

ANAEROBIC CAPACITY OF LOWER LIMB MUSCLES IN JUVENILE WRESTLERS

Anaerobic capacity of wrestlers

DARIUSZ GIERCZUK¹, BARBARA DŁUGOŁĘCKA²

*The Jozef Pilsudski University of Physical Education in Warsaw,
Faculty of Physical Education in Biała Podlaska, Sport Theory and Disabled People's
Sports Department¹, Physiology Department²*

Mailing address: Dariusz Gierczuk, Faculty of Physical Education, 2 Akademicka Street,
21-500 Biała Podlaska, tel.: +48 83 3428751, fax: +48 83 3428800, e-mail: darekgierczuk@op.pl

Abstract: Changes in the way of wrestling enforce change of its structure, and thus the nature of the competitor's physical effort. This problem is still present and requires a deeper analysis of wrestlers' physical fitness. The aim of this study was to determine the change in the level of selected indicators of lower limb anaerobic capacity in the students of the Sporting Championship School involved in the classical style wrestling.

The tests were carried out three times at intervals of one year and on the same group of competitors at the beginning of the second preparatory period for 2006, 2007 and 2008.

Assessment of the anaerobic capacity of the lower limbs (in alactic anaerobic energy output) was performed based on the Wingate test on a Monark 874E cycloergometer, determining the following parameters: maximal power output ($W \cdot kg^{-1}$); total work output performed by the competitor during the test ($J \cdot kg^{-1}$) as well as a time to attain maximal power output and a time to sustain maximal power output (s).

It was found that the level of the assessed parameters of lower limbs anaerobic capacity of classical style wrestlers increased along with their age and training experience. The greatest improvement in wrestlers aged 16 to 18 years was noted in maximal power output and the time to sustain maximal power output. The high indicators of variability (V%) in the time to attain and sustain maximal power output, show that there are large reserves of anaerobic capacity of the lower limbs of the tested wrestlers, regardless of the level of their sporting advancement.

Key words: classical style wrestling, anaerobic capacity

Introduction

Wrestling belongs to a cyclical disciplines characterised by changeable intensiveness of effort and frequent changing of wrestling conditions. This discipline affects the body in a versatile way, and activates all muscle groups, the mind, the will and the entire personality of the wrestler [13]. Nearly all motoric skills are present in the training as well as in the wrestling itself [3]. In sporting combat there are a number of holds and ways of performing them, while the precision of the moves depends on the competitor's ability to utilise his own skills, and on the involvement and determination of the opponent [11]. This directly translates into physical effort performed by the competitor, which due to the changing intensiveness and various duration, is characterised by a complex structure [12].

In any sporting effort performed by a wrestler there are certain fragments of intensive and short lasting work, therefore anaerobic processes play a particular role. In delivery of energy to muscles involvement of anaerobic metabolism, and especially glycolytic changes is essential [6]. High level of lactic acid in blood after wrestling shows that competitors should be characterised by high anaerobic capacity. In the classical style wrestling, after 5 minutes of wrestling combat lactic acid concentration of approximately 18 mmol/l is registered (with range of 8 to 17 mmol/l) [6]. During wrestling combat anaerobic lactic acid processes are demonstrated in 10%, and non lactic acid processes are demonstrated in 90% [12]. Therefore shaping of

competitors' anaerobic processes is essential in this discipline of sport, which is so complex due to the variety of movement activities and the changeability of the conditions, in which they are applied.

There are a number of publications concerning anaerobic capacity of wrestlers [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16]. However due to frequent modification of the regulations, the structure of wrestling combat also changes. This problem seems to still exist, and requires a deeper analysis of changes in the structure of physical fitness of wrestlers.

The purpose of the study was to determine change in the level of selected indicators of anaerobic capacity of lower limbs of classical style wrestlers during a three year training process.

Material and methods

The research involved 12 students from the Sporting Championship School in Radom involved in classical style wrestling. Before the start of the research the wrestlers were aged 16 and after the end of the research they were 18, and in the meantime their training experience increased from 3.5 years to 5.5 years (Tab. 1).

