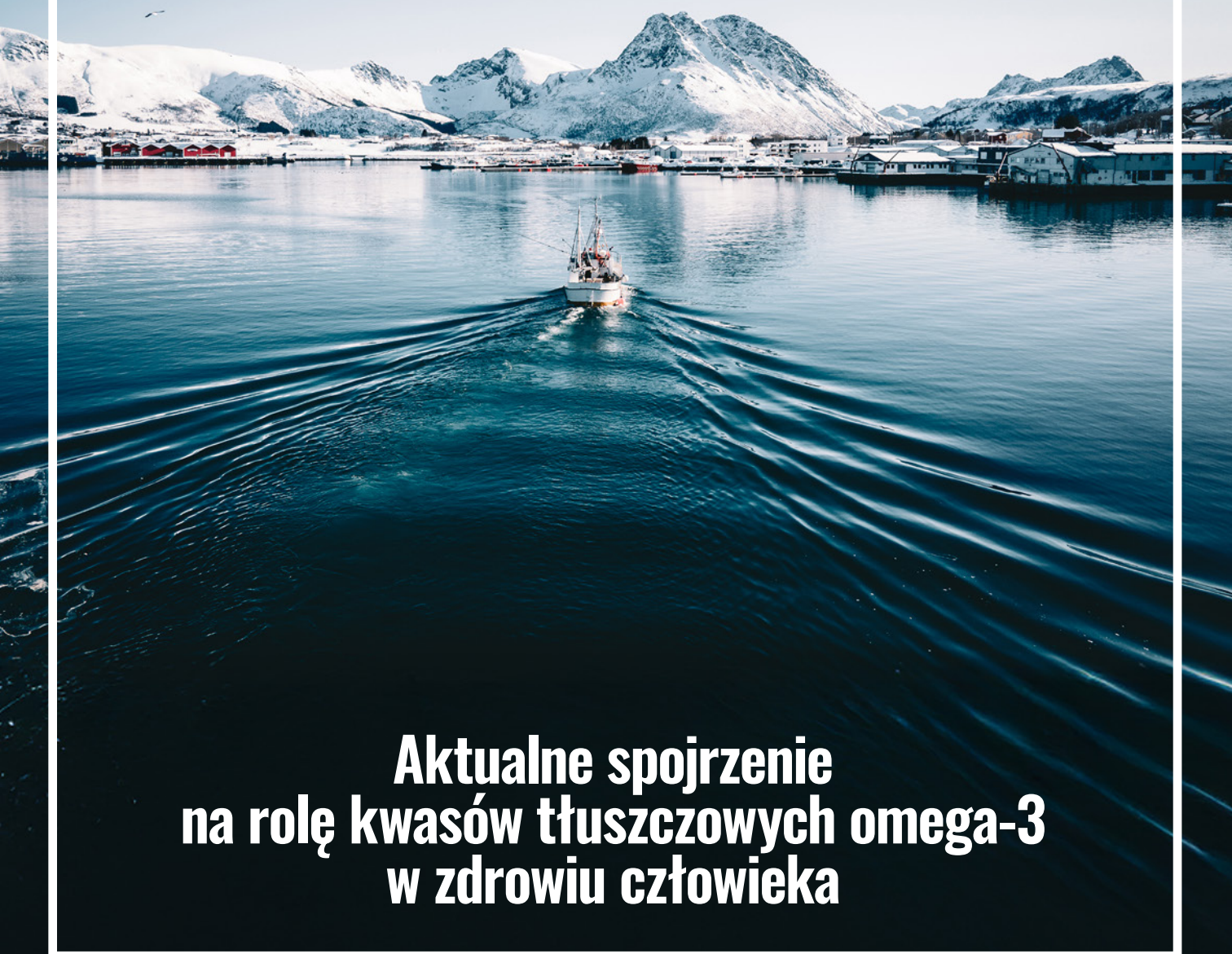


WWW.FOOD-FORUM.PL

FOOD FORUM & naturoterapia



Wydawnictwo
Medyczne



**Aktualne spojrzenie
na rolę kwasów tłuszczowych omega-3
w zdrowiu człowieka**

Aktualne spojrzenie na rolę kwasów tłuszczowych omega-3 w zdrowiu człowieka

A current look at the role of omega-3 fatty acids in human health

Z TEGO ARTYKUŁU DOWIESZ SIĘ:

