

Michał Boraczyński¹, Henryk Sozański²

DYNAMIKA ROZWOJU SOMATYCZNEGO CHŁOPCÓW W WIEKU 10-11 LAT A OBCIĄŻENIA TRENINGOWE ZREALIZOWANE W TOKU 12-MIESIĘCZNEGO PROGRAMU SZKOLENIA W PIŁCE NOŻNEJ

RATE OF PHYSICAL DEVELOPMENT IN BOYS AGED 10-11 YEARS AND THE EFFECTS OF TRAINING LOADS DURING A 12-MONTH SOCCER PROGRAM

¹Olsztyńska Szkoła Wyższa im. Józefa Rusieckiego, Olsztyn

²Akademia Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Streszczenie

Cel: Celem badań było oszacowanie dynamiki rozwoju somatycznego chłopców w okresie przedpokwitaniowym, z uwzględnieniem zróżnicowanych obciążeń treningu zrealizowanych w ramach 12-miesięcznego szkolenia wszechstronnego.

Materiał i metody: Badaniom poddano dwie grupy piłkarzy nożnych: eksperymentalną E_1 ($n=26$, wiek $10,4\pm 0,6$ lat) oraz E_2 ($n=27$, wiek $10,3\pm 0,8$ lat) realizujących odmienne 12-miesięczne programy treningu piłkarskiego. Grupę kontrolną (K) stanowili nietreningujący chłopcy w analogicznym wieku ($n=22$). Protokół programu treningu grupy E_1 zawierał głównie obciążenia o charakterze koordynacyjnym, w grupie E_2 zaaplikowano więcej obciążeń kondycyjnych. Wysokość ciała, masę ciała, wskaźnik masy ciała oraz zawartość tkanki tłuszczowej określono trzykrotnie: przed, po 6 miesiącach i po 12 miesiącach trwania eksperymentu. Obliczono wiek kalendarzowy oraz rozwojowy, na podstawie których dokonano obliczenia Wskaźnika Stanu Dojrzałości Biologicznej (W_{SDB}).

Wyniki: Jedyne zaobserwowane różnice międzygrupowe dotyczyły zawartości tkanki tłuszczowej, która u chłopców z grupy K podczas II sesji badań była o 6,8% większa niż u chłopców z grupy E_1 ($p<0,05$). Różnica między wiekiem kalendarzowym a rozwojowym była najbardziej stabilna w grupie E_1 . Najmłodszy biologicznie byli chłopcy z grupy E_2 , którzy w stosunku do normy rozwojowej byli młodsi średnio o 4,3 miesiące. Największe różnice w toku eksperymentu odnotowano między grupami E_1 oraz C w zakresie wielkości W_{SDB} wysokości ciała (49,9%) podczas I sesji badań. Wielkości W_{SDB} obu cech somatycznych w grupie C różniły się istotnie ($p<0,01$) z wielkościami uzyskanymi przez chłopców z grup treningowych w każdej sesji badań.

Wnioski: 1. Eksperymentalny i standardowy program treningu piłkarskiego sprzyja harmonijnemu rozwojowi somatycznemu chłopców w wieku 10-11 lat, o czym świadczy brak zaburzeń w zakresie obserwowanych zmiennych charakteryzujących budowę somatyczną i tempo rozwoju biologicznego. 2. Wskaźnik masy ciała nie odzwierciedla dokładnie zmian składu ciała u chłopców w wieku 10-11 lat. W związku z tym, już na etapie doboru do grup treningowych wskazane jest dokładne szacowanie składu ciała, co umożliwi kontrolowanie efektów treningu fizycznego oraz żywienia z uwzględnieniem wymogów danej dyscypliny sportu. 3. Określenie W_{SDB} podstawowych cech somatycznych wskazuje na nieznaczne opóźnienie rozwoju tych cech w każdej badanej grupie. Jednocześnie, obserwowane w kolejnych sesjach badań w grupie E_1 przyspieszenie rozwoju, może stanowić przejaw stymulującego wpływu czynników egzogennych (w postaci obciążeń treningowych) na procesy rozwoju biologicznego.

Słowa kluczowe: rozwój somatyczny, dojrzejwanie biologiczne, wiek rozwojowy, Wskaźnik Stanu Dojrzałości Biologicznej, obciążenia treningowe

Abstract

Aim: The aim of the study was to evaluate the rate of physical development in prepubertal boys in response to training at different loads.

Material and methods: The study involved two groups of soccer players, experimental groups E_1 ($n=26$, age 10.4 ± 0.6 years) and E_2 ($n=27$, age 10.3 ± 0.8 years) who were involved in a 12-month soccer training program, and a control group (C) of age-matched untrained boys ($n=22$). The training protocol of E_1 involved a greater share of coordination-based exercises, in E_2 more focus was placed on conditioning fitness and strength. Body height, mass, fat percentage, and body mass index were measured pre-, peri-, and post-training. Chronological and developmental age were used to calculate a Biological State Maturity Index (BSMI).

Results: Between-group differences were observed in body fat percentage, which was higher in the control group by 6.8% at post-training compared with E_1 ($p<0.05$). E_1 showed the most congruence between chronological and developmental age. Developmental age was most retarded in E_2 by an average of 4.3 months. Greatest between-group differences were observed in E_1 and the control group for the BSMI of body height (49.9%) at pre-training. BSMI of height and mass in the control group were different ($p<0.01$) from both experimental groups at pre-, peri-, and post-training.

