



Stefan Szczepan, Krzysztof Maćkała, Paweł Kowalski
AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO WE WROCŁAWIU

STRUKTURA OBCIĄŻEŃ TRENINGOWYCH A WYNIK W BIEGU NAJLEPSZYCH POLSKICH CZTERYSTUMETROWCÓW

ABSTRACT

The training load structure and the results in the 400 m run of best polish quarter milers

The aim of this presentation is to investigate the 400 m dash training process of elite (members of Poland national team in the years 1996–2004) quarter milers. The article is a detailed analysis of the main factors in the 400 m training including: training methods which in turn must be correctly designed (order of the exercises, volume intensity, recoveries etc.), their place in an annual program, that is periodization. The article is based on athletes' training log-books, coach Józef Lisowski's training program and accessible sport literature. According to a deep analysis of collected material the aspects and determinants of improvement in 400 m training of elite runners was established. It should be stressed that successes of top-class 400 m runners' performance are mainly dependent on distribution of direct and specific methods employed during training. It is also important to realize what specific methods, such as the development of speed and speed endurance (anaerobically glycolytic), are to be employed. All these variables are indicators of a proper methodological approach toward modification of current training process of 400 m elite runners.

Key words: athletics, 400 m run, training loads, order of the exercises

WPROWADZENIE

Rezerwy organizmu ludzkiego są niezbadane, dlatego wciąż poszukiwane są nowe rozwiązania treningowe, dzięki którym można byłoby osiągać jeszcze lepsze wyniki sportowe. Rozwiązania te tworzyć można także na podstawie informacji o treningu, którego zastosowanie skutkowało wysokim rezultatem sportowym. W ten sposób kształtować można wiedzę na temat zasad postępowania szkoleniowego [1–7]. Mając na uwadze poprawę wyników, należy ciągle usprawniać proces treningowy. Poniższe doniesienie demonstrowa polski model współczesnego szkolenia czterystumetrowców. Prezentowany system szkolenia i dane zawarte w niniejszej pracy nie muszą być traktowane jako dokładny wzór do naśladowania, mogą jednakże wskazywać właściwy kierunek postępowania szkoleniowego, stanowić fundament pracy trenera oraz podstawę dalszych analiz. Przedstawione tu wyniki mogą być traktowane jako uzupełnienie piśmiennictwa, wspomagającego doskonalenie nowych

pokoleń trenerów w kierunku usprawniania treningu. Dane dotyczące obciążeń i cykli treningowych oraz ich rodzaj i systematykę opracowano na podstawie materiałów źródłowych trenera kadry narodowej Józefa Lisowskiego [8]. Ich analiza pozwoliła na dokładne opisanie procesu treningowego czterystumetrowca.

CEL BADAŃ

Celem badań była ocena efektywności struktury obciążeń treningowych biegaczy na podstawie osiągniętego wyniku biegu na 400 m. Wiąże się to z rozpoznaniem i analizą prawidłowości i zależności między strukturą treningu a osiągniętym poziomem wytrenowania oraz wynikiem w biegu na 400 m. Celem pośrednim było wyznaczenie wskazań metodycznych służących poprawie procesu treningowego w biegach krótkich, ze szczególnym uwzględnieniem biegu na 400 m.

Aby zrealizować te cele, niezbędne było pozyskanie informacji, jak główne czynniki

procesu treningowego: środki treningowe i wyróżniki obciążenia (intensywność, objętość) zmieniały swoje wartości w różnych etapach rocznego cyklu treningowego i jaki miało to związek z osiąganym wynikiem sportowym.

Interpretacja zjawisk zachodzących w procesie treningowym zawodników biegających na 400 m wymaga również odpowiedzi na pytania:

1. Jak przebiegał proces realizacji obciążeń treningowych (ich wielkości) w poszczególnych cyklach treningowych biegaczy na 400 m?
2. Jaka jest optymalna struktura środków treningowych oraz wielkość obciążeń w rocznym cyklu treningowym zawodników na poziomie klasy mistrzowskiej międzynarodowej w biegu na 400 m?
3. Które środki treningowe należy poddać procesowi modyfikacji, aby zawodnicy byli zdolni do osiągnięcia jeszcze lepszych wyników w biegu na 400 m?

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Analizie poddano proces treningowy sześciu zawodników (średnia wieku to 25,3 roku; $sd = 2,87$), uprawiających bieg na dystansie 400 m (średni rekord życiowy wynosił 45,348 s; $sd = 0,512$). Zawodnicy ci w latach 1996–2004 stanowili fundament polskiej reprezentacji na najważniejszych zawodach klasy mistrzowskiej (mistrzostwa Europy, mistrzostwa świata oraz igrzyska olimpijskie) oraz najsilniejszą w Polsce grupę klubową. Niewielka liczebność badanej grupy ($n = 6$) podyktowana była tym, że zawodnicy ci reprezentowali najwyższą klasę sportową – mistrzowską międzynarodową.

