

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Ryszard Zarzeczny^{1(A,B,D,E,G)}, Barbara Kłapcińska^{2(A,B,E,G)},
Robert Wąs^{1(F)}, Karol Pilis^{1(C)}, Beata Manowska^{2(B,G)},
Wiesław Pilis^{1(A,B,E,G)}**

¹ Instytut Kultury Fizycznej, Akademia im. J. Długosza, Częstochowa

² Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych, Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice

WYDOLNOŚĆ FIZYCZNA I-LIGOWYCH PIŁKARZY NOŻNYCH W RÓŻNYCH OKRESACH TRENINGOWYCH

PHYSICAL PERFORMANCE OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS IN SELECTED YEARLY TRAINING PHASES

Słowa kluczowe: piłka nożna, wydolność fizyczna, trening
Key words: soccer, physical performance, training

Summary

Background. Good preparation of soccer players depends on significant number of factors. The aim of this study was to investigate exercise capacity of the first league soccer players from the „Odra Wodzisław” sport club before and at the end of the spring season.

Material and methods. Fifteen soccer players (25.0±3.42 years, BMI=24.33±2.12 kg/m² and 24.05±2.11 kg/m² before and at the end of the spring season, respectively) were examined twice. During the graded treadmill exercise test performed until exhaustion, maximal oxygen uptake (VO_{2max}), maximal heart rate (HR_{max}), maximal blood lactate concentration (LA_{max}), maximal running speed as well as lactate threshold (TLA) were determined. Moreover, heart rate (HRT) and running speed at the TLA were estimated.

Results. There were no significant differences in results obtained at the two measurement points. Before and at the end of the season VO_{2max} was 53.99±2.86 and 52.79±4.19 ml/min/kg, respectively. Additionally, relative TLA expressed as percent of maximal running speed was similar in both measurements (76.19±8.26% and 76.91±9.47%, respectively).

Conclusions. Exercise capacity of the soccer players was low and did not increase during the spring season. Inappropriate training loads as well as demands inadequate to somatic characteristics of the competitors may be the reasons for the lack of improvement in exercise capacity, since no signs of overtraining were detected.

Word count: 2535
Tables: 2
Figures: 0
References: 23

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Ryszard Zarzeczny

Instytut Kultury Fizycznej, Akademia im. J. Długosza

42-200 Częstochowa, Al. Armii Krajowej 13/15, tel./fax: (0-34) 365-59-83, e-mail: r.zarzeczny@ajd.czest.pl

Otrzymano / Received

08.11.2006 r.

Zaakceptowano / Accepted

13.02.2007 r.

Wstęp

Współczesna piłka nożna wymaga od grających coraz większych obciążeń. W latach 60-tych XX wieku czołowi piłkarze świata przebiegali podczas meczu 4-5 km, podczas gdy w latach 90-tych tegoż wieku i obecnie dystans ten wynosi już około 10-11 kilometrów [1,2], z którego 8-18% przebiegają z najwyższą indywidualną prędkością [2]. Ich przygotowanie do rundy rozgrywek powinno być na tyle precyzyjne, by obejmowało zarówno wydolność tlenową, jak i beztlenową, gdyż – jak twierdzi Bangsbo [3] – 70% ATP podczas meczu uwalniane jest w procesach tlenowych, a Eklblom [2] wielkość tę szacuje na 80%. Podczas meczu ta składowa wydolności fizycznej rozwijana jest przy intensywnościach poniżej progu przemian beztlenowych, tj. przy dłuższych prowadzeniach piłki, wybieganiu na pozycję, tworzeniu wolnego pola gry czy tworzeniu przewagi liczebnej w obronie i w ataku. Na znaczący udział metabolizmu beztlenowego w resyntezie ATP podczas meczu wskazuje charakter gry, tj. znacząca ilość przyspieszeń, dryblingów, szybkich zmian kierunków biegu, gry wślizgiem, wyskoków czy strzałów na bramkę. Wielokrotne powtarzanie tych ćwiczeń doskonalą wydolność beztlenową niekwasomlekową, jak i kwasomlekową. Wyrazem tej ostatniej są wysokie stężenia mleczanu we krwi, sięgające podczas meczu nawet powyżej 10 mmol/l u piłkarzy wysokiego wyczynu [2,3]. Stąd też obok oznaczania maksymalnego pobierania tlenu u piłkarzy nożnych, istotne jest określenie progu przemian beztlenowych, obrazującego proporcje obydwu szlaków w tempie resyntezy ATP, tym bardziej, że – jak wykazał Bangsbo [4] – osiągnięta podczas pierwszej połowy meczu częstość skurczów serca lokowała się średnio na poziomie 78% VO_{2max} , a podczas drugiej połowy – na poziomie 72% VO_{2max} , czyli mogła być czynnikiem stymulującym rozwój wydolności beztlenowej. Obydwie składowe wydolności fizycznej rozwijane są w okresie przygotowawczym, głównie podczas treningów lub spotkań kontrolnych, a w okresie startowym rozwijane są też obciążeniami startowymi. Stąd też celem tej pracy było porównanie wskaźników wydolności tlenowej i beztlenowej piłkarzy nożnych klubu sportowego „Odra Wodzisław”, reprezentującego ekstraklasę piłkarską, w okresie przygotowawczym do rundy wiosennej rozgrywek ligowych i po zakończeniu tej rundy.

