

令和 2 年 9 月 10 日現在

機関番号：33401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13160

研究課題名(和文)ランニング支持期に発生する後足部外反モーメントの簡易的評価手法の確立

研究課題名(英文) Establishment of a simple evaluation method of rearfoot eversion moment during the support phase of running

研究代表者

辻本 典央 (Tsujimoto, Norio)

福井工業大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号：20757520

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ランニング支持期中の後足部外反モーメントを、足圧分布測定器を用いて推定する手法を見出すことであった。これまでの研究から、後足部外反モーメントの大きさは、床反力計のデータから得られる「足関節中心と足圧中心の側方距離(Lankcop)」によって推定できることが分かっている。本研究では足圧分布測定器のデータからLankcopを求める手法を確立し、その手法により得られた値と、床反力計のデータから得られた値とを比較した。その結果、寄与率98.9%という関係性が得られた。よって、本研究で確立した手法を用いることで、足圧分布測定器による後足部外反モーメントの推定が可能となることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ランニング支持期に発生する後足部外反モーメントは下肢慢性障害と関係が深いと言われている。そのため、ランナーに対してモーメントの大きさを測定し、障害リスクを評価することは障害予防の観点から重要である。しかし、モーメントの測定には床反力計のデータが必要であり、実験室内という場所での測定に限られていたため、これまで一般的には普及してこなかった。本研究では、可搬性に富む足圧分布測定器を用いて後足部外反モーメントの評価を行うことを目指している。これが実現すると、場所を選ばず後足部外反モーメントの測定が可能となり、より多くのランナーに対する下肢慢性障害のリスク評価に繋がるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to identify a method to estimate the rearfoot eversion moment during the support phase of running using a plantar pressure measurement instrument. Previous studies have shown that the magnitude of rearfoot eversion moment can be estimated by the "mediolateral distance between the center of the ankle joint and the center of pressure (Lankcop)" obtained from the force platform data. In this study, we established a method to acquire Lankcop from the plantar pressure measurement instrument data and obtained the value. The obtained value was compared with the one from the force platform data. The result showed that the contribution rate was 97.7%. Therefore, it was suggested that the rearfoot eversion moment can be estimated from the plantar pressure measurement instrument data by using the method established in this study.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：ランニング 支持期 床反力 後足部外反 モーメント 下肢慢性障害 足圧分布測定器 足圧中心

1. 研究開始当初の背景

ランニング支持期中の過度の後足部外反動作は、下肢慢性障害に繋がると考えられている(Kwong et al. 1988; Nishikawa et al. 2002; Buchbinder et al. 1979; Tiberio. 1987)。そのため、その動きを生み出す後足部外反モーメントを測定し評価することは下肢慢性障害の予防にとって重要である。しかしながら、接地中のモーメントの測定には床反力計が必要であり、実験室以外での測定が難しい。しかし、我々の研究で、後足部外反モーメントは、接地中の足関節中心に対する足圧中心 (COP) の側方距離 (以下 **Lankcop**) に依存する可能性が示されてきた (Tsumimoto et al. 2017)。よって、後足部外反モーメントを直接測定できなくても、足関節中心位置と COP の位置が測定できれば、後足部外反モーメントの評価が可能になると考えられる。しかし、これまで **Lankcop** によって後足部外反モーメントをどの程度評価できるかについては明らかにされてこなかった。



図1 足関節中心と COP の側方距離および後足部外反モーメントの模式図

2. 研究の目的

(1) 本研究の 1 つ目の目的は、ランニング支持期中に得られる **Lankcop** にて後足部外反モーメントを推定できるかを検証することとした。

(2) 本研究の 2 つ目の目的は、床反力計 (Kistler Instruments, 40cm×60cm) を用いて得られる **Lankcop** と足圧分布測定器 (Rsscan International, 41.8cm×57.8cm) を用いて得られる **Lankcop** の値が一致するかを検証することとした。これが一致すれば、可搬性に富む足圧分布測定器によって後足部外反モーメントの評価が可能となることを意味し、実験室に限らず、場所を選ぶことなくモーメントの測定ができるようになる。これにより、より多くのランナーを対象に、下肢慢性障害のリスク評価を行えるようになると考えられる。

