

Uniwersytet Medyczny
im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu

„Rola kwasów omega-3 w żywieniu pozajelitowym
pacjentów hospitalizowanych”

Praca pogładowa w ramach specjalizacji z farmacji szpitalnej

mgr farm. Katarzyna Rosadzińska

Kierownik Specjalizacji:
mgr farm. Aleksandra Podbielska
Specjalista Farmacji Szpitalnej

SPIS TREŚCI

Wstęp	3
1. Podział kwasów tłuszczowych	4
2. Źródło kwasów Omega-3	5
3. Wpływ na organizm	6
3. Emulsje tłuszczowe	9
4. Podsumowanie	10

Wstęp

Żywienie pozajelitowe to sposób dostarczania w formie wlewu dożylnego substancji odżywczych niezbędnych do podtrzymania życia, takich jak: aminokwasy – źródła białek; glukoza i lipidy – dostarczające energię; a także woda, elektrolity, mikroelementy i witaminy¹.

W związku z powyższym, żywienie pozajelitowe umożliwia przeżycie okresu choroby, gdy nie jest możliwe odżywianie pacjenta przez przewód pokarmowy. Dlatego, obok antybiotykoterapii, współczesnej analgezji i aseptyki, żywienie pozajelitowe uznane zostało za jedno z czterech największych odkryć medycyny XX wieku².

Lipidy pokrywają 20-45% całkowitego dziennego zapotrzebowania energetycznego. Pacjentom z dobrą tolerancją na tłuszcze żywionym pozajelitowo podawane są emulsje tłuszczowe pokrywające nawet w 50% dzienne zapotrzebowanie energetyczne.

Obecnie stosowane preparaty lipidowe mają zdolność do modulacji odpowiedzi zapalnej.

Są one bogate w średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (MCT), olej rybi oraz oliwę z oliwek³.

Celem niniejszej pracy jest omówienie roli kwasów tłuszczowych omega-3 w poprawie skuteczności i bezpieczeństwa terapii żywieniowej u pacjentów hospitalizowanych.

¹ M. Stawny, et al. (2013). Pharmaceutical Point of View on Parenteral Nutrition. The Scientific World Journal. Dec 22:2013:415310

² M. Spodaryk, P. Paluszkiwicz (2008). Praktyczne aspekty leczenia żywieniowego. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.

³ K. Książarczyk, B. Sankowski (2017). Wybrane aspekty żywienia pozajelitowego. Biul. Wyd. Farm. WUM, 2017, 4, 34-39

1. Podział kwasów tłuszczowych

Najbardziej skoncentrowane źródło energii w żywieniu człowieka stanowią tłuszcze. W zależności od liczby podwójnych wiązań, kwasy tłuszczowe w żywności, dzieli się na: nasycone (SFA – Saturated Fatty Acids), jednonienasycone (MUFA – Monounsaturated Fatty Acids), wielonienasycone (PUFA – Polyunsaturated Fatty Acids).

Polienowe kwasy tłuszczowe zawierają więcej niż jedno podwójne wiązanie i w zależności od położenia pierwszego z nich dzieli się je na dwie grupy:

- n-3 lub ω -3, czyli rodzina kwasu α -linolenowego (ALA),
- n-6 lub ω -6, tzw. rodzina kwasu linolowego (LA)⁴.

Zainteresowanie wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi omega-3 (ω -3 PUFA) nasiliło się w ostatnich latach ze względu na ich różnorodne role w promowaniu zdrowia i zmniejszaniu ryzyka chorób.

Do ω -3 PUFA należą:

- kwas α -linolenowy (ALA; 18:3 ω -3),
- kwas stearydonowy (SDA; 18:4 ω -3),
- kwas eikozapentaenowy (EPA; 20:5 ω -3),
- kwas dokozapentaenowy (DPA; 22:5 ω -3)
- kwas dokozaheksaenowy (DHA; 22:6 ω -3)⁵.

