

Wojciech Kolanowski

DLUGOŁAŃCUCHOWE WIELONIENASYCONE KWASY TŁUSZCZOWE OMEGA-3 – ZNACZENIE ZDROWOTNE W OBNIŻANIU RYZYKA CHOROÓB CYWILIZACYJNYCH

Zakład Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
Kierownik: prof. dr hab. *A. Stołyhwo*

Hasła kluczowe: wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, olej rybi, choroby krążenia, choroby cywilizacyjne, suplementacja
Key words: polyunsaturated fatty acids omega-3, fish oil, cardiovascular diseases, life-style related diseases, supplementation

Niewłaściwy sposób odżywiania jest jednym z najważniejszych czynników ryzyka wielu tzw. chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza chorób krążenia i nowotworowych. Zjawisko to związane jest głównie z nadmiernym spożyciem tłuszczów oraz ich niekorzystnym żywieniowo składem w diecie (1, 2, 3). Badania wskazują, że wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, zwłaszcza formy długołańcuchowe, wywierają korzystny wpływ na zdrowie. Przyjęto, że jednym ze wskaźników jakości zdrowotnej diety jest poziom spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych grupy omega-3 i jego proporcja do kwasów grupy omega-6 (1, 4). W przeciętnym sposobie odżywiania proporcja ta znacznie odbiega od prawidłowej z powodu zbyt wysokiego spożycia tłuszczów nasyconych oraz kwasów tłuszczowych omega-6 wraz z tłuszczami roślinnymi i zarazem zbyt niskiego – kwasów omega-3 (1, 2). Wpływa to na podwyższenie ryzyka rozwoju wielu chorób tzw. cywilizacyjnych (4, 5). Dlatego celowe wydaje się upowszechnienie wśród lekarzy pierwszego kontaktu wiedzy na temat znaczenia zdrowotnego długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz celowości zalecania suplementacji tymi kwasami diety zwłaszcza pacjentów obciążonych znacznym ryzykiem chorób krążenia i nowotworowych.

Kwasy tłuszczowe omega-3, zwłaszcza frakcje długołańcuchowe (LC PUFA – long chain polyunsaturated fatty acids) – EPA i DHA (kwas eikozapenta- i dokozaheksaenowy) są niezbędne dla prawidłowego przebiegu przemian metabolicznych, a ich niemal jedynym źródłem w diecie są ryby i zwierzęta morskie, a właściwie ich tłuszcz (4, 6). W organizmie człowieka długołańcuchowe kwasy omega-3 wchodzi w skład fosfolipidów błon komórkowych, a szczególnie wysoki ich poziom występuje w tkance centralnego układu nerwowego, siatkówce i jądrach. Kwasy te są także prekursorami wewnątrzustrojowej syntezy eikozanoidów – substancji hormonopodobnych o szerokim spektrum działania, głównie prostaglandyn serii 3, prostacyklin, leukotrienów i tromboksanów (3, 7). Wykazano, że EPA i DHA wpływają m.in. na hamowanie rozwoju schorzeń układu krążenia, zakrzepów naczyń, niektórych postaci nowotworów, reakcji zapalnych i alergicznych, obniżenie poziomu trójglicerydów i podwyższenie korzystnej frakcji HDL cholesterolu w surowicy krwi. Ponadto pełnią one ważną rolę w prawidłowym rozwoju i funkcjonowaniu układu nerwowego, zwłaszcza mózgu i narządu wzroku (4, 8).

Podwyższenie udziału kwasów tłuszczowych omega-3 w diecie, możliwe jest m.in. przez zwiększenie spożycia ryb morskich lub suplementację diety, a także spożycie żywności wzbogaconej dodatkiem wysokiej jakości nieuwodornionego oleju rybiego (5). Dla zapewnienia mniej więcej stałej dawki EPA i DHA, ryby, suplementy lub wzbogacona żywność powinny być spożywane często i systematycznie

(9, 10). Osobną grupą produktów, których wzbogacanie w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe omega-3 jest celowe są odżyvky dla niemowląt, szczególnie urodzonych przedwcześnie (11).

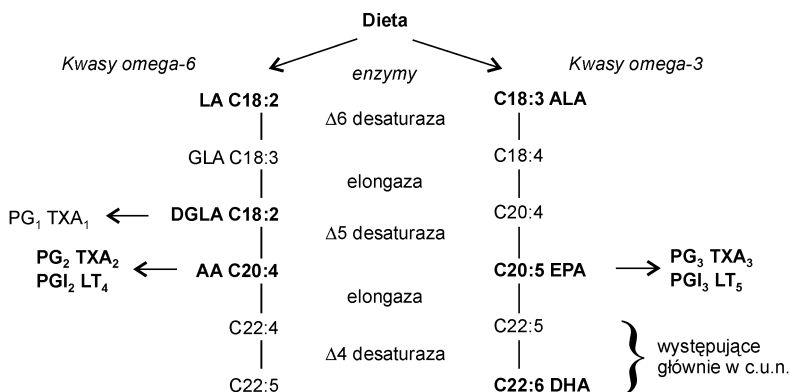
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe

Wśród naturalnie występujących wielonienasyconych kwasów tłuszczowych występują dwie grupy: omega-3 i omega-6 (oznaczane także ω - lub n -). Cyfra oznacza położenie pierwszego wiązania nienasyconego licząc od metylowego końca łańcucha węglowego. Jako niezbędne (tzw. NNKT – niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe) uważa się kwasy: omega-6 C18:2 – kwas linolowy (LA) oraz omega-3 C18:3 – kwas alfa linolenowy (ALA). NNKT, podobnie jak witaminy nie mogą być syntetyzowane w organizmie człowieka, a ich deficyt w diecie wywołuje zaburzenia zdrowotne. Do tej grupy zalicza się również długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe powstające w ustroju na drodze przemian enzymatycznych z LA (omega-6) i ALA (omega-3) lub dostarczane bezpośrednio z diety. Są to głównie omega-6 C20:4 kwas arachidonowy (AA) oraz omega-3 C20:5 i C22:6 – kwas eikozapenta- i dokozaheksaenowy (EPA i DHA) (ryc. 1) (1, 6). Właściwości bioaktywne w organizmie wykazują długołańcuchowe formy wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (2, 5). W ustroju średnio jedynie 5% spożytego z diety ALA przechodzi biotransformację do EPA i DHA, reszta jest zużywana na cele energetyczne. Tak niski stopień biotransformacji wynika m.in. z silnej konkurencji o enzymy (głównie desaturazę delta 6) kwasów tłuszczowych omega-3 (tj. ALA) z przeważającymi w diecie kwasami omega-6 LA (ryc. 2) (1). Proporcja między kwasami omega-3 i omega-6 w diecie wpływa także na zawartość i proporcje tych kwasów tłuszczowych w lipidach osocza krwi oraz błon komórkowych trombocytów, których poziom EPA i DHA traktuje się często jako biomarker zawartości tych kwasów w organizmie.



Ryc. 1. Budowa strukturalna długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 EPA i DHA.

Fig. 1. Structure of long-chain EPA and DHA omega-3 fatty acids.



Ryc. 2. Przemiany metaboliczne wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w organizmie; GLA i DGLA – kwas gamma i di-homo gamma linolenowy (opracowanie własne).

Fig. 2. Systemic metabolism of long-chain polyunsaturated fatty acids; GLA and DGLA – gamma and di-homo gamma linolenic acids.

W naturze EPA i DHA występują w algach i fitoplanktonie morskim syntetyzującym te kwasy tłuszczowe oraz, w znacznych ilościach, w tłuszczu ryb i innych zwierząt morskich żywiących się planktonem lub rybami (tab. I) (1, 12). W praktyce największe znaczenie jako źródło tych kwasów omega-3 posiadają ryby. Zawartość EPA i DHA oraz ich wzajemne proporcje w tłuszczu rybim zależą od gatunku i stanu fizjologicznego ryb, pory roku oraz akwenu połowu, np. ryby z zimnych mórz północnych zawierają więcej EPA, z południowych zaś więcej DHA (2, 12). Także niektóre gatunki śródłądowe zawierają wysoki poziom tych korzystnych zdrowotnie kwasów tłuszczowych – głównie pstrągi i inne ryby łososiowate.

Tabela I

Średnia zawartość długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 w wybranych rybach i bezkręgowcach, g/100 g (12)

Table I

Mean content of long-chain polyunsaturated omega-3 fatty acids in selected fish and invertebrates g/100 g

	Śledź	Dorsz	Makrela	Tuńczyk	Łosoś	Pstrąg	Krab	Krewetka	Ostryga
Tłuszcz ogółem	9,0	0,7	13,9	4,7	5,4	7,7	1,0	1,5	2,0
EPA	0,7	0,1	0,9	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3
DHA	0,9	0,2	1,6	0,9	0,9	0,5	0,1	0,2	0,2
Długołańcuchowe omega-3 razem	1,6	0,3	2,5	1,0	1,2	0,6	0,3	0,5	0,5

Do celów farmakologicznych i wzbogacania żywności prozdrowotnej wykorzystuje się rafinowane oleje rybnie otrzymywane przemysłowo z całych ryb lub ich tkanki podskórnej i kości, a także trany – otrzymywane z rybich wątrób (9). Trany zawierają wysoki poziom witamin A i D i są głównie traktowane jako źródło tych witamin. Nietypowym źródłem EPA i DHA są tzw. s.c.o. (ang. single cell oils) – oleje o wysokim stężeniu tych kwasów tłuszczowych, otrzymywane z hodowli specyficznych mikroalg i grzybów planktonu morskiego (2, 5, 12). Ostatnio proponuje się także wykorzystanie kwasów omega-3 pozyskiwanych ze skorupiaków morskich i śródłądowych.

