

Suplementacja podczas pandemii COVID-19

Dietary supplementation during COVID-19 pandemic

Joanna Michalina Jurek, BSc Biomedical Sciences,
final year PhD student Immunology and Human Nutrition

The Nutrition Innovation Centre for Food and Health (NICHE), School of Biomedical Sciences, Ulster University,
Coleraine, Northern Ireland, United Kingdom

WSTĘP

Choroba zakaźna wywołana przez koronawirusa SARS-CoV-2 (*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*), potocznie znana jako COVID-19 (*coronavirus 2019*), stanowi wyzwanie dla całego świata. Objawy towarzyszące infekcji są podobne do tych, które występują podczas grypy, tj.: gorączka, kaszel, trudności z oddychaniem. Sam przebieg choroby bywa różny i zależy od wielu czynników, takich jak: wiek, dysfunkcje układu krążeniowo-oddechowego, cukrzyca, astma czy otyłość. U większości pacjentów objawy ustępują samoistnie, jednak w przypadku osób należących do grupy wysokiego ryzyka, tzn. osób starszych lub zmagających się z chorobami przewlekłymi, choroba ma przebieg poważny (ok. 14% przypadków) i nieleczona może przyjąć krytyczną postać (ok. 5% przypadków) ze względu na towarzyszący zespół ostrej niewydolności narządowej [1].

ROLA SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH PODCZAS PANDEMII COVID-19

Ze względu na to, że wirus SARS-CoV-2 jest przenoszony bezwiednie, zarówno drogą kropelkową, jak i poprzez dotknięcie powierzchni, z którymi miała kontakt osoba zakażona, niezwykle ważne jest zadba-

nie o sprawnie funkcjonujący układ odpornościowy, co w dużej mierze zależy od sposobu odżywiania. Odpowiednio zbilansowana dieta, bogata w nieprzetworzone produkty będące źródłem niezbędnych makro- i mikroelementów, tj. wysokiej jakości białko, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy (B₁₂, B₆, C, E, A) oraz składniki mineralne (cynk i selen), może przyczynić się do poprawy odporności, która jest niezbędna w czasie trwania pandemii [2, 3]. W tym celu należy zwrócić uwagę, czy obecnie stosowane zwyczaje żywieniowe są dostosowane do zaleceń dotyczących ilości i rodzajów spożywanych produktów, których skład odżywczy może się przyczynić do poprawy funkcjonowania układu odpornościowego i w konsekwencji zmniejszenia ryzyka infekcji.

ŻYWNOŚĆ WYSOKO PRZETWORZONA A PRZEBIEG COVID-19

Nadmierne spożycie produktów wysoko przetworzonych, będących częścią diety typu zachodniego: słone przekąski, gotowe dania, konserwy, przetwory mięsne czy desery mleczne, z powodu zawartości znacznych ilości tłuszczów nasyconych i rafinowanych węglowodanów (w tym dodanych cukrów), negatywnie wpływa na zdolność organizmu do walki z chorobą wirusową

poprzez osłabienie barier układu immunologicznego [4, 5]. Ponadto wysoka zawartość tłuszczów nasyconych w codziennej diecie, zarówno tych pochodzenia zwierzęcego, jak i roślinnego, może przyczynić się do powstania ostrej reakcji zapalnej w komórkach pęcherzykowych płuc, co w przypadku COVID-19 może nasilić objawy i w rezultacie spowodować cięższy przebieg choroby [6].

ROLA SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH W DIECIE WSPOMAGAJĄCEJ UKŁAD ODPORNOŚCIOWY

Prawidłowo skomponowana dieta, bogata w pełnowartościowe produkty, pozytywnie wpływa na funkcjonowanie układu odpornościowego, co może przyczynić się do obniżenia ryzyka choroby oraz wspomóc proces rekonwalescencji. Niemniej jednak niedobór niektórych składników odżywczych – białek, witamin lub minerałów – może zwiększyć podatność na infekcje oraz nasilić ich objawy i przebieg [2].

BIAŁKO

Niska zawartość białek i niezbędnych aminokwasów w diecie zwiększa ryzyko zachorowania na choroby zakaźne oraz wydłuża okres zdrowienia [6]. Mimo że współczesny sposób żywienia w większości przypadków zapewnia wystarczającą ilość białka pokarmowego, jest ono dostarczane za pomocą produktów o dużej wartości kalorycznej, jak np. przetwory mięsne i tłusty nabiał, które ze względu na wysoką zawartość nasyconych tłuszczów, zazwyczaj w połączeniu z rafinowanymi węglowodanami lub sodem, mogą przyczynić się do ostrego przebiegu reakcji zapalnych.

