

Wytrzymałość anaerobowa 10-letnich chłopców

Anaerobic endurance of boys aged 10 years

Romuald Stupnicki, Paweł Grochowski

Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki, Pruszków

Streszczenie

Cel pracy: Ocena wytrzymałości anaerobowej bardzo młodych piłkarzy z uwzględnieniem tętna, jako miary „fizjologicznego kosztu” wysiłku.

Materiał i metody: Grupa 12 chłopców w wieku 9 – 10 lat, trenujących piłkę nożną, wykonała test wytrzymałości anaerobowej (6 biegów po 30 m z 10-sekundowymi przerwami dla pomiaru tętna). Czasy mierzono stoperem i przeliczano na prędkości (m/s). Mnożąc prędkości przez 60/tętno, uzyskano prędkości wyrażone w m na uderzenie serca.

Wyniki: W porównaniu z danymi z piśmiennictwa dotyczących dorosłych piłkarzy, prędkości biegu badanych chłopców były dużo niższe, przy porównywalnych wartościach tętna po pierwszym i ostatnim biegu, natomiast wskaźniki wytrzymałości anaerobowej (PI) odniesione do prędkości wyrażonej zarówno w m/s jak i w m/ud.serca, były znacznie ($p < 0,001$) wyższe niż u dorosłych.

Wnioski: Maksymalne prędkości wyrażone w metrach na uderzenie serca mogą być miarą wydolności szybkościowo-krążeniowej, wymaga to jednak obszerniejszych badań.

Słowa kluczowe: 10-letni chłopcy, piłka nożna, wytrzymałość anaerobowa, wydolność

Summary

Study aim: To assess the anaerobic endurance of 10-year-old football players, taking into account the heart rate as a measure of the “physiological cost” of exertion.

Material and methods: A group of boys aged 9 – 10 years, practicing football, were subjected to the anaerobic endurance test (6 runs, 30 m each, spaced with 10-s intermissions for measuring heart rate). Running times were measured using a stopwatch, the results being converted to velocities (m/s). The velocities were multiplied by 60/HR, resulting in velocities expressed in m/hb (heart beats).

Results: As compared with literature data of adult players, the velocities attained by boys studied were much lower, the heart rates after the first and the last runs being comparable. On the other hand, the performance indices (PI) related to velocities either in m/s or in m/hb, were significantly ($p < 0.001$) higher in boys than in adults.

Conclusions: Maximum velocities expressed in m/heart beat, may be regarded as a measure of speed/ circulatory capacity; this requires, however, further, more extensive studies.

Key words: 10-Year-old boys; Football; Anaerobic endurance; Work capacity

Wprowadzenie

W piłce nożnej znaczącą rolę odgrywa wytrzymałość anaerobowa, której ocena jest istotna dla określenia poziomu przygotowania zawodnika. Piłkarze, zarówno dorośli jak i dzieci, wykonują liczne wysiłki powtarzane o wysokiej intensywności. Zawodnik w trakcie meczu wykonuje krótkotrwałe, intensywne czynności ruchowe,

Introduction

Anaerobic endurance plays a significant role in football, thus its testing is essential for assessing the preparation of players. Both adult and very young football players perform multiple exertions of high intensity. Throughout a match, players perform short, intense motions, like changes in sprint directions, sprints, sliding tackles, head

takie jak zmiana kierunku biegu, sprinty, wślizgi czy główkowania, przy czym niezbędne są umiejętności techniczno-taktyczne. Piłkarz podczas meczu przemieszcza się ze zmienną prędkością. Wraz z upływem czasu, średni czas trwania wysiłków zmniejsza się. Pod koniec meczu liczba oraz prędkość wykonanych sprintów w stosunku do pierwszych minut meczu ulega zmianie [5].

