

フォースプレート内蔵型トレッドミルを用いた運動計測技術に関する研究

生活科学課 浦上 晃、牧村めぐみ、能登有里彩

1. 背景

生活工学研究所では、ヘルスケア分野に関する製品開発の支援事業を推進するとともに、県内企業のヘルスケア分野への参入を支援している。当所に設置した「フォースプレート内蔵型トレッドミル」は非常に希少度が高い設備であり、通常のトレッドミルではできない様々な運動計測が可能である。そこで本研究では、当該装置を用いた各種運動計測技術の確立と身体への影響について解明する。前年度はトレッドミルを用いて、静止ベルト上の通常歩行(以下、通常歩行)とベルト速度制御時の歩行(以下、速度制御歩行)について比較したが、本報告ではそれらに加えてベルト負荷制御時の歩行(以下、負荷制御歩行)について研究した。また、車いす使用時のトルク計測についても検討した。

2. 通常歩行とトレッドミル歩行の差異の評価

前年度の研究により、速度制御歩行は通常歩行と比べて蹴り出し力、筋の仕事量、ストライド長の3指標において差があることがわかり、通常よりも身体への負荷が軽減されフォームも変化することが明らかとなった。当所の当該装置(株式会社技販 FTMH-I244WA)は使用者が歩いた推進力に合わせてベルトが駆動する負荷制御機能を有しており、トレッドミル上でも通常歩行に近い運動を模擬できることが期待され、この効果について検証した。被験者は年代(30、40、60代)の異なる男性3名で行い、3指標の計測装置、実験方法等については前年度と同様の条件で実施した。また、負荷制御歩行時は、できる限り自然に(通常歩行と同様に)歩行できるように、あらかじめ通常歩行のピッチを測定し、それをメトロノームで鳴らすリズムに合わせて実験を行った。参考に、負荷制御歩行時の様子を図1に示す。



図1 ベルト負荷制御時のトレッドミル歩行

2.1 フォースプレートによる蹴り出し力の測定

トレッドミルに内蔵されたフォースプレートにより蹴り出し力(鉛直方向Fz、進行方向Fy)を測定した結果を図2に示す。これより、被験者3名ともに速度制御歩行では通常歩行よりFz、Fyの両方1割程度蹴り出し力が小さかったが、負荷制御歩行では通常歩行と同程度の値となった。よって、蹴り出し力については負荷制御機能を使用することでトレッドミル上でも通常歩行に近い運動を模擬できていると考えられる。

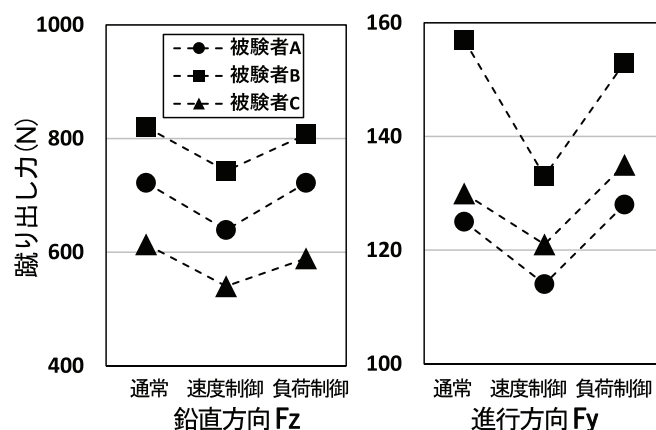


図2 蹴り出し力比較

2.2 筋電計による筋の仕事量の測定

歩行時の活動筋の筋電図から積分値を算出し、筋の仕事量として比較した結果を図3に示す。これより、被験者3名ともに速度制御歩行では通常歩行より大腿直筋と腓腹筋の仕事量が小さかったが、負荷制御歩行では通常歩行と同程度の値となった。よって、筋の仕事量についても負荷制御機能を使用することでトレッドミル上でも通常歩行に近い運動を模擬できていると考えられる。