Materiał i metody

W badaniach wzięło udział 15 zawodników pierwszoligowego klubu „Odra Wodzisław”. Badania wyko-

nywano dwukrotnie, tj. na przełomie lutego i marca (koniec okresu przygotowawczego – badanie I) i w czerwcu (koniec okresu startowego – badanie II). Wiek badanych wynosił $25,0 \pm 3,42$ lata, wysokość ciała $180,47 \pm 5,53$ cm, masa ciała w I badaniu $78,83 \pm 7,23$ kg, a w II badaniu $77,92 \pm 7,03$ kg, przy czym wskaźnik BMI w I badaniu wynosił $24,33 \pm 2,12$ kg/m², a w II badaniu $24,05 \pm 2,11$ kg/m². Testowanych piłkarzy nożnych obciążono wysiłkiem biegowym na bieżni elektrycznej (firmy Jaeger) o stopniowo wzrastającej prędkości i stałym kącie nachylenia 3°, rozpoczynając od 6 km/h i zwiększając ją co 3 minuty o 2 km/h, aż do indywidualnie maksymalnej prędkości, przy której oznaczono maksymalne pobieranie tlenu (VO_{2max}) przy pomocy szybkiego analizatora gazowego (firmy Jaeger). W warunkach spoczynkowych i w trzeciej minucie każdego obciążenia u piłkarzy zliczano również częstość skurczów serca (HR) z krzywej elektrokardiograficznej i pobierano krew z opuszka palca celem oznaczenia stężenia mleczanu metodą enzymatyczną. Ze stężeń mleczanu wyznaczono próg mleczanowy według metody log-log za Beaverem i wsp. [5]. Stężenie mleczanu oznaczano również w 5 minucie restytucji. Uzyskane wartości w obydwu badaniach wyrażono jako średnie arytmetyczne (\bar{x}) wraz z odchyleniem standardowym ($\pm SD$). Porównań pomiędzy średnimi arytmetycznymi w obydwu badaniach dokonano powiązaniem testem t-Studenta, przyjmując za istotne statystycznie wartości $p \leq 0,05$.

Wyniki i Dyskusja

Przedstawione w Tabeli 1 wyniki badań zarejestrowane w warunkach spoczynku i przy maksymalnym obciążeniu wysiłkiem oraz zmienne zarejestrowane przy obciążeniu na poziomie progu mleczanowego (Tab. 2) wskazują, że ich wartości były zbliżone w obydwu badanych okresach cyklu treningowego i nie różniły się statystycznie. Przyczyną takiego obrazu może być fakt, że w końcowym okresie treningu przygotowawczego osiągnięto indywidualnie maksymalną wydolność fizyczną u badanych piłkarzy. W okresie startowym albo nie starano się jej już zwiększyć, by w okresie rozgrywek badani wykazywali dużą dyspozycyjność (świeżość) do gry, bądź błędnie dobrano środki i obciążenia treningowe i nie były one skuteczne w rozwoju wydolności, a jedynie ją podtrzymywały (Tab. 1).