The research was of continuous nature. The research was carried out three times at one year intervals on the same group of players and in identical measurement conditions. Assessment of anaerobic capacity was performed at the beginning of the second preparatory period in 2006, 2007 and 2008. The

Table 1. General characteristic of the tested wrestlers ($\bar{x} \pm SD$)

Age (years)	Body mass (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m ²)	Fat tissue (%)	Training experience (years)
16 (n = 12)	65.0 ± 8.24	170.5 ± 6.24	18.8 ± 5.31	8.1 ± 2.51	3.5 ± 0.55
17 (n = 12)	70.3 ± 7.60	175.4 ± 5.20	20.8 ± 4.27	7.5 ± 3.31	4.5 ± 0.55
18 (n = 12)	73.5 ± 7.01	180.3 ± 7.04	21.7 ± 3.80	7.2 ± 2.83	5.5 ± 0.55

research was performed with the use of 30 second Wingate test on a Monark 874E cycloergometer.

Prior to the test the subjects performed 5-8 minute warm-up with sub maximum load on bicycle ergometer, until heart rate of 130-150 per min. Subsequently the competitors were subjected to the actual trial. Load was selected individually for each competitor, depending on his body mass. As a standard, load of 0.075 g per kg of body mass was applied.

The following mechanical indicators were determined:

- maximal power output (W·kg⁻¹);
- total work (J·kg⁻¹);
- time to attain maximal power output (s);
- time to sustain maximal power output (s).

Statistical analysis of the results was performed based on single factor analysis of variance (ANOVA).

Results

Data on anaerobic fitness of lower limbs of classic style wrestlers are presented in Table 2. It appears that as the competitors' experience increased, so did the value of the assessed physiological parameters. In most cases, however, the difference between 16 and 18 years of age were not statistically significant. The only exception was the rate of maximal power output and its sustain time (Tab. 2).

Table 2. Selected lower limbs anaerobic capacity indicators in the tested group of wrestlers ($\bar{x} \pm SD$; V%)

Anaerobic capacity indicators	Classical style wrestlers			Differences (measurement unit)		
	16 years	17 years	18 years	I	II	III
Max power output (W·kg ⁻¹)	10.58 ± 0.46	10.81 ± 0.57	11.03 ± 0.57	0.23	0.22	0.45*
	4.4%	5.3%	5.2%			
Total work (J·kg ⁻¹)	250.79 ± 9.76	251.04 ± 11.71	256.38 ± 11.86	0.25	5.34	5.59
	3.9%	4.7%	4.6%			
Time to attain Pmax (s)	5.47 ± 1.12	5.41 ± 0.86	5.37 ± 0.90	0.06	0.04	0.1
	20.5%	15.9%	16.8%			
Time to sustain Pmax (s)	2.88 ± 0.64	3.74 ± 0.75	4.07 ± 0.67	0.86**	0.33*	1.19**
	22.2%	20.1%	16.5%			

Comments: I – differences between 16 and 17 years of age; II – 17-18 years; III – 16-18 years;

* – statistical significance at the level of p<0.05; ** – p<0.01

In the case of time to sustain Pmax, there was an increase of 29.9% over one year. In the subsequent test the upward trend was maintained, although the increase in power was smaller – i.e. 8.8%. Over the period of two years the time to sustain Pmax improved by 41.3%. Over the period of two years there was also a statistically significant increase in maximal power output, which increased by 4.3%. As far as the other anaerobic capacity parameters of the lower limbs are concerned – i.e. total work and time to attain Pmax increases were between 0.1% and 2.2% and these differences were not statistically significant (Fig. 1).

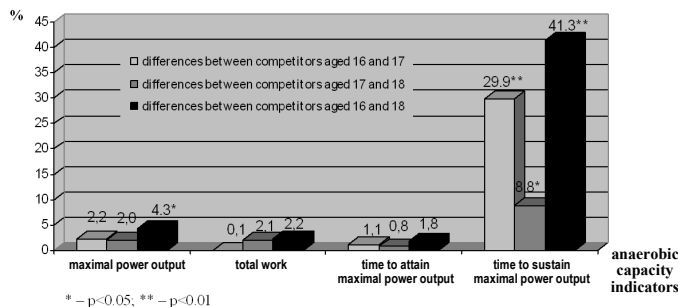


Figure 1. Differences in the examined lower limbs anaerobic capacity indicators of various age wrestlers

