

KSZTAŁTOWANIE SIĘ WSKAŹNIKÓW UKŁADU KRAŻENIA PODCZAS 30 SEKUNDOWEGO WYSIŁKU SUPRAMAKSYMALNEGO I W OKRESIE RESTYTUCJI U PIŁKARZY (REAKCJA UKŁADU KRAŻENIA NA WYSIŁEK SUPRAMAKSYMALNY)

INDICES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING A 30S-LONG SUPRAMAXIMAL EFFORT AND SUBSEQUENT REST IN SOCCER PLAYERS (REACTION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM TO SUPRAMAXIMAL EFFORT)

Anna Lubkowska

Zakład Fizjologii Człowieka, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Szczeciński

Streszczenie

Celem podjętych badań była analiza reakcji układu krążenia (tętna oraz ciśnienia tętniczego krwi) w odpowiedzi na 30sekundowy wysiłek supramaksymalny piłkarzy nożnych w porównaniu do osób nietreningujących. Oceniano także restytucję powysiłkową. U zawodników zaobserwowano niższe obciążenie układu krążenia wysiłkiem oraz szybszy powrót do wartości wyjściowych parametrów krążeniowych co wskazuje na sprawniejsze mechanizmy fizjologiczne likwidacji zadłużenia tlenowego.

Słowa kluczowe: wskaźniki układu krążenia, wysiłek supramaksymalny, restytucja, piłka nożna

Abstract

The aim of undertaken research was the analysis of the reaction of the circulatory system (pulses and the blood pressure) in response to 30sec supramaximal effort of footballers in comparison to untrained men. Additionally the postexercise restitution after anaerobic effort was observed. Lower load of the circulatory system and faster return to resting values of the circulatory parameters within group of sportsmen, indicates more efficient physiological mechanisms of oxygenic debt reduction at observed.

Key words: indices of the cardiovascular system, supramaximal effort, rest, soccer

Wstęp

Podczas wysiłku meczowego, acykliczność struktury ruchowej wymaga od zawodników ciągłej zmiany rytmu i tempa gry, zależnej od sytuacji na boisku. Aktywność ruchowa piłkarza podczas meczu charakteryzuje się dużą ilością zrywów, przebieżek, niespodziewanych hamowań, gwałtownych zmian kierunku. Nieustannie przeplatające się ze sobą wysiłki o maksymalnej, wysokiej oraz niskiej intensywności, wykorzystujące źródła energetyczne z przemian beztlenowych, tlenowych i mieszanych, prowadzą do narastającego zmęczenia, obniżenia dyspozycji szybkościowych zawodników, pogorszenia koordynacji ruchowej, koncentracji i osłabienia skuteczności gry.

Wydaje się, że poziom przygotowania wydolnościowego zawodników nie zawsze pozwala na bieżącą odbudowę wykorzystywanych źródeł energetycznych w trakcie fragmentów meczu o niskiej intensywności wysiłku (1). Podaje się, że średnio zawodnik wykonuje w czasie meczu kilkadziesiąt sprintów trwających od 3 do 6 sekund, które stanowią od 11 do nawet 25% całkowitego dystansu biegowego. Gotowość do podjęcia kolejnej akcji, niejednokrotnie w odstępach kilkudziesięcio- sekundowych przerw, zależne jest od potencjału szybkościowego, sprawności mechanizmów dostarczających do komórek tlen, potencjału tlenowego i beztlenowego, czyli stopnia wytrenowania (2, 3). Ocena wskaźników układu krążenia w reakcji

na wysiłek jak i okresie restytucji wysiłków supramaksymalnych może być jednym ze sposobów określenia stopnia przygotowania zawodników do tolerancji zmęczenia i poziomu ich wydolności fizycznej.

Celem podjętych badań była ocena reakcji układu krążenia, piłkarzy nożnych, na supramaksymalny wysiłek fizyczny 30 sekundowego testu Wingate, w porównaniu do adekwatnej grupy osób nietreningujących. Oceniano wartości częstości skurczów serca oraz ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi podczas trwania wysiłku i w okresie restytucji.