Do oceny powtarzanych wysiłków anaerobowych zaproponowano wskaźnik sprawności PI (*Performance Index*) [6,7], oceniający zdolność do utrzymania maksymalnej wartości danego parametru, np. prędkości, w serii wysiłków. Jak wspomniano wcześniej [8], testy te nie biorą pod uwagę „fizjologicznego kosztu” wysiłku. Wprawdzie na koszt fizjologiczny wysiłku składa się wiele elementów, m.in. wydatek energetyczny, cechy osobowościowe itp., ale pomiar tętna wykonywany w ocenie wysiłków [2,3,9] jest dobrą miarą tego kosztu [4]. Celem niniejszej pracy była ocena wytrzymałości anaerobowej bardzo młodych piłkarzy, z uwzględnieniem tętna, jako pewnej miary „fizjologicznego kosztu” wysiłku.

Material i metody

Badane osoby

W badaniu wzięło udział 12 chłopców w wieku 9 – 10 lat, trenujących w Klubie Sportowym Real Varsovia. Charakterystykę zawodników przedstawiono w tabeli 1. W sezonie 2017/2018 zespół zajął 2. miejsce z dorobkiem 55 punktów. Nowy sezon drużyna zaczęła w lipcu na letnim obozie, trenując dwa razy dziennie, 7 dni w tygodniu. Sesja treningowa trwała 120 minut.

Metody badań

Badania wykonano w październiku 2018 r. Test przeprowadzono na boisku ze sztuczną nawierzchnią pod balonem na obiekcie Centrum Rekreacyjno-Sportowego Warszawy Bielany. Badani wykonali test polegający na przebiegnięciu w jak najszybszym czasie 6 odcinków o długości 30 m. Po każdym biegu następowała 10-sekundowa przerwa, podczas której mierzono tętno (HR) za pomocą sport-testerów. Czas biegu

playing, etc., that requires technical and tactical skills. Throughout a match, the player moves at a highly variable speed. The mean duration of exertions decreases with time. Towards the end of the match, the number of sprints performed, as well as their velocities, decrease as compared with the first minutes of the match [5].

For assessing the repeated anaerobic exertions, the Performance Index (PI) was designed [6,7]. That index reflects the capacity to maintain given parameter, e.g. velocity, in a series of repeated exertions. Like stated earlier [8], such tests do not consider the “physiological cost” of exertion. Inasmuch that physiological cost includes a number of elements, e.g. energy output, personality characteristics, etc., but the measurements of the heart rate performed during exertions [2,3,9] well reflect the magnitude of that cost [4].

The aim of this study was to assess the anaerobic endurance of very young football players, taking into account the exertion-related heart rates, reflecting the measure of the “physiological cost” of the exertions performed.

Material and methods

Subjects

A group of 12 boys aged 9 – 10 years, members of Real Varsovia Sport Club, were studied. Their basic characteristics are presented in Table 1. In the season 2017/2018 the team had 2nd place in the ranking and scored 55 points. In the new season, the team trained twice daily on the summer camp in July, 7 days a week, one training session lasting 120 min.

Methodology

The test was conducted in October 2018 on an indoor football pitch with artificial surface, at the Sports and Recreation Centre Bielany, Warsaw. The boys were subjected to a test consisting of 6 runs at the distance of 30 m at maximum speed. The runs were separated by intermissions lasting 10 s each, when the heart rate was measured using sport testers. Running times were measured using a stopwatch with 10 s-accuracy.

mierzono za pomocą stopera z dokładnością 0,01 s. Czasy biegów przeliczono na prędkości (V , m/s). Obliczono maksymalne i średnie prędkości uzyskane w serii 6 biegów, tzw. wartości R-R (60/HR), czyli czasy trwania (s) pojedynczych skurczów serca, iloczyny V i R-R, czyli prędkości wyrażone w m/ud.serca [8], a także wskaźnik wytrzymałości anaerobowej ($PI = V \text{ śr.}/V \text{ max}$) [6,7,9].

W analizie danych zastosowano test t dla danych niezależnych. Poziom $p \leq 0,05$ przyjęto za znamienne.