It ought to be pointed out that some of the assessed parameters of anaerobic capacity of wrestlers were characterised by high values of the variability parameter (V%). The greatest variability appeared in the case of time to sustain Pmax – regardless of the age and training experience, with V=16.5%-22.2% as well as in the case of time to attain Pmax, with V=15.9%-20.5%. Smaller variability was noted in the case of wrestlers maximal power output (V=4.4%-5.2%) and total work (V=3.9%-4.7%). It is interesting that in comparison with the other parameters of anaerobic capacity of the lower limbs, i.e. the time to sustain Pmax, the individual variability decreased. In the same competitors aged 16, 17, 18 years, it was respectively 22.2%, 20.1%, 16.5%. Similar trends were not noted in the other examined parameters.

Discussion

Based on the results obtained, it was found that as the competitors got older and their training experience grew, the examined indicators of anaerobic lower limbs capacity improved. This was particularly true in the case of maximal power output and the time to sustain it. In these cases the differences appearing over the period of two years were statistically significant. In the case of the other parameters the improvement was not statistically significant. Most probably this was caused by the fact that in the training process of the tested competitors, the nature of the loads caused body reaction linked only to increase of maximal power output and the time of its sustain, or the specifics of this discipline of sport required significant increases of these parameters of anaerobic capacity. Most probably these changes were related to the fact that during training as well as during wrestling combat the competitors performed dynamic moves – i.e. lifting, throwing, resisting opponents, which require release of greater power. In the latter type of effort muscle phosphagens are the source of energy, and their significance and role increases along with specialist training load. Similar results concerning age and training experience influence on the level of selected parameters of anaerobic capacity of lower limb muscles of wrestlers, were obtained by other authors [8, 10, 15, 16]. However it ought to be pointed out that especially in the case of youngest competitors the examined parameters could be influenced by the period of their biological development [9], which could distort the assessment of the influence of training work performed by the wrestlers on the examined parameters. This problem requires a deeper analysis.

Amongst the assessed competitors there was a significant individual variation in the results, which is well demonstrated by the high value of the coefficient of variation (V). The changes mainly involved two parameters of anaerobic capacity, i.e. the time necessary to attain and sustain maximal power output. It is worth mentioning that along with increase of the

level of sporting advancement the variability decreased concurrently to the increase in the time to sustain Pmax. This might suggest that there was a high share of strength and endurance training loads, which influence the shaping of skills to perform effort in anaerobic conditions. The inter group variations in results revealed by the research can be probably treated as potential reserves of lower limbs anaerobic capacity, which can be utilised at latter stages of training.

Conclusions

The level of the evaluated parameters of lower limbs anaerobic capacity of classical style wrestlers grew along with the age and the length of training. The biggest improvement with wrestlers aged 16 to 18 was noted in maximal power output and the time to sustain it. The high indicators of variability (V%) in time necessary to attain and sustain Pmax show that there are large reserves in the lower limbs anaerobic capacity of the tested wrestlers regardless of their sporting advancement.

