

ANDRZEJ K. HYŻYK¹, JACEK ROMANKOW²

OCENA STANU WYSYCENIA ORGANIZMU WITAMINAMI
ANTYOKSYDACYJNYMI C I E ORAZ ICH WPŁYW NA WYDOLNOŚĆ
FIZYCZNĄ MŁODYCH SPORTOWCÓW

THE EVALUATION OF THE STATE OF SATURATION OF THE ORGANISM
WITH ANTIOXIDANT VITAMINS C AND E AND THEIR INFLUENCE
ON THE PHYSICAL EFFICIENCY OF YOUNG SPORTSMEN

¹ Katedra Higieny Żywienia Człowieka
Akademia Rolnicza im. *Augusta Cieszkowskiego* w Poznaniu
60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31
Kierownik: prof. dr hab. *J. Gawęcki*

² Katedra Inżynierii Środowiska Pracy
Akademia Rolnicza im. *Augusta Cieszkowskiego* w Poznaniu
60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31
Kierownik: prof. dr hab. *S. Dolny*

Przeprowadzono badania i oceniono spożycie witamin C i E, stan wysycenia organizmu tymi witaminami oraz ich wpływ na wydolność fizyczną młodzieży uprawiającej sporty o charakterze wytrzymałościowo-szybkościowym, takie jak pływanie, kajakarstwo i wioślarstwo. Wykazano, że młodzi zawodnicy odżywiali się prawidłowo, także w zakresie zaopatrzenia w witaminy C i E, stan wysycenia organizmu tymi witaminami był optymalny, a wydolność fizyczna statystycznie istotnie wzrastała pod wpływem odżywiania wzbogaconego w dodatkowe ilości witaminy C w postaci owoców kiwi i witaminy E w kapsułkach.

WSTĘP

Jednym z warunków dobrej wydolności fizycznej młodzieży uprawiającej sport jest racjonalne odżywianie, w którym należy między innymi zwrócić uwagę na odpowiednią podaż witamin antyoksydacyjnych.

Jest to szczególnie ważne, ponieważ wysiłek fizyczny jest jednym z czynników zakłócających równowagę oksydacyjno-antyoksydacyjną organizmu, czego wyrazem jest wzrost ilości reaktywnych form tlenu (RFT). Zmiany te występują szczególnie podczas intensywnego wysiłku fizycznego i mogą prowadzić do powstania stresu oksydacyjnego, zwłaszcza przy niewydolnej obronie antyoksydacyjnej. A to, jak wynika z wielu badań [6, 11, 16, 21, 29, 34], może być jedną z przyczyn prowadzących do spadku wydolności fizycznej.

Dlatego też celowym byłoby dodatkowe wzbogacenie żywności w witaminy antyoksy-

dacyjne, co nie tylko wzmacniałoby, ale także wpływałoby hamująco na procesy oksydacyjne, zmniejszając skutki działania wolnych rodników.

Dlatego też w prezentowanej pracy dokonano oceny dziennego spożycia witamin antyoksydacyjnych C i E oraz wysycenia tymi witaminami organizmów młodych sportowców, otrzymujących dodatkowe ilości w postaci owoców (wit. C) i preparatu farmaceutycznego (wit. E). Podjęto także próbę określenia współzależności pomiędzy tym sposobem żywienia a ogólną wydolnością fizyczną organizmu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 60 młodych sportowcach, uczniów Szkół Mistrzostwa Sportowego w Poznaniu, uprawiających dyscypliny o charakterze wytrzymałościowo-szybkościowym (pływanie, kajakarstwo i wioślarstwo), z których grupa I (30 osób) odżywiała się zgodnie z zalecanymi normami żywienia, a grupa II licząca również 30 osób przez okres 21 dni otrzymywała łącznie z pożywieniem dodatkowo 200mg witaminy C zawartej w owocach kiwi oraz 300mg witaminy E w postaci preparatu farmaceutycznego.

Grupę sportowców stanowili chłopcy w wieku od 15 do 17 lat, których wzrost i masa ciała kształtowały się odpowiednio w granicach od 171 cm do 185 cm i od 66 kg do 80 kg, a stan ich zdrowia, według opinii lekarza sportowego, kwalifikował badaną grupę do uprawiania tych dyscyplin sportowych. Zarówno zawodnicy, jak i ich opiekunowie, wyrazili zgodę na uczestniczenie w eksperymencie. Uzyskał on także aprobatę Komisji Etyki Badań Naukowych przy AM w Poznaniu.

