ARTYKUŁ ORYGINALNY / ORIGINAL ARTICLE

Medycyna Sportowa / Polish J Sport Med
© MEDSPORTPRESS, 2017; 2(4); Vol. 33, 107-118
DOI: 10.5604/01.3001.0010.2296

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

Anna Sobczak-Czynsz[1(A,B,D-F)], Teresa Seidler[1(A,D,E)], Anna Bogacka[1(A)], Anna Lubkowska[2(A)], Piotr Kaczka[3(G)]

[1] Zakład Podstaw Żywienia Człowieka, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin, Polska
[2] Zakład Diagnostyki Funkcjonalnej i Medycyny Fizykalnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Szczecin, Polska
[3] Olimp Laboratories Sp. z o.o., Dębica, Polska
[1] Department of Fundamentals of Human Nutrition, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Szczecin, Poland
[2] Department of Functional Diagnostics and Physical Medicine, Pomeranian University of Medicine in Szczecin, Szczecin, Poland
[3] Olimp Laboratories Sp. z o.o, Dębica, Poland

WPŁYW SUPLEMENTACJI DIETY SPORTOWCÓW WITAMINĄ C NA JEJ STĘŻENIE W SUROWICY KRWI, POTENCJAŁ ANTYOKSYDACYJNY ORAZ WYDOLNOŚĆ FIZYCZNĄ

EFFECTS OF DIETARY VITAMIN C SUPPLEMENTATION ON VITAMIN C BLOOD PLASMA CONTENT, BODY ANTIOXIDANT POTENTIAL AND FITNESS IN YOUNG FEMALE ATHLETES

Słowa kluczowe: *sportowcy, żywienie, suplementacja, wydolność fizyczna, witamina C, potencjał antyoksydacyjny*
Key words: *athletes, nutrition, supplementation, fitness, vitamin C, antioxidant potential*

Streszczenie

Wstęp. *Celem pracy było zbadanie wpływu suplementacji diety młodych siatkarek witaminą C na jej stężenie we krwi, potencjał antyoksydacyjny oraz wydolność fizyczną.*

Materiał i metody*. Grupę badaną stanowiły kobiety w wieku 15-18 lat niestosujące suplementacji (grupa kontrolna) i stosujące ją w dawce: 200, 500, 1000 i 2000 mg. Zbadano oddziaływanie poszczególnych dawek na aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT), na całkowity potencjał antyoksydacyjny (TAS) mierzony wskaźnikiem FRAP, wydolność fizyczną beztlenową, mierzoną przy użyciu wskaźnika mocy maksymalnej i pracy całkowitej oraz wydolność tlenową. Wyliczono również zawartość energii i niektórych składników odżywczych w diecie siatkarek.*

Wyniki*. Otrzymane wyniki wskazywały, że najbardziej efektywna w odniesieniu do analizowanych parametrów była suplementacja diety witaminą C w wysokości 500 mg. Przy tej dawce zaobserwowano istotny wzrost aktywności CAT z wartości 231,5 na 437,2 [k/gHB] oraz wzrost wydolności fizycznej beztlenowej mierzonej wskaźnikami mocy maksymalnej z 8,3 na 8,9 [W] i pracy całkowitej z 191,2 na 210,1 [J]. Widoczny też był pewien wzrost stężenia witaminy C w surowicy krwi, jednak nie był on istotny statystycznie. W całodziennych racjach pokarmowych siatkarek stwierdzono niedobór energii, tłuszczu, węglowodanów, witaminy C oraz częściowo witaminy A i E.*

Wnioski. *Przeprowadzone badania z zakresu suplementacji diety siatkarek witaminą C umożliwiły wybór optymalnej dawki, przy uwzględnieniu jej wpływu na stężenie witaminy C w surowicy krwi, potencjał antyoksydacyjny organizmu oraz wydolność fizyczną. Wskazane są dalsze pogłębione badania z tego zakresu.*

Summary

Background. *The aim of the study was to analyze the effect of dietary vitamin C supplementation in young volleyball players on vitamin C blood content, antioxidant potential and fitness.*

Material and methods*. The sample comprised women aged 15-18 years, who did not use any supplementation (control group) and took vitamin C in 200, 500, 1000 and 2000 mg doses. The effect of each dose on superoxide dismutase (SOD) and catalase CAT) on the total antioxidant potential (TAS) was studied. It was measured using FRAP index. The measurements comprised such parameters as anaerobic fitness, measured using the maximal power index and total workout indicators and aerobic fitness. Besides, the contents of energy and some nutrients were calculated in volleyball players' diets.*

Results*. The results indicated that the 500 mg dose of vitamin C was most effective. Significant increases in CAT activity were noted, ranging from 231.5 to 437.2 [k/gHB] at anaerobic fitness level, measured using maximal power indicators, ranging from 8.3 to 8.9 [W] and total workout indicators, ranging from 191.2 to 210.1 [J]. Moreover, an increase in vitamin C serum level was noted, however, the value was statistically insignificant.. The study revealed deficiencies of energy, fat, carbohydrates, vitamin C and partly vitamin A and E in the daily food rations of the volleyball players.*

Conclusions. *The study on vitamin C supplementation in the sample of volleyball players allowed choosing the optimal dose, based on the effect on vitamin C serum level, antioxidant potential and fitness. Further extended studies on this issue are indicated.*

Word count: 9458
Tables: 5
Figures: 0
References: 50

Adres do korespondencji / Address for correspondence
A. Sobczak-Czynsz,
Zakład Podstaw Żywienia Człowieka, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, tel. +48 91 449 65 19, e-mail: anna.sobczak00@gmail.com

Otrzymano / Received *10.02.2017 r.*
Zaakceptowano / Accepted *06.05.2017 r.*

This copy is for personal use only - distribution prohibited.

Wstęp

W wyniku intensywnego wysiłku zwiększa się zapotrzebowanie na energię i składniki odżywcze, w tym na witaminy, zwłaszcza z grupy B oraz antyoksydacyjne (C, E i beta-karoten) [1].

Regularna aktywność fizyczna jest jednym z istotnych elementów zachowań prozdrowotnych w całym okresie życia. W przypadku młodych osób umożliwia harmonijny rozwój organizmu, zmniejsza ryzyko zachorowań na choroby cywilizacyjne (zwłaszcza układu krążenia i nowotwory) oraz zachowanie dobrego zdrowia, wydolności i sprawności fizycznej w późniejszym okresie życia [2]. Zwiększony wysiłek fizyczny powoduje wzrost ilości reaktywnych form tlenu (ROS) w organizmie na skutek podwyższonego poboru tlenu. Powstawanie pewnych ilości ROS jest niezbędne do prawidłowego przebiegu sygnalizacji międzykomórkowej, reakcji immunologicznych, zapewnienia właściwego funkcjonowania komórek, apoptozy czy transkrypcji genów [3]. W przypadku sportowców ROS odgrywają ważną rolę w fizjologicznej adaptacji organizmu do zwiększonej aktywności fizycznej m.in. poprzez przygotowanie mięśni do wykonywania pracy [3,4]. Jeśli chodzi o mechanizm oddziaływania ROS na organizm sportowców to warto podkreślić, że podczas wysiłku fizycznego początkowo dochodzi do niedokrwienia, a następnie do reperfuzji, polegającej na ponownym zwiększeniu dopływu utlenionej krwi do tkanek. Zjawisko to określa się mianem zespołu niedokrwienno-reperfuzyjnego, który powoduje uszkodzenie komórek i umożliwia atak wolnych rodników. Stwierdzono, że ROS przyczyniają się do uszkodzenia mięśni po wysiłku, występowania urazów i stanów zapalnych w tkankach [4].

Liczne doniesienia wskazują, że codzienne przyjmowanie witamin o właściwościach przeciwutleniających powoduje wzrost potencjału antyoksydacyjnego komórek, co zwiększa ochronę organizmu przed skutkami nasilonego stresu oksydacyjnego i zapobiega powysiłkowemu uszkodzeniu tkanek [5]. Z tego powodu ważne jest, aby dzienne spożycie witamin antyoksydacyjnych przez sportowców było wystarczające i dostosowane do bieżących potrzeb związanych z cyklem szkoleniowym w danej dyscyplinie sportowej [6].

Biorąc powyższe pod uwagę, celowym było zbadanie wpływu suplementacji diety młodych siatkarek witaminą C na jej stężenie we krwi, potencjał antyoksydacyjny oraz wydolność fizyczną.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w grupie od 29 do 40 dziewcząt, w wieku 15-18 lat, uczennic Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Policach (woj. Zachodniopomorskie), trenujących piłkę siatkową. Różnice w liczebności w niektórych cyklach badawczych wynikały z czasowego wyłączenia osób na skutek kontuzji. Siatkarki podzielono na dwie grupy: grupę, która otrzymywała witaminę C oraz grupę niestosującą suplementacji (kontrolna). Przynależność do danej grupy badanej była dobrowolna i obowiązywała przez cały okres eksperymentu. Dziewczęta zakwalifikowane do grupy suplementowanej otrzymywały witaminę C w dawce: 200 mg (TEVA PHARMACEUTICALS Polska), 500 mg, 1000 mg i 2000 mg (Olimp Laboratories (Sp. z o. o., Polska), każdorazowo przez okres 1 miesiąca. Odstęp czasowy pomiędzy cyklami badawczymi wynosił 2-3 miesiące.