Jako materiały źródłowe posłużyły dzienniczki treningowe wybranych czterystumetrowców, plany treningowe Józefa Lisowskiego [8] – trenera kadry narodowej w biegu na 400 m – oraz dostępne opracowania naukowe z zakresu treningu w biegu na 400 m, obejmujące aspekty rozkładu i przebiegu realizacji środków treningowych w rocznym cyklu szkolenia.

Badaniami objęto poniższe trzy grupy problemów.

1. Charakterystyka morfologiczna badanych zawodników.

2. Charakterystyka wybranych parametrów fizjologiczno-biochemicznych zawodników. Parametry te oznaczono podczas badań wydolnościowych, przeprowadzonych w Zakładzie Fizjologii Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Próbę wysiłkową wykonano na bieżni mechanicznej, ze wzrastającym co trzy minuty o 1 km/h obciążeniem, przy prędkości końcowej 19,5 km/h. Próbę wysiłkową poprzedzały każdorazowo zapis EKG oraz wywiad i badania ogólnolekarskie. U zawodników wykonano pomiar maksymalnego zużycia tlenu (VO_{2max}) i maksymalnej wentylacji płuc (VE). Próbę wysiłkową uzupełniono o spoczynkowo oznaczane: morfologię krwi, tętno (HR), ciśnienie tętnicze (RR) oraz poziom mikroelementów Ca, Mg, K, Fe, Na. Powysiłkowo oznaczano stężenie mleczanów we krwi (LA), morfologię, HR i RR. Stężenie wapnia, żelaza i magnezu oznaczano za pomocą testów firmy Analco, a sodu i potasu – z użyciem aparatury typu Corning. Wartość hematokrytu (HCT) wyrażono w %, posługując się czytnikiem. Liczbę erytrocytów (RBC) we krwi wyliczono tabelarycznie ze wskaźnika hematokrytowego. Stężenie hemoglobiny (HGB) we krwi określano metodą cyjanometemoglobinową przy użyciu standardowych odczynników.

3. Charakterystykę obciążeń treningowych sklasyfikowano z uwzględnieniem dwóch kierunków wpływu (informacyjny, energetyczny) [9, 10].

WYNIKI

Charakterystyka morfologiczna badanej grupy

Wszyscy badani zawodnicy charakteryzowali się szczupłą budową ciała, czyli małą masą ciała i przewagą wymiarów długościowych nad szerokościowymi. Średnia wysokość ciała wyniosła 180,2 cm, a masy ciała 68,3 kg. Zawodnicy ci uzyskiwali bardzo dobre wyniki w biegu na 400 m – od 45,99 s (w 2000 r.) do 44,62 s (w 1999 r.) (tab. 1).

Tab. 1. Wiek, cechy somatyczne i wyniki sportowe badanej grupy

Lp.	Zawodnik	Wiek (lata)	Wysokość ciała (cm)	Masa ciała (kg)	Rekord życiowy (PB) (s)	Rok uzyskania PB
1	R.M.	31	181	76	44,84	2001
2	P.R.	25	176	71	45,54	1999
3	T.C.	25	180	62	44,62*	1999
4	P.H.	23	188	72	45,43	2000
5	J.B.	24	180	65	45,99	2000
6	P.D.	24	176	64	45,67	2001
\bar{x}		25,3	180,2	68,3	45,348	
<i>sd</i>		2,87	4,44	5,42	0,512	

* rekord Polski

Charakterystyka fizjologiczno-biochemiczna

Wartości parametrów fizjologiczno-biochemicznych (tab. 2) świadczyły o wysokiej adaptacji zawodników do pracy w zakresie przemian beztlenowych, będącej wynikiem wieloletniego procesu treningowego.

Charakterystyka obciążeń treningowych w rocznym cyklu szkoleniowym

Cały roczny cykl treningu przyjęto dzielić na trzy okresy: przygotowawczy, startowy i przejściowy. Okres przygotowawczy i startowy dzielić się na cztery i trzy etapy – w zależności od ogólnego lub specjalnego rozwiązania zadań treningu (tab. 3). Niezbędność każdego z nich warunkują procesy fizjologiczne. W istocie wyłącznie stopniowe doskonalenie aparatu nerwowo-mięśniowego, układu krążenia i oddychania, nerwowej i humoralnej regulacji funkcji może zapewnić pomyślny przebieg przygotowań do startów.

