



Wpływ żywienia na funkcje poznawcze

Effect of nutrition on cognitive functions

Magdalena Maria Lis^{1,A–D,F}

¹ Uniwersytet Opolski, Collegium Medicum, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Lis MM. Wpływ żywienia na funkcje poznawcze. Med Og Nauk Zdr. 2021; 27(4): 365–371. doi: 10.26444/monz/138921

■ Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Procesy poznawcze warunkują prawidłowe funkcjonowanie organizmu, poprzez odbiór i analizę bodźców docierających ze środowiska. Odpowiednie żywienie stanowi podstawę profilaktyki deficytów poznawczych. Celem niniejszej pracy było opisanie wpływu diety na procesy poznawcze oraz związane z nimi zaburzenia.

Metody przeglądu. W pracy dokonano analizy publikacji naukowych (m.in. metaanaliz, badań randomizowanych, przeglądów systematycznych) o tematyce medycznej i żywieniowej, z wyłączeniem case studies. Wyszukiwane przeprowadzono, korzystając z baz danych, takich jak PubMed, oraz z czasopism naukowych.

Opis stanu wiedzy. Deficyty poznawcze objawiają się spadkiem wydajności i obniżeniem koncentracji. Najczęściej występują krótkotrwale i przemijają po ustaniu przyczyny. Mogą jednak stanowić objaw rozwijającej się choroby neurodegeneracyjnej. Wielość przyczyn powstawania zaburzeń poznawczych uniemożliwia całkowite ich wyeliminowanie lub zahamowanie. Czynnikiem, na które mamy wpływ, są: masa ciała, żywność spożywana na co dzień, jakość mikroflory jelitowej oraz stosowane suplementy. Odpowiednio dobrana dieta, zawierająca m.in. witaminy z grupy B, przeciwutleniacze, produkty probiotyczne i nienasycone kwasy tłuszczowe, może tymczasowo poprawiać funkcje poznawcze oraz zapobiegać powstawaniu chorób neurodegeneracyjnych, które na dzień dzisiejszy są nieuleczalne. Obiecującą terapią uzupełniającą wydaje się być stosowanie probiotyków, jednak potwierdzenie tej tezy wymaga przeprowadzenia większej liczby badań.

Podsumowanie. Kluczem do utrzymania sprawnych funkcji poznawczych jest kompleksowe dbanie o żywienie i zdrowy tryb życia. Skuteczność w zapobieganiu chorobom otępienym jest szczególnie wysoka przed wystąpieniem pierwszych objawów. Odpowiednia dieta może zahamować rozwój chorób neurodegeneracyjnych, jednak nie wpływa na ich regresję.

Słowa kluczowe

funkcje poznawcze, otępienie, żywienie

■ Abstract

Introduction and objective. Cognitive functions are the precondition of proper functioning of an organism in terms of reception and processing of stimuli coming from the environment. Proper nutrition is a basis of prevention of cognitive impairment. The aim of the presented study was to describe the effect of nutrition on cognitive functions, and the related cognitive disorders.

Review methods. Scientific publications found in databases, e.g. PubMed and scientific journals were analyzed, including meta-analyses, randomized trials, and systematic reviews, concerning the scope of medical and nutritional problems, excluding case reports.

Brief description of the state of knowledge. Signs and symptoms of cognitive disorder include decrease in productivity and attention deficit. Most often these symptoms are transient and disappear with cessation of the underlying cause, but they may also be the sign of development of a neurodegenerative disease. Due to the fact that the development of cognitive disorders is multicausal, it is impossible to achieve its entire elimination or inhibition. The factors which we can modify are: body weight, nutrition, gut microbiota quality and dietary supplements. A suitable diet rich in vitamin B, antioxidants, probiotics and unsaturated fatty acids may temporarily improve cognitive functions and prevent neurodegenerative diseases which today remain incurable. Using probiotic supplements can be taken into consideration as a promising complementary therapy; however, it requires further research.

Summary. Complex care of balanced diet and health promoting life mode is the key to maintaining cognitive functions. The efficiency in prevention of dementia is particularly high before the occurrence of the initial symptoms of the disease. Proper diet may inhibit the progress of neurodegenerative diseases; however, it has no effect on their regression.

Key words

dementia, cognitive functions, nutrition

WPROWADZENIE

Prawidłowy odbiór docierających do organizmu bodźców stanowi warunek jego sprawnego funkcjonowania. Nie byłoby to możliwe, gdyby nie dobrze rozwinięte procesy

poznawcze, czyli ogół procesów psychicznych odpowiedzialnych za odbieranie, analizowanie i wykorzystywanie informacji o otaczającym nas środowisku [1].

Zaburzenia poznawcze stanowią poważny problem medyczny ze względu na ich niejednoznaczny charakter diagnostyczny i różnice osobnicze. Obniżają jakość życia, poczucie bezpieczeństwa i pewność siebie. Ważna jest profilaktyka zdrowia psychicznego, ponieważ pogłębienie objawów ogranicza samodzielność i prowadzi do niepełnosprawności.

Adres do korespondencji: Magdalena Maria Lis, Uniwersytet Opolski, Collegium Medicum, ul. Oleska 48, 45-052 Opole, Polska
E-mail: magda230597@gmail.com

Nadesłano: 18.03.2021; zaakceptowano do publikacji: 14.06.2021; publikacja online: 09.07.2021



Rycina 1. Rodzaje funkcji poznawczych
Źródło: [1]

Na zdrowie psychiczne i prawidłowy rozwój układu nerwowego wyraźnie wpływa odżywianie. Organizm potrzebuje odpowiedniej ilości energii w postaci węglowodanów i tłuszczów, białka w postaci białka oraz niezbędnych witamin i składników mineralnych. Ważne jest zachowanie równowagi pomiędzy energią dostarczaną z pożywienia i zużywaną na cele podstawowej przemiany materii podczas wszelkiego rodzaju aktywności fizycznej. Zarówno niedobór, jak i nadmiar składników odżywczych jest szkodliwy i prowadzi do poważnych konsekwencji. Spożywanie zbyt dużych ilości łatwo przyswajalnych węglowodanów o wysokim indeksie glikemicznym i nasyconych kwasów tłuszczowych oraz unikanie warzyw i owoców stanowi czynnik ryzyka zachorowania m.in. na: cukrzycę, nadciśnienie, miażdżycę, otyłość, zwiększa zmęczenie, pogarsza samopoczucie, prowadzi do zaburzeń funkcji poznawczych i chorób neurodegeneracyjnych. Dzięki odpowiednim wyborom żywieniowym jesteśmy w stanie utrzymać zdrowie lub spowolnić rozwój chorób. Dieta nie zastąpi farmakoterapii, ale stanowi podstawę profilaktyki zdrowia psychicznego i może być elementem wspomagającym leczenie m.in. łagodnych zaburzeń poznawczych (ang. *mild cognitive impairment*, MCI), demencji czy choroby Alzheimera [2, 3].

