

つまずき予防ソーターの設計に関する研究

生活科学課 中橋美幸、浦上 晃 生活資材開発課 吉田 巧

1. 緒言

加齢による筋力低下等が原因とみられる高齢者のつまずき転倒は、家庭内で多発しているという報告がみられる¹⁾。特に高齢者では、寝たきりを引き起こす場合もあると懸念されることから、様々な分野においてつまずき転倒を予防できる対策が検討されている。

本研究では、昨年度は、つまずき転倒を予防できるソーターを開発することを目的に基礎実験を行い、既存のつまずき予防ソックスやソーター、テーピングの効果を明らかにした。今年度は、昨年度の実験結果に基づき、効率よくつま先を持ちあげる構造をもつソーターを作成し、その着用効果について明らかにした。

2. 実験方法

2.1 実験試料

図1に、実験に用いた試料を示す。(A)：つま先アップ効果を謳った転倒予防靴下、(R)：ノーマルタイプの靴下の2種は比較対象として選択した市販品である。(T)：今回試作したソーターである。母趾～小趾の裏にかかるように巻いたつま先ベルト部分を足の甲から下腿前面に沿って引っ張り膝部下方で止める前ベルトと、つま先からふくらはぎの腓腹筋内側頭・外側頭上に沿って引っ張り、両筋の上端付近で止める後ベルトからなる。前ベルトの甲部分と後ベルトには、通常のソーター用生地と同様の伸縮性をもつ素材を用い、前ベルトの下腿前面部分には、伸び抵抗が大きい素材を用いてつま先ができるだけ持ち上げる構造をもつソーターを試作した。図2に、各実験試料を構成している生地の伸長特性を示す。

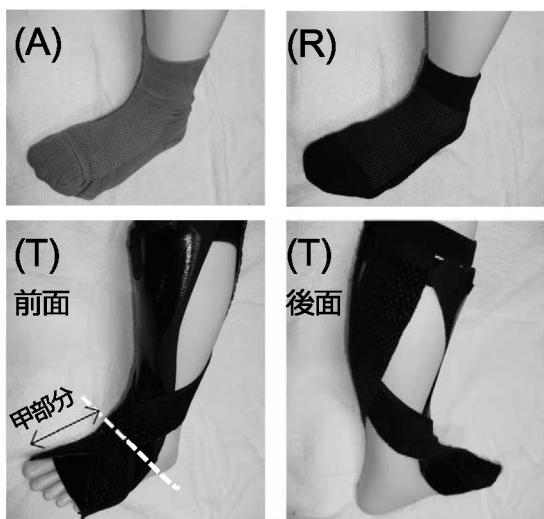


図1 実験試料

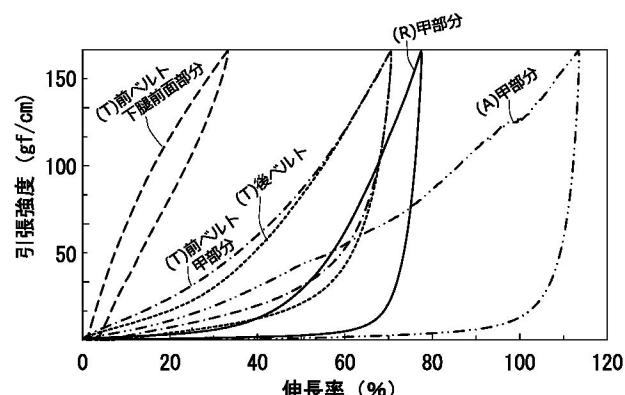


図2 実験試料の生地の伸長特性(ウェール方向)

2.2 歩行実験

健康な40歳代と60歳代の女性2名を被験者とした。被験者は、実験試料を着用し、フォースプレート内蔵型トレッドミルFTMH-1244WA((株)テック技販製)上で、被験者が歩く推進力で走行ベルトを制御する負荷制御モードにより、目標負荷25kg、メトロノームテンポ100bpmに合わせて歩行動作を行った。歩行動作が安定した後、左右足の床反力(F_x , F_y , F_z)、活動筋の表面筋電図、つま先高さの軌跡を測定した(図3)。表面筋電図の測定には、テレメータ筋電計DL-5000((有)エスアンドエムイー製)を用い、前脛骨筋(TA)、腓腹筋の内側頭(GMH)及び外側頭(GLH)に電極を貼付して各筋の活動電位を記録した。つま先高さの軌跡については、動作解析装置Carrot(株ライブリー製、撮影速度250fps)を用い、第一趾尖点に貼付したマーカーの位置座標を計測した。

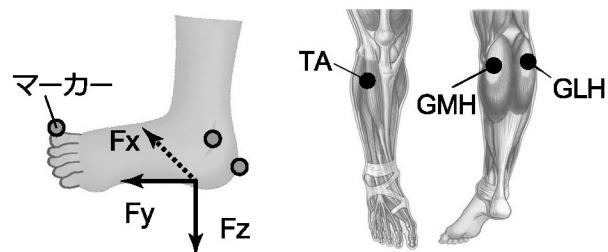


図3 足床反力の3分力、マーカー貼付位置(左)、表面筋電図の測定部位(右)