- Czym są kwasy tłuszczowe omega-3 i jakie pełnią funkcje biologiczne w organizmie człowieka.
- Jakie znaczenie mają EPA i DHA w funkcjonowaniu poszczególnych układów – sercowo-naczyniowego, nerwowego i immunologicznego.
- Czym jest indeks omega-3 i jakie ma znaczenie kliniczne.
- Jakie są praktyczne rekomendacje dotyczące źródeł, form i ilości spożycia omega-3 w profilaktyce i terapii chorób przewlekłych.



mgr Klaudia Mikołajczyk

dietetyk kliniczny, psycholog; prowadzi centrum gabinetów specjalistycznych Przestrzeń Balansu, skupiając się na równowadze pomiędzy aspektami fizycznymi, psychicznymi i emocjonalnymi w dążeniu do zdrowia; w codziennej pracy z pacjentami łączy wiedzę dietetyczną i psychologiczną, by pomóc im w osiągnięciu zamierzonych celów

Streszczenie

Kwasy tłuszczowe omega-3, szczególnie EPA i DHA, stanowią kluczowy element profilaktyki i terapii chorób przewlekłych, w tym układu sercowo-naczyniowego, nerwowego i immunologicznego. Ich rola wykracza poza funkcję energetyczną – są niezbędnymi składnikami błon komórkowych, prekursorami eikozanoidów i mediatorów proresolucyjnych, wpływają na ekspresję genów, integralność błon neuronalnych oraz modulują stan zapalny na poziomie molekularnym. Pomimo licznych dowodów naukowych potwierdzających ich znaczenie, spożycie omega-3 w populacjach europejskich, w tym polskiej, pozostaje zbyt niskie.

Słowa kluczowe: kwasy tłuszczowe omega-3, indeks omega-3, choroby sercowo-naczyniowe, suplementacja, rekomendacje żywieniowe

Abstract

Omega-3 fatty acids, particularly EPA and DHA, are key components in the prevention and treatment of chronic diseases, including those affecting the cardiovascular, nervous, and immune systems. Their role extends beyond energy production – they are essential components of cell membranes, precursors of eicosanoids and pro-resolution mediators, influencing gene expression and neuronal membrane integrity, and modulating inflammation at the molecular level. Despite abundant scientific evidence confirming their importance, omega-3 intake in European populations, including Poland, remains too low.

Keywords: omega-3 fatty acids, omega-3 index, cardiovascular diseases, supplementation, nutritional recommendations

Nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 (ang. *omega-3 polyunsaturated fatty acids, n-3 PUFA*) wzbudziły szczególne zainteresowanie kliniczne i badawcze z uwagi na ich specyficzną budowę chemiczną, 3 główne formy o największym znaczeniu biologicznym: kwas α -linolenowy (ALA, 18 : 3 n-3), eikozapentaenowy (EPA, 20 : 5 n-3) oraz dokozaheksaenowy

(DHA, 22 : 6 n-3), a także szerokie spektrum potencjalnych efektów fizjologicznych [1–3].

Historycznie przełomowe obserwacje dotyczące korzystnego wpływu diety bogatej w długołańcuchowe n-3 PUFA pochodzenia morskigo pochodzą z badań populacji arktycznych, w których autorzy opisywali niską zapadalność na choroby sercowo-naczyniowe

mimo wysokiego spożycia tłuszczu – zainicjowało to intensywny rozwój badań nad rolą EPA i DHA w zdrowiu sercowo-naczyniowym i zapalnym [4, 5]. W ciągu ostatnich dekad literatura kliniczna rozwinęła się znacząco: przeprowadzono liczne badania obserwacyjne, randomizowane badania kontrolowane oraz metaanalizy oceniające wpływ spożycia ryb, diety oraz suplementacji EPA/DHA na ryzyko zdarzeń sercowo-naczyniowych, profil lipidowy, funkcje poznawcze czy przebieg chorób zapalnych [3, 6, 7].

