



Nienasycone kwasy tłuszczowe a demografia

dr n. med. Sławomir Puczkowski



Zapotrzebowanie na nienasycone kwasy tłuszczowe w ciągu całego życia człowieka

I. Streszczenie

Analiza zapotrzebowania człowieka na niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) na różnych etapach życia. Podstawowym założeniem jest, że NNKT, w szczególności z rodzin omega-3 i omega-6, nie są jedynie składnikami odżywczymi, ale niezastąpionymi składnikami strukturalnymi i funkcjonalnymi fizjologii człowieka. Są integralną częścią architektury każdej błony komórkowej i służą jako prekursorzy silnych cząsteczek sygnałowych, które regulują szeroki zakres procesów metabolicznych, immunologicznych i hormonalnych.

Chociaż te kwasy tłuszczowe są uniwersalnie ważne, niniejsza analiza pokazuje, że ich specyficzne potrzeby, priorytety metaboliczne i korzyści fizjologiczne są bardzo dynamiczne i zależą od etapu życia, płci, a nawet predyspozycji genetycznych. Głównym wnioskiem raportu jest to, że współczesna dieta zachodnia charakteryzuje się głęboką i szkodliwą nierównowagą, charakteryzującą się nieproporcjonalnie wysokim stosunkiem omega-6 do omega-3. Ta nierównowaga, odbiegająca od ewolucyjnych wzorców żywieniowych ludzkości, jest głównym czynnikiem napędzającym przewlekłe, niewielkiego natężenia stany zapalne, które są związane z licznymi chorobami przewlekłymi.

Ustalenia raportu podkreślają kluczową rolę kwasu dokozaheksaenowego (DHA) w rozwoju neurologicznym niemowląt i dzieci, wpływ kwasów omega-3 na zdrowie hormonalne i rozrodcze u dorosłych oraz ich potencjał w zakresie zachowania funkcji poznawczych i stawów u osób starszych. Kluczowym odkryciem jest metaboliczna nie efektywność przekształcania roślinnych kwasów omega-3 (ALA) w bardziej aktywne

biologicznie formy morskie (EPA i DHA), co podkreśla konieczność bezpośredniego spożycia lub suplementacji tych ostatnich, zwłaszcza w przypadku niektórych populacji. Niniejszy raport syntetyzuje złożone dowody naukowe, aby dostarczyć zniuansowane, specyficzne dla danego etapu życia zalecenia dietetyczne i suplementacyjne, opowiadając się za ukierunkowanym podejściem, którego celem jest przywrócenie zdrowszej równowagi kwasów tłuszczowych w diecie człowieka.

II. Podstawowa biochemia niezbędnych kwasów tłuszczowych

A. Definicja niezbędności i ról fizjologicznych

Niezbędne kwasy tłuszczowe to klasa wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT), które są niezbędne dla zdrowia człowieka, ale nie mogą być syntetyzowane przez organizm. Wynika to z faktu, że ssaki, w tym ludzie, nie posiadają enzymów wymaganych do wprowadzenia podwójnych wiązań w pozycjach omega-6 i omega-3 łańcucha kwasów tłuszczowych.¹ W konsekwencji te tłuszcze muszą być dostarczane z pożywienia, co stanowi podstawę ich „niezbędnego” określenia. Dwoma macierzystymi NNKT są kwas alfa-linolenowy (ALA), kwas tłuszczowy omega-3, i kwas linolowy (LA), kwas tłuszczowy omega-6.¹

Fizjologiczne znaczenie tych NNKT wykracza daleko poza proste dostarczanie energii. Są one podstawowymi budulcami życia komórkowego, służąc jako kluczowe składniki strukturalne wszystkich błon komórkowych. Po włączeniu do fosfolipidów błonowych nadają im istotne właściwości, takie jak płynność, elastyczność i przepuszczalność, które są niezbędne do wydajnego funkcjonowania komórek. Te

właściwości błonowe z kolei regulują aktywność enzymów związanych z błonami, skuteczność komunikacji komórkowej oraz wydajność mechanizmów wymiany składników odżywczych i produktów przemiany materii. Na przykład, włączenie do diety kwasów tłuszczowych omega-3 może bezpośrednio modyfikować skład błon w krwinkach czerwonych, komórkach odpornościowych i tkance sercowej, wpływając w ten sposób na ich funkcje w całym ciele. Ponadto, specyficzne NNKT znajdują się w wyjątkowo wysokich stężeniach w niektórych tkankach, takich jak DHA w siatkówce i istocie szarej mózgu, co podkreśla ich specjalistyczne role w funkcji układu wzrokowego i nerwowego.⁴

