

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：24303

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17681

研究課題名（和文）ウェアラブルデバイスによる上肢関節負荷の定量化および管理法の開発

研究課題名（英文）Development of a method for quantification and management of upper extremity joint loading using wearable devices

研究代表者

木田 圭重（Kida, Yoshikazu）

京都府立医科大学・医学（系）研究科（研究院）・助教

研究者番号：70737569

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ウェアラブルデバイスを用いて上肢の運動負荷の評価・管理法を確立することであった。われわれが開発した着衣型ウェアラブルデバイスを用いて、装着時の上肢関節運動の測定および検証を行い、解析結果のデジタル化およびデータ管理が容易に行える可能性を見出した。またウェアラブルデバイスを用いて野球投手の肘内側にかかる負荷を定量的に評価することにより、肘内側障害の予防と競技復帰につながる新たな知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

上肢に対する適切な運動負荷の設定が明らかになっていないため、オーバーユースによるスポーツ傷害に陥る選手は決して少ないとはいえず、運動負荷の正確な評価法が求められている。本研究ではウェアラブルデバイスを用いて簡便かつ定量的に上肢の運動負荷を測定・評価し、上肢関節の障害予防や競技復帰のためのリハビリテーションに有用な知見を示した。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop a method for evaluating and managing a load of upper limb exercises with wearable devices. We measured and verified upper limb joint motion using the originally developed wearable device. We found the possibility of easily digitizing and managing the analyzing results. In addition, by quantitatively evaluating the load on the medial elbow of baseball players, new findings were obtained that could prevent medial elbow disorders and return to competition.

研究分野：整形外科学

キーワード：動作解析 上肢関節運動 ウェアラブルデバイス

### 1. 研究開始当初の背景

運動器のリハビリテーションにおいては、関節の可動域訓練や筋力訓練と言った運動療法が中心となる。膝・股関節など下肢の運動に関しては、部分荷重、全荷重というように、運動負荷の定量的管理が可能である。しかし、上肢には荷重関節がなく、上肢の運動負荷は定量的に評価・管理されておらず、肩・肘関節などのリハビリテーションやスポーツ活動における運動処方・運動制限の際の課題となっている。近年、身につけて持ち歩くことができる腕時計型等のウェアラブルデバイスによって心拍数や移動距離などを定量的に計測し、記録することが可能となった。こうしたIoT (Internet of Things)の技術と、今回新たに開発した導電性繊維を編み込んだ着衣型動作センサを用いることで、肩・肘関節の可動域・角速度・運動回数等の負荷を可視化・定量化することが実現出来れば、上肢運動負荷を評価・管理する最も精確な方法となり、運動処方の基盤となる可能性がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、ウェアラブルデバイスを用いて上肢の運動負荷の評価・管理法を確立することを目的とした。上肢関節負荷の定量化を可能とし、かつ遠隔操作で身体情報を簡便に共有可能な着衣型動作センサを使用して研究を行った。

### 3. 研究の方法

われわれが開発した着衣型動作センサ等を用いて、ウェアラブルデバイスによる関節可動域等の測定の実施および測定手法の評価を行った。ウェアラブルセンサを用いてデータを収集するプログラムを作成し、実験室内で光学式三次元動作解析装置の値を信頼基準値として、肩・肘関節可動域の評価について測定誤差を検証した。

また、既存の肘関節スリーブ型ウェアラブルデバイスを用いて、少年野球選手から社会人野球選手を対象に投球動作解析のデータ収集を行った。病変の有無や疼痛の既往、身長・体重などの背景データを収集し、投球動作データとの相関関係について検討した。

### 4. 研究成果

研究の第一段階として、われわれが作成したプロトタイプを着衣型ウェアラブルデバイスを用いて、装着時の上肢関節運動の測定および検証を行った。その結果から新型ウェアラブルデバイスにより上肢の動作解析を行え、解析結果のデジタル化およびデータ管理が容易となる可能性を見出した。

第二段階としてリハビリテーションでの上肢運動負荷を評価する信頼性の高い方法の開発を課題として挙げた。われわれが開発したウェアラブルデバイスとの比較に用いる肘関節スリーブ型ウェアラブルデバイスを用いて、少年野球選手から社会人野球選手を対象に投球解析のデータ収集を行い、選手個人の背景データとの相関関係について検討した。

- (1) 中学生野球選手における肘関節内側部の超音波検査所見および過去の肘関節痛の有無と内側副靭帯にかかる負荷の関係性について検討した。肘スリーブ型ウェアラブルデバイスにより、内側副靭帯にかかる負荷を肘外反ストレス値(Elbow valgus stress)として求めた。肘痛の既往の有無と、肘内側病変の有無のそれぞれ2群間における肘外反ストレス値に対して統計学的検討を行った。その結果、肘痛の既往および肘内側病変の各2群間で肘外反ストレスに有意差はみられなかった(図1)。肘内側病変は形態異常を残したまま治癒することが知られており、測定時の肘外反ストレスは、肘症状や病変発症時のストレスを反映していない可能性がある。