W organizmie człowieka, kwas α -linolenowy może ulegać w małym stopniu metabolicznej interkonwersji do form długołańcuchowych EPA i DHA.

W diecie typu zachodniego kwasy omega-6 występują w zdecydowanej przewadze w stosunku do omega-3, przez co kwasy omega-6 wygrywają konkurencję o te same enzymy. W rezultacie interkonwersja dotyczy głównie kwasów omega-6, a efektywność powstawania EPA i DHA w organizmie człowieka jest zazwyczaj bardzo ograniczona⁶.

W niektórych badaniach wykazano, że mniej niż 8% ALA jest przekształcane w EPA, a mniej niż 4% w DHA⁷. Pozostałymi czynnikami wpływającymi istotnie na efektywność interkonwersji są aktywność Δ 6 desaturazy, wpływ hormonów, wiek, płeć oraz stan fizjologiczny⁸.

Badanie przeprowadzone 2004 roku wykazało, że u mężczyzn $\leq 8\%$ ALA zostało przekształcone w EPA (i DHA w kolejnych etapach), podczas gdy około 30% ALA zostało przekształcone w EPA i inne metabolity u kobiet w wieku rozrodczym. Ten zależny od płci efekt wynika

⁴ K. Marciniak-Łukasik (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 6 (79), 24 – 35

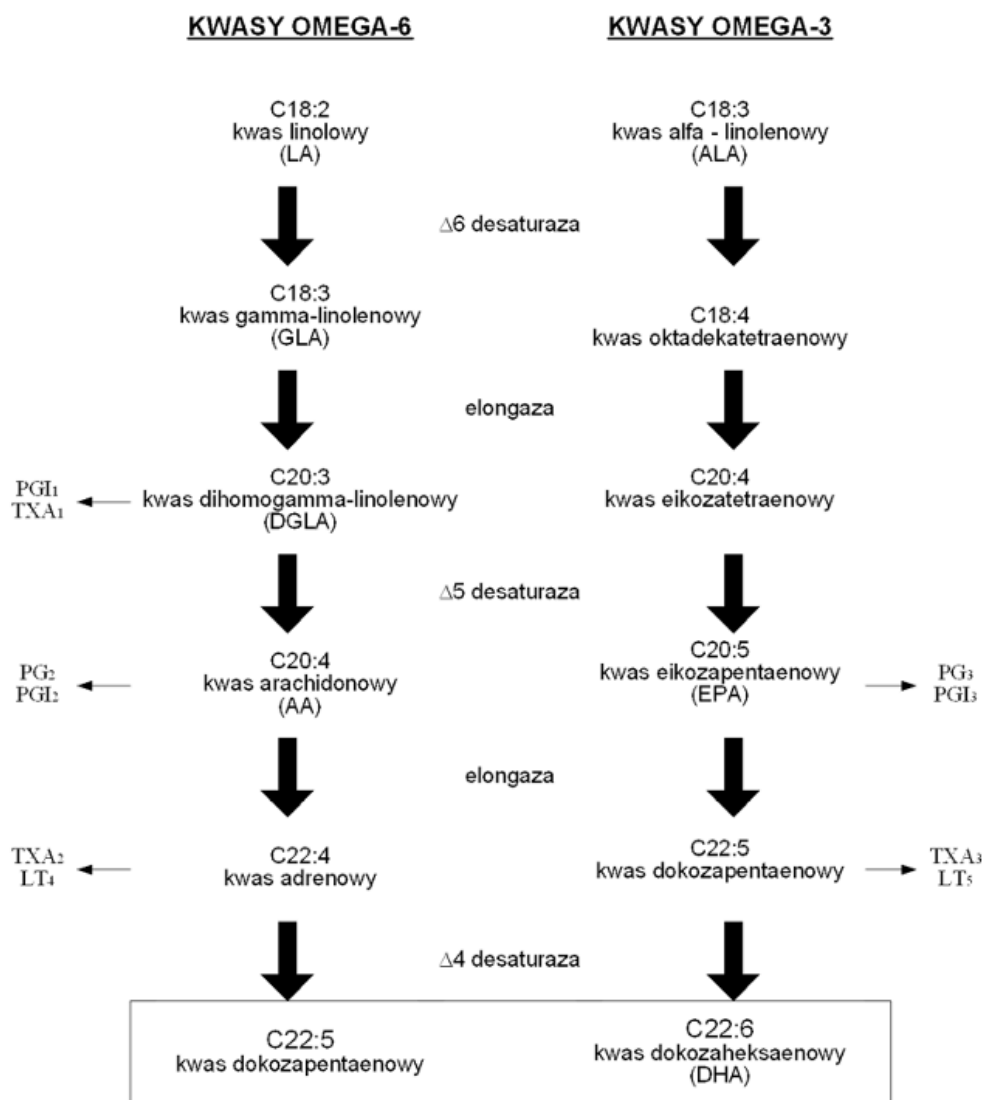
⁵ F. Shahidi, P. Ambigaipalan (2018). Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. Annual Review of Food Science and Technology, 25:9:345-381.