CEL PRACY

Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie głównych dysfunkcji poznawczych oraz przedstawienie czynników ryzyka ich wystąpienia, jak również opisanie wpływu masy ciała, wybranych składników żywności, mikroflory jelitowej oraz ziół i grzybów adaptogennych na procesy poznawcze oraz profilaktykę zdrowia psychicznego i leczenie zaburzeń poznawczych.

OPIS STANU WIEDZY

Rodzaje zaburzeń poznawczych

Deficyty poznawcze najczęściej są stanami przejściowymi związanymi z urazem, stresem, niedoborami witamin, chorobą lub zmęczeniem psychicznym. Stają się problemem, gdy występują regularnie. Łagodne zaburzenia poznawcze objawiają się trudnościami w skupieniu uwagi i spadkiem wydajności, bez upośledzenia samodzielności. Jeżeli podłoże zaburzeń poznawczych stanowią uszkodzenia neuronów,

objawy mogą ulegać stopniowemu pogłębianiu i doprowadzić do otępienia [4].

Otępienie jest chorobą przewlekłą i postępującą, cechującą się zaburzeniami wyższych funkcji poznawczych. Rozpoznane zostaje, gdy występuje osłabienie pamięci oraz jedno z innych zaburzeń poznawczych, które zakłócają samodzielne funkcjonowanie. Do tych zaburzeń zaliczane są: afazja (zaburzenie mowy), apraksja (upośledzona zdolność do wykonywania czynności ruchowych), agnozja (nieumiejętność rozpoznania obiektów mimo prawidłowo działających zmysłów) i zaburzenie funkcji wykonawczych (planowania, organizacji, myślenia abstrakcyjnego). Obserwowane są również: niestałość emocjonalna, apatia, drażliwość czy upraszczanie zachowań społecznych. Skalą, która określa stopień zaawansowania otępienia, jest skala GDS (The Global Deterioration Scale). Czynniki ryzyka to: wiek, występowanie zaburzeń otępiennych w rodzinie, mutacje genów (białka prekursora amyloidu – beta-APP, preseniliny 1 i 2), polimorfizm genu apolipoproteiny E, wysoki poziom adiponektyny (hormon produkowany przez komórki tłuszczowe, występujący w większej ilości u kobiet), zespół Downa, niedożywienie jakościowe, niski poziom wykształcenia, samotność, czynniki rozwoju miażdżycy [5].

Masa ciała

W Polsce średnio 60% dorosłych osób cierpi na nadwagę (53% kobiet i 68% mężczyzn), a ok. 25% na otyłość. Wśród osób z najmłodszego pokolenia nadwagę ma średnio 25%, a otyłość ok. 10% dzieci i młodzieży. Nadmierna masa ciała jest czynnikiem ryzyka wystąpienia m.in.: cukrzycy, nadciśnienia, dyslipidemii, zwyrodnień kolan, a także zaburzeń funkcji poznawczych [6, 7]. Otyłość brzuszna koreluje z osłabieniem pamięci bezpośredniej i myślenia abstrakcyjnego [8]. Interwencje żywieniowe i wprowadzenie aktywności fizycznej u dzieci z nadwagą lub otyłością wpływają korzystnie na ogólne wyniki w nauce i funkcje wykonawcze [9]. Mimo że nie wszystkie doniesienia potwierdzają związek nadwagi i otyłości z dysfunkcjami pamięci, zbilansowana dieta stanowi ważny element profilaktyki zdrowotnej [10].

U osób starszych obserwuje się odwrotną zależność. Spadek masy ciała o 4% wiąże się z trzykrotnie większym ryzykiem wystąpienia demencji i choroby Alzheimera. U osób szczupłych otępienie występuje średnio niemal o 2,5 roku wcześniej. W chorobach związanych z zaburzeniami poznawczymi spada aktywność receptorów hipokampu, które regulują łaknienie. Spadek łaknienia skutkuje spożywaniem mniejszej ilości energii dostarczonej z pożywienia i obniżeniem ilości tkanki tłuszczowej. W konsekwencji produkowana jest mniejsza ilość leptyny o działaniu neuroprotektynym [11].

Wpływ wybranych składników żywności na funkcje poznawcze

Dieta każdego człowieka składa się z wielu różnorodnych produktów, zawierających podstawowe makroskładniki, takie jak węglowodany, białka, tłuszcze, a także witaminy i substancje bioaktywne. Część z nich wywiera szczególnie wpływ na układ nerwowy i funkcje poznawcze, należą do nich m.in.: witaminy z grupy B, flawonoidy (grupa polifenoli), kofeina, nienasycone kwasy tłuszczowe, produkty probiotyczne i prebiotyczne oraz substancje adaptogenne zawarte w ziołach i grzybach.

Witaminy z grupy B

Tiamina (witamina B₁), a konkretnie jej trifosforan, bierze udział w przewodnictwie impulsów nerwowych, poprzez fosforylację i aktywację kanałów chlorkowych w błonie neuronów. Jej niedobór może prowadzić do zapalenia nerwów obwodowych, a także encefalopatii (szczególnie u osób nadużywających alkohol). Obniżony poziom tiaminy wywołuje zaburzenia takie jak w chorobie Alzheimera, czyli deficyty pamięci oraz pojawienie się blaszek amyloidowych, które zaburzają przepływ jonów wapnia i prowadzą do śmierci neuronów oraz zaniku synaps chemicznych, głównie w hipokampie i korze mózgu [12].

Ryboflawina odgrywa znaczącą rolę w patogenezie powstawania stresu oksydacyjnego. Długotrwałe niedobory tej witaminy powodują dysfunkcje układu nerwowego i endokrynnego [13].

Niacyna, zwana inaczej witaminą PP, jest prekursorem dla koenzymów NAD i NADP, które uczestniczą w reakcjach utleniania i redukcji. Ostry niedobór niacyny stanowi przyczynę wystąpienia depresji i demencji [14].

Kwas foliowy bierze udział m.in. w metabolizmie kwasów nukleinowych, metylacji białek i DNA oraz procesach krwiotwórczych. Jego niedostateczna ilość wpływa na powstawanie wad cewy nerwowej płodu oraz upośledza pracę układu nerwowego. Prowadzi do pojawienia się zaburzeń neuropsychiatrycznych. Istnieją doniesienia, że osoby z łagodnymi dysfunkcjami poznawczymi, u których poziom kwasu foliowego jest prawidłowy, wykazują lepszą rezerwę poznawczą niż osoby z obniżoną ilością tego składnika [15]. Suplementacja kwasu foliowego w ciąży wpływa korzystnie na późniejszy rozwój poznawczy dziecka – zarówno werbalny, sprawnościowy, jak i IQ w pełnej skali. Stąd zaleca się suplementację już podczas przygotowania do ciąży, a następnie kontynuowanie jej, aż do rozwiązania [16].

