

Znaczenie kwasów omega-3 w utrzymaniu prawidłowego funkcjonowania organizmu

Significance of omega-3 acids in the maintenance of the proper function of human body

mgr farm. Michał Mańka

PDF www.lekwpolsce.pl

Słowa kluczowe: kwasy omega-3, DHA, EPA, kwas dokozaheksaenowy, kwas eikozapentaenowy, układ sercowo-naczyniowy, układ nerwowy.

Streszczenie: Do kwasów omega-3 zalicza się kwas dokozaheksaenowy (DHA) oraz eikozahexaenowy (EPA). Ten ostatni jest m.in. prekursorem eikozanoidów. Do grupy wspomnianych substancji zalicza się fizjologicznie i farmakologicznie czynne związki cykliczne, znane jako: prostaglandyny (PG), prostacykliny (PGI), tromboksany (TXA) oraz leukotrieny (LT) i lipoksyny (LX). Eikozanoidy wpływają m.in. na regulację czynności układu sercowo-naczyniowego. DHA natomiast występuje powszechnie w błonach komórkowych całego organizmu. Stanowi główny element budulcowy błon komórkowych neuronów kory mózgowej.

Keywords: omega-3 acids, DHA, EPA, docosahexaenoic acid, eicosapentaenoic acid, cardiovascular system, nervous system.

Abstract: Docosahexaenoic acid (DHA) and eicosahexaenoic acid (EPA) belong to the group of omega-3 acids. EPA is a precursor of eicosanoids – substances which are physiologically and pharmacologically active. To the eicosanoids group belong: prostaglandins (PG), prostacyclins (PGI), thromboxans (TXA) as well as leucotriens (LT) and lipoxins (LX). Eicosanoids contribute to the proper function of cardiovascular system. DHA can be found in cell membranes of the whole organism. The most important role of DHA is to build cell membrane of the neurons located in the cerebral cortex.

Wprowadzenie

Prawidłowe żywienie człowieka polega na całkowitym pokryciu zapotrzebowania organizmu na energię oraz wszystkie składniki pokarmowe potrzebne do rozwoju i zachowania zdrowia. W pożywieniu człowieka ogromną rolę odgrywają tłuszcze. Są źródłem kwasów tłuszczowych, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach: A, D, E. Stanowią również źródło, z którego organizm czerpie składniki do

budowy komórek, tkanek i narządów oraz do syntezy niektórych substancji biologicznie czynnych (eikozanoidów), a zwłaszcza prostaglandyn zaliczanych do hormonów tkankowych, jak np. prostacyklina (PGI₂). Organizm człowieka nie posiada zdolności syntezy NNKT. Z tego powodu NNKT muszą być dostarczane bezpośrednio z dietą.

Podział kwasów tłuszczowych

W zależności od liczby podwójnych wiązań, kwasy tłuszczowe dzieli się na:

- nasycone (SFA – *Saturated Fatty Acids*),
- jednonienasycone (MUFA – *Monounsaturated Fatty Acids*);
- wielonienasycone (PUFA – *Polyunsaturated Fatty Acids*).

Ze względu na to, że wielonienasycone (polienowe) kwasy tłuszczowe są tłuszczami egzogennymi, wchodzą w skład niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (EFA, *Essential Fatty Acids*). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe zbudowane są z 18 do 22 atomów węgla, pomiędzy którymi znajduje się od 2 do 6 wiązań podwójnych. W zależności od położenia pierwszego z nich, licząc od metylowego końca, dzieli się je na dwie grupy:

- n-3 lub ω -3, czyli rodzina kwasu a-linolenowego (ALA);
- n-6 lub ω -6, tzw. rodzina kwasu linolowego (LA).

Nazewnictwo kwasów związane jest z ich budową chemiczną. W rodzinie omega-3 pierwsze wiązanie podwójne występuje przy trzecim węglu od metylowego ($-\text{CH}_3$) końca łańcucha, stąd nazwa omega-3; natomiast w rodzinie omega-6 przy szóstym węglu, licząc od metylowego końca łańcucha (nazwa omega-6). Macierzyste kwasy tłuszczowe z rodziny ω -3 (a-linolenowy – C18:3) i ω -6 (kwas linolowy – C18:2) nie podlegają syntezie w organizmie człowieka i większości zwierząt z powodu braku desaturaz wprowadzających wiązanie podwójne w cząsteczce kwasu przy węglu 3. i 6., licząc od grupy metylowej, dlatego też muszą być dostarczone wraz z pożywieniem.

Spośród polienowych kwasów tłuszczowych najistotniejsze znaczenie mają długołańcuchowe polienowe kwasy tłuszczowe (LC PUFA – *Long Chain Polyunsatura-*

ted Fatty Acids), do których zalicza się kwas eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA).