Poza swoją zdolnością strukturalną, NNKT działają jako prekursorzy zróżnicowanej rodziny bioaktywnych mediatorów lipidowych. Należą do nich eikozanoidy, resolwiny, protektyny i marezyny, które są silnymi, hormono-podobnymi substancjami, które regulują szeroką sieć aktywności biologicznych.⁴ Cząsteczki te odgrywają kluczową rolę w regulowaniu stanów zapalnych, odpowiedzi immunologicznych, ciśnienia krwi, krzepnięcia krwi i ekspresji genów, wśród innych funkcji.⁴ Zdolność NNKT do bezpośredniego wpływania na ekspresję genów, poprzez interakcję z czynnikami transkrypcyjnymi lub poprzez zmianę składu lipidowego błon, pozycjonuje je jako pleotropowe regulatory funkcji komórkowych, wpływające na wszystko, od metabolizmu energetycznego po plastyczność synaptyczną.⁴

B. Szlaki metaboliczne Omega-3 i Omega-6

NNKT uzyskane z diety, ALA i LA, służą jako punkty wyjścia do syntezy w organizmie dłuższych, bardziej nienasyconych kwasów tłuszczowych. Te przekształcenia metaboliczne zachodzą poprzez szereg reakcji enzymatycznych obejmujących desaturację i elongację w retikulum endoplazmatycznym i peroksosomach.³ Szlak omega-6 przekształca LA w

kwasy arachidonowy (AA), który jest kluczowym składnikiem fosfolipidów mózgu i prekursorem prozapalnych cząsteczek sygnałowych.¹ Podobnie, szlak omega-3 metabolizuje ALA w kwas eikozapentaenowy (EPA), a następnie w kwas dokozaheksaenowy (DHA).³

Centralnym i krytycznym odkryciem w metabolizmie NNKT jest bardzo mała efektywność konwersji ALA z diety na długłańcuchowe produkty EPA i DHA u ludzi. Enzymy odpowiedzialne za te konwersje mają niską wydajność, a tempo konwersji może być bardzo zmienne u poszczególnych osób. Badania ilościowe wykazały, że wydajność konwersji z ALA do EPA plus DHA razem może wynosić zaledwie 0,4% u niektórych osób, podczas gdy konwersja do samego DHA może być mniejsza niż 0,1%. Ta nieefektywność jest szczególnie wyraźna u mężczyzn, przy czym jedno badanie nie wykazało wykrywalnej konwersji ALA do DHA, podczas gdy kobiety wykazały około 9% wydajności.¹¹ Większe tempo konwersji u kobiet jest przypuszczalnie spowodowane niższym tempem wykorzystania ALA do beta-oksydacji i wpływem czynników hormonalnych, takich jak estrogen.¹¹

Ta znacząca zmienność i ograniczona zdolność do syntezy endogennej doprowadziły do uznania DHA z diety za „warunkowo niezbędny” kwas tłuszczowy dla znacznej części populacji, zwłaszcza mężczyzn.¹¹ Chociaż ALA można znaleźć w różnych źródłach roślinnych, takich jak siemię lniane i nasiona chia, jego nieefektywna konwersja oznacza, że uzyskanie odpowiednich ilości EPA i DHA wymaga bezpośredniego spożycia pokarmów bogatych w te specyficzne kwasy tłuszczowe, głównie tłustych ryb i wzbogaconego oleju sojowego, lub poprzez ukierunkowaną suplementację.⁶ To stanowi wyzwanie dla tradycyjnego polegania na spożyciu ALA w celu zaspokojenia potrzeb organizmu na fizjologicznie aktywne DHA i EPA.

C. Stosunek Omega-6:Omega-3 i jego konsekwencje zdrowotne

Przez miliony lat ewolucyjnej historii rodzaju Homo utrzymywała się równowaga pomiędzy kwasami tłuszczowymi omega-6 i omega-3 w diecie człowieka, ze stosunkiem wynoszącym od około 1:1 do 4:1.³ Ta równowaga była w dużej mierze wynikiem diety bogatej w dziczyznę, owoce morza i zielone warzywa liściaste.³ W przeciwieństwie do tego, typowa współczesna dieta zachodnia charakteryzuje się nadmiernym spożyciem kwasów tłuszczowych omega-6 i względnym niedoborem omega-3, co skutkuje stosunkiem, który może wynosić od 15:1 do nawet 20:1 lub więcej.¹

Ta dramatyczna zmiana w krajobrazie żywieniowym jest bezpośrednią konsekwencją współczesnego rolnictwa i metod produkcji żywności. Powszechne stosowanie pasz zbożowych dla zwierząt gospodarskich oraz wszechobecne użycie bogatych w omega-6 olejów roślinnych (np. kukurydzianego, sojowego i krokoszowego) w przetworzonej żywności zasadniczo zmieniły skład kwasów tłuszczowych w ludzkim łańcuchu dostaw żywności.³ W rezultacie spożycie kwasu linolowego w ciągu ostatniego stulecia w niektórych krajach zachodnich podwoiło się, co doprowadziło do znacznego wzrostu ilości omega-6 magazynowanych w tkance tłuszczowej.¹⁴