W celu oceny długoterminowego statusu kwasów tłuszczowych omega-3 w organizmie wprowadzono biomarker zwany indeksem omega-3 (ang. *omega-3 index*, O3I). Definiuje się go jako procentową zawartość EPA i DHA w błonach fosfolipidowych erytrocytów [8]. W badaniach populacyjnych i klinicznych wykazano, że O3I $\geq 8\%$ jest poziomem optymalnym, wiążącym się z najniższym ryzykiem incydentów sercowo-naczyniowych, natomiast wartości poniżej 4% wskazują na deficyt EPA i DHA oraz zwiększone ryzyko chorób serca i stanów zapalnych [9–11]. Dane dotyczące Polski wskazują na średni poziom O3I w zakresie 3–4%, co plasuje populację polską w grupie krajów o niskim statusie omega-3, poniżej progu uznawanego za kardioprotekcyjny. Taki wynik koreluje z ograniczonym spożyciem tłustych ryb morskich (ok. 10–13 kg/os./rok) i wysokim udziałem tłuszczów roślinnych bogatych w kwasy omega-6 w polskim modelu żywienia [12, 13].

Charakterystyka kwasów tłuszczowych omega-3

Budowa i rodzaje

Kwasy tłuszczowe omega-3 należą do grupy niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), których organizm człowieka nie potrafi syntetyzować *de novo*, ponieważ nie dysponuje enzymami zdolnymi do wprowadzenia wiązania podwójnego w pozycji 3. atomu węgla od końca metylowego łańcucha [14]. Z punktu biologicznego ALA jest uznawany za prekursor EPA i DHA w ustroju człowieka. Proces ten przebiega z udziałem enzymów elongaz i desaturaz, jednak jego efektywność jest ograniczona – u dorosłych osób konwersja ALA do EPA szacowana jest na 5–10%, a do DHA zwykle poniżej 1% [15, 16]. Efektywność konwersji zależy m.in. od płci (większa u kobiet ze względu na wpływ estrogenów), stanu odżywienia, podaży innych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (szczególnie omega-6) oraz czynników genetycznych, takich jak polimorfizmy w genach FADS1 i FADS2 [17].

Metabolizm i biodostępność

Po spożyciu kwasy tłuszczowe omega-3 są wchłaniane w jelicie cienkim w postaci miceli i wbudowywane w chylomikrony, które transportują je do tkanek. EPA i DHA są włączane w struktury błon komórkowych, szczególnie w fosfolipidy błon neuronów, kardiomiocytów i komórek odpornościowych, gdzie zastępują w części kwas arachidonowy (AA, 20 : 4 n-6) [18]. Ich biodostępność zależy od ich formy chemicznej. W suplementach diety występują najczęściej jako trójglicerydy naturalne (TG), estry etylowe (EE) lub fosfolipidy (PL), a wyniki badań wskazują, że przyswajalność EPA i DHA jest najwyższa w formie trójglicerydów i fosfolipidów, natomiast niższa w przypadku estrów etylowych [19]. Równocześnie

biodostępność i metabolizm kwasów tłuszczowych omega-3 mogą być modulowane przez obecność przeciwutleniaczy (witamina E, polifenole), stan mikrobioty jelitowej oraz czynniki kliniczne, takie jak choroby wątroby czy zaburzenia wchłaniania tłuszczów [20].

Mechanizmy działania biologicznego

Działanie biologiczne kwasów tłuszczowych omega-3 jest wielopłaszczyznowe i obejmuje zarówno mechanizmy strukturalne, jak i sygnalizacyjne. Na poziomie strukturalnym, EPA i DHA wbudowują się w błony komórkowe, zwiększając ich płynność i wpływając na właściwości funkcjonalne receptorów, kanałów jonowych oraz białek transportujących [21]. Na poziomie molekularnym z kolei modulują ekspresję genów za pośrednictwem receptorów jądrowych, takich jak PPAR (ang. *peroxisome proliferator-activated receptors*), HNF-4 α czy RXR, co prowadzi do zmniejszenia ekspresji genów prozapalnych i lipogennych oraz aktywacji szlaków β -oksydacji kwasów tłuszczowych [22].

