

## **CYNK I MAGNEZ A COVID - 19**

Barbara Sokołowska<sup>1)</sup>, Stanisława Katarzyna Nazaruk<sup>1)</sup>, Agnieszka Radzka-Pogoda<sup>2)</sup>, Gabriela Henrykowska<sup>3)</sup>, Andrzej Borzęcki<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Akademia Białska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

<sup>2)</sup> Szkoła Doktorska Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

<sup>3)</sup> Zakład Epidemiologii i Zdrowia Publicznego UM w Łodzi

<sup>4)</sup> Zakład Higieny i Epidemiologii Uniwersytet Medyczny w Lublinie

### **STRESZCZENIE**

Cynk i magnez to jedne z ważniejszych pierwiastków dla organizmu człowieka. Niedobór lub nadmiar któregoś z nich może stanowić potencjalne zagrożenie dla mechanizmów homeostazy ustroju. Pierwiastki te warunkują prawidłowe funkcjonowanie układu immunologicznego. Niedobór cynku i magnezu istotnie zmniejsza odporność organizmu ułatwiając infekcje różnymi patogenami, w tym zakażenia SARS-COV-2. W pracy dokonano przeglądu piśmiennictwa obejmującego zagadnienia wpływu niedoborów cynku i magnezu na zachorowanie i przebieg COVID-19.

**Słowa kluczowe:** cynk, magnez, COVID-19, SARS-CoV2.

---

#### ARTICLE INFO

PolHypRes 2022 Vol. 79 Issue 2 pp. 45 – 50

**ISSN:** 1734-7009 **eISSN:** 2084-0535

**DOI:** 10.2478/phr-2022-0009

Strony: 8, rysunki: 5, tabele: 0

**page www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

**Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

**Typ artykułu:** przeglądowy

**Termin nadesłania:** 24.01.2022 r.

**Termin zatwierdzenia do druku:** 17.04.2022 r.



## WSTĘP

Zarówno cynk jak i magnez są niezbędne do prawidłowego rozwoju, dojrzewania i funkcjonowania organizmu człowieka. Niedobór lub też nadmiar jednego z tych pierwiastków może stanowić potencjalne zagrożenie dla zaburzenia prawidłowego funkcjonowania procesów homeostazy ustroju [1,2].

Magnez to pierwiastek chemiczny niezbędny do życia wszystkich organizmów żywych. Pełni bardzo ważne funkcje w organizmie człowieka. Jest aktywatorem ponad 300 reakcji enzymatycznych, katalizuje reakcje szlaku oddechowego, syntezy kwasów nukleinowych, przemian białkowych, tłuszczowych i węglowodanowych. Wpływa na przepuszczalność i stabilizację błon komórkowych, Pierwiastek ten uczestniczy w procesie skurczu komórek mięśnia sercowego i regulacji ciśnienia tętniczego krwi. Pełni również istotną rolę w procesach mineralizacji kości i gospodarce wapniowo-fosforanowej, reguluje glikemię. Magnez uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych. Wpływa również na działanie układu immunologicznego i odpornościowego. 60% magnezu zdeponowane jest w układzie kostnym człowieka, a 20% w mięśniach szkieletowych. Pozostała ilość tego pierwiastka rozmieszczona jest w innych tkankach i narządach, takich jak: nerki, wątroba czy przewód pokarmowy. Tylko ok. 1% magnezu znajduje się w przestrzeni zewnątrzkomórkowej. Dobbowe zapotrzebowanie na magnez rośnie wraz ze wzrostem organizmu oraz podczas ciąży, przy silnym wysiłku fizycznym i psychicznym, w stresie i przy nadużywaniu alkoholu [3,4].

W tabeli 1 przedstawiono średnie dzienne zapotrzebowanie na magnez w różnych grupach wiekowych.