3. 実験結果及び考察

3.1 試料着用が歩行時の床反力に及ぼす影響

図4は、各被験者のトレッドミル歩行時の床反力測定の結果から、一步分の F_z :垂直分力、 F_y :前後分力の波形を示している。 F_z :垂直分力では、40歳代と60歳代の被験者ともに二峰性波形を示し、若干ではあるが、加齢によ

り第一及び第二峰の高さが低く、両者間の谷の深さが浅くなる²⁾傾向がみられた。試料間の差をみてみると、特に第二峰では、試料 R < A < T の順に値が大きく、市販品に比べて試作サポーター着用では歩行時につま先で床を蹴る力が大きくなる傾向がみられ、この傾向は 60 歳代の方がやや顕著であった。このとき、表面筋電図の測定結果においても、40 歳代では試料着用による筋活動への影響が小さかったものの、60 歳代では試作サポーター着用時の腓腹筋(GMH・GLH)の筋活動量が市販品より大きくなる傾向がみられた。

また、Fy : 前後分力においては、後半のマイナス領域の絶対値=前進するために後方へ蹴る力は、40 歳代と 60 歳代とともに、試料 R < A < T の順に大きい傾向がみられた。これらのことから、つま先を持ち上げる構造をもつ試作サポーターを着用することにより、歩行時につま先で床を蹴り出す力が大きくなり、前方への推進力を向上させる結果につながったのではないかと推察された。

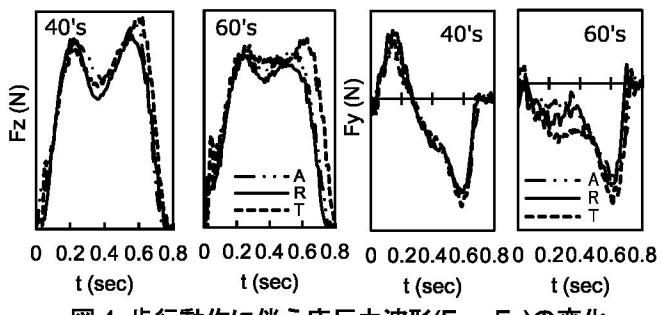


図 4 歩行動作に伴う床反力波形(Fz, Fy)の変化

3.2 試料着用が歩行時のつま先高さに及ぼす影響

図 5 は、遊脚期におけるつま先高さの軌跡を示している。40 歳代では、つま先離地直後とつま先接地直前の二つのピークをもつ二峰性の波形を示し、第一峰 < 第二峰であることから、つま先をしっかり持ち上げて歩行していることがわかった。これに対して、60 歳代では、二峰性とはならず、つま先が離地直後からゆるやかに高くなる

という歩行動作を示すことがわかった。また、どちらの被験者の場合でも、試料着用により歩行時のつま先高さが試料 R < A < T の順に高くなる傾向がみられ、床反力の結果と同様、試作サポーターの構造がつま先を持ち上げるのに有用であることがわかった。

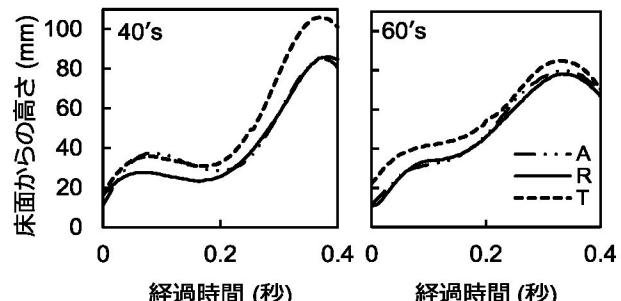


図 5 遊脚期におけるつま先高さの軌跡

4. 結言

歩行時のつま先を持ち上げやすくつまずき転倒を予防できる機能をもつサポーターを開発することを目的とし、試作サポーターを製作し、その着用効果を検証した。その結果、足の甲部分に伸縮素材、下腿前面部分に伸び抵抗の大きい素材を配置した前ベルトによりつま先を持ち上げる構造をもつ試作サポーターを着用することによって、市販品に比べて歩行時の遊脚期のつま先高さが高くなるとともに、つま先で床を蹴り出し前進する力が大きくなる傾向がみられた。このような傾向は、40 歳代より 60 歳代の被験者に顕著であったことから、今回試作したサポーター着用が高齢者のつまずき予防対策として有効な手段の一つとなる可能性があると示唆された。

参考文献

- 1) 東京消防庁:救急搬送データからみる高齢者の事故, <https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/topics/202009/kkhanisoudeta.html>
- 2) 日本転倒予防学会誌, Vol.4, 1(2017) pp.33-42

キーワード：つまずき予防、サポーター、床反力、筋電図、つま先高さ

Development of Supporter with the Function Preventing Fall by Stumbling

Human Engineering Section; Miyuki NAKAHASHI and Akira URAKAMI

Life Materials Development Section; Takumi YOSHIDA

The purpose of this study was to design and develop comfort leg supporter with the function preventing fall by stumbling. We investigated the effect of trial supporter on the lower leg on the movement of the toe of the foot using force plates, electromyogram analysis and 3D motion analysis. We found that by wearing trial supporter, the toe-height tend to be higher and the ground reaction forces increased more than that wearing commercial socks.