

© 2026 by the author(s).

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Як цитувати статтю: Boyarchuk OR, Volianska LA, Perestiuk VO, Kosovska TM. The Impact of Zinc Status on the Course and Severity of COVID-19: A Systematic Review. *East Ukr Med J.* 2026;14(1):1-12. DOI: [https://doi.org/10.21272/eumj.2026;14\(1\);1-12](https://doi.org/10.21272/eumj.2026;14(1);1-12)

ABSTRACT

Oksana R. Boyarchuk

<https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

I. Horbachevsky Ternopil National
Medical University, Ternopil, Ukraine

Liubov A. Volianska

<https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>

I. Horbachevsky Ternopil National
Medical University, Ternopil, Ukraine

Vita O. Perestiuk

<https://orcid.org/0000-0002-8321-1078>

I. Horbachevsky Ternopil National
Medical University, Ternopil, Ukraine

Tetyana M. Kosovska

<https://orcid.org/0000-0002-5132-2275>

I. Horbachevsky Ternopil National
Medical University, Ternopil, Ukraine

THE IMPACT OF ZINC STATUS ON THE COURSE AND SEVERITY OF COVID-19: A SYSTEMATIC REVIEW

Introduction. Zinc deficiency can negatively impact immune responses by altering immune cell quantity and function, increasing pro-inflammatory mediators, and elevating reactive oxygen species, all of which contribute to disease development and progression.

The aim of this study was to determine the prevalence of hypozincemia in COVID-19 patients and assess the impact of zinc levels on the course of the SARS-CoV-2 infection based on a systematic review of available literature sources.

Materials and Methods. A search for relevant studies was conducted in the PubMed, Scopus, ResearchGate, and Wiley Online Library databases from 2020 to February 5, 2025. The following key terms were used in various combinations: Zn, COVID-19; Zn, SARS-CoV-2; Zinc, COVID-19; Zinc, SARS-CoV-2.

Results. A total of 2,048 articles were identified through database searches. Twenty-five publications met the inclusion criteria and were analyzed, of which only four focused on pediatric populations. The median cohort age was 55.8 years (IQR: 34.1–72.3). The median prevalence of zinc deficiency in serum among study groups was 32.8%, ranging from 0% to 96%. All studies that compared COVID-19 patients to controls reported lower zinc levels in the infected group. In 69.2% of cases, hypozincemia was significantly more frequent in severe COVID-19 cases (9/13 studies). A relationship between zinc levels and complications affecting various organ systems was established in 100% of cases (3/3 studies). The impact of zinc status on hospitalization duration was observed in 72.7% of studies (8/11 studies). No significant association was found between zinc levels and ICU admission in any study. In 54.6% of cases, zinc status influenced mortality due to acute SARS-CoV-2 infection (6/11 studies).

Conclusions. This systematic review revealed a wide variability in the prevalence of hypozincemia among COVID-19 patients. Zinc status

had the greatest impact on the development of complications, hospitalization duration, disease severity, and mortality, particularly in adults.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, zinc, Zn, course, severity, complications.

Corresponding author: Volianska Liubov, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine
e-mail: volianska@tdmu.edu.ua

РЕЗЮМЕ

Оксана Р. Боярчук

<https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

Тернопільський національний
медичний університет імені
І.Горбачевського, м.Тернопіль,
Україна

Любов А. Волянська

<https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>

Тернопільський національний
медичний університет імені
І.Горбачевського, м.Тернопіль,
Україна

Віта О. Перестюк

<https://orcid.org/0000-0002-8321-1078>

Тернопільський національний
медичний університет імені
І.Горбачевського, м.Тернопіль,
Україна

Тетяна М. Косовська

<https://orcid.org/0000-0002-5132-2275>

Тернопільський національний
медичний університет імені
І.Горбачевського, м.Тернопіль,
Україна

ВПЛИВ СТАТУСУ ЦИНКУ НА ПЕРЕБІГ І ТЯЖКІСТЬ COVID-19: СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД

Актуальність. Дефіцит цинку може мати негативний вплив на імунну відповідь через зміни в кількості та порушення функції імунних клітин, підвищення прозапальних медіаторів і збільшення активних форм кисню, що в цілому сприяє розвитку і прогресуванню захворювання.

Метою роботи було визначити частоту гіпоцинкемії у пацієнтів з COVID-19 та вплив рівня цинку на перебіг SARS-CoV-2 інфекції на основі проведеного систематичного огляду доступних літературних джерел.

Матеріали та методи. Пошук відповідних досліджень проводився у базах даних PubMed, Scopus, ResearchGate та Wiley Online Library від 2020 року до 05 лютого 2025 року. Використовували поєднання таких ключових термінів: Zn, COVID-19; Zn, SARS-CoV-2; Zinc, COVID-19; Zinc, SARS-CoV-2.