Z tego względu białko pochodzenia roślinnego, dodatkowo bogate w błonnik pokarmowy, antyoksydanty oraz fitozwiązki o właściwościach przeciwzapalnych, stanowi alternatywne źródło białka w diecie w okresie pandemii. W odróżnieniu od białka zwierzęcego (jaja, ryby, drób) białko roślinne nie zawiera wszystkich aminokwasów, co z kolei może nieść ryzyko ich niedoborów [7]. Jest to niezmiernie istotne w przypadku aminokwasów (alaniny, argininy, glutaminy czy cysteiny), które są wykorzystywane do komórkowych procesów metabolicznych w ramach odpowiedzi immunologicznej. Przykładowo glutamina bierze udział w procesie

wytwarzania energii potrzebnej do sprawnego przebiegu odpowiedzi immunologicznej. Z kolei arginina otrzymana z glutaminy jest niezbędna do aktywacji fagocytów i produkcji tlenu azotu w ramach komórkowej odpowiedzi odpornościowej [8]. Rozgałęzione aminokwasy (BCAA, *branched-chain amino acids*) poprzez stymulowanie produkcji immunoglobuliny IgA w obrębie błon śluzowych układu pokarmowego wspiera barierę mikrobiologiczną i zabezpiecza przed przedostaniem się wirusa wraz z pożywieniem [7].

Wyniki badań obserwacyjnych sugerują, że diety ubogie w białko negatywnie wpływają na zdolność organizmu do walki z infekcją i dodatkowo mogą zwiększyć podatność na infekcję wirusową. Aby temu zapobiec, zaleca się spożycie 1–1,5 g białka/kg mc. dziennie [9]. W szczególności u pacjentów ze zdiagnozowaną chorobą COVID-19 w ramach leczenia poleca się włączenie doustnie podawanych suplementów zawierających w swoim składzie izolaty białka serwatkowego (20 g/24 h), które ze względu na zawartość bioaktywnych peptydów, tj. immunoglobuliny, laktoferyny, laktoperoksydazy i lizozymu, mają właściwości immunoregulacyjne i przeciwwirusowe, co może pozytywnie wpłynąć na przebieg terapii [7].

WIELONIENASYCONE KWASY TŁUSZCZOWE

Immunoregulacyjne właściwości długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (LCPUFA, *long-chain polyunsaturated fatty acids*), kwasy omega-3 oraz omega-6 wspomagają leczenie chorób zakaźnych, a także zmniejszają ryzyko zachorowania, jak również liczbę przypadków śmiertelnych w wyniku zakażenia wirusem SARS-CoV-2 [11].

Z uwagi na to, że organizm człowieka nie jest w stanie wyprodukować niektórych kwasów omega-6 oraz omega-3, muszą one zostać dostarczone w ramach pożywienia. Z tego względu warto się upewnić, czy codzienna dieta zawiera ich źródła. W przypadku kwasów omega-3, tj. kwasu α -linolenowego (ALA), są to głównie pokarmy pochodzenia roślinnego, takie jak nasiona i pestki roślin; natomiast kwas eikozapentaenowy (EPA) i kwas dokozaheksaenowy (DHA) znajdują się w tłustych rybach i owocach morza. W odróżnieniu od kwasów omega-3 kwasy omega-6, tj. kwas arachidonowy (AA), są bardziej rozpowszechnione we

współczesnej diecie i można je znaleźć w tłuszczach zwierzęcych, wieprzowinie, żółtku jaja kurzego, a także tłustym nabiale: serach, śmietanie i maśle.

Zarówno kwasy omega-3, jak i omega-6 poprzez działanie na błony komórkowe mogą ograniczyć rozprzestrzenianie się infekcji i doprowadzić do dezaktywacji wirusów otoczkowych. Co więcej, ich pośrednie metabolity wpływają na odpowiedź immunologiczną w trakcie infekcji oraz po niej. Podczas gdy AA poprzez produkcję prostaglandyn, leukotrienów i tromboksanów promuje reakcje prozapalne, pochodne otrzymywane z EPA i DHA, tj. lipoksyny, resolwiny, protektyny i marezyny, działają przeciwzapalnie [12]. Ponadto okazuje się, że właściwości przeciwzapalne kwasów omega-3 poprzez ograniczenie nadmiernej produkcji prozapalnych cytokin (TNF- α , IL-6, IL-1, IL-8 i MCP-1) w komórkach pęcherzykowych płuc zmniejszają ryzyko wystąpienia zespołu ogólnoustrojowej niewydolności u pacjentów ze zdiagnozowaną infekcją SARS-CoV-2 [13].

Zaburzenie równowagi pomiędzy obecnością kwasów omega-6 i omega-3 w diecie może zaburzyć równowagę organizmu, co z kolei może negatywnie wpłynąć na rodzaj odpowiedzi immunologicznej w przypadku infekcji. Aby temu zapobiec, zaleca się, aby stosunek kwasów omega-6 do omega-3 w pożywieniu był 1 : 1–4 : 1, podczas gdy w większości przypadków jest on zdecydowanie większy i wynosi 10 : 1, co sprzyja występowaniu reakcji prozapalnych. Z uwagi na to zaleca się dodatkową codzienną suplementację ok. 250 mg omega-3 (DHA i EPA) [10].

