

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

■研究者のプロフィール

富山県産業技術研究開発センター
生活工学研究所 生活科学課
主任研究員

うらかみ あきら
浦上 晃

TEL : 0763-22-2141

E-mail : urakami@itc.pref.toyama.jp

URL : <http://www.itc.pref.toyama.jp>



研究シーズの概要

研究背景

当センターの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ます。当所に設置した「フォースプレート^{※1}内蔵型トレッドミル」は非常に希少度が高い設備で、通常のトレッドミル（ランニングマシン）ではできないさまざまな運動計測が可能です。本稿では、通常歩行と本トレッドミルを使用した歩行について、当所が保有する運動評価装置を用いてデータを取得し、両者の差異を分析した結果について報告します。

トレッドミル歩行による身体、挙動への影響

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ます。通常歩行とトレッドミルでのベルト速度制御時の歩行（以下、「速度制御歩行」）について、①蹴り出し力、②筋肉の仕事量、③ストライド長の3項目を測定、比較し、トレッドミルを使用することによる身体および挙動への影響を調査しました。①はフォースプレート内蔵型トレッドミル（㈱テック技販FTMH-1244WA）、②は筋電計（㈱エスアンドエムイーDL-5000）、③は動作解析装置（㈱ライブラリーCarrot）を使用して計測し、被験者は年代の異なる男性3名（30、40、60代）で行いました。

歩行時の①蹴り出し力（鉛直方向 F_z 、進行方向 F_y ）^{※2}を比較した結果、いずれの被験者も通常歩行より速度制御歩行の方が、10%程度蹴り出し力が小さいことがわかりました。これは、速度制御歩行はベルトが定速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ます。

測定した下半身の活動筋のうち、主に仕事量の大きかった大腿直筋（ふともも前側の筋肉の一部）と腓腹筋^{※3}（ふくらはぎの表層部）について②筋肉の仕事量を比較した結果、いずれの被験者も通常歩行より速度制御歩行の方が小さく、筋負担が軽減されていることがわかりました。これについても①の蹴り出し力同様、速度制御歩行はベルトが設定速度で動いている影響により、被験者は通常よりも小さい筋力で楽に歩行できるためと考えられます。

動作解析装置を用いて③ストライド長^{※4}を比較した結果、いずれの被験者も通常歩行より速度制御歩行の方が10～15%短いことがわかりました。また、歩行速度を合わせて実験していることから、速度制御歩行の方がピッチが速くなる傾向にあり、これは過去の多くの報告とも一致しています。

以上3種の評価項目全てにおいて、通常歩行と速度制御歩行には明らかな差が認められ、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ました。

※1 歩行や走行などの動作にかかる力量を測定できる機器。

※2 F_z 、 F_y ともにフォースプレートにより蹴り出し時の床反力のピーク値を測定した。

※3 腓腹筋の仕事量は内側頭と外側頭の合計値とした。

※4 ストライド長は着地した足の踵から同じ足が再び着地する時の踵までの距離。速度制御歩行のストライド長は、つま先に付けたい動作解析用マーカが離地時から着地時までに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の合計値とした。



負荷制御歩行による身体、挙動への効果

当所のフォースプレート内蔵型トレッドミルは、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（図1）、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ます。このトレッドミルでのベルト負荷制御時の歩行（以下、負荷制御歩行）についても前述の3種の評価項目を測定し、その効果について検証しました。

歩行時の①蹴り出し力を比較した結果を図2に示します。いずれの被験者も速度制御歩行では通常歩行より蹴り出し力が小さかったのですが、負荷制御歩行では通常歩行と同程度の値となりました。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ます。

大腿直筋と腓腹筋の②筋肉の仕事を比較した結果を図3に示します。いずれの被験者も速度制御歩行

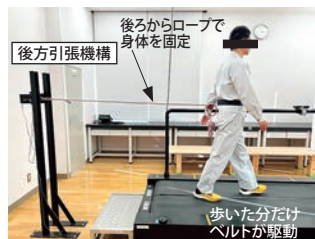


図1 ベルト負荷制御時のトレッドミル歩行

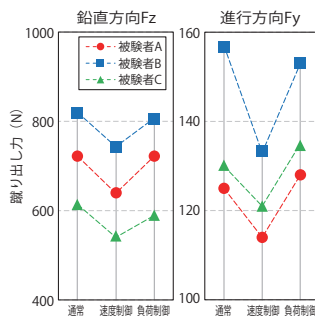


図2 蹴り出し力比較

では通常歩行より仕事量が小さかったのですが、負荷制御歩行では通常歩行と同程度の値となりました。よって、筋肉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ます。

③ストライド長を比較した結果を図4に示します。いずれの被験者も、負荷制御歩行においても速度制御歩行と同様、通常歩行よりストライド長が短いこ

とがわかりました。ストライド長については蹴り出し力や筋肉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ます。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

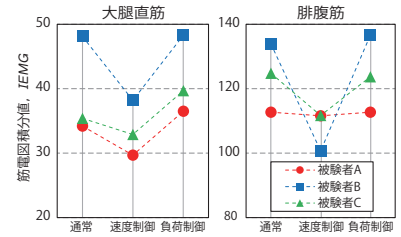


図3 活動筋の仕事量比較

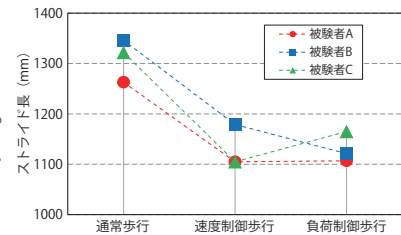


図4 ストライド長比較

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短くなりピッチが速くなる可能性があると考えています。

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ました。その結果、速度制御歩行では事前の予想通り通常歩行と比べて身体への負荷が軽減し、フォームも変化することがわかりました。また、負荷制御機能を使用することで、蹴り出し力、筋肉の仕事量においては通常歩行に近い数値となり、トレッドミル上でも期待された通常歩行に近い運動の模倣が可能となりました。現在の被験者は3名ですが、今後さらにデータ数を増やすことを検討しています。当該装置を用いた運動評価技術について研究を継続し、より信頼性の高い試験方法、結果を企業に提案、提供するなどで、ヘルスケア分野をはじめとした製品開発の支援に取り組みたいと考えています。

適用領域(研究キーワード)

- ◎ フォースプレート
- ◎ トレッドミル
- ◎ 歩行計測
- ◎ 筋電計
- ◎ 動作解析
- ◎ 負荷制御

利用が見込まれる分野

- ◎ ヘルスケア
- ◎ スポーツ
- ◎ リハビリ

産業界へのメッセージ

当所では、本稿で紹介したフォースプレート内蔵型トレッドミルをはじめとしたさまざまな運動評価装置を整備しており、ヘルスケア分野等の製品評価に貢献したいと考えています。ご興味をお持ちの方は、お気軽にご連絡をいただければ幸いです。

産官連携をお考えの方は、冒頭の連絡先または当研究所までお問い合わせください。

◎北陸経済研究所 地域開発調査部 前田 TEL: 076-433-1134