Fizjologiczne konsekwencje tej nierównowagi są głębokie. Kwasy tłuszczowe omega-6 i omega-3 konkurują o te same enzymy (np. cyklooksygenazę i lipoksygenazę), aby wytworzyć różne typy eikozanoidów.⁸ Eikozanoidy pochodzące z omega-6 (takie jak AA) są na ogół prozapalne, natomiast te pochodzące z omega-3 (takie jak EPA) są przeciwzapalne, promując ustępowanie stanu zapalnego. Kiedy stosunek w diecie jest mocno przesunięty w stronę omega-6, maszyna enzymatyczna organizmu sprzyja produkcji prozapalnych mediatorów,

prowadząc do stanu przewlekłego, niskiego stopnia stanu zapalnego. Ten subkliniczny stan zapalny jest głównym czynnikiem etiologicznym w patogenezie licznych współczesnych chorób przewlekłych, w tym chorób sercowo-naczyniowych, niektórych nowotworów oraz różnych chorób autoimmunologicznych i alergicznych.³ Równoległość między wzrostem wysokiego stosunku omega-6 do omega-3 a zwiększoną częstością występowania tych stanów zapalnych jest przedmiotem intensywnych badań naukowych.

Tabela 1: Stosunek Omega-6:Omega-3 w powszechnych źródłach dietetycznych

Źródło	Stosunek Omega-6:Omega-3	Kluczowe składniki odżywcze i uwagi
Żywność historyczna/ dzika		
Dieta paleolityczna	1:1 do 4:1	Ludzie ewoluowali na tym stosunku. ³
Dziczyzna	2:1 do 4:1	Wysoka zawartość omega-3 w porównaniu do zwierząt karmionych zbożem. ¹³
Współczesna żywność		
Wołowina karmiona trawą	2:1	Znacznie zdrowszy stosunek niż wołowina karmiona zbożem. ¹³
Wołowina karmiona zbożem	9:1 do 13:1	Wyższa zawartość omega-6 z powodu paszy zbożowej. ¹³
Olej krokoszowy	77:1	Bardzo wysoka zawartość kwasów tłuszczowych omega-6. ¹⁴

Olej kukurydziany	58:1 do 60:1	Główne źródło omega-6 w dietach zachodnich. ¹⁴
Olej sojowy	7.3:1 do 20:1	Kluczowy składnik przetworzonej żywności. ⁵
Olej lniany	0.2:1	Doskonałe roślinne źródło omega-3. ⁵
Orzechy włoskie	5:1 do 14:1	Zawierają zarówno omega-6, jak i omega-3, oferując lepszą równowagę niż niektóre oleje. ⁵

III. Wymagania dotyczące nienasyconych kwasów tłuszczowych w ciągu życia

A. Niemowlęstwo i wczesne dzieciństwo (Wiek 0-2)

Okres od ostatniego trymestru ciąży do ukończenia drugiego roku życia stanowi krytyczne okno dla rozwoju neurologicznego i wzrokowego, procesu w dużej mierze zależnego od odpowiedniego zaopatrzenia w długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe (LCPUFA).¹² Kwas dokozaheksaenowy (DHA) jest podstawowym składnikiem odżywczym na tym etapie, gromadząc się w mózgu płodu w bardzo szybkim tempie podczas ostatniego trymestru ciąży i kontynuując swój przyrost w przyspieszonym tempie aż do końca drugiego roku życia.¹² DHA jest głównym składnikiem strukturalnym błon komórkowych w ośrodkowym układzie nerwowym i siatkówce, gdzie występuje w wyjątkowo wysokich stężeniach. Jego rola w funkcjonowaniu mózgu obejmuje promowanie wzrostu neuronów i tworzenie synaps, a także jest kluczowym elementem w systemie transdukcji wzrokowej, który przekształca światło w obrazy wizualne.⁴

Stan odżywienia matki w czasie ciąży i laktacji jest krytycznym czynnikiem decydującym o zaopatrzeniu dziecka w DHA.¹² DHA jest preferencyjnie przenoszony przez łożysko do płodu i występuje w wysokich stężeniach w mleku matki, zapewniając bezpośrednie zaopatrzenie rozwijającego się niemowlęcia.⁷ Ważność tego przenoszenia przez matkę podkreślają badania wykazujące, że wysoki poziom DHA w osoczu matki koreluje z lepszym rozwojem mózgu i układu wzrokowego u dziecka.¹⁹

