

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：32415

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11447

研究課題名（和文）サッカー中の心拍出量の測定とGPS位置情報で測定した試合中の走能力との関連の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the relationship between cardiac output measurements during running exercise and running ability during the game as measured by GPS location information in soccer players

研究代表者

松本 晃裕（Matsumoto, Akihiro）

十文字学園女子大学・人間生活学部・教授

研究者番号：70323574

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）：サッカー選手などのアスリートにおいてトレッドミル走などの運動中の心拍出量の測定については少数の報告があるのみで、運動中の心拍出量の動態がほとんど分かっておらず、その解明が重要な運動生理学的意義を有すると考えられる。本研究では全国大会出場経験もある大学男子サッカー選手を対象として検討した結果、サッカー選手では最大酸素摂取量、AT、最大運動時心拍出量は高値をとった。またATと走行距離との間には正相関がある傾向があった。以上より、選手の全身持久力の指標であるATが高値をとるほど、試合中の走行距離が高値をとり、より長い距離を走れる可能性があることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アスリートにおいて運動中やスポーツ競技中の心拍出量と1回拍出量の動態についての詳細がほとんど分かっていなかった。さらにサッカー選手の試合での走行距離や速度・スプリント時間などの走行能力と、全身持久力の指標である最大酸素摂取量や嫌気性代謝閾値(AT)との関連と、さらに運動中の心拍出量との関連も未解明であったので、これらの解明が重要な運動生理学的意義を有すると考えられていた。本研究の結果より、選手の全身持久力の指標であるATが高値をとるほど、選手が試合中により長い距離を走行することができることが明らかになったが、このことは選手のトレーニング法の開発などに役立つ知見であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：There have been only a few reports on the measurement of cardiac output during exercise such as treadmill running in soccer players, and little is known about cardiac output response during exercise, which may have important exercise physiological significance. In this study, we investigated the cardiac output during exercise in college male soccer players who had participated in national tournaments. There was a tendency for a positive correlation between AT and running distance. These results indicate that as the AT, a measure of a player's endurance capacity, becomes higher, the running distance during a game might become larger.

研究分野：運動生理学

キーワード：cardiac output heart rate exercise GPS system running distance running speed

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒトにおいて、トレッドミル走や自転車を漕ぐなどの運動中の心拍出量と1回拍出量の動態についての報告はまだ少数である(1、2)。さらにアスリートにおいても、トレッドミル走中などの心拍出量の測定については少数の報告があるのみであり(3)、運動中の心拍出量と1回拍出量の動態についての詳細がほとんど分かっておらず、その解明が重要な運動生理学的意義を有すると考えられる。またサッカー選手の試合・練習中の走行距離やスプリント速度・時間などの走行能力と、全身持久力の指標である最大酸素摂取量や嫌気性代謝閾値(AT)との間の関連は未解明であり、さらにそれらの走行能力と運動中の心拍出量・1回拍出量との関連も未解明である。

2. 研究の目的

本研究ではサッカー選手がトレッドミル走中に心拍出量と1回拍出量の動態がどのようになるかを検討した。さらにサッカー選手の試合・練習中での走行距離やスプリント速度・時間などの能力と、全身持久力の指標である最大酸素摂取量や嫌気性代謝閾値(AT)との関連と、さらに運動中の心拍出量・1回拍出量との関連を検討した。

またサッカー選手と同様に持久系のアスリートである駅伝選手において、トレッドミル走中のランニングエコノミーと長距離走のパフォーマンスとの関連についても検討を行った。

3. 研究の方法

全国大会出場経験もあるチームに所属する大学男子サッカー選手と、関東サッカーリーグ2部に所属する大学男子サッカー選手を対象とした。走行速度を漸増させるトレッドミル走行中に呼気ガス分析にて最大酸素摂取量やATを測定し、またインピーダンス法心拍出量計により、心拍出量・1回拍出量・心拍数も連続的に測定した。さらにサッカー選手のトレッドミル走行中の酸素摂取量の動態についても検討した。

またサッカー試合・練習中に、選手の走行距離・速度、心拍数などの指標をGPSによる位置情報システム(Field Wiz V2)を用いて計測した。当日の試合や練習の自覚的な運動強度を0~10点の主観的運動強度(RPE)を用いて、試合・練習終了直後に選手が評価した。こうして試合や練習中の走行距離、平均・最大速度、平均・最大心拍数、RPEなどの各指標を検討した。