Przed rozpoczęciem badań przez okres 10 dni, jak również podczas ich trwania, przeprowadzono ocenę całodziennego jadłospisu na podstawie danych z wywiadu o spożyciu z ostatnich 24 godzin [9]. Pozwoliło to w przybliżeniu określić ilość witamin C i E, które młodzi zawodnicy przyjmowali z pożywieniem. Ponadto w każdej z grup młodych sportowców na początku i pod koniec cyklu badawczego oceniano wydolność fizyczną na podstawie próby stopnia (tzw. step-testu) według *Mazura* i wsp. [17]. Próbę tę wykonywano w dobrze przewietrzonym sali gimnastycznej, w godzinach przedpołudniowych, co najmniej w 1,5-2 godzin po posiłku. Poprzedzał ją 30. minutowy odpoczynek, po którym młodzi zawodnicy w stroju gimnastycznym byli instruowani o celu i przebiegu badania. Miało to na celu prawidłowe wykonanie testu.

Do przeprowadzenia badania wykorzystywano standaryzowaną ławkę „szwedzką” o wysokości 30 cm i długości 4m, taktomierz oraz stoper. Wchodzenie na ławkę i schodzenie odbywało się z częstotliwością 30 razy na minutę w ciągu 5 minut. W czasie 4 taktów badany na pierwszy takt stawiał jedną stopę na ławce, na drugi – drugą stopę, na trzeci – stopę pierwszą na podłodze, a na czwarty dostawał drugą. Na ławkę badany wchodził w pozycji pionowej, bez wykonywania współruchów ramion.

Po wykonaniu ćwiczenia badany siadał na ławce i po upływie pierwszej minuty dokonywano pomiaru tętna. Wskaźnik wydolności obliczano według wzoru:

$$W_w = \frac{t \times 100}{5,5 \times p},$$

przy czym: W_w – wskaźnik wydolności
 t – czas trwania ćwiczenia [s]
 p – częstość tętna na minutę mierzona w 1-szej minucie po zakończonym wysiłku
 5,5 – stały współczynnik

Także w każdej z tych grup na początku i pod koniec doświadczenia, oznaczano zawartość witaminy C i E w surowicy krwi metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) [7, 12] przyjmując, że dla zagwarantowania optymalnej wartości nasycenia tkanek ustrojowych, stężenie witaminy C w surowicy powinno wynosić od 0,6 do 2,0 mg/dl, a witaminy E od 0,4 do 1,04 mg/dl [5].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, uprzednio sprawdzając założenia normalności i jednorodności wariancji testami *Hartleya*, *Cochrana* i *Barletta*, w której zweryfikowano hipotezę o równości średnich zmian zawartości witamin C i E w surowicy krwi oraz dla wskaźnika wydolności fizycznej w grupach sportowców, otrzymujących normalne pożywienie oraz wzbogacone w dodatkowe ilości analizowanych witamin [20].

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Analiza sposobu żywienia

Oceniając sposób żywienia badanych sportowców, przede wszystkim określano przeciętne spożycie witamin C i E z pokarmem na podstawie wywiadu z ostatnich 24 godzin i wynika z niego, że średnie dzienne spożycie witaminy C (100mg) i E (15-20mg) zbliżone było do zalecanych norm dla tej grupy zawodników [6, 11].

Jest to korzystna cecha ocenianego wyżywienia, która pozwala przypuszczać, że w badanej populacji znaczny odsetek posiłków zawierał prawidłowo skomponowane jadłospisy, uzupełnione produktami spożywczymi będącymi dobrymi źródłami witamin C i E.

A taka struktura posiłków zapewnia młodym sportowcom prawidłowy model żywienia, co przy dobrej wydolności fizycznej pozwala osiągnąć sukcesy w uprawianych przez nich dyscyplinach sportowych [6, 11, 15].