Literature

- Borkowski L., Faff J., Starczewska-Czapowska J., Zdanowicz R. (1999) Physical fitness of the Polish elite wrestlers. *Biol. Sport*, 16, 203-213.
- Gierczuk D., Długolecka B. (2008) Level of selected anaerobic capacity indicators in lower limbs of students studying at the Sports Championship School and involved in classical style wrestling. [in]: A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziewski (ed.) The process of training perfection and sporting combat. AWF Warszawa, V, 229-232. [in Polish]
- Głaz A., Starosta W. (1993) The structure of physical strength of classical style wrestlers. *Roczniki Naukowe AWF Warszawa*, 32, 175-195, Warszawa. [in Polish]
- Horswill C.A., Scott J.R., Galea P. (1989) Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 10, 165-168.
- Horswill C.A., Miller J.E., Scott J.R., Smith C.M., Welk G. et al. (1989) Anaerobic and aerobic power in arms and legs of elite senior wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 13, 558-561.
- Hübner-Woźniak E. (1993) Application of biochemical tests in controlling of wrestlers training. [in]: Utilisation of physiological and biochemical tests results in practical wrestling training. "Wrestling" training materials. PZZ, 1. [in Polish]
- Hübner-Woźniak E., Lutosławska G. (2000) Biochemical basis of physical effort. Biblioteka Trenera, Warszawa. [in Polish]
- Hübner-Woźniak E., Kosmol A. (2007) Assessment of anaerobic capacity of lower limb muscles of wrestlers at various levels of advancement. [in]: A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziewski (ed.) The process of training and sporting combat perfection. AWF Warszawa, IV. [in Polish]
- Inbar O., Bar-Or O., Skinner J.S. (1996) The Wingate Anaerobic Test. Human Kinetics. Champaign.
- Jaskólski A., Jaskólska A., Krawczak J. (1987) Shaping of anaerobic capacity in competitors of selected sporting disciplines. *Wych. Fiz. Sport*, 2, 33-40. [in Polish]
- Kruszewski A. (2004) Wrestling – the basis of training theory and practice. COS, Warszawa. [in Polish]
- Nieścieruk-Szafrńska B., Adach Z., Jaskólska A. (1987) Usability the trials and tests applied in assessment of aerobic and anaerobic capacity of classical style wrestlers. AWF, Poznań. *Roczniki Naukowe*, 36, 199-206. [in Polish]
- Sozański H., Kosmol A., Śledziewski D. (2002) Methodology of registration and analysis of effort loads in various sporting disciplines and competitions. [in]: T. Ulatowski (ed.) Application of scientific methods in sport. PTNKF, 11, 257-302. [in Polish]
- Starczewska-Czapowska J., Faff J., Borkowski L. (1999) Comparison of the physical fitness of the successful and less successful elite wrestlers. *Biol. Sport*, 16, 225-232.
- Terbizan D.J., Selievoid P.J. (1996) Physiological profile of age-group wrestlers. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 36, 178-184.
- Wojczuk J., Wojcieszak I., Zdanowicz R. (1984) Anaerobic work capacity in athletes. *Biol. Sport*, 2, 119-130.

Submitted: February 27, 2009

Accepted: March 16, 2009

WYDOLNOŚĆ BEZTLENOWA MIĘŚNI KOŃCZYN DOLNYCH MŁODOCIANYCH ZAPAŚNIKÓW

Wydolność anaerobowa zapaśników

DARIUSZ GIERCZUK¹, BARBARA DŁUGOŁĘCKA²

*Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie,
Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej,
Zakład Teorii Sportu i Sportu Niepełnosprawnych¹, Zakład Fizjologii²*

Adres do korespondencji: Dariusz Gierczuk, Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego,
ul. Akademicka 2, 21-500 Biała Podlaska, tel.: 083 3428751, fax: 083 3428800, e-mail: darekgierczuk@op.pl

Streszczenie: Zmiany przepisów sposobu prowadzenia walki zapaśniczej wymuszają zmianę jej struktury, a tym samym charakteru wysiłku fizycznego zawodnika. Problem ten jest wciąż aktualny i wymaga wnikliwszej analizy wydolności fizycznej zapaśnika. Celem badań było określenie zmian poziomu wybranych wskaźników wydolności anaerobowej kończyn dolnych uczniów Szkoły Mistrzostwa Sportowego trenujących zapasy w stylu klasycznym.

Badania przeprowadzono trzykrotnie w odstępach jednorocznych w tej samej grupie zawodników na początku drugiego okresu przygotowawczego roku 2006, 2007 i 2008.

Oceny wydolności beztlenowej kończyn dolnych (w strefie fosfagenowej i niekwasomlekowej) dokonano na podstawie testu Wingate na cykloergometrze Monark 874E, określając następujące parametry: moc maksymalną ($W \cdot kg^{-1}$); wielkość pracy jaką zawodnik wykonał podczas testu ($J \cdot kg^{-1}$) oraz czas uzyskania i utrzymania mocy maksymalnej (s).

Stwierdzono, że poziom ocenianych parametrów wydolności anaerobowej kończyn dolnych zapaśników stylu klasycznego wzrastał wraz z wiekiem i stażem treningowym. Największą poprawę u zapaśników między 16 a 18 rokiem życia odnotowano w mocy maksymalnej i czasie jej utrzymania. Wysokie wskaźniki zmienności (V%) czasu uzyskania i utrzymania mocy maksymalnej świadczą o dużych rezerwach w wydolności anaerobowej kończyn dolnych badanych zapaśników niezależnie od poziomu ich zaawansowania sportowego.