⁶ W. Kolanowski (2013). Funkcje i przemiany metaboliczne wielonienas. kw. tłuszczowych omega3 w org. człowieka. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. – XLVI, tom 3, str. 267 – 278

⁷ R. Cannataro et al. (2024). Omega-3 and Sports: Focus on Inflammation. Life (Basel), Oct 16;14(10)

⁸ W. Kolanowski (2013). Funkcje i przemiany metaboliczne wielonienas. kw. tłuszczowych omega3 w org. człowieka. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. – XLVI, tom 3, str. 267 – 278

z podwyższonego poziomu estrogenów u kobiet przed menopauzą, które zwiększają konwersję ALA do DHA, prawdopodobnie wspierając rozwój płodu⁹.



Ryc. 1 Schemat metabolizmu polienowych kwasów tłuszczowych z rodziny ω -3 i ω -6¹⁰.

2. Źródło kwasów Omega-3

W diecie człowieka ALA zwykle pochodzi ze źródeł botanicznych, np. zawarta jest w olejach z orzechów włoskich, lnu, nasion chia, rzepaku, konopi, żmijowca i perilli. Niestety korzyści zdrowotne ALA nie są tak dobrze udokumentowane, jak te przypisywane EPA i DHA¹¹.

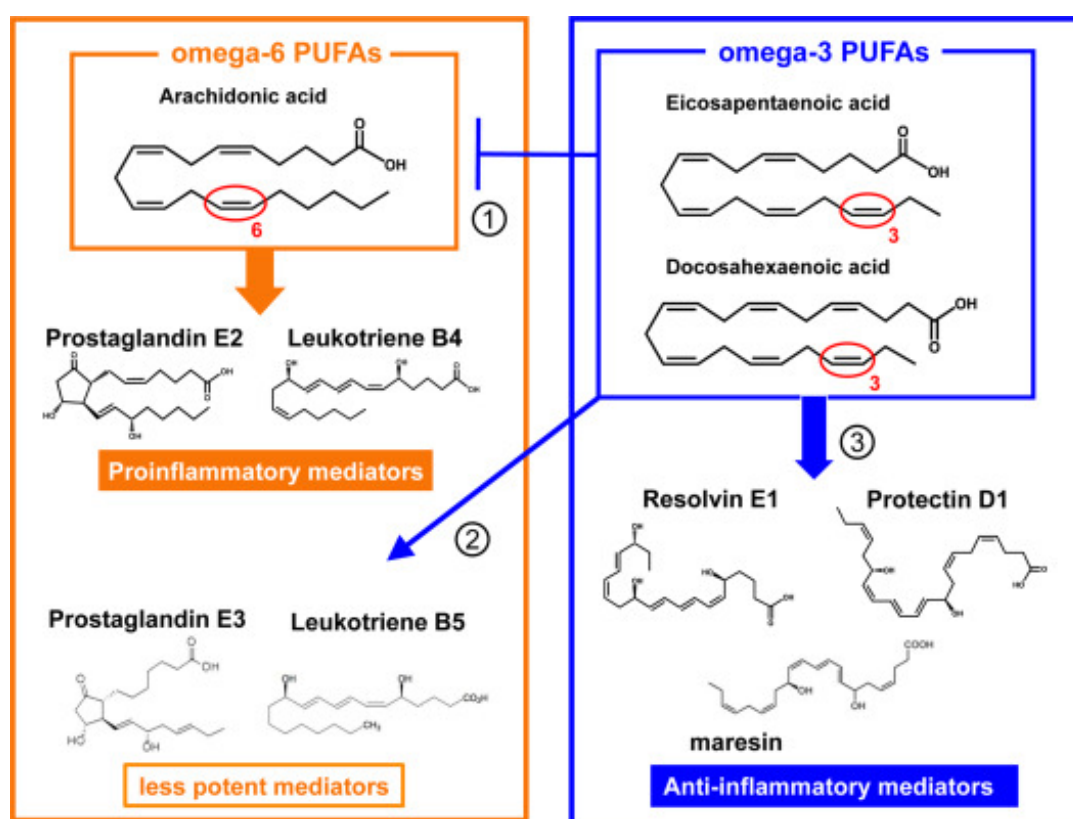
⁹ E. J. Giltay et al. (2004), Docosahexaenoic acid concentrations are higher in women than in men because of estrogenic effects, *Clinical Trial*, Nov, tom 80(5), str. 1167-74.

¹⁰ K. Marciniak-Lukasik (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 6 (79), 24 – 35

¹¹ K. E. Lane et al. (2021). Bioavailability and conversion of plant based sources of omega-3 fatty acids – a scoping review to update supplementation options for vegetarians and vegans, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, tom 62, str. 4982-4997.