PROBIOTYKI

Probiotyki wspomagają prawidłowe funkcjonowanie mikroflory jelitowej, która stanowi istotną barierę biologiczną układu odpornościowego. Wyniki pozyskane z randomizowanych badań klinicznych sugerują, że suplementy probiotyczne wprowadzone podczas leczenia chorób zakaźnych mogą przyczynić się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia ostrych infekcji górnych dróg oddechowych [14]. W szczególności suplementy bogate w żywe kultury *Lactobacillus gasseri*, *Bifidobacteria*, *Bacillus* oraz *Saccharomyces boulardii* poprzez regulację produkcji cytokin i przeciwciał wzmacniają zarówno odporność wrodzoną, jak i nabytą [15]. Zaburzenia składu mikroflory jelitowej

mogą doprowadzić do przerostu bakterii patogennych, których obecność skutkuje naruszeniem barier biologicznych układu odpornościowego, co przekłada się na zwiększone ryzyko infekcji.

Obserwacje przeprowadzone w Chinach wskazują na związek pomiędzy zaburzeniem równowagi mikroflory jelitowej, tzw. dysbiozą, a występowaniem COVID-19. Okazuje się, że pacjenci z tą chorobą mają zdecydowanie mniejszą liczbę szczepów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* w porównaniu ze zdrowymi osobami [16].

W oparciu o obecny stan wiedzy nie jest możliwe stwierdzenie, czy dysbioza zaobserwowana u zakażonych pacjentów wpływa bezpośrednio na ryzyko i przebieg COVID-19 oraz czy zastosowanie probiotykoterapii może okazać się skuteczne w leczeniu choroby. Z uwagi na to, że wirus może zostać przeniesiony drogą pokarmową, dieta bogata w produkty probiotyczne, czyli kiszonki, jogurty z żywymi kulturami bakterii, kefiry, może pozytywnie wpłynąć na różnorodność i liczebność bakterii jelitowych, które poprzez produkcję przeciwdrobnoustrojowych metabolitów mogą przyczynić się do wzmocnienia odporności [14].

BŁONNIK POKARMOWY I PREBIOTYKI

Obecność błonnika pokarmowego w codziennej diecie pomaga w utrzymaniu różnorodności mikroflory jelitowej, która należy do jednej z barier układu immunologicznego. Rozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego: pektyny, gumy, hemicelulozy oraz β -glukany, są wykorzystywane do procesów fermentacji przez bakterie jelitowe, w wyniku czego są produkowane krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA, *short-chain fatty acids*), tj. octany, propioniany i maślane, które poprzez immunoregulacyjne właściwości mogą przyczynić się do stymulacji limfocytów typu T oraz komórek fagocytarnych podczas infekcji. Pozytywny wpływ SCFA na odporność przeciwwirusową został potwierdzony w badaniach naukowych przeprowadzonych na zwierzętach. Wykazano w nich, że wprowadzenie diety wysokobłonnikowej poprzez wsparcie zarówno odporności wrodzonej, jak i adaptacyjnej przyczyniło się do zmniejszenia śmiertelności [17].

Podobne obserwacje wynikły z prospektywnego badania klinicznego przeprowadzonego na grupie osób w wie-

ku 50–71 lat, w którym zauważono, że codzienne spożycie błonnika (min. 10 g) korelowało z mniejszą o 34% śmiertelnością z powodu infekcji oraz chorób układu oddechowego [18]. Co więcej, zwiększenie codziennego spożycia produktów pełnoziarnistych o 5 g, np. w formie dodania otręb pszenicznych lub owsianych, poprzez zmniejszenie produkcji mediatorów prozapalnych IL-6 oraz TNF- α może pomóc w obniżeniu ryzyka wystąpienia stanu zapalnego podczas infekcji [19].

Mimo że wyniki współczesnych badań nie są w stanie wykazać bezpośredniego związku pomiędzy spożyciem błonnika pokarmowego a ryzykiem zachorowania na COVID-19, z uwagi na prozdrowotną rolę włókna pokarmowego w diecie zaleca się spożywanie 25–31 g błonnika pokarmowego dziennie [7].

WITAMINA C

Witamina C jest często postrzegana jako cząsteczka o silnych właściwościach przeciwutleniających, która przyczynia się do mobilizacji procesów związanych z komórkową odpowiedzią immunologiczną, np. fagocytozy, oraz kontrolowanej produkcji reaktywnych form tlenu wykorzystywanych do walki z infekcją [7].

Badania obserwacyjne wskazują na obecność związku pomiędzy niskim poziomem witaminy C a zwiększoną częstotliwością wystąpienia przeziębienia oraz zachorowalności na zapalenie płuc, co powoduje, że suplementacja witaminą C jest zalecana w okresie nasilonego ryzyka infekcji, zwłaszcza w sezonie jesienno-zimowym [7, 20]. Przykładowo dawka 200 mg witaminy C dziennie podawana przez 4 tygodnie osobom w wieku powyżej 65 lat, zmagającym się z przewlekłymi infekcjami układu oddechowego, skutecznie łagodzi objawy infekcji, co w rezultacie powoduje poprawę ich stanu oddechowego [21]. Z kolei wyniki metaanalizy sugerują, że suplementacja dawkami 0,7–8 g witaminy C dziennie w przypadku dorosłych może skrócić czas trwania infekcji wirusowych oraz dodatkowo złagodzić ich objawy [22].