Wpływ zdrowotny kwasów tłuszczowych omega-3

Korzystny zdrowotny wpływ długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 zauważono po raz pierwszy w latach 70. *Bang* i *Dyerberg* prowadząc badania wśród grenlandzkich Eskimosów zaobserwowali praktycznie brak zmian miażdżycowych i bardzo małą zapadalność na inne choroby układu sercowo-naczyniowego, cukrzycę, łuszczycę, choroby alergiczne i choroby nowotworowe w tej populacji w porównaniu do Duńczyków kontynentalnych, mimo diety o wysokim poziomie cholesterolu i tłuszczu zwierzęcego – głównych dietetycznych czynników ryzyka chorób krążenia. Efekty te przypisano diecie Eskimosów bogatej w EPA i DHA – składającej się przede wszystkim z ryb i ssaków morskich (13). Kolejne badania wykazały, że wszystkie społeczności spożywające znaczne ilości ryb, i tym samym długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3, cechują się istotnie niższą częstością występowania ww. chorób w porównaniu do tych społeczności, w których jest ono niewielkie (śmiertelność z powodu chorób krążenia wśród Eskimosów wynosi ok. 5%, w Japonii ok. 12% zaś w Europie i USA ponad 45%) (1, 2, 14).

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe obu grup (omega-6 i omega-3) wchodziły w skład fosfolipidów błon komórkowych, a ich wzajemna proporcja w tkankach zależna jest w dużym stopniu od ich proporcji w diecie (2, 5, 21). Uwalniane z fosfolipidów stają się substratem do syntezy eikozanoidów m.in.: prostaglandyn (PG), prostacyklin (PGI), tromboksanów (TXA) i leukotrienów (LT), a także lipoksyn (1, 15). Wpływ zdrowotny wielonienasyconych kwasów tłuszczowych związany jest w dużym stopniu z efektami aktywności eikozanoidów. Eikozanoidy wpływają m.in. na regulację czynności układu sercowo-naczyniowego, ciśnienia krwi, wykrzeopianie, stężenie trójglicerydów w osoczu, odpowiedź immunologiczną i procesy zapalne, proliferację komórek i rozwój nowotworów, regulację czynności hormonów i neuromediatorów, ekspresję genów, funkcjonowanie nerek, odczuwanie bólu oraz zmniejszenie dawki terapeutycznej i toksyczności niektórych leków (15, 16).

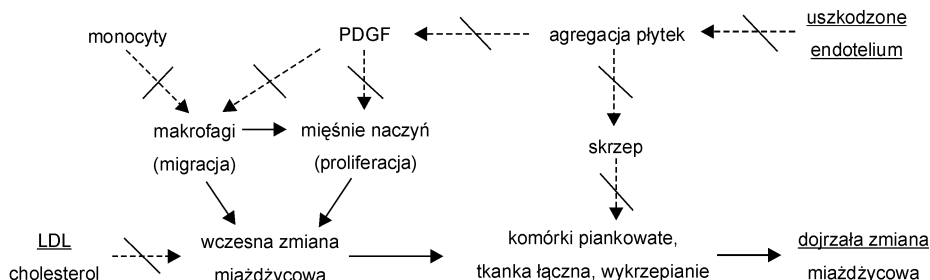
Eikozanoidy powstałe z kwasu arachidonowego (AA) omega-6 cechują się wysoką aktywnością biologiczną już w bardzo małych ilościach i produkowane w nadmiarze wpływają na zwichnięcie naczyń krwionośnych, progresję zmian zakrzepowych, silne reakcje zapalne i alergiczne (szczególnie u osób wrażliwych) oraz proliferację komórek i wzrost nowotworowy głównie w obrębie sutka, jelita grubego i prostaty. W przeciwieństwie, eikozanoidy powstałe z kwasów omega-3 (tj. EPA) wykazują działanie przeciwwakrzepowe, przeciwwzapalne, hamując karcinogenezę i nadmierną kurczliwość naczyń, wprowadzając tym samym organizm w stan bardziej pożądaną zdrowotnie (ryc. 2) (1, 17, 18).

W wielu badaniach wykazano, że EPA i DHA wykazują działanie hipolipidemiczne redukując stężenie trójglicerydów w osoczu krwi na drodze hamowania ich resyntezy w ścianie jelit i wątrobie oraz zwiększanie katabolizmu w procesie beta oksydacji. Zależnie od dawki kwasów omega-3 poziom trójglicerydów może być zredukowany o 30% (przyjmując ok. 2 g oleju rybiego dziennie), a u osób z hipertrójglicerydemią obserwowano spadek nawet do 80% (1, 17, 18).

Wpływ kwasów omega-3 na normalizację ciśnienia krwi związany jest ze zwiększeniem poziomu prostacyklin i EDRF (endothelial derived relaxation factor) – czynników wazodylatacyjnych oraz hamowaniem syntezy TXA₂ – silnego wazokonstryktora i PGE₂ – czynnika stymulującego wydzielanie reniny i resorpcję zwrotną sodu (7, 17, 19).

Działanie przeciwwakrzepowe długołańcuchowych kwasów omega-3 wynika z przedłużenia czasu krwawienia poprzez zmniejszanie podatności płytek krwi do zlepiania się, w wyniku hamowania tworzenia substancji silnie protrombotycznych, jak TXA₂, interleukina 1 (IL-1), lipoproteina a i PAF (platelet aggregation factor), wzrostu poziomu prostacyklin, hamujących agregację płytek, a także zwiększenia aktywności tkankowych aktywatorów plazminogenu (t-Pa) i angiotensyny III (1, 17, 18). Efekt ten jest szczególnie widoczny wśród Eskimosów, u których czas krwawienia jest znacznie dłuższy niż wśród Europejczyków, co m.in. przeciwdziała tworzeniu się skrzepów wewnątrz naczyń.