Результати. Загалом за допомогою пошуку в базах даних було виявлено 2048 статей. До аналізу було включено 25 публікацій, які містили дані, що відповідали меті дослідження. Лише 4 публікацій стосувалися досліджень у дитячого населення. Середній вік когорти становив 55,8 років (IQR: 34,1; 72,3). Медіана поширеності дефіциту цинку в сироватці крові серед досліджуваних груп становила 32,8% і коливалася від 0% до 96%. Нижчі показники цинку при COVID-19 порівняно з контролем спостерігались в усіх дослідженнях, де проводилися такі порівняння. У 69,2% випадків гіпоцинкемія достовірно частіше спостерігалася при тяжкому перебігу COVID-19 (9/13 досліджень). Зв'язок між рівнем цинку та виникненням різноманітних ускладнень інших органів та систем встановлено у 100% випадків (3/3 досліджень). Вплив статусу цинку на тривалість госпіталізації встановлено у 72,7% досліджень (8/11 досліджень). У жодному дослідженні не було виявлено достовірного зв'язку між рівнем цинку та госпіталізацією у відділення інтенсивної терапії. У 54,6% випадків визначено вплив статусу цинку на смертність внаслідок гострої інфекції SARS-CoV-2 (6/11 досліджень).

Висновки. Проведений систематичний огляд показав широку варіабельність поширеності гіпоцинкемії у пацієнтів з COVID-19. Статус цинку мав найбільший вплив на розвиток ускладнень, тривалість госпіталізації, тяжкість захворювання та смертність, особливо у дорослих.

Ключові слова: COVID-19, SARS-CoV-2, цинк, Zn, перебіг, тяжкість, ускладнення.

Автор, відповідальний за листування: Волянська Любов, Тернопільський національний медичний університет імені І. Горбачевського, м. Тернопіль, Україна. e-mail: volyanska@tdmu.edu.ua

ВСТУП

Коронавірусна хвороба 2019 року (COVID-19), яка описується як важкий гострий респіраторний синдром, спричинений коронавірусом 2 типу (SARS-CoV-2), була визнана світовою кризою охорони здоров'я, яка призвела до значної захворюваності і смертності у всіх вікових групах [1, 2].

У дітей дане інфекційне захворювання здебільшого має легкий перебіг і менш загрозливі клінічні наслідки. Однак в окремих випадках розвиваються серйозні ускладнення: гострий респіраторний дистрес-синдром (ГРДС), міокардит, гостра ниркова недостатність, поліорганна недостатність і мультисистемний запальний синдром [3]. Факторами ризику тяжкого перебігу COVID-19 є старший вік пацієнтів, чоловіча стать, недостатність вітаміну D та широкий спектр коморбідної патології насамперед ожиріння, цукровий діабет, вроджені вади серця, хронічні респіраторні захворювання та імунodefіцити [4, 5, 6, 7].

Глобальна пандемія COVID-19 обумовила сплеск різнобічного наукового пошуку причин варіабельності клінічного перебігу, вікових особливостей, постінфекційних наслідків та строкатості їх проявів та тривалості. З огляду на те, що вивчення даної інфекції лише розпочалось і попереду ще багато невідомого, потенційний захисний ефект цинку викликає особливий інтерес, враховуючи його імуномодуючу дію та прямий противірусний ефект [8, 9].

Цинк є другим за поширеністю мікроелементом в організмі людини після заліза та важливий для підтримки фізіології клітин [10], оскільки вважається структурним компонентом близько 750 факторів, що забезпечують транскрипцію генів [11], і каталітичною частиною приблизно 2000 ферментів [12]. Йому також властивий протизапальний ефект внаслідок пригнічення активації транскрипційного фактора NF- κ B, що призводить до зниження виробництва прозапальних цитокінів [8, 9]. Модуляція імунної відповіді здійснюється за рахунок зниження цитотоксичних CD8⁺-клітин і активації хелперних Т-клітин [13].

Цинк є одним з важливих компонентів гормону тимуса – тимуліну, який бере участь у диференціації Т-клітин, дозріванні та дії природних клітин-кілерів (NK-клітин) [14, 15]. Іншим важливим ефектом цинку є його роль у виробництві інтерферону- γ (IFN- γ), інтерлейкіну-2 (IL-2), а також IL-12, який

індукує активацію Т-цитотоксичних клітин і NK-клітин. Вони відіграють важливу роль у знищенні патогенів. Дефіцит цинку призводить до дисрегуляції продукції IL-10, який є протизапальним цитокіном, що впливає на відповідь Th1 і функцію макрофагів [16].

Цинк може впливати на реплікацію вірусу SARS-CoV-2 і його проникнення в клітину, а також на різні метаболічні системи, залучені до проявів COVID-19 [17–20]. Дефіцит цинку спричиняє шкідливий вплив на імунну відповідь через зміни в кількості та порушення функції імунних клітин, підвищення прозапальних медіаторів і збільшення активних форм кисню, що в цілому сприяє розвитку і прогресуванню захворювання [21, 22].

Вплив цинку на перебіг COVID-19 є актуальною, але суперечливою темою у наукових спільнотах. Деякі вчені встановили достовірну роль дефіциту цинку у тяжкому перебігу захворювання, вищій частоті ускладнень та смертності [23, 24]. Однак інші не відмічають жодного зв'язку між рівнем мікроелемента у сироватці крові та перебігом інфекції SARS-CoV-2 [25].