Z kolei w aspekcie immunomodulacyjnym, omega-3 są prekursorami tzw. mediatorów rozwiązywania stanu zapalnego (ang. *specialized pro-resolving mediators*, SPM), w tym resolwin, protektyn i maresyn. Związki te ograniczają nadmierną odpowiedź zapalną, wspomagając jej fizjologiczne zakończenie i proces regeneracji tkanek [23]. W odróżnieniu od klasycznych eikozanoidów pochodzących z AA, mediatory SPM nie tylko redukcją produkcję cytokin prozapalnych, lecz także aktywnie promują fagocytozę i regenerację [24]. Kwasy tłuszczowe omega-3 wykazują również wpływ na szereg innych procesów metabolicznych – modulują wrażliwość insulinową, regulują ekspresję adipokin, wpływają na rytm serca, ciśnienie tętnicze oraz profil lipidowy osocza [25]. Sumarycznie te mechanizmy stanowią biologiczne podłoże ich potencjalnych efektów kardioprotekcyjnych, neuroprotekcyjnych i przeciwzapalnych.

Omega-3 w poszczególnych układach i stanach klinicznych

Układ sercowo-naczyniowy

EPA i DHA wykazują wielokierunkowe działanie kardioprotekcyjne obejmujące m.in. redukcję stężenia triglicerydów w osoczu, obniżenie ciśnienia tętniczego, działanie antyarytmiczne, poprawę funkcji śródbłonna oraz właściwości przeciwzapalne i przeciwagregacyjne [26, 17]. Mechanistycznie efekt ten wynika z modulacji ekspresji genów lipidowych (m.in. przez receptory PPAR- α i SREBP-1c) oraz z ograniczenia syntezy prozapalnych eikozanoidów z kwasu arachidonowego [22].

W licznych badaniach klinicznych wykazano korzystny wpływ suplementacji EPA i DHA na profil lipidowy. W metaanalizie obejmującej ponad 120 randomizowanych badań stwierdzono, że spożycie 2–4 g EPA + DHA dziennie obniża stężenie triglicerydów średnio o 25–30% [28]. W badaniu REDUCE-IT zastosowanie wysoko oczyszczonego EPA (4 g/d) u pacjentów z hipertriglicerydemią i wysokim ryzykiem sercowo-naczyniowym prowadziło do 25% redukcji złożonego ryzyka zdarzeń sercowo-naczyniowych w porównaniu z placebo [29].

W zakresie prewencji pierwotnej efekt jest mniej jednoznaczny. W metaanalizie Cochrane (2020) wykazano niewielkie, ale istotne statystycznie zmniejszenie ryzyka zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych (ok. 5%) u osób z wyższym spożyciem omega-3 [30]. Towarzystwa naukowe rekomendują spożycie co najmniej 250 mg EPA + DHA dziennie u dorosłych w ramach profilaktyki populacyjnej, a 1–2 g/d u osób z rozpoznaną chorobą wieńcową [31].

Układ nerwowy

DHA stanowi ok. 30–40% wszystkich fosfolipidów w błonach neuronów i 60% kwasów tłuszczowych w fotoreceptorach siatkówki, dlatego jest kluczowy dla prawidłowego funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego (OUN) i narządu wzroku [18]. W okresie prenatalnym i wczesnodziecięcym DHA odgrywa zasadniczą rolę w rozwoju mózgu i siatkówki. Metaanalizy wykazały, że suplementacja DHA u kobiet w ciąży i karmiących piersią sprzyja lepszemu rozwojowi poznawczemu i wzrokowemu dziecka, choć efekty nie zawsze są jednoznaczne [32, 33]. U dorosłych DHA i EPA mogą modulować funkcje neuroprzekazników (dopamina, serotonina) oraz zmniejszać neurozapalny stres oksydacyjny, co ma znaczenie w prewencji zaburzeń nastroju i neurodegeneracji [34]. W metaanalizie JAMA Network Open (2019) wykazano, że suplementacja EPA (≥ 1000 mg/d) istotnie redukuje objawy depresyjne, zwłaszcza u osób z dużym nasileniem stanu zapalnego [35]. W kontekście chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera, wyniki badań są mniej spójne. Część analiz wskazuje, że wyższy poziom DHA w osoczu lub wyższy *omega-3 index* wiąże się z wolniejszym spadkiem funkcji poznawczych, jednak suplementacja w zaawansowanych stadiach demencji nie wykazuje już wyraźnego efektu terapeutycznego [36].