Background

Intense exercise increases the demand for energy and nutrients including vitamins, especially B group-vitamins and the vitamins having antioxidant properties (C, E and beta-carotene) [1].

A regular physical activity is one of the important elements of pro-health behaviors during the whole human life. In case of young individuals, it enables a harmonious development of their organisms, decreases the risk of civilization-related diseases (especially circulatory disorders and cancer) and allows maintaining good health and fitness in late stages of their lives [2]. Intense exercising results in the growth of reactive oxygen species (ROS) in the human organism due to the increased oxygen uptake. Certain amounts of ROS are necessary for normal intercellular signaling, immune responses, normal cell function, apoptosis or gene transcription [3]. In case of athletes, ROS play an important role in physiological body adaptation to increased physical activity, including preparing muscles for workout [3,4]. As for the effect of ROS on the athlete's body, it is of note that at the beginning, physical exercise results in ischaemia and next, reperfusion, involving secondary inflow of the oxidized blood to the tissues. This phenomenon is called the ischaemia-reperfusion syndrome, resulting in tissue damage and activating free radical attack. It has been found that ROS contribute to post-exercise muscle damage, injuries and tissue inflammation [4].

Numerous reports indicate that daily intake of vitamins having antioxidant properties results in the improvement of tissue antioxidant potential, improving protection of the organism against the consequences of enhanced oxidative stress and prevents post-exercise tissue damage [5]. Therefore, it is important to provide the athlete's body with sufficient amounts of antioxidant vitamins and adapt the vitamin intake to current body demands during training in a given sport discipline [6].

Considering the above mentioned factors, the study on the effect of dietary supplementation in young volleyball players on vitamin C blood levels, oxidative potential and physical fitness was justifiable.

Material and methods

The study was carried out in a sample including 29 to 40 girls aged 15-18 years from the School of Sport Champions School in Police (West Pomerania), training volleyball. The differences in the number of participants in some research cycles resulted from the temporary exclusions of some players due to contusions. The volleyball players were divided into two groups: one group took vitamin C and the other one did not use any supplementation (control group). Belonging to one of the groups under study was voluntary and did not change through the whole period of the experiment. The girls qualified for the group receiving supplementation took vitamin C in 200 mg (TEVA PHARMACEUTICALS Poland), 500 mg, 1000 mg and 2000 mg doses (Olimp Laboratories, Poland) each time within a month. The time in-

This copy is for personal use only - © Medical Review

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę lokalnej komisji bioetycznej (nr KB-0012/ 147/10).

Jeden miesiąc przed przystąpieniem do badań, dziewczęta, w celu nawodnienia organizmu piły wodę oraz zaprzestały stosowania własnej suplementacji witaminowo-mineralnej. W dniu pobierania krwi do badań dziewczęta były na czczo.

W celu oznaczenia wybranych parametrów biochemicznych pobrano, na heparynę, dwukrotnie (przed i po zakończaniu suplementacji) 10 ml krwi z żyły pośrodkowej łokcia. Krew pobierano przed rozpoczęciem cyklu suplementacji oraz po jej zakończeniu. Z krwi pozyskiwano surowicę i erytrocyty, które przechowywano w temperaturze – 80°C i -20°C. W surowicy krwi oznaczano stężenie witaminy C i aktywność przeciwutleniającą (FRAP), a w erytrocytach aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) i katalazy (CAT).

Stężenie witaminy C w surowicy oznaczano metodą chromatograficzną [7] przy użyciu chromatografu HPLC (Agilent Technology 1200 Series, USA), z zastosowaniem redukcji kwasu dehydroaskorbinowego do kwasu askorbinowego za pomocą ditiotreitolu. Rozdział prób prowadzono na kolumnie Eclipse XDB-C 18 5µm (Perlan Technologies, Polska), w temperaturze 23°C. Jako fazę ruchomą zastosowano mieszaninę: H_2O / acetonitryl / roztwór KH_2PO_4 (1,0 M) / H_3PO_4 (68%) w stosunku 913,5/ 75/ 10/1,5. Szybkość przepływu fazy ruchomej wynosiła 0,475 mL/min. Odczytu dokonywano przy długości fali 245 nm, z wykorzystaniem detektora DAD

Całkowitą zawartość witaminy C wyliczono sumując ilość kwasu askorbinowego oraz kwasu dehydroaskorbinowego z krzywej wzorcowej.

Aktywność SOD oznaczano metodą spektrofotometryczną wg Misry i Fridovicha [8], z wykorzystaniem zdolności utleniania adrenaliny do adenochromu.

Aktywność erytrocytarną CAT oznaczano metodą spektrofotometryczną wg Aebi [9], z wykorzystaniem zdolności enzymu do rozkładu nadtlenków.

Aktywność przeciwutleniającą surowicy oznaczono metodą FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) wg Benzie i Strain [10].

Pomiarów aktywności antyoksydacyjnej dokonywano przy użyciu spektrofotometru UV/VIS Lambda 20 (Perkin Elmer, USA).

Badanie wydolności fizycznej tlenowej i beztlenowej zrealizowano za pomocą cykloergometru firmy Monark 824 (Szwecja).

Wydolność tlenową mierzono za pomocą testu Astranda [11], a wydolność beztlenową przy zastosowaniu 30-sekundowego testu Wingate [12].

Informacje na temat składu diety w poszczególnych cyklach badawczych uzyskano metodą bieżącego notowania przez okres 7 dni, z uwzględnieniem jadłospisu oferowanego siatkarkom w internacie, w którym mieszkały. Zawartość energii i wybranych składników odżywczych w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) wyliczono przy użyciu programu komputerowego Dietetyk 2 (IŻŻ, Warszawa).

Wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica (Statsoft, Polska). Wyliczono średnią arytmetyczną, medianę, odchylenie standardowe, sprawdzono normalność rozkładu wyników i wykonano analizę ANOVA z powtarzanymi pomiarami. Istotność różnic weryfikowano testem post-hoc Tukey'a, i wykonano analizę korelacji liniowej Pearsona. Wyniki zweryfikowano na poziomie istotności $p<0,05$.

terval between the research cycles was 2-3 months. The study was approved by the Bioethics Committee (No KB-0012/147/10).

A month prior to the study the girls drank water to hydrate their bodies and stopped using their own vitamin and mineral supplementation. On the day of blood sampling, they fasted.

In order to determine selected blond biochemical parameters, the participants had 10 ml of blood taken for heparin twice (prior to and following supplementation) from the median cubital vein. Blood samples were taken before starting the supplementation cycle and on completion of this cycle. Serum and erythrocytes were obtained from the samples and stored at the temperature of – 80°C and – 20°C. Vitamin C content and antioxidant (FRAP) activity were determined in blood serum and the activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase CAT) were determined in erythrocytes.

Vitamin C serum levels were determined by means of chromatography [7] using HPLC chromatograph (Agilent Technology 1200 Series, USA) with dehydroascorbic acid reduction to ascorbic acid using dithiotreitol. The samples were divided on Eclipse XDB-C 18 5µm column (Perlan Technologies, Poland), at the temperature of 23°C. The mixture contained H_2O / acetonitrile / KH_2PO_4 (1,0 M) / H_3PO_4 (68%) solution, in proportions 913.5/ 75/ 10/1.5. Flow velocity of the mobile phase was 0.475 mL/min. The results were read at the wavelength of 245 nm, using DAD detector.

The total vitamin C content was calculated by summing the amount of ascorbic acid and dehydroascorbic acid from the standardization curve.

SOD activity was determined using spectrophotometry according to Misra and Fridovich [8], using adrenaline ability to oxidize to adenochrome.

Erytrocytic CAT activity was determined by means of spectrophotometry according to Aebi [9], using enzyme superoxide decomposing ability.

The antioxidant serum activity was determined using FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) according to Benzie and Strain [10].

Antioxidant activity was measured using UV/VIS Lambda 20 spectrophotometer (Perkin Elmer, USA).

Aerobic and anaerobic fitness was measured using Monark 824 cycloergometer (Sweden).

Aerobic fitness was measured by means of Astrand test [11] and anaerobic fitness was measured using 30 second Wingate Test [12].

The information about diet composition during each research cycle was obtained by taking notes within seven days, considering the menu for female volleyball players taken from the boarding house where they lived. The content of energy and selected nutrients in daily food rations was calculated using Dietetyk 2 computer program (National Institute Food and Nutrition Institute, Warsaw, Poland).