Метою нашого дослідження було визначити частоту гіпоцинкемії у пацієнтів з COVID-19 та вплив рівня цинку на перебіг SARS-CoV-2 інфекції на основі проведеного систематичного огляду доступних літературних джерел.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

При виконанні систематичного огляду ми дотримувалися рекомендацій Керівництва з переважних звітів для систематичних оглядів і мета-аналізу (PRISMA) для оцінки поширеності дефіциту цинку серед пацієнтів з COVID-19, а також для визначення впливу мікроелемента на клінічний перебіг, розвиток ускладнень та смертність від гострої інфекції SARS-CoV-2 [26].

Стратегія пошуку

Пошук відповідних досліджень проводився у базах даних PubMed, Scopus, ResearchGate та Wiley Online Library від 2020 року до 05 лютого 2025 року. Використовували поєднання таких ключових термінів: Zn, COVID-19; Zn, SARS-CoV-2; Zinc, COVID-19; Zinc, SARS-CoV-2. Статті-дублікати через повторення бази даних було видалено, а заголовки та анотації зібраних записів перевірено.

Критеріями включення були опубліковані публікації, які містили дані про рівень цинку чи поширеність його дефіциту цинку у пацієнтів з коронавірусною хворобою, вплив статусу цинку на

особливості перебігу SARS-CoV-2 інфекції, зокрема на тяжкість COVID-19, виникнення різноманітних ускладнень, тривалість госпіталізації, перебування у відділенні інтенсивної терапії (ВІТ) та смертність пацієнтів.

Дослідження, які не відповідали критеріям включення, а також матеріали конференцій, препринти та тези були виключені. Блок-діаграму

відбору публікацій для аналізу представлено на рис. 1. Повні тексти релевантних статей були знайдені та незалежно проаналізовані двома дослідниками. Розбіжності вирішувалися шляхом обговорення, а причини виключення фіксувалися. Списки літератури відновлених статей шукали вручну, щоб визначити інші потенційно відповідні дослідження.

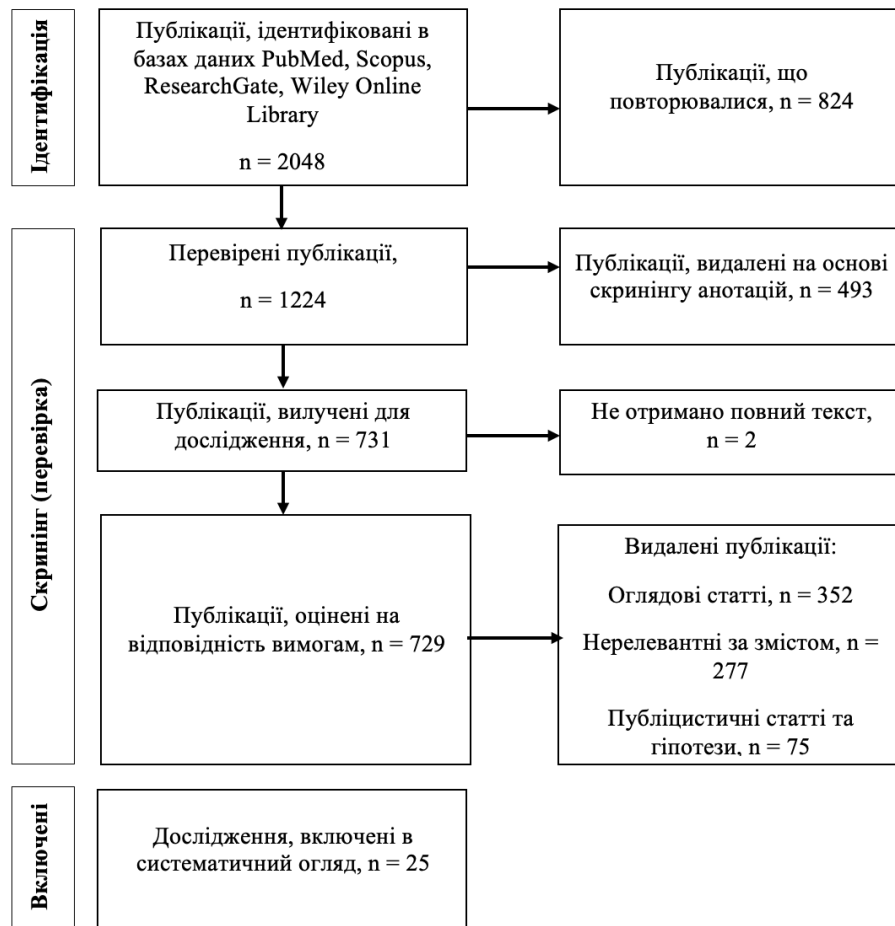


Рис. 1. Блок-діаграма PRISMA процесу відбору досліджень

Збір даних

Для кожного відповідного дослідження два рецензенти незалежно один від одного проаналізували таку інформацію: загальні характеристики дослідження (перший автор, рік публікації та країна); характеристики втручання (учасники, розмір вибірки, наявність контрольної групи, кількість людей, статус цинку на початковому етапі захворювання або при госпіталізації, відмінність між рівнем цинку у пацієнтів із COVID-19 та здоровими особами, залежність тяжкості стану, виникнення ускладнень, тривалості госпіталізації, потреби в перебуванні у ВІТ та смертності від рівня цинку у сироватці

крові); сфера оцінки (дефіцит цинку при COVID-19, вплив на його перебіг).

