

Zaangażowanie Autorów

A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

Wiesław Błach^{1(A,B,C,D,F)}, **Katarzyna Lerczak**^{2(B,C,D)},
Juliusz Migasiewicz^{1(D,E,G)}, **Paweł Kowalski**^{1(D,E,G)}

¹ Katedra Teorii i Metodyki Dyscyplin Sportowych, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

² Instytut Sportu, Warszawa

WPŁYW WYSIŁKÓW TRENINGOWYCH NA AKTYWNOŚĆ KINAZY KREATYNOWEJ WE KRWI WYSOKO KWALIFIKOWANYCH ZAWODNICZEK JUDO W BEZPOŚREDNIM PRZYGOTOWANIU STARTOWYM

*THE INFLUENCE OF TRAINING EXERCISE ON BLOOD
CREATINE KINASE IN TOP WOMAN JUDOISTS DURING
DIRECT STARTING PREPARATION PHASE*

Słowa kluczowe: zawody sportowe, walka judo, obciążenia treningowe
Key words: sport competition, judo, training loads

Summary

Background. In many sports disciplines, including judo, it is possible to evaluate reactions of competitor's organisms to training load on the basis of the enzyme blood creatinine kinase (CK) activity. The aim of the study was to evaluate the effect of exercise load on plasma creatine kinase activity in female judoists during direct competition preparation to European Championships.

Material and methods. Six members of the Polish national woman team participated in the tests. The study was undertaken during the national Polish woman team training camp in April/May 1997 (direct preparation for the European Championships). Samples for CK activity were taken from earlobe every morning for 10 days. The „Analco” set and „Dr. Lange” (Germany) photometer-LP 400 were used for the creatine kinase assays.

Results. Biochemical results bear high diagnostic significance as they allow to assess real trainee's reactions to training loads and thus, they can be helpful in rational planning of loads in training sessions and microcycles.

Conclusions. The obtained results show that changes in blood creatine kinase activity following exercise were dependent mainly on the type and intensiveness of physical exercise. The results suggest also, that in future, the evaluation of blood creatine kinase might be useful in monitoring of training effects in judo.

Word count: 2407
Tables: 2
Figures: 1
References: 22

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Wiesław Błach
Katedra Teorii i Metodyki Dyscyplin Sportowych AWF
51-612 Wrocław, ul. Paderewskiego 35, tel. 0 601 792 954, e-mail: blaw62@wp.pl

Otrzymano / Received
Zaakceptowano / Accepted

12.06.2005 r.
24.08.2005 r.

Wstęp

Optymalne przygotowanie wysoko kwalifikowanych zawodniczek judo do zawodów dużej rangi wymaga właściwego zaplanowania wielkości codziennych obciążeń wysiłkiem fizycznym w wielodniowym okresie treningu. Optymalizacja treningu polega na ustaleniu modelu obciążeń, który w sposób najbardziej efektywny prowadzi do specyficznej adaptacji funkcji, zgodnie z wymogami danej specjalizacji i biologicznymi możliwościami ustroju, będącego w określonej fazie rozwoju. Aby w zawodach wysokiej rangi (takich jak np. Mistrzostwa Europy) osiągnąć zadowalający rezultat, trening fizyczny sportowca wymaga stosowania obciążeń, których wielkość graniczy z możliwościami adaptacyjnymi ludzkiego organizmu. Dlatego każdego dnia w okresie bezpośredniego przygotowania startowego (BPS), racjonalne wydaje się stosowanie markerów dla oceny reakcji biologicznych na obciążenia wysiłkowe. Pozwala to modyfikować codzienne treningi w taki sposób, aby nie doprowadzić do utraty zdobytej wcześniej adaptacji i uniknąć zmęczenia. Już od wielu lat trwają poszukiwania najwłaściwszych diagnostycznych metod kontroli efektów treningowych, które pozwoliłyby na wystandardyzowanie sposobów postępowania. Spośród parametrów biochemicznych wykorzystywanych w ostatnich latach w praktyce sportowej, coraz częściej stosowane są pomiary aktywności kinazy kreatynowej (CK), enzymu zawartego w komórkach mięśni szkieletowych i mięśnia sercowego, który – obok innych składników płynu komórkowego – po bardzo intensywnym treningu przechodzi z komórek do krążenia w wyniku mikrouszkodzeń błon komórkowych.