Dane zawarte w tab. 4 przedstawiają objętość poszczególnych grup środków treningowych stosowanych w wymienionych okresach treningowych.

Głównym zadaniem podokresu przygotowania wszechstronnego I (p.w.I) było podwyższenie poziomu ogólnego przygotowania fizycznego zawodników. Realizowano przede wszystkim dużą objętość środków kształcenia sprawności ogólnej w wymiarze 54 godzin i wytrzymałości ogólnej w objętości 180 km. Brak było akcentów przygotowania specjalnego, czyli związanych z wytrzyma-

łością: szybkościową, czasu długiego, czasu krótkiego oraz z szybkością biegu.

W podokresie przygotowania specjalnego I (p.s.I) malał udział środków wszechstronnych, a wzrastał udział treningu specjalnego. Dla przykładu: na sprawność ogólną w okresie przygotowania wszechstronnego I (p.w.I) przypadało 33,86% udziału przeznaczonego dla całego cyklu, a w podokresie p.s.I już o 10,04% mniej, czyli 23,82%. Trening był już wtedy jednoznacznie ukierunkowany na bezpośrednie kształtowanie formy sportowej. Widać wyraźnie zwiększony udział obciążeń specjalnych i ukierunkowanych, a także ćwiczeń startowych. To właśnie w tym podokresie stwierdzono wysoki udział wytrzymałości szybkościowej (35,29%), wytrzymałości tlenowej pierwszego i drugiego zakresu (35,64%), wytrzymałości czasu długiego (30,00%) oraz wytrzymałości czasu krótkiego (30,00%) w porównaniu z innymi podokresami. Wyraźnie malały obciążenia o charakterze wszechstronnym, zwłaszcza wytrzymałość ogólna – do 26,17%. Treść treningu nakierowana była na rozwój cech zintegrowanych, czyli możliwości szybkościowych oraz wytrzymałości specjalnej, wypracowanych w poprzednim podokresie p.w.I. Znaczące miejsce w ogólnej objętości treningu zajmowały środki wąskospecjalistyczne, sprzyjające kształtowaniu wydolności specjalnej. Liczba dni treningowych w tym podokresie była największa i stanowiła 24,49% całego okresu treningowego. Podobnie było z liczbą tygodni (12), które przypadają na ten podokres. Liczba jednostek treningowych

Tab. 2. Wartości wskaźników fizjologiczno-biochemicznych uzyskane w próbie laboratoryjnej w roku osiągnięcia najlepszego wyniku przez badanych zawodników

Zawodnik	Parametry biochemiczne												Rok uzyskania rekordu życiowego	
	morfologia krwi			wskaźniki czerwonych krwinek						płytki krwi				Rekord życiowy (s)
	HCT (%)	RBC (10 ⁶ /μl)	HGB (g/dl)	WBC (10 ³ /μl)	MCV (f)	MCHC (g/dl)	MCH (pg)	RDW (%)	PLT (f)	PDW (f)	MPV (f)			
R.M.	49,9	5,23	16,1	6,3	97,1	34,2	32,5	13,8	226	17,0	9,1	44,84	2001	
P.R.	45,5	4,97	16,0	7,6	92,8	35,4	31,7	12,4	221	16,9	8,6	45,54	1999	
T.C.	51,8	5,47	17,5	8,2	96,4	36,6	32,9	12,1	301	16,3	8,6	44,62	1999	
P.H.	46,0	5,40	15,4	8,5	86,7	33,8	29,1	12,3	269	17,1	8,1	45,43	2000	
J.B.	44,8	5,06	15,7	8,0	91,9	34,5	30,9	11,7	369	16,7	7,5	45,99	2000	
P.D.	47,6	5,22	16,1	7,7	82,9	28,0	31,4	12,4	277	16,8	8,4	45,67	2001	

Zawodnik	Parametry biochemiczne										Rok uzyskania rekordu życiowego		
	Na ⁺ (mEq/l)			K ⁺ (mEq/l)		Ca ²⁺ (mEq/l)		Fe ²⁺ (μg%)		testosteron (mmol/l)		Rekord życiowy (s)	
	145	146	145	147	148	146	146	148	146	146			glukoza (mg%)
R.M.	145	146	5,5	4,9	5,18	2,2	211	25,0	7,1	102	2001		
P.R.	146	4,9	4,64	121	2,0	33,2	8,2	115	8,2	115	1999		
T.C.	145	4,9	4,96	260	1,9	22,7	7,62	112	8,3	107	1999		
P.H.	147	4,8	5,15	146	2,2	41,2	8,3	107	7,12	109	2000		
J.B.	148	5,0	5,16	164	2,0	32,9	7,6	109	7,6	109	2000		
P.D.	146	5,0	5,01	180	2,0	31,0	7,6	109	7,6	109	2001		

