

長時間の歩行・走動作によるウィンドラス機能の経時的変化の解明と歩行・走動作の運動力学的パラメータに与える影響

篠原 博¹⁾ *、羽場俊広¹⁾、梅崎泰侑²⁾、川村大地²⁾

1) 青森県立保健大学、2) 青森県立保健大学大学院

Key Words ① 三次元動作解析システム ② 長時間歩行 ③ ウィンドラス機能

I. はじめに

足部の内側縦アーチ、いわゆる「つちふまず」にはウィンドラス機能「巻き上げ機構」というものがある (Hicks 1954)。このウィンドラス機能は足趾を伸展することで足部内側縦アーチが持ち上がる現象として知られており、歩行時やジャンプ動作時に「バネ」のような働きをすることでエネルギーの効率性に寄与する足部の重要な機能とされている (Ker et al. 1987)。しかし、このウィンドラス機能が、ある一定期間の歩行や走動作においてどのような変化があるのかという点については解明されていない。このウィンドラス機能はスポーツ選手のジャンプ動作などのパフォーマンス向上として意義があると同時に、ウィンドラス機能が低下しているとされている扁平足や足底腱膜炎などに対する治療法の開発にもつながるため、臨床的にも重要な課題であるといえる。

II. 目的

本研究では三次元動作解析システムにて歩行、走動作分析を行うことで足趾運動および足部内側縦アーチの高さを経時的に検証することにより、一定期間の歩行および走動作におけるウィンドラス機能の持続効果などを検証する。

III. 研究の経過

本研究はウィンドラス機能の持続効果として三次元動作解析装置とフォースプレート・トレッドミルを同期させ、運動力学的解析を実施することで解明することを目標に実施している。第一段階での同期作業は終了した。しかしながら、解析ソフトを有していないため運動力学的な解析に至れていない状況である。現時点では本来算出する予定であった運動力学的データは得られていないが、ウィンドラス機能を示す足趾伸展角度と足部の内側縦アーチ角度と同期された床反力データから推測できることの考察に留めている。

IV. 研究方法

測定機器は床反力計内蔵のトレッドミルであるフォースプレート・トレッドミル (Treadmetrix 社製、以下トレッドミル)、標点位置計測装置 (Optitrack 社製) 6 台を使用して実施した。反射マーカを左右の母趾基節骨、第一中足骨頭部、第一中足骨底部、載距突起、踵骨隆起の計 10 カ所に貼付した。母趾基節骨、第一中足骨頭部、第一中足骨底部の 3 点でなす角度を足趾伸展角度と定義した。第一中足骨頭部、載距突起、踵骨隆起の 3 点でなす角度を足部内側縦アーチ角度と定義した。サンプリング周波数は赤外線カメラが 100Hz、トレッドミルは 500Hz であった。トレッドミル上にて 11 分間歩行を行い、歩行開始時、5 分経過時、10 分経過時に 1 分ずつデータの測定を実施した。踵接地時、立脚中期、立脚終期時の母趾伸展角度、足部内側縦アーチ角度、床反力 (Fx、

*連絡先：〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1 E-mail: h_shinoahra@auhw.ac.jp (篠原 博)

Fy、Fz) の 20 歩周期 (左右 20 歩ずつ) の値を時系列データとして 100 分率に補正し代表値として算出した。

V. 結果

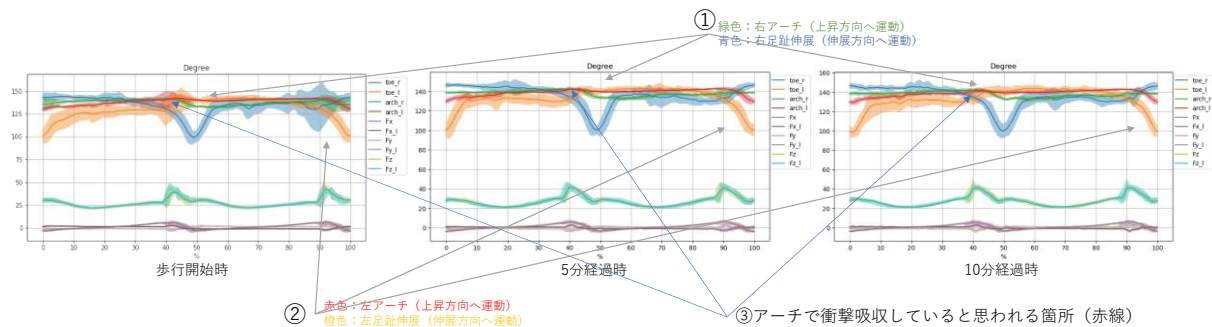


図 本研究の結果 (左: 歩行開始時、中: 5分経過時、右: 10分経過時)

左から歩行開始時、5 分経過時、10 分経過時の母趾伸展角度、足部内側縦アーチ角度、床反力 (Fx、Fy、Fz) のグラフを示す。①は歩行時の右足部が離地する瞬間の足趾伸展角度の変化 ($124.0^{\circ} \Rightarrow 101.9^{\circ}$: 歩行開始時の①) と内側縦アーチ角度が変化 ($141.5^{\circ} \Rightarrow 131.8^{\circ}$: 歩行開始時の①) した箇所である。これは足趾伸展に対して内側縦アーチが上昇しており、歩行中のウィンドラス機能を示している。③は歩行時の右踵接地時の内側縦アーチの下降した部分を示している (赤色)。グラフ下方の Fz (緑色) が上昇する付近での明らかな内側縦アーチの高まりは確認できなかった。

VI. 考察

本研究において床反力データを同期させることで一定期間の歩行動作において生じる足部の運動学的な変化を数値化することができ、歩行時の前方推進力に対してウィンドラス機能が与える影響の一端を解明したと考える (結果①、②)。本研究から、11 分程度の歩行であればウィンドラス機能は経時的な変化を呈さず、歩行時の推進力は維持されていたと考える。また内側縦アーチによる歩行時の明らかな衝撃吸収作用は確認できなかった (結果③)。しかしながら、一様の傾向を示していることは確認できたため、引き続き検討していきたい。

本研究を応用することで足底腱膜炎を発症しやすい者や扁平足を有する者などの障害発生のメカニズムや障害予防に寄与するエビデンスとなる可能性がある。しかしながら本研究は当初の目的とは異なり、運動力学的な解明には至れていない。今後の課題は運動力学的解析を実施し、どのような回転力が生じることにより衝撃吸収作用が生じているかを検討したい。

VII. 文献

1. Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat 1954;88:25-30.
2. Ker RF, Bennett MB, Bibby SR, Kester RC, Alexander RM. The spring in the arch of the human foot. Nature 1987;325:147-9.

VIII. 発表 (以下の発表はテーマが異なるものの本助成金にて実施したシステムの同期にて発表できたものを記載)

1. 篠原博、細見亮太、羽場俊広、川村大地、梅崎泰侑、新岡大和、川口徹. ACL 再建術を経験した者が長時間歩行を実施した際の運動学的特徴. 2021 年度青森県保健医療福祉研究発表会・日本ヒューマンケア科学学会第 14 回学術集会. 令和 3 年 12 月