Tab. 1

Średnie dzienne zapotrzebowanie na magnez z uwzględnieniem wieku [5].

| Zapotrzebowanie na magnez (mg/24h) |                       |                        |                            |                            |                   |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Noworodki i niemowlęta             | Dzieci w wieku 1-3lat | Dzieci w wieku 4-9 lat | młodzież w wieku 10-12 lat | Młodzież w wieku 13-18 lat | w dorośli >18 lat |
| 30-70                              | 65                    | 110                    | 200                        | 300-340                    | 265-350           |

Główną przyczyną niedoboru magnezu jest źle zbilansowana dieta z ubogą zawartością magnezu lub z wysoką zawartością składników utrudniających jego wchłanianie. Wśród innych przyczyn wymienia się zaburzenia wchłaniania magnezu w przebiegu zapalenie trzustki, zespołu złego wchłaniania, przewlekłego stosowania inhibitorów pompy protonowej. Niedobór tego pierwiastka wynikać może również ze zbyt dużej utraty magnezu (np. w przewlekłym alkoholizmie, chorobach nerek, pierwotnej nadczynności przytarczyc, przy wymiotach i biegunkach) [6]. Objawy niedoboru magnezu są niecharakterystyczne. Najczęściej występują zaburzenia metaboliczne, takie jak: hipokalcemia, hipokaliemia oraz hipofosfatemia. Występują również zaburzenia rytmu serca, objawy nerwowo-mięśniowe obejmujące drżenie rąk, nóg, języka, warg, powiek, bolesne skurcze mięśni, drętwienie, mrowienie kończyn, osłabienie siły mięśni. Niedobór magnezu może prowadzić do wzrostu ciśnienia tętniczego krwi oraz wystąpienia dolegliwości wieńcowych, związanych z niedokrwieniem mięśnia sercowego. Występować mogą również objawy takie jak przewlekłe uczucie zmęczenia, trudność w koncentracji i skupienia uwagi, upośledzenie pamięci, nadmierna nerwowość i drażliwość, wypadanie włosów. Konsekwencja zaburzeń funkcjonowania układu odpornościowego są częste infekcje, głównie układu oddechowego o różnej etiologii [7].

Cynk jest mikroelementem pełniącym również bardzo ważne funkcje w organizmie człowieka. Najwyższy poziom tego pierwiastka jest w mięśniach szkieletowych i kościach. Duże ilości cynku znajdują się również w wątrobie, mózgu, gruczole krokowym, skórze i we włosach. Pierwiastek ten jest składnikiem ponad 300 enzymów, w tym również tych, które tworzą barierę antyoksydacyjną oraz tych, które biorą udział w syntezie białek i kwasów nukleinowych. Cynk odgrywa istotną rolę w procesach replikacji i transkrypcji materiału genetycznego oraz w procesach ekspresji i stabilizacji genów. Uczestniczy w procesach metabolizmu białek, tłuszczów i węglowodanów. Wpływa na syntezę i funkcjonowanie hormonów steroidowych. Pierwiastek ten jest niezbędny w procesach stabilizacji błon komórkowych, warunkuje prawidłowe funkcjonowanie i regenerację skóry oraz błon śluzowych, odgrywa istotną rolę w procesach mineralizacji kości. Cynk wpływa na działanie układu immunologicznego i uczestniczy w reakcjach odpornościowych organizmu. Ponadto jest on niezbędny do prawidłowych podziałów komórkowych, odgrywa ważną rolę w procesach starzenia się organizmu i apoptozy komórek Cynk bierze również udział w procesach krzepnięcia krwi W ośrodkowym układzie nerwowym cynk wpływa na procesy uczenia się i zapamiętywania. Odgrywa również ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu zmysłu wzroku, słuchu, węchu i smaku. Pierwiastek ten warunkuje również prawidłowe funkcjonowanie narządów rozrodczych. Przez udział w biosyntezie oraz uwalnianiu insuliny jest on niezbędny dla prawidłowego funkcjonowanie trzustki. Cynk odpowiada również za metabolizm alkoholu oraz zmniejsza toksyczne działania metali ciężkich. Pierwiastek ten nie jest wytwarzany ani magazynowany w organizmie człowieka [8].

Dlatego też musi być dostarczany wraz z pożywieniem w codziennej diecie. Przyswajanie cynku ograniczają między innymi: alkohol, błonnik, szczawiany, fitynyiany. Głównymi źródłami cynku są produkty pochodzenia zwierzęcego takie jak: mięso, jaja, ryby i ostrygi, a w mniejszym stopniu pochodzenia roślinnego (nasiona słonecznika, dyni, kiełki pszenicy i otręby pszenne, a także czosnek, cebula). Dobbowe zapotrzebowanie na cynk zależy od szeregu czynników, między innymi, od płci i wieku. Średnie dzienne zapotrzebowanie na cynk dla dorosłego człowieka szacuje się na poziomie około 15 mg. W tabeli 2 przedstawiono dzienne zapotrzebowanie na cynk w różnych grupach wiekowych [9].