Osiągnięte w tym czasie przez zawodników omawianego zespołu przeciętne miejsce w I-ligowych rozgrywkach wskazuje, że ich wydolność nie odbiegała od poziomu graczy z innych zespołów ligi polskiej. Maksymalna prędkość biegu wahała się od

Tab. 1. Wskaźniki wydolności fizycznej oznaczane w spoczynku i przy obciążeniu maksymalnym w okresie przygotowawczym (badanie I) i startowym (badanie II)

Tab. 1. Indexes of physical performance at rest and during maximal effort in preparation (I st vestigation) and in main (II nd investigation) period of training

Badanie	Zmienna	Obciążenie maksymalne (km/h)	Stężenie mleczanu (mmol/l)			Maksymalne pobieranie tlenu (VO_{2max})		HR (ud/min)	
			spocz.	max	5 min rest.	l/min	ml/kg/min	spocz	max
I	X	17,6	1,82	9,51	9,15	4,22	53,99	77,53	191,4
	$\pm SD$	1,35	0,34	2,10	2,52	0,39	2,86	14,15	8,10
II	X	17,2	1,99	8,86	8,84	4,08	52,79	75,2	188,8
	$\pm SD$	1,26	0,51	1,82	2,60	0,38	4,19	15,09	7,25

Tab. 2. Wskaźniki wydolności fizycznej oznaczane przy progu mleczanowym w okresie przygotowawczym (badanie I) i startowym (badanie II)

Tab. 2. *Indexes of physical performance at lactate threshold in preparation (Ist vestigation) and in main (IInd investigation) period of training*

Badanie	Zmienna	Obciążenia na poziomie progu mleczanowego			Częstość skurczów serca na poziomie progu mleczanowego	
		km/h	m/s	% obciążenia maksymalnego	ud/min	% HR _{max}
I	X	13,47	3,74	76,19	166,6	87,04
	±SD	1,46	0,40	8,26	10,25	6,94
II	X	13,33	3,70	76,91	166,1	87,98
	±SD	1,68	0,46	9,47	11,23	6,99

17,6±1,35 do 17,2±1,26 km/h i charakteryzowała wydolność fizyczną badanych. Porównanie z czołowymi zagranicznymi zespołami piłkarskimi wskazuje, że wydolność ta była jednak niska, tzn. taka, jaką dysponowali czołowi piłkarze świata w latach 70-tych ubiegłego wieku (52,0±3,0 ml/kg/min), co stwierdzili Diaz i wsp. [6]. Już w latach 90-tych ubiegłego stulecia według tych autorów wydolność tlenowa piłkarzy sięgała 57,0±2,0 ml/kg/min. Współcześni piłkarze nożni posiadają znacząco rozwiniętą wydolność tlenową i oscyluje ona w granicach od 56,8±4,8 do 65,7±4,3 ml/kg/min [7,8,9,10]. Wydolność tlenowa badanych przez nas I-ligowych piłkarzy była na poziomie 17-letnich juniorów (52,7±7,4 ml/kg/min) [11], czy piłkarzy uniwersyteckich [12]. Stosowany w okresie startowym trening w badanej przez nas grupie mógł być nieskuteczny. Wskazują na to badania Helgeruda i wsp. [13] oraz McMillana i wsp. [14], którzy z wysokiego już poziomu wydolności tlenowej, tj. 58,1±4,5 ml/kg/min w pierwszym i 63,4±5,6 ml/kg/min w drugim przypadku, po kilku tygodniach wytrzymałościowego treningu interwałowego podwyższyli ją odpowiednio do 64,3±3,9 ml/kg/min i do 69,8±6,6 ml/kg/min, przy czym obciążenia treningowe w tych zajęciach, mierzone częstością skurczów serca, sięgały 90-95% wartości maksymalnych. Obciążenia badanego przez nas zespołu były mniejsze i sięgały 85% maksymalnej częstości skurczów serca. Uwzględniając, że w okresie startowym rozgrywa się 1 lub 2 razy w tygodniu przez około 3 miesiące zawody na poziomie intensywności maksymalnej wydaje się, że przy określonej korekcie treningowej wydolność tę można by i w tym okresie zwiększyć, zachowując przy tym stan świeżości startowej. Powinno się eksperymentować – czy dokonać tego poprzez zwiększenie obciążeń, czy środków treningowych.

Posługiwanie się w naszych badaniach spoczynkową częstością skurczów serca, zarejestrowaną na poziomie 75-78 ud/min, jako wskaźnikiem funkcjonalnego przygotowania organizmu nie jest możliwe, gdyż nie oddaje ona rzeczywistego obrazu zjawiska ewentualnie rozwijającej się wago-tonii potreningowej, ponieważ rejestrowano ją w laboratorium przed badaniami, kiedy to zawodnicy byli już emocjonalnie w nie zaangażowani. Te możliwości oceny właściwego przygotowania piłkarzy nożnych opisali Diaz i wsp. [6] wskazując, że spoczynkowa częstość skurczów serca o wartości 54,0±5,0 ud/min świadczyć może o właściwym kierunku adaptacyjnym organizmu do warunków treningowych. Ponadto maksymalna częstość skurczów serca nie wykazywała istotnego wpływu wago-tonicznego, który nie zawsze objawia się u sportowców wysokiego wyczynu, i kształtowała się

na poziomie takim, jaki występuje u ludzi niewytrenowanych [15].