Głównymi źródłami EPA i DHA w diecie człowieka są wątroby chudych białych ryb, takich jak dorsz i halibut, ciała tłustych ryb, takich jak makrela i łosoś, oraz tłuszcz ssaków morskich, takich jak foki i wieloryby¹². Ryby nie syntetyzują długołańcuchowych kwasów tłuszczowych $n-3$, ale gromadzą EPA i DHA poprzez spożywanie planktonu i alg stanowiących część morskiego łańcucha pokarmowego¹³. Olej z alg, w zależności od szczepu alg, często zawiera więcej DHA niż EPA, podczas gdy olej rybi zazwyczaj zawiera DHA, jak i EPA w stosunkowo zrównoważonej ilości. Olej z alg, w porównaniu z olejem rybim, jest bardziej zrównoważony i charakteryzuje się mniejszym ryzykiem wystąpienia zanieczyszczeń typowych dla wód oceanicznych dzięki czemu jest odpowiedni do stosowania przez osoby będące na dietach wegetariańskich¹⁴.

3. Wpływ na organizm



Ryc. 2 Schemat przeciwzapalnego działania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3¹⁵.

Metabolity pochodzące z kwasu α -linolenowego - EPA i DHA, są substratami dla COX, LOX i cytochromu P450. Przyczyniają się one do syntezy prostaglandyny E3 (PGE3), prostaglandyny D3 (PGD3), tromboksanu A3 (TXA3) i leukotrienu B5 (LTB5), które są mniej prozapalne

¹² Shahidi, P. Ambigaipalan (2018). Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. Annual Review of Food Science and Technology

¹³ H. Poudyal et al. (2011). Omega-3 fatty acids and metabolic syndrome: Effects and emerging mechanisms of action, Progress in Lipid Research, tom 50, str. 372-387.

¹⁴ R. Jagger et al. (2025). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, J Int Soc Sports Nutr, Jan 15;22.