Średnie dzienne zapotrzebowanie na cynk z uwzględnieniem wieku [9].

| Zapotrzebowanie na cynk (mg/24h) |                       |                        |                            |                            |                   |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Noworodki i niemowlęta           | Dzieci w wieku 1-3lat | Dzieci w wieku 4-9 lat | młodzież w wieku 10-12 lat | Młodzież w wieku 13-18 lat | w dorośli >18 lat |
| 2.5                              | 2.5                   | 4                      | 7                          | 7.3-8.5                    | 6.8-9.4           |

## METODY

Dokonano przeglądu literatury z baz PubMed, Scopus, Google Scholar w celu oceny wpływu niedoboru magnezu i cynku na zachorowanie i przebieg COVID-19. Analiza uzyskanych danych pozwolić może na stworzenie scenariuszy profilaktyki i suplementacji magnezu i cynku u chorych z infekcją SARS-CoV2. Wyszukiwane słowa kluczowe obejmowały: magnez, cynk, COVID-19, SARS-CoV2.

### NIEDOBÓR MAGNEZU A COVID-19

COVID-19 (ang. coronavirus disease 2019) jest chorobą zakaźną układu oddechowego spowodowaną zakażeniem wirusem SARS-CoV-2 (ang. severe acute respiratory syndrome coronavirus2). Choroba ta po raz pierwszy została rozpoznana i opisana w listopadzie 2019 r. w mieście Wuhan w prowincji Hubei w środkowych Chinach. 30 stycznia 2020 r. ogłoszony został stan zagrożenia dla zdrowia publicznego o zasięgu międzynarodowym w wyniku rozprzestrzeniającej się epidemii COVID-19, a 11 marca 2020 r. seria zachorowań na COVID-19 nasilająca się od listopada 2019 r. uznana została przez Światową Organizację Zdrowia za pandemię [10].

SARS-CoV-2 należy do grupy koronawirusów z pojedynczą nicią RNA i otoczką przypominającą swoim wyglądem koronę. Wirus ten ma duży potencjał zakażenia. Przenosi się drogą kropelkową. Głównymi objawami COVID-19 jest najczęściej gorączka, kaszel, duszność, zmęczenie, bóle mięśniowe, osłabienie, ból gardła i ogólne złe samopoczucie. Przebieg kliniczny choroby jest zróżnicowany, od łagodnego lub nawet bezobjawowego, do ciężkiej niewydolności oddechowej i śmierci [11]. Rokowanie jest gorsze u osób starszych, u pacjentów z chorobami współistniejącymi i zaburzeniami odporności. Wykazano, że ponad 80% zgonów z powodu COVID-19 dotyczyło osób powyżej 60. roku życia, a ponad 75% osób zmarłych miało choroby współistniejące [11,12,13].

Odpowiednio zbilansowana dieta, zawierająca wszystkie niezbędne mikro i makroelementy, zdrowy styl życia, umiejętność radzenia sobie ze stresem, mają istotny wpływ na układ odpornościowy człowieka. [14,15] Stres związany z izolacją społeczną w czasie pandemii COVID-19 oraz obawą przed zachorowaniem, zmiana nawyków żywieniowych w czasie lockdownu, w połączeniu ze zmniejszoną aktywnością fizyczną są przyczyną szeregu negatywnych konsekwencji zdrowotnych, takich jak: otyłość, cukrzyca, choroby układu sercowo-naczyniowego, które dodatkowo osłabiają odpowiedź immunologiczną organizmu człowieka na działanie różnych patogenów, ułatwiają rozwój infekcji i pogarszając ich przebieg i rokowanie [16,17,18]. Autorzy Wolf FI. i wsp. [19] wykazali w swoich pracach istnienie niedoboru magnezu u pacjentów z tymi schorzeniami. Autorzy ci potwierdzili również, że hipomagnezemia była dodatkowym czynnikiem nasilającym ryzyko zachorowania na COVID-19 i zwiększającym śmiertelność w przebiegu tej choroby. Podobne wyniki badań uzyskali badacze Alamdari NM. i wsp. [20], którzy wykazali, że u chorych hospitalizowanych z rozpoznaniem na COVID-19 niedobór magnezu wpływał na brak efektu stosowanego leczenia oraz istotnie zwiększał ryzyko zgonu.