Badania prowadzone na bioaktywnych związkach pochodzenia roślinnego, jak flawonoidy, sugerują, że mogą one posłużyć do zapobiegania infekcjom wirusowym, jak również pomóc w ich leczeniu. Przykładowo rutyna okazuje się jednym ze związków, które efektyw-

nie blokują kluczowy dla cyklu życiowego koronawirusa enzym – proteazę COVID-19 (COVID-19 3CLpro). Jak się okazuje, dzięki obecności grupy hydroksylowej cząsteczka rutyny ma silne powinowactwo do centrum aktywnego proteazy, co z kolei stanowi klucz do zablokowania enzymu [23].

Z uwagi na niskie koszty oraz potencjalny pozytywny wpływ wynikający z suplementacji witaminą C w przypadku przeziębienia zaleca się przyjmowanie 1–2 g witaminy C dziennie w celu poprawy odporności oraz wzmocnienia organizmu [10].

WITAMINA D

Witamina D, znana również jako kalcytriol, poprzez stymulację produkcji przeciwdrobnoustrojowych cząsteczek, tj. katelicyny i defensyny, które hamują tempo replikacji wirusa oraz łagodzą stan zapalny w płucach, może się przyczynić do zmniejszenia ryzyka infekcji wirusowej, jak również poprawić skuteczność samego leczenia [10]. Efekt ten został potwierdzony badaniami naukowymi, w których suplementacja witaminą D przyczyniła się do obniżenia ryzyka infekcji układu oddechowego o 12% oraz dodatkowo pomogła zapobiec ostrym infekcjom dróg oddechowych, szczególnie u osób z jej niedoborami [24, 25].

Ostatnie badania obserwacyjne przeprowadzone podczas pandemii COVID-19 wykazały wpływ pomiędzy szerokością geograficzną a liczbą przypadków zakażeń wirusem SARS-CoV-2 na świecie, która okazuje się związana z sezonowymi zmianami stężeń witaminy D w organizmie człowieka [26]. Retrospektywna analiza 780 potwierdzonych przypadków zakażenia wirusem SARS-CoV-2 w Indonezji sugeruje, że niski poziom witaminy D (20–30 ng/ml) u mężczyzn zwiększa ryzyko śmiertelności z powodu COVID-19 nawet 13-krotnie [27]. Podobne obserwacje zostały poczynione w Szwajcarii, w której pacjenci zakażeni wirusem SARS-CoV-2 mieli znacząco niższy poziom witaminy D w serum (mediana 11,1 ng/ml) w porównaniu z pacjentami, u których nie wykryto obecności wirusa (mediana 24,6 ng/ml) [28].

Z uwagi na ostatnie badania epidemiologiczne zaleca się utrzymywanie właściwego poziomu witaminy D w organizmie, który powinien wynosić 40–60 ng/ml

(100–150 nmol/l) oraz profilaktyczną suplementację 5000 IU witaminy D dziennie. Osobom z niedoborami witaminy D zaleca się przyjmowanie 10 000 IU witaminy D dziennie aż do momentu osiągnięcia jej właściwego poziomu [25].

WITAMINA E

Witamina E obecna w formie tokoferoli, jak i tokotrienoli ma silne właściwości przeciwutleniające. Wraz z witaminą C reguluje gospodarkę antyoksydacyjną w organizmie, co przyczynia się do zmniejszenia uszkodzeń spowodowanych nadprodukcją wolnych rodników oraz obecnością przewlekłego stanu zapalnego, np. podczas infekcji [10].

Dzienna suplementacja witaminą E, zwłaszcza u zdrowych osób pomiędzy 50.–55. r.ż., może pomóc w utrzymaniu sprawnie funkcjonującego układu immunologicznego. W tym przypadku 6-miesięczna suplementacja α -tokoferolem w dawce 400 IU dziennie lub frakcją bogatą w tokotrienol (74% tokotrienolu i 26% tokoferolu) w dawce 150 mg/24 h poprzez regulację aktywacji niektórych genów odpowiedzialnych za reakcję organizmu na stres antyoksydacyjny wynikający z kontaktu z toksynami i patogenami przyczyniła się do poprawy odpowiedzi immunologicznej. Efekt ten okazał się skuteczniejszy przy podaniu tokotrienolu niż w przypadku α -tokoferolu [29].

Pozytywny efekt działania witaminy E na funkcjonowanie układu odpornościowego okazuje się szczególnie ważny w przypadku osób starszych, które ze względu na zaawansowany wiek są narażone na ryzyko wystąpienia niedoborów niektórych mikroelementów odżywczych. W przypadku osób powyżej 65. r.ż. suplementacji dzienną dawką 200 mg witaminy E w formie α -tokoferolu podawaną przez 3 miesiące poprawia odpowiedź komórkową oraz procesy fagocytozy związane z aktywnością neutrofilii, dzięki czemu może wzmocnić odporność oraz sprawność układu immunologicznego [30]. Podobnie dzienna suplementacja witaminą E w dawce 200 IU, również w formie α -tokoferolu, zastosowana w przypadku osób będących rezydentami domów opieki może przyczynić się do obniżenia częstotliwości wystąpienia przeziębienia w perspektywie rocznej. Niemniej jednak nie wpływa ona znacząco na ryzyko infekcji dolnych dróg oddechowych [31].