3. 研究の方法

(1) 床反力計を用いて測定した後足部外反モーメントと **Lankcop** の値を用い、**Lankcop** により後足部外反モーメントがどの程度推定できるかについて検証した。この検証のため、走路の真ん中に埋設された床反力計の上を被験者が走り抜け、その際得られた後足部外反モーメントの値と **Lankcop** の値において回帰分析を行った。

(2) 床反力計を用いて導かれる **Lankcop** と足圧分布測定器を用いて導かれる **Lankcop** の一致度の検証を行った。この検証のため、まず、床反力計内の COP 算出座標系の原点と、足圧分布測定器の COP 算出座標系の原点を、両機器の角に合わせるよう設定した。床反力計では座標系の原点が機器の何処に存在しているかが分かっており、原点を機器の角に合わせた設定にすることは容易であった。しかし、足圧分布測定器は、座標系の原点が機器の何処に存在しているかが不明であり、まずそれを明らかにする必要がある。方法としては、足圧分布測定器の角から実測にて複数の座標点を設定し、その部分に特注の押し棒にて圧を加えた。その圧を加えた位置座標のデータと、角からの実測座標の差分を用いることで、COP 算出座標系の原点を機器の角に設定した。

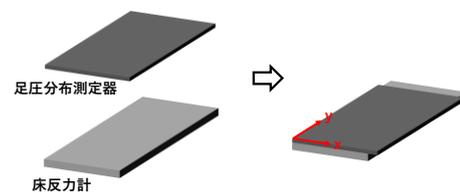


図2 実験時の機器配置

この設定で、お互いの機器の角が丁度合うように (お互いの座標系の原点が合うように) 床反力計の上に足圧分布測定器を載せた (図 2)。その上を複数回走り抜ける実験を行い、両機器にて算出される COP 座標データがどの程度一致するかを検証した (**Lankcop** は足関節中心位置と COP 座標位置によって算出されるが、そのうちの足関節中心位置は同じモーションキャプチャシステムで測定すれば値は必ず同じとなる)。そのため、**Lankcop** の一致度の検証は COP 座標の一致度の検証にて満たされるため、本研究では COP 座標の一致度について検証している。

4. 研究成果

(1) ランナーには、接地時に踵から地面に着く後足部接地型のランナーと、踵以外の部分から地面に着く後足部接地型以外のランナーが存在するため、その 2 つの接地パターンに分けて分析を行った。その結果、後足部接地型以外のランナーでは、床反力計を用いて測定した **Lankcop** によって後足部外反モーメントの大きさの 94.8% を説明できることが明らかとなった。また、後足部接地型のランナーは、**Lankcop** とともに接地の瞬間からの足関節中心の側方変位 (モーションキャプチャシステムで測定可能) のデータを用いることで、後足部外反モーメントの大きさの 82.1% を説明できることが明らかとなった。よって、**Lankcop** の測定により、後足部外反モーメントを高い精度で推定することが可能であることが示された。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

(2) 足圧分布測定器から得られる COP 座標と床反力計から得られる COP 座標を比較したところ、設定した座標系のほぼ同様の場所に、ほぼ同様の軌跡を示した。一致度を数値で検証するため、支持期の 10%~60% (後足部外反モーメントの発生が顕著に見られる局面) において各機器で得られる COP 座標の平均値を試技毎に算出し、相関分析を行った。その結果、両機器から得られた COP 座標の間には非常に高い有意な相関 (x 座標 : $r = 0.995$; y 座標 : $r = 0.988$) が認められ、97%以上の寄与率を示した。よって、足圧分布測定器を用いた Lankcop により床反力計を用いた Lankcop と同等の評価を行うことができることが示され、それはつまり足圧分布測定器によって後足部外反モーメントの大きさを評価できることを示すものでもあった。