Material i metody

Badaniami objęto grupę 15 piłkarzy nożnych w wieku $22,2 \pm 0,4$ lat z piłkarskich klubów czwartoligowych, z 10 letnim stażem treningowym oraz 15 nietreningujących mężczyzn ($22,4 \pm 0,7$ lat), stanowiących grupę kontrolną. Jako próbę wysiłkową zastosowano 30-sekundowy test Wingate, przeprowadzany na cykloergometrze rowerowym typu Monark 814 E, połączonym z komputerem rejestrującym przebieg próby. Właściwy wysiłek poprzedzony był 2 minutową rozgrzewką wykonywaną w rytmie pedałowania 60 obrotów/min z obciążeniem równym 1 W kg^{-1} , w połowie której badani wykonywali trwające 5 sekund przyspieszenia prędkości pedałowania. Następnie, po 5 minutowym odpoczynku osoba

badana przystępowała do testu Wingate. Optymalne obciążenie dobierane było z uwzględnieniem masy ciała, wynosząc 75 g/k m.c. Rozpoczęcie wysiłku następowało na sygnał słowny i wzrokowy, wyświetlany na monitorze. Zadaniem badanego było uzyskanie w jak najkrótszym czasie, od startu, maksymalnej częstości pedałowania i utrzymanie jej jak najdłużej podczas 30 sekund próby. Podczas badań dokonywano pomiarów: ciśnienia skurczowego (RRs) i rozkurczowego (RRr) w spoczynku przed testem, bezpośrednio po wysiłku oraz po 3 minutach odpoczynku. Rejestrowano częstości skurczów serca (HR) spoczynkowego, podczas wysiłku (6 następujących kolejno po sobie pomiarów w odstępach 5 sekundowych), wysiłkowego (bezpośrednio po wysiłku) oraz po 1 i 3 minutach odpoczynku. Pomiarów ciśnienia dokonano z wykorzystaniem manometru rtęciowego, natomiast do pomiarów HR użyty został Sport Tester firmy Pol Sport. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0.

Wyniki

W tabeli 1 przedstawiono cechy antropometryczne badanych grup mężczyzn.

Wartości spoczynkowe częstości skurczów serca oraz ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi,

Tabela 1. Charakterystyka antropometryczna badanych grup

Grupa	n		Wiek (lata)	Masa ciała (kg)	Wysokość ciała (cm)	BMI	Staż treningowy (lata)
I - Piłkarze	15	$\bar{x} \pm SD$	$22,3 \pm 0,5$	$74,2 \pm 3,7^*$	$181,2 \pm 4,1^*$	$22,6 \pm 0,6^*$	$10 \pm 1,2$
		Min.	22	68	173	20,9	8
		Max.	23	80	189	23,8	12
II - Kontrolna	15	$\bar{x} \pm SD$	$22,4 \pm 0,7$	$77,9 \pm 5,2$	$178,3 \pm 6,2$	$24,5 \pm 1,2$	-
		Min	22	69	169	23,1	-
		Max.	24	85	186	26,2	-

* różnice istotne statystycznie na poziomie $p \leq 0,05$

Tabela 2. Porównanie istotności różnic spoczynkowych wartości częstości skurczów serca (HR), ciśnienia skurczowego (RRs) i rozkurczowego (RRr) pomiędzy badanymi grupami

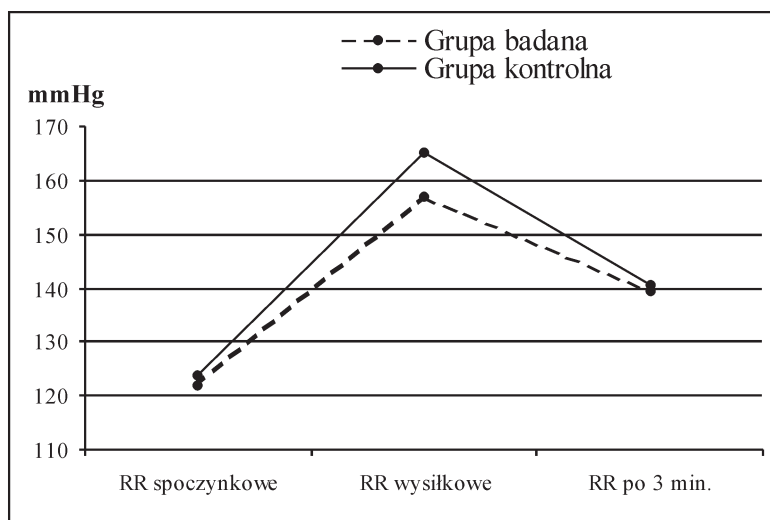
Grupa	N		HR [$\text{sk} \cdot \text{min}^{-1}$]	RRs [mmHg]	RRr [mmHg]
I - Piłkarze	15	$\bar{x} \pm SD$	$73 \pm 11,8$	$121 \pm 9,8$	72 ± 7
II - Kontrolna	15	$\bar{x} \pm SD$	$75 \pm 9,7$	$123 \pm 9,7$	79 ± 10