Ocena stanu wysycenia

Ocenę stanu wysycenia organizmu badanych sportowców witaminami C i E przeprowadzono oznaczając ich zawartości w surowicy krwi [7, 12], a średnie wyniki zawodników odżywiających się normalnie (grupa I) oraz otrzymujących pożywienie wzbogacone w dodatkowe ilości tych witamin (grupa II) przedstawiono w tabeli I.

Z danych w niej zawartych wynika, że średnie stężenie witaminy C na początku i pod koniec doświadczenia wynosiło odpowiednio: 0,92 mg/dl i 0,78 mg/dl oraz 0,92 mg/dl i 1,94 mg/dl a dla witaminy E 0,91 mg/dl i 0,69 mg/dl oraz 0,91mg/dl i 1,32 mg/dl, przy czym istotne jest to, że nie odbiegały one od przyjętych norm. Takie wartości wskazują na dobre wysycenie tkanek i płynów ustrojowych, zapewniając prawidłowe funkcjonowanie komórek i tkanek, co warunkować może dobrą wydolność fizyczną organizmu badanych zawodników [10, 13, 19, 24, 32]. Z uzyskanych danych obliczono średnie przyrosty ocenianych witamin dla badanej populacji sportowców, a następnie poddano analizie statystycznej.

Przeprowadzona analiza dowiodła, że średnie zawartości witaminy C (1,01 mg/dl) i E (0,40 mg/dl) w grupie II zawodników otrzymujących pożywienie wzbogacone w dodatkowe ilości witamin, są znacząco wyższe ($p < 0,01$) od średnich zmian zawartości witaminy C (-0,14 mg/dl) i E (-0,22 mg/dl) dla grupy I nie otrzymującej dodatkowo z pożywieniem tych witamin (ryc. 1). Zaobserwowany zatem spadek zawartości witamin C i E w surowicy krwi w pierwszej grupie badanych zawodników może być związany z uaktywnieniem się endogennych antyoksydantów niezbędnych do łagodzenia skutków działania reaktywnych form tlenu, powstałych w trakcie stresu oksydacyjnego wywołanego wysiłkiem fizycznym.

Istnieje więc wyraźna potrzeba wzbogacania odżywiania sportowców w witaminy antyoksydacyjne, co przyczynia się nie tylko do wzmocnienia antyoksydantów endogennych, ale również do zahamowania procesów oksydacyjnych [1, 3, 22, 26, 31].

Szczególne znaczenie w żywieniu sportowców ma równoczesna podaż witamin C i E.

Tabela I. Średnie zawartości witamin C i E w surowicy krwi w badanych grupach zawodników (w mg/dl)
Mean vitamin C and E concentrations in the blood serum of the examined groups of sportsmen (in mg/dl)