РЕЗУЛЬТАТИ

Загальна характеристика досліджень

Загалом за допомогою пошуку в базах даних було виявлено 2048 статей (рис. 1). Після видалення дублікатів і перевірки за назвою й анотацією 729 статей було відібрано як придатні для повнотекстового аналізу. При їх оцінці на відповідність вимогам було встановлено, що 352 з них — це огляди літератури, ще частина — публіцистичні статті, коментарі на попередні публікації. Загалом до аналізу було включено 25 публікацій, які містили дані, що відповідали меті дослідження (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив рівня цинку в сироватці крові на перебіг COVID-19

Дослідження	Країна	Вид дослідження	Вік/ медіана, діапазон, роки	Період дослідження	К-ть пацієнтів з COVID-19/ контроль	Дефіцит Zn при COVID-19, %	Рівень Zn при COVID-19 vs. контроль	Вплив гіпоцинкемії на перебіг COVID-19					
								Тяжкість	Ускладнення	Тривалість госпіталізації	ВІГ	Смертність	Інші клінічні дані
Vogel-González та ін. [30]	Іспанія, Барселона	Ретроспективне обсерваційне	74 (66-81)	9.03–1.04.2020	269	23,0		+	+ ГРДС	+	НД	+	
Heller та ін. [43]	Німеччина	Проспективне перехресне	77 (38- 94)	2020	35	40,9	Нижчий	НД	НД	НД	НД	+	
Maares та ін. [31]	Німеччина	Перехресне обсерваційне	81,5 (70-86)	2021	33 / 86		Нижчий	+	НД	+	НД	+	
Joulaei та ін. [40]	Іран	Перехресне	55,27 ± 16,23	2021	179	81,9		НД	НД	–	НД	–	
Bagher Pour та ін. [42]	Іран	Одноцентрове проспективне обсерваційне	56,36 ± 18,54	10.10–10.12.2020	226			НД	НД	НД	-	+	
Yasui та ін. [32]	Японія	Перехресне	56,5 (41,4-71,6)	24.03–24.05.2020	62	50,0		+	НД	НД	НД	НД	
Jothimani та ін. [39]	Індія	Проспективне обсерваційне	34,0 (18–77)	17–27.05.2020	47 / 45	57,4	Нижчий	+	+	+	-	-	
Dubourg та ін. [33]	Франція, Марсель	Ретроспективне	53,4 ± 17,0	1.03–16.04.2020	275			+	НД	НД	НД	НД	
Chen KY та ін. [44]	Тайвань	Ретроспективне	49,3 ± 17,5	20.06–31.07.2022	55	27,3		НД	НД	НД	НД	НД	+ ↓віг D; + ↑ фібриногену
Rozemeijer та ін. [45]	Нідерланди Амстердам	Проспективне когортне	63,5 (58,5-73)	2023	20 / 5	75	Нижчий	НД	НД	НД	НД	НД	
Voelkle та ін. [34]	Швейцарія, Базель	Проспективне обсерваційне	67 (60,0- 74,2)	17.03–30.04. 2020	57	39		+	НД	НД	НД	НД	
Fromonot та ін. [36]	Франція, Марсель	Проспективне	44 (29-55)	24.04–23.05.2020	152 / 88	27,6	Нижчий	НД	НД	+	НД	НД	
DuLaing та ін. [37]	Бельгія, Гент	Перехресне	18-100	2020–2021	79			-	НД	НД	НД	+	
Verschelden та ін. [28]	Бельгія, Брюссель	Проспективне одноцентрове обсерваційне	65 (54-77)	05–11.2020	139 / 1513	96	Нижчий	+	НД	+	-	-	