Zawodnik	Parametry fizjologiczne										Rok uzyskania rekordu życiowego				
	czas biegu (min)		HR _{sp}		HR _{max}		V _{max} (km/h)		VO _{2max} (ml/min)			Rekord życiowy (s)			
	XI	XII	XI	XII	XI	XII	XI	XII	XI	XII					
m-c	20	20	70	70	196	196	19,5	18,5	9,3	8,1	4209	4532	12,4	11,8	2001
R.M.	17	22	85	69	187	184	17,5	19,5	8,8	9,3	4090	42,16	8,6	10,1	1999
T.C.	17	18	75	75	196	193	17,5	17,5	9,4	8,3	4260	4160	13	12	1999
P.H.	18	18	60	60	193	190	17,5	17,5	9,8	7,4	4200	4051	11,1	11,1	2000
J.B.	18	21	68	68	200	196	17,5	18,5	8,8	7,7	4152	4403	9,7	10,3	2000
P.D.	20	21	69	66	193	184	18,5	18,5	9,2	7,4	4351	4259	10,7	10,7	2001

HTC – hematokryt, RBC – liczba czerwonych krwinek, HGB – stężenie hemoglobiny, WBC – liczba białych krwinek, MCV – średnia objętość krwinki czerwonej, MCHC – średnie stężenie hemoglobiny w erytrocytach, MCH – średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej, RDW – rozpiętość rozkładu objętości erytrocytów, PLT – liczba płytek krwi, PDW – zróżnicowanie pod względem objętości płytek krwi, MPV – średnia objętość trombocytu

Tab. 3. Podział rocznego cyklu treningowego na mniejsze jednostki

Okres przygotowawczy	
p.w.I	– podokres przygotowania wszechstronnego I
p.s.I	– podokres przygotowania specjalnego I
p.w.II	– podokres przygotowania wszechstronnego II
p.s.II	– podokres przygotowania specjalnego II
Okres startowy	
s.I	– podokres startowy I
BPS	– bezpośrednio przygotowania startowe
s.II	– podokres startowy II

natomiast to aż 25,73% udziału całego cyklu treningowego. Najwięcej czasu na trening przeznaczono w podokresach p.s.I (25,81%), s.II (20,20%), p.w.I (18,18%). Maksymalna sumaryczna objętość pracy przypadała na okres p.s.I, w którym łączny czas treningu wyniósł 230 godzin, a zrealizowany kilometr – 649,4 km. Łączny zrealizowany kilometr wyniósł 2059 km, w tym 1611,9 km w okresie przygotowawczym i 447,1 km w okresie startowym.

Najmniej treningów zrealizowano w podokresie przygotowania wszechstronnego II – zaledwie 5,15% rocznego cyklu treningowego. A zatem największą pracę treningową wykonano w podokresie p.s.I. W pierwszym podokresie przygotowania wszechstronnego i przygotowania specjalnego eksponowano głównie pracę nad sprawnością ogólną, co stanowiło odpowiednio 33,86% i 23,82% łącznej wykonanej pracy i aż 57,68% całego rocznego cyklu treningowego.

Akcenty treningowe z zakresu wytrzymałości ogólnej najwyższe wartości osiągały w pierwszych dwóch częściach rocznego cyklu treningowego – przygotowania wszechstronnego I i startowego I. Były one fundamentem przygotowania kondycyjnego zawodnika. W dalszej części cyklu treningowego udział wytrzymałości ogólnej nie był już tak znaczny. Wytrzymałość szybkościowa natomiast największe wartości osiągała w drugim (p.s.I) i ostatnim (s.II) podokresie cyklu szkoleniowego, odpowiednio: 35,29% i 29,41% łącznego kilometrażu. Nie wystąpiła ona w pierwszym podokresie (p.w.I),

a w podokresie BPS notuje się mały jej udział – zaledwie 2,94% rocznego cyklu. Dla porównania: wytrzymałość tempowa tlenowa w pierwszym i drugim zakresie intensywności najwyższe wartości osiągała w trzech podokresach (przygotowania wszechstronnego I, przygotowania specjalnego I i II). Najwyższe wartości wytrzymałości tempowej długiej przypadały na podokres przygotowania specjalnego I (30,00% rocznego cyklu treningowego). Ten środek treningowy nie był stosowany w ogóle w przygotowaniu wszechstronnym I.