¹⁵ J. Endo (2016). Cardioprotective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids, Journal of Cardiology, tom 67, str. 22-27.

niż mediatory pochodzące z kwasu arachidonowego. Ponadto EPA i DHA mogą być przekształcane w wyspecjalizowane mediatory - eikozanoidy o działaniu przeciwzapalnym i rezolwiny, protektyny i marezyny o działaniu prorozpuszczającym¹⁶.

Kwasy omega-3 mogą częściowo hamować szereg aspektów stanu zapalnego, w tym chemotaksję leukocytów, ekspresję cząsteczek adhezyjnych i interakcje adhezyjne leukocytów z komórkami śródbłónka, produkcję eikozanoidów, takich jak prostaglandyny i leukotrieny z kwasu arachidonowego, produkcję cytokin zapalnych oraz reaktywność limfocytów T pomocniczych typu 1¹⁷. Powstałe eikozanoidy modulują kluczowe regulatory stanu zapalnego, takie jak czynnik jądrowy κ B (NF- κ B), który po aktywacji zwiększa stan zapalny i reguluje ekspresję czynnika jądrowego układu oddechowego 1 (Nrf1), odgrywającego rolę obronną przed utlenianiem komórki¹⁸.

Działanie kwasów ω -3 na organizm jest wielokierunkowe - wykazują funkcjonalnie ważne role komórkowe, ponieważ są prekursorami bioaktywnych cząsteczek sygnałowych oraz stanowią część fosfolipidowej warstwy błony komórkowej.

Fosfolipidy, z których składa się błona komórkowa, zawierają różne rodzaje kwasów tłuszczowych. Ich długość i nasycenie wpływa na właściwości błon. Ponieważ budowa kwasów ω -3 składa się z wielu wiązań podwójnych i długołańcuchowych atomów węgla, ich włączenie do fosfolipidów w błonie może zmienić jej właściwości i wpłynąć na funkcję białek błonowych. Dzięki temu, w kardiomiocytach włączenie kwasów omega-3 może modulować funkcję kanałów jonowych, co prowadzi do efektów przeciwartmicyjnych¹⁹.

Przeprowadzone badania na szczurach i psach wykazały, że wstępne podanie kwasów tłuszczowych omega-3 zmniejszyło uszkodzenie tkanki serca i zapobiegło rozwojowi zaburzeń rytmu komorowego po indukowaniu zawału serca²⁰. Dodatkowo kwasy tłuszczowe hamują rozwój choroby niedokrwiennej serca i choroby wieńcowej²¹.

W badaniu przeprowadzonym przez A. L. Cawed i in. (2010), u osób, u których wykonano endarterektomię tętnicy szyjnej, przez 21 dni podawano preparat zawierający mieszkankę EPA/DHA. EPA preferencyjnie wbudowywała się w blaszki miażdżycowe w porównaniu z DHA, zwiększała stabilność blaszek miażdżycowych oraz zmniejszała ich stan zapalny proporcjonalnie do swojej zawartości²².

¹⁶ D. Jerab et al. (2025). Beneficial Effects of Omega-3 Fatty Acids on Obesity and Related Metabolic and Chronic Inflammatory Diseases, *Nutrients*. Apr 3;17.

¹⁷ P. C. Calder (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*. Kwiecień str. 469-484.

¹⁸ R. Jagger et al. (2025). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, *J Int Soc Sports Nutr*, Jan 15;22.

¹⁹ J. Endo (2016). Cardioprotective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids, *Journal of Cardiology*, tom 67, str. 22-27.

²⁰ M. Penny et al. (2002). Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease, *Circulation*, tom 106, nr 21.

²¹ K. Marciniak-Łukasik (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 6, 24 – 35

²² A. L. Cawed et al. (2010). Eicosapentaenoic acid (EPA) from highly concentrated n-3 fatty acid ethyl esters is incorporated into advanced atherosclerotic plaques and higher plaque EPA is associated with decreased plaque inflammation and increased stability, *Atherosclerosis*, Sep;212, str. 252-9.

