

ZMIANY STĘŻENIA MLECZANU PODCZAS TYPOWEGO TRENINGU PŁYWACKIEGO MŁODYCH ZAWODNICZEK

FLUCTUATIONS OF LACTATE CONCENTRATION DURING THE TYPICAL SWIMMING TRAINING FOR YOUNG WOMEN SWIMMERS

Tadeusz Ciepielowski², Wanda Pilch¹, Tadeusz Ambroży³

¹ Zakład Biochemii, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

² Zakład Teorii i Metodyki Sportów Wodnych, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

³ Zakład Teorii i Gimnastyki, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

Streszczenie

Celem pracy była analiza typowego treningu pływackiego, pod względem przemian biochemicznych zachodzących w organizmie podczas wykonywania wysiłku o charakterze tlenowym i beztlenowym.

Metodyka: W badaniach odbywających się podczas treningu pływackiego brała udział 5 osobowa grupa młodych zawodniczek Szkoły Mistrzostwa Sportowego charakteryzujących się podobną masą i składem ciała, oraz takim samym stażem treningowym. Przed treningiem dokonano pomiarów masy i składu ciała oraz spoczynkowego stężenia mleczanów (La). Następnie zawodniczki uczestniczyły w 120 minutowym treningu składającym się z dwóch części (fazy tlenowej i beztlenowej). Po każdej części treningowej dokonano pomiarów wysiłkowych stężeń La, oraz zważono zawodniczki po wykonaniu całej sesji treningowej.

Wyniki: Spoczynkowe wartości stężenia mleczanu u badanych zawodniczek były bardzo zróżnicowane i wynosiły od 1,4 mmol/l do 3,6 mmol/l. Po wysiłku tlenowym stężenia mleczanów były podobne u wszystkich dziewcząt i wynosiły średnio 2,0 mmol/l. Po wysiłku beztlenowym stężenia mleczanów były różne u poszczególnych zawodniczek i mieściły się w granicach 5,0 - 8,3 mmol/l. Odwodnienie spowodowane wysiłkiem wynosiło średnio 0,7 kg.

Wnioski: W trakcie wykonywanego treningu pływackiego, obserwowano indywidualną reakcję organizmu objawiającą się różnymi stężeniami analizowanego wskaźnika w trakcie części tlenowej jak i beztlenowej. Fakt, że niektóre zawodniczki nie osiągnęły założonego przez trenera progu treningu beztlenowego nie musi świadczyć o tym, iż trening miał inny charakter, lecz umiejętność pływania oraz wydolność organizmu badanych była różna.

Słowa kluczowe: trening pływacki, wysiłek tlenowy i beztlenowy, stężenie mleczanu.

Summary

The aim of this article was to analyze biochemical constitutional changes during aerobic and anaerobic typical swimming training

Methodology: The examination during swimming training was performed among five young female swimmers from the Sport Championship School. Every competitor had similar bodies mass and blood morphology examined before the training. The lactates concentration at rest was also examined. Next, the swimmers participated in training which lasted 120 minutes and consisted of two parts: aerobic and anaerobic phase. After each part of the training the rest lactates concentration level and body mass was measured.

Results: The primary lactate concentration values shows large variety from 1,4 mmol/l to 3,6 mmol/l for each swimmer. After the aerobic exertion the concentration of lactates was similar for every competitor and it was about 2,0 mmol/l. After the anaerobic exertion the lactates concentration levels differed from 5,0 to 8,3 mmol/l for each competitor. Dehydration caused by exertion equaled about 0,7 kg.

Conclusions: During the swimming training the individual reaction of every swimmer's constitution was observed. It was characterized by different lactate concentration levels during aerobic and anaerobic part. The fact, that some of competitors did not achieve the limit anticipated by coach of anaerobic training, is not a proof of different character of training but different abilities of swimmers and their endurance.