Wydaje się, że z niską wydolnością tlenową badanej grupy piłkarzy idą w parze niekorzystne uwarunkowania somatyczne. Wskaźnik BMI badanych piłkarzy osiągnął w pierwszym badaniu wartość 24,33±2,12, a w drugim 24,05±2,11 kg/m², nie różniąc się statystycznie. Również masa ciała była podobna w obydwu badaniach. Wychodząc z założenia, że piłka nożna jest dyscypliną sportu opartą w znacznej mierze na wysokiej wydolności tlenowej [3], osiągnięty w naszych badaniach wskaźnik BMI był zbyt wysoki, podobny, jak u ludzi niewytrenowanych. Kłosiewicz-Latoszek [16] podaje, że osiągnięcie wartości BMI równe i większe od 25 kg/m² u osób, które nie trenują, wskazuje na nadwagę.

U osób trenujących wytrzymałościowe dyscypliny sportu wartość ta oscyluje w granicach 20-22 kg/m² [17]. Jednak piłka nożna w około 30% opiera się na wysokiej wydolności beztlenowej [3], rozwój której łączy się z przerostem masy mięśniowej [18], co powoduje że wskaźnik BMI nie może być tak niski jak u reprezentantów wytrzymałościowych dyscyplin sportu. Ponadto ilość tkanki tłuszczowej u reprezentantów gier sportowych jest wyższa niż u biegaczy [19], co wpływa również na podwyższenie tego wskaźnika. U czołowych piłkarzy świata wartość tego wskaźnika lokuje się na poziomie 23 kg/m² [20], a więc jest niższa niż u badanych przez nas sportowców.

Stężenia mleczanu osiągnięte przez piłkarzy w naszych badaniach są podobne do uzyskanych przez innych sportowców przy rozwijaniu maksymalnej mocy aerobowej. Wartości te w pierwszym badaniu wynosiły 9,15±2,52 mmol/l, a w drugim 8,84±2,60 mmol/l i korespondowały z osiąganymi podczas meczu [2,3].

Wyznaczany na podstawie stężenia mleczanu próg anaerobowy i pokonywane przy nim obciążenia osiągały wysokie względne (i bezwzględne) wartości w relacji do maksymalnych: odpowiednio 76,19±8,26% (3,74±0,40 m/s) w pierwszym badaniu i 76,91±9,47% (3,70±0,46 m/s) w drugim (Tab. 2). Względna częstość skurczów serca (HRT), liczona w relacji do maksymalnej akcji serca, przy obciążeniu progowym osiągnęła jeszcze wyższe wartości, tj. 87,04±6,94% przed i 87,9±6,99% po okresie startowym.

W sporcie próg mleczanowy jest istotnym narzędziem do oceny zdolności wysiłkowej człowieka, szczególnie w dyscyplinach wytrzymałościowych. Pozwala on z jednej strony ustalić obciążenia treningowe, a z drugiej strony jest wskaźnikiem bardziej wrażliwym niż VO_{2max} na zmiany wydolności tlenowej organizmu pod wpływem treningu fizycznego.

W niniejszej pracy względne wartości TLA osiągnięte przez badanych były porównywalne do wartości uzyskiwanych przez wysokiej klasy piłkarzy [21]. Należy jednak podkreślić, że wartości progowe badanych piłkarzy wyrażone zarówno w sposób bezwzględny (prędkość biegu), jak i względny (% obciążenia maksymalnego, % HR_{max}) nie różniły się istotnie pomiędzy obydwooma okresami cyklu treningowego. Casajus [7], badając zawodników ligi hiszpańskiej wykazał, że sezon startowy nie spowodował istotnych zmian w VO_{2max}, HR_{max}, czy też prędkości biegu przy VO_{2max}. Jednak próg beztlenowy wyrażony w sposób bezwzględny (prędkość biegu), był w badaniach tego autora istotnie podwyższony pod koniec sezonu. Brak zmian położenia TLA u badanych w niniejszej pracy mógł być spowodowany: przetrenowaniem lub niskim obciążeniem treningowym w omawianym okresie. Stolen i wsp. [22] sugerują, że VO_{2max} może być obniżony u zawodników pod koniec okresu startowego. Zjawisko to często występuje u osób przetrenowanych [23]. Przetrenowaniu najczęściej towarzyszy obniżenie zdolności wysiłkowej oraz zmniejszenie maksymalnego stężenia mleczanu we krwi i w konsekwencji późniejsze występowanie progu mleczanowego, co niedoświadczony badacz może mylnie zinterpretować jako poprawę wydolności. Biorąc pod uwagę niezmienną maksymalną prędkość biegu oraz brak istotnych zmian w VO_{2max} i LA_{max} we krwi można sądzić, że odnotowana podobna wydolność tlenowa badanych zawodników w całym sezonie nie jest efektem przetrenowania. Na podstawie uzyskanych wyników wydaje się, że brak symptomów przetrenowania, przy jednoczesnym braku poprawy wydolności wysiłkowej, może świadczyć o niedostatecznym obciążeniu wysiłkowym piłkarzy w okresie startowym.