Conclusions: 1. The experimental soccer training programs were conducive to the physical development of boys aged 10-11 years as evidenced by the absence of disturbances in the range of observed variables characterizing the body built and biological development. 2. Body mass index did not accurately reflect changes in body composition. A more detailed analysis of body composition is required in the recruitment and selection of young soccer players in order to better control the effects of training and diet. 3. The adopted BSMI measure indicated a delay in growth according to developmental age norms in the entire sample. However, the accelerated physical development in E_1 during the study duration may be indicative of the stimulative effect of this group's training program and the adopted training load on physical development.

Key words: physical characteristics, prepubertal boys, developmental age, biological maturity index, training loads

DEV PERIOD MED. 2015;XIX,3,II:367-374

WSTĘP

Istotnym obszarem zainteresowania współczesnych nauk biomedycznych są zjawiska rozwoju biologicznego. Z biologicznego punktu widzenia – rozwój stanowi stopniowy proces przemian kierunkowych, w większości nieodwracalnych, zachodzący pod wpływem różnych czynników endogennych (wewnętrznych) i egzogennych (zewnętrznych) (1-3). Każdy osobnik posiada specyficzny genotyp i charakteryzuje się odmiennymi typami powiązań somatyczno-czynnościowych, co przejawia się osobniczo różnymi torami rozwoju. Tory te charakteryzują się odmiennymi wzorami rozwoju biologicznego, czyli zróżnicowanym jego tempem i rytmem [3]. Zakres zmienności między osobnikami w tym samym wieku kalendarzowym (metrykalnym) pod względem dojrzewania somatycznego i seksualnego jest duży i szczególnie ujawnia się w okresie skoku wysokości ciała [4]. Dowodzą tego wyniki licznych badań auksologicznych i antropologicznych [2, 3]. W związku z tym, że każdy osobnik rozwija się zgodnie z indywidualnym kodem genetycznym, zróżnicowane tempo i rytm rozwoju to istotny problem zarówno w zakresie doboru i selekcji do poszczególnych dyscyplin sportu, jak też indywidualizacji procesu treningu [1].

Od wielu lat w ocenie stanu dojrzałości biologicznej najpowszechniej stosowane są wskaźniki dojrzewania

kostnego, somatycznego oraz seksualnego [5]. Aktualnie, ze względu na wysoką dokładność szkieletowych i zębowych metod oceny wieku biologicznego u dzieci, wiek kostny jest uważany za najlepszy wskaźnik dojrzałości biologicznej. Jednak ze względu na małą dostępność (wysokie koszty specjalistycznego sprzętu), metody te są rzadko wykorzystywane w praktyce. W warunkach wychowania fizycznego i sportu do oceny zaawansowania rozwoju biologicznego danego osobnika wykorzystuje się zazwyczaj wiek rozwojowy [2-3].

Związek budowy somatycznej i sprawności motorycznej został empirycznie wykazany przez wielu autorów [1, 6]. Wykazano również, że charakterystyki somatyczne i fizjologiczne oraz wiek biologiczny stanowią predyktory sukcesu u młodych piłkarzy nożnych [7-9]. Z uwagi na fakt, że w wielu dyscyplinach sportu szkolenie rozpoczyna się we wczesnym wieku dziecięcym (5-7 lat), kontrola procesu treningu powinna uwzględniać charakterystyki rozwoju biologicznego młodego zawodnika [1, 6]. Chociaż umiarkowany wysiłek fizyczny w okresie przedpokwitaniowym może wywierać efekt stymulujący na rozwój organizmu, w postaci na przykład pobudzającego działania na chrząstki nasadowe przez zwiększenie ukrwienia stref wzrostowych w początkowym okresie ćwiczeń, wiele wyników badań wskazuje, że nadmierne w stosunku do możliwości psycho-fizycznych obciążenia treningowe stosowane w młodym wieku (w aspekcie objętości i/lub

intensywności) prowadzą do zmian patologicznych narządu ruchu oraz zahamowania rozwoju biologicznego, a tym samym somatycznego [5, 10]. Wobec powyższych informacji, istotnym elementem procesu treningu na etapie szkolenia wszechstronnego w piłce nożnej jest systematyczna kontrola rozwoju biologicznego.

Podjęto badania, których celem było oszacowanie dynamiki rozwoju somatycznego chłopców w okresie przedpokwitaniowym, z uwzględnieniem obciążeń treningu zrealizowanych w ramach 12-miesięcznego szkolenia wszechstronnego (preselekcyjnego).

Schemat badawczy stanowił eksperyment pedagogiczny, a jako technikę eksperymentalną zastosowano technikę grup równoległych. W sposób celowy dokonano doboru dwóch grup piłkarzy nożnych, z których jedna stanowiła grupę eksperymentalną 1 – E₁ (n=26, wiek 10,4±0,6 lat), a druga grupę eksperymentalną 2 – E₂ (n=27, wiek 10,3±0,8 lat). Obie grupy przed przystąpieniem do eksperymentu były objęte jednolitym programem szkolenia, a ich staż treningowy wynosił 2,3 lata (±0,4 miesiące). Grupę kontrolną – K (n=22, wiek 10,5±0,6) stanowili nietreningujący, zdrowi chłopcy uczęszczający regularnie na zajęcia wychowania fizycznego w wymiarze 4 godzin w tygodniu.