Key words: swimming training, aerobic exertion, anaerobic exertion, concentration of lactate

Wstęp

Trening fizyczny jest czynnikiem powodującym wiele zmian przystosowawczych w obrębie całego organizmu człowieka. Adaptacja dotyczy funkcjonowania układu krążenia, układu oddechowego, nerwowego, hormonalnego, a także zmian strukturalnych

w tkance mięśniowej. Charakter tych zmian i ich nasilenie zależy od poziomu obciążeń treningowych i startowych, zarówno w zakresie intensywności jak i objętości. W odniesieniu do osób wyczynowo uprawiających sport rodzaj i sposób adaptacji zależy od dyscypliny, a z uwagi na ogromne obciążenia trenin-

gowe właśnie w sporcie wyczynowym nasilenie tych zmian jest szczególnie widoczne. Przyjęło się wydzielać dwa aspekty oddziaływania treningu:

1. kształtowanie techniki sportowej wraz z doskonaleniem nawyków ruchowych,
2. rozwój cech sprawności fizycznej - przede wszystkim w zakresie siły, szybkości i wytrzymałości.

Trening szybkościowy dotyczy wysiłków nasilających przemiany beztlenowe, w których do odtwarzania ATP wykorzystywana jest fosfokreatyna. Ten rodzaj treningu zwiększa tolerancję na zakwaszenie. Jest związany z ćwiczeniami o krótkim czasie trwania i dużej intensywności (1). Trening siłowy i jego wpływ na metabolizm mięśni jest ściśle uzależniony od sposobu i formy jego realizacji. Inne zmiany adaptacyjne zachodzą po ćwiczeniach o małej ilości powtórzeń i dużych oporach zewnętrznych inne zaś, kiedy opory zewnętrzne są mniejsze a wzrasta liczba powtórzeń ćwiczenia (trening wytrzymałości siłowej).

Głównym efektem treningu o dużych obciążeniach jest przede wszystkim zwiększenie ilości tkanki mięśniowej. Przerost mięśni jest związany głównie ze zwiększeniem się we włóknach mięśniowych zawartości białek miofibrilarnych i cytoplazmatycznych, zarówno poprzez nasilenie ich biosyntezy jak i na skutek zahamowania ich katabolizmu. Stosowanie treningu o dużej ilości powtórzeń nie powoduje przyrostu masy, a jedynie podtrzymuje dotychczasowy jej poziom wpływając jednocześnie stymulująco na układ krążenia i oddychania (poprawa wytrzymałości). Ćwiczeniom tym towarzyszy znaczna produkcja mleczanu w mięśniach, a sam trening zwiększa udział procesów beztlenowych w resyntezie ATP (2).

Wydolność organizmu zależna jest od sprawności zaopatrzenia w tlen. Mięśnie mają także, wprawdzie ograniczoną, ale niezwykle istotną zdolność do pracy w warunkach beztlenowych. Podczas treningu w każdych warunkach organizm musi wykonywać pracę polegającą na dostarczaniu mięśniom niezbędnej energii. Ilość ATP w mięśniach jest mała i wystarcza na kontynuowanie maksymalnego wysiłku przez około 3-5 s. Następnym bezpośrednim źródłem energii staje się fosfokreatyna (PCr), której pula mięśniowa stanowi 120 mmol/kg suchej masy mięśni i wystarcza na 6-8 s maksymalnego wysiłku. Glikogen mięśniowy, którego rozpad powoduje fosforylaza glikogenowa staje się kolejnym źródłem energii zarówno w wysiłkach o dużej intensywności jak i w wysiłkach o niskiej intensywności. Ufosforylowana glukoza powstała z rozpadu glikogenu staje się substratem glikolizy, która dostarcza energii pracującemu mięśniowi. Jeśli intensywność pracy jest duża, to w tych warunkach produkt glikolizy – pirogronian kierowany jest na drogę redukcji i tworzy się w mięśniach mleczan. Jeśli natomiast intensywność pracy jest mała to pirogronian powstały w cytoplazmie transportowany jest do mitochondriów,

gdzie ulega całkowitemu spalaniu w cyklu kwasów trójkarboksylowych. W warunkach aerobowych oprócz glikogenu źródłem energii do pracy mięśni może być również glukoza oraz kwasy tłuszczowe. Gdy jednak intensywność treningu powoduje niedobór tlenu w mięśniach (powstaje dług tlenowy) to mówimy o treningu beztlenowym.