Powysiłkowa aktywność CK w osoczu jest czułym i specyficznym wskaźnikiem uszkodzenia tkanki mięśniowej [1], z tego też względu jej pomiary są wykorzystywane w ocenie wpływu wysiłku fizycznego na układ mięśniowy, zarówno po wysiłkach jednorazowych [2], jak i w okresie wielodniowego treningu [3,4]. Stężenie (aktywność) CK we krwi kapilarnej osiąga wartość maksymalną około 12 godzin po wysiłku treningowym, a gdy okres restytucji jest dłuższy, stopniowo obniża się do wielkości obserwowanej przed wysiłkiem.

Należy również zaznaczyć, że podwyższona aktywność CK we krwi może utrzymywać się nawet przez kilka dni od zakończenia wysiłku [4]. W praktyce oznaczenia CK wykonuje się codziennie we krwi pobieranej rano, a wartość parametru jest wskaźnikiem zmęczenia po treningach w dniu

poprzednim. Wielu autorów opisywało dynamikę zmian osoczowej aktywności CK spowodowaną chwilowym mikrouszkodzeniem błon komórkowych. Podwyższony poziom tego parametru utrzymuje się w okresie 48h restytucji po pojedynczym wysiłku, lecz maksymalne stężenie obserwuje się w przedziale od 12 do 24 godzin po pracy [5,6,7,8]. Badaniami dotyczącymi wpływu obciążeń wysiłkowych na aktywność CK u zawodników w sportach wymiernych zajmowało się wielu autorów [9,10,11,12]. Zastosowanie oznaczeń aktywności CK w osoczu w ocenie efektów treningowych, coraz częściej wykorzystywane jest w różnych sportach walki [13,14,15]. Również w judo prowadzone były badania wykorzystujące oznaczenia kinazy kreatynowej do monitorowania obciążeń wysiłkowych w różnych okresach treningowych [4,16,17]. W dostępnej literaturze brak jest jednak danych o codziennych fluktuacjach w odpowiedzi na różnorodne obciążenia u wysokiej klasy zawodniczek judo w okresie poprzedzającym przygotowania do ważnych zawodów.

Celem pracy było określenie wielkości i kierunku zmian aktywności CK w osoczu kobiet wywołanych wielodniowym treningiem judo.

Materiał i metody

W badaniach uczestniczyło 6 zawodniczek judo należących do kadry narodowej i przygotowujących się do udziału w Mistrzostwach Europy. Badania przeprowadzono w czasie zgrupowania szkoleniowego kadry narodowej Polski judo kobiet w kwietniu i maju 1997 roku przed Mistrzostwami Europy. Charakterystykę badanych osób przedstawiono w Tabeli 1.

Pomiary przeprowadzono codziennie rano, w kolejnych 10 dniach okresu treningowego. Krew pobierano z płatką ucha do heparynizowanych kapilar. Analizę aktywności CK wykonano metodą spektrofotometryczną przy użyciu fotometru LP-400 firmy Dr. Lange, stosując przy tym gotowe zestawy firmy Analco. Aktywność CK oznaczano w temp. 25°C.

Wielkość codziennych obciążeń treningowych wyrażano w punktach, uwzględniając czas trwania poszczególnych ćwiczeń oraz ich intensywność ocenianą na podstawie tętna powysiłkowego [18]. W obliczeniach statystycznych zastosowano współczynnik korelacji liniowej Pearsona do oceny zależności między parametrami CK i OT oraz jednoczynnikową analizę wariancji do testowania różnic między średnimi wartościami parametrów CK w kolejnych dniach. Za statystycznie istotny przyjęto poziom $p < 0,05$.