Charakterystyka programów treningu

Proces szkolenia w grupach treningowych był dostosowany do semestralnego trybu szkolnego, co pozwoliło uzyskać dwa duże semestralne cykle treningowe [18-tygodniowy – 117 jednostek treningowych (176 h 25 min) oraz 17-tygodniowy – 113 jednostek treningowych (170 h 15 min)]. W całym okresie szkolenia, oprócz standardowych zajęć z wychowania fizycznego, badani piłkarze trenowali 3 razy tygodniowo w wymiarze 90 minut. Na rycinie 1 zaprezentowano objętość (wyrażoną w %) zrealizowanych obciążeń treningowych w strukturze programów treningu badanych grup piłkarzy nożnych.

Z ryciny 1 wynika, że trening chłopców z grupy E₁ był w większym stopniu wysycony ogólnymi i specjalnymi ćwiczeniami o charakterze koordynacyjnym (sumarycznie – 54,8%) niż w grupie E₂, w której przygotowanie koordynacyjne stanowiło 39,2%, a bardziej dominowały środki przygotowania kondycyjnego – siłowego, szybkościowego oraz wytrzymałościowego (sumarycznie – 40,8%). Główną zmienną różnicującą programy treningu stanowił specjalny zestaw 40 ćwiczeń koordynacyjnych zaimplementowany do treningu grupy E₁.

Procedury badawcze

Badania wykonane zostały w Centralnym Laboratorium Badawczym oraz w hali sportowej Olsztyńskiej Szkoły Wyższej im. Józefa Rusieckiego w Olsztynie. Przeprowadzono je trzykrotnie w odstępach 6-miesięcznych: badania wyjściowe (sesja I), badania kontrolne (sesja II) oraz badania końcowe (sesja III).

W fazie wstępnej eksperymentu badani chłopcy poddani zostali pomiarom mającym na celu określenie podstawowej charakterystyki somatycznej. Uwzględniono 4 zmienne: wysokość ciała – BH [cm]; masę ciała – BM [kg]; wskaźnik masy ciała – BMI [kg/m²] oraz tkankę tłuszczową – BF [%]. Wysokość ciała mierzona była

stadiometrem – WB-150 (ZPU Tryb-Wag, Polska) wchodzącym w skład wyskalowanej wagi lekarskiej. Do oceny 3 pozostałych zmiennych (BM, BMI, BF) wykorzystano analizator składu ciała firmy Tanita - BC 418 MA (Tanita Corporation, Japonia) z wykorzystaniem metody bioelektrycznej.

Wiek kalendarzowy (W_k) badanych grup ustalono zgodnie z zasadami ogólnie stosowanymi w badaniach typu rozwojowego. Wiek rozwojowy (W_r) określono bazując na wieku dwóch głównych cech somatycznych (wysokości i masy ciała) oraz wieku kalendarzowym (W_k) zgodnie z następującym wzorem (11):

$$W_r = (\text{wiek wysokości ciała} + \text{wiek masy ciała} + \text{wiek kalendarzowy})/3$$

Na podstawie uzyskanego W_r u każdego badanego dokonano obliczenia Wskaźnika Stanu Dojrzałości Biologicznej (W_{SDB}) wykorzystując następujący wzór [12]:

$$W_{SDB} = \frac{x_{ij} \cdot 100}{x_{ich}} - 100$$

gdzie:

x_{ij} – oznacza wiek rozwojowy i-tego osobnika wyznaczony za pomocą wybranego kryterium;

x_{ich} – wiek kalendarzowy i-tego osobnika w momencie badania

Wskaźnik Stanu Dojrzałości Biologicznej (W_{SDB}) pozwala na określenie stopnia odchylenia W_r badanego osobnika od jego W_k.

Klasyfikacja wskaźnika W_{SDB}:

-40,1 – opóźnienie patologiczne;

-40,0 <x< -20,1 – opóźnienie w granicach fizjologicznych;

-20,0 <x< +20,0 – zakres prawidłowy „norma”;

+20,1 <x< +40,0 – przyspieszenie w granicach fizjologicznych;

+40,1 > x – przyspieszenie patologiczne.

W oparciu o powyższe informacje oraz przyjmując za układ odniesienia ogólnopolskie siatki centylowe oraz tabele punktowe wysokości ciała, masy ciała i wskaźnika masy ciała [13, 14], określono dla badanych grup różnice między W_k i W_r w poszczególnych sesjach badań (I-III). Do analizy wyników badań wybrane zostały rezultaty jedynie tych chłopców, którzy uczestniczyli we wszystkich trzech sesjach badań, a ich frekwencja na treningach wyniosła minimum 80%.

Metody analizy statystycznej

Obliczono statystyki opisowe (średnie – M; odchylenia standardowe – SD) dla wszystkich zmiennych. Zastosowano procedurę analizy wariancji (ANOVA), aby zbadać różnice międzygrupowe w każdej sesji badań. W przypadku wykazania różnic, wykorzystano test „post-hoc” Duncana w celu określenia istotności różnic między grupami badanymi dla analizowanych zmiennych. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu pakietu oprogramowania „StatisticaPL” v. 10 (StatSoft Inc, USA). Obliczenia przeprowadzono przy poziomie istotności α=0,05.