Mleczan jest jednym z najbardziej popularnych wskaźników obciążenia organizmu wysiłkiem. W celach interpretacyjnych porównuje się go do najwyższych ocenianych wskaźników metabolizmu beztlenowego (3) lub bada w celu regulacji intensywności wysiłku np. na poziomie progu beztlenowego (4). Systematyczne badanie stężenia mleczanu po takich samych wysiłkach treningowych może stać się bardzo przydatnym markerem, nawet bez potrzeby odnoszenia go do innych wskaźników biochemicznych czy fizjologicznych (5).

W pływaniu charakter wysiłku wymusza stosowanie optymalnej intensywności trenowania, a to zależy głównie od możliwości tlenowych i beztlenowych jego organizmu. Wytrzymałość jest związana z wysokim maksymalnym poborem tlenu ($\dot{V}O_{2max}$). Wzrost $\dot{V}O_{2max}$, zwłaszcza na początku procesu treningowego, obok sprawności innych układów, oznacza wzrost zdolności do wysiłku tlenowego (6).

Wg Wołkova (1994) umiarkowane, spowodowane regulowanym wysiłkiem niedotlenienie jest bardzo dobrym środkiem w stymulacji rozwoju wydolności fizycznej (7). Podobną opinię reprezentują Maughan i wsp. (1997). Naukowcy ci twierdzą, że współczesny sport wymaga znacznie większego niż dotąd udziału treningu beztlenowego w ogólnej puli przemian energetycznych, gdyż zmienia on zdolność tolerowania ciężkiego zmęczenia, wyrażającego się między innymi wyższą tolerancją kwasicy wysiłkowej (8).

Celem pracy była analiza wysiłku podczas typowego treningu u zawodniczek wykonujących identyczne zadanie treningowe.

Metodyka

W badaniach rozpoczynających się o godzinie 6 rano na basenie Klubu Unii Oświęcim, wzięła udział 5 osobowa grupa młodych zawodniczek Szkoły Mistrzostwa Sportowego charakteryzujących się podobną masą i składem ciała, oraz takim samym stażem treningowym. Charakterystykę zawodniczek przedstawia tabela 1. Wieczorem poprzedniego dnia zawodniczki wykonywały trening z dużym obciążeniem. Przed badaniami dokonywano pomiarów masy i składu ciała za pomocą elektronicznej wagi typu Tanita. W krwi żyłnej, pobranej z opuszki palca oznaczano spoczynkowe stężenie mleczanu (La) za pomocą przenośnego laktometru Lactate Scout. Następnie zawodniczki odbyły 120 minutowy trening, który składał się z dwóch części (fazy tlenowej i beztlenowej). Część

pierwszą, trwającą 90 minut, zawodniczki pływały na poziomie tlenowym (część ta obejmowała także suchą rozgrzewkę), drugą – trwającą 20 minut na poziomie beztlenowym. Trening tlenowy przeprowadzony był metodą ciągłą – interwałową i składał się z następujących zadań:

- 100 m. stylem dowolnym (kraulem) na rozgrzewkę tzw. rozplwanie wolny tempem
 1. Odcinek 1600 m, w którego skład wchodziło:
 - 300 m stylem dowolnym wolnym tempem,
 - 300 m stylem zmiennym, w czasie, 4'30" (co 25 m zmiana stylu),
 - 200 m ćwiczenia samych NN do stylu motylkowego w 3'00",
 - 300 m stylem zmiennym (200 zm. i 100 m.) w 4'30",
 - dwie długości 100 m nogi do stylu grzbietowego w 1'30",
 - 300 m stylem zmiennym, 4' 30" (co 75 m zmiana stylu),
 2. 4 odcinki po 50 m praca NN stylem dowolnym w 45" każdy,
 3. Cztery odcinki po 800 m:
 - a. 1 i 3 odcinek ćwiczenia RR do stylu dowolnego w czasie 10'30",
 - b. 2 i 4 odcinek stylem dowolnym w łapkach w czasie 10'45".

