

サッカー選手における試合中の心拍数推移と、走行距離・速度についての検討

A study on changes in heart rate and running distance and speed during a soccer match

23MA001 秋澤早耶

#### 要約

背景と目的; トレーニングを積んだ持久系のスポーツ選手は心肺機能が強化されている。酸素摂取量と心拍数は、 $\text{酸素摂取量} = \text{心拍出量} \times \text{動静脈酸素含有量較差} = \text{心拍数} \times 1 \text{ 回拍出量} \times \text{動静脈酸素含有量較差}$ という関係がある。運動強度が高くなると酸素摂取量が増える必要がありその結果、前記の関係式より心拍数も増加することが考えられる。同じ速度で走るとき体重に依存はするものの、エネルギー消費量はほぼ同程度で酸素摂取量も同程度の値をとると報告されている。トレッドミルで走行することや駅伝など単に走るものは速度に比例して心拍数も直線上に増えることが報告されている。一方、サッカー選手は計 90 分間の試合で 11~13km 走行するが、ディフェンスで体をぶついたりキックやシュート、ヘディングをしたり、走る以外の動きが加わるため、選手の心拍数が走行速度に対して直線状に増えない可能性がある。さらに、走るとき、一定の速度ではなくダッシュやジョギングなど様々な速度の動きをランダムに行っている。よって、走る以外の動作が含まれるので、一定の速度で単に走るときよりもより多くのエネルギーを使うことが想定され、選手の心拍数が直線状に増えない可能性が考えられる。本研究の目的はサッカー選手における試合中の総移動距離や走行速度、心拍数を測定し、平均移動速度と平均心拍数の関係について検討することとした。

方法; 関東リーグに所属する大学男子サッカー選手 10 名 (FW; 4 人、MF; 4 人、DF; 2 人) を対象に GPS トラッキングシステムである INSPIRIT を使用して他大学との練習試合中における総移動距離、移動速度、最大心拍数、平均心拍数、最小心拍数などを測定した。選手のプレー時間が異なっていたため、移動距離をプレーした時間で割り、1 時間当たりの移動距離を求めた。

結果; 選手全体の平均移動速度は  $5.67 \pm 1.66$  km/h、最大速度は  $28.11 \pm 1.85$  km/h であった。平均心拍数は  $147.4 \pm 14.3$  bpm、最大心拍数は  $180.7 \pm 8.0$  bpm、最小心拍数は  $88.9 \pm 29.4$  bpm であった。1 時間当たりの移動距離を求めたところ、速度 15 km/h 以上で移動した距離は  $1.07 \pm 0.45$  km であった。0-15 km/h での移動距離は  $4.66 \pm 1.20$  km、15-20 km/h での移動距離は  $0.72 \pm 0.30$  km、20-25 km/h での移動距離は  $0.29 \pm 0.14$  km、25-30 km/h での移動距離は  $0.08 \pm 0.05$  km、30 km/h 以上での移動距離は  $0.002 \pm 0.005$  km だった。速度 0-15 km/h での移動距離が最も長かった。速度 25 km/h 以上のスプリントをした回数は 1 時間当たり  $5.9 \pm 3.5$  回だった。平均移動速度と平均心拍数では有意な正の相関がみられた ( $r=0.739$ 、 $p=0.015$ )。ポジション別にみると平均移動速度は FW; $6.34 \pm 1.44$ 、

MF;5.40±1.61、DF;4.90±1.67 km/hであった。最大速度はFW;29.45±1.08、MF;28.22±1.09、DF;25.23±0.65 km/hだった。平均心拍数はFW;156.9±15.6、MF;136.5±5.6、DF;150.1±7.2 bpmであった。

結語;サッカーの試合中では、平均移動速度が速い選手ほど平均心拍数は高いことが明らかになった。平均移動速度が速いほど運動強度は高くなり、酸素摂取量も増加する必要があるため、心拍数が高くなると考えられた。

## Summary

### Introductions and Objectives

Trained endurance athletes have excellent cardiopulmonary function. The relationship between oxygen intake and heart rate is oxygen uptake = cardiac output × arteriovenous oxygen content difference = heart rate × stroke volume × arteriovenous oxygen content difference. As exercise intensity increases, oxygen uptake needs to increase, and as a result, heart rate is thought to increase according to the above relationship. It has been reported that when running at the same speed, energy consumption and oxygen uptake are roughly the same, although this depends on body weight. It has been reported that when simply running, such as on a treadmill or in an Ekiden race, heart rate increases linearly with speed. On the other hand, soccer players run about 11 to 13 km during a 90-minute match, but because they also perform other actions besides running, such as physical collisions while defending, kicking, shooting, and heading, their heart rate may not increase linearly with their running speed. Furthermore, when running, they do not run at a constant speed, but randomly move at various speeds such as sprinting and jogging. Therefore, because it involves movements other than running, it is expected that more energy will be used than when simply running at a constant speed, and it is possible that the athlete's heart rate may not increase in a linear manner. The purpose of this study was to measure the total distance traveled, running speed, and heart rate of soccer players during a match, and to examine the relationship between average running speed and average heart rate.

### Methods

Ten male university soccer players (FW; 4men、MF; 4men、DF; 2men) belonging to the Kanto League were enrolled in this study. Their total distance traveled, travel speed, maximum heart rate, average heart rate, minimum heart rate, etc. were measured using the GPS tracking system INSPIRIT during practice matches against another university. Because the players' playing times differed, the distance traveled was divided by the number of hours played to determine the distance traveled per hour.

## Results

The average movement speed for all athletes was  $5.67 \pm 1.66$  km/h, with a maximum speed of  $28.11 \pm 1.85$  km/h. The mean heart rate was  $147.4 \pm 14.3$  bpm, the maximum heart rate was  $180.7 \pm 8.0$  bpm, and the minimum heart rate was  $88.9 \pm 29.4$  bpm. When calculating the distance traveled per hour, the result was  $1.07 \pm 0.45$  km when traveling at a speed of 15 km/h or more. The average distance traveled at 0 to 15 km/h was  $4.66 \pm 1.20$  km, at 15 to 20 km/h it was  $0.72 \pm 0.30$  km, at 20 to 25 km/h it was  $0.29 \pm 0.14$  km, at 25 to 30 km/h it was  $0.08 \pm 0.05$  km, and at over 30 km/h it was  $0.002 \pm 0.005$  km. The distance traveled at a speed of 0-15 km/h was the longest. The number of sprints at speeds above 25 km/h was  $5.9 \pm 3.5$  per hour. A significant positive correlation was observed between average movement speed and average heart rate ( $r=0.739$ ,  $p=0.015$ ). By position, the average movement speed was FW;  $6.34 \pm 1.44$  km/h, MF;  $5.40 \pm 1.61$  km/h, DF;  $4.90 \pm 1.67$  km/h. Maximum speeds were FW;  $29.45 \pm 1.08$ , MF;  $28.22 \pm 1.09$ , DF;  $25.23 \pm 0.65$  km/h. The average heart rates were FW;  $156.9 \pm 15.6$ , MF;  $136.5 \pm 5.6$ , and DF;  $150.1 \pm 7.2$  bpm.

## Conclusions

It was revealed that athletes with faster average movement speeds had higher average heart rates during a soccer match. It was thought that a faster average moving speed would indicate a higher exercise intensity, which would increase the need for oxygen and would lead to a higher heart rate.