Słowa kluczowe: zapasy styl klasyczny, wydolność anaerobowa

Wstęp

Zapasy należą do dyscyplin acyklicznych, które charakteryzują się zmienną intensywnością wysiłków i częstą zmianą warunków walki. Dyscyplina ta wpływa wszechstronnie na organizm, aktywizując wszystkie grupy mięśniowe, umysł, wolę i całą osobowość zapaśnika [13]. Zarówno w treningu, jak i w walce zapaśniczej przejawiają się niemalże wszystkie zdolności motoryczne [3]. Podczas walki sportowej występuje duża różnorodność chwytów i sposobów ich wykonywania, a precyzja stosowanych ruchów uzależniona jest od wykorzystania własnych umiejętności zawodnika oraz zaangażowania i determinacji przeciwnika [11]. Ma to bezpośrednie przełożenie na wykonywany przez zawodnika wysiłek fizyczny, który ze względu na zmienną intensywność i różny czas jego trwania charakteryzuje się złożoną strukturą [12].

W każdym wysiłku sportowym zapaśnika zawarte są pewne fragmenty bardzo intensywnej, krótkotrwałej pracy, w związku z czym szczególną rolę odgrywają procesy beztlenowe. W dostarczeniu energii do mięśni konieczne jest zaangażowanie metabolizmu beztlenowego, przede wszystkim przemian glikolitycznych [6]. Wysoki poziom kwasu mlekowego we krwi po walce zapaśniczej, wskazuje, że zawodnicy powinni charakteryzować się wysoką wydolnością beztlenową. W stylu klasycznym rejestruje się po 5 min. walki średnie stężenie kwasu mlekowego wynoszące ok. 18 mmol/l (przy rozpiętości od 8-17 mmol/l) [6]. Podczas walki zapaśniczej procesy beztlenowe kwasomlekowe przejawiają się w 10%, a niekwasomlekowe w 90% [12]. Kształtowanie wysokiego potencjału beztlenowego

zawodnika jest więc niezbędne w tak złożonej, ze względu na różnorodność czynności ruchowych i zmienność warunków ich stosowania, dyscyplinie sportu.

Istnieje wiele publikacji dotyczących wydolności fizycznej zapaśników [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16]. Jednak w związku z częstą modyfikacją przepisów, zmienia się struktura walki zapaśniczej. Problem ten wydaje się być wciąż aktualny i wymaga wnikliwszego przyjrzenia się zmianom w strukturze wydolności fizycznej zawodnika.

Celem badań było określenie zmian poziomu wybranych wskaźników wydolności anaerobowej kończyn dolnych zapaśników stylu klasycznego podczas trzyletniego procesu treningowego.

Materiał i metody

W badaniach uczestniczyło 12 uczniów Szkoły Mistrzostwa Sportowego z Radomia trenujących zapasy w stylu klasycznym. Wiek zapaśników przed rozpoczęciem badań wynosił 16 lat, a po ich zakończeniu 18 lat, a staż treningowy badanych zmienił się w tym czasie z 3,5 do 5,5 lat (Tab. 1).

Badania miały charakter ciągły. Przeprowadzono je trzykrotnie w odstępach jednorocznych na tej samej grupie zawodników i w identycznych warunkach pomiarowych. Oceny parametrów wydolności beztlenowej (anaerobowej) dokonano na początku drugiego okresu przygotowawczego w roku 2006, 2007 i 2008. Badania wykonywano za pomocą 30 sekundowego testu Wingate przy użyciu cykloergometru Monark 874E.