Rezultaty wielu badań wskazują, że przyjmowanie nawet małych dawek długołańcuchowych kwasów omega-3 ma działanie przeciwmiażdżycowe. Uważa się, że wynika to głównie z modyfikacji w syntezie eikozanoidów, zwiększenia syntezy HDL, a także hamowania adhezji płytek i hiperplazji mięśniówki gładkiej naczyń krwionośnych (ryc. 3, tab. II) (1, 7, 15).



Ryc. 3. Wpływ kwasów omega-3 na patofizjologię miażdżycy;

symbolem \dashrightarrow oznaczono etapy, na których kwasy omega-3 wywierają działanie hamujące rozwój zmian miażdżycowych PDGF – czynnik chemotaktyczny płytek krwi i leukocytów, mitogen mięśni gładkich naczyń (opracowanie własne).

Fig. 3. The effect of omega-3 acids on the pathophysiology of sclerosis;

symbols \dashrightarrow are used to denote stages at which omega-3 acids inhibit the sclerotic changes.

Przeciwwapalny i przeciwalergiczny wpływ kwasów omega-3 wiązany jest przede wszystkim z ich wpływem na hamowanie nadmiernej odpowiedzi immunologicznej. Kwasy omega-3 rywalizują z omega-6 o enzymy w ciągu przemian metabolicznych (ryc. 2) w efekcie wpływają na zmniejszenie syntezy PGE₂ i LTB₄, a także interleukiny 1 (IL-1) i tumor necrosis factor (TNF) – silnych mediatorów procesów zapalnych, stymulują zaś syntezę IL-2 i transformującego czynnika wzrostu beta (TGF) – cytokin o właściwościach przeciwwapalnych. Wynikające z takiego działania łagodzenie objawów chorobowych po podaniu preparatów długołańcuchowych kwasów omega-3, zaobserwowano m.in. w przypadku reumatoidalnego zapalenia stawów, wrzodziejącego zapalenia jelita grubego, astmy, łuszczycy, atopii i innych schorzeń o podłożu autoagresji. Sugeruje się także, iż kwasy omega-3 hamują ostrość przebiegu procesów zapalnych o etiologii wirusowej i bakteryjnej (1, 12, 18).

Tabela II

Wpływ wielonienasyconych kwasów omega-3 na wybrane czynniki związane z patofizjologią miażdżycy i zapaleń (opracowanie własne)

Table II

The effect of long-chain polyunsaturated omega-3 fatty acids on selected factors related with sclerotic and inflammatory pathophysiology

Czynnik	Efekt	Wpływ omega-3
VLDL	transportowanie trójglicerydów i cholesterolu do tkanek (tłuszczowej, mięśniowej, serca i innych)	spadek syntezy
HDL	eliminacja cholesterolu z organizmu – czynnik hamujący rozwój miażdżycy	wzrost syntezy
Lipoproteina a	hamowanie fibrylizacji; zwiększanie napływu LDL cholesterolu do śródbłonka naczyń – nasilanie zmian zakrzepowych i miażdżycowych	spadek syntezy
TXA ₂	silny czynnik proagregacyjny, wazokonstrykcyjny, zwiększa napływ Ca ⁺² do komórek mięśniówki naczyń i serca*	spadek syntezy
TXA ₃	słaby czynnik proagregacyjny i wazokonstrykcyjny	wzrost syntezy
LTB ₄	silny czynnik chemotaktyczny i aktywator neutrofilów – mediator procesów zapalnych i reakcji typu anafilaktycznego; nasila napływ Ca ⁺² do komórek mięśniówki naczyń i serca*	spadek syntezy
LTB ₅	słaby induktor zapaleń i reakcji alergicznych	wzrost syntezy
PGE ₂	działanie m.in. prozapalne i pronowotworowe	spadek syntezy
PGI ₂ i PGI ₃	działanie antyagregacyjne, wazodylatacyjne i zwiększające poziom cAMP**	wzrost syntezy
t-Pa	nasilanie fibrylizacji – działanie przeciwzakrzepowe	wzrost syntezy
Fibrynogen	nasilanie wykrzepiania wewnątrznaczyniowego	spadek syntezy
PDGF	czynnik chemotaktyczny leukocytów i płytek krwi; aktywator neutrofilów; mitogen mięśni gładkich naczyń	spadek syntezy
PAF	aktywator płytek krwi i leukocytów	spadek syntezy
IL-1, TNF	nasilanie proliferacji limfocytów i tworzenia przez neutrofile wolnych rodników tlenowych; stymulacja PAF; aktywacja płytek krwi i makrofagów; hamowanie t-Pa – nasilanie miażdżycy, procesów zapalnych i zakrzepowych	spadek syntezy
IL-2, TGFβ	cytokiny o właściwościach przeciwzapalnych	wzrost syntezy
EDRF	rozluźnianie mięśniówki naczyniowej	wzrost syntezy