Kolejni autorzy: Trapani V. i wsp. [4]. Magnez działa jako kofaktor wielu enzymów, regulując kanały jonowe i wytwarzanie energii, jest niezbędny do utrzymania prawidłowej fizjologii i metabolizmu komórkowego [21]. Niedobór magnezu zwiększa ryzyko wywołania zapalnej „burzy cytokinowej” oraz uszkodzenia śródbłonna naczyniowego i uruchomienia kaskady układu krzepnięcia. Konsekwencją tych zaburzeń jest rozsiany proces wykrzepiania wewnątrznaczyniowego i rozwój niewydolności wielonarządowej [3,22]. Niski poziom magnezu indukuje uwalnianie prozapalnych cytokin, promuje agregację płytek krwi, uwalnianie beta-tromboglobuliny i tromboksanów. Uszkodzenie śródbłonna naczyń i stan nadkrzepliwości są kluczowymi składnikami triady Virchowa i są przyczyną wzrostu częstości występowania powikłań zakrzepowo-zatorowych u pacjentów z COVID-19 [21,23,24]. Niedobory magnezu mogą nasilać również odpowiedź zapalną indukowaną przez SARS-CoV-2. Ponadto inne objawy zgłaszane przez pacjentów z COVID-19, takie jak astenia, bóle mięśni, lęk, depresja, bezsenność, mogą być związane, nie tylko z infekcją wirusową, ale również z niedoborem magnezu [25]. Dane z przeglądu literatury wydają się potwierdzać związek między zaburzoną homeostazą magnezu a COVID-19 i motywują do dalszych badań w celu zbadania profilaktycznego i terapeutycznego potencjału suplementacji magnezem.

### NIEDOBÓR CYNKU A COVID-19

Cynk występuje w organizmie człowieka jako pierwiastek śladowy. Ponad jedna trzecia populacji cierpi na jego niedobór. Cynk odgrywa znaczącą rolę w prawidłowym funkcjonowaniu układu odporności człowieka i zwalczaniu infekcji [26,27]. Pierwiastek ten posiada właściwości przeciwwirusowe oraz immunomodulujące, jest składnikiem enzymów przeciwutleniających, które mogą hamować reprodukcję wirusa w komórkach gospodarza. I ułatwiać jego eliminację. Niski poziom cynku powoduje dysfunkcję układu odpornościowego i zwiększa ryzyko zachorowania na COVID-19 oraz wpływa na przebieg kliniczny choroby [28]. Wyniki badań różnych autorów wskazują na istnienie korelacji między częstością zakażenia SARS-CoV-2, a niedoborami cynku [28,29]. Potwierdzono istotny związek między poziomem cynku w surowicy krwi chorych na COVID-19 a nasileniem objawów klinicznych choroby i odpowiedzi na leczenie [30,31]. Prace Jothimani i wsp. [32]



wskazują na wpływ niedoboru cynku na występowanie ciężkich powikłań oraz zwiększenie śmiertelności wśród pacjentów hospitalizowanych z powodu COVID-19. Badacze: Derwand R i wsp oraz Im JH i wsp. [31,33] wykazali, że pacjenci z nasilonymi objawami COVID-19 mieli o 8% niższy poziom cynku w surowicy krwi niż pozostali pacjenci. Ponadto badania przeprowadzone przez Talha KA i wsp [34] oraz przez Zhang W. i wsp. [35] wykazały dwukrotnie większą częstość konieczności intensywnego wsparcia tlenowego u pacjentów z COVID-19 z niedoborami cynku. Randomizowane badania autorów: Patel i współ [36]. Wykazały, że dożylna suplementacja cynku zmniejszała nasilenie objawów klinicznych w ostrej fazie COVID-19. Jednak nie potwierdziły tego badania innych autorów, wskazując na niejasną rolę cynku w profilaktyce i leczeniu COVID-19 [37,38,39].

W przebiegu COVID-19 nasila się wewnątrzkomórkowy niedobór cynku, co wpływać może na aktywność anhidrazy węglanowej zlokalizowanej w kubkach smakowych i gruczołach ślinowych. Konsekwencją tego jest niekorzystne oddziaływanie na odczucia smakowe i wydzielanie śliny. Suplementacja cynku zmniejsza zaburzenia smakowe i dysfunkcję ślinianek [40].