The results were subjected to statistical analysis using Statistica (Statsoft, Polska) program. The arithmetic mean, the median value and standard deviation (SD) were calculated. The distribution of the results was checked for normality and ANOVA repeated measurements analysis was carried out. Significance of the differences was verified using post-hoc Tukey test and Pearson's linear correlation analysis was carried out. The results were verified at significance level $p<0.05$.

This copy is for personal use only. All rights reserved.

Wyniki

W celu oceny składu całodziennych racji pokarmowych (crp), przeprowadzono wywiad żywieniowy metodą bieżącego notowania obejmujący 7 dni, każdorazowo przed i po suplementacji, w danym cyklu badawczym.

Z porównania wartości energetycznej crp z ilością zalecaną wynikało, że stopień realizacji zapotrzebowania na energię w obu grupach osób, we wszystkich cyklach badawczych był niewystarczający. Odsetek realizacji normy mieścił się w przedziale od 61 do 76% w grupie suplementowanej, a w grupie kontrolnej od 57 do 76%. Wyjątek stanowił cykl suplementacji dawką 500 mg w grupie otrzymującej suplement diety po miesięcznej suplementacji, gdzie realizacja normy była na poziomie 87%. Podobna sytuacja miała miejsce w tej samej grupie na początku okresu suplementacji dawką 2000 mg. W grupie kontrolnej w trakcie okresu obejmującego dawkę 500 mg, realizacja normy była od 78 do 83%.

Mediana dla węglowodanów w crp uczennic Szkoły Mistrzostwa Sportowego w całym okresie badawczym, w grupie otrzymującej suplement diety osiągała wartości od 228,9 do 282,6 g. W grupie kontrolnej zakres ten wynosił od 233,7 do 298,7 g. Dla sportowców uprawiających siatkówkę zaleca się spożycie tego składnika na poziomie 435 g/dobę, tak więc i w tym przypadku diety nie były właściwie zbilansowane.

Średnie spożycie tłuszczu we wszystkich okresach badawczych w grupie osób otrzymujących witaminę C wynosiło od 59,4 do 88,9 g, a w kontrolnej od 62,3 do 86,8 i było niższe od wartości zalecanej (113 g). Zakres spożycia witaminy C we wszystkich cyklach suplementacji wynosił od 37,9 mg do 54,7 mg i był prawie 2 razy niższy od ilości zalecanej (65 mg).

W analizie składu jadłospisów nie uwzględniono witaminy C pochodzącej z suplementu diety, ponieważ u poszczególnych osób stopień przyswajania tej postaci witaminy mógł być odmienny. Mediana spożycia żelaza we wszystkich cyklach suplementacji była zgodna z zalecanym spożyciem wynoszącym 9 mg. Spośród pozostałych składników, podobna sytuacja występowała w przypadku cynku, witaminy A oraz częściowo witaminy E. Szczegółowe wyniki dostępne są u autora pracy.

W surowicy krwi siatkarek wykonano oznaczenia stężenia kwasu askorbinowego. Wyniki z tych oznaczeń zawiera Tabela 1.

Średnie stężenie witaminy C w surowicy krwi wynosiło od 9,9 do 12,9 mg/l i było w normie (wartość referencyjna 4 -15 mg/ l) (Tab. 2). Z porównania stężenia tej substancji wynikało, że w przypadku cyklu suplementacji witaminą C w dawkach 1000 i 2000 mg w grupie suplementowanej i kontrolnej wartość jego spadała. Tendencja wzrostowa była widoczna jedynie u osób niesuplementowanych, po okresie badawczym dla dawki 200 mg oraz u osób suplementowanych, po okresie badawczym dla dawki 500 mg. Jednak wzrost ten nie był istotny statystycznie.

Do oceny aktywności przeciwutleniającej surowicy krwi badanych uczennic, zastosowano wskaźnik FRAP, którego wartość była zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 266,1 do 522,1 μM/L (Tab. 2).

Wykazano, że u zawodniczek otrzymujących witaminę C w dawce 1000 mg, poziom tego wskaźnika po zakończonej suplementacji istotnie wzrósł. Ina-

Results

In order to assess the content of daily food rations, an interview with the participants was carried out. The notes were taken during 7 days, each time prior to and following supplementation in a given research cycle.

The comparison of the energy values in the participants' daily food rations with the recommended energy intake indicated that the energy supply was insufficient in both groups during all the research cycles. The normal supply ranged from 61 to 76% in the supplemented group and from 57 to 76% in the control group. The only exception was the cycle of supplementation with 500 mg doses in the supplemented group, after a month, when the normal demand for vitamin C was covered in 87%. Likewise, at the beginning of supplementation with 2000 mg, the demand for vitamin C was equally covered. In the control group, during the period of supplementation with 500 mg doses, the demand was covered in 78-83%.

The median value corresponding to carbohydrate intake in daily food rations of the studied volleyball players ranged from 228.9 to 282.6 g in the supplemented group during the entire research period. In the control group, these values ranged from 233.7 to 298.7 g. The recommended daily carbohydrate intake in volleyball players is 435 g, so in this case the subjects' diets were not properly balanced either.

The mean fat intake in the supplemented group during all the research cycles ranged from 59.4 to 88.9 g while in the control group it ranged from 62.3 to 86.8 and was lower than the recommended average value, which is 113 g. Vitamin C intake in all the cycles of supplementation ranged from 37.9 mg to 54.7 mg and was almost twice lower than the recommended value (65 mg)

The analysis of the participants' menus did not consider vitamin C levels in dietary supplements since the effect of its intake may have been different. The median value of iron intake in all the cycles of supplementation was in accordance with the recommended intake, which is 9 mg. As for other components, similar findings were noted for zinc, vitamin A and partially for vitamin E. The detailed results are available from the author.

Ascorbic acid level was determined in the subjects' blood serum. The results are presented in Table 1.

The mean blood serum levels of vitamin C in the studied sample ranged from 9.9 to 12.9 mg/l and that value was normal (the reference value 4-15 mg/l) (Table 2). The comparison of vitamin C levels indicated that in the case of supplementation with 1000 mg and 2000 mg doses, both in the supplemented and the control group, the value of this parameter decreased. An incremental tendency was noted only in the participants who did not take supplements, after the period of research using 200 mg doses and in those who took supplements, after the period of research, using 500 mg doses. The increase, however, was statistically insignificant.

FRAP index was used to assess the antioxidant serum activity in the studied participants. The values of this index varied and ranged from 266.1 to 522.1 μM/L (Table 2).

In the group taking 1 mg doses, the serum level of vitamin C significantly increased. Conversely, in the

This copy is for personal use only - distribution prohibited.

Tab. 1. Stężenie witaminy C w surowicy krwi [mg/l]
Tab. 1. Blood serum vitamin C content [mg/l]

Suplementacja/ Supplementation		**Kontrolna/ Control**	
Przed/ Before	**Po / After**	**Przed / Before**	**Po / After**
Średnia/ Mean ±SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD
Wit C/Vit C 200 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
12,9±2,04	11,9±1,67	11,3±1,63	12,1±1,16
Wit C/Vit C 500 mg		**Bez suplementacji/ No supplementation**	
11,6±1,17	11,7±2	10,9±2,77	10,7±2,52
Wit C/Vit C 1000 mg		**Bez suplementacji/ No supplementation**	
11,7±1,49	11,3±2,14	11,4±1,88	11,3±1,99
Wit C/Vit C 2000 mg		**Bez suplementacji/ No supplementation**	
11±1,66	10,1±1,39	10,7±1,73	9,9±1,52

Tab. 2. Wartości FRAP w badanej grupie osób [µM/l]
Tab. 2. FRAP [µM/l] in the athletes studied

Suplementacja/ Supplementation		**Kontrolna/ Control**	
Przed/ Before	**Po / After**	**Przed/ Before**	**Po / After**
Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD
Wit C/Vit C 200 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
471,1[a]±106,84	**350,0**[a]±185,92	**429,3**[b]±149,27	**316,8**[b]±103,33
Wit C/Vit C 500 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
339,7±113,01	**299,1**[c]±86,65	384,9±163,62	329,8±99,33
Wit C/Vit C 1000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
309,8[a]±87,78	**421,5**[a]±131,9	**266,1**[b]±55,22	**382,4**[b]±99,56
Wit C/Vit C 2000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
522,1[a]±77,28	**431,0**[a]±62,07	472,6±86,09	407,2±52,30

a – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie suplementowanej / denotes significant (p<0.05) differences in the supplementation group
b – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie niesuplementowanej/ denotes significant (p<0.05) differences in the control
c – oznacza istotne różnice (p<0,05) pomiędzy grupami/ denotes significant (p<0.05) differences between groups

czej było w grupie otrzymującej preparat witaminy C w wysokości 200 mg, 500 mg i 2000 mg, gdzie zdolność redukująca surowicy po zakończeniu badania obniżyła się. Spadek ten był istotny statystycznie w przypadku dawki 200 i 2000 mg.

