ cm ]                  | 68.67±7.27 | 68.66±7.55 | 68.80±8.99 | 0.00 | 1.00 |
| 立脚時間 [ sec ]               | 0.43±0.03  | 0.44±0.04  | 0.44±0.03  | 0.99 | 0.39 |
| 遊脚時間 [ sec ]               | 0.36±0.03  | 0.36±0.03  | 0.36±0.02  | 0.00 | 1.00 |
| 加速度 [ m/sec <sup>2</sup> ] | 0.01±0.07  | 0.05±0.11  | -0.02±0.05 | 4.11 | 0.06 |

測定値はすべて平均値±標準偏差を示す

表2 歩行条件別の単相関分析

|      | 裸足    |       |         |       | 保温靴下  |       |         |       | 滑り止め靴下 |       |         |       |
|------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|---------|-------|
|      | 身長    | 体重    | 大腿四頭筋筋力 | 足把持力  | 身長    | 体重    | 大腿四頭筋筋力 | 足把持力  | 身長     | 体重    | 大腿四頭筋筋力 | 足把持力  |
| 歩行速度 | 0.06  | -0.03 | -0.08   | -0.01 | 0.06  | -0.01 | 0.30    | 0.12  | 0.02   | 0.01  | -0.07   | 0.21  |
| 歩行率  | -0.40 | -0.41 | -0.12   | 0.10  | -0.04 | -0.13 | 0.22    | -0.07 | -0.20  | -0.25 | 0.03    | 0.19  |
| 歩幅   | 0.18  | 0.09  | -0.19   | -0.19 | 0.58* | 0.31  | -0.03   | 0.23  | -0.04  | 0.00  | 0.21    | -0.11 |
| 立脚時間 | 0.17  | 0.22  | -0.05   | -0.09 | 0.13  | 0.22  | -0.33   | 0.13  | 0.16   | 0.17  | -0.02   | -0.26 |
| 遊脚時間 | 0.40  | 0.49  | 0.17    | -0.03 | 0.00  | 0.14  | -0.23   | 0.07  | 0.25   | 0.23  | 0.02    | -0.25 |
| 加速度  | -0.06 | 0.35  | 0.23    | -0.23 | 0.55* | 0.53* | -0.03   | 0.06  | 0.02   | 0.11  | 0.29    | 0.08  |

\* $p<0.05$

の他、裸足、滑り止め靴下の条件では、すべての項目に有意な相関は認められなかった。

#### Ⅳ．考 察

本研究は、畳に対する靴下の影響に着目し、異なる歩行条件での畳上歩行について検討した。その結果、裸足、保温靴下、滑り止め靴下の3群間におけるすべての歩行パラメーターに有意な群間差は認められなかった。また、歩行条件別に単相関分析を行った結果、保温靴下条件において、身長と歩幅、加速度、体重と加速度との間に有意な相関が認められたが、裸足と滑り止め靴下の条件では有意な相関は認められなかった。

異なる歩行条件における3群間の歩行パラメーターを比較した結果、すべての項目で有意差は認められず、和式生活による外的転倒要因として、靴下が影響しているという仮説は支持されなかった。歩行を行うための主要な条件として、①前進：意図した方向に身体を移動させるための基本的な歩行機構パターンを生成する能力、②安定：重力に抗し、姿勢を保持し制御する能力、③適応：目的と環境条件を満たすように歩行を修正する能力、の3つがある（Patla AE 1991）。Tangら（2007）は、健康な高齢者と若年成人のスリップした後の姿勢制御について検討した結果、高齢者は若年成人と比較して、バランス回復における姿勢保持筋活動の開始潜時が有意に長いことを報告している。また、高齢者は若年成人に比べ、筋力、歩行能力、静的・動的バランス機能が有意に劣ることが報告（Bohannon RW 1997, Duncan PW 1990, 山本 1979, 猪飼 2006）されている。これらのことから、異なる歩行条件における各歩行パラメーターに有意な群間差が認められなかった理由として、本被験者のように健康な成人女性では、高齢者と比較して身体機能が高く、本研究で設定した課題の難易度が簡単すぎたのかもしれない。