Układ immunologiczny i stan zapalny

Kwasy tłuszczowe omega-3 modulują także odpowiedź zapalną poprzez hamowanie wytwarzania cytokin prozapalnych (TNF- α , IL-1 β , IL-6) oraz promowanie syntezy wspomnianych mediatorów rozwiązywania zapalenia (resolwiny, maresyny, protektyny) [37].

W chorobach autoimmunologicznych, takich jak reumatoidalne zapalenie stawów (RZS), liczne badania wykazały, że suplementacja 2–3 g/d EPA + DHA prowadzi do zmniejszenia bólu stawów, sztywności porannej i zapotrzebowania na niesteroidowe leki przeciwzapalne [38]. W metaanalizie Annals of the Rheumatic Diseases (2017) potwierdzono umiarkowaną skuteczność omega-3 w łagodzeniu objawów RZS [39]. Podobne obserwacje dotyczą nieswoistych chorób zapalnych jelit (IBD), choć wyniki są mniej jednoznaczne. Część badań wskazuje na poprawę biomarkerów zapalnych i wydłużenie remisji w chorobie Leśniowskiego-Crohna przy dawkach $> 2,5$ g/d, jednak inne próby nie potwierdziły tych efektów [40].

Zdrowie kobiet i okres ciąży

Zapotrzebowanie na DHA wzrasta w okresie ciąży i laktacji ze względu na intensywny rozwój układu nerwowego i wzroku płodu. Suplementacja DHA zmniejsza ryzyko przedwczesnego

porodu (< 34 . tygodnia) o ok. 40%, co potwierdzono w metaanalizie Cochrane (2018) [41].

Badania obserwacyjne wskazują również, że wyższe spożycie DHA przez matki wiąże się z korzystniejszym rozwojem funkcji poznawczych dziecka i mniejszym ryzykiem depresji poporodowej [42]. Z tego względu Polskie Towarzystwo Ginekologów i Położników (PTGiP) oraz EFSA zalecają podaż 200–600 mg DHA dziennie u kobiet ciężarnych i karmiących [43].

Nowotworzenie i starzenie organizmu

Poprzez hamowanie proliferacji komórek nowotworowych, indukcję apoptozy i redukcję stresu oksydacyjnego kwasy tłuszczowe omega-3 mogą dodatkowo wykazywać działanie przeciwnowotworowe [44].

Badania obserwacyjne sugerują, że wysokie spożycie EPA i DHA może wiązać się z niższym ryzykiem rozwoju raka jelita grubego i piersi [45], choć dowody nie są jeszcze wystarczająco silne, by rekomendować suplementację w prewencji pierwotnej. W procesie starzenia się organizmu wyższy *omega-3 index* koreluje z dłuższym czasem przeżycia i mniejszym ryzykiem chorób przewlekłych, co potwierdzają dane z długoterminowych badań kohortowych, takich jak Framingham Offspring Study [46].

Implikacje praktyczne

Źródła pokarmowe i biodostępność

Kwasy tłuszczowe omega-3 występują w żywności zarówno w formach krótko-, jak i długołańcuchowych. Głównym źródłem ALA (kwasu α -linolenowego) są produkty roślinne – siemię lniane, olej lniany, nasiona chia, orzechy włoskie, konopie i ich oleje [47]. Jednak konwersja ALA do długołańcuchowych kwasów EPA i DHA u człowieka jest ograniczona, a proces ten dodatkowo hamowany jest przez nadmierne spożycie kwasów tłuszczowych omega-6, dlatego kluczowym źródłem n-3 PUFA pozostają ryby i owoce morza, szczególnie gatunki tłuste, takie jak łosoś, śledź, makrela, sardynka czy tuńczyk [15, 48]. W kontekście populacji o niskim spożyciu ryb (m.in. Polska, kraje Europy Środkowo-Wschodniej) coraz większe znaczenie mają alternatywne źródła, takie jak oleje z mikroalg (*Schizochytrium sp.*, *Cryptocodinium cohnii*), które stanowią roślinną, stabilną i wegańską formę DHA o biodostępności porównywalnej do oleju rybiego [55].