Wyniki z oznaczeń aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) wykazały, że średnia aktywność SOD w grupie sportowców przed cyklem badawczym, mieściła się w przedziale od 1344 U/g Hb do 1975,7 U/g Hb, a po jego zakończeniu, dla wszystkich dawek, wynosiła od 1545,3 do 1886,04 U/g Hb. W całym okresie badań zaobserwowano wahania aktywności SOD, przy czym w przypadku dawki witaminy C 200 mg i 1000 mg widoczny był jej spadek, a w przypadku dawki 500 mg i 2000 mg – wzrost i dotyczyło to obu grup.

W Tabeli 3 zamieszczono dane dotyczące aktywności katalazy (CAT) oznaczonej w erytrocytach krwi badanej grupy sportowców.

Podobnie jak w przypadku dysmutazy ponadtlenkowej, stwierdzono wahania w aktywności katalazy. Zauważalny wzrost aktywności tego enzymu miał miejsce w grupie suplementowanej dawką 500 mg (o 205,7 k/g Hb) i był on istotny w porównaniu do innych dawek. Pozostałe dawki w większości powodowały obniżenie aktywności CAT.

Wydolność fizyczną młodych siatkarek oceniono przy użyciu wskaźników wydolności fizycznej beztlenowej mierzonej za pomocą mocy maksymalnej i pracy całkowitej oraz wydolności tlenowej.

Wartości mocy maksymalnej zestawione w Tabeli 4 mieściły się w grupie suplementowanej w przedziale 8,1-8,9 W, a w grupie kontrolnej w przedziale 8,2-8,6 W. U siatkarek suplementowanych dawką 500 mg za-

group receiving vitamin C in 200 mg, 500 mg and 2000 mg doses, the reducing potential of blood serum decreased. The decrease was statistically significant after the administration of 200 and 2000 mg doses.

The results of superoxide dismutase (SOD) assay show that the mean SOD activity ranged from 1344 U/g Hb to 1975.7 U/g Hb in the group of athletes, prior to the research cycle. After finishing the cycle, it ranged from 1545.3 to 1886.04 U/g Hb for all doses. During the entire study period, oscillations of SOD activity were noted; it decreased after the administration of 200 mg and 1000 mg doses and increased after the administration of 500 mg and 2000 mg it. Such results were obtained in both groups.

Table 3 presents the data concerning catalase (CAT) activity, assayed in red blood cells in the studied group of athletes.

As in the case of SOD, oscillations in CAT activity were found. The noticeable increase in this enzyme activity occurred in the group supplemented with 500 mg doses (by 205.7 k/g Hb). The corresponding value was statistically significant as compared with the effect of the remaining doses. The latter mostly resulted in the decrease of CAT activity.

Physical fitness of young volleyball players was assessed using anaerobic fitness indices, measured using maximal power, the total workout and aerobic fitness indicators.

The values of maximal power, compared in Table 4, ranged from 8.1 to 8.9 W in the supplemented group while in the control group the corresponding values ranged from 8.2 to 8.6 W. In the volleyball players receiving 500 mg doses of vitamin C, a significant in-

This copy is for personal use only - distribution prohibited

Tab. 3. Aktywność katalazy [k/g Hb] w badanej grupie osób
Tab. 3. Activity [k/g Hb] of catalase in the athletes studied

Suplementacja/ Supplementation		**Kontrolna/ Control**	
Przed/ Before	**Po / After**	**Przed/ Before**	**Po / After**
Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD
Wit C/Vit C 200 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
294,8±148,3	**150,8**[c]±102,56	**392,3**[b]±120,29	**168,7**[b]±76,88
Wit C/Vit C 500 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
231,5[a]±89,07	**437,2** [a,c]±164,55	**305,6**[b]±118,98	**464,0**[b]±175,87
Wit C/Vit C 1000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
238,0±132,04	**277,8**[c]±90,40	415,9±257,54	280,8±138,75
Wit C/Vit C 2000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
319,0±132,46	**237,5**[c]±66,81	343,4±128,97	222,6±75,39

a – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie suplementowanej / denotes significant (p<0.05) differences in the supplementation group
b – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie niesuplementowanej/ denotes significant (p<0.05) differences in the control
c – oznacza istotne różnice (p<0,05) pomiędzy grupami/ denotes significant (p<0.05) differences between groups

Tab. 4. Wydolność beztlenowa – moc maksymalna [W] w badanej grupie osób
Tab. 4. Anaerobic performance: peak power [W] of the athletes examined

Suplementacja/ Supplementation		**Kontrolna/ Control**	
Przed/ Before	**Po / After**	**Przed/ Before**	**Po / After**
Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD
Wit C/Vit C 200 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
8,6±0,69	8,9±0,84	8,6±0,63	8,5±1,01
Wit C/Vit C 500 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
8,3[a]±0,82	**8,9** [a,c]±0,70	8,2±0,31	8,6±0,32
Wit C/Vit C 1000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
8,6±0,78	8,8±0,74	8,5±0,44	8,6±0,52
Wit C/Vit C 2000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
8,5±0,80	**8,1**±0,73	**8,6**[b]±0,74	**8,0** [b,c]±0,56

a – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie suplementowanej / denotes significant (p<0.05) differences in the supplementation group
b – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie niesuplementowanej/ denotes significant (p<0.05) differences in the control
c – oznacza istotne różnice (p<0,05) pomiędzy grupami/ denotes significant (p<0.05) differences between groups

Tab. 5. Wydolność beztlenowa – praca całkowita [J] w badanej grupie osób
Tab. 5. Anaerobic performance: total capacity [J] of the athletes examined

Suplementacja/ Supplementation		**Kontrolna/ Control**	
Przed/ Before	**Po / After**	**Przed/ Before**	**Po / After**
Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD	Średnia/ Mean ± SD
Wit C/Vit C 200 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
205,4±14,70	206,0±14,39	202,0±7,80	203,1±13,64
Wit C/Vit C 500 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
191,2 [a]±25,49	**210,1** [a]±16,73	193,6±12,97	203,7±11,29
Wit C/Vit C 1000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
202,5±16,89	205,0±17,92	202,2±10,87	201,5±18,76
Wit C/Vit C 2000 mg		**Bez suplementacji / No supplementation**	
204,0±15,38	198,5±16,77	204,9±10,95	194,8±9,24

a – oznacza istotne różnice (p<0,05) w grupie suplementowanej / denotes significant (p<0.05) differences in the supplementation group

obserwowano istotny wzrost mocy maksymalnej w porównaniu do stanu przed suplementacją.

Z kolei wskaźnik pracy całkowitej osiągał poziom w grupie suplementowanej od 191,2 do 210,1 J, a w grupie kontrolnej od 193,6 do 203,7 J (Tab. 5). Istotny wzrost wielkości tego wskaźnika występował jedynie w przypadku suplementacji diety witaminą C w dawce 500 mg.

Wyniki z pomiarów wydolności tlenowej w obu grupach siatkarek mieściły się w przedziale od 1,8 do 2,0 VO_{2max} l/min. W trakcie badań zaobserwowano tendencję

crease in maximal power was observed as compared with the period prior to supplementation.

The total workout index, in turn, in the supplemented group ranged from 191.2 to 210.1 J while in the control group it ranged from 193.6 to 203.7 J (Table 5). A significant increase in this index value was noted only for supplementation with vitamin C in 500 mg doses.

The results of aerobic fitness measurements in both groups of volleyball players ranged from 1.8 to 2.0 VO_{2max} l/min. During the study, an incremental

This copy is for personal use only - distribution prohibited

cję wzrostową tego parametru, jednak nie była ona istotna.

Dyskusja

W przypadku młodych sportowców szczególnie ważna jest dbałość o racjonalne żywienie, w kontekście zapewnienia prawidłowego przebiegu procesów wzrostowo-rozwojowych oraz spełnienia oczekiwań w odniesieniu do wyników sportowych.

Z analizy składu crp dziewcząt wynikało, że podaż energii, makroskładników oraz witaminy C była niewystarczająca. Stopień realizacji normy na energię w grupie badanych sportowców, w zależności od cyklu badawczego, sięgał 57-76% ilości zalecanej. Zbyt niską wartość energetyczną crp stwierdzili Seidler i Gryza [13] w grupie pływaków wyczynowych (realizacja dziennego zapotrzebowania-77,5%), Seidler i wsp. [14] u osób uprawiających fitness (58,8%), Valliant i wsp. [15] u kobiet trenujących siatkówkę (65%) oraz Dwyer i wsp.[16] u łyżwiarek figurowych (45%).