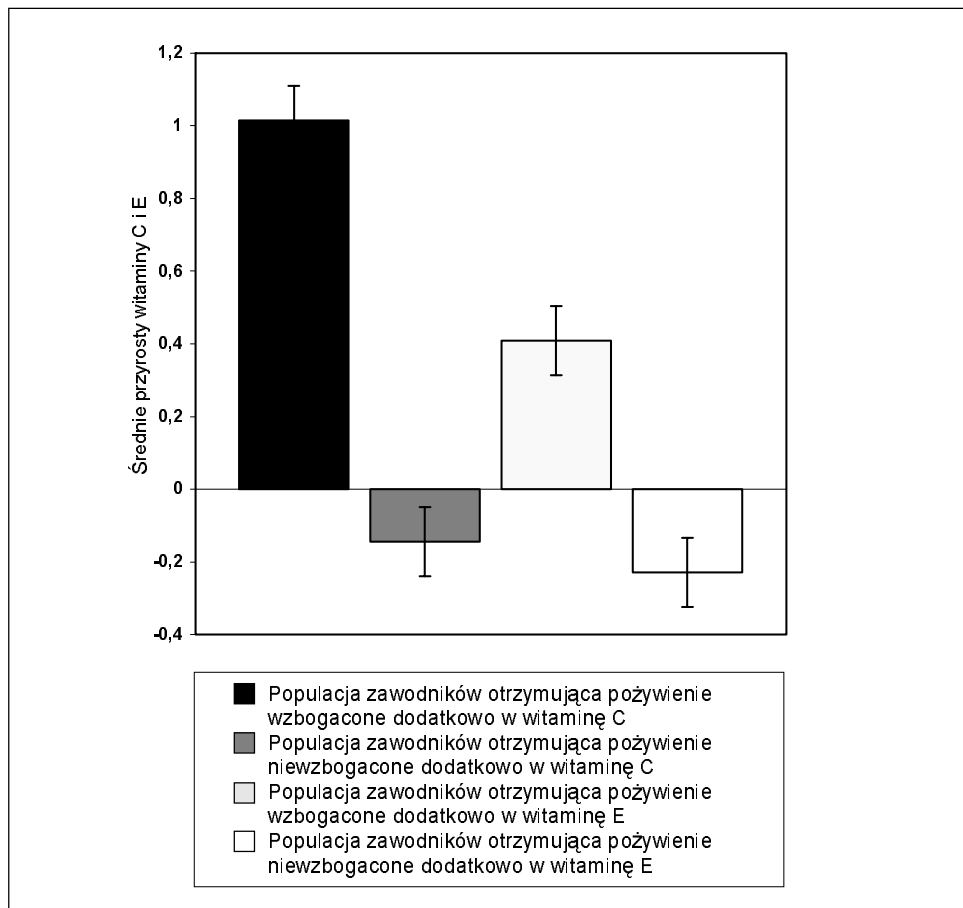
Grupy zawodników	Średnia zawartość witaminy C		Średnia zawartość witaminy E	
	na początku doświadczenia	pod koniec doświadczenia	na początku doświadczenia	pod koniec doświadczenia
Grupa I zawodników otrzymująca żywność niewzbogaconą w witaminy C i E	0,92 S.D.: 0,24	0,78 S.D.: 0,20	0,91 S.D.: 0,13	0,69 S.D.: 0,11
Grupa II zawodników otrzymująca żywność wzbogaconą w witaminy C i E	0,92 S.D.: 0,23	1,94 S.D.: 0,42	0,91 S.D.: 0,14	1,32 S.D.: 0,21

Jak wiadomo, witamina C działa ochronnie w stosunku do witaminy E poprzez regenerację rodnika tokoferolowego, w związku z tym następuje zmniejszenie liczby nadtlenków lipidowych we krwi i spowolnienie procesów oksydacyjnych w organizmie [8, 14, 23, 25, 28].

Konsekwencją tych zmian jest między innymi zmniejszenie zadłużenia tlenowego i możliwość oddziaływania na wydolność fizyczną organizmu ocenianych sportowców.

O c e n a w y d o l n o ś c i f i z y c z n e j

Przeprowadzone badania własne, jak również innych autorów [2, 4, 6, 11, 18, 22, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 34] wskazują, że dodatkowe podawanie witamin może być pomocne w podnoszeniu ogólnej wydolności organizmu, zapobiega bowiem obniżeniu się obrony antyoksydacyjnej (TAS), ograniczając aktywność RFT. Uzyskane podczas testu wyniki przedstawione w tabeli II, zarówno na początku i pod koniec doświadczenia pozwoliły według kryteriów *Gruszczyńskiego* i *Mazura* [17] zakwalifikować badaną populację sportowców do zawodników o wydolności fizycznej wysokiej. I tak dla grupy I zawodników odżywiających się normalnie średnia wartość ocenianego wskaźnika wynosiła odpowiednio: 54,5 ($\pm 8,0$) i 53,3 ($\pm 7,7$), a dla grupy II otrzymującej łącznie z pożywieniem dodatkowe ilości witamin C i E odpowiednio: 55,1 ($\pm 7,9$) i 58,2 ($\pm 6,8$). Uzyskane wartości poddano analizie statystycznej obliczając średnie przyrosty wskaźnika wydolności fizycznej i wynika z niej, że średnie przyrosty (3,1) wskaźnika wydolności fizycznej dla zawodników otrzymujących dodatkowe ilości witamin C i E z pożywieniem (grupa II) różnią się istotnie



Ryc. 1. Średnie przyrosty zawartości witaminy C i E w surowicy krwi u badanej populacji zawodników.
Fig. 1. Mean increments of vitamins C and E in the blood serum of the examined population of sportsmen.