Tabela 1. Zalecenia dotyczące wystarczającego spożycia kwasów tłuszczowych omega-3 (n-3) i omega-6 (n-6) w diecie osób dorosłych [52]

Grupa	LC-PUFA n-3	LC-PUFA n-6
Osoby dorosłe	ALA 0,5% E DHA + EPA 2 porcje ryb/tydzień, w tym raz ryby tłuste, lub 250 mg/d	LA 4% E
Kobiety w ciąży	ALA 0,5% E DHA + EPA 250 mg/d + DHA 100–200 mg/d	
Kobiety karmiące piersią	ALA 0,5% E DHA + EPA 250 mg/d + 100–200 mg DHA/d	

Zalecane ilości spożycia

Aktualne wytyczne rekomendują dla osób dorosłych spożycie EPA + DHA na poziomie co najmniej 250 mg/d, co odpowiada 2 porcjom ryb tygodniowo (tab. 1) [50–52]. Dla osób z wysokim ryzykiem sercowo-naczyniowym lub po incydencie sercowym zaleca się podaż 1–2 g EPA/DHA dziennie, natomiast w hipertriglicerydemii – 2–4 g dziennie, zwykle w postaci preparatów farmaceutycznych [7]. Dodatkowo w przypadku diety roślinnej wskazane jest spożycie 2–3 g ALA dziennie (np. z oleju lnianego, chia, orzechów włoskich) oraz rozważenie suplementacji DHA z mikroalg (250–500 mg/d) [53].

Bezpieczeństwo i interakcje

EPA i DHA charakteryzują się wysokim profilem bezpieczeństwa. Długotrwałe spożycie do 5 g/d jest uznawane za bezpieczne przez EFSA i FDA [54]. Potencjalne interakcje dotyczą jedynie osób stosujących leki przeciwzakrzepowe, u których dawki > 3 g/d mogą nasilać działanie antyagregacyjne [55]. Należy także zwracać uwagę na jakość suplementów – wybierać produkty z certyfikatem czystości (IFOS, GOED) i kontrolą zawartości metali ciężkich.

Wnioski

W populacjach o niskim spożyciu ryb, takich jak Polska, kluczową strategią poprawy statusu omega-3 powinno być:

- zwiększenie częstotliwości spożycia tłustych ryb morskich (2–3 razy/tydzień);
- stosowanie olejów roślinnych bogatych w ALA jako uzupełnienia diety;
- rozważenie suplementacji EPA/DHA (min. 250–500 mg/d), szczególnie u osób niejedzących ryb, kobiet ciężarnych i pacjentów z chorobami przewlekłymi;
- edukacja pacjentów na temat interpretacji *omega-3 index* oraz znaczenia równowagi między n-3 i n-6 PUFA w diecie. ■