Zawartość białka w dietach grupy suplementowanej wynosiła średnio od 72,3 g do 91,2 g, a w grupie kontrolnej od 67,8 g do 91,7g i w większości zaspokajała dzienne zapotrzebowanie. W piśmiennictwie częściej spotyka się doniesienia o niedoborze tego składnika wśród osób uprawiających sport. Tak było np. w grupie uprawiającej fitness (realizacja dziennego zapotrzebowania – 68%) [14]. Podobna sytuacja do tej w grupie siatkarek z Polic występowała u pływaków, którzy spożywali białko w ilości zbliżonej do normy (109,8%) [13]. Wyjątek stanowił zawodnicy brazylijskiego jiu-jitsu, gdzie spożycie tego składnika było nadmierne [17]. Utrzymywanie się niedoboru białka u części badanych dziewcząt, może utrudniać przebieg procesów wzrostowo-rozwojowych organizmu, sprzyjać pogorszeniu odporności oraz warunków powysiłkowej regeneracji komórek mięśni [18].

Całodzienne racje pokarmowe uczennic zawierały za mało tłuszczu (grupa suplementowana odsetek realizacji normy od 52 do 78%, a grupa kontrolna od 55 do 77%) i węglowodanów (grupa suplementowana od 52 do 65 %, kontrolna od 52 do 68%). Przykładem niedoboru węglowodanów i tłuszczów są również racje pokarmowe pływaków analizowanych przez Seidler i Gryzę [13], gdzie odsetek realizacji normy był na poziomie 65,3-87,2%. U Stefańskiej i wsp. [19] oceniających wielkość spożycia tłuszczu i węglowodanów występowały odmienne relacje. Andreato i wsp. [17] wśród badanych przez siebie sportowców zaobserwowali tendencję zbyt niskiego spożycia węglowodanów i prawidłowej podaży tłuszczów.

Nasilone tempo przemian biochemiczno-fizjologicznych wywołane długotrwałym nieraz obciążeniem treningowym, powoduje wzrost zapotrzebowania organizmu na witaminy z grupy B i antyoksydacyjne (C, E i β-karoten) [1]. Diety młodzieży, w tym uprawiającej sport, często są niewłaściwie zbilansowane pod względem zawartości witamin [13,14]. Wyniki odnośnie spożycia witamin w grupie dziewcząt z Polic potwierdzały powyższe trendy. Wyrażały się one niedoborem witaminy C w dietach (grupa suplementowana realizacja dziennego zapotrzebowania: 60- 84%; grupa kontrolna – 52-75%), a w niektórych cyklach także witaminy A i witaminy E. Wolnicka i Taraszewska [20] oceniając sposób żywienia warszawskiej młodzieży wykazały niedobory witamin, przy

tendency of this parameter was observed, however, it was statistically insignificant.

Discussion

Rational nutrition is extremely important for young athletes as it assures a normal growth and development processes and adequate athletic performance.

The analysis of the study participants' daily food ration composition indicated that the supply of energy, macro components and vitamin C was insufficient. The demand for energy in this sample, depending on the research cycle, was covered in 57-76% of the recommended amount. Seidler nd Gryza [13] found insufficient energy contents in the diets of competitive swimmers (the daily demand was covered in 77.5%). Seidler et al. [14], Vailant et al. [15] and Dwyer et al. [16] found insufficient energy contents in the participants involved in fitness training (58.8% of the recommended amount), female volleyball players (65% of the total recommended amount) and female figure skaters (45% of the recommended amount) respectively.

The average protein content in the diets of the participants from the supplemented group ranged from 72.3 g to 9.2 g while in the control group it ranged from 67.8 g to 91.7g and mostly satisfied the daily demand for this nutrient. In literature, the reports on protein deficiency in persons involved in sports are more frequent. For example, in the group involved in fitness the demand for protein was covered in 68% [14]. Similar results were obtained in the group of swimmers from Police (West Pomerania) whose protein consumption was at the level close to the normal value (109.8%) [13]. There was one exception, namely Brazilian jiu-jitsu competitors whose protein consumption was excessive [17]. Chronic protein deficiency in some of the studied female volleyball players can hinder the growth-developmental processes, foster body resistance impairment and the impairment of post-exercise muscle cell regeneration [18].

The daily food rations of the studied young volleyball players contained insufficient amounts of fat (52 -78% of the norm in the supplemented group and 55 -77% of the norm in the control group) and carbohydrates (52-65% of the norm in the supplemented group and 52- 68% of the norm in the control group). As for comparison, Seidler and Gryza [13] reported the deficiency of carbohydrates and fats in the daily rations of swimmers whose demand for these nutrients was covered in 65.3-87.2%. Stefańska et al. [19], assessing fat and carbohydrate consumption, noted different relations. Andreato et al.[17] noted an insufficient consumption of carbohydrates and a normal supply of fats among the studied athletes.

The high speed of biochemical-physiological transformations due to long-term training load, results in the increased demand for vitamins B and antioxidant vitamins (C, E and β-carotene) [1]. The diets of young people, including these practicing sports, are often improperly balanced in terms of vitamin content [13, 14]. The results obtained in the sample of girls from Police (West Pomerania) confirmed the above mentioned trends. The obtained values reflected vitamin C deficiency in the participants' diets (in the supplemented group the daily demand was covered in : 60-84% and in the control group – in 52-75%) and in some cycles, also the deficiency of vitamins A and E.

This copy is for personal use only - distribution prohibited.

czym dotyczyły one głównie witaminy D, E oraz folianów (odsetek realizacji normy dla witaminy D – 30%, dla witaminy E – 91% oraz folianów – 72%). Nieco inna sytuacja występowała w badaniach Gil i wsp. [21], którzy oceniali spożycie witamin w grupie studentów i wykazali, że diety obu płci były źle zbilansowane, co wyrażało się między innymi niedoborem witaminy D i folianów u kobiet i mężczyzn (odpowiednio 49% i 79,4% normy oraz 54% i 71,6% normy). W grupie mężczyzn zaobserwowano niedobór witaminy C (76% normy). Również w piśmiennictwie zagranicznym, można spotkać doniesienia o niewłaściwym zbilansowaniu diet sportowców pod względem zawartości witamin. Papadopoulou i wsp. [22] wykazali niedobór biotyny (19% normy), tiaminy (34%), ryboflawiny (50%), witaminy E (16%), A (43%) i D (45%) analizując spożycie składników pokarmowych w grupie narciarek. Z kolei Diaz i wsp. [23] w grupie narciarzy stwierdzili niedostateczną ilość kwasu foliowego (77 % normy) i witaminy D (66 %). Utrzymywanie się deficytu witamin może prowadzić do wystąpienia problemów zdrowotnych, charakterystycznych dla niedoboru poszczególnych witamin.

Średnie spożycie cynku w badanej grupie było wyższe od ilości zalecanej (9 mg/dzień), bowiem w grupie suplementowanej wynosiło 9,2-11,2 mg, a w grupie kontrolnej 9,2-13,2 mg. Podobną sytuację zaobserwowano u dziewcząt z warszawskiego gimnazjum sportowego [24]. Pobranie żelaza w badanej grupie było również nieco ponad normę. Odwrotna sytuacja miała miejsce w badaniach Szczepańskiej i wsp. [24].

Każdy sportowiec dąży do wypracowania takiej wydolności fizycznej, która umożliwiłaby uzyskanie oczekiwanych wyników. W jej kształtowaniu pomocna może być suplementacja diety składnikami antyoksydacyjnymi. Duża część sportowców w tym celu sięga po suplementy zawierające witaminę C [25].

W przeprowadzonych badaniach suplementacja diety witaminą C, w dawce 500 mg, powodowała wzrost wydolności fizycznej beztlenowej mierzonej za pomocą wskaźnika pracy całkowitej i mocy maksymalnej. Z kolei w przypadku wydolności tlenowej nie stwierdzono wpływu suplementacji diety witaminą C na ten parametr. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie wyników, trudno jednoznacznie odnieść się do tego jaki był wpływ danej dawki witaminy C na te wskaźniki. Z danych dostępnych w piśmiennictwie wynika, że wpływ wysiłku fizycznego o charakterze tlenowym na organizm wzbudza większe zainteresowanie badaczy niż wpływ wysiłku beztlenowego. Być może wynika to stąd, że wysiłek beztlenowy wywołuje inne reakcje w ROS niż wysiłek tlenowy (np. aktywność oddechowa neutrofili, zespół niedokrwienno-reperfuzyjny itp.) [26]. Opinie na temat wpływu suplementacji diety antyoksydantami na wydolność fizyczną spotykane w piśmiennictwie specjalistycznym są dość zróżnicowane. Niektórzy badacze podają, że jest on pozytywny i dla uzyskania lepszego efektu sugerują łączenie niektórych z nich – np. witaminę C z witaminą E, co pozwala na zwiększenie ochrony mitochondriów i poprawę wydolności fizycznej [27]. Pozytywny wpływ takiej kombinacji witamin na wydolność fizyczną badanych przez siebie osób wykazali Morrison i wsp.[28] oraz Mendelsohn i Larrick [29]. Z kolei Ryan i wsp.[30] oraz Asha i wsp. [31] uzyskali podobny efekt na modelu zwierzęcym. Spotyka się również doniesienia, z których wynika, że suplementacja anty-

Wolnicka and Taraszewska [20], assessing the dietary habits of Warsaw youth, showed deficiency of vitamins, mainly of vitamin D, E and folates (vitamin D – 30% of the norm, vitamin E – 91% of the norm and folates – (72%). Slightly different findings are reported by Gil et al. [21], who studied vitamin consumption in a sample of students and discovered that both in the male and female participants the diets were inadequately balanced, which was manifested, inter alia, by vitamin D and folate deficiency (49% and 79.4%, and 54% and 71.6% of the norm in men and women respectively). In the group of males vitamin C deficiency was noted (76% of the norm). Foreign papers report inadequately balanced diets of athletes in terms of vitamin content. Papadopoulou et al. [22] showed deficiencies of biotin (19% of the norm), thiamine (34% of the norm) riboflavin (50% of the norm) and vitamins: E (16% of the norm), A (43% of the norm) and D (45% of the norm) in the studied sample of female skiers. Diaz et al. [23] in turn, found insufficient levels of folic acid (77 % of the norm) and vitamin D (66 % of the norm). Chronic vitamin deficits can lead to health problems, typical for vitamin deficiency.