異なる歩行条件別に単相関分析を行った結果、保温靴下条件において、身長と歩幅、加速度、体重と加速度との間に有意な相関が認められた。一方、裸足、滑り止め靴下条件では有意な相関は認められなかった。これまでに、最大加速度と身長・体重との間には、正の相関があることが報告（黒住ら 2012）されており、本研究において、加速度と身長、体重との間に有意な相関が認められたことは、先行研究の結果と矛盾しない結果であった。一般的に、身長が高くなれば下肢長も長くなるため、歩幅は増大すると考えられる。しかし、加速度は質量に反比例することは周知の事実であ

り、体重が重いものほど加速度は小さくなることが予測され、本結果とは矛盾している。このことについて本研究では明らかにできないが、歩行の推進力を得るためには、立脚後期の下肢の蹴り出しが影響していると推察される。これら下肢筋群を含めた検討については、今後の検討課題としたい。また本結果において、裸足と滑り止め靴下の条件に有意な相関が認められなかった理由として、これらの課題では、本被験者の持てるパフォーマンスを最大限に評価できていなかったのではないかと推察した。

本研究では、和式生活による外的転倒要因として、靴下が影響しているという仮説を立て、裸足、保温靴下、滑り止め靴下の3条件で畳上歩行を行い、仮説の検証を行った。しかし、各歩行条件において、歩行パラメーターに有意な群間差はなく、仮説を支持しなかった。次に、異なる歩行条件ごとの歩行パラメーターと身長、体重、大腿四頭筋筋力、足把持力との関係を検討した結果、歩行パラメーターと有意な相関が認められたのは保温靴下のみであった。これらのことから、本研究で立てた仮説を検証するには、本被験者のような健康成人では身体機能が高すぎると考えられ、今後は対象者を高齢者に限定して行うことにより、畳に対する靴下の影響を改めて検討する必要性が示唆された。

#### 引用文献

- Aoyagi K, et al (1998) Falls among community-dwelling elderly in Japan. J Bone Miner Res 13: 1468-1474.
- Bohannon RW (1997) Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. Age Ageing 26: 15-19.
- Cumming RG & Klineberg RJ (1994) Fall frequency and characteristics and the risk of hip fractures. J Am Geriatr Soc 42: 774-778.
- Duncan PW, et al (1990) Functional reach: a new clinical measure of balance. J Gerontol 45: 192-197.
- 猪飼哲夫（2006）高齢者における転倒の要因と対策．福祉のまちづくり研究4：1-5．
- 猪飼哲夫，辰濃尚，宮野佐年（2006）歩行能力とバランス機能の関係．リハビリテーション医学43：828-833．
- 加藤宗規，ら（2001）ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸筋力の測定－固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響－．総合リハ29：1047-1050．
- 黒住亮太，ら（2012）三軸加速度センサを用いた詳細歩行能力解析と歩行支援のためのリハビリテーション・トレーニング方法の検討．神戸市立工業高等専門学校研究紀要50：7-10．
- Michelson JD, et al (1995) Epidemiology of hip fractures among the elderly. Risk factors for fracture type. Clin Orthop Relat Res 311: 129-135.

- Murphy J & Isaacs B (1982) The post-fall syndrome: A study of 36 elderly patients. *Gerontology* 28: 265-270.
- 中村隆一 (2001) 歩行の基礎知識 - 神経生理を中心として - .  
理学療法 1 : 5 -15 .
- Neuman KG (2005) 観察による歩行分析 . 東京 , 医学書院 :  
9 -22 .
- Nickens H (1985) Intrinsic factors in falling among the elderly. *Arch Intern Med* 145: 1089-1093.
- Nyberg L, et al (1996) Falls leading to femoral neck fractures in lucid older people. *J Am Geriatr Soc* 44: 156-160.
- Patla AE (1991) Understanding the Control of Human Locomotion. Adaptability of Human Gait, In: Patla AE (ed) North-Holland, Amsterdam: 3-7.
- Yasumura S, et al (1994) Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan.. *Age Ageing* 23: 323-327.
- 山本高司 (1979) 直立時動揺の年齢による変化 . 体力科学28 :  
249-256 .
- Yasumura S, et al (1996) Circumstances of injurious falls leading to medical care among elderly people living in a rural community. *Arch Gerontol Geriatr* 23: 95-109.
- Tang PF & Woollacott MH (2007) Inefficient postural responses to unexpected slips during walking in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 62: 1042-1047.