Wnioski

1. Podczas okresu startowego badani piłkarze nie zwiększyli swojej zdolności wysiłkowej pomimo braku symptomów przetrenowania.
2. Wydolność fizyczna badanego zespołu piłkarskiego po okresie przygotowawczym była niższa niż zagranicznych zawodników tej klasy.
3. Na niską zdolność wysiłkową piłkarzy może rzutować między innymi fakt wysokich, porównywalnych do osób niewytrenowanych, wartości cech somatycznych (wskaźnik BMI).

Piśmiennictwo

1. Bangsbo J. Sprawność fizyczna piłkarza. Warszawa 1999.
2. Ekblom B. Applied physiology of soccer. Sport Med 1986; 3: 50-60.
3. Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. J Sports Sci 1994; 12: 5-12.
4. Bangsbo J. The physiology of soccer. Acta Physiol Scand 1993; 9-155.
5. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. Blood Lactate concentration in exercise. J Appl Physiol 1988; 64: 1290-1291.
6. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Garcia MR, Guerrero JH, Rivera AE, Tovar JA, Moreno MF. Changes of physical and functional characteristics in soccer players. Rev Invest Clin 2003; 55: 528-534.

7. Casajus JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. J Sports Med Phys Fitness 2001; 41: 463-469.
8. Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med 2004; 38: 285-288.
9. Davis JA, Brewer J, Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. J Sports Sci 1992; 10: 541-547.
10. von Duvillard SP, LeMura LM, Bacharach DW, Di Vico P. Determination of lactate threshold by respiratory gas exchange measures and blood lactate levels during incremental load work. J Manipulative Physiol Ther 1993; 16: 312-318.
11. Castagna C, Impellizzeri FM, Belardinelli R, Abt G, Coutts A, Chamari K, D'Ottavio S. Cardiorespiratory responses to Yo-yo Intermittent Endurance Test in nonelite youth soccer players. J Strength Cond Res 2006; 20: 326-330.
12. McMahan S, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. J Sci Med Sport 1998; 1: 219-227.
13. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc 2001; 33: 1925-1931.
14. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. Br J Sports Med 2005; 39: 273-277.
15. Astrand PO, Rodahl K. Textbook of work physiology. III wyd. New York-Toronto: Mc Graw-Hill 1986.
16. Kłosiewicz-Latoszek L. Otyłość – problem społeczny i leczniczy. Żywność człowieka i metabolizm. 2004; 3: 281-289.
17. Taoutaou Z, Granier P, Marcier B, Marcier J, Ahmadi S, Prefaud C. Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. Europ. J Appl Physiol 1996; 73: 465-470.
18. Maughan RJ, Watson JS, Weir J. Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. Europ J Appl Physiol 1983; 50: 309-318.
19. Mokha R, Sidhu LS. Body fat in various sportive groups. J Sports Med 1987; 27: 376-379.
20. Bloomfield J, Polman R, Butterly R, O'Donoghue P. Analysis of age, stature, body mass, BMI and quality of elite soccer players from 4 European Leagues. J Sports Med Phys Fitness 2005; 45: 58-67.
21. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players. Physiological considerations. Sports Med 2004; 34: 165-180.
22. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. Sports Med 2005; 35: 501-536.
23. Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of overtraining. What tools do we have? Sports Med 2002; 32: 95-100.

Badania wykonano w ramach grantu KBN nr: 6P05D 058 20 „Fizjologiczne, metaboliczne i psychomotoryczne uwarunkowania optymalnej wydolności fizycznej w piłce nożnej”.