Podobnie jak w przypadku wytrzymałości tempowej długiej, wytrzymałość tempowa krótka nie była trenowana w podokresie przygotowania wszechstronnego I. Jej realizacja nastąpiła w dalszym podokresie – przygotowania specjalnego I – i wyniosła 30,00% całego rocznego cyklu treningowego. Analizując środki treningowe z zakresu szybkości, można było zauważyć ciągłość ich występowania, poczynając od podokresu przygotowania specjalnego I (23,49% wartości rocznego cyklu treningowego), a kończąc na podokresie startowym II (19,68%). Tego typu środków z reguły nie stosuje się w podokresie przygotowania wszechstronnego I.

Z kolei akcenty treningowe z zakresu siły biegowej maksymalną wartość osiągały w podokresie przygotowania specjalnego I, co stanowiło 24,49% rocznego udziału. Dla porównania: akcenty treningowe z zakresu siły ogólnej najwyższe wartości osiągały w podokresach przygotowania wszechstronnego I (26,87%) i specjalnego I (35,82%). W drugiej połowie cyklu treningowego ich udział nie był już tak znaczny, a w podokresie przygotowania wszechstronnego II w ogóle nie wystąpiły.

Warto zwrócić uwagę na podokres przygotowania specjalnego I, w którym aż 40,91% czasu przeznaczono na rozwój siły dynamicznej zawodników. Jest to najwyższa wartość udziału środków treningowych z tego zakresu. Akcenty treningowe z zakresu skoczności były realizowane w najwyższym stopniu w dwóch podokresach: przygotowania specjalnego I i II, a ich wartość w tych podokresach to 24,14% łącznego obciążenia treningowego. Z łącznej liczby

Tab. 4. Akcenty i obciążenia treningowe w rocznym cyklu treningowym badanych zawodników

Lp. Charakterystyka	Okres przygotowawczy										Okres startowy		Razem
	Data	14.1-15.12	16.12-09.03	10.03-30.03	31.03-18.05	19.05-22.06	23.06-21.07	22.07-21.09	-	-			
1 Etap przygotowań		p.w.I	p.s.I	p.w.II	p.s.II	s.I	BPS	s.II					
	liczba	9	12	3	7	5	3	10					
2 Tygodnie	% udziału	18,37	24,49	6,12	14,29	10,20	6,12	20,41					49
3 Dni treningu	liczba	54	72	18	42	30	18	60					294
	% udziału	18,37	24,49	6,12	14,29	10,20	6,12	20,41					294
4 Jednostki treningu	liczba	81	115	6,12	72	30	36	90					430,12
	% udziału	18,12	25,73	5,15	16,11	6,71	8,05	20,13					430,12
5 Czas treningów	h	162	230	46	141	60	72	180					891
	% udziału	18,18	25,81	5,16	15,82	6,73	8,08	20,20					891
Akcenty treningowe													
Jednostka													
Charakterystyka obciążenia													
6 Sprawność ogólna	h	54	38	12	24	7,5	4	20					159,5
	% udziału	33,86	23,82	7,52	15,05	4,70	2,51	12,54					159,5
7 Wytężalność ogólna	km	180	156	36	88	20	36	80					596
	% udziału	30,20	26,17	6,04	14,77	3,36	6,04	13,42					28,95
8 Wytężalność szybkościowa	km	0	24	6	6	10	2	20					68
	% udziału	0,00	35,29	8,82	8,82	14,71	2,94	29,41					28,95
9 Wytężalność tlenowa 1,2*	km	270	360	30	240	50	30	1010					49,05
	% udziału	26,73	35,64	2,97	23,76	4,95	2,97	2,97					49,05
10 Wytężalność tempowa długa	km	0	36	9	21	15	9	30					120
	% udziału	0,00	30,00	7,50	17,50	12,50	7,50	25,00					5,83
11 Wytężalność tempowa krótka	km	0	48	12	28	20	12	40					160
	% udziału	0,00	30,00	7,50	17,50	12,50	7,50	25,00					7,77

12	Szybkość	km	0	7,4	3,7	4,3	6,2	3,7	6,2	31,5
	% udziału	% udziału	0,00	23,49	11,75	13,65	19,68	11,75	19,68	1,53
13	Siła biegowa	km	13,5	18	4,5	10,5	7,5	4,5	15	73,5
	% udziału	% udziału	18,37	24,49	6,12	14,29	10,20	6,12	20,41	3,57
14	Siła ogólna	h	36	48	0	14	10	6	20	134
	% udziału	% udziału	26,87	35,82	0,00	10,45	7,46	4,48	14,93	
15	Siła dynamiczna	h	0	27	6	7	10	6	10	66
	% udziału	% udziału	0,00	40,91	9,09	10,61	15,15	9,09	15,15	
16	Skoczność	h	0	7	3	7	5	3	4	29
	% udziału	% udziału	0,00	24,14	10,34	24,14	17,24	10,34	13,79	
17	Łączna liczba km – pkt (7–13)	km	463,5	649,4	101,2	397,8	128,7	97,2	221,2	2059
	% udziału	% udziału	22,51	31,54	4,92	19,32	6,25	4,72	10,74	