Tab. 1. Charakterystyka badanych zawodniczek judo (śr.±SD)

Tab. 1. *Physical characteristics of female judoists (mean±SD)*

Parametr	Judoczki (n=9)
Wiek [lata]	22,2±4,1
Masa ciała [kg]	74,3±33,5
Wysokość ciała [cm]	169,7±8,2

Wyniki

W Tabeli 2 zamieszczono średnie dla grupy wartości obciążeń (OT) i aktywności CK (UL) oraz odpowiednie odchylenia standardowe (SD) parametrów w kolejnych 10 dniach cyklu treningowego.

Obliczenia wykonane z danych uzyskanych od wszystkich badanych, we wszystkich dniach wykazały statystycznie znaczącą ($p < 0,05$), dodatnią korelację liniową ($r = 0,228$) między CK i OT. Analiza wariancji wykazała statystycznie istotne różnice między średnimi obciążeniami w kolejnych 10 dniach, co było zgodne z planami treningowymi, oraz różnice między średnimi aktywności CK w osoczu. Aktywność CK zmniejsza się wraz z redukcją OT, aby w ostatnim dniu zbliżyć się do wartości z pierwszego dnia badań.

Najwyższe wartości OT u wszystkich zawodniczek zanotowano w drugim i trzecim dniu tre-

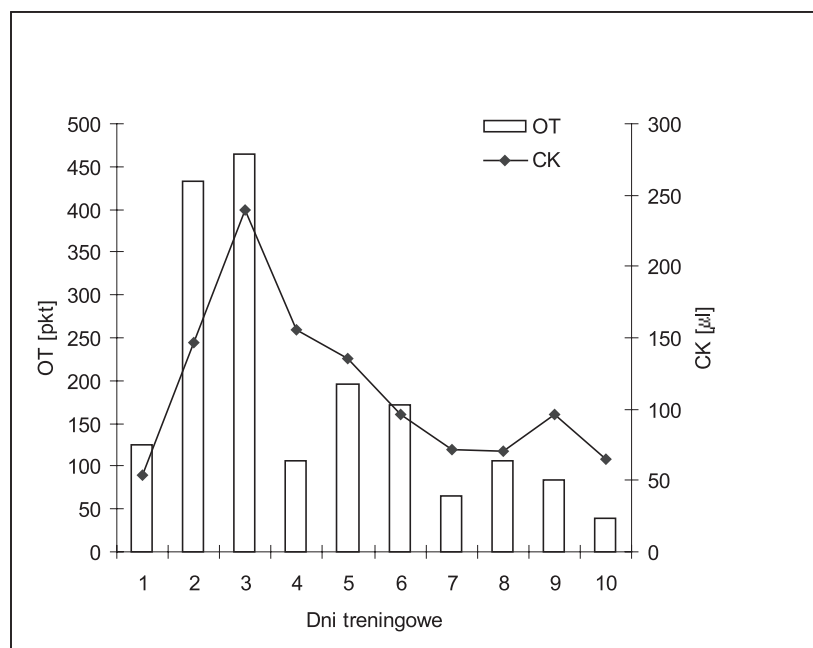
ningu, natomiast w kolejnych dniach przygotowań wartości te systematycznie ulegały spadkowi. Wynika to zapewne z faktu redukcowania wielkości obciążenia treningowego w miarę zbliżania się do dnia zawodów. W teorii treningu zjawisko to nazywamy „taperingiem” [19]. Jak wynika z uzyskanych danych (Tab. 2), najwyższe wartości CK w osoczu zanotowano w trzecim dniu treningu. Zmiany te wywołane zostały przeprowadzonymi w tym dniu walkami sparingowymi. Każda zawodniczka stoczyła 10 walk treningowych (10 x 5 min.). Tak więc walki treningowe judo były wysiłkami wywołującymi znaczny wzrost aktywności tego enzymu. Taki przebieg zmian wskazuje, że na aktywność CK w osoczu decydujący wpływ miała intensywność wysiłku oraz charakter skurczów mięśni. Walka w judo jest wysiłkiem o bardzo wysokiej intensywności, zawierającym ponadto znaczną ilość pracy ekscentrycznej.