Przed przystąpieniem do testu badany wykonywał 5-8 minutową rozgrzewkę z obciążeniem submaksymalnym na

Tabela 1. Ogólna charakterystyka badanych zapaśników ($\bar{x} \pm SD$)

Wiek badanych (lata)	Masa ciała (kg)	Wysokość ciała (cm)	BMI (kg/m^2)	Tkanka tłuszczowa (%)	Staż treningowy (lata)
16 (n=12)	65,0 \pm 8,24	170,5 \pm 6,24	18,8 \pm 5,31	8,1 \pm 2,51	3,5 \pm 0,55
17 (n=12)	70,3 \pm 7,60	175,4 \pm 5,20	20,8 \pm 4,27	7,5 \pm 3,31	4,5 \pm 0,55
18 (n=12)	73,5 \pm 7,01	180,3 \pm 7,04	21,7 \pm 3,80	7,2 \pm 2,83	5,5 \pm 0,55

ergometrze rowerowym do uzyskania tętna wysiłkowego w granicach 130-150 ud./min. Następnie zawodnik poddany był właściwej próbie. Każdemu z badanych dobierano indywidualnie obciążenie uzależnione od jego masy ciała. Standardowo zastosowano obciążenie 0,075 g/kg masy ciała.

Określono następujące wskaźniki mechaniczne:

- moc maksymalna ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$);
- praca całkowita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$);
- czas uzyskania mocy maksymalnej (s);
- czas utrzymania mocy maksymalnej (s).

Analizę statystyczną wyników wykonano w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA).

Wyniki

Dane dotyczące wydolności anaerobowej kończyn dolnych zapaśników w stylu klasycznym zamieszczono w Tabeli 2. Wynika z nich, że wraz ze wzrostem zaawansowania sportowego występował u nich wzrost wartości ocenianych parametrów fizjologicznych. W większości jednak przypadków różnice między 16 a 18 rokiem życia nie okazały się istotne statystycznie. Wyjątek stanowił wskaźnik mocy maksymalnej oraz czas jej utrzymania (Tab. 2).

Tabela 2. Wybrane wskaźniki wydolności beztlenowej mięśni kończyn dolnych w badanej grupie zapaśników ($\bar{x} \pm SD$; V%)

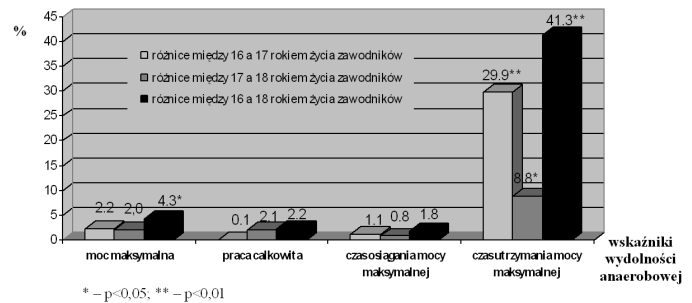
Wskaźniki wydolności anaerobowej	Zapaśnicy stylu klasycznego			Różnice (jednostka pomiaru)		
	16 lat	17 lat	18 lat	I	II	III
Moc max ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	10,58 0,46 4,4%	10,81 0,57 5,3%	11,03 0,57 5,2%	0,23	0,22	0,45*
Praca całkowita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)	250,79 9,76 3,9%	251,04 11,71 4,7%	256,38 11,86 4,6%	0,25	5,34	5,59
Czas uzyskania Pmax (s)	5,47 1,12 20,5%	5,41 0,86 15,9%	5,37 0,90 16,8%	0,06	0,04	0,1
Czas utrzymania Pmax (s)	2,88 0,64 22,2%	3,74 0,75 20,1%	4,07 0,67 16,5%	0,86**	0,33*	1,19**

Uwagi: I – różnice między 16 a 17 lat; II – 17-18 lat; III – 16-18 lat;

* – istotność statystyczna na poziomie $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

W przypadku czasu utrzymania mocy maksymalnej wystąpił w przeciągu roku wzrost o 29,9%. W następnym badaniu zachowała się tendencja wzrostowa, chociaż przyrost mocy był mniejszy i wyniósł 8,8%. W okresie dwóch lat odnotowano u badanych zapaśników poprawę wartości czasu utrzymania mocy maksymalnej o 41,3%. W okresie dwóch lat odnotowano również istotny statystycznie wzrost mocy maksymalnej, który wyniósł 4,3%. W pozostałych parametrach wydolności anaerobowej kończyn dolnych tj. pracy całkowitej oraz czasie uzyskania mocy maksymalnej przyrosty wahały się od 0,1% do 2,2% i były to różnice nieistotne statystycznie (Ryc. 1).