## PODSUMOWANIE

Analiza treści z wybranych artykułów wykazała, że istnieje korelacja między niedoborem magnezu i cynku, a stopniem ryzyka zachorowania na COVID-19, przebiegiem klinicznym choroby i rokowaniem. Suplementacja tych pierwiastków może być pomocna w zapobieganiu zakażenia koronawirusem oraz łagodzeniu objawów COVID-19. Istnieje potrzeba znalezienia skutecznych metod leczenia COVID-19 oraz działań profilaktycznych zapobiegających zakażeniu wirusem SARS-CoV-2. Zdaniem wielu ekspertów szczególne znaczenie dla zachowania prawidłowej homeostazy ustroju ma zdrowy tryb życia, w tym odpowiednio dozowana aktywność fizyczna i zmiana nawyków żywieniowych. Czynniki te zmniejszają ryzyko zarażenia się COVID-19, a w przypadku zachorowania, mogą istotnie zmniejszyć ryzyko powikłań choroby. Konieczna jest indywidualna ocena możliwych zagrożeń dietetycznych, żywieniowych, medycznych, związanych ze stylem życia i środowiskiem. Badania dotyczące wpływu magnezu i cynku na możliwości zakażenia i przebieg COVID-19 wymagają kontynuacji dla ustalenia szczegółowych zaleceń profilaktyki. Do chwili obecnej najbardziej skuteczną metodą zapobiegania zakażeniu pozostają nadal szczepienia ochronne.