Witamina B₁₂ jest odpowiedzialna za transmetylację homocysteiny do metioniny. Jest magazynowana w wątrobie, co sprawia, że objawy hipowitaminozy pojawiają się po dłuższym czasie od zaprzestania jej spożywania (po ok. 2 latach). Niedobór tej witaminy prowadzi do zaburzeń neuropsychiatrycznych, mielopatii i neuropatii, które są wynikiem postępującej demielinizacji substancji białej w rdzeniu kręgowym oraz mózgu. Osoby starsze z łagodnym upośledzeniem funkcji poznawczych, mające wyższy poziom witaminy B₁₂, wykazują wyższy stopień analizy wzrokowej i uwagi [13, 17].

Suplementacja witamin z grupy B w dużych dawkach powoduje zmniejszenie stresu oksydacyjnego oraz stanu zapalnego, dzięki zwiększeniu metabolizmu oksydacyjnego. Sugeruje się, że może również stymulować mielinizację, metabolizm komórek i magazynowanie energii [18]. Witaminy z grupy B mogą poprawiać pamięć epizodyczną i spowalniać atrofię mózgu u osób z podwyższonym poziomem homocysteiny, która ma charakter neurotoksyczny i jest czynnikiem sprawczym choroby Alzheimera [19, 20]. Nie obserwuje się wpływu suplementacji witamin z grupy B u osób nie mających objawów neurologicznych i poznawczych [21, 22]. Jednak konieczne jest ich systematyczne dostarczanie w celu niedopuszczenia do powstania niedoborów.

Cholina (nazywana również witaminą B₄) występuje w organizmie w dużych ilościach i może być syntetyzowana z seryny. Jest składnikiem fosfolipidów i prekursorem acetylocholin. Uczestniczy w utrzymaniu prawidłowej struktury komórek, wpływa na funkcjonowanie mózgu oraz zdolność zapamiętywania [13]. Obecnie jest uważana

za środek neuroprotektyny. Moduluje ekspresję genów odpowiedzialnych za pamięć, uczenie się i funkcje poznawcze, a także warunkuje prawidłowy wzrost mózgowia. Cholina może przynieść obiecujące efekty w zakresie usprawniania funkcji mózgu oraz łagodzenia dysfunkcji poznawczych w chorobach otępiennych [23, 24]. Suplementacja choliną kobiet w III trymestrze ciąży na poziomie przekraczającym obecne AI (ang. *adequate intake* – wystarczające spożycie) poprawia szybkość przetwarzania informacji odbieranych przez niemowlęta w porównaniu do matek spożywających cholinę na poziomie wystarczającym. Aby potwierdzić tezę o korzystnym działaniu choliny, warto przeprowadzić więcej badań dotyczących właściwości witaminy B₄, natomiast sugeruje się, że obecny poziom AI choliny powinien zostać podwyższony. Skutki zwiększonego spożycia choliny przez matkę mogą być niewielkie na poziomie indywidualnym, jednak powinny przynieść znaczącą poprawę funkcji poznawczych na poziomie całej populacji [25]. Spożywanie choliny w ciągu pierwszych 3 lat życia wspiera rozwój mózgu i chroni przed uszkodzeniami neuronów [26].

Tabela 1. Występowanie i zalecane dzienne spożycie witamin z grupy B

Witamina	Występowanie	Zalecane dzienne spożycie (dla osoby dorosłej)
B ₁ - tiamina	Pieczywo pełnoziarniste, nasiona roślin strączkowych, mleko, żółtka jaj, drożdże	1,1-1,3 mg
B ₂ - ryboflawina	Mleko i jego przetwory, wątróbka, mięso, jaja, drożdże, produkty pełnoziarniste	1,1-1,3 mg
PP - niacyna	Ziarna, kielki zbóż, mleko i jego przetwory, jaja, mięso, drożdże, orzechy ziemne	14-16 mg
B ₆ - pirydoksyna	Drożdże, wątróbka, fasola, orzechy, mięso	1,3-1,7 mg
Kwas foliowy	Zielone warzywa, drożdże, pomarańcze	0,4 mg
B ₁₂ - kobalamina	Jaja, mięso, ryby, mleko i jego przetwory, wątróbka	0,0024 mg
B ₄ - cholina	Nasiona roślin strączkowych, orzechy, ryby, żółtka jaj, kielki pszenicy, drożdże,	425-550 mg (AI)

Zródło: [13].

Flawonoidy

Flawonoidy to grupa naturalnych związków chemicznych, należących do polifenoli, pełniących rolę przeciwutleniaczy i barwników. Dzielimy je na: flawanole, flawony, flawanony, flawanole, izoflawony i antocyjany. Ich funkcją jest: zapobieganie powstawania wolnych rodników i uszkodzeń komórek (w tym neuronów), wspomaganie układu odpornościowego i krwionośnego oraz działanie przeciwzapalne. Charakterystycznymi produktami bogatymi w flawonoidy są m.in. owoce jagodowe, kawa, kakao, czerwone wino, nasiona roślin strączkowych, buraki, owoce cytrusowe, cebula oraz wino [27].

Spożywanie raz dziennie bogatych w flawonoidy borówek zwiększa aktywację obszarów mózgu odpowiedzialnych za procesy poznawcze, w tym pamięć oraz funkcje wykonawcze. U osób z dysfunkcjami poznawczymi flawonoidy przyczyniają się do spadku zakłóceń pamięci i większej efektywności w codziennym funkcjonowaniu, a także stymulują zwiększoną odpowiedź neuronalną. Wydaje się, że na efekt ten ma wpływ poprawa funkcji narciowej. Wzrost perfuzji, szczególnie w korze mózgu, warunkuje efektywniejsze dotlenienie i lepszą wydajność poznawczą [28-31]. Istotne różnice zauważalne są w przypadku zmęczenia psychicznego, ponieważ osoby spożywające jagody dłużej utrzymują skupienie [32]. Flawonoidy poprawiają pamięć werbalną i koncentrację oraz nastroj zdrowych dzieci i młodych dorosłych, co może

wpływać pozytywnie na ich wyniki w nauce i pełnić istotną rolę w profilaktyce dysfonii i depresji [33, 34]. Spożywanie owoców jagodowych przed operacją lub zabiegiem z zastosowaniem znieczulenia ogólnego zapobiega krótkotrwałym zaburzeniom poznawczym, takim jak osłabienie pamięci czy szybkie rozpraszenie uwagi pojawiające się po wybudzeniu [35]. Jagody wykazują również potencjał profilaktyczny w odniesieniu do chorób układu krążenia i cukrzycy typu II [36].

Kakao zawarte w ciemnej czekoladzie stanowi źródło flawonoidów, głównie epikatechiny, która ma działanie przeciwzapalne, poprawiające funkcje śródbłonna i obniżające ciśnienie. Składnikiem czekolady jest także tryptofan, z którego powstaje serotonina, czyli hormon tkankowy i istotny neuroprzekaznik odpowiadający za dobry nastrój, prawidłowy sen oraz sprawną pamięć [37]. Spożywanie flawanoli kakaowych przez osoby starsze wspiera ich funkcje poznawcze pośrednio – poprzez poprawę wrażliwości na insulinę [38]. Młode osoby spożywające czekoladę zawierającą min. 70% kakao w ilości 24 g na dobę przez 30 dni wykazują zwiększony poziom czynnika wzrostu nerwów i teobrominy w osoczu oraz poprawę zdolności poznawczych [39]. Korzyści z konsumpcji czekolady dotyczą wyrobu o zawartości kakao powyżej 70%. Jej nadmiar może prowadzić do nadwagi i otyłości, stąd zalecane jest jej umiarkowane spożycie.