Ze względu na pozytywny wpływ suplementacji witaminą E na funkcjonowanie układu odpornościowego, zwłaszcza u starszej populacji, powyżej 65. r.ż., profilaktyczne podawanie dawki 400 IU witaminy E dziennie w formie α -tokoferolu może przyczynić się do wzmocnienia odporności oraz poprawy ogólnego stanu zdrowia [7].

SELEN

Selen jest mikroelementem, który ze względu na swoje właściwości przeciwutleniające odgrywa kluczową rolę w procesie ochrony przed stresem oksydacyjnym oraz w utrzymywaniu sprawnego układu odpornościowego, w tym w ochronie przed infekcjami [7]. Badania wykazują, że dzienna suplementacja dawką 50 μ g seleniu przez 12 tygodni u osób ze zdiagnozowanym niedoborem seleniu (< 110 ng/ml), będących pomiędzy 50.–64. r.ż., skutecznie wzmacnia odporność przeciwko wirusowi grypy po podaniu szczepionki, co jest związane ze zwiększoną aktywnością limfocytów typu T oraz produkcją IFN- γ , IL-8, granzymu i perforyny (odpowiednio 650%, 289%, 139%, 209% i 190%), zauważalną 2 tygodnie po podaniu szczepienia [32].

Współczesne badania wykazują związek pomiędzy niskim poziomem seleniu w organizmie a niewydolnością układu oddechowego. Prospektywne badanie obserwacyjne przeprowadzone na grupie 83 osób z chorobą układu oddechowego wykazało, że pacjenci wymagający intensywnej opieki medycznej mieli o 28% niższy poziom seleniu w porównaniu z osobami, które nie wymagały hospitalizacji (odpowiednio $70,0 \pm 26,4$ i $97,9 \pm 20,8$ ng/ml; $p < 0,001$). Co więcej, obniżenie poziomu seleniu było związane ze spadkiem poziomu limfocytów oraz stężenia albuminy, natomiast ze wzrostem poziomu białka C-reaktywnego (CRP), co może świadczyć o złym stanie odżywienia oraz ciężkim przebiegu chorób układu oddechowego [33].

Wprowadzenie suplementów zawierających selen do leczenia chorób układu oddechowego przynosi korzyści, co zostało potwierdzone badaniami klinicznymi.

Podanie seleninu sodu (1 mg/24 h przez 3 dni i 1 mg/24 h przez pozostałe 6 dni) w formie zastrzyków u pacjentów z zespołem ostrej niewydolności oddechowej poprzez łagodzenie stanu zapalnego występującej

go w płucach może przyczynić się do ochrony przed ich uszkodzeniem. W tym przypadku podanie seleniu sodu przywróciło odpowiedni poziom selenu w organizmie oraz obniżyło poziom cytokin prozapalnych (IL-1b i IL-6), co przyczyniło się do poprawy mechaniki oddechowej u chorych. Suplementacja nie miała jednak znaczącego wpływu na okres przeżycia, podobnie jak na czas trwania wentylacji mechanicznej [34].

Przeprowadzona w Chinach podczas pandemii COVID-19 populacyjna analiza retrospektywna pokazała, że niedobory selenu korelują ze zwiększeniem liczby zgonów z powodu zakażenia wirusem SARS-CoV-2. Okazało się, że osoby mieszkające w prowincji Hubei miały znacząco niższy współczynnik wyleczeń oraz zgonów w porównaniu z innymi prowincjami (odpowiednio 13,2% i 40,6%; $p < 0,0001$ dla współczynnika wyleczeń; 3% i 0,6%; $p < 0,0001$ dla współczynnika zgonów). Ponadto wysoki poziom selenu oraz jego występowanie w diecie mieszkańców prowincji Enshi w porównaniu z rezydentami Hubei (średni poziom selenu we włosach wynosił $3,13 \pm 1,91$ mg/kg mc. dla kobiet i $2,21 \pm 1,14$ mg/kg mc. dla mężczyzn z Enshi; w Hubei wynosił on $0,55$ mg/kg mc.) korelowały z wyższym wskaźnikiem wyzdrowień (odpowiednio 36,4% dla Enshi i 13,1% dla Hubei). W prowincji Heilongjiang, w której ze względu na niskie dzienne spożycie selenu ($16 \mu\text{g}$ dziennie) mieszkańcy mieli niski poziom selenu ($0,26$ mg/kg mc.), współczynnik śmiertelności był znacznie wyższy w porównaniu z innymi prowincjami (odpowiednio 2,4% i 0,5%; $p < 0,0001$) [35].

Z uwagi na to, że niedobory selenu mogą przyczynić się do cięższego przebiegu COVID-19, zaleca się dzienną suplementację selenem w dawce $55 \mu\text{g}$ u osób dorosłych i starszych w celu poprawy funkcjonowania organizmu [7].

CYNK

Cynk jest mikroelementem, który ma kluczowe znaczenie dla wzrostu, rozwoju i utrzymania integralności barier immunologicznych, takich jak skóra oraz błony śluzowe [7]. Ponadto okazuje się niezbędny do rozwoju komórek układu immunologicznego, zwłaszcza limfocytów typu T. Niedobory cynku są związane z wystąpieniem infekcji wirusowych oraz ze zwiększonym ryzykiem śmiertelności z powodu zapalenia płuc [7].