## LITERATURA

- Zhang E., He W., Du H., Yang K. (2008). Microstructure, mechanical properties and corrosion properties of Mg–Zn–Y alloys with low Zn content. *Materials Science and Engineering A* 488 (2008) 102–11. doi:10.1016/j.msea.2007.10.056;
- Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Food and Nutrition Division FAO Rome.FAO 2001;
- Maier J. A., Pickering G., Giacomoni E., Cazzaniga A., Pellegrino P. (2020). Headaches and Magnesium: Mechanisms, Bioavailability, Therapeutic Efficacy and Potential Advantage of Magnesium Pidolate. *Nutrients*,12(9):2660. doi: 10.3390/nu12092660;
- Trapani V., Rosanoff A., Baniyasi S., Barbagallo M., Castiglioni S., Guerrero-Romero F., Iotti S., Mazur A., Micke O., Pourdowlat G., Scarpati G., Wolf F.I., Maier J.A. (2022).The relevance of magnesium homeostasis in COVID-19. *European Journal of Nutrition*, volume 61(2):625-636. doi: 10.1007/s00394-021-02704-y;
- Razzaque M.S. Magnesium: Are We Consuming Enough? *Nutrients*. 2018; 10(12): 1863. doi: 10.3390/nu10121863;
- Medeiros de Morais C. (2021). Nutritional therapy in COVID-19 management. *Kompass Nutr Diet*. 1:10-12. doi:10.1159/000512853;
- Coman AE., Ceasovschi A., Petroaie D.A., Popa E., Lionte C., Bologa C., Haliga R.E., Cosmescu A., Slănină A.M., Bacuşcă A.I., Şorodoc V., Şorodoc L. (2023). The Significance of Low Magnesium Levels in COVID-19 Patients. *Medicina*, 59(2),279. doi: 10.3390/medicina59020279;
- Fan Y, Pedersen O. (2021). Gut microbiota in human metabolic health and disease. *Nat Rev Microbiol* 19:55–71. doi:10.1038/s41579-020-0433-9;
- Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J. (red.) (2020) Nutrition standards for the Polish population and their application. Warszawa: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny. ISBN:978-83-65870-28-5;
- Hu B., Guo H., Zhou P., Shi, ZL. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat. Rev. Microbiol.* 19, 141-154. doi:10.1038/s41579-020-00459-7;
- Ye Q, Wang B, Mao J., Fu J., Shang S., Shu Q., Zhang T. Epidemiological analysis of COVID-19 and practical experience from China. *J Med Virol* 2020; 92: 755-769;
- Harrison SL., Fazio-Eynullayeva E., Lane DA. Underhill P., Lip G.Y.H (2020). Comorbidities associated with mortality in 31,461 adults with COVID-19 in the United States: a federated electronic medical record analysis. *PLoS Med*,17:1003321. doi:10.1371/journal.pmed.1003321;
- Salinas Aguirre JE., Sánchez García C., Rodríguez Sanchez R., Rodríguez-Sanchez R., Rodríguez-Muñoz L., Díaz-Castaño A., Bernal-Gómez R. (2021). Clinical characteristics and comorbidities associated with mortality in patients with COVID-19 in Coahuila (Mexico). *Rev Clin Esp*, 222(5): 288–292. doi: 10.1016/j.rceng.2020.12.007;
- Mikulec A., Zborowski M., Cisoń-Apanasewicz U., Stawiarska A., Kowalski S.(2022). Impact of the COVID-19 pandemic on the eating behaviour of children and adolescents. *Food. Science. Technology. Quality*, 29, 3 (132),42-55. doi:10.15193/zntj/2022/132/422;
- Galluccio A., Caparello G., Avolio E., Manes E., Ferraro S., Giordano C., Sisci D., Bonfiglio D. (2021). Self-perceived physical activity and adherence to the Mediterranean diet in healthy adolescents during COVID-19: findings from the DIMENU pilot study. *Healthcare*, 9(6), 622. doi: 10.3390/healthcare9060622;
- Khan M., Moverley-Smith JE.(2020). "Covibesity," a new pandemic. *Obes. Med*.19,100282. doi: 10.1016/j.obmed.2020.100282;
- Dunn C.G., Kenney E., Fleischhacker S.E., Bleich S.N.(2020). Feeding low-income children during the covid-19 pandemic. *N. Engl. J. Med*.382(18):e40. doi:10.1056/NEJMp2005638;
- Dunton G.F., Do B., Wang S.D. (2020). Early effects of the COVID-19 pandemic on physical activity and sedentary behavior in children living in the U.S. *BMC Public Health*. 4;20 (1): 1351. doi:10.1186/s12889-020-09429-3;
- Wolf FI., Maier JA., Rosanoff A., et al. (2021). The magnesium global network (MaGNet) to promote research on magnesium in diseases focusing on COVID-19. *Magnes Res*, 34:90–92. doi:10.1684/mrh.2021.0479;
- Alamdari N.M., Afaghi S., Rahimi F.S., Tarki F.E., Tavana S., Zali A., Fathi M., Besharat S., Bagheri L., Pourmotahari F., Irvani S.S.N., Dabbagh A., Mousavi S.A. Mortality Risk Factors among Hospitalized COVID-19 Patients in a Major Referral Center in Iran. *Tohoku J Exp Med*. 2020, 252(1), 73-84];
- Goshua G., Pine AB., Meizlish ML. et al. (2020). Endotheliopathy in COVID-19-associated coagulopathy: evidence from a single-centre, cross-sectional study. *Lancet Haematol*,7:575-582. doi: 10.1016/S2352-3026(20)30216-7;
- Perico L., Benigni A., Casiraghi F. et al. (2021). Immunity, endothelial injury and complement-induced coagulopathy in COVID-19. *Nat Rev Nephrol*,17:46–64. doi:10.1038/s41581-020-00357-4;
- Sheu JR., Hsiao G., Shen M-Y. et al. (2002). Mechanisms involved in the antiplatelet activity of magnesium in human platelets. *Br J Haematol*, 2002;119:1033-1041; doi:10.1046/j.1365-2141.2002.03967.x;
- Sarvazad H., Cahngaripour SH., Eskandari Roozbahani N., Izadi B. (2021). Evaluation of electrolyte status of sodium, potassium and magnesium and fasting blood sugar at the initial admission of individuals with COVID-19 without underlying disease in Golestan Hospital. *Kermanshah New Microbes New Infect*, 38:100807. doi:10.1016/j.nmni.2020.100807;