Chociaż rola DHA w rozwoju niemowląt jest bezdyskusyjna, skuteczność suplementacji jest tematem niuansowym. Badania nad suplementacją omega-3 u niemowląt donoszonych wykazały silny związek ze zwiększoną szybkością rozwoju ostrości wzroku.¹² Jednak dowody dotyczące długoterminowych korzyści neurokognitywnych suplementacji u niemowląt donoszonych są mniej jednoznaczne, a niektóre badania nie wykazały wyraźnych korzyści dla wyników rozwojowych.⁴ W przeciwieństwie do tego, badania wykazały, że spożywanie całych ryb podczas ciąży i laktacji może być bardziej korzystne dla rozwoju poznawczego dziecka niż sama suplementacja, co sugeruje, że synergiczne efekty składników odżywczych w całych produktach spożywczych mogą być trudne do odtworzenia za pomocą izolowanych suplementów.²¹ Ponadto, niektóre dane wskazują, że wpływ DHA na wczesny rozwój może się różnić w zależności od płci dziecka i genotypu genów zaangażowanych w syntezę EFA, co sugeruje rolę spersonalizowanego odżywiania w przyszłości.¹² W przypadku wcześniaków, suplementacja matki podczas karmienia piersią wydaje się znacząco poprawiać rozwój mózgu.¹⁹

Poniżej przedstawiono zaznaczony tekst, przetłumaczony na język polski:

B. Dzieci i młodzież (Wiek 3-18)

Poza niemowlęctwem, zapotrzebowanie na niezbędne kwasy tłuszczowe (EFA) nadal wspiera wzrost mózgu, funkcje poznawcze i zarządzanie specyficznymi stanami zdrowotnymi. Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA), w szczególności kwas arachidonowy (AA) i kwas dokozaheksaenowy (DHA), odgrywają ciągłą rolę w funkcjonowaniu ośrodkowego układu nerwowego, zwiększając plastyczność synaptyczną oraz poprawiając pamięć i zdolności uczenia się.⁴ Badania wykazały, że wyższe spożycie kwasów omega-3 może poprawić uczenie się werbalne i pamięć u dzieci.²²

Ponadto, istnieją przekonujące dowody na poparcie stosowania kwasów omega-3 w leczeniu niektórych schorzeń behawioralnych i zapalnych powszechnych w dzieciństwie. Przegląd 16 badań wykazał, że kwasy tłuszczowe omega-3 poprawiły objawy często związane z zespołem nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD), w tym uwagę, impulsywność i nadpobudliwość. 16-tygodniowe badanie chłopców z ADHD i bez ADHD potwierdziło, że codzienne spożycie 1300 mg kwasów omega-3 poprawiło uwagę.²² Podobnie, badania wykazały, że suplementacja kwasami omega-3 może pomóc zmniejszyć nasilenie objawów astmy u dzieci, przy czym wyższe spożycie jest związane ze zmniejszeniem objawów spowodowanych zanieczyszczeniem powietrza w pomieszczeniach.¹⁹

Dla tej grupy wiekowej zalecane codzienne spożycie kwasu alfa-linolenowego (ALA) różni się w zależności od płci, przy czym nastoletni chłopcy (14-18 lat) potrzebują 1,6 grama dziennie, podczas gdy dziewczęta w tym samym wieku potrzebują 1,1 grama.²² Ta różnica

odzwierciedla odrębne potrzeby metaboliczne i wzorce wzrostu mężczyzn i kobiet podczas tej fazy rozwojowej.

C. Dorośli (Wiek 18-50)

Dla dorosłych, główna rola EFA przesuwana się z szybkiego rozwoju na utrzymanie zdrowia fizjologicznego, w tym funkcji sercowo-naczyniowych, równowagi hormonalnej i płodności. Kwasy tłuszczowe omega-3 są znane z tego, że wspierają zdrowie serca, znacząco obniżając poziom trójglicerydów, regulując ciśnienie krwi i potencjalnie podnosząc poziom cholesterolu HDL. Zmniejszają również przewlekłe stany zapalne poprzez zmniejszenie produkcji zapalnych eikozanoidów i cytokin, które mogą przyczyniać się do chorób serca, zespołu metabolicznego i innych schorzeń przewlekłych.⁵

Potrzeby specyficzne dla kobiet

Kwasy tłuszczowe omega-3 odgrywają szczególnie ważną rolę w zdrowiu kobiet, zwłaszcza poprzez wpływ na równowagę hormonalną i funkcje rozrodcze. Badania wskazują, że kwasy omega-3, wraz z innymi czynnikami stylu życia, mogą przesunąć metabolizm estrogenów w kierunku bardziej korzystnej ścieżki 2-hydroksyestronu, co jest ważne dla ogólnego stanu zdrowia.²³ Ten wpływ nie ogranicza się do długoterminowego zdrowia, ponieważ rozciąga się na zarządzanie stanami takimi jak dysmenorrhoea (ból menstruacyjny). Mechanizm polega na konkurencji między kwasami omega-3 a omega-6 o enzymy produkujące prostaglandyny.¹⁵ Wysoki stosunek omega-6 do omega-3 prowadzi do nadmiernej produkcji prozapalnych prostaglandyn, które powodują silne skurcze macicy i ból menstruacyjny. Zwiększenie spożycia kwasów omega-3 może odwrócić ten proces, zmniejszając ilość kwasów tłuszczowych omega-6 w błonach komórkowych, a tym samym

zmniejszając syntezę tych bolesnych mediatorów.⁹ Badania pokazują, że regularna dzienna dawka 1000 mg oleju rybnego zawierającego 180 mg EPA i 120 mg DHA może być tak skuteczna w zmniejszaniu bólu menstruacyjnego jak niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ), bez związanych z nimi skutków ubocznych ze strony przewodu pokarmowego.¹⁵