* bieg ciągły w pierwszym zakresie intensywności (WT/T1), * bieg ciągły w drugim zakresie intensywności (WT/T2)

przebiegniętych kilometrów (2059) największej przypada na podokres przygotowania specjalnego I (649,4 km) i przygotowania wszechstronnego I (463,5 km), a najmniej (70,2 km) na BPS.

DYSKUSJA

Celem powyższego doniesienia była próba wskazania, jakie środki treningowe zaowocowały wybitnymi osiągnięciami polskich czterystumetrowców. Z analizy dokumentów wynika, że o sukcesie decyduje nowoczesny i innowacyjny system szkolenia, czyli treść i sposoby realizacji zadań treningowych ułożonych w chronologiczny i spierodyzowany porządek.

Łączny czas treningów w ramowym planie rocznym na etapie wieloletniego przygotowania czterystumetrowców w wieku powyżej 23 lat wynosi około 829 godzin [11]. W grupie polskich czterystumetrowców suma czasu przeznaczanego na trening to 891 godzin, czyli o 62 więcej, co daje aż 7% różnicy. Na tym poziomie przygotowania sportowego była to różnica wyraźna, mogąca mieć wpływ na poziom osiąganych rezultatów przez poszczególnych zawodników.

Obciążenie treningowe o charakterze ogólnym zwiększyło globalne obciążenie treningowe, lecz nie prowadziło do poprawy wyników. Dopiero zastosowanie w kolejnych podokresach treningowych – zwłaszcza w okresie treningu specjalnego – zwiększonych obciążeń z zakresu środków specjalnych przyczyniło się do poprawy aktualnej formy sportowej (poziomu przygotowania kondycyjnego), a tym samym do osiągania wysokich wyników w sezonie startowym [12]. Znajduje to potwierdzenie w założeniach treningowych stosowanych przez kilku wybitnych trenerów na świecie.

Ważnym wskaźnikiem w ocenie przygotowania do biegu na 400 m jest stężenie mleczanu (LA). Jego obecność podczas biegu na 400 m związana jest z przeważającym udziałem przemian beztlenowych (ok. 70-procentowa przewaga tych przemian). Potwierdza to Black [13], który w swoim opracowaniu podał, iż 20–25% energii pochodziło z rozpadu wysokoenergetycznego ATP, kolejne

55–60% – z resyntezy ATP poprzez glikolizę, a pozostałe 15–25% to synteza ATP w obszarze tlenowym.

Określenie maksymalnego stężenia LA w czasie wysiłków startowych stanowiło wytyczne do kontroli procesu treningowego z wykorzystaniem tego wskaźnika. Znajomość stężenia LA w czasie wysiłków o różnej intensywności przyczyniła się do opracowania swobodnego wzorca biegowych środków treningowych, doskonalących odpowiednie systemy energetyczne. Na podstawie analizy zebranego materiału autorzy opracowali własną ich klasyfikację (tab. 5).

Środki treningowe stosowane przez czterystumetrowców powinny kształtować zdolność kontynuowania biegu, mimo wysokiego poziomu zakwaszenia i związanego z tym długu tlenowego. Można do nich zaliczyć wszystkie biegi z zakresu wytrzymałości specjalnej [14–16]. Kształtowanie wytrzymałości specjalnej jest procesem trudnym i bardzo złożonym. Uważa się, iż do osiągnięcia wysokiego poziomu tej zdolności

motorycznej potrzeba 6–7 lat specjalnego treningu biegu na 400 m [17].