25. Wallace TC. (2020). Combating COVID-19 and building immune resilience: a potential role for magnesium nutrition? *J Am Coll Nutr*, 39:685-693. doi:10.1080/07315724.2020.1785971;
26. Pour OB., Yahyavi Y., Karimi A., Khamaneh AM., Milani M., Khalili M., Sharifi A. (2021). Serum trace elements levels and clinical outcomes among Iranian COVID-19 patients. *Int J Infect Dis*, 111:164-168. doi: 10.1016/j.ijid.2021.08.053;
27. Wessels I., Rolles B., Rink L. (2020). The potential impact of zinc supplementation on COVID-19 pathogenesis. *Front Immunol*, 11:1712. doi:10.3389/fimmu.2020.01712;
28. Wessels I., Rolles B., Slusarenko AJ., Rink L. (2022). Zinc deficiency as a possible risk factor for increased susceptibility and severe progression of Corona Virus Disease 19. *Br J Nutr*, 127(2):214-232. doi:10.1017/S0007114521000738;
29. Hoang BX., Han B. (2020). A possible application of hinokitiol as a natural zinc ionophore and anti-infective agent for the prevention and treatment of COVID-19 and viral infections. *Med Hypotheses*, 145:110333. doi:10.1016/j.mehy.2020.110333;
30. Fan L., Cui Y., Liu Z., Guo J., Gong X., Zhang Y., Tang W., Zhao J., Xue Q. (2023). Zinc and selenium status in coronavirus disease 2019, *BioMetals*, 19:53:45. doi:10.1007/s10534-023-00501-0;
31. Derwand R., Scholz M., Zelenko V. (2020). COVID-19 outpatients: early risk-stratified treatment with zinc plus low-dose hydroxychloroquine and azithromycin: a retrospective case series study. *Int J Antimicrob Agents*, 56(6):106214. doi:10.1016/j.ijantimicag.2020.106214;
32. Jothimani D., Venugopal R., Abedin MF., Kaliamoorthy I., Rela M. (2020). COVID-19 and the liver. *Journal of Hepatology*, vol. 73, 1231–1240. doi:10.1016/j.jhep.2020.06.006;
33. Im JH., Je YS., Baek J., Chung MH., Kwon HY., Lee JS. (2020). Nutritional status of patients with COVID-19. *Int J Infect Dis*, 100:390-393. doi:10.1016/j.ijid.2020.08.018;
34. Talha KA., Patwary MI., Alam ZN., Ali SM., Ahmed S., Nafee A., Selina F., Khan MH., Shusmita FR., Avi SG., Rahman MN. (2022). Case-Control Study to Evaluate Zinc Deficiency as a Risk Factor for Oxygen Requirement in Patients with COVID-19. *Mymensingh Med J*, 31(1):216-222. PMID: 34999705;
35. Shang W., Dong J., Ren Y., Tian M., Li W., Hu J., Li Y. (2020). The value of clinical parameters in predicting the severity of COVID-19. *J Med Virol*, 92(10):2188–2192. doi:10.1002/jmv.26031;
36. Patel O., Chinni V., El-Khoury J., Perera M., Neto AS., McDonald C., See E., Jones D., Bolton D., Bellomo R., Trubiano J., Ischia J. (2021). A pilot double-blind safety and feasibility randomized controlled trial of high-dose intravenous zinc in hospitalized COVID-19 patients. *J Med Virol*, 93(5):3261-3267. doi:10.1002/jmv.26895;
37. Abd-Elsalam S., Soliman S., Esmail ES., Khalaf M., Mostafa EF., Medhat MA., Ahmed OA., El Ghafar MSA., Alborai M., Hassany SM. (2021). Do zinc supplements enhance the clinical efficacy of hydroxychloroquine?: A randomized multicenter trial. *Biol Trace Elem Res*, 199(10):3642-3646. doi:10.1007/s12011-020-02512-1;
38. Thomas S., Patel D., Bittel B., Wolski K., Wang Q., Kumar A., Il'Giovine ZJ., Mehra R., McWilliams C., Nissen SE., Desai MY. (2021). Effect of high-dose zinc and ascorbic acid supplementation vs usual care on symptom length and reduction among ambulatory patients with SARS-CoV-2 infection: the COVID A to Z randomized clinical trial. *JAMA Netw Open*, 4(2):210369. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.0369;
39. Kiran Kumar PVSN, Tomo S., Purohit P., Sankanagoudar S., et al. (2023). Comparative Analysis of Serum Zinc, Copper and Magnesium Level and Their Relations in Association with Severity and Mortality in SARS-CoV-2 Patients. *Biological Trace Element Research*, 201(1):23-30. doi: 10.1007/s12011-022-03124-7;
40. Tsuchiya H. (2022). Gustatory and Saliva Secretory Dysfunctions in COVID-19 Patients with Zinc Deficiency. *Life (Basel)*, 12(3):353. doi: 10.3390/life12030353.

**Barbara Sokółowska**

ul. Siderska 102, p. 23D

21-500 Biała Podlaska

b.sokolowska@dyd.akademiabiaska.pl