WYNIKI

Szczegółowe dane dotyczące budowy somatycznej badanych grup w okresie 12 miesięcy zawarte zostały w tabeli I. Rozpatrując wyniki zawarte w tabeli I w odniesieniu do ogólnopolskich siatek centylowych oraz tabel punktowych (w skali T) wysokości ciała, masy ciała oraz wskaźnika masy ciała [13, 14], badani chłopcy z poszczególnych grup charakteryzowali się przeciętnymi wielkościami tych zmiennych (w centylach – c oraz punktach – pkt): grupa E1 (BH – 45 c/49 pkt; BM – 43 c/48 pkt; BMI – 46 c/49 pkt), grupa E2 (BH – 42 c/48 pkt; BM – 39 c/47 pkt; BMI – 43 c/48 pkt), grupa K (BH – 51 c/57 pkt; BM – 46 c/53 pkt; BMI – 49 c/56 pkt). Należy stwierdzić, że dynamika wysokości i masy ciała badanych chłopców miała przebieg zbliżony do tendencji rozwojowych typowych dla współczesnych chłopców populacji polskiej [13-15] oraz zagranicznej [16]. Jedyne zaobserwowane różnice międzygrupowe dotyczyły zawartości tkanki tłuszczowej (BF %), która u chłopców z grupy K podczas II sesji badań była o 6,8% większa niż u chłopców z grupy E₁ (p<0,05). W III sesji różnica między tymi grupami się pogłębiła i wyniosła 11,4% (p<0,01). Przyjmując za układ odniesienia ogólnopolskie siatki centylowe wysokości i masy ciała [13], określono dla badanych grup różnice między W_k a W_r w poszczególnych sesjach badań (I-III). Szczegółowe dane umieszczono w tabeli II.

Różnice między W_k a W_r wskazują, że przez cały okres trwania eksperymentu chłopcy ze wszystkich grup charakteryzowali się wolniejszym (w odniesieniu do norm populacji polskiej) rozwojem somatycznym (biologicznym). Różnica między W_k a W_r była najbardziej stabilna w grupie E₁, w której w dwóch pierwszych sesjach badań wyniosła 3 miesiące, w ostatniej 2 miesiące. Najmłodszy biologicznie byli chłopcy z grupy E₂, którzy w stosunku do normy rozwojowej przewidzianej dla tego wieku byli młodsi średnio o 4,3 miesiące. Zaobserwowano u nich największą dynamikę rozwojową. W grupie K dysproporcje między W_k a W_r pogłębiały się wraz z każdą kolejną sesją badawczą o 1 miesiąc. Fakt, że W_r był niższy od W_k u chłopców z wszystkich badanych grup wskazuje, że dobrano osobników późno dojrzewających.

Wykorzystując wzór Cieślika [12] wyliczono W_{SDB} wysokości (BH) i masy (BM) ciała chłopców z badanych grup w trzech sesjach badań (tab. III).

Wielkości W_{SDB} dla analizowanych cech somatycznych mieszczą się w każdej badanej grupie w przedziale (-20 – +20), czyli w obszarze normalnych, dopuszczalnych odchyień rozwojowych. We wszystkich grupach oraz sesjach badań stwierdzono wyższe wielkości W_{SDB} wysokości niż masy ciała, co wskazuje na nieznacznie większe, naturalne przyspieszenie tej cechy długościowej w stosunku do BM w badanym okresie rozwojowym. Największe różnice międzygrupowe (w %) w toku eksperymentu odnotowano między grupami E₁ oraz

Tabela I. Charakterystyka cech i wskaźników budowy somatycznej oraz statystyczna istotność różnic międzygrupowych w okresie 12-miesięcznego eksperymentu

Table I. Differences in the anthropometric characteristics between the experimental (E₁ and E₂) and control (C) groups pre-, peri-, and post-training

Zmienna Variable	Sesja badań Time point	E ₁ (n = 26) E ₁ (n = 26)		E ₂ (n = 27) E ₂ (n = 27)		K (n = 22) C (n = 22)		Różnice (%) Differences (%)			Istotność różnic Significance of differences
		M	SD	M	SD	M	SD	E ₁ -E ₂ E ₁ -E ₂	E ₁ -K E ₁ -C	E ₂ -K E ₂ -C	
BH [cm]	I	141,6	7,2	141,0	7,8	142,4	6,6	0,4	0,6	1,0	p≥0,05
BM [kg]		35,3	7,3	34,6	7,4	36,1	7,4	2,0	2,2	4,2	p≥0,05
BMI [kg/m ²]		17,5	2,7	17,3	2,6	17,5	2,6	1,2	0,0	1,2	p≥0,05
BF [%]		15,4	4,1	15,6	4,2	16,0	4,7	1,3	3,7	2,5	p≥0,05
BH [cm]	II	144,7	7,5	143,1	7,5	144,9	6,5	1,1	0,1	1,3	p≥0,05
BM [kg]		37,3	7,9	36,6	7,2	38,1	7,3	1,9	2,1	4,4	p≥0,05
BMI [kg/m ²]		17,7	2,8	17,7	2,4	18,1	2,4	0,0	2,3	2,3	p≥0,05
BF [%]		15,1	4,4	15,3	4,6	16,2	4,3	1,3	6,8	5,6	E ₁ >K*
BH [cm]	III	147,8	7,4	145,2	7,4	147,6	6,6	1,8	0,1	1,7	p≥0,05
BM [kg]		39,9	8,2	38,9	7,1	40,5	7,1	2,6	1,5	4,1	p≥0,05
BMI [kg/m ²]		18,2	2,8	18,4	2,3	18,5	2,3	1,1	1,6	0,5	p≥0,05
BF [%]		14,8	5,8	15,2	4,0	16,7	3,8	2,6	11,4	9,0	E ₁ >K**