W strefie tlenowej zawodnik musi być zaadaptowany do stężenia kwasu mlekowego we krwi o wartości 2 mmol/l, która często osiągnięta była w biegu ciągłym o umiarkowanej intensywności i wyznaczonym zakresie tętna, biegu wykonywanym w warunkach równowagi fizjologicznej (*steady-state*) [18]. Długość biegu ciągłego była ustalana na podstawie redukcji tkanki tłuszczowej. U zawodników, którzy w okresie przygotowania wszechstronnego I mają poziom tkanki tłuszczowej (BF %) wskazujący na konieczność zmniejszenia jej poziomu, bieg ciągły realizowany był od 1 do 1,5 h z intensywnością określoną poziomem stężenia mleczanów we krwi i tętna. Najefektywniejszym przedziałem tętna zawodnika sprzyjającym redukcji tkanki tłuszczowej był zakres od 120 do 157 ud./min. Trening tlenowy do granicy 4 mmol/l stężenia mleczanu we krwi realizowany był w formie odcinków bieganych w czasie 1,5 min i 2 min, gdyż w tym

Tab. 5. Klasyfikacja środków treningowych (obszar informacyjny i energetyczny) w biegu na 400 m (opracowanie autorskie)

Zakres intensywności	1	2	3	4	5	
Strefa energetyczna	przemiana energetyczna	tlenowa	mieszana	beztlenowa kwaso- mlekowa	beztlenowa niekwaso- mlekowa	anaboliczna
	częstość skurczów serca bezpośrednio po pracy	130–140 ud./min	160–180 ud./min	> 190 ud./min	150–160 ud./min	reakcje bardzo zróżnicowane
	stężenia LA we krwi bezpośrednio po pracy	< 4 mmol/l	6–10 mmol/l	12-Hi mmol/l	5–6 mmol/l	
Strefa informacyjna	środki wszechstronne	SPRo+R SPRo+PŁ SPRo+PL	ZGS		SO	
	środki ukierunkowane	WO	SB	ELsz SB R	ELsz	SD SK
	środki specjalne	WT/T ₁	WT/T ₂	WSZ WTdł WTkr St	SZ	

Środki treningowe: wytrzymałość ogólna (WO), bieg ciągły w pierwszym zakresie intensywności (WT/T₁), bieg ciągły w drugim zakresie intensywności (WT/T₂), wytrzymałość czasu długiego (WTdł), wytrzymałość czasu krótszego (WTkr), wytrzymałość szybkościowa (WSZ), starty w zawodach (St), szybkość biegu (SZ), elementy szybkości biegu (ELsz), siła ogólna (SO), siła dynamiczna (SD), skoczność (SK), siła biegowa (SB), sprawność ogólna + rytmy biegowe (SPRo+R), sprawność ogólna + ćwiczenia z piłkami lekarskimi (SPRo + PL), sprawność ogólna + ćwiczenia płotkarskie (SPRo + PŁ), rytmy biegowe (R), zespołowe gry sportowe (ZGS)

zakresie czasowym najefektywniej kształtowały się możliwości progu tlenowego – do 4 mmol/l stężenia LA we krwi [19, 20].

Na granicy progu przemian beztlenowych 4 mmol/l stężenia LA we krwi za fundamentalny środek treningowy uznano bieg w czasie około 1:30 (tzw. półtoraminutowka). W zależności od aktualnego stopnia obciążenia treningowego zawodnika jej czas oscylował od 1:15 do 1:45. Stężenia mleczanu we krwi od 6 mmol/l do 12 mmol/l uzyskiwano głównie za pomocą siły biegowej (tzw. siły wytrzymałościowej), stosując takie środki treningowe, jak skipy, wieloskoki, biegi z obciążeniem, podbiegi, a także stosując trening w formie obwodów ćwiczebnych. Ten poziom stężenia LA we krwi uzyskiwano też dzięki bieganiu odcinków 300- i 500-metrowych. Wysoki poziom stężenia mleczanu we krwi osiągnąć był również przy użyciu intensywnej siły biegowej oraz dzięki wykonywaniu odcinków o dużej intensywności. Stosowanym środkiem treningowym, przy którym stężenie LA we krwi sięgało 20 mmol/l, była wytrzymałość szybkościowa, np. 6–10 × 100 m, a także niewielka liczba odcinków o długości od 300 do 500 m, bieganych z dużą prędkością, np. 3 × 300 m lub 350 m + 450 m. Podobne rozwiązanie prezentował Tolbert [21] i Janssen [22].

Analiza materiału badawczego przeprowadzona w niniejszej pracy wykazała, że cel badawczy został osiągnięty. Sformułowano przy tym wiele istotnych spostrzeżeń, będących podstawą do sprecyzowania cyklu treningowego, który może służyć optymalizacji procesu szkolenia zawodników w biegu na 400 m.

PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy materiału badawczego wykazano, iż w procesie treningowym zawodników uprawiających bieg na 400 m największy udział miały obciążenia o charakterze specjalnym i ukierunkowanym, czyli szybkość i wytrzymałość szybkościowa (wydolność beztlenowa). Stąd wniosek, że są one czynnikiem decydującym o sukcesach w procesie treningowym czterystumetrowców i powinny być wyznacznikami

metodycznego działania w procesie modyfikacji treningu sportowego – nawet wśród elity zawodników.