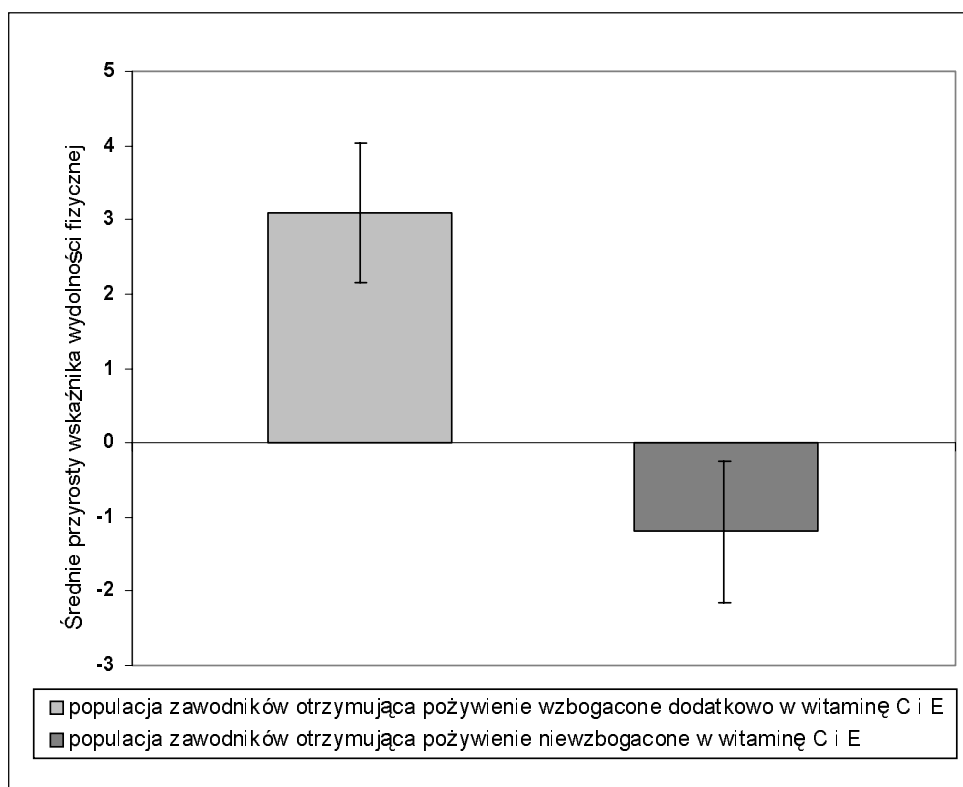
($p < 0,01$) od średnich przyrostów (-1,2) wskaźnika wydolności fizycznej grupy I odżywiającej się normalnie, bez dodatkowego wzbogacania w witaminę (Ryc. 2).

Reasumując, można zatem stwierdzić, że dla osiągnięcia dobrych wyników sportowych, oprócz długiego racjonalnego treningu, konieczne jest także odpowiednie odżywianie. Całodzienna racja pokarmowa powinna dostarczać organizmowi, wraz ze wszystkimi niezbędnymi składnikami pokarmowymi, również witaminy. Ich niedobór lub brak wpływać może na stan zdrowotny organizmu i uniemożliwiać uzyskanie oczekiwanych wyników i sukcesów w uprawianej przez zawodnika dyscyplinie sportowej.

Jednocześnie dla zobiektywizowania powyższych badań, celowe byłoby przeprowadzenie ich na większej populacji, z zastosowaniem testów wysiłkowych, w których pomiar wskaźników fizjologicznych dokonywany byłby podczas wysiłku z odpowiednim obciążeniem.

Tabela II. Średnie wartości wskaźnika wydolności fizycznej w badanych grupach zawodników
Average values of physical factor among examined groups of sportsman

Wydolność fizyczna	Wysoka	
	Średnia wartość wskaźnika wydolności fizycznej na początku doświadczenia	Średnia wartość wskaźnika wydolności fizycznej pod koniec doświadczenia
Grupy zawodników		
Grupa I zawodników otrzymująca żywność niewzbogaconą w witaminę C i E	54,5 S.D.: 8,0	53,3 S.D.: 7,7
Grupa II zawodników otrzymująca żywność wzbogaconą w witaminę C i E	55,1 S.D.: 7,9	58,2 S.D.: 6,8



Ryc. 2. Średnie przyrosty wskaźnika wydolności fizycznej badanej populacji zawodników.