Kofeina, czyli naturalny stymulant

Najpowszechniejszym źródłem kofeiny spożywanym na co dzień jest kawa, czyli napar zawierający mnóstwo substancji biologicznie czynnych. Najważniejszymi są: alkaloidy (w tym kofeina), teobromina, kwas chlorogenowy (mający właściwości przeciwutleniające), kwasy organiczne, garbniki, witaminy z grupy B oraz magnez i potas. Innymi źródłami kofeiny są m.in.: ziarna kakaowca, liście herbaty, yerba mate, owoce guarany czy nasiona coli, ale również napoje energetyczne. Za bezpieczną dawkę kofeiny spożytej jednorazowo uznaje się 200 mg, natomiast nie powinna ona przekraczać 400 mg na dobę (kobiety ciężarne – 200 mg/dobę). Częste spożywanie kawy (w tym kofeiny) wiąże się ze zmniejszonym ryzykiem wystąpienia chorób otępiennych oraz depresji (nawet do 20%), dodatkowo sprzyja poprawie samopoczucia [40, 41]. Picie kawy zawierającej 200 mg kofeiny skraca czas reakcji na bodźce średnio o 10% i zwiększa uwagę o ok. 30% (w ciągu 2 h od jej wypicia), powoduje również spadek zmęczenia oraz bólu głowy [42]. Właściwości wspomagające układ nerwowy ma nie tylko zawarta w kawie kofeina, ale również inne składniki biologicznie czynne [43, 44]. Mimo że kawa działa prozdrowotnie na wielu płaszczyznach, należy zachować ostrożność w czasie ciąży. Najnowsze badania sugerują, że mimo iż spożywanie kofeiny podczas ciąży nie prowadzi do ostrych zaburzeń neuropsychiatrycznych, może zaburzać rozwój ścieżek neuronalnych i zmieniać organizację istoty białej w mózgu płodu, czego konsekwencją mogą być lekkie zaburzenia koncentracji lub nadaktywność w wieku szkolnym [45].

Kwasy tłuszczowe

Kwasy tłuszczowe są najbardziej skoncentrowanym źródłem energii dostarczanej z pożywienia. Najważniejszymi są nienasycone kwasy tłuszczowe, a w szczególności dwa niezbędne wielonienasycone kwasy tłuszczowe: kwas alfa-linolenowy (ALA) z rodziny omega-3 i kwas linolowy (LA) z rodziny omega-6. Są one egzogenne dla organizmu człowieka z powodu braku enzymów pozwalających na syntezę wiązań

podwójnych w pozycji n-3 i n-6. Z kwasu alfa-linolenowego (ALA) tworzą się pozostałe kwasy z rodziny omega-3: kwas eikosaheksaenowy (EPA), kwas dokozaheksaenowy (DPA) oraz dokozaheksaenowy (DHA), natomiast kwas linolowy (LA) jest prekursorem dla kwasu arachidonowego (ARA) – rodzina omega-6. DHA ulega przemianom do związków dokozatrienowych o silnym działaniu neuroregeneracyjnym. Wraz z wiekiem spada aktywność enzymu potrzebnego do konwersji DHA z ALA, co może wpływać negatywnie na funkcje poznawcze i nastrój [46].

Kwasy tłuszczowe omega-3 usprawniają rozwój psychomotoryczny dzieci i szybkość przetwarzania u nastolatków. Mimo że różnice nie są duże, wprowadzenie tłustych ryb do ich diety wydaje się korzystne [47, 48]. U osób starszych z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi suplementacja kwasów omega-3 i omega-6 w połączeniu z witaminami przeciwutleniającymi wpływa korzystnie na jakość życia [49]. Włączenie do diety kwasów tłuszczowych omega-3 podnosi stężenie DHA i EPA w osoczu, jednak nie wpływa na funkcje poznawcze w krótkim okresie (4 miesiące) [50]. Długotrwała suplementacja (12 miesięcy) może spowolnić spadki funkcji poznawczych i wykonawczych u osób z demencją i chorobą Alzheimera, choć aby to potwierdzić, należałoby przeprowadzić więcej badań [51]. Najlepszy efekt przyjmowania kwasów omega-3 wydaje się występować u osób z łagodnymi objawami, gdyż w przypadku zaawansowanej choroby przyjmowanie DHA i EPA nie przynosi pożądanych efektów [52].

Odwrotne zależności obserwuje się przy spożywaniu kwasów tłuszczowych nasyconych oraz trans, które mogą być przyczyną dysfunkcji poznawczych i wzrostu ryzyka zachorowania na choroby otępienne, w tym chorobę Alzheimera [53]. Kwasy tłuszczowe trans (TFA) są sprawniej wbudowywane w błony komórkowe w porównaniu do izomerów cis. Powodują zmniejszenie ich elastyczności, co może prowadzić do choroby niedokrwiennej i cukrzycy typu II, które wiążą się ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia zaburzeń funkcji poznawczych. TFA blokują również przekształcanie DHA i EPA z ALA, przez to zwiększają niedobór tych składników [54].

Produkty probiotyczne i prebiotyczne

Jelita są środowiskiem życia wielu bakterii i grzybów, które tworzą w nich ekosystem, czyli mikroflorę jelitową. Bakterie jelitowe chronią błonę śluzową jelit, wspomagają pracę układu odpornościowego, odpowiadają za produkcję witamin z grupy B i witaminy K, a także niektórych aminokwasów egzogennych, takich jak kwas glutaminowy, który tworzy neuroprzekaznik – kwas gamma-aminomasłowy (GABA). Produktami bakterii jelitowych są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA), stanowiące źródło energii dla enterocytów, oraz bakteriocyny zapewniające prawidłową odporność organizmu poprzez niedopuszczanie do namnażania się szkodliwych bakterii [55, 56, 57]. Procesy zachodzące w jelicach mogą wpływać na aktywację układu immunologicznego za sprawą cytokin – głównych mediatorów układu nerwowego. Cytokiny mogą również oddziaływać na przemiany tryptofanu i jego metabolitów, które wykazują działanie przeczyszczające [58].

