

令和 5 年 5 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11487

研究課題名（和文）3D測距センサーを用いた下肢のケガ発生リスク予測に関する研究

研究課題名（英文）Research on injury risk prediction of lower limbs using 3D range sensor

研究代表者

河合 季信（KAWAI, Toshinobu）

筑波大学・体育系・准教授

研究者番号：50310107

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）：本研究は、3D測距センサーを用いて日々の歩容データを収集し、その変化からケガの発生リスクを予測できるようにすることであった。

本研究では、研究期間内に歩容データからケガの発生リスク予測につながるような研究成果を得ることができなかったが、以下の成果を得ることができた。(1) 約40人の研究対象者の歩容データを10分間程度で得るための計測方法およびノウハウ、(2) スポーツ現場において、アスリートの日々の活動を制限しないで歩容データを取得するための計測エリア設定方法。今後は、測距センサーから得られた歩容の点群データを解析し、日々の変動からケガの予測につながるパラメータを得ることをめざす。

研究成果の学術的意義や社会的意義

通常、ヒトの運動を計測する場合には、身体各部にマーカーを貼付して高額な赤外線カメラを複数設置して撮影したり、ビデオカメラからの映像を用いて、マニュアルで関節位置を指定するデジタイズ作業を行ったりする必要がある。こうした方法では、研究対象者や研究者自身への負担が大きく、日常の活動データを継続的に取り続けることは難しい。

本研究では、比較的安価な測距センサーを用いることで、研究対象者への事前準備や、撮影後の手作業を減らし、日常の動作（歩行）からスポーツ活動中のケガの予測につながるデータを継続的に収集できる方法を確立することができた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to collect daily gait data using a 3D distance measurement sensor and to be able to predict the risk of injury based on the changes in the data. Although we were not able to obtain research results that could lead to the prediction of injury risk from the gait data within the study period, we were able to obtain the following results. (1) A measurement method and know-how to obtain gait data from about 40 research subjects in about 10 minutes, and (2) A measurement area setting method to obtain gait data without restricting athletes' daily activities at sports fields. In the future, we aim to analyze point cloud data of gait obtained from distance measurement sensors to obtain parameters that can be used to predict injuries based on the day-to-day fluctuations of gait data.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：障害予防

1. 研究開始当初の背景

国際大会やプロフェッショナル領域で競われるハイパフォーマンススポーツでは、大会スケジュールの過密化、シーズンの長期化、興行化などによって、アスリートの身体が酷使され、慢性的な疲労による障害や外傷(以下、合わせてケガという)の発生が問題となっている。とくに、ハムストリングスの肉離れのような下肢のケガは、陸上競技の短距離選手だけでなく、サッカーやアメリカンフットボールといったスプリント走を繰り返す球技においてよく見られる。

ハムストリングスの肉離れのリスクファクターとしては、膝関節屈曲伸展筋力比(H/Q比)が低いことや、ハムストリングスの柔軟性低下、疲労などが指摘されている(Mendiguchia et al., 2012)ものの、それらの指標から肉離れを予測するにはまだ至っていないのが現状である(Brukner, 2015)。また、ハムストリングスの柔軟性低下によって歩行中の遊脚相における膝関節伸展運動が低下する(中俣ほか, 2004)といった報告があるものの、歩容の変化とハムストリングス肉離れとの関係についての直接的な研究は見あたらない。

一方、近年のセンサー技術の発達によって、身体の動きを非拘束的に、かつ簡易に計測し、大量のデータを取得できるようになった。たとえば、本研究の分担者である足立ほか(2013)は、赤外線による測距センサーを備えたMicrosoft Kinectを使って、マーカーを用いないで簡易に精度良く人間の動作を三次元計測するシステムを開発している。

これらの技術を用いることによって、アスリートの負担を最小限にして日々の動作やコンディショニングデータを収集し、それらのデータの微細な変調をつかむことでケガの発生予測モデルを構築できることが期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日々の歩容データを収集し、コンディショニングデータ等と合わせて検討することで、ケガの発生につながるような身体の変調をつかみ、ハムストリングスの肉離れ等、下肢のケガの発生リスクを予測できるようにすることであった。

3. 研究の方法

大学アメリカンフットボール部に所属する男子大学生約40人を対象に、日常のトレーニング前後の歩行の様子を、3D測距センサー(Microsoft社, Azure Kinect)を用いて計測した。

当初の計画では、トレーニング場に向かう動線上に計測エリアを設定し、移動中の研究対象者の歩行データを得る予定であったが、トレーニング場内に設定した撮影エリアをトレーニング前後に歩くという内容で実施することとなった。これは、不特定多数のデータを取得してしまう可能性を研究倫理審査で指摘されたことに対応するものであった。

研究対象者には、約5m×約3mの計測エリアを、任意のスピードで歩行させ、その様子を2台の測距センサーを用いて計測し、点群データと対象者確認用の映像データを取得した(図1)。各計測の前には、足立ほか(2013)の方法を用いて、測距センサー位置を把握して取得データを補正するためのキャリブレーション手順を実施した。

