

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01743

研究課題名(和文) ウェアラブルセンサを用いた運動時の生体・運動情報に関する研究

研究課題名(英文) Study on biological and movement information during exercise using wearable sensors

研究代表者

久保 哲也 (KUBO, Tetsuya)

東京都市大学・共通教育部・教授

研究者番号：30341936

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：生体情報センシングやその取得情報のスポーツ分野での活用が期待されている昨今、本研究はウェアという形で体に密着しているウェアラブルセンサ「hitoe」を活用し、動作分析や暑熱環境下での稽古が生体に及ぼす影響を明らかにし、剣道におけるセンサの有効性を検討した。様々な対象動作において熟練度や指導前後による相違があったこと、暑熱環境下での稽古では水分補給により心拍数に影響を及ぼしたことが示された。同時に、各種運動メニューでの運動強度やストレス度についても明らかになり、今後更に稽古内容についても検討を行っていく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回使用したウェアラブルセンサの特徴は身体の密着度が高く、それだけ正確に生体・運動情報が絶え間なく取得できるものであった。また、リアルタイムでのフィードバックが可能であったことより、指導現場において有効な手段として活用できた。

本研究で使用するウェアラブルセンサの剣道競技での使用例はまだ報告されていない。これまで以上に精度の高い生体・運動情報を把握したことで、より効果的な指導法や稽古法を発信していけると考えている。

研究成果の概要(英文)：Recently, it is expected that biometric information sensing and utilization of the acquired information will be utilized in the sports field. In this study, we used wearable sensor "hitoe" that is in close contact with the body in the form of wear, and clarified the effect of motion analysis and practice in hot environment on the living body. And we examined the effectiveness of the sensor in Kendo. As a result, it was shown that there were differences in various target movements depending on the skill level and before and after the instruction, and that the hydration had an influence on the heart rate during the practice under hot environment. At the same time, the exercise intensity and stress level in various exercise menus will be clarified, and we will continue to study the exercise content.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：ウェアラブルセンサ 剣道 加速度 心拍数 心電図

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、ビッグデータ解析や IoT 等の情報通信技術の著しい発展に伴い、生体情報を計測する技術開発が活発に進められている。機能や性能、形状、活用法も多岐にわたっており、今後益々、生体情報センシングやその取得情報のスポーツ分野での活用が期待されている。

(2) これまで剣道競技における動作分析は、ビデオ撮影による画像解析が多く用いられてきたが、3次元分析法を用いても剣道のような対人競技では、画像上、競技相手の陰になる部分が生じ、分析不可能な場面が出現していた。

(3) また、我が国の夏期は生体の体温調節の臨界に影響を及ぼすと考えられるほどの高温・多湿であり、暑熱下における運動が生体に対して生理学的に悪影響を及ぼすことが問題になっている。

2. 研究の目的

(1) 剣道競技において継続的な運動情報と生体情報のより正確な測定が期待されるウェアラブルセンサを活用し、動作分析や暑熱環境下での稽古が生体に及ぼす影響について明らかにする。

(2) 得られた結果から指導や稽古内容の工夫、新たな稽古内容の開発を検討し、スポーツ分野での応用を目指す。

3. 研究の方法

(1) 運動情報の測定：

ウェアという形で体に密着しているウェアラブルセンサ「hitoe」を活用し、剣道部に所属する健康な男子大学生 15 名を対象に、「前進後退正面素振り」20 本、「踏み込み面」5 本を対象動作として測定を行った。測定には加速度センサとして hitoe トランスミッターを用い、スマートフォン経由でデータを収集して分析を行った。(図 1)

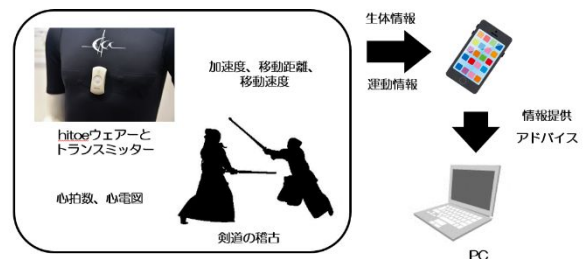


図 1 本研究で用いたウェアラブルセンサ「hitoe」と研究のイメージ

(2) 生体情報の測定：

暑熱環境下の稽古における生体・運動情報をスマートウォッチと既存の測定器を用いて測定した。(図 2)

被験者は剣道部に所属する健康な男子大学生 6 名とし、無作為クロスオーバー比較試験とした。1 回目は 3 名が非摂水、3 名が 500ml の摂水を行い、1 週間後の 2 回目には 1 回目の逆を行った。摂水は第 1 クール終了後に行った。