Z uwagi na potwierdzone badaniami właściwości przeciwwirusowe cynku włączenie suplementacji może przyczynić się do przyspieszenia procesu leczenia oraz poprawy jego skuteczności w przypadku COVID-19.

Włączenie 10-dniowej suplementacji glukonianem cynku ($10\text{--}20$ mg/24 h) jako terapii wspomagającej terapię infekcji rotawirusowej oraz zapalenia płuc u małych dzieci i niemowląt skutecznie skróciło czas trwania objawów choroby (wysoka gorączka, wymioty, biegunka) oraz pomogło zapobiec ich nawrotom w przyszłości [36, 37].

Badanie kliniczne wykazało, że podawanie co 2–3 h cynku w formie octanu cynku ($12,8$ mg) jako tabletek do ssania 48 dorosłym osobom zmagającym się z objawami przeziębienia (kaszel, niedrożność górnych dróg oddechowych) skróciło nie tylko czas trwania leczenia, lecz także zmniejszyło nasilenie się dolegliwości [38].

Ostatnie wyniki badań sugerują, że włączenie cynku może wspomóc terapię chlorochiną, obecnie stosowaną w leczeniu pacjentów z COVID-19. Jak się okazuje, chlorochina/hydroksychlorochina może przyczynić się do poprawy transportu cynku do wnętrza zainfekowanej komórki, poprzez zmniejszenie aktywności polimerazy SARS niezbędnej do procesu replikacji wirusa SARS-CoV-2, a także do zahamowania replikacji wirusa w organizmie. Niemniej jednak to, czy suplementacja cynkiem w połączeniu z chlorochiną powinna być zalecana u pacjentów z grupy wysokiego ryzyka jako profilaktyka podczas pandemii SARS-CoV-2, należy rozważyć indywidualnie dla każdego przypadku [39, 40].

Obecny stan wiedzy nie pozwala w pełni stwierdzić, czy suplementacja cynkiem może się okazać pomocna w zmniejszeniu ryzyka infekcji COVID-19. Mając na uwadze potencjalną przeciwwirusową i ochronną rolę cynku zaleca się utrzymanie jego odpowiedniego poziomu oraz spożywanie rekomendowanych dziennych ilości tego pierwiastka; w przypadku dorosłych jest to 11 mg dla mężczyzn i 8 mg dla kobiet [7].

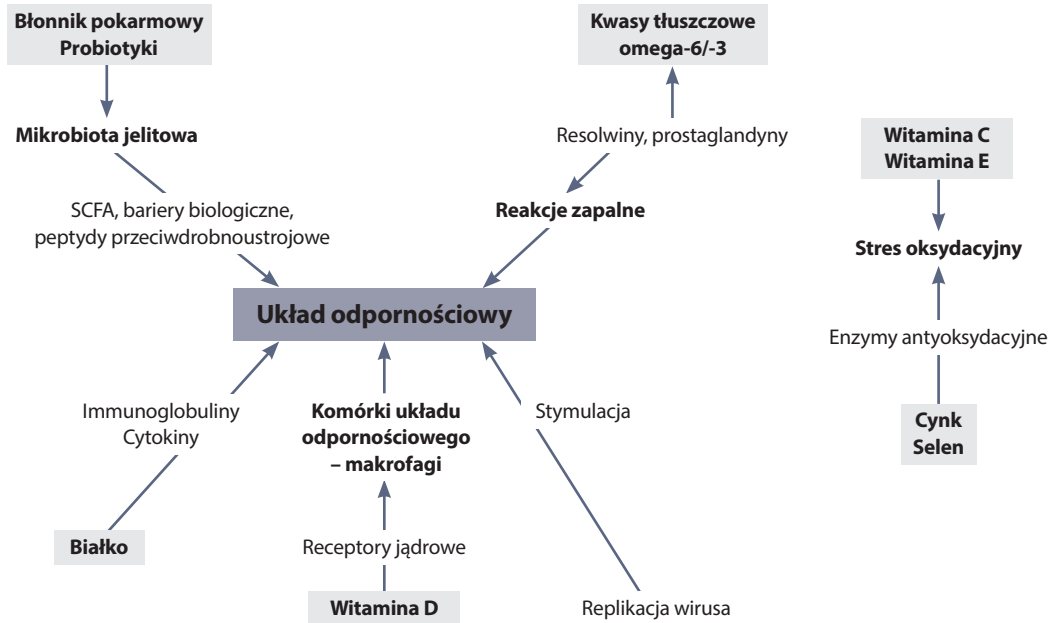
PODSUMOWANIE

Dowody wskazują, że dieta, która zawiera odpowiednie ilości białka, w tym aminokwasy, takie jak: glutamina, arginina i BCAA, jak również kwasy tłuszczowe

omega-3, błonnik pokarmowy, probiotyki, czyli witaminy D, C i E, cynk oraz selen, pozytywnie wpływa na funkcje układu odpornościowego (ryc. 1). Z uwagi na właściwości przeciwzapalne i przeciwwirusowe ww. składniki mogą się przyczynić do złagodzenia stanów

zapalnych obecnych podczas burzy cytokinowej występującej podczas COVID-19. Niemniej jednak składniki te powinny być traktowane ze szczególną uwagą ze względu na to, że badania naukowe w tym obszarze są ograniczone [7].