Trening beztlenowy polegał na przepłynięciu:

1. 16 odcinków o długości 100 m w czasie 1'30" stylem dowolnym.
 - a. Każde nieparzyste 100 m kraulem w tempie 1'15".
 - b. Każde parzyste 100 m – pierwsze 25 metrów od ściany akcent swoim stylem.
 - c. Ostatnie 100 m miało być przepłynięte z maksymalną prędkością (zawodniczki miały zadanie do wykonania, które sprawdzono zmianami stężenia mleczanu po wysiłku).

Trening nie był indywidualizowany pod kątem poziomu sportowego tak, więc obciążenia treningowe były takie same dla każdej zawodniczki.

Po każdej części dokonano pomiarów stężenia La, a po całym treningu zawodniczki dodatkowo pomiarów masy ciała.

Zmierzone wartości przedstawiono jako średnie arytmetyczne SD. Statystyczną istotność różnic uzyskanych wyników sprawdzono przy użyciu testu T-Studenta.

Wyniki

Ogólną charakterystykę badanych przedstawiono w tabeli 1. Wszystkie dziewczęta z grupy badawczej miały 17 lat. Ich średnia wysokość ciała wynosiła 169,2 cm a średnia masa 59,5 kg. Średni wskaźnik BMI wynosił 20,7 kg/m², podstawowa przemiana materii 1487 kcal, średnia zawartość procentowa tłuszczu wynosiła 21,8 %, co stanowiło 13,1 kg. Sucha masa ciała wynosiła 46,4 kg.

Zmiany masy ciała spowodowane treningiem zostały przedstawione w tabeli 2.

Średnia masa ciała wszystkich zawodniczek przed treningiem wynosiła 59,5 kg a po treningu uległa istotnemu obniżeniu ($p < 0,05$) do wartości 58,8 kg. Po całym treningu średnia masa ciała obniżyła się, zatem o 0,7 kg.

Zmiany stężenia mleczanów przedstawiono w tabeli 3.

Średnie spoczynkowe stężenie mleczanu (La) u dziewcząt przed badaniem wynosiło 2,3 mmol/l. Analizując indywidualne spoczynkowe stężenie mleczanu u dziewcząt można zauważyć duże zróżnicowanie sięgające od 1,4 mmol/l u zawodniczki nr 4 do 3,6 mmol/l u zawodniczki nr 2. Tak duże zróżnicowanie wyników świadczy o tym, iż zawodniczka nr 4 przybiegła na trening, co spowodowało wzrost spoczynkowego stężenia mleczanu we krwi. Różnica między minimalnym a maksymalnym poziomem stężenia mleczanu wyniosła 2,2 mmol/l. Po wysiłku tlenowym poziom La u poszczególnych badanych nie różnił się znacznie i jego średnie wartości wynosiły 2 mmol/l. Po wysiłku beztlenowym stężenia mleczanu wzrosło statystycznie ($p < 0,05$) w stosunku do wartości spoczynkowych i wynosiło 6,5 mmol/l. Indywidualne powysiłkowe wartości stężenia mleczanu były różne u poszczególnych zawodniczek i mieściły się w granicach 5,0 - 8,3 mmol/l.