Na uwagę zasługuje fakt, że w części ocenianych parametrów wydolności anaerobowej zapaśników odnotowano dość

**Rycina 1.** Różnice w ocenianych wskaźnikach wydolności anaerobowej kończyn dolnych zapaśników w różnym wieku

wysokie wartości wskaźnika zmienności (V%). Największym zróżnicowaniem wyników charakteryzowali się zawodnicy niezależnie od wieku i stażu treningowego w przypadku czasu utrzymania mocy maksymalnej, gdzie $V=16,5\%-22,2\%$ oraz czasu uzyskania mocy maksymalnej, gdzie $V=15,9\%-20,5\%$. Mniejszą zmienność zauważono u zapaśników w mocy maksymalnej ($V=4,4\%-5,2\%$) oraz pracy całkowitej ($V=3,9\%-4,7\%$). Interesujący jest fakt, że w porównaniu do pozostałych parametrów wydolności anaerobowej kończyn dolnych tj., w czasie utrzymania mocy maksymalnej, indywidualne zróżnicowanie zmniejszyło się. U tych samych zawodników w wieku 16, 17, 18 lat wyniosło ono odpowiednio: 22,2%; 20,1%; 16,5%. Podobnych tendencji nie odnotowano w pozostałych badanych parametrach.

Dyskusja

Na podstawie uzyskanych wyników ustalono, że wraz z wiekiem i stażem treningowym występowała u badanych zawodników poprawa ocenianych wskaźników wydolności anaerobowej kończyn dolnych. Szczególnie dotyczyła ona mocy maksymalnej i czasu jej utrzymania, gdzie w obu przypadkach różnice występujące na przestrzeni dwóch lat okazały się istotne statystycznie. W pozostałych ocenianych parametrach poprawa była nieistotna statystycznie. Prawdopodobnie przyczyną takiego stanu rzeczy mógł być fakt, iż w procesie treningowym badanych zawodników charakter obciążenia powodował reakcję organizmu związaną jedynie ze zwiększeniem mocy maksymalnej i czasu jej utrzymania, bądź też specyfika tej dyscypliny wymagała istotnego rozwoju poziomu tych parametrów wydolności anaerobowej. Zmiany te najprawdopodobniej związane były z wykonywaniem przez zawodników zarówno na treningu, jak również podczas walki sportowej dynamicznych ruchów tj. wyoszeń, rzutów, stawiania oporu przeciwnikowi, przy których konieczne jest wyzwolenie znacznej mocy. W takim rodzaju wysiłku głównym źródłem energii są fosfageny mięśniowe, których znaczenie i rola wzrasta wraz ze specjalistycznym obciążeniem treningowym. Podobne wyniki dotyczące wpływu wieku i stażu treningowego na poziom wybranych wskaźników wydolności anaerobowej mięśni kończyn dolnych zapaśników uzyskali inni autorzy [8, 10, 15, 16]. Należy jednak nadmienić, iż na oceniane wskaźniki, szczególnie u zawodników najmłodszych mógł mieć wpływ okres ich rozwoju biologicznego [9], i mógł on zaburzyć ocenę wpływu pracy treningowej zapaśników na badane parametry. Problem ten wymaga wnikliwszych badań.

Wśród ocenianych zawodników odnotowano znaczne indywidualne zróżnicowanie wyników, o czym świadczy wysoka wartość współczynnika zmienności (V). Głównie zmiany dotyczyły dwóch parametrów wydolności anaerobowej tj. czasu uzyskania i utrzymania mocy maksymalnej. Na uwagę zasługuje fakt, iż wraz z poziomem zaawansowania sportowego zmniejszało się to zróżnicowanie równoległe do wydłużenia się

czasu utrzymania mocy maksymalnej. Świadczyć to może o znacznym udziale obciążeń treningowych o charakterze siłowo-wytrzymałościowym, które mają wpływ na kształtowanie zdolności do wykonywania wysiłków w warunkach beztlenowych. Ujawnione w toku badań wewnątrzgrupowe zróżnicowanie wyników można prawdopodobnie traktować jako potencjalne rezerwy wydolności anaerobowej kończyn dolnych, które mogą być wykorzystane w dalszych etapach procesu szkolenia.