Продовження табл. 1

Matsumoto та ін. [35]	Японія, Токіо	Перехресне одноцентрове дослідження	58,8 (n=427) 68,1 (n=40) (18–100)	04.2020–08.2021	467	39,5 – жінки 36,4 – чоловіки		+	НД	НД	НД	НД	
Anuk та ін. [46]	Туреччина	Проспективне	26 (19-41)	11.05–30.08.2020	100 /100		Нижчий	НД	НД	НД	НД	НД	
Ali N та ін. [47]	Бангладеш	Ретроспективне	дорослі	30.05–30.06.2020		17,5 – азіати, 8,9 – європейці	Нижчий	НД	НД	НД	НД	+	
Elham та ін. [41]	Іран	Випадок-контроль	51 (40–61)	13–30.05.2020	93 /186	52	Нижчий	НД	НД	-	НД	НД	
Abdelmaksoud та ін. [38]	Єгипет	Проспективне	18-71	05–08.2020	134			-	НД	-	НД	НД	Саплементация цинком краще впливала на відновлення нюхової функції
Fujita К, та ін.[23]	Японія	Ретроспективне обсерваційне	29-82	03.2020–04.2021	60			+	НД	НД	НД	НД	
Arrieta та ін. [29]	Іспанія, Мадрид	Ретроспективне	65 ± 10	2020	35	2,9		НД	НД	+	-	-	
Ekemen Keleş та ін. [25]	Туреччина	Проспективне обсерваційне	13,3 (1 міс. – 18)	3.08–15.11.2020	100 / 269	11	Нижчий	-	НД	+	НД	НД	
Doğan та ін. [48]	Туреччина	Проспективне когортне	10.6 (1-18)	1.07–30.10.2021	88 /88	23,86	Нижчий	НД	НД	НД	НД	НД	
Ibrahim Alhajjajita ін. [49]	Саудівська Аравія	Ретроспективне когортне	1-18	01.03.2020–31.12.2021	101			-	+(ДН)	+	-	-	Вивчали вплив саплементції цинку
Karakaya Molla[27]	Туреччина	Проспективне	13 (8-18)	15.05–15.06.2020	49	0		НД	НД	НД	НД	НД	

НД – немає даних; ГРДС – гострий респіраторний дистрес-синдром, ДН – дихальна недостатність

Серед досліджень, які увійшли до систематичного огляду 10 (40,0%) були проведені в Європі, зокрема в Іспанії (2), Німеччині (2), Франції (2), Бельгії (2) Нідерландах (1), Швейцарії (1). Більша частка досліджень (56%) проводились в країнах Азії та одне дослідження в північній Африці: Туреччині (4), Ірані (3), Японії (3), Індії (1), Тайвані (1), Бангладеші (1), Саудівській Аравії (1), Єгипті (1). Таким чином, дослідження проводились у країнах з різним рівнем доходу. Більшість з них (64%) аналізували особливості впливу рівня цинку на перебіг коронавірусної хвороби під час першої хвили у 2020 році (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристики досліджень, які увійшли в систематичний огляд та підсумок їх результатів

Характеристика	Результат, n (%)
Вид дослідження	
проспективне	18 (72,0)
ретроспективне	7 (28,0)
Роки дослідження	
2020 р.	16 (64)
2020-2021	4 (16)
2021 р.	3 (12)
2022 р.	1 (4)
2023 р.	1 (4)
Кількість учасників досліджень	
дорослі з COVID-19	2477
контрольна група, дорослі	2023
діти з COVID-19	338
контрольна група, діти	357
Дефіцит цинку	
дорослі	0 – 96,0%
діти	2,9 – 96%
діти	0 – 23,86%
Нижчі показники цинку при COVID-19 порівняно з контролем	11/11 (100,0)
Вплив рівня цинку на перебіг COVID-19	
тяжкість	9/13 (69,2)
ускладнення	3/3 (100,0)
тривалість госпіталізації	8/11 (72,7)
госпіталізація у відділення інтенсивної терапії	0/5 (0,0)
смертність	6/11 (54,5)

Переважали проспективні дослідження (72%), лише 7 досліджень (28%) були ретроспективними (табл. 1).

Вік пацієнтів, які були включені в дослідження становив від 1 місяця до 100 років. Середній вік когорти становив 55,8 років (IQR: 34,1; 72,3). Більшість досліджень стосувалися дорослого населення (84%) і лише в 4-х дослідженнях (16%) брали участь діти. Три з чотирьох досліджень, проведених у дітей, були з Туреччини.

Поширеність дефіциту цинку

Медіана поширеності дефіциту цинку в сироватці крові серед досліджуваних груп становила 32,8% і коливалася від 0% в дослідженні, яке проводилось серед малої когорти дітей в Туреччині [27], до 96% у дорослих в дослідженні з Бельгії [28]. Таким чином, виявлені значні коливання дефіциту цинку у пацієнтів з COVID-19. Ймовірною причиною вкрай низького показника у дослідженні Argietata ін. [29] може бути використання іншого референтного показника норми цинку та його дефіциту, який може відрізнятися від загальноприйнятого стандарту та вплив малої вибірки. Окрім того, на результати може впливати дизайн дослідження та методи визначення рівня цинку.

В 11 дослідженнях була контрольна група, загальна кількість учасників якої становила 2023. Їх результати були особливо важливими, адже 100% з них зазначили, що концентрація цинку була достовірно нижчою у пацієнтів з COVID-19, порівняно із здоровою когортою (табл. 2).