* zwiększenie poziomu Ca⁺² w komórkach mięśnia sercowego nasila ich kurczliwość i zwiększa zapotrzebowanie na tlen, potęgując skłonność do arytmii i niedokrwienia serca; oddziałuje także na komórki mięśniówki naczyń, zwłaszcza wieńcowych, nasilając ich skurcz (30);

** cAMP wpływa na rozluźnienie mięśni gładkich naczyń krwionośnych (30).

Badania epidemiologiczne oraz doświadczenia na zwierzętach i hodowlach tkankowych wykazały dodatnią korelację pomiędzy spożyciem tłuszczów, zwłaszcza bogatych w omega-6 (głównie tłuszcze roślinne), a zapadalnością na raka sutka, prostaty i jelita grubego, podczas gdy dieta bogata w kwasy omega-3 hamuje karcinogenezę m.in. poprzez redukcję powstawania promujących rozrost nowotworowy PGE₂, TNF i IL-1 oraz hamowanie ekspresji onkogenów (3, 18, 19, 20).

Długołańcuchowe kwasy tłuszczowe omega-3 EPA i DHA wywołują różne efekty metaboliczne. EPA wpływa głównie na układ sercowo-naczyniowy poprzez syntezę eikozanoidów, zaś DHA jest ważnym składnikiem strukturalnym błon komórkowych tkanki nerwowej, zwłaszcza kory mózgu i siatkówki. DHA odgrywa rolę w rozwoju układu nerwowego zachodzącym podczas życia płodowego i we wczesnym dzieciństwie, a także w jego prawidłowym funkcjonowaniu w wieku późniejszym (11, 21, 22, 23). Uważa się, że zbyt niski poziom DHA w diecie kobiet może prowadzić do skrócenia trwania ciąży i niskiej masy urodzeniowej noworodków (24, 25). Mleko matki jest źródłem EPA i DHA dla noworodka, a ich poziom zależy głównie od diety matki i waha się od 0,05% do 0,7%, a nawet 1,9% – wśród kobiet spożywających duże ilości ryb (25). Mleko krowie nie zawiera EPA i DHA, dlatego organizacje pediatryczne (m.in. ESPGHAN – European Society for Pediatric Gastroenterology Hepatology & Nutrition) zalecają, aby żywność dla dzieci produkowana na bazie mleka krowiego była

wzbogacane w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe omega-3 (zwłaszcza te przeznaczone dla wcześniaków) (11). Wykazano, że odpowiednio wysoki poziom wielonienasyconych kwasów omega-3 oraz ich właściwa proporcja w stosunku do kwasów omega-6 w diecie kobiet w ciąży przeciwdziała przedwczesnym porodom i niskiej masie urodzeniowej noworodków oraz optymalizuje rozwój centralnego układu nerwowego i zdolności uczenia się, a także zmniejsza ryzyko reakcji alergicznych i rozwoju atopii (36, 37). Sugeruje się także, że niski poziom DHA w diecie koreluje dodatkowo z niższym współczynnikiem inteligencji dzieci, a także częstszym występowaniem symptomu hyperaktywności dzieci – ADHE (8, 22, 26).

W wyniku starzenia się organizmu, wraz z wiekiem, spada aktywność enzymu $\Delta 4$ desaturazy, prowadząc do hamowania syntezy DHA (ryc. 2) i wzrostu ryzyka zaburzeń funkcjonowania centralnego układu nerwowego u ludzi starszych. Dlatego odpowiedni poziom spożycia kwasów omega-3, zwłaszcza DHA, istotny jest także w wieku podeszłym (27, 28). Ponadto wskazuje się na korzystny wpływ DHA w przeciwdziałaniu depresji i stresowi (23, 27, 28).

Badania epidemiologiczne w wielu krajach wykazały, że niski poziom spożycia wielonienasyconych kwasów omega-3 związany jest ze wzrostem częstości depresji. DHA powiązany jest z prawidłową funkcją błon komórek nerwowych kory mózgu, a jego deficyt wpływa na zaburzenie tych funkcji. Stwierdzono także dodatnią korelację między proporcją kwasów tłuszczowych omega-6/omega-3 w erytrocytach a ostrością symptomów depresji (8, 27, 28).