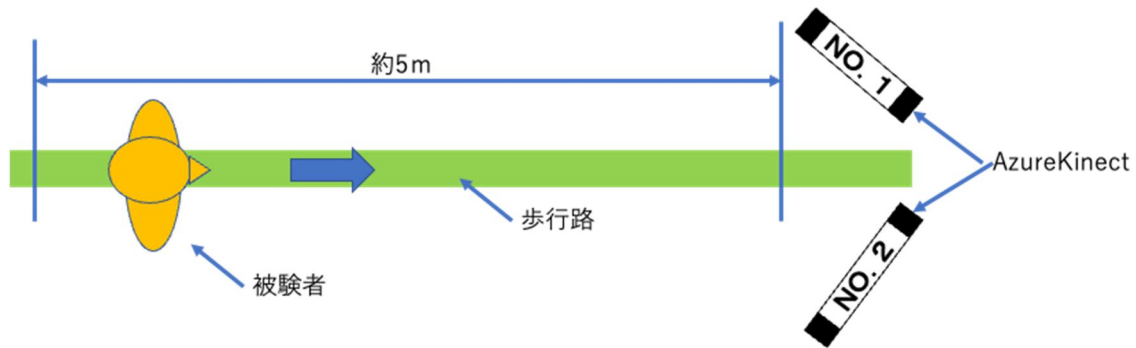


図1 撮影エリアと測距センサーの配置図

測距センサーで取得した点群データから歩容データを得るために、関節位置を推定するプログラムを用いた。当初使用を予定していたプログラムでは点群データから関節位置を出すことができなかつたため、本研究で用いたものとは異なる測距センサーから精度の高い関節位置データを得る研究実績（足立ほか，2013）を有していた会社に協力を依頼し、本研究で用いた測距センサーに対応したプログラム（HAL デザイン研究所社，Anakin システム）に改修を依頼し、研究に用いた。

計測の対象となった期間は、(1)2019年11月5日～同年12月12日、(2)2021年7月7日～同年7月28日、(3)2021年10月14日～同年12月9日であった。

ケガのデータは、研究対象となる運動部のトレーナーを務める共同研究者を通して取得した。研究期間中に発生したケガの発生日、種類、部位、競技復帰までの期間を得た。

本研究は、研究代表者が勤務する大学の研究倫理委員会による承認を受け、研究対象者から研究参加への同意を得て実施した。

4. 研究成果

本研究は、研究期間内では報告するだけの成果を上げることができなかつた。その理由は後述するが、日常の活動内で、研究対象者の負担を軽減しつつ、有用なデータを得るための方法を確認することができた。

計測されたデータ数は、期間(1)では546試技、期間(2)では391試技、期間(3)では876試技であった。これらのデータは、1試技あたりおおよそ15～20秒間で計測からデータ保存まで実施することができ、各回の計測では、おおよそ30人前後が連続して歩行を行った。トレーニング前には、各研究対象者はそれぞれの学業を終えて各々がトレーニング場にやってくる。トレーニング場に来たタイミングで、図1に示された計測エリアを任意のスピードで歩行し、トレーニングのための準備（ウォーミングアップ）を実施した。この時、計測を待つ列は多くて2名程度に収まっていた。また、トレーニング後は、チームのトレーニンググループ（ディフェンスやオフェンスなどのポジション）ごとに、それぞれのショートミーティングを終えて計測エリアにやってくる。この時、計測を待つ列は多くて5名程度であり、待機中は防具を外したり談笑するなどして、待機によるストレスを感じている様子は認められなかつた。これらのことから、長期に及ぶ計測期間中に研究対象者から不満を訴えられることはなく、同意を得られた対象者の途中離脱はなかつた。本研究で得られたノウハウは、今後日常データを継続的に取得して行う研究をデザインする上で重要な知見であるといえる。

また、上記の期間中、プレー中の衝突など外的な要因によらないケガを経験した研究対象者が4名認められ、同一人物が同じケガを受けているケースも見られた。

次に、研究成果を得られなかった大きな理由のひとつは、測定エリアを硬い床面ではなく、実際にトレーニングが実施される人工芝上に設定したことによるものである。測距センサーでは、対象物に赤外線等を照射して点群データを得ることで対象物を三次元的に把握するが、接地面が柔らかく、芝とシューズが重なっているため、従来のプログラムでは足部の形状を認識することができなかった。また、別の理由として、日常のトレーニング活動のフィールド内に計測エリアを設定したことから、計測エリア外で動く人物の影響を受けて、歩行している人物と背景の人物の切り分けが従来のプログラムでは正確にできず、歩容データを得ることができなかったことによる。これらの課題は、今後同様の研究を実施する上で、研究計画策定に反映できるものといえる。

これらの問題を改修するプログラムの検証が必要であったが、新型コロナウイルス感染症の影響で、研究対象者たちの運動部活動が停止し、検証作業ができなかったことも、研究期間内に成果につなげられなかった要因である。

今後は、上記2つの課題を解決し、歩容データの変化とケガ発生との関係について分析を進める予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
研究分担者	藤井 範久 (FUJII Norihisa) (10261786)	筑波大学・体育系・教授 (12102)	
研究分担者	足立 和隆 (ADACHI Kazutaka) (70221041)	筑波大学・体育系・准教授 (12102)	
研究分担者	福田 崇 (FUKUDA Takashi) (30375472)	筑波大学・体育系・准教授 (12102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関