Fig. 2. Mean increments of the physical efficiency index in the examined population of sportsmen.

WNIOSKI

1. Uzupelnienie odzywiania sportowcow witaminami C i E sprzyjalo lepszemu wysyceniu organizmu tymi witaminami
2. Suplementacja witaminami C i E znacząco wpływała na wydolność fizyczną badanych zawodników.

A. K. Hyżyk, J. Romankow

THE EVALUATION OF THE STATE OF SATURATION OF THE ORGANISM
WITH ANTIOXIDANT VITAMINS C AND E AND THEIR INFLUENCE
ON THE PHYSICAL EFFICIENCY OF YOUNG SPORTSMEN

Summary

The presented research project involved investigations aiming at assessing, on the basis of the consumption anamnesis from the last 24 hours, the method of nutrition concerning the supply with vitamin C and E, the state of saturation of the organisms with these vitamins by determining their concentrations in the blood serum employing the high performance liquid chromatography (HPLC) method and, on the basis of the step test (according to *Mazur* and co-workers), the physical efficiency of young persons practicing various sports of the endurance – high-speed nature such as swimming, canoeing and rowing.

Investigations were carried out in two 30-person groups of which one ate food supplemented with C and E vitamins, whereas the other one obtained plain, unsupplemented food.

In the course of the performed experiments, it was found that young sportsmen were nourished properly and adequately to the sports disciplines they practiced. It also referred to the supply in vitamins C and E. The state of the saturation of their organisms with these vitamins was optimal as evidenced by their concentrations in the blood serum and their physical efficiency was quite satisfactory.

The performed statistical analysis showed a significant correlation between the nutrition of sportsmen supplemented with vitamin C in the form of kiwi fruits and vitamin E in capsules and their physical efficiency.

PIŚMIENNICTWO

1. *Aguilo A., Tauler P., Pilar-Guix M., Cordova A., Tur J.A., Pons A.*: Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *J. Nutr. Biochem.* 2003, 14(6), 319-325.
2. *Antosiewicz J.*: Witamina E w żywieniu sportowców. *Sport Wyczynowy* 2000, 1/2, 39-44.
3. *Ashton T., Young I.S., Peters J.R., Jones E., Jackson S.K., Davies B., Rowlands C.C.*: Electron spin resonance spectroscopy, exercise, and oxidative stress an ascorbic acid intervention study. *J. Appl. Physiol.* 1999, 87 (6), 2032-2036.
4. *Banaszkiewicz A., Guranowska G., Konieczna W.*: Ocena wydolności fizycznej młodzieży z warszawskich szkół zawodowych. *Rocz. PZH* 1982, 33, 59-65
5. *Behrman R.E., Kliegman R.M., Nelson W.E., Vaughan III V.C.*: Podręcznik Pediatrii. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1996.
6. *Celejowa I.*: Teoria i praktyka żywienia sportowców. Wyd. Instytutu Morskiego – Gdańsk 1983.
7. *Cho C.M., Ko J.H., Cheong W.J.*: Simultaneous determination of water-soluble vitamins extracted in human urine after eating overdose of vitamin pills by HPLC method coupled with a solid phase extraction. *Talanta* 2000, 51, 799-806.

