

Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach,  
Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych  
Academy of Physical Education in Katowice,  
Department of Physiological and Medical Sciences

EWA SADOWSKA-KRĘPA, STANISŁAW POPRZĘCKI

---

***The effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids (pufa) on the blood anti-oxidant status in young women***

---

**Wpływ suplementacji wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi omega-3 na status antyoksydacyjny krwi młodych kobiet**

Produkcja reaktywnych form tlenu (RFT) jest procesem fizjologicznym, towarzyszącym wielu przemianom metabolicznym. W warunkach spoczynku szybkość produkcji RFT jest niewielka, a nasila się w czasie wykonywania intensywnej pracy mięśniowej. System obrony antyoksydacyjnej ma charakter złożony: enzymatyczny (dysmutaza nadadtlenkowa -SOD, katalaza-CAT, peroksydaza glutationowa-GSH-Px, reduktaza glutationowa-GR) i ni enzymatyczny (witamina E, witamina A, kwas askorbinowy, selen jako składnik centrum aktywnego GSH-Px, kwas moczowy, glutation) [3]. Witaminy antyoksydacyjne mają szczególne znaczenie ze względu na możliwość zwiększenia ich podaży w diecie przez przyjmowanie suplementów witaminowych. Obok preparatów wielowitaminowych stosowanych przez sportowców, ważną rolę przypisuje się suplementacji wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi omega 3 ( $\omega$ -3 PUFA) [4,6].

Najważniejszymi dla zdrowia z tej rodziny kwasów wielonienasyconych są kwasy: kwas eikozapentaenowy (EPA) oraz kwas – dekozaheksaenowy (DHA), które powszechnie występują w mięśniach tłustych ryb morskich, np. makreli, łososi, śledzi. Ich źródłem są także warzywa liściaste oraz oleje roślinne (z siemienia lnianego, rzepaku, soi). Obecnie prowadzone liczne badania naukowe nad wpływem kwasów omega-3 na organizm ludzki, które ujawniły, że ich brak w organizmie sprzyja występowaniu różnych schorzeń (depresja, nadpobudliwość dziecięca ADD, otyłość, cukrzyca, zaburzenia pamięci, choroba Alzheimera, choroby układu krążenia, alergie, stany zapalne) [7].

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) są niezbędnymi składnikami wszystkich błon biologicznych ustroju. Ich prawidłowa struktura warunkuje sprawne funkcjonowanie receptorów na powierzchni błon komórek mięśniowych i krwinek białych oraz prawidłowy transbłonowy transport elektronów do – i z komórki. PUFA są związane z fosfolipidami błonowymi i mechanizmem uwalniania tlenu z krwinek czerwonych w tkankach, co przyczynia się do wzrostu poboru tlenu przez mitochondria. Wychwytywanie wolnych rodników przez kwasy omega-3 zapewnia lepszy stan funkcjonalny komórkom i tkankom [2].

W celu dokonania oceny statusu antyoksydacyjnego krwi najczęściej oznaczanymi parametrami są zmiany aktywności enzymów antyoksydacyjnych, nazywane triadą enzymatyczną (SOD, CAT, GSH-Px) [3].

Celem pracy była ocena statusu antyoksydacyjnego krwi młodych kobiet w warunkach przyjmowania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3.

#### MATERIAŁ I METODY

W badaniach udział wzięło 13 nie trenujących studentek Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach, które losowo podzielono na dwie grupy:

- I) kontrolną, nie przyjmującą żadnych preparatów witaminowych  
 II) suplementowaną preparatem Rybasol (Pronova Biocare A/S Norwegia; zezwolenie MZiOs nr.: 5640).

Podstawowe parametry somatyczne zestawiono w tabeli nr 1.

**Tabela 1. Charakterystyka badanych kobiet**

	grupa kontrolna (n=5)	grupa suplementowana (n=8)
wiek (lata)	22,2±2,39	20,4±0,9
Wzrost (cm)	163,8±6,7	168,9±10,3
masa ciała (kg)	57,6±6,2	58,8±12,0

Wszystkie badane, które zadeklarowały dobrowolny udział w eksperymencie, zostały również poinformowane o celu i protokole badań. Ochotniczki uprzedzono, że w okresie poprzedzającym badania (co najmniej przez 2 miesiące) nie wolno im było przyjmować żadnych preparatów witaminowych.

Program badań został zaakceptowany przez Komisję ds. Etyki Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach.

W grupie suplementowanej badane codziennie przez okres 2 tygodni zażywały preparat Rybasol w dziennej dawce 4g, tzn.: 2 kapsułki rano i 2 kapsułki wieczorem, przyjmowane podczas posiłku. Jedna kapsułka suplementu zawierała 1000mg preparatu z oleju rybiego o zawartości kwasów tłuszczowych omega-3 w ilości około 650mg, w tym 550mg EPA + DHA oraz 2 mg  $\alpha$ -tokoferolu, jako substancji pomocniczej.

Do oznaczeń parametrów biochemicznych pobierano próby krwi z żyły łokciowej do probówek Eppendorfa z heparyną w momencie rozpoczęcia eksperymentu (badanie 1) i po jego zakończeniu (badanie 2).

