

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、中橋美幸*1、牧村めぐみ

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。本報告では、通常歩行とベルト定速駆動時のトレッドミル歩行について、当所保有の運動評価装置を用いてデータ取得を行い、その差異について検討した。

2. 通常歩行とトレッドミル歩行の差異の評価

トレッドミル上での運動はベルトが設定した速度で後方に流れるため、使用者が自ら推進力を生み出す必要がなく、通常時の運動と比べると身体への負荷が軽減されフォームも変化すると考えられる。本研究での両者の歩行運動時の評価項目は①蹴り出し力、②筋の仕事量、③挙動・姿勢(ストライド長など)とし、①はフォースプレート内蔵型トレッドミル((株)デック技販FTMH-1244WA)、②は筋電計((有)エスアンドエムイーDL-5000)、③は動作解析装置((株)ライブラリーCarrot)を使用して計測した。被験者は年代の異なる男性2名(30代、40代)で行い、実験はヘルスケア製品開発棟内の計測実験室にて実施した(図1)。通常歩行については、床面の条件を揃えるためベルトを止めた状態のトレッドミル上を歩くものとした。また、歩行速度について、初めに通常歩行実験を行って動作解析により平均速度を算出し、その速度でトレッドミル歩行実験を行うことで、できる限り速度条件を合わせた。



図1 実験風景(計測実験室)

2.1 フォースプレートによる蹴り出し力の測定

歩行時の床反力(直方向 F_z 、進行方向 F_y)の代表的なグラフ例を図2上に示す。 F_z については左上図のような二峰性を示すことが知られており、本実験では2峰目(蹴り出し時)のピーク値を計測、比較した。 F_y についても右上図の蹴り出し時(マイナス側)のピーク値を正数として比較した。トレッドミルに内蔵されたフォースプレートにより①蹴り出し力を測定した結果を図2下に示す。これより、被験者2名ともに通常歩行よりトレッドミル歩行の方が F_z 、 F_y の両方1割程度蹴り出し力が小さいことがわかった。これはトレッドミル上の歩行はベルトが設定速度で後方に動いていることから、被験者は通常よりも強く地面を蹴り出す必要がなく、歩行離地時に足裏から地面に伝わる力が小さくなるためと推察される。

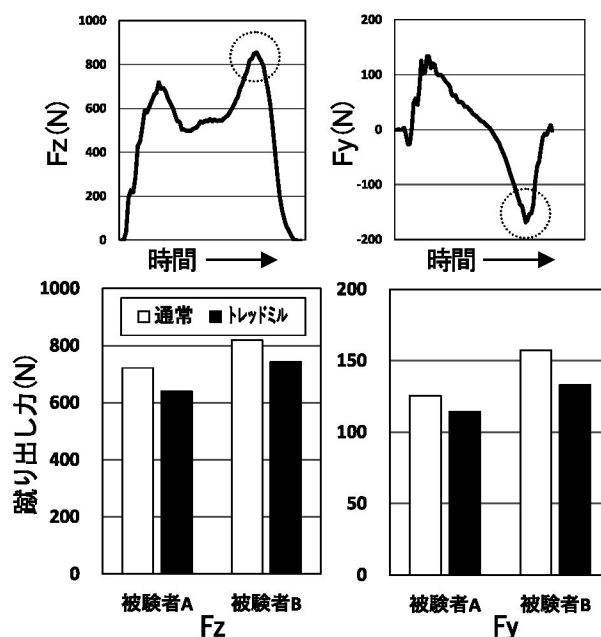


図2 歩行時の床反力例(上)と蹴り出し力比較(下)

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(IEMG)を算出し、②筋の仕事量として比較した結果を図3に示す。測定した下半身の活動筋のうち、主に仕事量の大きい筋は大腿直筋と腓腹筋(内および外側頭)の2種であり、どちらも通常歩行よりトレッドミル歩行の方が小さい結果となり、筋負担が小さいことがわかった。(腓腹筋は内側頭と外側頭の合計値とした。)これについても前項2.1同様、トレッドミルはベルトが設定速度で動いている影響により、被験者は通常より

*1 現 企画管理部

も小さい筋力で楽に歩行できるためと考えられる。また、図3で示した他、被験者Aはほとんど使わなかった前脛骨筋について被験者Bは仕事量が大きくなるなど、歩行に使用する筋肉に個人差があることも明らかになった。

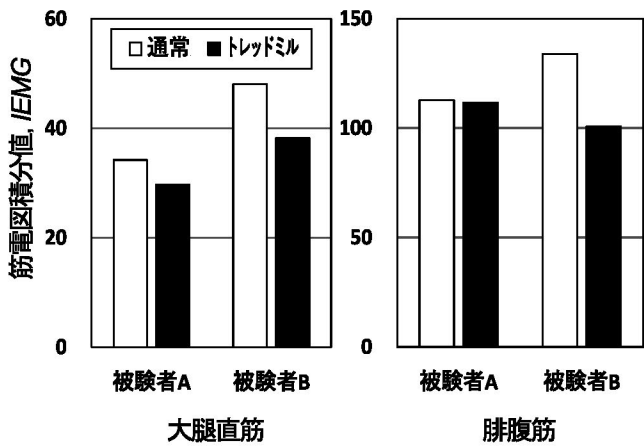


図3 活動筋の仕事量比較

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③ストライド長(一歩行周期に片足が進んだ距離)を計測した結果を図4に示す。本実験では動作解析装置とフォースプレートとを同期計測しており、トレッドミル歩行時のストライド長は、つま先に付けた動作解析用マーカが離地時から着地時まで進行方向に進んだ変位分とその時間内にベルトが流れた距離を足すことで算出した。図4より、被験者2名ともに通常歩行よりトレッドミル歩行の方がストライド長は10~15%小さいことがわかった。また、歩行速度を合わせて実験していることから、トレッドミル歩行の方がピッチは速くなることになり、これは過去の多くの報告⁽¹⁾とも一致している。

また、動作解析により足上げ量(つま先高さ)、膝角度、踵角度も測定したが、これらは通常歩行とトレッドミル歩行で顕著な差は見られなかった。

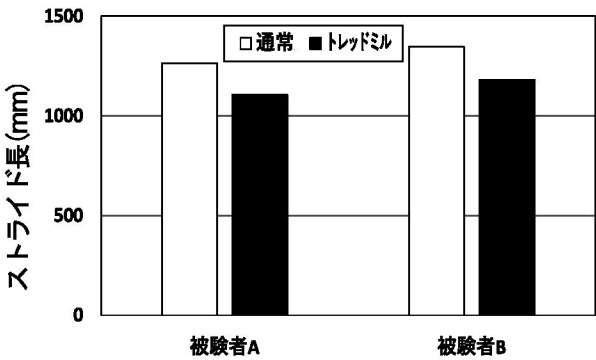


図4 ストライド長比較

3. まとめ

通常歩行とベルト定速駆動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、ストライド長において両者に明らかな差があることがわかり、事前の予測通りトレッドミル上での運動は通常運動と比べて少なからず身体に影響を及ぼすことが示唆された。

今後は、負荷制御機能を使用した運動計測技術について検討する。一般的なトレッドミルは設定した速度でベルトが駆動する速度制御であるが、当所に導入した当該装置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、より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する。また、本機能を用いた車いす使用時のトルク測定についても検討する予定である。

参考文献

(1)理学療法科学 13(4):199-204, 1998 ほか

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、筋電計、動作解析

Study on Motion Measurement Technology Using a Treadmill Installing Force Plate

Human Engineering Section; Akira URAKAMI, Miyuki NAKAHASHI*¹ and Megumi MAKIMURA

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.