8. *Galdfarb A.H.*: Antioxidants: role of supplementation to prevent exercise – induced oxidative stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1993, 25 (2), 232-236.
9. *Gawęcki J., Hryniewiecki L.*: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1998.
10. *Groussard C., Machefer G., Rannou F., Faure H., Zouhal H., Sergeant O., Chevanne M., Cillard J., Gratas-Delamarche A.*: Physical fitness and plasma non-enzymatic antioxidant status at rest and after a wingate test. *Can.J.Appl.Physiol* 2003, 28(1), 79-92.
11. *Hasik J., Hryniewiecki L., Grzymislawski M.*: Dietetyka. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 1999.
12. *Ivanović D., Popović A., Radulović D., Medenica D.*: Reversed-phase ion pair HPLC determination of some water-soluble vitamin in pharmaceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 1999, 18, 999-1004
13. *Jobin C., Dauhamed J.F., Sesboue B., Bureau F., Guincestre I.Y., Duhamel A.*: Nutrition of children and adolescents engaged in high-level sport activities. *Pediatr. Bucur.* 1993, 48, 2, 109-117.
14. *Kanter M. M.*: Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation. *International Journal of Sport Nutrition.* 1994, 4(3), 205-220.
15. *Kierst W.*: Nauka o żywieniu zdrowego i chorego człowieka. PZWL, Warszawa 1989.
16. *Lok A.C.M., Wong S.H.S.*: Antioxidants supplementation and exercise performance. *Journal of Physical Education and Recreation.* 2001, 7 (1), 61-65.
17. *Mazur B., Serapata M., Scibich A., Pyda E.*: Ocena wydolności fizycznej dzieci szkolnych z mięsa Katowic na podstawie harwardzkiej próby stopnia. *Pediatrics polska* 1975, 7, 887-892.
18. *Naruszewicz M.*: Nowe spojrzenie na patogenezę miażdżycy. Czy jest potrzebna rewizja dotychczasowych poglądów? *Czynniki ryzyka* 1993, VI, 9-13.
19. *Nöcker J.*: Najlepsza dieta nie zastąpi właściwego treningu. *Sport Wycz.* 1985, 259, 7, 39-41.
20. *Oktaba W.*: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN, Warszawa 1980.
21. *Panczenko-Kresowska B., Ziemiański Ś.*: Wpływ wysiłku fizycznego na endogenne antyutleniające. *Kultura Fizyczna* 1997, 1-2, 14-19.
22. *Panczenko-Kresowska B., Ziemiański Ś., Pawlicka M., Hübner-Woźniak E., Wartanowicz M.*: Changes in blood antioxidant system during exercises of varying intensity. *Żyw. Człowieka i Metabolizm* 1998, XX, 2, 101-106.
23. *Peake J.M.*: Vitamin C: Effects of exercise and requirements with training. *Inter Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2003, 13 (2), 125-151.
24. *Raczyńska B.*: Żywnienie w sporcie wyczynowym. *Sport Wyczynowy* 1985, 245, 5, 39-45.
25. *Raczyńska B.*: Witamina E i jej znaczenie w żywieniu sportowców. *Wych. Fizyczne i Sport.* 1995, 39 (2), 53-70.
26. *Son C.K.*: Antioxidants in exercise nutrition. *Sports. Med.* 31 (13), 891-908, 2001.
27. *Szyska K., Skarpańska-Stejnborn A., Zambroń-Lacny A.*: Wpływ witamin antyoksydacyjnych na poziom glutationu i zawartość produktów peroksydacji lipidów we krwi wioślarzy. *Materiały XXIV Naukowego Zjazdu Pol. Tow. Med. Sportowej „Aktywność ruchowa a zdrowie społeczeństwa u progu XXI wieku”.* Poznań 22-25 IX 1999.
28. *Takanami Y., Iwane H., Kawai Y., Shimomitsu T.*: Vitamin E supplementation and endurance exercise. *Sports Med.* 2000, 29 (2), 73-83.
29. *Tiidus P. M., Houston M. E.*: Vitamin E status does not affect the responses to exercise training and acute exercise in female rats. *Journal of Nutrition* 1993, 123, 834-840.
30. *Tomaszewski W.*: Witaminy - rola i znaczenie w żywieniu sportowców cz.1. *Med. Sport.* 1999, 94, 32-34.
31. *Wartanowicz M.*: Witaminy antyoksydacyjne a schorzenia metaboliczne. *Żywnienie Człowieka i Metab.* 1989, XVI, 4, 296-303.
32. *Wartanowicz M., Ziemiański Ś., Pawlicka M., Panczenko-Kresowska B.*: Studies on the effects of

- exercise-induced oxidation stress on the antioxidant vitamin nutritional status. *Żyw. Człow. i Metab.* 1996, 23, 195-204,.
33. *Wojnarowska B.*: Wybrane problemy żywienia dzieci i młodzieży uprawiającej sport. *Medycyna Sportowa* 1986,4-5, 10.
34. *Ziemiański Ś., Niedźwiecka-Kącik D.*: Zalecenia żywieniowe i zdrowotne dla sportowców. Biblioteka Trenera, Warszawa 1997.

Otrzymano: 2004.08.24