Rycina 1. Schematyczny diagram przedstawiający interakcje pomiędzy wybranymi składnikami diety a reakcją układu odpornościowego podczas choroby wirusowej (na podstawie [7]).



Konflikt interesów/Conflict of interests:

Nie występuje.

Finansowanie/Financial support:

Nie występuje.

Etyka/Ethics:

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami UE oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

ADRES DO KORESPONDENCJI

Joanna Michalina Jurek

The Nutrition Innovation Centre for Food and Health (NICHE),
School of Biomedical Sciences,
Faculty of Health and Life Sciences,
Ulster University,
Coleraine Campus
Cromore Road
Coleraine BT52 1SA
Northern Ireland, United Kingdom
e-mail: jurek-j@ulster.ac.uk

STRESZCZENIE

Sposób odżywiania ma znaczący wpływ na zachowanie ogólnego zdrowia oraz sprawnie funkcjonującego układu odpornościowego. Z tego względu odpowiednio zbilansowana, zróżnicowana pod kątem jakościowym dieta, będąca źródłem wysokiej jakości białka, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (omega-3), witamin (B₁₂, B₆, C, E, A) oraz składników mineralnych (cynk i selen), może się przyczynić do poprawy odporności, która jest niezbędna w czasie pandemii COVID-19. Również włączenie funkcjonalnej żywności, będącej źródłem błonnika pokarmowego oraz żywych kultur bakterii probiotycznych, może się przyczynić do złagodzenia objawów choroby, w tym rów-

niez zmniejszenia stanów zapalnych. Niemniej jednak składniki te powinny być traktowane ze szczególną uwagą ze względu na to, że badania naukowe w tym obszarze są ograniczone.

Słowa kluczowe: COVID-19, dieta, suplementacja, składniki pokarmowe, odporność

ABSTRACT

Nutrition has a significant role in maintain good general health, as well as immune system function. A good balanced, highly diverse diet, rich high-quality nutrients, particularly polyunsaturated fatty acids (omega-3), vitamins (B₁₂, B₆, C, E, A) and minerals (zinc and selenium) can improve individual immunity status, which is essential during the COVID-19 pandemic. Incorporating functional foods, being a good source of dietary fiber and live cultures of probiotic bacteria, may improve disease course, symptom management and decrease inflammation. Nevertheless, the efficacy of those dietary factors should be treated carefully, as research in this area are limited.