Badania przeprowadzone przez A. Takaki i in. (2011), wykazały, że po włączeniu EPA do cząsteczek HDL, znacząco poprawia właściwości przeciwzapalne HDL.

HDL izolowane od pacjentów leczonych EPA znacząco zwiększyło odpływ cholesterolu z makrofagów i zmniejszyło ekspresję cząsteczki adhezji komórkowej naczyń-1 (VCAM-1) w komórkach śródbłónki w porównaniu z HDL izolowanym od pacjentów przed podaniem EPA²³.

DHA jest ważny dla neurotransmisji, neuroplastyczności i przekazywania sygnałów. Zwiększa stężenie serotoniny i acetylocholiny w tkance nerwowej i jest prekursorem unikalnych cząsteczek modulacyjnych, w tym (neuro)protektyny D1.

DHA jest kwasem omega-3 obficie występującym w OUN i siatkówce oka²⁴.

Badania na zwierzętach i ludziach wykazały, że niedobór kwasów tłuszczowych omega-3 we wczesnym okresie życia prowadzi do zmniejszonych zdolności poznawczych, osłabionej uwagi, utraty wzroku i zaburzeń psychicznych, takich jak depresja, schizofrenia i demencja²⁵.

W badaniu Framingham Heart Study (2006), wykazano, że 50% redukcja ryzyka choroby Alzheimera wiązała się ze spożyciem więcej niż 2 porcji ryb tygodniowo.

Tym samym, potwierdzono wcześniej powstałe badania, które wykazały niższą zawartość DHA we frakcji fosfolipidów lub estrów cholesterolu w osoczu u pacjentów z demencją lub upośledzeniem funkcji poznawczych w porównaniu ze zdrowymi osobami w podeszłym wieku²⁶.

Omega-3 zwiększa ekspresję transportera glukozy GLUT4, co sprzyja wychwytowi glukozy przez adipocyty²⁷. Badanie przeprowadzone przez A. Pal i in. (2020), zidentyfikowało rezolwinę (metabolit EPA), jako czynnik poprawiający stężenie glukozy na czczo u otyłych myszy²⁸.

Podawanie dużych dawek EPA + DHA w ramach terapii żywieniowej u pacjentów w stanie krytycznym, wydaje się być odpowiednią strategią zapobiegającą utracie masy mięśniowej przez zwiększenie syntezy białek mięśniowych oraz zmniejszenie ich rozpadu²⁹.

Jednym z wczesnych stadiów miażdżycy jest dysfunkcja śródbłónki, która charakteryzuje się utratą biodostępności NO (tlenek azotu - odpowiada za regulację napięcia naczyń) oraz migracją śródbłónkową monocytów. Wykazano, że EPA zmniejsza ekspresję cząsteczek adhezyjnych oraz migrację monocytów, zwiększa natomiast wydajność sprzęgania eNOS (śródbłónkowa syntaza tlenu azotu), enzymu odpowiedzialnego za produkcję tlenu azotu w komórkach śródbłónki³⁰.

²³ A. Takaki et al. (2011). Add-on therapy of EPA reduces oxidative stress and inhibits the progression of aortic stiffness in patients with coronary artery disease and statin therapy: a randomized controlled study, *J Atheroscler Thromb*, 18(10), str. 857-66.

²⁴ I. Djuricic, F. C. Calder (2021). Beneficial Outcomes of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Human Health: An Update for 2021, *Nutrients* Jul 15;13.

²⁵ RC Robertson et al. (2017). Omega-3 polyunsaturated fatty acids critically regulate behaviour and gut microbiota development in adolescence and adulthood, *Brain Behav Immun*, tom 59, str. 21-37.