Kwasy tłuszczowe omega-3

Źródła kwasów tłuszczowych omega-3

Kwas a-linolenowy (omega-3) występuje w większych ilościach w oleju lnianym (50%), a w niewielkich ilościach znajduje się w oleju rzepakowym i sojowym oraz powszechnie w błonach chloroplastów roślin. Tłuszcz znajdujący się w warzywach liściastych zawiera bardzo dużą ilość kwasu linolenowego (ok. 40-60%). Ogólna ilość tłuszczu w tych roślinach jest jednak bardzo mała, a tym samym dostarczają one zbyt małych ilości kwasu a-linolenowego jak na potrzeby metaboliczne człowieka. W naturze kwasy omega-3 występują w znacznych ilościach w glonach i fitoplanktonie morskim. Jednak dla człowieka najważniejszym źródłem kwasów tłuszczowych ω -3, a zwłaszcza frakcji długołańcuchowych – kwasu eikozapentaenowego (EPA) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA), jest tłuszcz pochodzący z ryb i zwierząt morskich żywiących się planktonem lub rybami. Poziom EPA i DHA oraz ich wzajemne proporcje w rybim tłuszczu zależą od gatunku i stanu fizjologicznego ryb, pory roku oraz akwenu połowu, np. ryby z zimnych mórz północnych zawierają więcej EPA, zaś z południowych więcej DHA. Ponadto ryby żyjące dziłko charakteryzują się większą zawartością kwasów tłuszczowych ω -3, a mniejszą ω -6 w porównaniu z rybami hodowlanymi. Również niektóre gatunki śródlądowe zawierają wysoki poziom kwasów omega-3 – głównie łosoś. Tran (*Oleum Jecoris Aselli*) – olej wątluszy jest ciekłym tłuszczem otrzy-

mywanym ze świeżej wątroby dorsza atlantyckiego lub innych ryb z rodziny dorszowatych. Jego skład jest zróżnicowany i zawiera różnorodne kwasy tłuszczowe, głównie nienasycone, w tym znaczne ilości glicerydów EPA i DHA, a także witaminy A i D. Niektóre preparaty tranu obecne na rynku farmaceutycznym są wzbogacone w witaminę E. Produkt ten powinien być regularnie spożywany przez ludzi w każdym wieku, jednak przede wszystkim przez dzieci. Różnorodne owoce morza (ostrygi, krewetki, kraby) i glony także zawierają kwasy omega-3.

Przemiany enzymatyczne kwasów omega-3

Skład kwasów tłuszczowych w organizmie człowieka zależy w dużym stopniu od składu kwasów tłuszczowych pożywienia i wza-

jemnego stosunku ilościowego pomiędzy poszczególnymi grupami kwasów tłuszczowych. Polienowe kwasy tłuszczowe dostarczane wraz z pożywieniem mogą ulegać przemianom enzymatycznym, które polegają na wprowadzeniu kolejnych wiązań podwójnych pod wpływem określonej desaturazy oraz wydłużania łańcucha węglowodorowego przy udziale enzymu wydłużającego – elongazy. Przemiany wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zachodzą w retikulum endoplazmatycznym komórek, w którym w procesie denaturacji i elongacji przekształcane są długołańcuchowe LC PUFA, mające zasadniczą aktywność biologiczną. Przewaga kwasu linolowego (LA) w diecie hamuje syntezę EPA i DHA, co może zaburzać równowagę fizjologiczną ustroju. Stwierdzono, że 1 g EPA i DHA po-



Rodzina Zdrowia **Omega Forte**

Dla młodzieży i dorosłych
Olej z ryb (w tym DHA 22% i EPA 33%) + witamina E

Polecaj osobom dorosłym i młodzieży dbającym o:

- ▶ prawidłowe funkcjonowanie serca (DHA i EPA)
- ▶ sprawne funkcjonowanie mózgu (DHA)
- ▶ utrzymanie dobrego wzroku (DHA)
- ▶ dostarczanie organizmowi substancji o działaniu przeciwutleniającym (witamina E)



wstaje z 3-4 g ALA, co wynika z konkurencji o enzymy.

Rola fizjologiczna kwasów tłuszczowych omega-3

Związki powstałe w wyniku opisanych powyżej przemian enzymatycznych kwasów omega-3 wywierają następujące działania fizjologiczne na organizm człowieka:

- PGI₃ (prostacyklina I₃) – powstaje w śródbłonku naczyń; działa wazodilatacyjnie na naczynia wieńcowe i antyagregacyjnie oraz zwiększa poziom cAMP, co wpływa na rozluźnienie mięśni gładkich naczyń krwionośnych;
- PGE₃ (prostaglandyna E₃) – powstaje w tkankach i innych niektórych komórkach; działa wazodilatacyjnie i antyagregacyjnie;
- TXA₃ (tromboksan A₃) – powstaje w trombocytach; działa słabo proagregacyjnie i wazokonstrykcyjnie;
- LTB₅ (leukotrien B₅) – powstaje w leukocytach; jest słabym induktorem zapalenia i reakcji alergicznych.