Podczas ciąży i laktacji zapotrzebowanie na EFA wzrasta w celu wsparcia rozwoju płodu i niemowlęcia.⁹ Chociaż oficjalne Zalecane Dienne Spożycie (RDA) dla kwasów omega-3 w tej populacji nie jest ustalone, Amerykański Instytut Medycyny sugeruje dzienne spożycie 1400 mg w czasie ciąży i 1300 mg w czasie laktacji jako wystarczające.²⁰ Odpowiednie spożycie w tych krytycznych okresach może pomóc zmniejszyć ryzyko przedwczesnego porodu, zwiększyć masę urodzeniową i długość, a także promować rozwój mózgu i wzroku płodu.⁹ Kobietom zaleca się spożywanie ryb o niskiej zawartości rtęci co najmniej dwa razy w tygodniu, aby zapewnić odpowiednie spożycie EPA i DHA, jednocześnie ograniczając potencjalne narażenie na toksyny.²¹

Potrzeby specyficzne dla mężczyzn

U mężczyzn EFA są kluczowe dla płodności i zdrowia hormonalnego. DHA, w szczególności, jest znaczącym składnikiem błon komórkowych dojrzałych plemników, stanowiąc do 20% ich zawartości kwasów tłuszczowych.²⁵ Prawidłowy skład kwasów tłuszczowych błony plemników jest niezbędny dla ich funkcji, a DHA odgrywa kluczową rolę w ruchliwości i liczbie plemników.²⁵ Kwasy omega-3 pomagają również chronić plemniki przed stresem oksydacyjnym, który może uszkodzić ich DNA i osłabić płodność.²⁶ Ponadto, badanie przeprowadzone na mężczyznach z nadwagą i otyłością wykazało, że suplementacja olejem rybnym

wzbogaconym w DHA zwiększyła poziom testosteronu we krwi, co sugeruje rolę w równowadze hormonalnej.²⁵

Związek między kwasami omega-3 a zdrowiem prostaty jest obszarem ciągłych i często sprzecznych badań. Chociaż kwasy omega-3 są ogólnie chwalone za swoje właściwości przeciwzapalne, niektóre badania podniosły obawy dotyczące potencjalnego związku między wysokim poziomem kwasów omega-3 a zwiększonym ryzykiem agresywnego raka prostaty.²⁷ Jedno badanie wykazało 43% wzrost ryzyka raka prostaty u mężczyzn z najwyższym poziomem kwasów omega-3 we krwi w porównaniu z tymi z najniższym, chociaż nie zaobserwowano zwiększonego ryzyka u mężczyzn z umiarkowanym poziomem.²⁸ Inne badania sugerują jednak, że kwasy omega-3 mogą pomóc spowolnić progresję raka i zmniejszyć czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, które są często pogarszane przez leczenie raka prostaty.²⁷ Biorąc pod uwagę te sprzeczne dowody, nie można wyciągnąć ostatecznego wniosku. Dlatego ważne jest, aby mężczyźni, zwłaszcza ci z zdiagnozowanym rakiem prostaty, podchodzili do suplementacji z ostrożnością, spożywali kwasy omega-3 z umiarem w ramach zbilansowanej diety i konsultowali się z lekarzem przed rozpoczęciem jakiegokolwiek nowego schematu suplementacji.²⁷

D. Osoby starsze (Wiek 50+)

Wraz z wiekiem niezbędne kwasy tłuszczowe (EFA) stają się coraz ważniejsze dla zachowania funkcji poznawczych i zarządzania chorobami związanymi z wiekiem. DHA i EPA są niezbędne do utrzymania funkcji mózgu, a ich wyższe spożycie wiąże się z niższym ryzykiem związanego z wiekiem spadku funkcji poznawczych, demencji i choroby Alzheimera.⁶ Badanie przeprowadzone na osobach starszych, które codziennie suplementowały 2,2 grama kwasów omega-3 z oleju rybiego, wykazało

znaczną poprawę funkcji poznawczych, w tym lepszą pamięć, bardziej elastyczne myślenie i zwiększoną zdolność koncentracji.²⁹ Tym korzyściom poznawczym towarzyszyły fizyczne zmiany w mózgu, w tym wzrost objętości istoty szarej i poprawa integralności istoty białej, co wskazuje na lepsze połączenia neuronalne.²⁹

Skuteczność suplementacji omega-3 w przypadku spadku funkcji poznawczych nie jest jednak korzyścią uniwersalną i wydaje się być modulowana przez czynniki indywidualne. Kilka badań wykazało, że suplementacja może nie poprawiać funkcji poznawczych u zdrowych osób starszych ani u pacjentów z zaawansowaną chorobą Alzheimera.³⁰ Korzyści wydają się być najbardziej wyraźne u osób z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi w punkcie wyjściowym.³⁰ Ponadto, genetyka może odgrywać znaczącą rolę. Badania wskazują, że osoby, które są nosicielami czynnika ryzyka genetycznego APOE4 dla choroby Alzheimera, mogą być mniej skłonne do czerpania korzyści z suplementacji DHA, ponieważ allel E4 może zmieniać sposób, w jaki organizm i mózg przetwarzają te tłuszcze.³⁰ Odkrycie to podkreśla potrzebę ukierunkowanych, spersonalizowanych strategii żywieniowych opartych na profilu genetycznym danej osoby.