Status antyoksydacyjny krwi kobiet oceniano na podstawie oznaczeń aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD, E.C. 1.15.1) w hemolizatach erytrocytów przy pomocy zestawu diagnostycznego RANSOD (Randox, W. Brytania), katalazy (CAT, E.C. 1.11.1.6) w hemolizatach erytrocytów metodą Aebi'ego [1] oraz peroksydazy glutationowej (GSH-Px, E.C. 1.11.1.9) w pełnej krwi korzystając z zestawu diagnostycznego RANSEL (Randox, W. Brytania). W osoczu krwi oznaczano stężenie dialdehydu malonowego (MDA) metodą Buege-Austa [5].

Wszystkie wyniki przedstawiono w postaci średnich arytmetycznych (X) i odchyłeń standardowych (SD). Do oceny istotności różnic pomiędzy średnimi w badanej grupie zastosowano nieparametryczny test istotności Wilcoxon. Jako próg istotności przyjęto wartość  $p < 0,05$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

**Tabela 2. Średnie wartości aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) katalazy (CAT) i peroksydazy glutationowej (GSH-Px) we krwi badanych kobiet oraz poziom dialdehydu malonowego (MDA) w osoczu krwi w grupie kontrolnej i suplementowanej przed rozpoczęciem eksperymentu (1) i po okresie 2 tygodni (2)**

	grupa kontrolna		grupa suplementowana	
	1	2	1	2
SOD [U/gHb]	1313,536 ±234,09	1089,616 ±183,40	1317,911 ±261,72	1002,036* ±202,32
CAT [k/gHb]	187,654 ±33,69	199,225 ±31,93	188,650 ±40,76	178,182 ±30,18
GSH-Px [U/gHb]	62,92±25,64	54,04±14,43	69,56±9,58	54,20*±14,50
MDA [nmoli/l]	6,68±0,94	6,85±0,72	6,84±1,34	6,06±0,65

\* istotność różnic ( $p < 0,05$ ) w stosunku do wartości uzyskanych przed rozpoczęciem eksperymentu w badanej grupie.

Stwierdzono, że przed rozpoczęciem eksperymentu aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) we krwi kobiet z grupy kontrolnej i suplementowanej była na takim samym poziomie. Dwutygodniowe wspomaganie wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi z rodziny omega-3 w dawce 2,6g/dobę (kwas EPA 30%, DHA 20%) spowodowało istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ) obniżenie wartości aktywności SOD w porównaniu do wartości tego enzymu przed rozpoczęciem badań. Niższe, chociaż statystycznie nieistotne wartości aktywności SOD obserwowano również po zakończeniu badań w grupie kontrolnej. Podobnie, jak w przypadku SOD, wartości aktywności CAT przed rozpoczęciem badań we krwi badanych z obydwu grup były na tym samym poziomie. Po upływie dwóch tygodni stwierdzono, że w grupie kontrolnej aktywność CAT nieznamienne wzrosła, a w grupie suplementowanej tendencja była odwrotna.

Przed rozpoczęciem eksperymentu aktywność peroksydazy glutationowej (GSH-Px) we krwi badanych kobiet z obydwu grup utrzymywały się na podobnym poziomie, po czym po upływie 2 tygodni wartości aktywności tego enzymu obniżyły się istotnie ( $p < 0,05$ ) w grupie suplementowanej i nieistotnie w grupie kontrolnej.

Stężenie dialdehydu malonowego (MDA) w osoczu krwi badanych w obydwu grupach przed rozpoczęciem badań było podobne, po czym po upływie 2 tygodniowej suplementacji poziom MDA w grupie suplementowanej wyraźnie się obniżył, natomiast w grupie kontrolnej tendencja była odwrotna.

Na podstawie licznych doniesień naukowych można sądzić, że podawanie kwasów tłuszczowych z rodziny omega-3 w wysokich stężeniach powoduje wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych we krwi, prawdopodobnie wskutek nasilenia się peroksydacji lipidów [4]. Natomiast suplementowanie małymi dawkami oleju rybiego (tj.: około 2,4g/dobę), podobnie jak w badaniach opisanych w niniejszej pracy, nie ma istotnego wpływu na autoutlenianie lipidów i tym samym na kompensacyjny wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych we krwi [2].

Zastosowany w badaniach preparat Rybasol zawierał w swoim składzie witaminę E, której dzienna dawka przyjmowana przez kobiety uczestniczące w eksperymencie wynosiła 8mg/dobę. Jak wiadomo witamina E jest ważnym antyoksydantem rozpuszczalnym w lipidach, chroniącym błony komórkowe przed działaniem reaktywnych form tlenu [8]. Niedobór witaminy E w diecie zwiększa wrażliwość lipidów na peroksydację. Skutkiem zwiększonej peroksydacji lipidów i innych składników komórkowych jest ich uszkodzenie, a to w konsekwencji prowadzi do zwiększonej przepuszczalności błon komórkowych i nasila „ucieczkę” enzymów komórkowych do przestrzeni zewnątrzkomórkowej. Zwiększenie podaży witaminy E (powyżej 400UI/dobę) w diecie wpływa na ograniczenie peroksydacji lipidów, o czym świadczy niższy poziom dialdehydu malonowego (MDA) będącego markerem tego procesu [2,8].