Tabela 1. Ogólna charakterystyka cech budowy ciała badanych zawodniczek

Lp.	Wiek (lata)	Wysokość ciała (cm)	Masa ciała (kg)	Wskaźnik masy do wysokości (kg/m ²)	PPM (kcal)	Tłuszcz (%)	Tłuszcz (kg)	Sucha masa ciała (kg)	H ₂ O (kg)
1.	17	167	52,9	19	1422	23,7	12,5	40,4	29,6
2.	17	174	67,7	22,4	1579	28,8	19,5	48,5	35,3
3.	17	170	63,5	22	1525	20,4	13,0	50,5	37,0
4.	17	170	58	20,1	1479	16,6	9,6	48,4	35,4
5.	17	165	55,4	20,3	1434	19,7	10,9	44,5	32,6
$\bar{x}$	17	169,2	59,5	20,7	1487	21,8	13,1	46,4	33,9
$\pm$ SD	0	3,4	6	1,4	65,1	4,6	3,8	4,0	2,9

Tabela 2. Zmiany masy ciała pod wpływem całego treningu pływaczek

Lp.	Masa ciała (kg)		Δ
	przed	po	
1.	52,9	52,3	-0,6
2.	67,7	67,0	-0,7
3.	63,5	62,6	-0,9
4.	58,0	57,4	-0,6
5.	55,4	54,8	-0,6
X	59,5	58,8*	-0,7
$\pm$ SD	6,0	5,9	0,1

*Istotne różnice przy poziomie $p < 0,05$ w stosunku do wartości przed wysiłkiem

Tabela 3. Zmiany stężenia mleczanów (La) pod wpływem wysiłku tlenowego i beztlenowego u pływaczek

Lp.	La (mmol/l)			Δ I III – I	Δ II III – II
	I spoczynkowe	II po treningu tlenowym	III po treningu beztlenowym		
1.	2,6	1,6	7,5	4,9	5,9
2.	3,6	2,7	8,3	4,7	5,6
3.	2,7	1,6	6,3	3,6	4,7
4.	1,4	1,4	5,8	4,4	4,4
5.	2,3	2,2	5,0	2,7	2,8
X	2,3	2,0	6,5*	4,2	4,5
$\pm$ SD	0,8	0,5	1,3	0,9	1,2

* Różnice istotne statystycznie przy poziomie $p < 0,05$ w stosunku do spoczynku

Dyskusja

Kierowanie treningiem wymaga stałego dopływu różnych informacji o zawodniku, jego potencjale psycho - fizycznym, wymaganiach, jakie wynikają z poziomu wyników osiąganych przez najlepszych w wybranej dyscyplinie sportowej, warunków materialnych do realizacji zadań treningowych i startowych. Dlatego też istotne znaczenie ma określenie sposobów sterowania treningiem oraz ustalenie metod oceny poziomu wytrenowania. Podstawowym elementem oceny wytrenowania zawodnika, jest jego przygotowanie funkcjonalne. Szybkość przebudowy organizmu zawodnika, jego ukierunkowanie i osiągnięty poziom adaptacji zależny jest od wielkości i rodzaju stosowanych obciążeń treningowych (9).

Proces treningu sportowego powoduje, że wykonanie ćwiczeń odbywa się bardziej ekonomicznie, przy mniejszym zużyciu energii. Taki wpływ treningu jest znany powszechnie i opisywany w podręcznikach fizjologii sportu. Obok nabywania właściwości coraz ekonomiczniejszego wydatkowania energii charakterystyczny jest dla sportowców wzrost mobilizacji funkcji organizmu (10).

Kontrola efektów treningowych powinna być jednym ze sposobów oceny prawidłowości przebiegu

procesu treningowego. Trwające już od wielu lat poszukiwania najważniejszych, diagnostycznych metod kontroli zaowocowały wprowadzeniem do praktyki sportowej wielu wystandaryzowanych sposobów postępowania między innymi wykorzystywania oznaczeń biochemicznych (10).