n – liczebność; $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe

Tabela 3. Częstość skurczów serca (HR) w trakcie wysiłku, w 1 oraz 3 minucie restytucji w badanych grupach

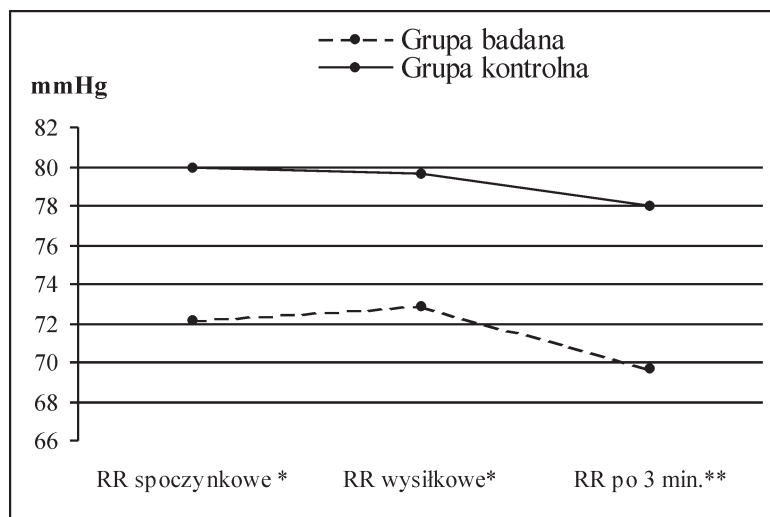
	HR [$\text{sk} \cdot \text{min}^{-1}$] $\bar{x} \pm SD$							
	1	2	3	4	5	6	1 min. restytucji	3 min. restytucji
I	$95 \pm 15,7$	$114 \pm 19,4^*$	$130 \pm 18,5^*$	$151 \pm 10,8$	$163 \pm 8,15$	$167 \pm 9,45^*$	$149 \pm 10,1^*$	$111 \pm 9,3^*$
II	$98 \pm 18,3$	$122 \pm 21,8$	$140 \pm 20,5$	153 ± 15	$168 \pm 11,5$	$174 \pm 9,86$	$163 \pm 13,6$	$124 \pm 10,7$

- różnica statystycznie istotna ($p \leq 0,05$); 1 - 6 – kolejne pomiary HR podczas 30 sekundowego testu na cykloergometrze



* - różnica statystycznie istotna ($p \leq 0,05$)

Rycina 1. Ciśnienie skurczowe w kolejnych pomiarach, w grupie badanej i kontrolnej



- różnica statystycznie istotna ($p \leq 0,05$)

- ** różnica statystycznie istotna ($p \leq 0,01$)

Rycina 2. Ciśnienie rozkurczowe w kolejnych pomiarach, w grupie badanej i kontrolnej

jak i istotności różnic między grupami zamieszczono w tabeli 2.

Wyniki kolejnych sześciu pomiarów tętna podczas trwania wysiłku oraz tętna w okresie restytucji zestawiono w tabeli 3.