Oprócz zdrowia poznawczego, EFA są korzystne dla zdrowia stawów i kości u starzejącej się populacji. Kwasy omega-3 są znane ze swoich właściwości przeciwzapalnych i mogą pomóc złagodzić ból i sztywność stawów, szczególnie w stanach takich jak reumatoidalne zapalenie stawów (RZS).⁶ Uważa się również, że pomagają chronić i zachować chrząstkę, smarować stawy poprzez utrzymanie płynu maziowego oraz poprawiać krążenie krwi w tkankach stawowych.³¹ Jednak dowody nie są uniwersalnie pozytywne dla wszystkich schorzeń stawów. Chociaż niektóre źródła promują kwasy omega-3 dla ogólnego zdrowia stawów, American College of Rheumatology nie zaleca oleju rybiego do leczenia

choroby zwyrodnieniowej stawów (ChZS) w dłoni, biodrze lub kolanie z powodu braku wyraźnych dowodów na to, że poprawia objawy.³² To rozróżnienie między zapalną chorobą autoimmunologiczną, taką jak RZS, a zwyrodnieniową chorobą stawów, taką jak ChZS, jest kluczowe dla opartego na dowodach podejścia do suplementacji.

Tabela 2: Zapotrzebowanie na EFA i korzyści w poszczególnych etapach życia

Etap życia	Kluczowe niezbędne kwasy tłuszczowe	Podstawowe role fizjologiczne i korzyści
Niemowlęta i małe dzieci (0-2 lata)	DHA	Niezbędny do rozwoju mózgu i siatkówki. ⁷ Wspierany przez transfer matczyzny przez łożysko i mleko matki. ⁷
Dzieci i młodzież (3-18 lat)	EPA, DHA	Wspiera ciągły rozwój mózgu, pamięć i uczenie się. ⁴ Może pomóc w zarządzaniu objawami ADHD i astmy. ¹⁹
Dorośli mężczyźni (18-50 lat)	EPA, DHA	Wspiera zdrowie sercowo-naczyniowe i funkcje mózgu. ⁵ Kluczowy dla jakości nasienia, ruchliwości i poziomu testosteronu. ²⁵ Zaleca się ostrożność w kwestii zdrowia prostaty ze względu na sprzeczne dowody. ²⁷
Dorośle kobiety (18-50 lat)	EPA, DHA	Wspiera zdrowie sercowo-naczyniowe i funkcje mózgu. ⁵ Wpływa na równowagę hormonalną i zmniejsza ból menstruacyjny. ⁹ Kluczowy w czasie ciąży i laktacji dla zdrowia niemowląt. ⁹

Seniorzy (50+ lat)	EPA, DHA	Może łagodzić związane z wiekiem pogorszenie funkcji poznawczych i zmniejszać ryzyko demencji. ²⁹ Właściwości przeciwzapalne mogą być korzystne w chorobach stawów, takich jak reumatoidalne zapalenie stawów, ale dowody na chorobę zwyrodnieniową stawów są niejednoznaczne. ⁶
-------------------------------	----------	--

IV. Praktyczne wskazówki: Pozyskiwanie i suplementacja

A. Źródła EFA w diecie

Kompleksowa strategia żywieniowa wymaga rozróżnienia między źródłami macierzystych EFA (ALA i LA) a bardziej aktywnymi biologicznie długołańcuchowymi formami (EPA i DHA).

- **Źródła EPA i DHA:** Najskuteczniejszym sposobem uzyskania tych kwasów tłuszczowych jest spożywanie tłustych ryb i innych owoców morza. Doskonale źródła dietetyczne to łosoś, makrela, sardynki, pstrąg, śledź, małże, ostrygi i kraby.⁵ Dla osób na diecie wegetariańskiej lub wegańskiej, suplementy oleju z alg stanowią bezpośrednie, roślinne źródło preformowanych EPA i DHA.²⁵
- **Źródła ALA:** Roślinne źródła ALA to siemię lniane, nasiona chia, orzechy włoskie i nasiona konopi.³ Chociaż te pokarmy są bardzo odżywcze, nieefektywna konwersja ALA do EPA i DHA w organizmie oznacza, że nie można na nich polegać jako na jedynym źródle tych kluczowych długołańcuchowych tłuszczów.⁸
- **Źródła LA i innych omega-6:** Kwasy tłuszczowe omega-6 są obfite i często nadmiernie spożywane w nowoczesnej diecie. Główne źródła to oleje roślinne, takie jak sojowy, kukurydziany, szafranowy i słonecznikowy, a także przetworzone produkty spożywcze, orzechy, nasiona i drób.³