Podsumowanie

Poziom ocenianych parametrów wydolności anaerobowej kończyn dolnych zapasników stylu klasycznego wzrastał wraz z wiekiem i stażem treningowym. Największą poprawę u zapasników między 16 a 18 rokiem życia odnotowano w mocy maksymalnej i czasie jej utrzymania. Wysokie wskaźniki zmienności (V%) czasu uzyskania i utrzymania mocy maksymalnej świadczą o dużych rezerwach w wydolności anaerobowej kończyn dolnych badanych zapasników niezależnie od poziomu ich zaawansowania sportowego.

Piśmiennictwo

- Borkowski L., Faff J., Starczewska-Czapowska J., Zdanowicz R. (1999) Physical fitness of the polish elite wrestlers. *Biol. Sport*, 16, 203-213.
- Gierczuk D., Długołęcka B. (2008) Poziom wybranych wskaźników wydolności anaerobowej kończyn dolnych uczniów Szkoły Mistrzostwa Sportowego trenujących zapasy w stylu klasycznym. [w]: A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziewski (red.) *Proces doskonalenia treningu i walki sportowej*. AWF Warszawa, V, 229-232.
- Głaz A., Starosta W. (1993) Struktura sprawności fizycznej zapasników stylu klasycznego. *Roczniki Naukowe AWF Warszawa*, 32, 175-195, Warszawa.
- Horswill C.A., Scott J.R., Galea P. (1989) Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 10, 165-168.
- Horswill C.A., Miller J.E., Scott J.R., Smith C.M., Welk G. et al. (1989) Anaerobic and aerobic power in arms and legs of elite senior wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 13, 558-561.
- Hübner-Woźniak E. (1993) Zastosowanie badań biochemicznych w kontroli treningu zapasników. [w]: Wykorzystanie wyników badań fizjologicznych i biochemicznych w praktyce treningu zapasniczego. „Zapasy” . Materiały szkoleniowe, PZZ, 1.
- Hübner-Woźniak E., Lutosławska G. (2000) Podstawy biochemii wysiłku fizycznego. Biblioteka Trenera, Warszawa.
- Hübner-Woźniak E., Kosmol A. (2007) Ocena wydolności beztlenowej mięśni kończyn dolnych zapasników na różnym poziomie zaawansowania. [w]: A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziewski (red.) *Proces doskonalenia treningu i walki sportowej*. AWF Warszawa, IV.
- Inbar O., Bar-Or O., Skinner J.S. (1996) The Wingate Anaerobic Test. *Human Kinetics*. Champaign.
- Jaskólski A., Jaskólska A., Krawczak J. (1987) Kształtowanie się wydolności beztlenowej u zawodników wybranych dyscyplin sportowych. *Wych. Fiz. Sport*, 2, 33-40.
- Kruszewski A. (2004) Zapasy – podstawy teorii i praktyki treningu. COS, Warszawa.
- Nieścieruk-Szafrńska B., Adach Z., Jaskólska A. (1987) Przydatność stosowanych prób i testów w ocenie wydolności aerobowej i anaerobowej zawodników uprawiających zapasy w stylu klasycznym. AWF, Poznań. *Roczniki Naukowe*, 36, 199-206.
- Sozański H., Kosmol A., Śledziewski D. (2002) Metodologia rejestracji i analizy obciążeń wysiłkowych w różnych dyscyplinach i konkurencjach sportowych. [w]: T. Ulatowski (red.) *Zastosowanie metod naukowych na potrzeby sportu*. PTNKF, 11, 257-302.
- Starczewska-Czapowska J., Faff J., Borkowski L. (1999) Comparison of the physical fitness of the successful and less successful elite wrestlers. *Biol. Sport*, 16, 225-232.
- Terbizan D.J., Selievd P.J. (1996) Physiological profile of age-group wrestlers. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 36, 178-184.
- Wojczuk J., Wojcieszak I., Zdanowicz R. (1984) Anaerobic work capacity in athletes. *Biol. Sport*, 2, 119-130.

Otrzymano: 27.02.2009

Przyjęto: 16.03.2009