Sposoby wykorzystania oznaczeń biochemicznych w praktyce sportowej można podzielić na dwie kategorie. Pierwsza z nich obejmuje te wskaźniki, których przydatność została potwierdzona zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce (np. stężenie mleczanu po standardowych wysiłkach maksymalnych i submaksymalnych). W drugiej grupie znajdują się parametry, co, do których nie ma, co prawda wątpliwości, że ulegają zmianom podczas jednorazowego wysiłku fizycznego oraz w okresie treningu, ale ich przydatność i uniwersalność nie została w pełni potwierdzona. (np. stężenie mocznika, aktywność kinazy kreatynowej i poziomu kortyzonu i testosteronu w osoczu) (10). Oznaczenia stężenia mleczanu we krwi są powszechnie stosowaną metodą oceny zaangażowania procesów glikolizy beztlenowej w dostarczaniu energii do pracy mięśni, a pośrednio także do oceny intensywności wysiłku. Pomiar stężenia tego związku we krwi wykorzystywane są zarówno w wystandaryzowanych procedurach, któ-

rymi są testy wysiłkowe jak również do oceny efektów stosowanych w treningu pojedynczych ćwiczeń lub ich grup (środków treningowych) oraz wysiłków wykonywanych w czasie zawodów (11).

Większość autorów rozpatruje znaczenie metabolizmu beztlenowego węglowodanów w różnych typach wysiłków. Niektórzy podchodzą do pomiaru stężenia La w sposób jednoznaczny sugerując, że im mniejszy podczas wysiłków długotrwałych jest udział przemian beztlenowych, a więc im mniejsze jest stężenie mleczanu, tym lepiej (12). Według Maughana i wsp. (1997) nie jest to takie proste, gdyż zależy od etapu i celu treningu (13).

Liczne badania z udziałem zawodników uprawiających różne dyscypliny sportu potwierdziły przydatność pomiarów powysiłkowych stężeń mleczanu we krwi w kontroli intensywności ćwiczeń stosowanych w treningu. Proste i szybkie metody określania poziomu La we krwi umożliwiają obecnie wykonanie oznaczeń po każdym zadaniu treningowym. Stwarza to warunki umożliwiające bezpośrednią kontrolę intensywności wykonania zadanych ćwiczeń i pozwala na ocenę stopnia ich realizacji w stosunku do zaplanowanych założeń. Jednakże zawsze należy pamiętać o tym, że realizacja ćwiczeń zależy zarówno od możliwości wysiłkowych zawodnika, jak i jego zaangażowania w trening. Dlatego też niskie powysiłkowe stężenie (La) we krwi może świadczyć o słabej motywacji do wysiłku, ale również o ograniczonych możliwościach wysiłkowych (10).

Zmniejszenie stężenia mleczanu we krwi może również wynikać ze wzrostu jego utylizacji w włókach wolnokurczliwych oraz w mięśniu sercowym.

Użycie mleczanu, jako źródła mięśniowej energii zostało opisane przez Philipa i wsp. jako wynik zmian potreningowych (14). Kinetyka „wyrzucenia” mleczanu z mięśni do krwi nie jest w pełni poznana. Rodas i wsp. sugerują, że mleczan jest usuwany z mięśni do krwi przez transporty mleczanowe (15). Mechanizm ten może być następstwem treningu powodującego większy lub mniejszy wyrzut mleczanów do krwi, a tym samym powodując spadek lub wzrost koncentracji La w mięśniach (16,17).

Szybsze usuwanie mleczanu z mięśni do krwi skutkuje wolniejszym spadkiem pH w mięśniu. Jeśli więc mechanizmy, usuwające La zostaną podczas treningu rozwinięte będą skutkowały korzyściami dla pływaka (2,17). Stężenia spoczynkowe analizowanej grupy pływaków różniły się znacznie wartościami. Zawodniczki, które biegły na trening, aby zdążyć na czas, miały podwyższone wartości spoczynkowe mleczanu. U tych zawodniczek obserwowano po treningu tlenowym obniżenie stężenia La, co świadczy o tym, iż w trakcie takich treningów mleczały zostają wykorzystane, jako materiał energetyczny głównie przez włókna wolnokurczliwe i mięsień sercowy.

Wniosek teoretyczny

W trakcie wykonywanego treningu pływackiego, obserwowano indywidualną reakcję organizmu objawiającą się różnym zakwaszeniem w trakcie części tlenowej jak i beztlenowej.