Вплив статусу цинку на перебіг COVID-19

Вплив статусу цинку на тяжкість COVID-19

Вплив цинку на тяжкість коронавірусної хвороби вивчали у 13 дослідженнях, і у 9 з них (69,2%) гіпоцинкемія достовірно частіше спостерігалася при тяжкому перебігу COVID-19. Так, Vogel-González та ін. [30] продемонстрували, що рівень сироваткового цинку <50 мкг/дл при надходженні у лікувальний заклад корелював з тяжкою клінічною картиною. У дослідженні з Німеччини загальний рівень цинку в сироватці крові обернено корелював із тяжкістю захворювання [31]. Yasui та ін. [32] вказали, що у пацієнтів з легким перебігом середній рівень цинку становив $87,7 \pm 19,1$ мкг/дл, тоді як при тяжкому перебігу – $62,4 \pm 19,2$ мкг/дл ($p=0,005$) і встановили, що тривала гіпоцинкемія є фактором ризику важкого перебігу COVID-19. Dubourg та ін. [33] описали, що середній рівень мікроелемента в плазмі був значно нижчим при тяжкому перебігу, ніж при легкому (840 мкг/л проти 970 мкг/л, $p<0,0001$). Voelkle та співав. [34] показали, що дефіцит цинку був майже втричі більш поширеним у пацієнтів із тяжким перебігом COVID-19 (67% проти 29%, $p < 0,01$). Matsumoto та ін. [35, 44] продемонстрували, що концентрація мікроелемента в сироватці крові була значно нижчою у важких випадках, ніж у легких/помірних (51,9 проти 63,2 мкг/дл), а гіпоцинкемія була суттєво пов'язана із тяжкою інфекцією SARS-CoV-2 порівняно з нормою (співвідношення шансів = 3,60, 95% довірчий інтервал = 1,60–8,13, $p < 0,01$). Особливо цікаві результати представили Fromonot та ін. [36], які

показали, що гіпоцинкемія на ранній стадії COVID-19 була незалежним предиктором госпіталізації через важку форму COVID-19 протягом 10 днів (16,7% проти 5,5%, $p < 0,05$; багатофакторний регресійний аналіз: OR = 10,9, 95% ДІ = 2,3–51,6, $p = 0,002$). На противагу, DuLaing та ін. [37] не помітили жодної різниці між рівнями Zn у групах пацієнтів з легким, середнім або важким захворюванням. Вчені з Єгипту зазначили, що рівень цинку в сироватці крові у пацієнтів із легким, помірним, важким та надзвичайно важким перебігом COVID-19 становив $0,67 \pm 0,18$, $0,62 \pm 0,14$, $0,73 \pm 0,18$ та $0,72 \pm 0,22$ мкг/мл ($p=0,084$), однак результати виявилися не достовірні [38]. Дефіцит цинку був виявлений і в інших роботах Rozemeijer S та ін. (Нідерланди), Anuk AT та ін. (Туреччина), але без аналізу відносно тяжкості протікання інфекційного процесу [45, 46]. Jothamani та ін. [39] зазначили, що у хворих з дефіцитом цинку частіше спостерігався помірний і тяжкий перебіг захворювання, однак відмінність не була статистично значуща (12,8% проти 4,4%; $p=0,09$) (табл. 2). Аналогічні результати отримані групою дослідників із Туреччини із позитивними тенденціями в усуненні дефіциту шляхом сапліментації цинком [48, 49].

Вплив статусу цинку на розвиток ускладнень SARS-CoV-2 інфекції

Зв'язок між рівнем цинку та виникненням різноманітних ускладнень інших органів та систем досліджували у 3-х роботах і його вплив встановлено у 100% випадків. Вчені з Індії вказали, що у пацієнтів з дефіцитом цинку розвинулося більше ускладнень, ніж у пацієнтів із нормальним рівнем (70,4% проти 30,0%; $p=0,009$): гострий респіраторний дистрес-синдром (ГРДС) (18,5% проти 0%, $p = 0,063$), гіпотензія (14,8% проти 0%, $p = 0,126$) і підвищений рівень IL-6 (33,3% проти 15%, $p=0,110$) (33). Verschelden та ін. [28] описали, що середній рівень цинку в плазмі був нижчим у випадках COVID-19, які потребували штучної вентиляції легень (ШВЛ), порівняно з випадками COVID-19 без її застосування ($p=0,058$), а середня концентрація мікроелемента була нижчою у пацієнтів із синдромом вивільнення цитокінів (CRS) на відміну від пацієнтів, у яких не розвинувся CRS ($p=0,048$). У Барселоні науковці встановили зв'язок між низьким рівнем цинку та тяжким ГРДС (співвідношення шансів [OR], 14,4; 95% ДІ, 6,2–33,5; $p<0,001$) (табл. 2) [30].