Wyniki

Tab. 1. Średnie wartości (\pm SD i zakresy) danych somatycznych badanych chłopców ($n = 12$)

Table 1. Mean values (\pm SD and ranges) of somatic variables of boys studied ($n = 12$)

| Zmienna - Variable | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Wiek (lata) – Age (years) | 10.2 ± 0.5 (8.9 – 10.7) |
| Wys. ciała – Body height (cm) | 143.2 ± 6.2 (135.5 – 154) |
| Masa ciała – Body mass (kg) | 32.9 ± 3.5 (29 – 39) |
| BMI | 15.6 ± 0.9 (14.3 – 17.3) |

Tab. 2. Średnie wartości (\pm SD i zakresy) prędkości biegu i tętna badanych chłopców ($n = 12$)

Table 2. Mean values (\pm SD and ranges) of running velocity and heart rate of boys studied ($n = 12$)

| Zmienna - Variable | |
|---|-----------------------------------|
| Prędkość max. – Maximum velocity (m/s) | 3.56 ± 0.25 (3.13 – 3.86) |
| Prędkość średnia – Mean velocity (m/s) | 3.34 ± 0.19 (2.98 – 3.64) |
| PI | 0.939 ± 0.019 (0.910 – 0.975) |
| Tętno po 1. biegu (ud./min) – HR after first run (bpm) | 130.0 ± 6.7 (120 – 139) |
| Tętno po ostatnim biegu (ud./min) – HR after last run (bpm) | 199.4 ± 4.8 (190 – 209) |
| Prędkość max. – Maximum velocity (m/hb) | 1.64 ± 0.07 (1.55 – 1.76) |
| Prędkość średnia – Mean velocity (m/hb) | 1.24 ± 0.46 (1.17 – 1.31) |
| PI | 0.753 ± 0.017 (0.712 – 0.776) |

W tabeli 2 pokazano średnie prędkości biegu i wartości tętna badanych, a na rycinach 1 i 2 bezwzględne i względne prędkości uzyskane w kolejnych biegach. Średnie wartości tętna po pierwszym i po szóstym biegu wskazują na dużą intensywność wysiłków biegowych. Średnia prędkość maksymalna wyrażoną w metrach na uderzenie

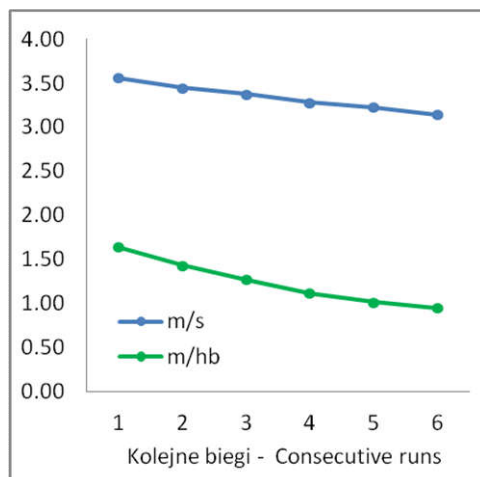
Running times were converted to velocities (V , m/s). For the set of 6 runs, maximum and mean velocities were noted, together with the so-called R-R values (60/HR), i.e. durations of single heart beats (s). In addition, velocity (m/s) values were multiplied by R-R values, resulting in velocities per heart beat (m/hb) [8], and the Performance Index ($PI = V \text{ mean}/V \text{ max}$) [6,7,9].

Student's t -test for independent data was used in data analysis, the level of $p \leq 0.05$ being considered significant.

Results

Mean values of velocities and of heart rate are shown in Table 2, and absolute and relative velocities in consecutive runs – in Fig. 1 and 2. Mean heart rates after the first and the 6th runs are indicative of a high intensity of running. Mean maximum velocity expressed in metres per heart beat (m/hb) proved over twice lower than that

serca (m/hb) była ponad dwukrotnie niższa niż wyrażona w m/s, a jak wynika z ryc. 1 i 2, dysproporcja ta pogłębia się w kolejnych biegach: po 6. biegu prędkość ta była odpowiednio ponad trzykrotnie niższa.