BH – wysokość ciała; BM – masa ciała; BMI – wskaźnik masy ciała; BF – zawartość tkanki tłuszczowej *p < 0,05; **p < 0,01; BH – body height, BM – body mass; BMI – body mass index; BF – body fat percentage; * p < 0.05, ** p < 0.01

Tabela II. Wielkości oraz różnice wieku kalendarzowego i rozwojowego między grupami eksperymentalnymi (E_1 and E_2) oraz grupą kontrolną (K) w trzech sesjach badańTable II. Differences in chronological and developmental ages between the experimental (E_1 and E_2) and control (C) groups pre-, peri-, and post-training

Sesja Badań Time point	Grupa E_1 (n = 26) Group E_1 (n = 26)			Grupa E_2 (n = 27) Group E_2 (n = 27)			Grupa K (n = 22) Group C (n = 22)		
	W_k / A_c $M \pm SD$	W_r / A_d $M \pm SD$	Różnica [m-c] Difference [months]	W_k / A_c $M \pm SD$	W_r / A_d $M \pm SD$	Różnica [m-c] Difference [months]	W_k / A_c $M \pm SD$	W_r / A_d $M \pm SD$	Różnica [m-c] Difference [months]
I	10,4±0,6	10,1±0,8	-3	10,3±0,8	10,1±0,6	-2	10,5±0,7	10,4±0,7	-1
II	11,1±0,6	10,8±0,5	-3	11,0±0,8	10,5±0,4	-5	11,0±0,7	10,8±0,6	-2
III	11,6±0,6	11,4±0,6	-2	11,5±0,8	10,9±0,5	-6	11,5±0,7	11,2±0,7	-3

W_k – wiek kalendarzowy, W_r – wiek rozwojowy, Różnica [m-c] – różnica w miesiącach między W_k a W_r , A_c – chronological age, A_d – developmental age, Difference [months] – difference in months between A_c and A_d

Tabela III. Zestawienie charakterystyk liczbowych i różnice Wskaźnika Stanu Dojrzałości Biologicznej wysokości i masy między grupami eksperymentalnymi (E_1 i E_2) oraz grupą kontrolną (K) w trzech sesjach badań.Table III. Differences in the Biological State Maturity Index (BSMI) of body height and mass between the experimental (E_1 and E_2) and control (C) groups pre-, peri-, and post-training.

Cecha W_{SDB} Feature BSMI	Sesja badań Time point	E_1 (n = 26) E_1 (n = 26)		E_2 (n = 27) E_2 (n = 27)		K (n = 22) C (n = 22)		Różnice (%) Differences (%)			Istotność różnic Significance of differences
		M	SD	M	SD	M	SD	E_1-E_2 E_1-E_2	E_1-K E_1-C	E_2-K E_2-C	
BH [cm]	I	-6,57	1,86	-5,11	1,42	-3,29	1,16	28,6	49,9	35,6	$E_1 > E_2^*$; $K > E_1, E_1^{**}$
BM [kg]		-3,36	1,04	-4,29	1,28	-2,66	1,42	27,7	20,8	38,0	$K > E_1, E_2^{**}$; $K > E_1^*$
BH [cm]	II	-5,12	1,23	-4,89	1,33	-3,72	1,28	4,7	27,3	23,9	$K > E_1, E_2^{**}$
BM [kg]		-2,56	0,77	-4,02	1,32	-2,44	1,68	36,3	4,7	39,3	$K > E_1, K_1^{**}$; $E_2 > E^*$
BH [cm]	III	-3,59	1,12	-4,71	0,97	-3,12	1,74	31,2	13,1	33,8	$K > E_1, E_2^{**}$
BM [kg]		-2,16	0,36	-3,55	0,81	-2,04	1,07	39,2	5,6	42,5	$K > E_2^{**}$

BH – wysokość ciała; BM – masa ciała; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

BH – body height, BM – body mass; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

K w zakresie wielkości W_{SDB} wysokości ciała (49,9%) podczas I sesji badań. Należy podkreślić, że wielkości W_{SDB} obu cech somatycznych w grupie K różniły się statystycznie istotnie ($p < 0,01$) z wielkościami uzyskanymi przez chłopców z grup treningowych w każdej sesji badań. Szczególnie interesująca jest obserwacja, że w każdej kolejnej sesji badań wielkość W_{SDB} wysokości ciała w grupach treningowych rosła. Różnica pod względem tej cechy między grupami E_1 i E_2 była statystycznie istotna ($p < 0,01$).