The mean consumption of zinc in the studied sample was higher than the recommended amount (9 mg daily), as in the supplemented group and control group it was 9.2-11.2 mg and 9.2-13.2 mg respectively. A similar finding is reported in the paper describing the study carried out in girls from Warsaw junior high [24]. The iron intake in this sample also exceeded the recommended norm. Quite different findings are reported by Szczepańska et.al [24].

Every athlete tends to develop fitness levels that would allow him or her to obtain the expected results. Dietary supplementation with antioxidants can be helpful in achieving this goal. A large proportion of athletes take supplements containing vitamin C [25].

In this study, supplementation with vitamin C in 500 mg doses contributed to the improvement of anaerobic fitness, measured using the total workout and maximal power indices. In the case of aerobic fitness, no effect of dietary supplementation with vitamin C on this parameter was noted. Considering the varying results, it is difficult to determine unanimously the effect of vitamin C on these indicators. The available data from the reference sources indicate that the effect of aerobic exercise on the human body has given rise to considerable interest among the researchers, more than the effect of anaerobic exercise. This may result from the fact that anaerobic exercise evokes ROS reactions, other than aerobic exercise (e.g. respiratory neutrophil activity, ischemia-reperfusion syndrome, etc.) [26]. The opinions on the effect of dietary supplementation with antioxidants on physical fitness in specialist literature are quite varied. Some researchers report that it is positive and suggest combining vitamins, e.g. vitamin C with vitamin E, to obtain better results, through enhancing mitochondria protection and fitness improvement [27]. The favorable effect of such combination of vitamins on physical fitness in the studied samples was shown by Morrison et al. [28] and Mendelsohn and Larrick [29]. Ryan et al.[30] and Asha et al.[31] in turn, obtained a similar effect with an animal model. There are also reports indicating that antioxidant supplementation (excluding vitamins C and E) has a neutral effect on athletic performance. The examples supporting this view can

This copy is for personal use only - © Medical Review

oksydacyjna (z włączeniem witaminy C i E) jest obojętna dla osiągnięć sportowych Przykładem mogą być prace Theodorou i wsp. [6], Yfanti i wsp. [32], Yfanti i wsp. [33]. Istnieją także opinie negatywne na temat wpływu suplementacji antyoksydantami diety ludzi i zwierząt na ich wydolnością fizyczną. Sugerują one możliwość pojawienia się zakłóceń w reakcjach adaptacyjnych organizmu przy treningu wytrzymałościowym [34,35]. Podaje się, że suplementacja kwasem askorbinowym opóźnia początek bolesności mięśni po wysiłku, co utrudnia proces regeneracji i w konsekwencji wpływa niekorzystnie na wyniki sportowe [26]. Wydaje się, że przyczyny powyższych rozbieżności w ocenie wpływu suplementacji antyoksydacyjnej na wydolność fizyczną, tkwią w zróżnicowaniu grup badanych, stosowanych metodach i w wielkości dawki przyjmowanych antyoksydantów. Wyniki z przeprowadzonych badań przedstawione w niniejszej pracy potwierdzają złożoność opinii na temat wpływu suplementacji witaminą C na wydolność fizyczną. Z pewnością konieczne są dalsze badania z tego zakresu.

Powszechnie znany jest fakt intensywnego powstawania ROS w czasie wysiłku fizycznego [3,34]. W sytuacji, gdy wytwarzanie ROS staje się większe niż sumaryczna pojemność buforowa przeciwutleniaczy, wolne rodniki gromadzą się w mięśniach powodując utlenianie białek i lipidów, co może prowadzić do zmniejszenia siły zawodnika i pojawienia się objawów zmęczenia. Może dochodzić także do uszkodzenia DNA, hamowania aktywności bakteriobójczej neutrofili, zmniejszenia proliferacji limfocytów T i limfocytów B [36]. W przeprowadzonych badaniach uwzględniono pomiar całkowitego potencjału antyoksydacyjnego (TAS – Total Antioxidant Status) za pomocą wskaźnika FRAP. Wartości FRAP uzyskane w badanej grupie siatkarek wskazywały, że potencjał antyoksydacyjny diet wzbogacanych witaminą C w dawce 1000 mg był wyższy od pozostałych, co świadczyłoby o bardziej efektywnej ochronie antyoksydacyjnej w tym przypadku. Opinie na temat korzyści ze wzbogacania diet sportowców w antyoksydanty w kontekście poprawy obrony organizmu przed wolnymi rodnikami wśród wielu badaczy polskich i zagranicznych są zgodne i pozytywne [37,38]. Na całkowity potencjał antyoksydacyjny określony metodą FRAP ma wpływ obecność różnych antyoksydantów w osoczu, jednak nie enzymów o właściwościach przeciwutleniających [39]. Jak wiadomo enzymy te stanowią barierę antyoksydacyjną organizmu. Głównym ich przedstawicielem jest dysmutaza ponadtlenkowa (SOD). W reakcji dysmutacji eliminuje ona ze środowiska anionorodniki ponadtlenkowe, z których powstaje nadtlenek wodoru podlegający rozkładowi do wody i tlenu przy udziale katalazy lub peroksydazy glutationowej [40].

Jak już wspomniano wcześniej podaż witaminy C w diecie siatkarek była niedostateczna. Podobny stan niedoboru występował także w grupach analizowanych przez innych badaczy z kraju i zagranicy [41,42,43].

W odniesieniu do stężenia witaminy C w surowicy krwi dziewcząt z Polic zastanawiające było stwierdzenie, że było ono w normie mimo niedostatecznej jej podaży w dietach. Wyjaśnienie przyczyn tej dysproporcji wymaga dalszych, poszerzonych badań.

Porównanie wyników uzyskanych dla stężenia witaminy C w surowicy krwi badanych uczennic Szkoły Mistrzostwa Sportowego z danymi z piśmiennictwa wskazywało na istnienie pewnych rozbieżności. I tak be found in the papers by Theodorou et al .[6], et al. [32] and Yfanti et al.[33].There are also opinions suggesting a negative effect of supplementation with antioxidants on people's and animals' physical fitness. The authors suggest possible interferences in body adaptive responses during endurance training [34,35]. It is reported that supplementation with ascorbic acid delays the post-exercise onset of muscle soreness which hinders the process of regeneration and, in consequence, adversely affects athletes' results [26]. It seems that such differences in the assessment of the effect of antioxidant supplementation on physical fitness are due to the diversification of the studied samples, the applied approaches and the doses of the administered antioxidants. The results presented in this paper confirm the complexity of opinions on the effect of supplementation with vitamin C on physical fitness. Certainly, further research on this issue is necessary.

It is widely known that intensive ROS production is triggered by physical exercise [3,34]. Under such conditions, when ROS production exceeds the overall buffer capacity of antioxidants, free radicals cumulate in muscles, causing oxidation of proteins and lipids, which can lead to competitors' strength impairment and the development of fatigue symptoms. Other possible consequences of excessive ROS production include DNA damage, inhibition of germicidal neutrophil activity and decreased T and B lymphocyte proliferation [36]. In this study, the measurement of the Total Antioxidant Status (TAS) using FRAP index was considered. FRAP values obtained from the studied sample of volleyball players indicated that the antioxidant potential of the diets supplemented with vitamin C in 1000 mg doses was higher than after taking different doses, which is indicative of effective antioxidant protection. Polish and foreign researchers generally agree in their opinions on the benefits of athlete diet supplementation with antioxidants, improving body resistance to free radicals, [37,38]. TAS, measured using FRAP approach, is influenced by the presence of various antioxidants in the plasma, but not by enzymes having antioxidant properties [39]. These enzymes are known to form an antioxidant barrier in the human organism. SOD is the main enzyme having this property. Through dismutation reaction, it eliminates superoxide anion radicals from the environment. Anion radicals produce hydrogen superoxide which is decomposed to water and oxygen, aided by CAT or glutathione peroxidase [40].