Dyskusja

Zadania o wysokiej intensywności stawiane zawodnikom piłki nożnej wymagają bardzo dobrej wydolności fizycznej opartej na wszechstronnym przygotowaniu sprawnościowym w zakresie szybkości, wytrzymałości, siły, zwinności i koordynacji (4). Szybkość działania gracza, zarówno w odniesieniu do zdolności ruchowych jak i poznawczych odgrywa istotną rolę w piłce nożnej, rzutując na płynne przeprowadzenie akcji ofensywnych i defensywnych (5). Supramaksymalny wysiłek

stosowany podczas 30 sekundowego testu Wingate pozwala ocenić poziom wydolności beztlenowej, mocy beztlenowej, której podłożem w znacznej mierze jest metabolizm beztlenowy (fosfagenowy jak i mleczanowy). Wykorzystania fosfagenowej drogi metabolicznej wymagają wszelkiego rodzaju zrywy do piłki oraz kilkunastometrowe sprinty, moc tych mechanizmów wynosi około $13 \text{ cal} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ zabezpieczając energetycznie 6-12 sekund pracy fizycznej. Podczas meczu udział procesów glikolitycznych beztlenowych (kwasomlekowych), zabezpieczających energetycznie wysiłki kilkudziesięciosekundowe, jest znaczny, czego potwierdzeniem jest stężenie mleczanu we krwi arterializowanej zawodników podczas meczu na poziomie 4-6 a nawet w indywidualnych przypadkach $7-9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (10). Zastosowany w badaniach test Wingate pozwala na ocenę kilku

aspektów możliwości rozwijania mocy anaerobowej. Liczni autorzy podkreślają wysoką wartość tego testu dla oceny wydolności beztlenowej różnych grup sportowych (6, 7, 8, 9, 10), rzadziej analizowane są reakcje układu krążenia na tak krótkotrwałe wysiłki. Porównując wyniki uzyskane przez obie badane grupy w 30 sekundowym teście Wingate stwierdzono, iż wartość maksymalnej mocy anaerobowej (MAP) ($10,27 \pm 0,92$ W/kg) oraz pracy ($237 \pm 20,62$ J/kg) uzyskanej przez piłkarzy była wyższa w porównaniu do wyników uzyskanych przez osoby nietrenujące. Badani piłkarze nie odbiegali znacząco poziomem tego wskaźnika od danych literaturowych dotyczących poziomu MAP u piłkarzy nożnych drużyny mistrza Polski (11). Otrzymane wyniki czasu uzyskania mocy maksymalnej u piłkarzy oscylował ok. 5 sekundy i utrzymywana była średnio przez 4,12 s, natomiast u nietrenujących moc maksymalna osiągana była w późniejszych sekundach testu i utrzymywana średnio przez 3,2 s, co świadczy o wyższym poziomie sprawności procesów beztlenowych u zawodników. Boraczyński (12) w badaniach mocy beztlenowej piłkarzy IV ligi, z wykorzystaniem 30 sekundowego testu Wingate, uzyskał lepsze wyniki względnej wartości mocy maksymalnej ($11,25$ W/kg) i pracy (264 J/kg) jedynie czas utrzymania mocy maksymalnej (3,5 s) był krótszy niż uzyskany w naszych badaniach. Zdolność wyzwalać wysokiej mocy maksymalnej (siły dynamicznej) jest czynnikiem decydującym o poziomie sportowym zawodników i odbija się na skuteczności ich gry. W związku z licznymi, powtarzającymi się krótkotrwałymi sprintami i szybkimi akcjami meczowymi wysokiej intensywności istotna wydaje się ocena reakcji układu krążenia na wysiłek o takim charakterze oraz zdolności restytucyjnych zawodników tej dyscypliny sportowej. Badane grupy nie różniły się istotnie pod względem spoczynkowych wartości częstości skurczów serca, u zawodników nie stwierdzono bradykardii pomimo 10-cio letniego stażu zawodniczego, zaobserwowano natomiast różnice w przebiegu reakcji na wysiłek. W każdym z pomiarów w trakcie próby piłkarze uzyskiwali niższe wartości częstości skurczów serca (przy istotności różnic w pomiarach w 10, 15 i 30 sekundzie wysiłku) w porównaniu do osób nietrenujących. W ostatnich sekundach wysiłku osoby nietrenujące osiągały tętna równe $174 \pm 9,86$ /min, a piłkarze $167 \pm 9,45$. Dodatkowo stwierdzono mniejszy wzrost ciśnienia krwi w odpowiedzi na wysiłek u piłkarzy. Wartości ciśnienia skurczowego były porównywalne u obu grup, we wszystkich kolejnych pomiarach, natomiast ciśnienie rozkurczowe, zarówno spoczynkowe ale w większym stopniu powysiłkowe było znacznie niższe u zawodników w porównaniu do kontroli. W obydwu grupach RRr po wysiłku osiągało niższe wartości niż spoczynkowe.