Analizując schemat rocznego cyklu szkolenia, w tym poszczególne mikrocykle treningowe, z aplikacyjnego punktu widzenia warto zwrócić uwagę na kilka istotnych elementów:

- obciążenia treningowe o charakterze ogólnym zwiększały globalne obciążenie treningowe, lecz nie prowadziły do poprawy wyników. Dopiero zastosowanie w kolejnych podokresach treningowych zwiększonych obciążeń z zakresu środków specjalnych przyczyniło się do osiągania wysokich wyników w biegu. W odniesieniu do sprawności ogólnej środki te spowodowały kompensację przeciążeń układu ruchu oraz przyczyniły się do zapobiegania urazom;
- najwyższą wartość wytrzymałości tlenowej w pierwszym i drugim zakresie intensywności odnotowano w trzech podokresach (przygotowania wszechstronnego I, przygotowania specjalnego I i II). Przywiązywano dużą wagę do tych środków treningowych, ponieważ ograniczenie możliwości biegu na 400 m na ostatnich 100 m wynika nie z wyczerpania się zapasów energetycznych i dużego wzrostu stężenia mleczanu we krwi, ale z braku sprawnie działających mechanizmów buforujących. Trening tlenowy natomiast wpływa na ich doskonalenie;
- najistotniejszym parametrem biologicznym wykorzystywanym do kontroli treningu było stężenie LA we krwi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bompa T., Teoria i metodyka treningu, RCMSKFiS, Warszawa 1990. [2] Kosendiak J., Wykłady z Teorii Sportu dla studentów Akademii Wychowania Fizycznego, Wydawnictwo BK, Wrocław 2004. [3] Kruczałak E., Teoretyczne i metodyczne podstawy treningu sportowego w lekkoatletycznych biegach krótkich, AWF, Kraków 1999. [4] Maćkała K., Kowalski P., Trening biegów krótkich: założenia teoretyczne i implikacje praktyczne, AWF, Wrocław 2007. [5] Prus G.,

- W poszukiwaniu przesłanek do optymalizacji obciążeń treningowych w biegach lekkoatletycznych, AWF, Katowice 1993. [6] Prus G., Trening sportowy, AWF, Katowice 2003. [7] Sozański H., Perkowski K., Śledziwski D. (red.), Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu, AWF, Warszawa 2000. [8] Lisowski J., Dziennik treningowy lata 1996–2004 (nieopublikowane). [9] Płatonow W., Sozański H., Optymalizacja struktury treningu sportowego, RCMSKFiS, Warszawa 1991. [10] Sozański H., Śledziwski D., Obciążenia treningowe: dokumentowanie i opracowywanie danych, AWF, Warszawa 1995. [11] Moravec P., Beh na 400 m muzy a zen. Zakładni programove materialy, VMO UV CSTV, Praha 1984. [12] Radford P.F., Sprinting, [w:] Reilly T., Secher N., Snell P. Williams C. (red.), Physiology of Sport. E & FN Spon, London 1990, 71–99. [13] Black W., Training for the 400 m, *Track Coach*, 1988, 102, 3243–3245. [14] MacFarlane B., The science of hurdling and speed, Canadian Athletics Association, Ottawa 2000. [15] Van Coppenolle H., Analysis of 200 meters intermediate times for 400-meters world-class runners, *Track & Field Quarterly Rev*, 1980, 2, 37–39. [16] Winkler G., Gambetta V., Classification of energy system in sprint training, *Track Technique*, 1987, 100, 3193–3195. [17] Dostal E., Trousil J., Beh na 400 m muzy. Metodicky dopis, VMO CSTV, Praha 1973. [18] Ronikier A., Fizjologia sportu, COS, Warszawa 2001. [19] Pansold B., Roth W., Zinner J., Hasart E., Gabriel B.M., Laktat-Leistungs-Kurve – ein Grundprinzip sportmedizinischer Leistungsdiagnostik / Lactate performance graph – a basic principle of sports-medical performance diagnosis, *Medizin & Sport*, 1982, 22 (4), 107–112. [20] Pansold B., Zinner J., Gabriel B.M., Zum Einsatz und zur Interpretation von Laktatbestimmungen in der Leistungsdiagnostik / On the onset of and interprevention of lactate in performance diagnosis, *Theorie und Praxis des Leistungssports*, 1985, 23 (9–10), 98–160. [21] Tolbert K., Sprinting and Hurdling. USATF Development Program, Mountain View 1989. [22] Janssen P., Lactate Threshold Training, Human Kinetics, Champaign 2001.