Bibliografia

- Swanson D., Block R., Mousa S.A. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Adv Nutr* 2012, 3(1), s. 1–7.
- Saini R.K., Keum Y.S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: dietary sources, metabolism, and significance – a review. *Food Sci Nutr* 2018, 203, s. 255–267.
- Jain A.P. i wsp. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: review of clinical trials and mechanisms. Various reviews and meta-analyses. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015, 19(3), s. 441–445.
- Bang H.O., Dyerberg J., Nielsen A.B. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic West-coast Eskimos. *Lancet* 1971, 1, s. 1143–1145.
- Dyerberg J., Bang H.O. Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in Greenland Eskimos. *Lancet* 1979, 2(8140), s. 433–435.
- Scientific opinion on the tolerable upper intake level of EPA, DHA and DPA. EFSA J 2012, 10(7), s. 2815.
- Skulas-Ray A.C. i wsp. Omega-3 fatty acids for the management of hypertriglyceridemia: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2019, 140(12), e673–e691.
- Harris W.S., von Schacky C. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Prev Med* 2004, 39(1), s. 212–220.
- Stark K.D. i wsp. Global survey of the omega-3 fatty acids, 2016 update: the state of the science. *Prog Lipid Res* 2016, 63, s. 132–152.
- Harris W.S. i wsp. Erythrocyte long-chain omega-3 fatty acid levels are inversely associated with mortality and with incident cardiovascular events: a pooled analysis. *Nat Commun* 2021, 12(1), s. 2329.
- von Schacky C. Omega-3 Index and cardiovascular health. *Nutrients* 2021, 13(2), s. 434.
- Schuchardt J.P. i wsp. Global omega-3 distribution: 2024 update. *Prog Lipid Res* 2024, 95, 101286.
- Stoś K. i wsp. Fish consumption frequency in the adult population in Poland. *Appl Sci* 2024, 14(15), s. 8891.
- Calder P.C. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochem Soc Trans* 2017, 45(5), s. 1105–1115.
- Burdge G.C., Calder P.C. Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprod Nutr Dev* 2005, 45(5), s. 581–597.
- Hussein N. i wsp. Long-chain conversion of [13C] α -linolenic acid and linoleic acid in response to marked changes in their dietary intake in men. *J Lipid Res* 2005, 46(2), s. 269–280.
- Schaeffer L. i wsp. Common genetic variants of the FADS1 FADS2 gene cluster and their reconstructed haplotypes are associated with the fatty acid composition in phospholipids. *Hum Mol Genet* 2006, 15(11), s. 1745–1756.
- Dyall S.C. Long-chain omega-3 fatty acids and the brain: a review of the independent and shared effects of EPA, DPA and DHA. *Front Aging Neurosci* 2015, 7, s. 52.
- Neubronner J. i wsp. Enhanced increase of omega-3 index in response to long-term n-3 fatty acid supplementation from triacylglycerides versus ethyl esters. *Eur J Clin Nutr* 2011, 65(2), s. 247–254.
- Kaur G. i wsp. Role of antioxidant status in the metabolism and health effects of n-3 PUFA. *Prog Lipid Res* 2023, 92, 101189.
- Stillwell W., Wassall S.R. Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. *Chem Phys Lipids* 2003, 126(1), s. 1–27.
- Jump D.B. Fatty acid regulation of gene transcription. *Crit Rev Clin Lab Sci* 2004, 41(1), s. 41–78.
- Serhan C.N. Pro-resolving lipid mediators are leads for resolution physiology. *Nature* 2014, 510(7503), s. 92–101.
- Calder P.C. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochim Biophys Acta* 2015, 1851(4), s. 469–484.
- Calder P.C. Very long-chain n-3 fatty acids and human health: Fact, fiction and the future. *Proc Nutr Soc* 2022, 81(1), s. 1–23.
- Calder P.C. Marine omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 2022, 33(1), s. 1–12.
- Skulas-Ray A.C. i wsp. Omega-3 fatty acids for the management of hypertriglyceridemia: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2019, 140(12), e673–e691.
- Bernasconi A.A. i wsp. Effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on triglycerides and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis. *JAMA Cardiol* 2020, 5(1), s. 1–9.