Tab. 2. Zmiany średnich wartości obciążeń treningowych (OT) i aktywności kinazy kreatynowej (CK) u całej grupy w kolejnych dniach przygotowania do zawodów (śr.±SD)

Tab. 2. *Changes of daily average training loads (TL) and creatine kinase (CK) activity in female judoists during preparatory training period (mean±SD)*

Dzień treningowy	CK [pkt]		OT [μ l]	
	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD
1	53,83*	30,66	124,83*	12,09
2	146,50*	23,92	433,33*	22,51
3	239,00*	96,66	465,00*	26,08
4	155,50	64,27	106,67	20,65
5	136,00	62,63	195,00	65,34
6	96,17*	50,69	171,67*	34,30
7	72,00	30,59	65,83	73,10
8	70,83	20,55	106,67	87,10
9	96,00	22,76	83,50	64,91
10	65,17	23,30	40,00	61,97

* różnica statystyczna ($p < 0,05$)



Ryc. 1. Przebieg zmian wielkości obciążeń treningowych (OT) i aktywności kinazy (CK) kreatynowej w kolejnych 10 dniach treningu

Fig. 1. Changes of daily training loads (TL) and creatine kinase (CK) activity during 10-days preparatory training period

Na Rycinie 1 przedstawiono zmiany aktywności CK w osoczu w 10-dniowym okresie badań na tle zmian średnich wielkości obciążeń treningowych dla całej grupy zawodniczek.

Aktywność enzymu wahała się od 54 U/l w pierwszym dniu badań, do 239 U/l w trzecim dniu treningu.

Wartości odchyłek standardowych wskazują, że badane judoczki reagowały w sposób zróżnicowany na podobne wielkości bodźców treningowych, jakkolwiek kierunek zmian aktywności CK był dla wszystkich zawodniczek podobny. Może to wskazywać na właściwą adaptację zawodniczek do wysiłku, a także na racjonalne „dozowanie” obciążeń treningowych w okresie przed zawodami. Podobne relacje pomiędzy OT a zmianami aktywności CK w osoczu zaobserwowano u judoków [16,17] i zapaśników [15].

Prawidłową reakcją organizmu jest wzrost aktywności CK w osoczu po dniach stosowania dużych obciążeń treningowych i jej spadek po ich zmniejszeniu lub po dniu odpoczynku [20].

Dyskusja

W badaniach nad wpływem wysiłku coraz większego znaczenia nabierają oznaczenia aktywności form izoenzymatycznych, przede wszystkim zaś kinazy kreatynowej. Trening, szczegól-

nie wielodniowy, wywołuje w mięśniach szkieletowych szereg zmian w aktywności enzymów związanych z metabolizmem energetycznym.

Przedstawiona tu analiza przebiegu powysiłkowych zmian aktywności CK w osoczu jest próbą poszukiwania kryteriów kierowania treningiem, a dokładniej kierowania rozwojem adaptacji do wysiłków. Jak twierdzi Zatoń [21], mniej istotne wydaje się to czy wykonano więcej pracy w treningu, a ważniejsze jest, czy tej pracy towarzyszyły korzystne reakcje fizjologiczne. Reakcja inna powinna być bezpośrednim wskazaniem do przzerwiania lub zmiany charakteru treningu z powodu jego niewłaściwej konstrukcji bądź zbyt dużego obciążenia. Tak więc wydaje się, że pomiary aktywności kinazy kreatynowej mogą być wykorzystane jako wskaźniki pozwalające na wykrywanie wczesnej fazy zwiększonego ryzyka wystąpienia stanu przetrenowania. Ma to szczególne znaczenie w końcowej fazie przygotowań (BPS) do ważnych zawodów.