Oto tłumaczenie zaznaczonego tekstu na język polski:

Strategie zapewniające sposób na przywrócenie zdrowszego stosunku kwasów tłuszczowych:

- **Zmniejszenie spożycia olejów bogatych w omega-6 i przetworzonej żywności:** Pierwszym i najbardziej skutecznym krokiem jest zmniejszenie spożycia wysoko rafinowanych olejów roślinnych (kukurydzianego, sojowego, szafranowego) oraz przetworzonej żywności, która je zawiera.³ Bezpośrednio to rozwiązuje problem nadmiaru omega-6.
- **Zwiększenie spożycia żywności bogatej w omega-3:** Włączenie co najmniej dwóch porcji tłustych ryb tygodniowo to skuteczny sposób na bezpośrednie uzyskanie EPA i DHA.⁶ Dla tych, którzy nie jedzą ryb, roślinne źródła, takie jak siemię lniane, nasiona chia i orzechy włoskie, powinny być spożywane regularnie, a suplement z oleju z alg może być rozważony w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu EPA i DHA.³¹
- **Wybieraj wysokiej jakości produkty zwierzęce:** Skład kwasów tłuszczowych w produktach zwierzęcych jest silnie uzależniony od ich paszy. Wybieranie mięsa i produktów mlecznych pochodzących od zwierząt karmionych trawą może znacząco poprawić stosunek omega-6:omega-3 w diecie, ponieważ zwierzęta karmione trawą mają zdrowszy stosunek (około 2:1) w porównaniu do ich odpowiedników karmionych zbożem (9:1).¹³

V. Wniosek

Analiza przedstawiona w niniejszym raporcie potwierdza, że niezbędne kwasy tłuszczowe są dynamicznymi i niezastąpionymi składnikami odżywczymi przez cały okres życia człowieka. Ich rola zmienia się z podstawowego elementu dla szybkiego rozwoju mózgu i oczu w

niemowlęctwie, na kluczowy czynnik utrzymania funkcji komórkowych, równowagi hormonalnej i zdrowia poznawczego w wieku dorosłym i starszym. Głęboka nierównowaga współczesnej diety zachodniej, charakteryzująca się nadmiernym stosunkiem omega-6 do omega-3, stanowi poważny problem zdrowia publicznego, który utrwała stan przewlekłego stanu zapalnego, znanego czynnika wielu chorób przewlekłych.

Fizjologiczna odpowiedź na niezbędne kwasy tłuszczowe nie jest stała. Jest ona modulowana przez wiek, płeć i indywidualny skład genetyczny, o czym świadczy nieefektywna konwersja ALA do DHA u mężczyzn i zróżnicowana odpowiedź nosicieli APOE4 na suplementację omega-3. Te odkrycia podkreślają główny temat: podejście do odżywiania w oparciu o zasadę „jednego rozmiaru dla wszystkich” jest niewystarczające.

Korekta współczesnej nierównowagi dietetycznej poprzez ukierunkowane wybory żywieniowe jest kluczową strategią zapobiegania chorobom i optymalizacji zdrowia. Poprzez zmniejszenie nadmiernego spożycia omega-6 i priorytetowe traktowanie bezpośrednich, dietetycznych źródeł EPA i DHA, osoby mogą przywrócić zdrowszą równowagę fizjologiczną. Przyszłe badania, zwłaszcza w dziedzinie nutrigenomiki, niosą ze sobą obietnicę jeszcze bardziej spersonalizowanych zaleceń, ale podstawowe zasady zbilansowanego podejścia opartego na całych produktach spożywczych pozostają najbardziej solidnym i możliwym do zastosowania przewodnikiem dla zdrowia człowieka.

Cytowane prace

1. Essential fatty acid - Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Essential_fatty_acid
2. Essential Fatty Acid Deficiency, <https://med.virginia.edu/ginutrition/wp-content/uploads/sites/199/2014/06/Parrish-June-17.pdf>
3. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications, <https://www.ocljournal.org/articles/ocljpdf/2010/05/oclj2010175p267.pdf>