Fakt, że niektóre zawodniczki nie osiągnęły założonego progu treningu beztlenowego nie musi świadczyć o tym, iż trening miał inny charakter. Brak indywidualizacji zadań podczas treningu spowodował znaczne różnice w osiąganych przez pływaczki wynikach. Obciążenia powinny być indywidualnie dobrane do zawodniczek w celu podniesienia poziomu sportowego.

Wniosek praktyczny

Nie uwzględnienie indywidualnych reakcji na obciążenia treningowe może prowadzić do skutków nieoczekiwanych zarówno przez trenera jak i zawodników. Należy, więc w jak największym stopniu dostosowywać trening indywidualnie do możliwości motorycznych jak i wydolnościowych pływaka.

Piśmiennictwo

1. Handelsman AB, Smirnow KM. Fizjologiczne podstawy treningu sportowego. Warszawa: AWF, 1972.
2. Maglischo EW. Swimming fastest. Human Kinetics Publishers: Champaign, IL, 2003.
3. Benecke R, Boldt F, Richter TH, Kress A, Leithäuser C, Behn C. Laktatmessung in der Sportmedizin – drei Messgeräte im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 1994; 45 (2): 60-9.
4. Kindermann W, Keul J. Anaerobe Energiebereitstellung im Hahleistungssport. Schorndorf: K.Hoffman vrlg., 1977.
5. Zatoń M. Wartość kryteriów fizjologicznych w kontroli i regulacji treningu sportowego. Studia i Monografie AWF No 22. Wrocław: AWF, 1990
6. Borkowski J. Bioenergetyka i biochemia tlenowego wysiłku fizycznego. Wrocław: AWF, 2003
7. Wołkow NI. Trening hipoksenny – skuteczny środek zwiększania wydolności fizycznej sportowców. *Sport Wyczynowy* 1994; 11-12: 53-5.
8. Maughan R, Gleeson M, Greenhaff PL. Biochemistry of exercise and training. Oxford: Oxford University Press, 1997.
9. Kosmol A, Hubner-Woźniak E, Stanisławski T, Słomiński P. Wychowanie Fizyczne i Sport. Warszawa: AWF, 2002.
10. Hubner-Woźniak E, Lutosławska G. Podstawy biochemii wysiłku fizycznego Warszawa: AWF, 2000.
11. Buśko K. Zmiana wydolności anaerobowej pod wpływem treningów realizowanych wysiłkami o stałej mocy w różnym tempie. *Medycyna Sportowa* 2006; 5 (6) 22, 253-61.
12. Held T, Marti B. Substantial influence at level of endurance capacity on the association at perceived exertion with blood lactate accumulation. *Int J Sports Med* 1999; 20: 34-9.
13. Messonnier L, Freund H, Bourdon M i wsp. Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Med Sci Sports Exercise* 1997; 29 (3): 396- 401
14. Phillips SM, Green HJ, Tarnopolsky MA, Grant SM. Increased clearance of lactate after short-term training in men. *J Appl Physiol* 1995; 79 (6): 1862- 9.
15. Rodas G, Ventura JL, Cadefau JA i wsp. A short trained programmed for the rapid improves- ment of both aerobic and anaerobic metabolism. *Eur J Appl Physiol* 2000; 82: 480- 6.
16. Bierzgalski J. Wpływ wysiłku w środowisku wodnym na oddechowe przemiany ustroju w zależności od stopnia zaawansowania osobnika. Praca doktorska, Biblioteka AWF, Kraków: AWF, 1967.

17. Zatoń M. Wartość kryteriów fizjologicznych w kontroli i regulacji treningu sportowego. Studia i Monografie AWF No 22. Wrocław: AWF, 1990.

Otrzymano: 10 maj, 2010

Zaakceptowano: 31 grudzień, 2010

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

Wanda Pilch
Zakład Fizjologii i Biochemii
AWF Kraków
Al. Jana Pawła 78
wanda.pilch@awf.krakow.pl