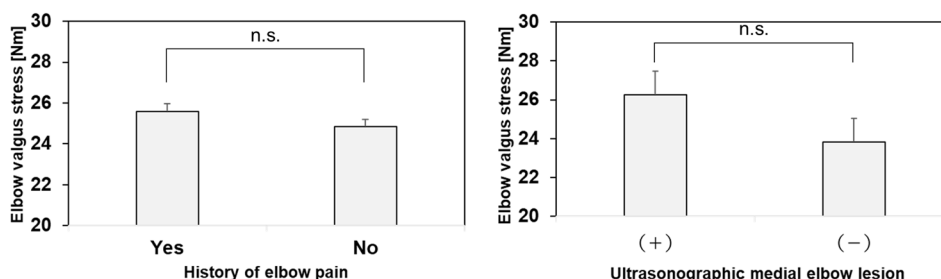


図1. 肘痛の既往および肘内側病変の各2群間の肘外反ストレス値の比較

- (2) 中学生野球選手から社会人野球選手に対して、投球動作解析データと球速、主観的な投球努力値(self-evaluated pitch-effort)を測定した。全力投球時の肘外反ストレス値を測定し、その値から75%の肘外反ストレス値、50%の肘外反ストレス値を算出した。その後、被験者に肘外反ストレス値が、75%肘外反ストレス値および50%肘外反ストレス値と一致するように投球

してもらい、一致した際の投球速度と投球努力値を求めた。肘外反ストレスが最大値の 75% で投げた時は、球速は最大値の 71%、投球努力値は 43% であり、肘外反ストレスが最大値の 50% で投げた時は、球速は最大値の 58%、投球努力値は 21% であった (図 2)。投球時の肘内側側副靭帯にかかる負荷と、球速および投球努力値は必ずしも一致しないことがわかった。

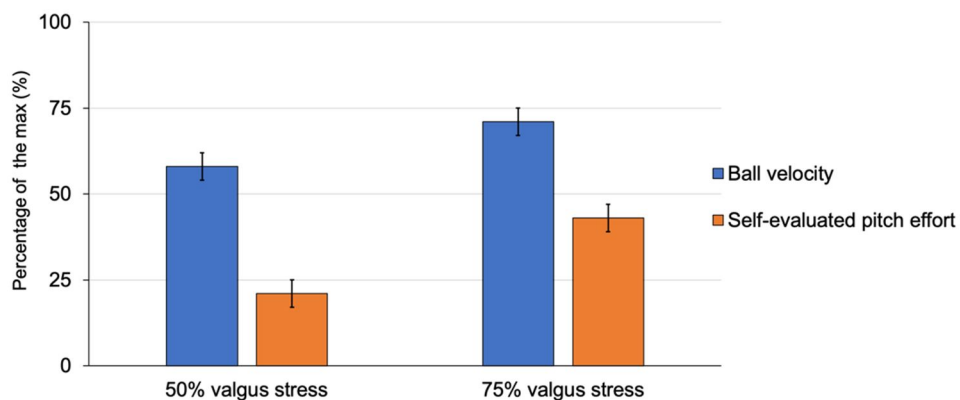


図 2. 外反ストレス 50% 投球および 75% 投球時の球速と投球努力値

ウェアラブルデバイスを用いて野球投手の肘内側にかかる負荷を定量的に評価することにより、肘内側障害の予防と競技復帰につながる新たな知見を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>小林雄輔, 木田圭重, 琴浦義浩, 森原 徹, 祐成 毅, 大西興洋, 南 昌孝, 小島良太, 瀬谷 崇, 生駒和也 |
| 2. 発表標題<br>肘内側障害の既往と投球時の肘外反ストレス値との関係                                  |
| 3. 学会等名<br>第12回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会, 第46回日本整形外科スポーツ医学会学術集会              |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yusuke Kobayashi, Yoshikazu Kida, Kenta Takatsuji, Tsuyoshi Sukenari, Naoki Okubo, Okihiro Onishi, Ryota Kojima, Takashi Seya, Taisuke Oishi, Toru Morihara, Kenji Takahashi |
| 2. 発表標題<br>The influence of Quantitative Partial Elbow Valgus Stress During Baseball Pitching On Ball Velocity and Self-evaluated Pitch-effort  |
| 3. 学会等名<br>Orthopaedic Research Society 2022 Annual Meeting (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|