Dokonana analiza statystyczna wykazała znamiennej, dodatnią korelację między aktywnością CK a obciążeniem z poprzedniego dnia. Mimo to liczbowa wartość współczynnika korelacji nie jest wysoka. Wydaje się, że są dwie przyczyny tego zjawiska. Pierwszą z nich jest różna kumulacja obciążeń w kolejnych dniach, a drugą – indywidualne, osobnicze różnice między zawod-

nikami, w odpowiedzi CK na obciążenia, wskazujące na niejednakowy wpływ stosowanych bodźców treningowych na układ mięśniowy badanych zawodniczek. Należy brać pod uwagę fakt, że wartość obciążeń, szacowana według metody Andriejewa, jest oparta na reakcji układu krążenia na wysiłek, a zatem jest to również taki sam zmodyfikowany parametr fizjologiczny.

Wydaje się zatem, że oba tak różne parametry fizjologiczne jak krążeniowy i enzymatyczny, mogą mieć bardzo różną wrażliwość na bodźce wysiłkowe, ale również oba powinny być stosowane w monitorowaniu treningów przed ważnymi zawodami.

Wyniki przeprowadzonych tu badań potwierdzają adekwatne do zadanych obciążeń reakcje organizmu zawodniczek, a przez to informują o właściwej ich adaptacji do wysiłków. Można przypuszczać, że jest to efektem wcześniejszego optymalnego przygotowania, bo – jak sugerują badania Costilla i in. [22] – w okresie bezpośrednich przygotowań do zawodów lepszą adaptację do wysiłku (mniejszą aktywność CK) posiadają zawodnicy, którzy w okresie przygotowania ogólnego stosowali większe obciążenia treningowe.

Jak dotąd brak jest jednoznacznego potwierdzenia, że prawidłowy przebieg zmian aktywności CK w osoczu w okresie treningu sprzyja osiągnięciu dobrego wyniku sportowego [20]. Faktem jest jednak to, że trzy zawodniczki biorące udział w badaniach, bezpośrednio po analizowanych treningach zdobyły medale w Mistrzostwach Europy, a dwie inne uplasowały się na punktowanych siódmym miejscach.

Wnioski

1. U badanych zawodniczek judo zaobserwowano prawidłowe reakcje na zastosowane obciążenia treningowe, a przez to właściwą adaptację do podejmowanych wysiłków.
2. Kontrola przebiegu aktywności kinazy kreatynowej w osoczu może dać podstawę oceny zgodności kierunku adaptacji z oczekiwaniami.
3. Analiza zmian aktywności kinazy kreatynowej w osoczu może być przydatna w kontroli treningu w okresie bezpośredniego przygotowania do zawodów.

Piśmiennictwo

1. Hortobagyi T, Denaham T. Variability in creatine kinase methodological, exercise and clinically related factors. *Int. J. Sports. Med.* 1989, 10: 69-80.