DYSKUSJA

W okresie dojrzewania najszybciej zmienia się wysokość ciała determinowana głównie przyrostem długości koń-

czyn dolnych, które wyprzedzają skok przyrostu długości tułowia [6]. W badaniach przeprowadzonych przez Gall i wsp. [17], zawodnicy uzyskujący wyższy poziom gry, a szczególnie ci, którzy zajmowali pozycje defensywne (bramkarze, obrońcy) istotnie dominowali ($p < 0,05$) pod kątem wskaźników somatycznych (głównie wysokości ciała) w porównaniu z ich nietreningowymi rówieśnikami. Wyniki te zostały potwierdzone w badaniach Gil i wsp. [7], którzy wykazali, że wymiary ciała stanowią istotne kryterium w selekcji talentów sportowych. Jednocześnie inni badacze wykazali, że wysokość ciała była zazwyczaj wyższa u osobników trenujących w porównaniu do prowadzących sedenteryjny tryb życia [18]. Odmienne dane uzyskali Mirwald i wsp. [19], którzy biorąc pod uwagę Wr stwierdzili brak istotnych różnic w budowie somatycznej

wysoko aktywnych i nieaktywnych fizycznie chłopców w szerokim przedziale wieku (7-18 lat).

Jak wskazują specjaliści, w toku progresywnego rozwoju biologicznego wskaźnik masy ciała (BMI) zmienia się znacząco wraz z wiekiem, choć w poszczególnych okresach rozwoju wykazuje inną dynamikę [20]. Wykazano, że odwrotnie niż u osób dorosłych, roczne przyrosty BMI w okresie dzieciństwa są przede wszystkim związane ze zmianą beztłuszczowych komponentów ciała niż tkanki tłuszczowej [21]. Uzyskane w niniejszych badaniach wielkości BMI odniesiono do aktualnych siatek centylowych i tabel punktowych opracowanych dla populacji polskiej [13, 14]. Stwierdzono, że chłopcy ze wszystkich badanych grup znajdowali się pod względem BMI w granicach normy dla swojego wieku (43-49 c). Wielkości BMI badanych chłopców odpowiadały również standardom rozwoju dziecka opracowanym na podstawie wysokości i masy ciała przez Światową Organizację Zdrowia [22]. Najwyższe wielkości BMI we wszystkich sesjach niniejszych badań (I-III) wykazano w grupie chłopców nietrenujących (K). W grupach piłkarzy nożnych w każdej sesji badań wielkości tego wskaźnika były bardzo zbliżone. Podobne wyniki uzyskał Cenikli [18], który zaobserwował istotnie niższe ($p < 0,01$) wielkości BMI u 13-letnich chłopców trenujących piłkę nożną w stosunku do ich nietrenujących rówieśników. Wyższe BMI u chłopców z grupy kontrolnej autorzy powiązali z ich mniejszą aktywnością fizyczną, a w konsekwencji z mniej korzystnym składem ciała. Z kolei we francuskich badaniach longitudinalnych [23] zaobserwowano, że mimo większego przyjmowania kalorii w grupie aktywnych fizycznie 10-letnich chłopców, BMI był u nich na podobnym poziomie jak w grupie nieaktywnych fizycznie rówieśników. Stwierdzono jednak istotne międzygrupowe różnice w składzie ciała, co odzwierciedlała istotnie wyższa beztłuszczowa masa ciała ($p < 0,05$) oraz istotnie niższa zawartość tkanki tłuszczowej ($p < 0,05$) w grupie chłopców aktywnych fizycznie. Podobne wyniki uzyskał Moreno i wsp. [26], którzy zaobserwowali statystycznie istotnie mniejszą zawartość tkanki tłuszczowej u trenujących piłkę nożną chłopców w wieku 9 ($p < 0,05$), 11 ($p < 0,01$), 12 ($p < 0,01$) oraz 14 lat ($p < 0,05$) w porównaniu z nietrenującymi chłopcami w analogicznym wieku. Jednocześnie różnice pod względem BMI w każdej kategorii wiekowej nie były statystycznie istotne. Wyniki powyższych badań są zbieżne z wynikami niniejszego eksperymentu, w którym nie zaobserwowano w okresie 12 miesięcy międzygrupowych różnic w BMI, natomiast odnotowano statystycznie istotne różnice między grupami E₁ oraz K pod względem BF (%) podczas II ($p < 0,05$) oraz III sesji badań ($p < 0,01$). Wytlumaczeniem tego faktu może być to, że chociaż w kilku wcześniejszych badaniach stwierdzono wysokie korelacje między BMI a całkowitą oraz procentową zawartością tkanki tłuszczowej w okresie dzieciństwa [21, 25], BMI nie jest uważany za precyzyjny wskaźnik proporcji poszczególnych komponentów składu ciała, głównie tkanki tłuszczowej i mięśniowej [21]. Przy podobnych wielkościach BMI u dzieci w tym samym wieku, ich skład ciała może być znacznie zróżnicowany, ponieważ zależy od takich czynników jak: predyspozycje genetyczne i paragenetyczne, płeć, wiek,

dojrzałość biologiczna, wysokość ciała, żywienie oraz aktywność fizyczna [26]. Wykazano również na próbie 361 chłopców w przedziale wieku 6-12 lat trenujących piłkę nożną, że związek między BMI a BF (%) nie był liniowy oraz był silniejszy wśród osobników z nadwagą i otyłych, niż u osobników z normalną masą ciała lub niedowagą. Stwierdzono, że w kategorii wieku 6-12 lat związek między BMI a BF (%) ma charakter krzywoliniowy, a BMI stanowi istotny wskaźnik odfuszczenia wyłącznie u osobników z nadwagą oraz otyłych [27]. Należy przy tym zaznaczyć, że do tej pory nie ma pełnej zgodności wśród badaczy w kwestii nadmiernego odfuszczenia wśród dzieci. Wysłunięte zostały sugestie by wielkości procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (BF%) przekraczające 25% u chłopców i 30-35% u dziewcząt określały stan otyłości w okresie dzieciństwa (28).