Key words: COVID-19, diet, dietary supplementation, nutrients, immunity

Piśmiennictwo

- Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020; 12(1): 236.
- Aman F, Masood S. How Nutrition can help to fight against COVID-19 Pandemic. *Pak J Med Sci*. 2020; 36(COVID19-S4): S121-S3.
- Calder PC, Kew S. The immune system: a target for functional foods? *Br J Nutr*. 2002; 88(suppl 2): S165-77.
- Butler MJ, Barrientosa RM. The impact of nutrition on COVID-19 susceptibility and long-term consequences. *Brain Behav Immun*. 2020; 87: 53-4.
- Green WD, Beck MA. Obesity impairs the adaptive immune response to influenza virus. *Ann Am Thorac Soc*. 2017; 14: S406-S9.
- Venter C, Eyerich S, Sarin T et al. Nutrition and the Immune System: A Complicated Tango. *Nutrients*. 2020; 12(3): E818.
- Iddir M, Brito A, Dingo G et al. Strengthening the Immune System and Reducing Inflammation and Oxidative Stress through Diet and Nutrition: Considerations during the COVID-19 Crisis. *Nutrients*. 2020; 12(6): 1562.
- Caccialanza R, Laviano A, Lobascio F et al. Early nutritional supplementation in non-critically ill patients hospitalized for the 2019 novel coronavirus disease (COVID-19): Rationale and feasibility of a shared pragmatic protocol. *Nutrition*. 2020; 74: 110835.
- Li P, Yin YL, Li D et al. Amino acids and immune function. *Br J Nutr*. 2007; 98(2): 237-52.
- Brugliera L, Spina A, Castellazzi P et al. Nutritional management of COVID-19 patients in a rehabilitation unit. *Eur J Clin Nutr*. 2020; 74(6): 860-3.
- Calder PC, Carr AC, Gombart AF et al. Optimal Nutritional Status for a Well-Functioning Immune System Is an Important Factor to Protect against Viral Infections. *Nutrients*. 2020; 12(4): E1181.
- Das UN. Can Bioactive Lipids Inactivate Coronavirus (COVID-19)? *Arch Med Res*. 2020; 51(3): 282-6.
- Panigrahy D, Gilligan MM, Huang S et al. Inflammation resolution: a dual-pronged approach to averting cytokine storms in COVID-19? *Cancer Metastasis Rev*. 2020; 39(2): 337-40.
- Hao Q, Dong BR, Wu T. Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; (2): CD006895.
- Morais AHA, Passos TS, Maciel BLL et al. Can Probiotics and Diet Promote Beneficial Immune Modulation and Purine Control in Coronavirus Infection? *Nutrients*. 2020; 12(6): 1737.
- Xu K, Cai H, Shen Y et al. Management of corona virus disease-19 (COVID-19): the Zhejiang experience. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2020; 49(1): 147-57. (In Chinese).
- Azagra-Boronat I, Massot-Cladera M, Knipping K et al. Strain-Specific Probiotic Properties of Bifidobacteria and Lactobacilli for the Prevention of Diarrhea Caused by Rotavirus in a Preclinical Model. *Nutrients*. 2020; 12(2): 498.
- Park Y, Subar AF, Hollenbeck A et al. A. Dietary fiber intake and mortality in the NIH-AARP diet and health study. *Arch Intern Med*. 2011; 171: 1061-8.
- Costabile A, Klinder A, Fava F et al. Whole-grain wheat breakfast cereal has a prebiotic effect on the human gut microbiota: A double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Br J Nutr*. 2008; 99: 110-20.
- Hemilä H, Chalker E. Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; (1): CD000980.
- Hunt C, Chakravorty NK, Annan G et al. The clinical effects of vitamin C supplementation in elderly hospitalised patients with acute respiratory infections. *Int J Vitam Nutr Res*. 1994; 64(3): 212-9.
- Ran L, Zhao W, Wang J et al. Extra Dose of Vitamin C Based on a Daily Supplementation Shortens the Common Cold: A Meta-Analysis of 9 Randomized Controlled Trials. *Biomed Res Int*. 2018; 4: 1-12.
- Xu Z, Yang L, Zhang X et al. Discovery of Potential Flavonoid Inhibitors Against COVID-19 3CL Proteinase Based on Virtual Screening Strategy. *Front Mol Biosci*. 2020; 7: 556481.
- Martineau AR, Jolliffe DA, Hooper RL et al. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: Systematic review and meta-analysis of individual participant data. *BMJ*. 2017; 356: i6583.
- Grant WB, Lahore H, McDonnell SL et al. Evidence that Vitamin D Supplementation Could Reduce Risk of Influenza and COVID-19 Infections and Deaths. *Nutrients*. 2020; 12(4): E988.
- Rhodes JM, Subramanian S, Laird E et al. Low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther*. 2020; 51(12): 1434-37.
- Raharusun P, Priambada S, Budiarti C et al. Patterns of COVID-19 Mortality and Vitamin D: An Indonesian Study. *SSRN Electronic Journal*. 2020.
- D'Avolio A, Avataneo V, Manca A et al. 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients*. 2020; 12(5): 1359.
- Ghani SMA, Goon JA, Azman N et al. Comparing the effects of vitamin E tocotrienol-rich fraction supplementation and alpha-tocopherol supplementation on gene expression in healthy older adults. *Clinics (Sao Paulo)* 2019; 74: e688.

30. De la Fuente M, Hernanz A, Guayerbas N et al. Vitamin E ingestion improves several immune functions in elderly men and women. *Free Radic Res.* 2008; 42(3): 272-80.
31. Meydani SN, Leka LS, Fine BC et al. Vitamin E and respiratory tract infections in elderly nursing home residents: A randomized controlled trial. *JAMA.* 2004; 292: 828-36.
32. Ivory K, Prieto E, Spinks C et al. Selenium Supplementation Has Beneficial and Detrimental Effects on Immunity to Influenza Vaccine in Older Adults. *Clin Nutr.* 2017; 36(2): 407-15.
33. Mahmoodpoor A, Hamishehkar H, Shadvar K et al. The Effect of Intravenous Selenium on Oxidative Stress in Critically Ill Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Immunol Invest.* 2019; 48(2): 147-59.
34. Lee YH, Lee SJ, Lee MK et al. Serum selenium levels in patients with respiratory diseases: a prospective observational study. *J Thorac Dis.* 2016; 8(8): 2068-78.
35. Zhang J, Taylor EW, Bennett K et al. Association between regional selenium status and reported outcome of COVID-19 cases in China. *Am J Clin Nutr.* 2020; 111(6): 1297-9.
36. Jiang CX, Xu CD, Yang CQ. Therapeutic Effects of Zinc Supplement as Adjunctive Therapy in Infants and Young Children with Rotavirus Enteritis. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi.* 2016; 18(9): 826-30.
37. Acevedo-Murillo JA, García León ML, Firo-Reyes V et al. Zinc Supplementation Promotes a Th1 Response and Improves Clinical Symptoms in Fewer Hours in Children With Pneumonia Younger Than 5 Years Old. A Randomized Controlled Clinical Trial. *Front Pediatr.* 2019; 7: 431.
38. Mahyar A, Ayazi P, Ahmadi NK et al. Zinc Sulphate for Acute Bronchiolitis: A Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Infez Med.* 2016; 24(4): 331-6.
39. Derwand R, Scholz M. Does zinc supplementation enhance the clinical efficacy of chloroquine/hydroxychloroquine to win today's battle against COVID-19? *Med Hypotheses.* 2020; 142: 109815.
40. Shittu MO, Afolami OI. Improving the efficacy of Chloroquine and Hydroxychloroquine against SARS-CoV-2 may require Zinc additives – A better synergy for future COVID-19 clinical trials. *Infez Med.* 2020; 28(2): 192-7.