Вплив статусу цинку на тривалість госпіталізації

Вплив статусу цинку на тривалість госпіталізації вивчали в 11 дослідженнях, і у 8 з них (72,7%) була

встановлена залежність. Так, Vogel-González та ін. [30] показали, що середній час перебування у лікувальному закладі у пацієнтів із гіпоцинкемією становив 25 днів (14–36), тоді як при оптимальному рівні мікроелемента – 8 (5–14) днів, $p<0,001$. Науковці з Індії вказали, що більша кількість пацієнтів із COVID-19 із дефіцитом цинку мали тривале перебування в лікарні (≥ 7 днів) порівняно з тими, у кого нормальний рівень цинку (59,2% проти 30,0%, $p=0,047$) [33]. Verschelden та ін. [28] описали наявність слабого зворотного зв'язку між концентрацією цинку в плазмі та тривалістю лікування в стаціонарі пацієнтів із підтвердженим COVID-19 ($r=-0,19$; $p=0,022$). За результатами Arrieta та ін. [29] сироватковий цинк обернено корелював із загальним перебуванням у лікувальному закладі ($r = 0,413$, $p=0,014$).

Протилежні дані продемонстрували у Німеччині і вказали на відсутність різниці в рівнях цинку залежно від тривалості захворювання як у крові виписаних пацієнтів, так і в групі тих, хто не помер [31]. Joulaei та ін. [40] теж не виявили відмінності між часом одужання у пацієнтів з дефіцитом цинку й оптимальним його рівнем. Подібним чином науковці з Ірану [41] та Єгипту [38] зазначили, що концентрація цинку не впливала на тривалість госпіталізації ($p=0,657$ і $p>0,05$ відповідно) (табл. 2).

Вплив статусу цинку на госпіталізацію у відділення інтенсивної терапії

Вплив рівня цинку на госпіталізацію у відділення інтенсивної терапії вивчався у 5 дослідженнях та в жодному не було встановлено достовірного впливу. Bagher Pour та ін. [42] показали, у пацієнтів у ВІТ порівняно з іншими стаціонарними хворими рівні цинку в сироватці крові були нижчими ($67,3 \pm 1,79$ мкг/дл проти $68,42 \pm 1,35$ мкг/дл, $p=0,619$), однак різниця не достовірною. Jothamani та ін. [39] теж не встановив статистично значимої відмінності між частотою госпіталізації у ВІТ і статусом цинку (25,9% проти 10%, $p = 0,266$). Verschelden та ін. [28] показали частішу потребу у механічній вентиляції у пацієнтів з COVID-19 та гіпоцинкемією, проте різниця не була достовірною (OR (95% CI) = 0.98 (0.95–1.00), $p = 0.058$) (табл. 2).

Вплив статусу цинку на смертність внаслідок COVID-19

Зв'язок між статусом цинку та смертністю внаслідок гострої інфекції SARS-CoV-2 досліджували 11 наукових колективів і 6 з них (54,6%) підтвердили вплив. В Іспанії продемонстрували, що вміст цинку був значно вищим серед осіб, які вижили, порівняно з тими, хто помер (62 мкг/дл проти 49 мкг/дл; $p<0,001$). Вони зазначили, що особи з рівнем цинку <50 мкг/дл мали

смертність 21%, що було значно вищим порівняно з 5% смертністю в осіб з цинком при поступленні ≥ 50 мкг/дл, $p < 0,001$ [30]. Німецькі науковці описали, що у пацієнтів, які не вижили, був нижчий рівень мікроелемента, ніж у тих, хто вижили, причому деякі значення вказували на дуже серйозний дефіцит, $p < 0,0001$ [43]. Maares та ін. [42] вказали на значно нижчу концентрацію Zn у тих, хто не вижив, проти тих, хто пережив інфекцію та був виписаний із лікарні. До того ж, загальний рівень цинку в сироватці крові померлих хворих були найнижчими (568,8 мкг/л проти 742,9 мкг/л, $p < 0,05$). Bagher Pour та ін. [42] проводили дослідження в Ірані і підтвердили, що низькі рівні мікроелемента були пов'язані зі смертю пацієнтів з COVID-19 (69,66 проти 62,43 мкг/дл, $p = 0,005$). Вчені з Бельгії отримали подібні дані і показали, що концентрація цинку була особливо знижена в групі тих, хто не вижив, а зв'язок між статусом Zn та смертністю був значущим у групі пацієнтів старше 65 років [37].

Протилежні результати незалежно один від одного отримали науковці з чотирьох різних країн. Так, Joulaei та ін. [40] з Ірану зазначили, що рівень цинку у їх дослідженні не впливав на смертність пацієнтів з коронавірусною хворобою. Індійські вчені вказали, що хоча зареєстровані випадки смерті були вищими в групі з дефіцитом цинку: 5 (18,5%) проти 0 (0%), $p = 0,06$, однак відмінність була не достовірною [39]. Подібні дані отримали Verschelden та ін. [28] з

Брюсселя, Бельгія: концентрація цинку в плазмі не була пов'язана з ризиком смертності, однак, середній рівень цинку в плазмі був систематично нижчим у померлих, порівняно з тими, хто вижив ($p = 0,065$). Ali N та ін. (Бангладеш) та Arrieta та ін. в Іспанії теж продемонстрували, що смертність від COVID-19 не була пов'язана з рівнем Zn в сироватці крові ($p > 0,1$) (табл. 2) [29, 47].