Ryc. 1. Średnie prędkości w m/s i w m/hb (uderzenia serca) w 6 kolejnych biegach (n = 12)

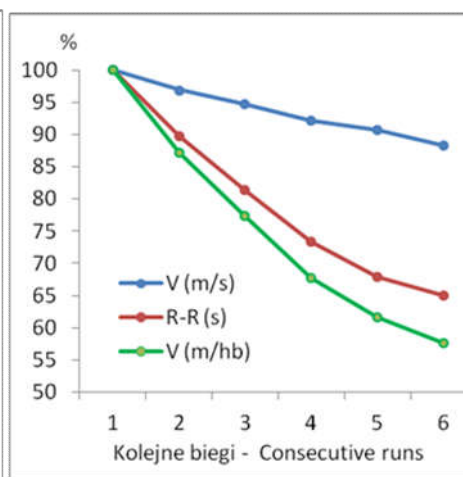
Fig. 1. Mean running velocities in m/s or in m/hb (heart beats) in 6 consecutive runs (n = 12)

Dyskusja

Jak pokazano w tabeli 2, prędkości biegu na dystansie 30 m nie były wysokie, nawet biorąc pod uwagę wiek badanych (Tab. 1). Wartości tętna po pierwszym biegu, wynoszące średnio 130 ud./min, a także osiągnięte po 6. biegu (średnio ok. 200 ud./min), były jednak porównywalne z osiąganymi przez dorosłych piłkarzy (odpowiednio 131 i 205 ud./min) [8], co świadczy o podobnej intensywności wysiłku. Dane odnoszące się do dorosłych piłkarzy, użyte do porównania z badanymi chłopcami, pochodziły z wcześniejszej publikacji [8].

Podobne wartości tętna maksymalnego dla chłopców w tym wieku były stwierdzone przez innych autorów [10]. O ile wartości R-R, czyli czasy trwania skurczu serca, po ostatnim biegu, wyrażone jako odsetki wartości po pierwszym biegu, były u badanych chłopców praktycznie takie same

expressed in m/s, and, as follows from Figs. 1 and 2, that disproportion progressed in consecutive runs. Namely, after the 6th run, the maximum velocity was, respectively, over three times lower.



Ryc. 2. Średnie wartości uzyskane w 6 kolejnych biegach odniesione do odpowiedniej wartości w 1. biegu

Fig. 2. Mean values recorded in 6 consecutive runs related to the respective value in the first run

Discussion

As shown in Table 2, running velocities at the 30 m-distance were not high, even considering the age of subjects (Table 1). Heart rates following the first run, amounting on average to 130, as well as those following the 6th run (about 200, on average), were, however, comparable with those attained by adult players (131 and 205, respectively) [8], that suggested a comparable exertion intensity. The data pertaining to adult players, used in the above comparison, were taken from an earlier publication [8].

Similar values of maximum heart rates recorded in boys of that age, were also reported by other authors [10]. Inasmuch the R-R values, i.e. the durations of single heart beats (s), recorded following the last run, and related to those following the first run, were in the studied boys practically identical with those in adult players (about

jak u dorosłych piłkarzy (ok. 65%), to podobnie wyrażone prędkości biegu (m/s) różniły się znacznie i wyniosły u badanych chłopców ok. 90%, a u dorosłych tylko ok. 80%. Konsekwencją tego były znaczne różnice w wartościach PI obliczonych dla prędkości wyrażonych w m/s: $0,939 \pm 0,019$ dla chłopców i $0,907 \pm 0,014$ dla dorosłych ($p < 0,001$). Podobne różnice uzyskano dla prędkości wyrażonych w m/ud.serca. Świadczy to o znacznie wyższej wytrzymałości chłopców na krótkie, powtarzane wysiłki anaerobowe w porównaniu z dorosłymi piłkarzami. Jak donieśli Zafeiridis i wsp. [11], 10 – 11-letni chłopcy cechują się znacznie szybszą regeneracją niż starsi, a więc szybszą resyntezą fosfokreatyny, co tłumaczy przedstawione wyniki.

Różnica między tętnem wysiłkowym a spoczynkowym, podzielona przez prędkość ruchu w m/s, została opisana jako tzw. wskaźnik kosztu fizjologicznego (*Physiological Cost Index*; PCI), i jest stosowana w ocenie wysiłków wykonywanych w stanie fizjologicznej równowagi (zob. np. [1]). Przedstawione w niniejszej pracy wyrażanie prędkości biegu w m/ud. serca, może być zatem miarą fizjologicznego kosztu wysiłku krótkiego, powtarzanego, bądź np. o zmiennej intensywności. Powyższe stwierdzenie można traktować jako wstępną hipotezę wymagającą dokładniejszego zbadania.