Świadczy to o większej efektywności i wydajności pracy mięśniowej w mniejszym stopniu obciążającej układ krążenia przy jednocześnie lepszych uzyski-

wanych wynikach maksymalnej mocy anaerobowej. Obserwując zachowanie tętna po wysiłku stwierdzono istotnie niższe jego wartości u piłkarzy, zarówno w pierwszej jak i trzeciej minucie restytucji. U zawodników szybszy powrót do normy parametrów krążeniowych wskazuje na sprawniejsze mechanizmy fizjologiczne likwidacji zadłużenia tlenowego (4).

Sprawność restytucji powysiłkowej, szczególnie w dyscyplinach acyklicznych jaką jest piłka nożna, umożliwia podejmowanie kolejnych akcji podczas meczu i utrzymanie odpowiednio wysokiego poziomu gry przez dłuższy okres czas, powinna zatem stanowić jeden z podstawowych elementów w ocenie wydolności fizycznej.

Piśmiennictwo:

1. Rydzanicz A. Niektóre aspekty zdolności wysiłkowej a sprawność zachowania się w grze w piłkę nożną. *Trener* 2001,4:16-19.
2. Chmura J. Przejawy zdolności szybkościowych piłkarzy podczas meczu. *Sport Wyczynowy* 2006, 9-10:501-502.
3. Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise, University of Copenhagen, 1993.
4. Jastrzębski Z, Szutowicz M, Ziemińska M. Analiza wskaźników wydolności fizycznej u piłkarzy nożnych różnych grup wiekowych. *Trening* 2001,4:16-20.
5. Chmura J. Szybkość działania zawodnika w piłce nożnej. Trener piłki nożnej. Wybrane zagadnienia z teorii i praktyki treningu sportowego. *Med Sport* 2004, 8(Suppl. 1): S75-S98.
6. Iskra J, Jarząbek R. Informatywność testu Wingate w ocenie sprawności specjalnej sprinterów i płotkarzy. *Trening* 1996, 1:52-9.
7. Laurent Jr CM, Meyers MC, Robinson CA, Greek JM. Cross-validation of the 20-versus 30s Wingate anaerobic test. *Eur J Appl Physiol* 2007, 100:645-651.
8. Gabryś T. Wydolność beztlenowa sportowców Trening-Kontrola-Wspomaganie. Katowice 2000.
9. Ryguła I, Jarząbek R, Mikołajec K. Informatywność testu Wingate w ocenie przygotowania zawodników do gry w piłkę ręczną. *Trener* 1997, 2: 223-31.
10. Tyka A. Wybrane zagadnienia z fizjologii sportu. Fizjologiczne aspekty piłkarstwa. Trener piłki nożnej. Wybrane zagadnienia z teorii i praktyki treningu sportowego. *Med Sport* 2004, 8(Suppl. 1): S5-S17.
11. Tyka A., Żuchowicz A, Pałka T i wsp. Ekspertyzy zastrzeżone z badań piłkarzy nożnych I, II i III ligi oraz grup młodzieżowych, przeprowadzonych w latach 1985-2002. Dwadzieścia raportów do wglądu w Instytucie Fizjologii Człowieka AWF, Kraków, 2003.
12. Boraczyński T. Ocena wydolności beztlenowej piłkarzy nożnych IV ligi w oparciu o test Wingate (WAnt). *Med Sport Practica* 2007,8,3: 86-88.

Otrzymano: 01.06.2009

Zaakceptowano: 30.06.2009

Adres do korespondencji:

dr Anna Lubkowska

Katedra Fizjologii, Zakład Fizjologii Człowieka,

Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytet Szczeciński

al. Piastów 40 b, blok 6

71-065 Szczecin

tel.: (091) 44427 54

e-mail: annalubkowska@gmail.com