Kwas dokozaheksaenowy DHA występuje powszechnie w błonach komórkowych całego organizmu. Stanowi główny element budulcowy błon komórkowych neuronów kory mózgowej w OUN (do 50% całej frakcji błonowych fosfolipidów). Wyniki badań, które przeprowadzono na zwierzętach wykazały, że kwas dokozaheksaenowy stymuluje wzrost komórek nerwowych, tworząc je bardziej rozgałęzione, wielobiegunowe, o dłuższych wypustkach. Kwas dokozaheksaenowy (DHA) jest podstawowym elementem budulcowym błon komórkowych czopków i pręcików siatkówki oka,

które odpowiedzialne są za widzenie nocne i barwne. Jest substratem dla związków o potencjale cytoprotekcyjnym i przeciwzapalnym. Będąc substratem dla lipooksygenazy (LOX), DHA ulega przemianom do związków dokozaatrienowych o silnym działaniu neuroprotekcyjnym. Takim związkiem powstałym z kwasu dokozaheksaenowego (DHA) w wyniku działania 15-LOX i następującej epoksydacji jest neuroprotektyna D1 (NPD1). NPD1 jest tworzona zarówno w fotoreceptorach (segmenty wewnętrzne), jak i w komórkach nabłonka barwnikowego siatkówki. Oddziałując na swoiste receptory, NPD1 uruchamia mechanizmy prowadzące do licznych prożyciowych efektów, m.in. hamowania ekspresji i aktywności czynników prozapalnych. Kwas dokozaheksaenowy (DHA) odgrywa rolę w rozwoju układu nerwowego podczas życia płodowego, we wczesnym i późniejszym dzieciństwie. Odpowiednio wysoki poziom oraz właściwa proporcja pomiędzy omega-3 i omega-6 w diecie matki przeciwdziała przedwczesnym porodom i niskiej masie urodzeniowej noworodków oraz pozytywnie wpływa na rozwój ośrodkowego układu nerwowego i zdolności uczenia się dziecka. Ma również wpływ na zmniejszenie ryzyka wystąpienia reakcji alergicznych i zmian atopowych skóry u dziecka.

Eikozanoidy

W wyniku przemian enzymatycznych z kwasów dwudziestowęglowych powstają m.in. eikozanoidy. Są to hormony tkankowe o szerokim spektrum działania. Prekursorami eikozanoidów są: z rodziny ω-6 kwas dihomogamma-linolenowy DGLA (C_{20:3}), kwas arachidonowy AA (C_{20:4}) i z rodzi-

ny ω -3 eikozapentaenowy EPA (C20:5). Do grupy eikozanoidów zalicza się fizjologicznie i farmakologicznie czynne związki cykliczne, znane jako: prostaglandyny (PG), prostacykliny (PGI), tromboksany (TXA) oraz związki niecykliczne: leukotrieny (LT) i lipoksyny (LX).

Z kwasu dihomogamma-linolenowego DGLA powstają:

- prostaglandyny,
- prostacykliny,
- tromboksany monoenowe (PGI1, TXA1).

Z kwasu arachidonowego AA powstają:

- tromboksany dienowe (PGI2, PG2, TXA2),
- leukotrieny (LT) serii 4 (A4-E4).

Z kwasu eikozapentaenowego EPA powstają:

- tromboksany trienowe (PGI3, PGE3, TXA3) – pod wpływem enzymu cyklooksygenazy (COX),
- leukotrieny (LT) serii 5 (A5-E5) – pod wpływem enzymu lipooksygenazy (LOX).

Eikozanoidy wpływają m.in. na: regulację czynności układu sercowo-naczyniowego, ciśnienie krwi, formowanie się skrzepów wewnątrznaczyniowych, stężenie triacylogliceroli w osoczu, czy procesy zapalne. U osób będących na diecie charakterystycznej dla krajów wysoko rozwiniętych wytwarzane są prawie wyłącznie eikozanoidy dienowe, powstające z kwasu arachidonowego. Natomiast w tkankach populacji spożywających znaczne ilości ryb i zwierząt morskich powstają głównie eikozanoidy trienowe, syntetyzowane z kwasu eikozapentaenowego.