W badaniach auksologicznych zaobserwowano, że W_r do czasu osiągnięcia dojrzałości płciowej wykazuje wysoką korelację z W_k [29]. W niniejszych badaniach wykazano rozbieżności między W_k a W_r w każdej badanej grupie, przy czym różnice te w grupie K były najmniejsze. Dodatkowo, analiza statystyczna potwierdziła wysokie zróżnicowanie międzygrupowe pod względem badanych zmiennych w poszczególnych sesjach badań. Młodszy W_r chłopców z grup eksperymentalnych sugeruje, że kryterium doboru do grup treningowych były nie tylko wyniki testów motorycznych opartych na zdolnościach kondycyjnych, ale również wyniki testów opartych na zdolnościach koordynacyjnych. Jest to pozytywna i rzadko występująca sytuacja, ponieważ w większości badań dotyczących młodych zawodników w różnych dyscyplinach sportu wykazywano głównie przeciętne lub przyspieszone tempo dojrzewania biologicznego w stosunku do osobników nietrenujących w analogicznym wieku kalendarzowym [30]. Przykładowo, w badaniach meksykańskich piłkarzy nożnych wykazano, że chłopcy bardziej zaawansowani biologicznie osiągalni większe sukcesy w piłce nożnej w okresie późnej adolescencji. Sukcesy w piłce nożnej nie były jednocześnie związane z wolnym tempem dojrzewania biologicznego w młodym wieku [9].

W niniejszych badaniach objęto pomiarami chłopców z kategorii E (Orlik), czyli w wieku 10-11 lat. W tym okresie różnice w zakresie efektów motorycznych wynikające z różnego tempa rozwoju biologicznego są mniej charakterystyczne niż w wieku późniejszym. Malina i wsp. [1] zaobserwowali, że w testach sprawnościowych wykonywanych przez chłopców o zróżnicowanym stanie dojrzałości biologicznej, różnice wyników są najbardziej widoczne między 13 a 16 rokiem życia. Jak wykazał Cenikli [18], długookresowe wykonywanie ćwiczeń fizycznych (bez względu na typ ćwiczeń) istotnie wpływa na cechy i wskaźniki charakteryzujące budowę somatyczną 13-letnich chłopców uprawiających piłkę nożną. Jak stwierdzono w niniejszych badaniach, charakterystyki somatyczne i wynikające z nich zaawansowanie rozwoju wyrażone wskaźnikiem W_{SDB} , świadczą o nieznacznie wolniejszym rozwoju chłopców z wszystkich badanych grup. Jednocześnie, wszyscy badani chłopcy znajdowali się w granicach tzw. „szerokiej normy fizjologicznej” (-20 – +20). Wyższe wielkości W_{SDB} dla dwóch podsta-

wowych cech somatycznych (BH, BM) u nietreningujących chłopców (K) wskazują na silniejsze zaawansowanie rozwojowe w stosunku do grup treningujących (E_1 , E_2). Z drugiej strony, większa dynamika wielkości W_{SDB} wysokości i masy ciała w grupie E_1 może świadczyć o tym, że roczny, ukierunkowany trening sportowy wpłynął stymulująco na W_r badanych chłopców. Wiadomo, że jednym z modyfikatorów rozwoju biologicznego stanowią ćwiczenia fizyczne, które odpowiednio dostosowane do wieku mogą korzystnie wpłynąć na rozwój biologiczny organizmu. Innymi słowy, stymulacja zewnętrzna w postaci obciążeń fizycznych może prowadzić do uzyskiwania wyższych wielkości cech organizmu, które były przedmiotem opisywanych badań. Przy analitycznym rozpatrywaniu uzyskanych danych należy zaznaczyć, że wyniki przeprowadzonych badań stanowią jedynie wycinek skomplikowanego rozwoju fenotypowego badanych osobników w ontogenezie, który jest funkcją czynników endogennych: genetycznych, matczyńskich, metabolicznych, endokrynologicznych oraz czynników egzogennych (ekologicznych): socjalnych, żywieniowych, chorobowych. Biorąc pod uwagę złożoność i wieloczynnikowość rozpatrywanych zjawisk rozwojowych, wyniki niniejszych badań powinny stanowić przyczynek do podjęcia dalszych badań, uwzględniających dodatkowo zmienne. Tylko w ten sposób będzie możliwa pośrednia weryfikacja wpływu konkretnych programów treningu na tempo rozwoju badanych osobników.

WNIOSKI

1. Eksperymentalny i standardowy program treningu piłkarskiego sprzyja harmonijnemu rozwojowi somatycznemu chłopców w wieku 10-11 lat, o czym świadczy brak zaburzeń w zakresie obserwowanych zmiennych charakteryzujących budowę somatyczną i tempo rozwoju biologicznego.
2. Wskaźnik masy ciała nie odzwierciedla dokładnie zmian składu ciała u chłopców w wieku 10-11 lat. W związku z tym, już na etapie doboru do grup treningowych wskazane jest dokładne szacowanie składu ciała. Umożliwi to kontrolowanie efektów treningu fizycznego oraz żywienia z uwzględnieniem wymogów danej dyscypliny sportu.
3. Określenie W_{SDB} podstawowych cech somatycznych wskazuje na nieznaczne opóźnienie rozwoju tych cech w każdej badanej grupie. Jednocześnie, obserwowane w kolejnych sesjach badań w grupie E_1 przyspieszenie rozwoju (wyrównanie w stosunku do normy rozwojowej dla tego wieku), może stanowić przejaw stymulującego wpływu czynników egzogennych (w postaci obciążeń treningowych) na procesy rozwoju biologicznego.