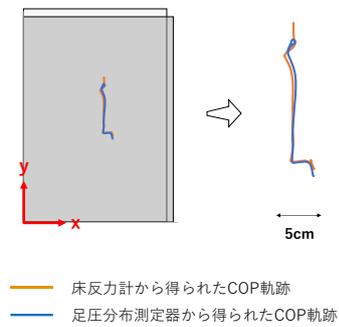


図3 床反力計と足圧分布測定器から得られた COP 軌跡の比較

この 2 つの研究結果から、足圧分布測定器を用いて後足部外反モーメントの大きさを評価できることが示された。これまで、国内外において障害予防を目的としたインソールの効果検証として、後足部外反モーメントがどの程度減少したかを評価する研究が多く行われてきた。しかし、どの研究においても床反力計が用いられており、実験室内にて評価が行われていた。今回の我々の研究成果は、このような評価を、場所を選ばず実施可能とするもので、より多くの人々に対して障害予防のための適切な評価を行うための環境整備に繋がる。また、場所を選ばず測定が可能であることで、これまでより格段に多いデータの収集が可能となる。よって、そもそもヒトはランニング支持期中にどの程度の大きさの後足部外反モーメントを受けるものなのか、また、どの程度の大きさになると障害リスクが高まるのか、といった疫学的な研究にも、データが活かされることが期待できる。よって、どこでも後足部外反モーメントを評価できるシステムが構築されることは、国内外において大きなインパクトになると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

Tsujimoto, N., Nunome, H., and Ikegami, Y. Primary mechanical factors contributing to foot eversion moment during the stance phase of running. *Journal of sports sciences*. 2017; 35(9):898-905. 10.1080/02640414.2016.1201209

Tsujimoto, N., Nunome, H., Mizuno, T., Inoue, K., Matsui, K., Matsugi, R., Ikegami, Y. Mechanical factors affecting the foot eversion moment during the stance phase of running in non-rearfoot strikers. *Sports Biomechanics*. 2019; 29:1-14. 10.1080/14763141.2018.1548639

辻本典央：ランニング中の足部動態評価による障害予防の可能性. *トレーニング科学*, 日本トレーニング科学会, 2019; 30(3):121-127.

Tsujimoto, N. Prediction of the longitudinal arch angle during running for various foot strike patterns using a static longitudinal arch angle measurement. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2020 (in press)

[学会発表] (計 2 件)

辻本典央, 布目寛幸, 池上康男 ランニング支持期中の後足部外反モーメントの簡易的評価指標 第 72 回日本体力医学会大会

辻本典央, 布目寛幸, 池上康男 ランニング支持期中の後足部外反モーメントの簡易的評価指標 第 25 回日本バイオメカニクス学会大会

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

(2) 研究協力者

池上 康男 (IKEGAMI Yasuo)

布目 寛幸 (NUNOME Hiroyuki)

水野 貴正 (MIZUNO Takamasa)

井上 功一郎 (INOUE koichiro)

松儀 怜 (MATSUGI Ryo)

松井 一洋 (MATSUI Kazuhiro)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Norio Tsujimoto, Hiroyuki Nunome, Yasuo Ikegami	4. 巻 35
2. 論文標題 Primary mechanical factors contributing to foot eversion moment during the stance phase of running	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of sports sciences	6. 最初と最後の頁 898-905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02640414.2016.1201209	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Norio Tsujimoto, Hiroyuki Nunome, Takamasa Mizuno, Koichiro Inoue, Kazuhiro Matsui, Ryo Matsugi, Yasuo Ikegami	4. 巻 29
2. 論文標題 Mechanical factors affecting the foot eversion moment during the stance phase of running in non-rearfoot strikers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sports Biomechanics	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14763141.2018.1548639	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 辻本 典央	4. 巻 30 (3)
2. 論文標題 ランニング中の足部動態評価による障害予防の可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 121-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Norio Tsujimoto	4. 巻 .
2. 論文標題 Prediction of the longitudinal arch angle during running for various foot strike patterns using a static longitudinal arch angle measurement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Podiatric Medical Association	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 辻本 典央、布目 寛幸、池上 康男
2. 発表標題 ランニング支持期中の後足部外反モーメントの簡易的評価指標
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 辻本典央, 布目寛幸, 池上康男
2. 発表標題 ランニング支持期中の後足部外反モーメントの簡易的評価指標
3. 学会等名 第25回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	池上 康男 (IKEGAMI Yasuo)		
研究協力者	布目 寛幸 (NUNOME Hiroyuki)		
研究協力者	水野 貴正 (MIZUNO Takamasa)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	井上 功一郎 (INOUE koichiro)		
研究協力者	松儀 怜 (MATSUGI Ryo)		
研究協力者	松井 一洋 (MATSUI Kazuhiro)		