65%), the analogously presented running velocities (m/s) differed markedly, amounting to 90% in boys and to only 80% in adult players. This resulted in marked differences in the PI computed for velocities expressed in m/s – 0.939 ± 0.19 for boys and 0.907 ± 0.014 for adult players ($p < 0.001$). Similar differences were noted for PI values computed for velocities expressed in m per heart beat. That speaks of a markedly higher resistance of boys to short, repeated anaerobic exertions, as compared with adult subjects. As stated by Zafeiridis *et al.* [11], 10 – 11-year old boys exhibited a much faster recovery than adults, i.e. a faster resynthesis of phosphocreatine, that well explains the presented results.

The difference between the exertion-related heart rate and the resting one, divided by movement velocity (m/s), was described as the so-called Physiological Cost Index (PCI) and was used in assessing exertions performed in steady-state conditions (cf. [1]). Expressing running velocity in metres per heart beat, like presented in this study, may thus reflect a measure of the physiological cost of short, repeated exertions, or maybe of varying intensity. That statement may be regarded as an preliminary hypothesis that would require more extensive studies.

Piśmiennictwo/References

1. Bailey M.J., Ratcliffe C.M. (1995) Reliability of physiological cost index measurements in walking normal subjects using steady-state, non-steady-state and post-exercise heart rate recording. *Physiotherapy*, 81(10):618-623
2. Castellano J., Puente A., Echeazarra I., Usabiaga O., Casamichana D. (2016) Number of players and relative pitch area per player: comparing their influence on heart rate and physical demands in under-12 and under-13 football players. *PLoS ONE* 11(1): e0127505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127505>
3. Hill-Haas S., Dawson B., Coutts A., Rowsell G. (2009) Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *J Sport Sci.* 27: 1–8.
4. J Hoff, U Wisløff, L C Engen, O J Kemi, J Helgerud (2002) Soccer-specific aerobic endurance training. *Br.J.Sports Med.* 36:218–221.
5. Polczyk M. (2013) Wydolność beztlenowa a wybrane zdolności piłkarzy nożnych. Rozprawy naukowe AWF, Wrocław. 42:12-19.
6. Sienkiewicz-Dianzenza E., Rusin M., Stupnicki R. (2009) Anaerobic resistance of soccer players. *Fitness and Performance Journal* 8:199-203.

7. Stupnicki R., Sienkiewicz-Dianzenza E. (2004) „Anaerobic endurance” and its assessment. *Journal of Human Kinetics* 12:109-116.

8. Stupnicki R., Sienkiewicz-Dianzenza E., Boratyński P. (2017) Zależności między tętnem i prędkością w powtarzanych krótkich biegach – Heart rate and running velocity in multiple short runs. *Physical Activity and Health* 12:81-86.

9. Tessitore A, Perroni F, Meeusen R, Cortis C, Lupo C, Capranica L. Heart rate responses and technical-tactical aspects of official 5-a-side youth soccer matches played on clay and artificial turf. *J.Strength & Condit.Res.* 2012; 26: 106–112.

10. Washington R.L., van Gundy J.C., Cohen C., Sondheimer H.B., Wolfe R.R. (1988) Normal aerobic and anaerobic exercise data for North American school-age children. *The Journal of Pediatrics* 112(2):223-233.

11. Zafeiridis A., Dalamitros A., Dipla K., Manou V., Galanis N., Kellis S. (2005) Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens, and men. *Med.Sci.Sports Exerc.* 37(3): 505-512.

Otrzymano/Received: 17.07.2019

Przyjęto/Accepted: 05.08.2019

© Wyższa Szkoła Kultury Fizycznej i Turystyki im. Haliny Konopackiej, Pruszków

ISSN 2544-1639

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

rstupnicki@wskfit.pl

Dane zawarte w niniejszym artykule pochodzą z pracy licencjackiej współautora (P.G.) wykonanej pod kierunkiem prof. R. Stupnickiego.

The data used in this study were presented in the B.S. thesis by the co-author (P.G.) prepared under the supervision of Prof. R. Stupnicki