²⁶ E. J. Schaefer et al. (2006). Plasma Phosphatidylcholine Docosahexaenoic Acid Content and Risk of Dementia and Alzheimer Disease, *The Framingham Heart Study*, tom 63;(11), str. 1545-1550.

²⁷ J. Endo (2016). Cardioprotective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids, *Journal of Cardiology*, tom 67, str. 22-27.

²⁸ A. Pal et al. (2020). Resolvin E1 derived from eicosapentaenoic acid prevents hyperinsulinemia and hyperglycemia in a host genetic manner, *FASEB J*. Jun 24;34(8), str. 10640-10656.

²⁹ R. Blaauw et al. (2024). Combining proteins with n-3 PUFAs (EPA+DHA) and their inflammation pro-resolution mediators for preservation of skeletal muscle mass. *Critical Care*, tom 28, art. 38.

³⁰ S.C.R. Sherratt et al. (2024). Do patients benefit from omega-3 fatty acids? *Cardiovasc Res*. Jan 22;119(18), str. 2884-2901.

Metaanaliza 17 randomizowanych badań z udziałem ludzi wykazała, że kwasy omega-3 łagodzą objawy u pacjentów z reumatoidalnym zapaleniem stawów, nieswoistymi zapaleniami jelit i bolesnym miesiączkowaniem³¹.

Według E. Maslova i in. (2014), całkowity brak spożycia ryb przez kobietę w ciąży, wiąże się z 30% wzrostem ryzyka astmy u potomstwa oraz 46% wzrostem ryzyka hospitalizacji z powodu astmy³².

EPA i DHA zmniejszają rozpad kwasu arachidonowego i kwasu linolowego do metabolitów proalergiczych, przez hamowanie cyklooksygenazy (COX) oraz lipooksygenazy (LOX), a zwiększają produkcję rezolwiny i protektyny. Powstałe mediatory przeciwzapalne pomagają w łagodzeniu i zmniejszeniu alergii³³.

3. Emulsje tłuszczowe

Według Q Notz i in. (2022), w metaanalizie przeprowadzonej na grupie liczącej 1700 krytycznie chorych pacjentów wykazano, że żywienie zawierające kwasy omega-6 w porównaniu z tradycyjnymi emulsjami lipidowymi skróciło pobyt pacjentów w szpitalu, ale nie zmniejszyło ogólnej śmiertelności. Natomiast żywienie parenteralne, w którego skład wchodził olej rybi, skróciło czas pobytu na oddziale intensywnej terapii oraz zmniejszyło częstość powikłań infekcyjnych³⁴.

W żywieniu pozajelitowym olej sojowy był stosowany jako emulsja lipidowa z wyboru. Stosunek ω -6 do ω -3 w oleju sojowym wynoszący 7:1 jest niekorzystny, ponieważ mediatory lipidowe powstałe z ω -6 mają działanie prozapalne.

Od kilku lat na rynku można znaleźć mieszane emulsje lipidowe, w których olej sojowy celowo zastępuje się oliwą z oliwek, olejem rybim, olejem kokosowym oraz trójglicerydami średniołańcuchowymi (MCT).³⁵

Nowoczesne emulsje lipidowe są uznawane za preparaty bezpieczne. Obecnie stosowane preparaty mają zdolność do modulacji odpowiedzi zapalnej³⁶.

Zalecany stosunek ω -6 do ω -3 dla dobrego zdrowia wynosi 5:1. W Europie wynosi on średnio 10:1, a w Stanach Zjednoczonych nawet 20:1³⁷.

³¹ R. J. Goldberg, J. Katz (2007). A meta-analysis of the analgesic effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for inflammatory joint pain, *Pain*, May;129, str. 210-23.

³² E. Maslova et al. (2014). Fish intake during pregnancy and the risk of child asthma and allergic rhinitis -longitudinal evidence from the Danish National Birth Cohort, *Br J Nutr.* Mar 8; str. 1313-1325.