4. 研究成果

男子サッカー選手ではトレッドミル走行中の最大酸素摂取量、ATは高値をとった。走行速度が増加するにつれ、心拍出量はほぼ直線的に増加した。一方、1回拍出量は運動の初期に増加した後、ほぼ一定の値をとった。

サッカー選手のトレッドミル走行中の酸素摂取量の動態については、走行速度とほぼ比例して、直線的に酸素摂取量が増加することが分かった。また時速10kmから20kmまでの1kmごとの走行速度における酸素摂取量の値より、体重当たりの1km走行当たりの酸素摂取量を求めた。体重当たりの1km走行当たりの酸素摂取量はサッカー選手では時速10km走行時が一番高く、時速20kmまで速度が増えるごとに、体重当たりの1km走行当たりの酸素摂取量が低下していくことが分かった。

また、これらの呼吸循環指標と、走行距離やスプリント速度などの走行能力との間の関連を検討したところ、ATと走行距離の間には正相関がある傾向があった。以上より、選手の全身持久力の指標であるATが高値をとるほど、選手の試合中の走行距離が高値をとり、長距離を走ることができる能力がより優れていることが明らかになった。

試合中の最大速度は約30 km/h、最大心拍数は180~190 bpm、1時間当たりの走行距離は約8 kmであった。

さらにサッカー選手と同様に持久系のアスリートである大学男子駅伝選手において、トレッドミル走中のランニングエコノミーと長距離走のパフォーマンスとの関連について検討した。その結果、駅伝選手においては、5000m走のタイムと、最大酸素摂取量やATの間には相関がなかった。一方、ランニングエコノミーの指標である体重当たりの1km走行当たり必要な酸素摂取量(oxygen cost)やエネルギー消費量(caloric cost)は、5000m走のタイムと正相関があった。駅伝選手ではランニングエコノミーの良い選手ほど、5000m走のタイムが良くなることがわかった(長浜 尚史、松本 晃裕、亜細亜大学学術文化紀要、2023)。

以上より、選手の全身持久力の指標であるATが高値をとるほど、選手が試合中により長い距離を走行することができることが明らかになったが、このことは選手のトレーニング法の開発などに役立つ知見であると考えられた。

<参考文献>

- (1) Taira Fukuda, Taketeru Maegawa, Akihiro Matsumoto, Yutaka Komatsu, Toshiaki Nakajima, Ryozo Nagai, Takashi Kawahara. Effects of acute hypoxia at moderate altitude on stroke volume and cardiac output during exercise. *Int Heart J* 2010; 51: 170-175.
- (2) Taira Fukuda, Akihiro Matsumoto, Miwa Kurano, Haruhito Takano, Haruko Iida, Toshihiro Morita, Hiroshi Yamashita, Yasunobu Hirata, Ryozo Nagai, Toshiaki Nakajima. Cardiac output response to exercise in chronic cardiac failure patients: role of stroke volume. *Int Heart J* 2012; 53: 292-298.
- (3) Taira Fukuda, Akihiro Matsumoto, Miwa Kurano, Hisashi Nagahama, Toshiaki Nakajima. Stroke work progressively increased until maximal exercise in long distance runners, but plateaued at submaximal exercise in sprinters. *J Phys Fitness Sports Med* 2018;7(2):103-112.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 長浜 尚史、松本 晃裕	4. 巻 41
2. 論文標題 大学生駅伝選手におけるランニングエコノミーと長距離走パフォーマンス	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 亜細亜大学学術文化紀要	6. 最初と最後の頁 37-53
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 長浜 尚史、福田 平、松本 晃裕	4. 巻 35
2. 論文標題 エリート駅伝選手を対象としたトレッドミル漸増運動負荷試験のプロトコル開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 亜細亜大学学術文化紀要	6. 最初と最後の頁 95-111
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔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	福田 平 (Fukuda Taira) (10648116)	神奈川県立保健福祉大学・保健福祉学部・准教授 (22702)	
研究分担者	長浜 尚史 (Nagahama Hisashi) (40172548)	亜細亜大学・経済学部・教授 (32602)	

6. 研究組織（つづき）

	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	石山 隆之 (Ishiyama Takayuki) (90710583)	十文字学園女子大学・カレッジスポーツセンター・教授 (32415)	

	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	東海林 毅 (Toukairin Takeshi)	城西大学・経営学部・准教授	
研究 協 力 者	佐々木 亮太 (Sasaki Ryouta)	城西大学・サッカー部・コーチ	

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