- Bhatt D.L. i wsp. Cardiovascular risk reduction with icosapent ethyl for hypertriglyceridemia. *N Engl J Med* 2019, 380, s. 11–22.
- Abdelhamid A.S. i wsp. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2020, 3, CD003177.
- ESC Guidelines on CVD prevention. *Eur Heart J* 2021, 42(34), s. 3227–3337.
- Imhoff-Kunsch B. i wsp. Docosahexaenoic acid supplementation during pregnancy and lactation. *Nutrients* 2012, 4(12), 799–840.
- Gould J.F. i wsp. Maternal supplementation with DHA and child development: Updated meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2022, 116(1), s. 1–13.
- Grosso G. i wsp. Omega-3 fatty acids and depression: scientific evidence and biological mechanisms. *Omega (Westport)* 2014, 28(2), s. 1–10.
- Mocking R.J.T. i wsp. Meta-analysis of n-3 PUFA for major depressive disorder. *JAMA Netw Open* 2019, 2(3), e190778.
- Yurko-Mauro K. i wsp. Beneficial effects of docosahexaenoic acid on cognitive decline in Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement* 2010, 6(6), s. 456–464.
- Serhan C.N. Pro-resolving lipid mediators in inflammation. *Nature* 2014, 510(7503), s. 92–101.
- Calder P.C. i wsp. Omega-3 fatty acids and inflammatory joint diseases. *Proc Nutr Soc* 2021, 80(4), s. 382–392.
- Lee Y.H. i wsp. Efficacy of omega-3 fatty acids in rheumatoid arthritis: a meta-analysis. *Ann Rheum Dis* 2017, 76(1), s. 1–8.
- Scialoi E. i wsp. Omega-3 fatty acids and inflammatory bowel disease: a systematic review. *Nutrients* 2017, 9(12), E1345.
- liver fat in NAFLD: meta-analysis. *Clin Nutr* 2020, 39(7), s. 2039–2049.
- Middleton P. i wsp. Omega-3 fatty acids for preventing preterm birth. *Cochrane Database Syst Rev* 2018, 11, CD010902.
- Makrides M. i wsp. Maternal DHA and postpartum depression. *Am J Clin Nutr* 2010, 91(3), 848–853.
- PTGIP: Rekomendacje suplementacji DHA w ciąży i laktacji. *Ginekol Pol* 2021, 92(9), s. 661–666.
- Cockbain A.J. i wsp. Omega-3 fatty acids and cancer prevention. *Nat Rev Cancer* 2012, 12(3), s. 204–221.
- Gerber M. Fish consumption and cancer risk. *Public Health Nutr* 2012, 15(2), 228–236.
- Harris W.S. i wsp. Erythrocyte long-chain omega-3 fatty acid levels are inversely associated with mortality and with incident cardiovascular disease: The Framingham Heart Study. *J Clin Lipidol* 2018, 12(3), s. 718–727.e6.
- Brenna J.T. i wsp. α -Linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2009, 80(2–3), s. 85–91.
- Mozaffarian D., Wu J.H.Y. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *J Am Coll Cardiol* 2011, 58(20), s. 2047–2067.
- Lane K.E. i wsp. Bioavailability of algal-derived DHA compared to fish oil. *Nutrients* 2014, 6(11), s. 5447–5462.
- EFSA panel on dietetic products, nutrition and allergies (NDA): scientific opinion on dietary reference values for fats. EFSA J 2010, 8(3), s. 1461.
- European Society of Cardiology (ESC): 2021 Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J* 2021, 42(34), s. 3227–3337.
- Jarosz M. i wsp. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2017.
- Roke K., Stark K.D. Importance of measuring blood omega-3 fatty acid levels in clinical practice. *Clin Biochem* 2018, 52, s. 9–15.
- Bays H.E. i wsp. Safety considerations with omega-3 fatty acid therapy. *Am J Cardiol* 2007, 99(6A), 35C–43C.

NOWOŚĆ

NAJWYŻSZA KONCENTRACJA OMEGA-3 W KAPSUŁKACH OD MÖLLER'S®

Codzienne uzupełnienie diety w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe Omega-3 w ich naturalnej, najlepiej przyswajalnej formie trójglicerydów.



Kapsułki z wysoko skoncentrowanym Omega-3, bogate w kwasy tłuszczowe DHA i EPA wspomagają prawidłowe funkcjonowanie pracy serca¹, mózgu i wzroku² i pomagają w utrzymaniu prawidłowego poziomu trójglicerydów we krwi³.

**Dawkowanie:
1-2 kapsułki
w zależności od potrzeb**

**Przeznaczony dla osób
dorośli (w tym kobiet
w ciąży i karmiących piersią)
i dzieci powyżej 11 r.ż.**

1.2. Kwasy omega-3 wspomagają prawidłową pracę serca (DHA i EPA)¹ i mózgu (DHA)², przy dziennym spożyciu 250 mg DHA i EPA, 250 mg DHA. 3. Przy dziennym spożyciu 2g DHA i EPA