Udowodniono, że nadmiar kwasów tłuszczowych ω -6 w diecie hamuje metabolizm kwasów tłuszczowych ω -3, co może doprowadzić do zaburzenia równowagi fizjologicznej syntetyzowanych z nich związków

biologicznie czynnych, dlatego należy zachować odpowiednią proporcję obu grup polienowych kwasów tłuszczowych. Istnieją różnice między efektami aktywności eikozanoidów, będących pochodnymi różnych grup kwasów tłuszczowych.

Eikozanoidy powstałe z kwasu arachidonowego charakteryzują się wysoką aktywnością biologiczną nawet w bardzo małych ilościach, natomiast w nadmiarze stymulują zmiany zakrzepowe, zapalne i alergiczne, proliferację komórek (także nowotworowych). Dlatego nadmierne spożycie kwasów tłuszczowych ω -6 uważane jest za niekorzystne, szczególnie przy małym spożyciu ω -3.

Rekomendacje dobowego spożycia kwasów omega-3

Zgodnie ze wskazaniami FDA powinno się suplementować (wraz z żywnością lub preparatami farmaceutycznymi) do 3 g EPA i DHA na dobę. W przypadku stwierdzonej hipertriglicydemii należy uzupełniać w diecie 2-4 g na dobę estrów etylowych EPA i DHA; jest to kuracja 8-tygodniowa. Osoby z podwyższonym wskaźnikiem zakrzepowym (duże rozrzedzenie krwi) nie powinny przyjmować więcej niż 1 g EPA i DHA na dobę z powodu przeciwwakrzepowego mechanizmu działania kwasów omega-3. Dlatego też u tych osób przyjmowanie wyższych dawek kwasów omega-3 powinno być objęte kontrolą lekarza specjalisty.

Podsumowanie

Obecnie istnieje wiele dowodów naukowych potwierdzających korzystne i ochronne działanie kwasów tłuszczowych omega-3 PUFA. U człowieka współczesnego, który nie prefe-

ruje pokarmów rybnych (bogatych w kwasy omega-3), kaskada przemian kwasów omega-3 nie jest wystarczająca do zapewnienia optymalnej ich ilości dla zdrowia organizmu. Dlatego kwasy omega-3 EPA i DHA powinny być dostarczane w pożywieniu bądź właściwie suplementowane. EPA pobudza głównie układ sercowo-naczyniowy poprzez wpływ na syntezę eikanozoidów, zaś DHA jest ważnym składnikiem strukturalnym wysoko aktywnej tkanki nerwowej. DHA stanowi do 60% sumy kwasów tłuszczowych w fosfolipidach neuronów i odgrywa kluczową rolę w rozwoju układu nerwowego podczas życia płodowego i we wczesnym dzieciństwie. © P

Piśmiennictwo:

1. Adams PB, Lawson S, Sinklar AJ. Arachidonic acid to eicosapentaenoic acid ratio in blood correlates positively with clinical symptoms of depression. *Lipids* 1996;31(Suppl):157.
2. Allman MA. Supplementation with flaxseed oil versus sunflowerseed oil in healthy young men consuming a low fat diet: effects on platelet composition and function. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1995;3:252.
3. Anderle P, Farmer P, Berger A, Roberts MA. Nutrigenomic approach to understanding the mechanisms by which dietary long-chain fatty acids induce gene signals and control mechanisms involved in carcinogenesis. *Nutrition* 2004;20(1):103-8.
4. Banning M. The role of omega-3-fatty acids in the prevention of cardiac events. *Br. J. Nurs.* 2005;25:503-508.
5. Bartnikowska E. Fizjologiczne działanie polienowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3. *Tłuszcze Jadal* 2008;1-2:10-15.
6. Bjerve KS, Brubak AM. N-3 fatty acids - essential fatty acids with important biological effects, and serum phospholipids fatty acids as markers of dietary n-3 fatty acids intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993;5(5):801.
7. Block RC, Pearson TA. Wpływ kwasów tłuszczowych omega-3 na układ sercowo-naczyniowy. *Folia Kardiol. Excerpta* 2006;1(7):362-376.
8. Chapkin RS, Kim W, Lupton JR, McMurray DN. Dietary docosahexaenoic and eicosapentaenoic acid: emerging mediators of inflammation. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 2009;81:187-191.
9. Chapkin RS, McMurray DN, Davidson LA, Patil BS, Fan YY, Lupton JR. Bioactive dietary long-chain fatty acids: emerging mechanisms of action. *Br. J. Nutr.* 2008;100:1152-1157.
10. Connor WE. The beneficial effects of n-3 fatty acids: cardiovascular disease and neurodevelopment. *Curr. Opin. Lipidol.* 1997;8:1.

Całość piśmiennictwa dostępna w redakcji.

Oddano do publikacji: 22.05.2017 Copyright© Medyk Sp. z o.o.

mgr farm. Michał Mańka
mmanka@medyk.com.pl