³³ J. J. DiNicolantonio, J. O'Keefe, (2021). The Importance of Maintaining a Low Omega-6/Omega-3 Ratio for Reducing the Risk of Autoimmune Diseases, Asthma, and Allergies, *Mo Med.* 2021 Sep-Oct;118, str.453-459.

³⁴ Q Notz et al. (2022). Omega-6 sparing effects of parenteral lipid emulsions—an updated systematic review and meta-analysis on clinical outcomes in critically ill patients, *Crit Care.* Jan 19, 26:23.

³⁵ C. Stoppe, et al. (2024). The role of lipid emulsions containing omega-3 fatty acids for medical and surgical critical care patients. *Critical Care* 28, Art. 271.

³⁶ K. Książarczyk, B. Sankowski (2017). Wybrane aspekty żywienia pozajelitowego. *Biul. Wydz. Farm. WUM*, 2017, 4, 34-39

³⁷ D. Jerab et al. (2025). Beneficial Effects of Omega-3 Fatty Acids on Obesity and Related Metabolic and Chronic Inflammatory Diseases, *Nutrients.* Apr 3;17.

W Polsce kwasy tłuszczowe omega-3 dostępne są w postaci preparatów Omegaven, SMOFlipid oraz Lipidem. Omegaven (zawierający olej rybny wysoko oczyszczony), powinien być stosowany jako dodatek do podstawowych emulsji tłuszczowych, SMOFlipid jest podstawową emulsją tłuszczową złożoną z omega-3, triglicerydów średnio- i długołańcuchowych (30%, olej sojowy) oraz oliwy z oliwek³⁸ z kolei Lipidem składa się z triglicerydów średniołańcuchowych, oleju sojowego oraz kwasów Omega-3.

Emulsja tłuszczowa SMOFlipid wchodzi w skład worków RTU typu SmofKabiven.

4. Podsumowanie

Emulsje tłuszczowe wykazują lepszą przyswajalność niż węglowodany w postaci glukozy oraz dostarczają dużą ilość energii w stosunku do małej objętości pożywienia.

W związku z powyższym stanowią główne źródło energii dla krytycznie chorych³⁹.

L. Pradelli i in. (2020), przeprowadzili symulację farmakoekonomiczną. Analizowano w niej kraje takie jak Francja, Niemcy, Włochy, Hiszpania, Wielka Brytania oraz USA.

Symulacja wykazała, iż pomimo wysokich kosztów nabycia mieszaniny żywieniowej zawierającej ω -3, jej wyższa skuteczność sprawia, że jest to rozwiązanie oszczędzające koszty, w porównaniu do nabycia mieszaniny standardowej⁴⁰.

Współczesne standardy (w tym wytyczne praktyczne ESPEN 2024), odchodzą od czystych emulsji sojowych na rzecz preparatów wieloskładnikowych wzbogaconych o olej rybi, co minimalizuje ryzyko powikłań wątrobowych i optymalizuje profil metaboliczny pacjenta⁴¹.

W ostatnich latach, kwasy tłuszczowe omega-3 stosowane w żywieniu parenteralnym stały się jednym z kluczowych elementów nowoczesnej terapii żywieniowej.

Zebrane dane wskazują na ich istotną rolę w poprawie stanu zdrowia hospitalizowanych pacjentów.

³⁸ S. Kłęk (2010). Leczenie żywieniowe w chirurgii. Żywnienie immunomodulujące w praktyce chirurgicznej, www.mp.pl.

³⁹ S. Kłęk (2010). Leczenie żywieniowe w chirurgii. Żywnienie immunomodulujące w praktyce chirurgicznej, www.mp.pl.

⁴⁰ L. Pradelli et al. (2020). Omega-3 fatty acid-containing parenteral nutrition in ICU patients: systematic review with meta-analysis and cost-effectiveness analysis, *Crit Care*, Nov 3;24:634.

⁴¹ ESPEN (2024). Clinical Nutrition