2. Fellman N, Sagnol M, Bedu M, Falgairette G, van Praagh E, Ggaillard G, Louanel P, Coudert I. Enzymatic and hormonal responses following a 24 h endurance run and a 10 h triathlon race. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1988, 57: 545-553.
3. Fry RW, Morton AR, Keast D. Overtraining in athletes. An update. *Sports Med.* 1991, 12: 32-65.
4. Hübner-Woźniak E, Tomaszewski W, Lerczak K, Błach W. Powysiłkowe zmiany aktywności enzymów wskaźnikowych we krwi – opis przypadku. *Med. Sport.* 1994, 36: 2-4.
5. Hübner-Woźniak E, Panczenko-Kresowska B, Lerczak K, Pośnik J. Effects of graded treadmill exercise on the activity of blood antioxidant enzymes, lipid peroxides and nonenzymatic anti-oxidants in long-distance skiers. *Biol. Sport* 1994, 11: 217-226.
6. Hübner-Woźniak E, Lutosławska G, Sendecki W, Dentkowski A, Drozd J, Sawicka T. Changes in the activities of selected marker enzymes in plasma of recreational body-builders. *Biol. Sport* 1995, 12: 225-231.
7. Karamizrak SO, Ergen E, Tore IR, Akgün N. Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activities following supramaximal exercise in athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 1994, 34: 141-146.
8. Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle. Damage and rapid adaptation. *Med. Sci Sports Exerc.* 1992, 24: 512-520.
9. Kłapcińska B, Iskra J, Poprzącki S, Grzesiak K. The effects of sprint (300m) running on plasma lactate, uric acid, creatine kinase and lactate dehydrogenase in competitive hurdlers and untrained men. *J. Sports. Med. Phys. Fitness*, 2001, 41: 306-311.
10. Kosmol A, Hübner-Woźniak E, Słomiński P. Wpływ obciążeń wysiłkowych na aktywność CK w osoczu w rocznym cyklu szkolenia pływaków. W: Sozański H i in. (red.) *Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu.* AWF Warszawa. 2000: 44-47.
11. Sitkowski D, Lutosławska G, Pośnik J, Brzuchalski M. Relationships between plasma creatine kinase activity and aerobic performance indices in elite kayakers during a training microcycle preceding world championship. *Biol. Sport*, 1995, 12: 3-13.
12. Yuan I, Kwong AWK, Kaptein WA, Fong C, Tse M, Glatz JFC et al. The responses of fatty acid-binding protein and creatine kinase to acute and chronic exercise in junior rowers. *Res. Q Exerc Sport*, 2003, 74: 277-283.
13. Hübner-Woźniak E, Lutosławska G, Kusior A, Gajewski J. The effect of training on the activity of creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LD) and uric acid concentration in plasma of elite boxers. *Human Movement*, 2004, 5, 2: 89-94.
14. Hübner-Woźniak E, Lutosławska G, Kosmol A. Wpływ wielodniowego treningu zapaśników na stężenie jonów potasu i aktywność kinazy kreatynowej (CK) w osoczu. W: red. Sozański i in. *Trening sportowy na przełomie wieków.* AWF Warszawa. 2000: 145-148.
15. Hübner-Woźniak E, Stupnicki R, Hackney AC. Changes in plasma creatine kinase activity and urea concentration monitored daily during training of elite wrestlers. *Sports Med Training Rehab.*, 1997, 7: 207-214.

16. Hübner-Woźniak E, Lerczak K, Lutosławska G, Błach W, Borkowski L. Changes in plasma creatine kinase activity throughout 10 successive days of judo training. *Biology of Sport*. 1996, 3: 197-202.
17. Błach W, Migasiewicz J, Witek K. Wpływ obciążeń treningowych na aktywność kinazy kreatynowej we krwi zawodników judo w okresie bezpośredniego przygotowania startowego. W: red. Kuder A i in. *Proces doskonalenia treningu i walki sportowej*. AWF Warszawa. 2004, 1: 15-17.
18. Andriejew VM, Matwiejew EV, Sytnik VJ, Ratisvili G G. Określanie intensywności i planowanie obciążeń w sportach walki. *Sport Wyczynowy*, 1978, 2: 19-24.
19. Sitkowski D, Pośnik J. Kilka uwag na temat bezpośredniego przygotowania do zawodów. *Sport Wyczynowy*, 1994, 11-12: 25-31.
20. Hübner-Woźniak E, Lutosławska G. *Podstawy biochemii wysiłku fizycznego*. Biblioteka Trenera, Centralny Ośrodek Sportu, Warszawa, 2000.
21. Zatoń M. Rodzaj bodźca treningowego i efekty adaptacyjne. *Trening*. 1996, 1(26): 18-23.
22. Costill DL i in. Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1991: 3.