Zalecenia spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych

Zalecenia spożycia długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 wypracowano w wielu ośrodkach naukowych jednak, jak dotąd, najbardziej szczegółowe zalecenia w tym względzie zaproponowane zostały przez ISSFAL (International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids) – organizacja skupiająca naukowców zajmujących się badaniami wpływu kwasów tłuszczowych na zdrowie (tab. III) (4). Organizacja ta wskazała, że w celu obniżenia ryzyka chorób krążenia poziom spożycia EPA i DHA wśród osób zdrowych powinien wynosić co najmniej 500 mg dziennie. Co więcej sugeruje się istotne ograniczenie spożycia kwasów omega-6, dostarczanych do diety głównie z tłuszczami roślinnymi szeroko stosowanymi w przemyśle spożywczym, co ma poprawić stosunek kwasów omega-6/omega-3 w diecie i tym samym w tkankach. Górny poziom spożycia zaproponowany został przez Food and Drug Administration (FDA) – rządową agencję ds. leków i żywności USA, wg której spożycie długołańcuchowych kwasów omega-3 EPA i DHA nie powinno przekraczać 3,0 g/osobę dziennie w postaci suplementów oleju rybiego lub wzbogaconej żywności (29). Obecnie w Polsce spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z przeciętną dietą szacowane na podstawie analizy spożycia produktów spożywczych wg danych GUS wynosi średnio w przypadku kwasów omega-3 ok. 1,5 g ALA i zaledwie 0,15 g EPA i DHA dziennie, tj. odpowiednio ok. 0,5% i 0,05% dostarczonej energii ogółem oraz ok. 15 g kwasów tłuszczowych omega-6 (LA i AA), tj. ok. 4,5% energii, dając stosunek omega-6/omega-3 w diecie ok. 9 : 1. Prawidłowy stosunek omega-6/omega-3 wynosi ok. 4 – 5 : 1 (2, 6, 30).

Tabela III
Zalecenia ISSFAL wystarczającego spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych dla zdrowych osób dorosłych (4)

Table III
ISSFAL recommendations on adequate intake of the polyunsaturated fatty acids in healthy adults

Kwas tłuszczowy	g/dzień (dla diety 2000 kcal)	% energii diety
LA omega-6	4,44	2,0
LA (górną granicą)	6,67	3,0
ALA omega-3	2,22	1,0
DHA + EPA omega-3	0,65	0,3
DHA nie mniej niż *	0,22	0,1
EPA nie mniej niż	0,22	0,1

* dla kobiet w ciąży i karmiących – nie mniej niż 0,3 g DHA dziennie.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 ze względu na obecność kilku wiązań nienasyconych są bardzo podatne na utlenianie, co może być przyczyną tworzenia toksycznych nadtlenuków i w efekcie prokancerogennych wolnych rodników. Dlatego przy wysokim poziomie spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych powinno się jednocześnie zapewnić odpowiednio wysoką podaż substancji o właściwościach antyoksydacyjnych, np. witaminy E (alfa-tokoferolu) i innych. Uważa się, że poziom 3–4 mg alfa-tokoferolu/1 g spożytego EPA i DHA jest odpowiedni do ich ochrony przed niekorzystnymi zmianami w procesie peroksydacji wewnątrzustrojowej (2).

Suplementacja i wzbogacanie żywności w kwasy tłuszczowe omega-3

Przeciętna dieta typu zachodniego jest uboga w kwasy tłuszczowe omega-3. Prosty sposób poprawy tego niekorzystnego stanu jest znacznie częstsze spożycie ryb morskich, niestety wiele osób ryby jada rzadko i w niedostatecznych ilościach. Aby zapewnić odpowiednią podaż EPA i DHA zaleca się spożycie co najmniej 2–3 posiłków rybnych tygodniowo – tj. ok. 300 g ryb, obecnie w Polsce spożycie to wynosi średnio ok. 125 g tygodniowo (4, 6). Nie zmieniając drastycznie nawyków żywieniowych, zwiększenie podaży EPA i DHA można osiągnąć przez suplementację diety niewielkimi ilościami nieuwodornionego oleju rybiego, szczególnie bogatego w EPA i DHA (5). Olej rybi może być stosowany do spożycia w postaci suplementów – kapsułek lub oleju do picia, a także w postaci wzbogaconej żywności. W tym celu stosuje się oleje rybie o dużym stopniu oczyszczenia, stabilizowane dodatkami substancji antyoksydacyjnych. Takie preparaty oleju rybiego pakowane są w atmosferze gazów obojętnych lub poddawane kapsułkowaniu albo mikrokapsułkowaniu – co nadaje im postać proszku, wygodnego do stosowania m.in. przy produkcji odżywek dla dzieci (9, 11). Należy zaznaczyć, że pozytywne efekty zdrowotne wynikające ze wzbogacenia diety w kwasy omega-3 możliwe są do osiągnięcia jedynie przy systematycznym spożyciu suplementów lub wzbogaconej żywności (4, 5).

Poprzez proces winteryzacji lub destylacji molekularnej rafinowanego oleju rybiego możliwe jest otrzymanie preparatów o zawartości 30% EPA i DHA lub większej. Metodą otrzymywania stężonych koncentratów EPA i DHA jest poddanie zestryfikowanych etanolem kwasów tłuszczowych oleju rybiego aminopropylowej ekstrakcji kolumnowej. W ten sposób otrzymuje się 85–95% koncentraty EPA i DHA przydatne do celów farmakologicznych (12).