As mentioned before, the supply of vitamin C in the diet of the studied volleyball players was insufficient. Similar deficiencies were also found in samples studied by other Polish and foreign researchers [41, 42,43].

As for vitamin C serum concentration in the volleyball players from Police (West Pomerania), the finding indicating that this parameter was within the recommended norm despite the insufficient dietary supply, seems puzzling. Explanation of the possible reasons for this disproportion requires further extended research.

The comparison of the results obtained for vitamin C blood serum content in the studied sample of the pupils from Sport Champions School with the data presented in the reference sources indicates some discrepancies. For example, Gomez-Cabrera

This copy is for personal use only - not for commercial use

np. Gomez-Cabrera i wsp.[44] wykazali, że suplementacja diety grupy mężczyzn kwasem askorbinowym powodowała wzrost jego stężenia we krwi. Należy jednak dodać, że stosowano jedynie dawkę 1000 mg. Podobnie było w przypadku badań de Oliveira i wsp. [45] nad wpływem suplementacji diety witaminą C na odczucie leku u studentów. Wynikało z nich, że suplementacja diety witaminą C w dawce 500mg/dzień powodowała wzrost jej stężenia w surowicy krwi badanych osób.

Sirover i wsp. [46], którzy obserwowali wpływ suplementacji witaminą C na jej stężenie u pacjentów hemodializowanych, wykazali również wzrost stężenia witaminy C w surowicy krwi dla dawki 500 mg, który jednak nie był istotny statystycznie. Wszystko to świadczy o tym jak skomplikowany jest problem oddziaływania suplementacji diety witaminami antyoksydacyjnymi na organizm.

Można przypuszczać, że na rozbieżności w wynikach z oznaczeń stężenia witaminy C w surowicy krwi przy stosowaniu różnych dawek mogą mieć wpływ m.in. różnice osobnicze w absorpcji, transporcie, resorpcji w nerkach i wydalaniu, rodzaj uprawianej dyscypliny sportowej i intensywność wysiłku. Zakłócenia w obrębie jednego z tych czynników, mogą powodować deregulację w przemianach biochemicznych decydujących o powstawaniu różnic [47,48].

Jeśli chodzi o wyniki pomiarów aktywności dysmutazy ponadtlenkowej, to warto podkreślić jej wzrost w grupie otrzymującej witaminę C w dawce 500 mg i 2000 mg, przy czym należy zaznaczyć, że nie był on istotny i dlatego konieczne są dalsze badania. Odmienna sytuacja występowała w przypadku katalazy, gdzie dla dawki 500 mg stwierdzono jednoznaczny, istotny wzrost jej aktywności w porównaniu do pozostałych dawek. Odnosząc uzyskane wyniki do rezultatów innych badaczy należy wspomnieć o badaniach Khassafa i wsp. [49], którzy oceniając wpływ suplementacji witaminą C w dawce 500 mg na uszkodzenia oksydacyjne, uzyskali wzrost aktywności zarówno SOD, jak i CAT. Odmienny poziom aktywności dysmutazy ponadtlenkowej od tej uzyskanej w niniejszych badaniach, wynikał prawdopodobnie z dłuższego czasu trwania suplementacji (dwa razy dłuższy). Natomiast podobne wyniki uzyskali Şentürk i wsp. [50], którzy wykazali, że suplementacja diety witaminą C w dawce 1000 mg także nie wpływała na aktywność erotrocytarną SOD. Z kolei inna sytuacja w odniesieniu do CAT występowała w badaniach Theodorou i wsp. [6] dotyczących wpływu witaminy C i E na wydajność mięśni i stan redox krwi, w grupie mężczyzn rekreacyjnie uprawiających sport. W tym przypadku wzrostowi stężeń witamin w surowicy nie towarzyszył wzrost aktywności CAT.

Podsumowując należy stwierdzić, że suplementacja diety uczennic ze Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Policach witaminą C w dawce od 200 mg do 2000 mg, pozwoliła na wskazanie wielkości dawki w kontekście możliwości podwyższenia potencjału antyoksydacyjnego organizmu i wydolności fizycznej w oparciu o najczęściej stosowane w tego typu badaniach wskaźniki biochemiczne. Rozbieżności w niektórych wynikach budzą pewne wątpliwości co do jednoznacznego typowania konkretnej dawki witaminy C do suplementacji diety badanych siatkarek. W celu ich wyjaśnienia wskazane byłyby dalsze badania.

et al. [44] in their study showed that dietary supplementation with ascorbic acid in the sample of males contributed to the rise in the blood levels of this acid. We should add, however, that only 1000 mg doses were administered to that sample. Similar findings are reported by Oliveira et al. [45] who studied the effect of vitamin C supplementation on anxiety among students. The results indicated that supplementation with vitamin C in 500 mg daily doses caused the increase in vitamin C blood levels.

Sirover et al. [46], who observed the effect of supplementation with vitamin C on vitamin C concentration in hemodialyzed patients, also noted the increase in vitamin C serum levels with 500 mg doses, the value, however, was statistically insignificant. All the above mentioned findings indicate the complexity of the effect of dietary supplementation with antioxidants on the human body.

We can assume that the discrepancies in the results of the assay of vitamin C serum levels after administration of different doses maybe affected, inter alia, by individual differences in absorption,, transport, resorption in kidneys and excretion, the practiced sport discipline and exercise intensity. The disturbances in one of these factors can lead to deregulation of biochemical transformations which are responsible for the differences [47,48].

As far as the results of SOD activity measurements are concerned, we should emphasize the increase in this activity in the group receiving vitamin C in 500 mg and 2000 mg doses, mentioning at the same time that the obtained value was statistically insignificant. Given that fact, further research is necessary. Conversely, CAT activity increased after the administration of 500 mg doses as compared with the remaining doses. Comparing this study results with the results obtained by other researchers, we should mention the study carried out by Khassafa et al. [49] who, assessing the effect of vitamin C supplementation in 500 mg doses on oxidative damage, noted the increase in both SOD and CAT activity. The different level of SOD activity, as compared with this obtained in our study, probably resulted from the longer duration of supplementation period (twice as long). The results similar ours are reported by Şentürk et al.[50], who showed in their study that vitamin C supplementation with vitamin C in 1000 mg doses did not affect erythrocyte SOD activity. Theodorou et al. [6] in turn, report different findings from their research on the effect of vitamins C and E on muscle efficiency and blood redox status, carried out in a sample of males involved in recreational sports. In that case, the increase in vitamin serum levels was not accompanied by any increase in CAT activity.

In conclusion, we can state that the dietary supplementation with vitamin C in doses ranging from 200 to 2000 mg, in the group of girls from the Sport Champions School in Police (Western Pomerania), allowed determining the appropriate doses which turned out most effective in increasing the body antioxidant potential with the biochemical indicators, most often used in this type of research. The discrepancies in some results rise doubts concerning the unanimous application of specific vitamin C doses for dietary supplementation among the studied volleyball players. Further research is recommended to solve this problem.

This copy is for personal use only - distribution prohibited

Wnioski

1. Suplementacja diety siatkarek z Polic witaminą C oddziaływała korzystnie na potencjał antyoksydacyjny organizmu i jego wydolność.
2. Spośród wskaźników wytypowanych do oceny wpływu suplementacji diety witaminą C na potencjał antyoksydacyjny i wydolność fizyczną, najbardziej miarodajne były: wskaźnik FRAP, aktywność katalazy, wartość mocy maksymalnej i pracy całkowitej.
3. Całodzienne racje pokarmowe siatkarek nie były właściwie zbilansowane. Utrzymywanie się w czasie niedoborów energii i niektórych składników odżywczych, w tym witaminy C, może stwarzać problemy zdrowotne.
4. Stwierdzone rozbieżności w wynikach dla niektórych dawek wskazują na potrzebę realizacji dalszych badań z zakresu suplementacji diety witaminą C, z uwzględnieniem dodatkowych wskaźników.

Conclusions

1. Dietary supplementation with vitamin C in the group of volleyball players favorably affected the antioxidant body potential and fitness.
2. Among the indicators reflecting the effect of vitamin C supplementation on the antioxidant potential and fitness, FRAP, CAT and the values of the maximal power and total workout were the most reliable ones.
3. The daily food rations of the studied volleyball players were not appropriately balanced. Chronic deficiencies of energy and some nutrients including vitamin C may entail health problems.
4. The discrepancies found in the results obtained for certain doses indicate the need of further research on vitamin C supplementation, considering additional indicators.