Psychobiotyki to bakterie probiotyczne przyczyniające się do utrzymania zdrowia psychicznego. Należą do nich m.in. *Lactobacillus helveticus* R0052, *Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W52, *Bifidobacterium longum* R0175, *Lactobacterium lactis* W19 i W5. Suplementacja szczepami wymienionych bakterii powoduje obniżenie lęku i zachowań

agresywnych oraz depresyjnych, spadek poziom kortyzolu, poprawę jakości snu, funkcji poznawczych i odporności na stres [59, 60]. Stosowanie probiotyków wieloszczepowych wpływa na aktywację obszarów mózgu odpowiedzialnych za podejmowanie decyzji emocjonalnych, zmniejszenie podatności na smutny nastrój i spadek ryzyka wystąpienia depresji [61, 62]. Probiotyki stosowane w chorobie Alzheimera zmniejszają deficyty poznawcze i stres oksydacyjny, co może stanowić obiecującą terapię uzupełniającą, jednak potrzeba przeprowadzenia większej liczby badań w celu potwierdzenia tych efektów [63, 64]. Bakterie probiotyczne znajdują się w jogurtach naturalnych, kefirze, kiszonych kapuście, zakwasie z buraków czy kwasie chlebowym [65].

Żywność, którą spożywamy, determinuje skład mikroflory jelitowej. Długotrwała, nieodpowiednia dieta prowadzi do dysbiozy (niedoboru mikroorganizmów jelitowych), stanowiącej jedną z przyczyn powstawania chorób neurodegeneracyjnych [66]. Czynniki prowadzące do dysbiozy to nadmierne spożywanie cukrów prostych, nasyconych kwasów tłuszczowych, brak błonnika w diecie oraz antybiotykoterapia [55]. Poprawę składu i ilości bakterii jelitowych zapewniają prebiotyki, do których zaliczamy błonnik pokarmowy, skrobię oporną, inulinę, oligofruktozę, a także glukomannan. Podczas rozkładu tych składników przez bakterie produkowane są SCFA, będące cząsteczkami sygnałowymi między układem immunologicznym, pokarmowym i nerwowym. Źródłem błonnika pokarmowego są warzywa i owoce, orzechy, produkty pełnoziarniste oraz nasiona roślin strączkowych [67].

Zioła i grzyby adaptogenne

Adaptogeny to substancje pochodzenia naturalnego, które z definicji muszą być nieszkodliwe. Wykazują niespecyficzne działania ułatwiające przystosowanie się organizmu do niekorzystnych warunków środowiska oraz działania normalizujące, warunkujące utrzymanie prawidłowej homeostazy organizmu. Wpływają modulując na funkcjonowanie układu nerwowego, układu hormonalnego oraz układu immunologicznego. Mechanizm ich działania nie jest jeszcze dobrze poznany, natomiast zauważane są zmiany zarówno morfologiczne, biochemiczne, jak i fizjologiczne na poziomie komórek (modulacja układów enzymatycznych) oraz narządów (regulacja hormonalna). Substancje adaptogenne znajdują się m.in. w ziołach i grzybach. Zakres ich działania jest bardzo szeroki, obejmuje m.in.: eliminację skutków stresu, zachowanie koncentracji, redukcję wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych, wzrost odporności, redukcję poziomu lęku, przyspieszenie rekonwalescencji po chorobach, poprawę napięcia mięśniowego, zwiększenie sprawności seksualnej. Niektóre z nich szczególnie wpływają na zachowanie prawidłowego zdrowia psychicznego i funkcji poznawczych. Należą do nich substancje adaptogenne znajdujące się m.in. w: witanii ospałej, brodziszce wiechowatej, kłączu gastrodii wysokiej, w tarczycy bajkalskiej czy soplówce jeżowatej [68].

Witania ospała (*Withania somnifera*), zwana również ashwagandhą, jest bogata w witanolidy o działaniu łagodzącym stres, poprzez wpływ na oś podwzgórze-przysadka-nadnerczka. U dorosłych osób z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi witania ospała skutecznie poprawia pamięć natychmiastową i ogólną, a także funkcje wykonawcze, uwagę oraz szybkość przetwarzania informacji [69, 70].

Brodziszka wiechowata (*Andrographis paniculata*) jest tradycyjnym ziołem, które było używane już w starożytnych

Chinach. Substancja w niej zawarta – andrographolid – może przenikać barierę krew–mózg, dlatego wykazuje działanie farmakologiczne (profilaktyczne i/lub terapeutyczne) w ośrodkowym układzie nerwowym. Andrographolid działa przeciwzapalnie, przeciwutleniająco, hamuje uszkodzenia komórek śródbłonka mózgu, przywraca integralność i funkcje synaps oraz promuje neurogenezę [71].

Kłącze gastrodii wysokiej (*Rhizoma gastrodiae*) tradycyjnie stosowane jest m.in. w leczeniu bólów i zawrotów głowy, epilepsji, udarów, amnezji. Zawiera gastrodin, czyli glikozyd fenolowy, wykazujący szeroki, korzystny wpływ na choroby ośrodkowego układu nerwowego, takie jak: padaczka, choroba Alzheimera, niedokrwienie mózgu, zaburzenia funkcji poznawczych. Gastrodin moduluje działanie neuroprzekazników, działa przeciwutleniająco i przeciwzapalnie [72].

Tarczycza bajkalska (*Scutellaria baicalensis*) zawiera flawonoid o nazwie bajkalina (izolowany z korzenia). Bajkalina ma silne działanie neuroprotektoryjne w modelach uszkodzenia *in vivo* i *in vitro*. Zapobiega chorobom neurodegeneracyjnym dzięki działaniu przeciwutleniającemu, przeciwapoptotycznemu, przeciwzapalnemu, stymulującemu neurogenezę i neuronalne czynniki ochronne [73].

Soplówka jeżowata (*Hericum erinaceus*) to grzyb o właściwościach przeciwutleniających, przeciw cukrzycowych (zapobiega hiperglikemii), przeciwnowotworowych oraz wykazujący działanie hipolipidemiczne. Jego doustne przyjmowanie znacznie poprawia funkcje poznawcze. Wpływa na ekspresję czynników neurotroficznych, dzięki czemu stymuluje wzrost nerwów [74, 75].

Adaptogeny najczęściej stosowane są w formie suplementacji. Zalecane jest spożywanie produktu w takiej ilości, jaka została podana w ulotce. W związku z małą liczbą badań dotyczących wpływu tych substancji na kobiety w ciąży (i karmiące) czy ich dzieci, nie zaleca się ich stosowania w tych okresach. Osoby zażywające leki (m.in. na cukrzycę, niedoczynność tarczycy czy hamujące układ odpornościowy) lub mające rozpocząć farmakoterapię powinny skonsultować z lekarzem możliwość włączenia adaptogenów do suplementacji w związku z możliwością działania przeciwstawnego obu substancji lub – co jest rzadsze – wystąpienia interakcji między substancją adaptogenną i lekiem [68].

PODSUMOWANIE

Zaburzenia funkcji poznawczych z roku na rok dotyczą coraz więcej osób. Rozwijają się one powoli, początkowo niezauważalnie, jednak ostatecznie wiążą się z szeroką gamą dolegliwości, m.in. afazją, obniżeniem pamięci, nieumiejętnością rozpoznania obiektów czy upośledzeniem myślenia abstrakcyjnego, co prowadzi do ograniczenia samodzielności. Ryzyko wystąpienia objawów wzrasta wraz z długością życia, często pojawiają się one dopiero w podeszłym wieku. Natomiast to właśnie od wyborów żywieniowych w młodości i dorosłości zależy, jak będzie wyglądała nasza przyszłość.