4. Essential Fatty Acids | Linus Pauling Institute | Oregon State University, <https://lpi.oregonstate.edu/mic/other-nutrients/essential-fatty-acids>
5. Omega-3-6-9 Fatty Acids: A Complete Overview - Healthline, <https://www.healthline.com/nutrition/omega-3-6-9-overview>
6. Omega-3 Fatty Acids - Consumer - NIH Office of Dietary Supplements, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-Consumer/>
7. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA) - PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10479465/>
8. What is the omega-3 (n-3) fatty acid pathway? - Dr.Oracle AI, <https://www.droracle.ai/articles/142431/omega-3-fa>
9. Women and omega-3 Fatty acids - PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15385858/>
10. 17 Science-Based Benefits of Omega-3 Fatty Acids - Healthline, <https://www.healthline.com/nutrition/17-health-benefits-of-omega-3>
11. Conversion Efficiency of ALA to DHA in Humans | DHA/EPE Omega ..., <https://www.dhaomega3.org/overview/conversion-efficiency-of-ala-to-dha-in-humans>
12. DHA Effects in Brain Development and Function - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4728620/>
13. How to Optimize Your Omega-6 to Omega-3 Ratio - Healthline, <https://www.healthline.com/nutrition/optimize-omega-6-omega-3-ratio>
14. The Importance of Maintaining a Low Omega-6/Omega-3 Ratio for Reducing the Risk of Autoimmune Diseases, Asthma, and Allergies - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8504498/>
15. Reel in the relief: Can omega 3's reduce menstrual pain? - Institute of Performance Nutrition, <https://theiopn.com/reel-in-the-relief-can-omega-3s-reduce-menstrual-pain/>
16. Cave men diets offer insights to today's health problems, study shows - Purdue University, <https://www.purdue.edu/uns/html4ever/020204.Watkins.paleo.html>
17. Carcass Characteristics, Meat Quality and Fatty Acid Composition of 100% Grass-Fed Beef, <https://practicalfarmers.org/research/carcass-characteristics-meat-quality-and-fatty-acid-composition-of-100-grass-fed-beef/>
18. Omega-6 fatty acid - Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Omega%E2%88%926_fatty_acid
19. IN TIME: IMPORTANCE OF OMEGA 3 IN CHILDREN'S NUTRITION - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5417803/>
20. Omega-3 polyunsaturated fatty acids Use During Pregnancy | Drugs ..., <https://www.drugs.com/pregnancy/omega-3-polyunsaturated-fatty-acids.html>
21. Fish Oils during Pregnancy and Lactation | InfantRisk Center, <https://www.infantrisk.com/content/fish-oil-supplementation-during-pregnancy-and-lactation>
22. Omega-3 for Kids: Benefits, Side Effects, and Dosage - Healthline, <https://www.healthline.com/nutrition/omega-3-for-kids>
23. Estrogen Dominance - Whole Health Library - VA.gov, <https://www.va.gov/WHOLEHEALTHLIBRARY/tools/estrogen-dominance.asp>

24. Omega-3 - Menstruation Matters, <https://menstruationmatters.com.au/diet/omega-3/>
25. Omega-3 and testosterone: DHA increases testosterone levels in men - Omegor.com, <https://en.omegor.com/blogs/fertility/omega-3-and-testosterone-dha-increases-testosterone-level-in-men>
26. Omega-3 fatty acids affect a man's sperm quality - Valida Health, <https://validahealth.dk/en/blogs/news-room/vidste-du-at-omega-3-fedtsyrer-spiller-en-afgorende-rolle-i-mandens-fertilitet-samt-kapacitet-i-testiklerne>
27. Should I Take Fish Oil If I Have Prostate Cancer? - The Conrad Pearson Clinic, <https://conradpearson.com/mens-health/should-i-take-fish-oil-if-i-have-prostate-cancer/>
28. Omega-3s and Prostate Cancer Fact Check: What's a Guy to Do?, <https://www.aicr.org/resources/blog/omega-3s-and-prostate-cancer-fact-check-whats-a-guy-to-do/>
29. Omega-3 Fats & Cognitive Decline | Food for the Brain, <https://foodforthebrain.org/omega-3/>
30. Omega-3 fatty acids (DHA, EPA, and fish) - Alzheimer's Drug ..., https://www.alzdiscovery.org/uploads/cognitive_vitality_media/Omega-3-fatty-acids-Cognitive-Vitality-For-Researchers.pdf
31. Omega-3 Fatty Acids and Joint Health: Benefits and Sources |, <https://www.pdxfootandankle.com/blog/omega-3-fatty-acids-and-joint-health-benefits-and-sources-40772.html>
32. 12 Supplements for Osteoarthritis | Arthritis Foundation, <https://www.arthritis.org/health-wellness/treatment/complementary-therapies/supplements-and-vitamins/12-supplements-for-osteoarthritis>
33. www.mayoclinic.org, [https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements-fish-oil/art-20364810#:~:text=Dietary%20sources%20of%20DHA%20and,%20Dlinolenic%20acid%20\(ALA\).](https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements-fish-oil/art-20364810#:~:text=Dietary%20sources%20of%20DHA%20and,%20Dlinolenic%20acid%20(ALA).)
34. Fish oil - Mayo Clinic, <https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements-fish-oil/art-20364810>
35. Healthy Foods High in Omega-6 - WebMD, <https://www.webmd.com/diet/foods-high-in-omega-6>