Niekorzystną cechą preparatów oleju rybiego jest ich znaczna podatność na zmiany oksydacyjne oraz często nieakceptowany smak i zapach. Jednak dokładny proces rafinacji oleju rybiego, stabilizacja substancjami o właściwościach antyoksydacyjnych, a także kapsułkowanie pozwala otrzymać produkt zadowalający pod względem trwałości. Badania wykazały, że dodatek preparatów oleju rybiego do wielu produktów spożywczych, na poziomie do 1% EPA i DHA jest praktycznie niewyczuwalny i taki właśnie często jest stosowany przez producentów wzbogaconej żywności (5, 9). Kwasy omega-3 w postaci preparatów oleju rybiego mogą być stosowane do wzbogacania wielu produktów spożywczych, np. tłuszczów do smarowania pieczywa, mleka, jogurtów, twarożków, majonezów, koncentratów spożywczych, czy produktów odżywczych instant w formie proszku. Wzbogacone produkty spożywcze nie mogą być długo przechowywane, trwałość ich wzrasta w warunkach ograniczenia dostępu tlenu z powietrza oraz światła (5).

PODSUMOWANIE

Odkrycie znaczenia zdrowotnego długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 pozwala stwierdzić, że tłuszcz rybi jako jedyny spośród tłuszczów zwierzęcych cechuje się wybitnie korzystnym wpływem na zdrowie. Produkty zawierające długołańcuchowe kwasy tłuszczowe omega-3 to głównie tłuste ryby morskie, suplementy w formie kapsułek i olejów rybich do picia, a także żywność ogólnego stosowania, wzbogacona dodatkami oleju rybiego. Wzbogacone produkty spożywcze zalicza się do tzw. żywności funkcjonalnej, której rynek w ostatnich latach rozwija się szczególnie dynamicznie. Za żywność funkcjonalną uznaje się produkty spożywcze, które posiadają udowodniony w badaniach klinicznych, korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu, niezależnie od typowych właściwości odżywczych, wynikający z obecności tzw. składników bioaktywnych

(obecnych naturalnie lub dodanych), do których należą m.in. długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3.

Istotnym problemem w produkcji i obrocie środków spożywczych o wysokiej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 jest ich podatność na procesy oksydacji i w rezultacie formowanie szkodliwych nadtlenczków, aldehydów i ketonów. W przypadku wzbogacanej żywności dość łatwo może dojść do zmian oksydacyjnych kwasów omega-3 zarówno w procesie technologicznym, podczas magazynowania, dystrybucji oraz przygotowania produktu do spożycia. Aby temu zapobiec, wzbogacane produkty powinny być wytwarzane, pakowane i składowane bez dostępu powietrza. Kapsułkowane preparaty farmaceutyczne, dzięki barierze w postaci grubej ściany kapsułki wydają się dobrze zabezpieczone przed niekorzystnymi zmianami. Ponadto stosowanie suplementów w postaci kapsułek pozwala dokładniej kontrolować przyjmowaną dawkę substancji czynnej.

Zwiększenie spożycia ryb morskich, czy też stosowanie wysokiej jakości suplementów długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 i/lub żywności wzbogacanej olejem rybim może przyczynić się do poprawy ogólnego stanu zdrowia. Dlatego wydaje się celowe pogłębienie wiedzy o korzyściach zdrowotnych wynikających z podwyższenia spożycia długołańcuchowych kwasów tłuszczowych omega-3 i suplementacji diety tymi kwasami szczególnie wśród lekarzy pierwszego kontaktu i specjalistów zajmujących się leczeniem pacjentów obciążonych podwyższonym ryzykiem chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza krążenia i nowotworowych.

W. Kolanowski

LONG CHAIN POLYUNSATURATED OMEGA-3 FATTY ACIDS AND THEIR ROLE IN REDUCING THE RISK OF LIFE-STYLE RELATED DISEASES

Summary

Long chain polyunsaturated omega-3 fatty acids advantageously influence human health, mainly by decreasing the risk of cardiovascular diseases and cancer. Fish are almost the only dietary source of those fatty acids. Due to low fish consumption, the level of those fatty acids in the average diet is very low, with a detriment to human health. A practical way to increase the intake of omega-3 acids without the need for radical modification of the dietary habits is to supplement the usual diet with omega-3 acids in capsules. It seems reasonable to disseminate among medical practitioners the knowledge on the advantages of supplementing the diet with long chain polyunsaturated omega-3 fatty acids in patients with high risk of developing cardiovascular diseases or cancer. This paper reports the health effects of long chain polyunsaturated omega-3 fatty acids and their role in the reduction of the risk of life-style-related diseases.

PIŚMIENNICTWO

1. *Simopoulos A.P.*: The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.*, 2002; 56: 365-379. – 2. *Sanders T.A.B.*: Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000; 71(S): 176-181. – 3. *Tavani A., Franceschi S., Levi F., La Vecchia C.*: Fish, omega-3 polyunsaturated fat intake and cancer at selected sites. *World Rev. Nutr. Diet.*, 2005; 94: 166-75. – 4. *Simopoulos A.P., Leaf A., Salem N.*: Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Ann. Nutr. Metab.* 1999; 43: 127-131. – 5. *Trautwein E.A.*: n-3 fatty acids-physiological and technical aspects for their use in food. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2001; 103: 45-52. – 6. *Ziemlański Ś., Bulhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J., Panczenko-Kresowska B.*:

Normy żywienia dla ludności w Polsce II (energia, białko, tłuszcze, witaminy i składniki mineralne). Nowa Medycyna, 1998; 4: 1-34. – 7. *Banning M.*: The role of omega-3-fatty acids in the prevention of cardiac events. Br J Nurs 2005; 25: 503-508. – 8. *McCann J.C., Ames B.N.*: Is docosahexaenoic acid, an n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. Am. J. Clin. Nutr., 2005; 82: 281-295. – 9. *Lovegrove J.A., Brooks C.N., Murphy M.C., Gould B.J., Williams C.M.*: Use of manufactured foods enriched with fish oil as a means of increasing long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids intake. Br. J. Nutr., 1997; 78: 233-238. – 10. *Metcalfe R.G., James M.J., Mantzioris E., Cleland L.G.*: A practical approach to increasing intakes of n-3 polyunsaturated fatty acids: use of novel foods enriched with n-3 fats. Eur. J. Clin. Nutr., 2003; 57: 1605-1612.

11. *Koletzko B., Baker S., Cleghorn G., Neto U.F., Gopalan S., Hernell O., Hock Q.S., Jirapinyo P., Lonnerdal B., Pencharz P., Pzyrembel H., Ramirez-Mayans J., Shamir R., Turck D., Yamashiro Y., Zong-Yi D.*: Global standard for the composition of infant formula: recommendations of an ESPGHAN coordinated international expert group. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr., 2005; 41: 584-99. – 12. *Drevon C.A.*: Marine oils and their effects. Nutr. Rev., 1992; 4: 38-49. – 13. *Dyerberg J., Bang H.O., Hjorne N.*: Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. Am. J. Clin. Nutr., 1975; 28: 958-966. – 14. *Wakai K., Ito Y., Kojima M., Tokudome S., Ozasa K., Inaba Y., Yagyu K., Tamakoshi A.*: Intake frequency of fish and serum levels of long-chain n-3 fatty acids: a cross-sectional study within the Japan Collaborative Cohort Study. J. Epidemiol., 2005; 15: 211-218. – 15. *Turley E., Strain J.J.*: Fish oil, eicosanoid biosynthesis and cardiovascular disease, an overview. Int. J. Food Sci. Nutr., 1993; 2: 145-153. – 16. *Stillwell W., Shaikh S.R., Zerouga M., Siddiqui R., Wassall S.R.*: Docosahexaenoic acid affects cell signaling by altering lipid rafts. Reprod. Nutr. Dev., 2005; 45: 559-579. – 17. *Strauss M.H., Dorian P., Verma S.*: Fish oil supplementation and arrhythmias. JAMA, 2005; 294: 2165-2171. – 18. *Chan J.M., Gann P.H., Giovannucci E.L.*: Role of diet in prostate cancer development and progression. J. Clin. Oncol., 2005; 32: 8152-8160. – 19. *Kromhout D., Bosschieter E.B., Coulander C.*: The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. N. Engl. J. Med., 1985; 312: 1205-1209. – 20. *Jatoi A.*: Omega-3 Fatty Acid supplements for cancer-associated weight loss. Nutr. Clin. Pract., 2005; 20: 394-399.

21. *Dunstan J.A., Prescott S.L.*: Does fish oil supplementation in pregnancy reduce the risk of allergic disease in infants? Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol. 2005; 5: 215-221. – 22. *Lauritzen L., Jorgensen M.H., Olsen S.F., Straarup E.M., Michaelsen K.F.*: Maternal fish oil supplementation in lactation: effect on developmental outcome in breast-fed infants. Reprod. Nutr. Dev., 2005; 45: 535-547. – 23. *Singh M.*: Essential fatty acids, DHA and human brain. Indian J. Pediatr. 2005; 72: 239-242. – 24. *Facchinetti F., Fazio M., Venturini P.*: Polyunsaturated fatty acids and risk of preterm delivery. Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci., 2005; 9: 41-48. – 25. *Olsen S.F.*: Is supplementation with marine omega-3 fatty acids during pregnancy a useful tool in the prevention of preterm birth? Clin Obstet Gynecol 2004;47:768-774. – 26. *Erkkila A.T., Isotalo E., Pulkkinen J., Haapanen M.L.*: Association between school performance, breast milk intake and fatty acid profile of serum lipids in ten-year-old cleft children. J. Craniofac. Surg. 2005;16:764-769. – 27. *Peet M., Stokes C.*: Omega-3 fatty acids in the treatment of psychiatric disorders. Drugs 2005; 65: 1051-1059. – 28. *Schachter H.M., Kourad K., Merali Z., Lumb A., Tran K., Miguez M.*: Effects of omega-3 fatty acids on mental health. Evid. Rep. Technol. Assess., 2005; 116: 1-11. – 29. *Food and Drug Administration (FDA)*: Letter Regarding Dietary Supplement Health Claim for Omega-3 Fatty Acids and Coronary Heart Disease. <http://www.fda.gov/>. – 30. *Kolanowski W., Uchman Ż., Świdorski F.*: Oszacowanie poziomu długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie dorosłych mieszkańców Warszawy. Bromat. Chem. Toksykol., 2004; 37: 137-144.

Adres: 02-774 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c.