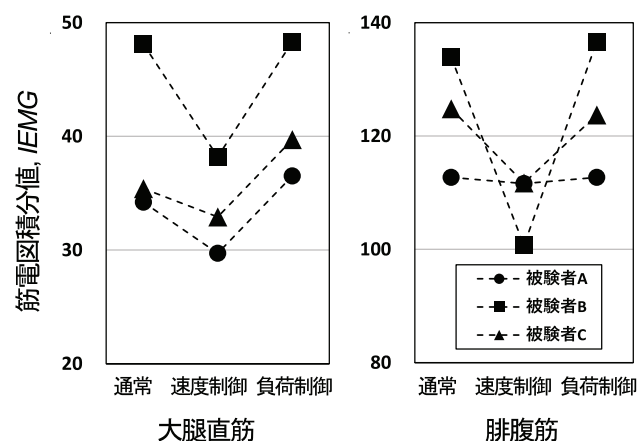


図3 活動筋の仕事量比較

2.3 動作解析によるストライド長の測定

動作解析装置を用いて歩行時のストライド長を計測した結果を図4に示す。これより、被験者3名ともに負荷制御歩行でも速度制御歩行と同様、通常歩行よりストライド長が10～15%小さいことがわかった。ストライド長については蹴り出し力や筋の仕事量とは異なり制御モードに関わらずトレッドミル上で運動することによる影響があると考えられる。その理由として、通常歩行の速度を基準にトレッドミル上を同じ速度で歩くと1.5倍程度速く感じるという過去の報告²⁾があることから、トレッドミル上では被験者が無意識に足を速く動かすことでストライド長が小さくなりピッチが速くなる可能性があると考えている。

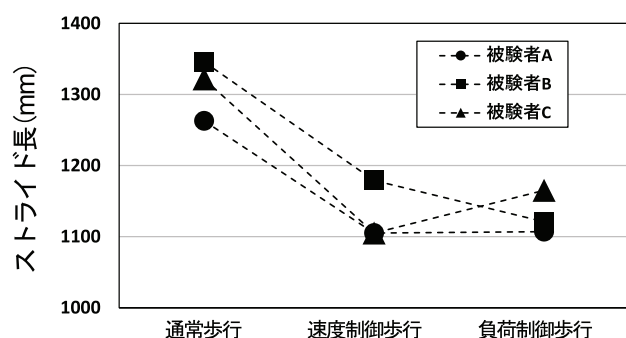


図4 ストライド長比較

3. 車いす使用時のトルク計測

当該装置の負荷制御機能を使用し、車いすをトレッドミルに専用治具で固定することで、車いすを使用した(手でこいだ)時のトルク計測を行った。実験の様子を図5に示す。被験者は年代(40、50、60代)、体重の異なる男性3名、車いすは重量、タイヤ径等が異なる市販品2種を用いて実験を行い、トルク値は進行方向の床反力 F_y とタイヤ半径から算出した。実験の結果、被験者や車いすの種類ごとにトルク計測が可能となり、今後の車いす等のヘルスケア用品の性能評価に期待できると考えられる。



図5 車いす使用時のトルク計測

4. まとめ

通常歩行と速度制御および負荷制御時のトレッドミル歩行について、フォースプレート内蔵型トレッドミル等を用いてデータ取得を行い、その差異について検討した。その結果、蹴り出し力、筋の仕事量においては、負荷制御機能を使用することで通常歩行に近い数値となり、期待された通常歩行に近い運動の模擬が可能となった。また、本機能を用いた車いす使用時のトルク計測についても検討し、使用者の体重、車いすの種類等による製品評価が可能となった。それぞれ現状被験者は3名ずつだが、これから随時データを増やしていくことを検討中である。今後も当該装置を用いた運動評価技術について研究し、より信頼性の高い試験方法、結果を企業に提案、提供するなど、ヘルスケア分野をはじめとした製品評価に貢献したいと考えている。

参考文献

- 1) 浦上ほか：富山県産業技術研究開発センター研究報告, **38** (2024) 63-64
- 2) 理学療法のための運動生理, **6** (1991) 33-38

キーワード：フォースプレート内蔵型トレッドミル、歩行計測、負荷制御、車いす

Study on Motion Measurement Technology Using a Treadmill Installing Force Plate

Human Engineering Section; Akira URAKAMI, Megumi MAKIMURA and Arisa NOTO

We promote support for product development in the healthcare field, and we also support companies in the prefecture to enter the healthcare field at Human Life Technology Research Institute. The treadmill installing force plate that we introduced is very rare equipment, and this device is capable of various exercise measurements that cannot be made with a regular treadmill. In this study, we will establish various motion measurement techniques using this device and elucidate its effects on the body.