PIŚMIENNICTWO

1. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity associated variation in the growth and functional capacities of elite youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91:555-562.
2. Malinowski A. Auksołogia. Rozwój osobniczy człowieka w ujęciu biomedycznym. Wydanie III, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, 2009.
3. Wolański N. Rozwój biologiczny człowieka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012.
4. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child.* 1970;45:13-23.
5. Tanner JM. ed. *Growth at adolescence*, 2nd Ed., Oxford: Blackwell, 1962.
6. Beunen GP, Malina, RM. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise Sport Sci R.* 1988;16:503-540.
7. Gil S, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Irazusta J. Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res.* 2007;21:438-445.
8. Franks AM, Williams AM, Reilly T, Nevill A. Talent identification in elite youth soccer players: physical and physiological characteristics. *J Sports Sci.* 1999;17:812.
9. Pena Reyes ME, Cardenas-Barahona E, Malina RM. Growth, physique, and skeletal maturation of soccer players 7-17 years of age. *Humanbiol Budapestin.* 1994;5:453-458.
10. Lindholm C, Hagenfeldt K, Ringertz BM. Pubertal development in elite juvenile gymnasts. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1994;73:269-273.
11. Przewęda R. Ocena wieku rozwojowego; w Ulatowski T (red.): *Teoria i metodyka sportu.* Warszawa, Sport i Turystyka, 1971.
12. Cieślak J. Wielopoziomowy rozwój fenotypowy populacji i osobnika w ontogenezie. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 1980.
13. Dobosz J. Kondycja fizyczna dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. *Siatki centylowe.* AWF, Warszawa, 2012.
14. Dobosz J. Tabele punktacyjne wysokości i masy ciała oraz wskaźników smukłości i BMI uczniów szkół podstawowych. AWF, Warszawa, 2012.
15. Stupnicki R, Tomaszewski P, Milde K, Czezelewski J, Lichota M, Głogowska J. Body fat-based weight norms for children and youths. *Ped Endocrinol Diabetol Metab.* 2009;15:141-145.
16. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *Br Med J.* 2007;335:194.
17. Gall F, Carling C, Williams M, Reilly T. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport.* 2010;13:90-95.
18. Cenikli A. The investigation anthropometric features of adolescent football players. *International Journal of Academic Research Part A;* 2013;5(5):187-192.
19. Mirwald RL, Bailey DA, Cameron N, Rasmussen RL. Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7-0 to 17.0 years. *Ann Hum Biol.* 1981;8:405-414.
20. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK; *Arch Dis Child.* 1990;73:25-29.
21. Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics.* 2001;107:344-350.
22. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO child growth standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr.* 2006;(suppl 450):76-85.

23. Deheeger M, Rolland-Cachera MF, Fontvieille AM. Physical activity and body composition in 10 year old French children: linkages with nutritional intake? *Int J Obes.* 1997;21:372-379.
24. Moreno LA, Leon JF, Seron R, Mesana MI, Fleta J. Body composition in young male football (soccer) players. *Nutr Res.* 2004;24:235-242.
25. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr.* 1999;70:123-125.
26. Taylor R, Jones I, Williams S, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy x-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. *Am J Clin Nutr.* 2002;76:1416-1421.
27. Federico B, D'Aliesio F, Pane F, Capelli G, Rodio A. Body mass index has a curvilinear relationship with the percentage of body fat among children. *BMC Research Notes.* 2011;4:301.
28. Asayama K, Ozeki T, Sugihara S, Ito K, Okada T, Tamai H, Takaya R, Hanaki K, Murata M. Criteria for medical intervention in obese children: a new definition of 'obesity disease' in Japanese children. *Pediatr Int.* 2003;45:642-646.
29. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins MJ, Waite ER, Schutz HW, Kaatsch HJ, Borrman HI. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int J Legal Med.* 2000;113(3):129-136.
30. Cacciari E, Mazzanti L, Tassinari D, Bergamaschi R, Magnani C, Zappulla F, Nanni G, Cobianchi C, Ghini T, Pini R, Tani G. Effects of sport (football) on growth: auxological, anthropometric and hormonal aspects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990;61:149-158.

Author's contributions/Wkład Autorów

According to the order of the Authorship/Według kolejności

Conflicts of interest/Konflikt interesu

The Authors declare no conflict of interest.

Autorzy pracy nie zgłaszają konfliktu interesów.

Received/Nadesłano: 26.05.2015 r.

Accepted/Zaaceptowano: 21.07.2015 r.

Published online/Dostępne online

Adres do korespondencji:

Michał Boraczyński

Olsztyńska Szkoła Wyższa im. Józefa Rusieckiego

ul. Bydgoska 33, 10-243 Olsztyn

tel/fax. (89) 526-04-00, tel kom. 533-101-720

e-mail: boraczyński_michal@osw.olsztyn.pl