## WNIOSKI

1. Niższe wartości aktywności enzymów antyoksydacyjnych we krwi kobiet po 2 tygodniowym stosowaniu suplementacji preparatem Rybasol w porównaniu do wartości aktywności tych enzymów przed rozpoczęciem suplementacji mogły wynikać z tego, że dobową dawkę wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 zawartą w preparacie była zbyt niska aby zwiększyć stres oksydacyjny i tym samym spowodować wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych we krwi badanych kobiet. Obniżenie aktywności tych enzymów może świadczyć o zmniejszeniu stresu oksydacyjnego.
2. Jak wiadomo, markerem najczęściej wykorzystywanym dla oceny negatywnych skutków stresu oksydacyjnego jest dialdehyd malonowy. Niższy poziom MDA w osoczu krwi u badanych po upływie 2 tygodniowej suplementacji w porównaniu do poziomu MDA przed rozpoczęciem przyjmowania preparatu mógł świadczyć o korzystnym wpływie preparatu Rybasol na ograniczenie autoutleniania lipidów. Czynnikiem odpowiedzialnym za tego typu reakcję mogła być zwiększona podaż witaminy E, substancji pomocniczej obecnej w preparacie.
3. Obserwowane w eksperymencie różnice w wartościach aktywności enzymów antyoksydacyjnych i stężeniach MDA przed- i po- zakończeniu badań w grupie kontrolnej mogły być spowodowane wpływem obciążeń wysiłkowych związanych z realizacją zajęć sportowych wynikających z rozkładu zajęć studentów AWF.

## PIŚMIENNICTWO

1. Aebi H. Catalase. In *Methods of Enzymatic Analysis*. Ed.H.O.Bergmeyer, 1974, ss.673-683.
2. Atalay M., Laaksonen D.L., Khanna S., Kaliste-Korhonen E., Hanninen O., Sen Ch.K. Vitamin E regulates changes in tissue antioxidants induced by fish oil and acute exercise. *Med.Sci.Sport Exerc.*, 2002, 32(2):601-607.
3. Bartosz G. *Druga twarz tlenu*. Wyd. Naukowe, PWN Warszawa, 1995.
4. Bellisola G., Galassini S., Moschini G., Perona G., Guidi G. Selenium and glutathione peroxidase variations induced by PUFA oral supplementation in humans. *Clin. Chim. Acta*, 1992, 1-2: 75-85.
5. Buege J.A., Aust S.D. *Methods in Enzymology*, Academic Press, New York, 1978, 52:302-310.
6. Goldfarb A.H. Antioxidants: role of supplementaton to prevent exercise-induced oxidative stress. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1993, 25(2): 232-236.
7. Mori T.A., Beilin L.J. Omega-3 fatty acids and inflammation. *Curr.Atheroscler Rep*, 2004, 6(6):461-467.
8. Tiidus P.M., Houston M.E. Vitamin E status and responses to exercise training. *Sports Med.*, 1995, 20: 12-23.

## STRESZCZENIE

Celem pracy było określenie wpływu 2-tygodniowej suplementacji wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi omega-3 na status antyoksydacyjny krwi młodych kobiet. Badane zostały losowo podzielone na dwie grupy: kontrolną (n=5) i suplementowaną (n=8) preparatem Rybasol (Pronova Biocare A/S, Norwegia). Przed rozpoczęciem badań i po upływie 2 tygodni we krwi badanych z obu grup oznaczano spoczynkowe wartości aktywności enzymów antyoksydacyjnych, to jest dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT) i peroksydazy glutationowej (GSH-Px) oraz poziom produktów peroksydacji lipidów (MDA) w osoczu krwi. Zastosowana suplementacja spowodowała istotne statystycznie obniżenie aktywności SOD, GSH-Px ( $p<0,05$ ) i nieznamienisty spadek aktywności CAT w porównaniu do wartości aktywności tych enzymów przed rozpoczęciem eksperymentu. Obserwowano tendencję do obniżenia poziomu MDA w wyniku zastosowanej suplementacji, co może wskazywać na zmniejszenie stresu oksydacyjnego.

## SUMMARY

The effect was studied of a 2 wk supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids (Rybasol, Pronova Biocare A/S Norway) on the blood antioxidant status in young women. The subjects were divided into two groups: the control (n=5) and the supplemented group (n=8). At the start of the experiment and after 2 weeks the activities of antioxidant enzymes, i.e. superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GSH-Px) were measured in venous blood samples and concentrations of malondialdehyde (MDA) were determined in plasma. The supplementation with omega-3 PUFA led to a marked ( $p<0,05$ ) decrease in the activity of SOD and GSH-Px, whereas only insignificant decline in the activity of CAT was observed as compared to the baseline activities of this enzyme. A tendency towards lower plasma MDA concentration was observed after supplementation with  $\omega$ -3 PUFA, which may be indicative of the attenuation of oxidative stress.