Żywność jest najważniejszym czynnikiem ryzyka niepełnosprawności i przedwczesnej śmierci, na który mamy wpływ. Nie ma jednego, wyjątkowego składnika, który skutecznie poprawia funkcje poznawcze. Ważne jest skoncentrowanie się na pożywieniu jako całości. Dopiero włączenie do diety wielu produktów wspomagających pracę mózgu, w szczególności takich jak: owoce jagodowe bogate w błonnik i flawonoidy, tłuste ryby morskie zawierające nienasycone

kwasy tłuszczowe, jogurty naturalne będące źródłem bakterii probiotycznych, mogą istotnie wpływać na zdrowie psychiczne i pomóc w jak najdłuższym utrzymaniu funkcji poznawczych na odpowiednim poziomie, co zapewni samodzielność oraz wyższą jakość życia. Rekomendowanymi dietami są: dieta śródziemnomorska, dieta DASH, oraz dieta MIND (bazująca na żywności bogatej w związki bioaktywne) [76, 77]. Ważne jest również utrzymanie prawidłowej masy ciała, codzienna aktywność fizyczna i umysłowa oraz picie dostatecznej ilości płynów [78]. Witaminy z grupy B, flawonoidy, nienasycone kwasy tłuszczowe, bakterie probiotyczne czy kofeina są w stanie tymczasowo poprawiać pamięć lub zahamować postępowanie zaburzeń poznawczych, jednak nie doprowadzają do regresji już występujących chorób neurodegeneracyjnych. Warto jak najszybciej wprowadzić prawidłowe nawyki żywieniowe i cieszyć się sprawnością fizyczną i umysłową do późnej starości.

PIŚMIENNICTWO

- Żmijewska A. Psychologia, zeszyt naukowy nr 2. Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna w Skierniewicach; 2011. p. 10–21. ISSN – 2082–8187.
- Magierski R, Antczak-Domagała K, Sobów T. Dieta jako czynnik protekcyjny otyłości. *Aktualn Neurol* 2014; 14(3): 167–174. doi: 10.15557/AN.2014.0019. <http://neurologia.com.pl/index.php/issues/2014-vol-14-no-3/diet-as-a-protective-factor-in-dementia?aid=773> (access: 28.02.2021 r.).
- Locke A, Schneiderhan J, Zick SM. Diets for Health: Goals and Guidelines. *Am Fam Physician*. 2018 Jun 1; 97(11): 721–728.
- Gabryelewicz T. Łagodne zaburzenia poznawcze. *Postępy Nauk Medycznych*. 2011; 24(8).
- Hausz-Piskorz B, Buczkowski K. Diagnostyka i leczenie choroby Alzheimera w warunkach praktyki lekarza rodzinnego. *Forum Medycyny Rodzinnej* 2013; 7(4): 198–207.
- Departament Analiz i Strategii. Cukier, otyłość – konsekwencje. *Narodowy Fundusz Zdrowia*; 2019.
- Gumułka A. Światowy Dzień Otyłości. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C86708%2Cswiatowy-dzien-otylosci-53-proc-polek-i-68-proc-polakow-ma-nadmierna-mase> (access: 4.03.21 r.).
- Łopuszańska U, Skórzyńska-Dziduszko K, Prendecka M, et al. Nadwaga i otyłość a zaburzenia funkcji poznawczych w grupie osób chorujących psychicznie. *Psychiatr Pol*. 2016; 50(2): 393–406. <http://dx.doi.org/10.12740/PP/59031>
- Martin A, Booth JN, Laird Y, et al. Physical activity, diet and other behavioural interventions for improving cognition and school achievement in children and adolescents with obesity or overweight. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Mar 2; 3(3): CD009728. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009728.pub4>
- Anderson YC, Kirkpatrick K, Dolan GMS, et al. Do changes in weight status affect cognitive function in children and adolescents with obesity? A secondary analysis of a clinical trial. *BMJ Open*. 2019 Feb 19; 9(2): e021586. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021586>
- Bidzan M, Bidzan L. Masa ciała a zaburzenia czynności poznawczych. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia* 2020; 15(1–2): 51–59. <https://doi.org/10.5114/nan.2020.97401>
- Gibson GE, Hirsch JA, Fonzetti P, et al. Vitamin B1 (thiamine) and dementia. *Ann NY Acad Sci*. 2016 Mar; 1367(1): 21–30. <https://doi.org/10.1111/nyas.13031>
- Jarosz M, Rychlik E, Stoś K, et al. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. *Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego*; 2020. p. 197–239.
- Gasperi V, Sibilano M, Savini I, et al. Niacin in the Central Nervous System: An Update of Biological Aspects and Clinical Applications. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(4): 974. <https://doi.org/10.3390/ijms20040974>
- An, Y, Feng L, Zhang X, et al. Dietary intakes and biomarker patterns of folate, vitamin B6, and vitamin B12 can be associated with cognitive impairment by hypermethylation of redox-related genes NUDT15 and TXNRD1. *Clin Epigenet*. 2019; 11(139). <https://doi.org/10.1186/s13148-019-0741-y>
- McNulty H, Rollins M, Cassidy T, et al. Effect of continued folic acid supplementation beyond the first trimester of pregnancy on cognitive performance in the child: a follow-up study from a randomized controlled trial (FASSTT Offspring Trial). *BMC Med*. 2019; 17(196). <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1432-4>
- Cecchetti L, Lettieri G, Handjaras G, et al. Brain Hemodynamic Intermediate Phenotype Links Vitamin B12 to Cognitive Profile of Healthy and Mild Cognitive Impaired Subjects. *Neural Plasticity*. 2019; Article ID 6874805. <https://doi.org/10.1155/2019/6874805>
- Ford TC, Downey LA, Simpson T, et al. The Effect of a High-Dose Vitamin B Multivitamin Supplement on the Relationship between Brain Metabolism and Blood Biomarkers of Oxidative Stress: A Randomized Control Trial. *Nutrients*. 2018; 10(12): 1860. <https://doi.org/10.3390/nu10121860>
- McCleery J, Abraham RP, Denton DA, et al. Vitamin and mineral supplementation for preventing dementia or delaying cognitive decline in people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Nov 1; 11(11): CD011905. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011905.pub2>
- Sharma M, Tiwari M, Tiwari RK. Hyperhomocysteinemia: Impact on Neurodegenerative Diseases. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2015 Nov; 117(5): 287–96. <https://doi.org/10.1111/bcpt.12424>
- Dangour A, Allen E, Clarke R, et al. Effects of vitamin B-12 supplementation on neurologic and cognitive function in older people: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2015; 102(3): 639–647. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.110775>
- Rutjes AW, Denton DA, Di Nisio M, et al. Vitamin and mineral supplementation for maintaining cognitive function in cognitively healthy people in mid and late life. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Dec 17; 12(12): CD011906. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011906.pub2>
- Bekdash RA. Neuroprotective Effects of Choline and Other Methyl Donors. *Nutrients*. 2019; 11(12): 2995. <https://doi.org/10.3390/nu11122995>
- Blusztajn JK, Slack BE, Mellott TJ. Neuroprotective Actions of Dietary Choline. *Nutrients*. 2017; 9(8): 815. Published 2017 Jul 28. <https://doi.org/10.3390/nu9080815>
- Caudill MA, Strupp BJ, Muscalu L, et al. Maternal choline supplementation during the third trimester of pregnancy improves infant information processing speed: a randomized, double-blind, controlled feeding study. *FASEB J*. 2018; 32(4): 2172–2180. <https://doi.org/10.1096/fj.201700692RR>
- Derbyshire E, Obeid R. Choline, Neurological Development and Brain Function: A Systematic Review Focusing on the First 1000 Days. *Nutrients*. 2020; 12(6): 1731. <https://doi.org/10.3390/nu12061731>
- Majewska M, Czacot H. Flawonoidy w profilaktyce i terapii. *Farm Pol*. 2009; 65(5): 369–377.
- Bowtell JL, Aboo-Bakkar Z, Conway ME, et al. Enhanced task-related brain activation and resting perfusion in healthy older adults after chronic blueberry supplementation. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017 Jul; 42(7): 773–779. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0550>
- McNamara RK, Kalt W, Shidler MD, et al. Cognitive response to fish oil, blueberry, and combined supplementation in older adults with subjective cognitive impairment. *Neurobiol Aging*. 2018; 64: 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2017.12.003>
- Boespflug EL, Eliassen JC, Dudley JA, et al. Enhanced neural activation with blueberry supplementation in mild cognitive impairment. *Nutr Neurosci*. 2018 May; 21(4): 297–305. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1287833>
- Miller K, Feucht W, Schmid M. Bioactive Compounds of Strawberry and Blueberry and Their Potential Health Effects Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview. *Nutrients*. 2019 Jul 2; 11(7): 1510. <https://doi.org/10.3390/nu11071510>
- Whyte AR, Cheng N, Butler LT, et al. Flavonoid-Rich Mixed Berries Maintain and Improve Cognitive Function Over a 6 h Period in Young Healthy Adults. *Nutrients*. 2019; 11(11): 2685. <https://doi.org/10.3390/nu11112685>
- Barfoot KL, May G, Lamport DJ, et al. The effects of acute wild blueberry supplementation on the cognition of 7–10-year-old schoolchildren. *Eur J Nutr*. 2019 Oct; 58(7): 2911–2920. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1843-6>
- Khalid S, Barfoot KL, May G, et al. Effects of Acute Blueberry Flavonoids on Mood in Children and Young Adults. *Nutrients*. 2017; 9(2): 158. <https://doi.org/10.3390/nu9020158>
- Traupe I, Giacalone M, Agrimi J, et al. Postoperative cognitive dysfunction and short-term neuroprotection from blueberries: a pilot study. *Minerva Anesthesiol*. 2018 Dec; 84(12): 1352–1360. doi: 10.23736/S0375-9393.18.12333-9