Piśmiennictwo / References

1. Accattato F, Greco M, Pullano SA, et al. Effects of acute physical exercise on oxidative stress and inflammatory status in young, sedentary obese subjects. PLoS ONE 2017; 12(6): e0178900.
2. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. Int J Behav Nutr Phys Act 2010; 7: 40.
3. Barbieri E, Sestili P. Reactive oxygen species in skeletal muscle signaling. J Signal Transduct 2012; 982794.
4. Fatouros I. G., Jamurtas A. Z. Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. J Inflamm Res 2016; 9: 175-86.
5. Sadowska-Krępa E, Kłapcińska B. Witaminy antyoksydacyjne w żywieniu sportowców. Medycyna Sportowa 2005; 21(3): 174-82.
6. Theodorou AA, Nikolaidis MG, Paschalis V, et al. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. Am J Clin Nutr 2011; 93(6): 1373-83.
7. Moniczewski A, Brandys J. Oznaczanie witaminy C w surowicy i osoczu. Problemy Ter Monitor 2001; 12(2): 65-70.
8. Misra HP, Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephirine and simple assai for superoxide dismutase. J Biol Chem 1972; 247(10): 3170-5.
9. Aebi H. Catalase in vitro. Methods Enzymology 1984; 105: 121-6.
10. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem 1996; 151): 70-6.
11. Astrand P, Rohdahl K. Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise 1970; 1986: 354–91.
12. Bar-Or O. Le test anaerobic de Wingate, caracteristigues et applications. Symbioses 1981; 3: 157-72.
13. Seidler T, Gryza M. Ocena spożycia składników odżywczych przez pływaków z województwa zachodniopomorskiego. Now Leka 2006; 75(4): 334-9.
14. Seidler T, Mierzwa M, Szczuko M. Ocena sposobu żywienia osób uprawiających fitness – krótkie doniesienie. Medycyna Sportowa 2010; 4: 211-8.
15. Valliant MW, Emplaincourt HP, Wenzel RK, Garner BH. Nutrition Education by a Registered Dietitian Improves Dietary Intake and Nutrition Knowledge of a NCAA Female Volleyball Team Nutrients 2012; 4(6): 506-16.
16. Dwyer J, Eisenberg A, Prelack K, Song WO, Sonneville K, Ziegler P. Eating attitudes and food intakes of elite adolescent female figure skaters: a cross sectional study. J Int Soc Sports Nutr 2012; 9: 53.
17. Andreato L, Santos J, Esteves J, Panissa V, Julio U, Franchini E. Physiological, nutritional and performance profiles of brazilian jiu-jitsu athletes. J Hum Kinet 2016; 1: 261-71.
18. Wu G. Dietary protein intake and human health Food Funct. 2016; 7: 1251-65.
19. Stefańska E, Ostrowska L, Czapska D, Karczewski J. Jakościowa i ilościowa ocena żywienia studentów uczelni sportowych. Bromat Chem Toksykol 2007; 2: 131-5.
20. Wolnicka K, Taraszewska A. Ocena zawartości witamin i składników mineralnych w całodziennej racji pokarmowej uczniów V i VI klas wybranych warszawskich szkół podstawowych. Probl Hig Epidemiol 2012; 93(2): 408-13.
21. Gil M, Głodek E, Rudy M. Ocena spożycia witamin i składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych studentów uniwersytetu rzeszowskiego. Rocz Panstw Zakl Hig 2012; 63(4): 441-6.
22. Papadopoulou SK, Gouvianaki A, Grammatikopoulou MG, et al. Body Composition and Dietary Intake of Elite Cross-country Skiers Members of the Greek National Team. Asian J Sports Med 2012; 3(4): 257-66.
23. Diaz E, Ruiz F, Hoyos I, et al. Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race. J Sports Sci Med 2010; 9: 338-46.
24. Szczepańska B, Malczewska-Lenczowska J, Wajszczyk B. Ocena spożycia witamin i składników mineralnych przez dziewczęta z warszawskiego gimnazjum sportowego. Probl Hig Epidemiol 2011; 92(3): 644-7.
25. Parnell JA, Wiens KP, Erdman KA. Dietary intakes and supplement use in pre-adolescent and adolescent Canadian athletes. Nutrients 2016; 8(9): 526.

This copy is for personal use only - distribution prohibited

26. McLeay Y, Stannard S, Houltham S, Starck C. Dietary thiols in exercise: oxidative stress defence, exercise performance, and adaptation. J Int Soc Sports Nutr 2017; 14: 12.
27. Badii A, Nekouei N, Fazilati M, Shahedi M, Badiei S. Effect of consuming zinc-fortified bread on serum zinc and iron status of zinc-deficient women: A double blind, randomized clinical trial. Int J Prev Med 2012; 3(Suppl 1): 124-30.
28. Morrison D, Hughes J, Della Gatta PA, et al. Vitamin C and E supplementation prevents some of the cellular adaptations to endurance-training in humans. Free Radic Biol Med. 2015; 89: 852-62.
29. Mendelsohn AR, Larrick JW. Trade-offs between anti-aging dietary supplementation and exercise. Rejuvenation Res 2013; 16(5): 419-26.
30. Ryan MJ, Dudash HJ, Docherty M, et al. Vitamin E and C supplementation reduces oxidative stress, improves antioxidant enzymes and positive muscle work in chronically loaded muscles of aged rats. Experimental Gerontology 2010; 45(11): 882-95.
31. Asha Devi S, Prathima S, Subramanyam MV. Dietary vitamin E and physical exercise: I. Altered endurance capacity and plasma lipid profile in ageing rats. Experimental Gerontology 2003; 38 (3):285-90.
32. Yfanti C, Nielsen AR, Akerström T, et al. Effect of antioxidant supplementation on insulin sensitivity in response to endurance exercise training. Am J Physiol 2011; 300 (5): 761-70.
33. Yfanti C, Fischer CP, Nielsen S, et al. Role of vitamin C and E supplementation on IL-6 in response to training. J Appl Physiol 2012; 112: 990-1000.
34. Paulsen G, Cumming K, Holden G, et al. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double blind, randomised, controlled trial. J Physiology 2014; 592(8): 1887-901.
35. Gliemann L, Schmidt JF, Olesen J, et al. Resveratrol blunts the positive effects of exercise training on cardiovascular health in aged men. J Physiol 2013; 591: 5047-59.
36. Morales-Alamo D, Calbet JA. Free radicals and sprint exercise in humans. Free Radic Res 2014; 48: 30-42.
37. Kappus RM, Curry CD, McAnulty S, et al. The Effects of a Multiflavonoid Supplement on Vascular and Hemodynamic Parameters following Acute Exercise. Oxid Med Cell Longev 2011; 210798.
38. McLeay Y, Stannard S, Houltham S, Starck C. Dietary thiols in exercise: oxidative stress defence, exercise performance, and adaptation. J Int Soc Sports Nutr 2017; 14: 12.
39. Goluch-Koniuszy Z. Ocena wpływu, na modelu zwierzęcym, zmiany składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na całkowity potencjał antyoksydacyjny osocza mierzony metodą FRAP. Bromat Chem Toksykol 2014; 2: 204-12.
40. Malecka A, Piechalak A, Zielińska B, Kutrowska A, Tomaszewska B. Response of the pea roots defense systems to the two-element combinations of metals (Cu, Zn, Cd, Pb). Acta Biochim Pol 2014; 61(1): 23-8.
41. Cahill L, Corey PN, El-Sohemy A. Vitamin C deficiency in a population of young Canadian adults. Am J Epidemiol 2009; 170: 464-71.
42. Mosdol A, Erens B, Brunner EJ. Estimated prevalence and predictors of vitamin C deficiency within UK's low-income population. Journal of public health 2008; 30: 456-60.
43. Walentukiewicz A, Wilk B. Około treningowe wspomaganie żywieniowe u gimnastyczek artystycznych i gimnastyków sportowych klasy mistrzowskiej. Żyw Człow Metab 2009; 1: 112-7.
44. Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Romagnoli M, et al. Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. American Journal of Clinical Nutrition 2008; 87(1):142-9.
45. de Oliveira IJ, de Souza VV, Motta V, Da-Silva SL. Effects of Oral Vitamin C Supplementation on Anxiety in Students: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. Pak J Biol Sci 2015; 18(1): 11-8.
46. Sirover WD, Liu Y, Logan A, et al. Plasma ascorbic acid concentrations in prevalent patients with end-stage renal disease on hemodialysis. J Ren Nutr 2015; 25(3): 292-300.
47. Levine M, Padayatty SJ, Espey MG. Vitamin C. A Concentration-Function Approach Yields Pharmacology and Therapeutic Discoveries. Adv Nutr 2011; 2(2): 78-88.
48. Rumsey SC, Welch RW, Garraffo HM, et al. Specificity of ascorbate analogs for ascorbate transport. Synthesis and detection of [(125)I]6-deoxy-6-iodo-L-ascorbic acid and characterization of its ascorbate-specific transport properties. J Biol Chem 2009; 274: 23215-22.
49. Khassaf M, McArdle A, Esanu C, et al. Effect of vitamin C supplements on antioxidant defence and stress proteins in human lymphocytes and skeletal muscle. Physiol 2003; 549(Pt 2): 645-52.
50. Şentürk UK, Gündüz F, Kuru O, et al. Exercise-induced oxidative stress leads hemolysis in sedentary but not trained humans. Journal of Applied Physiology 2005; 99(4): 1434-41.

This copy is for personal use only - distribution prohibited