1 回目の影響が出ないように 2 回目まで 1 週間あけ、両日とも稽古開始時間を同一とし、可能な限り同じ環境下で行えるよう努めた。



図 2 稽古内容と測定のタイミング

4. 研究成果

(1) 運動情報の測定：

ウェアラブルセンサ「hitoe」を着装し、胸部に3軸加速度センサ（hitoeトランスミッター）を装着して測定した結果、重心の動きと熟練度に相関があった。技能上位者が下位者に比べて上下動の少ない移動を伴った動作を行っていた。（図3）

また、上下動をしないよう口頭で意識させ、同時にタブレットの画面による視覚的な情報もとに指導を行ったところ（図4）指導前に比べ指導後の方が各成分（X、Y、Z軸方向）においてブレのない動作へと変化した。

同様に左手首に3軸加速度センサを装着して測定した結果において、技能上位者が下位者に比べて左右方向の成分の値いが少なかったことが示された。このことは技能上位者が上下動する素振りにおいて、竹刀を握っている拳や竹刀の軌跡が左右にブレることなく、一定の範囲内でスムーズに移動していることが示唆された。

これらのことから、前進後退正面打ちの熟練度の評価指標の一つとしてウェアラブルセンサによる重心加速度データの利用が可能であることが示唆された。また、視覚的な情報をもとにした指導により、技能が効果的に改善されることが示唆された。

(2) 生体情報の測定：

当初、ウェアラブルセンサ「hitoe」を着装して測定を行ったが、センサの上から防具を着装したこと、被験者の動作が大きく移動範囲も広いこと、さらに長時間にわたるデータ通信を行っていること等から正確なデータ取得が困難だった。そのため、測定器具をスマートウォッチに切り替えた。スマートウォッチの選定にあたっては、予備実験において6台の価格帯の異なる機種を用い、既存の測定器とのデータの比較により誤差の少ないものを採用した。

摂水群と非摂水群との比較を行った結果、稽古終了後10分後の心拍数において、摂水群が非摂水群に比べ有意に低下しており、摂水により身体活動後の心拍数の平常値への回復が非摂水より早まったことが示唆された。つまり、水分補給が回復に有効であることが明らかになった。（図5）

同時に、運動強度や活動量、ストレス度、水分喪失量、体温、カロリー消費量等のリアルタイムな運動・生体情報についても明らかになった。稽古メニューの各動作において、これらのことが明らかになったことにより、今後も暑熱環境下での稽古内容について更に検討を行っていく。

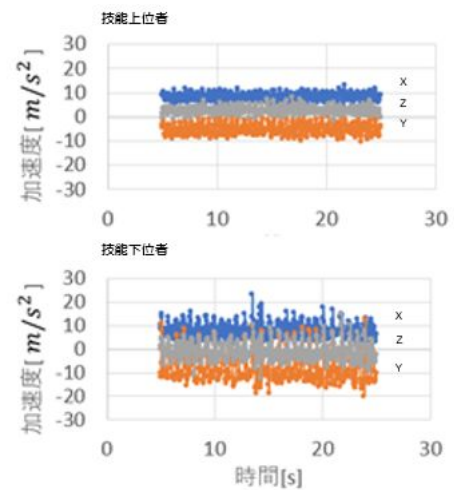


図3 前進後退正面打ち時の重心の動き



図4 指導に使用したタブレット画面

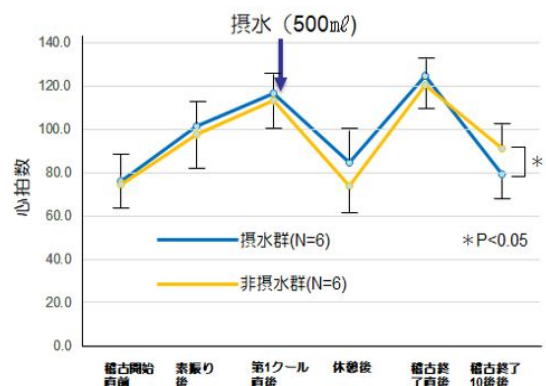


図5 心拍数への影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0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 久保哲也	4. 巻 Vol.28, No.3
2. 論文標題 健康を科学する ～生体情報のセンシング：熱中症対策へ～	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本AME学会誌	6. 最初と最後の頁 -
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 -

〔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 久保哲也
2. 発表標題 「健康領域」の活動状況
3. 学会等名 東京都市大学 第136回総研セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久保哲也
2. 発表標題 ウェアラブルセンサを用いた正面打突動作の生体・運動情報に関する研究
3. 学会等名 令和元年度日本武道学会第52回大会
4. 発表年 2019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
研究分担者	柴田 随道 (SHIBATA TSUGUMICHI) (20557144)	東京都市大学・知識工学部・教授 (32678)	