36. Nilsson A, Salo I, Plaza M, et al. Effects of a mixed berry beverage on cognitive functions and cardiometabolic risk markers; A randomized cross-over study in healthy older adults. *PLoS One*. 2017 Nov 15; 12(11): e0188173. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188173>
37. Zdrojewicz Z, Grzeszkowiak K, Łukasiewicz M. Wpływ spożycia czekolady na organizm człowieka. *Medycyna Rodzinna*. 2017 Marzec; 273–243. <http://doi.org/10.25121/MR.2017.20.3.237>
38. Mastroiacovo D, Kwik-Urbe C, Grassi D, et al. Cocoa flavanol consumption improves cognitive function, blood pressure control, and metabolic profile in elderly subjects: the Cocoa, Cognition, and Aging (CoCoA) Study—a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2015 Mar; 101(3): 538–48. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.092189>
39. Sumiyoshi E, Matsuzaki K, Sugimoto N, et al. Sub-Chronic Consumption of Dark Chocolate Enhances Cognitive Function and Releases Nerve Growth Factors: A Parallel-Group Randomized Trial. *Nutrients*. 2019 Nov 16; 11(11): 2800. <https://doi.org/10.3390/nu11112800>
40. Pelczyńska M, Bogański P. Prozdrowotne właściwości kawy. *Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2019; 10(3): 112–120.
41. Driscoll I, Shumaker SA, Snively BM, et al. Relationships Between Caffeine Intake and Risk for Probable Dementia or Global Cognitive Impairment: The Women's Health Initiative Memory Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016 Dec; 71(12): 1596–1602. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw078>
42. McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016 Dec; 71: 294–312. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.001>
43. Haskell-Ramsay CF, Jackson PA, Forster JS, et al. The Acute Effects of Caffeinated Black Coffee on Cognition and Mood in Healthy Young and Older Adults. *Nutrients*. 2018 Sep 30; 10(10): 1386. <https://doi.org/10.3390/nu10101386>
44. McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016 Dec; 71: 294–312. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.001>
45. Christensen ZP, Freedman EG, Foxe JJ. Caffeine exposure in utero is associated with structural brain alterations and deleterious neurocognitive outcomes in 9–10 year old children. *Neuropharmacology*. 2021 Jan 30; 186: 108479. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2021.108479>
46. Materac E, Marczyński Z, Bodek KH. Rola kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 w organizmie człowieka. *Bromat Chem Toksykol*. 2013; 46(2): 225–233.
47. Shulkin M, Pimpin L, Bellinger D, et al. n-3 Fatty Acid Supplementation in Mothers, Preterm Infants, and Term Infants and Childhood Psychomotor and Visual Development: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nutr*. 2018 Mar 1; 148(3): 409–418. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx031>
48. Handeland K, Øyen J, Skotheim S, et al. Fatty fish intake and attention performance in 14–15 year old adolescents: FINN-TEENS – a randomized controlled trial. *Nutr J*. 2017 Oct 2; 16(1): 64. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0287-9>
49. Stavrinou PS, Andreou E, Aphasidis G, et al. The Effects of a 6-Month High Dose Omega-3 and Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids and Antioxidant Vitamins Supplementation on Cognitive Function and Functional Capacity in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *Nutrients*. 2020; 12(2): 325. <https://doi.org/10.3390/nu12020325>
50. Phillips MA, Childs CE, Calder PC, et al. No Effect of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Cognition and Mood in Individuals with Cognitive Impairment and Probable Alzheimer's Disease: A Randomised Controlled Trial. *Int J Mol Sci*. 2015; 16(10): 24600–24613. <https://doi.org/10.3390/ijms161024600>
51. Shinto L, Quinn J, Montine T, et al. A randomized placebo-controlled pilot trial of omega-3 fatty acids and alpha lipoic acid in Alzheimer's disease J *Alzheimers Dis*. 2014; 38(1): 111–120. doi: 10.3233/JAD-130722
52. La Rosa F, Clerici M, Ratto D, et al. The Gut-Brain Axis in Alzheimer's Disease and Omega-3. A Critical Overview of Clinical Trials. *Nutrients*. 2018 Sep; 10(9): 1267. <https://doi.org/10.3390/nu10091267>
53. Barnard ND, Bunner AE, Agarwal U. Saturated and trans fats and dementia: a systematic review. *Neurobiol Aging*. 2014 Sep; 35 Suppl 2: S65–73. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.02.030>
54. Cichosz G, Czechtó H. Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka. *Bromat Chem Toksykol*. 2012; 45(2): 181–190.
55. Skonieczna-Żydecka K, Łoniewski I, Maciejewska D, et al. Mikrobiota jelitowa i składniki pokarmowe jako determinanty funkcji układu nerwowego. *Aktualn Neurol*. 2017; 17(4): 181–188.
56. Karwowska Z, Majchrzak K. Wpływ błonnika na zróżnicowanie mikroflory jelitowej. *Bromat Chem Toksykol*. 2015; 48(4): 701–709.
57. Pushpanathan P, Mathew GS, Selvarajan S, Seshadri KG, Srikanth P. Gut microbiota and its mysteries. *Indian J Med Microbiol*. 2019 Apr-Jun; 37(2): 268–277. https://doi.org/10.4103/ijmm.IJMM_19_373
58. Rudzki L, Frank M, Szulc A, et al. Od jelit do depresji – rola zaburzeń ciągłości bariery jelitowej i następcza aktywacja układu immunologicznego w zapalnej hipotezie depresji. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia*. 2012; 7(2).
59. Karakuła-Juchnowicz H, Pankowicz H, Juchnowicz D, et al. Psychobiotyki – nowe możliwości terapii zaburzeń afektywnych? *Farmakoterapia w Psychiatrii i Neurologii*. 2015; 31(3–4): 229–242.
60. Skonieczna-Żydecka K, Łoniewski I, Marlicz W, et al. Mikrobiota jelitowa jako potencjalna przyczyna zaburzeń funkcjonowania emocjonalnego człowieka. *Med Dośw Mikrobiol*. 2017; 69: 163–176.
61. Bagga D, Reichert JL, Koschutnig K, et al. Probiotics drive gut microbiome triggering emotional brain signatures. *Gut Microbes*. 2018; 9(6): 486–496. <https://doi.org/10.1080/19490976.2018.1460015>
62. Steenbergen L, Sellaro R, van Hemert S, et al. A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain Behav Immun*. 2015 Aug; 48: 258–64. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.04.003>
63. Ton AMM, Campagnaro BP, Alves GA, et al. Oxidative Stress and Dementia in Alzheimer's Patients: Effects of Synbiotic Supplementation. *Oxid Med Cell Longev*. 2020 Jan 13; 2020: 2638703. <https://doi.org/10.1155/2020/2638703>
64. Den H, Dong X, Chen M, et al. Efficacy of probiotics on cognition, and biomarkers of inflammation and oxidative stress in adults with Alzheimer's disease or mild cognitive impairment – a meta-analysis of randomized controlled trials. *Aging (Albany NY)*. 2020; 12(4): 4010–4039. <https://doi.org/10.18632/aging.102810>
65. Mojka K. Probiotyki, prebiotyki i synbiotyki – charakterystyka i funkcje. *Probl Hig Epidemiol*. 2014; 95(3): 541–549.
66. Luca M, Chattipakorn SC, Sriwichaiin S, et al. Cognitive-Behavioural Correlates of Dysbiosis: A Review. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(14): 4834. <https://doi.org/10.3390/ijms21144834>
67. Skonieczna-Żydecka K, Łoniewski I, Marlicz W, et al. Mikrobiota jelitowa jako potencjalna przyczyna zaburzeń funkcjonowania emocjonalnego człowieka. *Med Dośw Mikrobiol*. 2017; 69: 163–176.
68. Wydro D, Dąbrowska-Bernstein B, Moskalik. Adaptogens correcting body's response to stress and the disruption of homeostasis – helpful in the prevention of lifestyle diseases. *Academy Of Aesthetic and Anti aging Medicine*. 2015.
69. Lopresti AL, Smith SJ, Malvi H, et al. An investigation into the stress-relieving and pharmacological actions of an ashwagandha (*Withania somnifera*) extract: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Sep; 98(37): e17186. doi: 10.1097/MD.00000000000017186
70. Choudhary D, Bhattacharyya S, Bose S. Efficacy and Safety of Ashwagandha (*Withania somnifera* (L.) Dunal) Root Extract in Improving Memory and Cognitive Functions. *J Diet Suppl*. 2017 Nov 2; 14(6): 599–612. <https://doi.org/10.1080/19390211.2017.1284970>
71. Lu J, Ma Y, Wu J, et al. A review for the neuroprotective effects of andrographolide in the central nervous system. *Biomed Pharmacother*. 2019 Sep; 117: 109078. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109078>
72. Liu Y, Gao J, Peng M, et al. A Review on Central Nervous System Effects of Gastrodin. *Front Pharmacol*. 2018 Feb 2; 9: 24. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00024>
73. Sowndhararajan K, Deepa P, Kim M, et al. Neuroprotective and Cognitive Enhancement Potentials of Baicalin: A Review. *Brain Sci*. 2018 Jun 11; 8(6): 104. <https://doi.org/10.3390/brainsci8060104>
74. Chong PS, Fung ML, Wong KH, et al. Therapeutic Potential of *Hericium erinaceus* for Depressive Disorder. *Int J Mol Sci*. 2019 Dec 25; 21(1): 163. <https://doi.org/10.3390/ijms21010163>
75. Li IC, Lee LY, Tzeng TT, et al. Neurohealth Properties of *Hericium erinaceus* Mycelia Enriched with Erinacines. *Behav Neurol*. 2018 May 21; 2018: 5802634. <https://doi.org/10.1155/2018/5802634>
76. Omar SH. Mediterranean and MIND Diets Containing Olive Biophenols Reduces the Prevalence of Alzheimer's Disease. *Int J Mol Sci*. 2019 Jun 7; 20(11): 2797. <https://doi.org/10.3390/ijms20112797>
77. Grodzicki W, Dziendzikowska K. The Role of Selected Bioactive Compounds in the Prevention of Alzheimer's Disease. *Antioxidants (Basel)*. 2020 Mar 11; 9(3): 229. <https://doi.org/10.3390/antiox9030229>
78. Ballarín-Naya L, Malo S, Moreno-Franco B. Effect of physical exercise and diet based interventions on the evolution of cognitive impairment to dementia in subjects older than 45 years. A systematic review. *Rev Esp Salud Publica*. 2021 Feb 24; 95: e202102032