Таким чином, лише кілька досліджень стосуються впливу цинку на перебіг COVID-19 у дітей. Вони відрізняються за дизайном дослідження і отриманими результатами, що спонукає до подальшого вивчення даного питання.

ВИСНОВОК

Проведений систематичний огляд показав, що частота гіпоцинкемії у пацієнтів з COVID-19 варіює від 0 до 96%. Нижчі показники цинку при COVID-19 порівняно з контролем спостерігались в усіх дослідженнях. У перебігу COVID-19 концентрація цинку найбільше впливала на тривалість госпіталізації (72,7%), тяжкість захворювання (69,2%) та смертність (54,5%), особливо у дорослих. Зв'язок між гіпоцинкемією і розвитком ускладнень вивчався у 3-х дослідженнях і у всіх було показано достовірну залежність.

Необхідні подальші дослідження впливу саплементції цинку під час COVID-19 на перебіг хвороби, особливо у дитячого населення.

ВКЛАД АВТОРІВ

Боярчук Оксана: концепція та дизайн, збір, аналіз та інтерпретація даних, візуалізація дослідження, статистичний аналіз, написання рукопису, перевірка, остаточне затвердження.

Волянська Любов: збір, аналіз та інтерпретація даних, написання рукопису, перевірка, остаточне затвердження.

Перестюк Віта: концепція та дизайн, збір та аналіз даних, візуалізація дослідження, статистичний аналіз, написання рукопису.

Косовська Тетяна: збір та аналіз даних, написання рукопису, перевірка, остаточне затвердження.

Усі автори дали згоду нести відповідальність за аспекти дослідження, забезпечуючи належне розслідування і вирішення питань, пов'язаних з точністю або цілісністю будь-якої частини роботи.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження фінансувалося МОЗ України за кошти державного бюджету, назва проекту «Оцінка якості життя та психологічного стану дітей з тривалим COVID-19 у воєнний час», номер державної реєстрації 0123U100301, термін реалізації – 2023-2025 роки.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних чи фінансових відносин, які можна було б витлумачити як потенційний конфлікт інтересів.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Автори підтверджують, що під час написання чи редагування рукопису не використовувалися технології штучного інтелекту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- World Health Organization. *Virtual press conference on COVID-19 2020*. Geneva, Switzerland. Available online: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/media-resources/press-briefings>
- Sethuram R, Bai D, Abu-Soud HM. Potential Role of Zinc in the COVID-19 Disease Process and its Probable Impact on Reproduction. *Reprod Sci*. 2022 Jan;29(1):1-6. <https://doi.org/10.1007/s43032-020-00400-6>
- Fernandes DM, Oliveira CR, Guerguis S, Eisenberg R, Choi J, et al; Tri-State Pediatric COVID-19 Research Consortium. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Clinical Syndromes and Predictors of Disease Severity in Hospitalized Children and Youth. *J Pediatr*. 2021;230:23-31.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.11.016>
- Boyarchuk O, Perestiuk V, Kosovska T, Volianska L. Coagulation profile in hospitalized children with COVID-19: pediatric age dependency and its impact on long COVID development. *Front Immunol*. 2024;15:1363410. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1363410>
- Hyshchak TV, Marushko YV, Yesipova SI, Bobrov BG. (2025). Effectiveness and safety of vitamin D use in pediatric practice. *Modern Pediatrics*. Ukraine. 2(146): 87-95. [https://doi.org/10.15574/SP.2025.2\(146\).8795](https://doi.org/10.15574/SP.2025.2(146).8795) [https://doi.org/10.15574/SP.2025.2\(146\).8795](https://doi.org/10.15574/SP.2025.2(146).8795)
- Bilezikian, J.P., di Filippo, L., Bianchi, A. et al. Vitamin D in Gut and Systemic Immune Tolerance and in Infections' Risk: An International Evidence-Based Consensus Statement. *Rev Endocr Metab Disord* (2026). <https://doi.org/10.1007/s11154-026-10026-9>
- di Filippo L, Frara S, Nannipieri F, Cotellessa A, Locatelli M, Rovere Querini P, Giustina A. Low Vitamin D Levels Are Associated With Long COVID Syndrome in COVID-19 Survivors. *J Clin Endocrinol Metab*. 18 вересня 2023 р.;108(10):e1106-e1116. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgad207>
- Truong-Tran AQ, Grosser D, Ruffin RE, Murgia C, Zalewski PD. Apoptosis in the normal and inflamed airway epithelium: role of zinc in epithelial protection and procaspase-3 regulation. *Biochem Pharmacol*. 2003;66(8):1459-68. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(03\)00498-2](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(03)00498-2)
- Kinash M, Boyarchuk O, Dobrovolska L. Zinc: its impact on immune function in children. *Pediatrics Polska - Polish Journal of Paediatrics*. 2021;96(4):263-269. <https://doi.org/10.5114/polp.2021.112401>
- Lambert SA, Jolma A, Campitelli LF, Das PK, Yin Y, Albu M, et al. The Human Transcription Factors. *Cell*. 2018;172(4):650-665. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.01.029>
- Grzywacz A, Gdula-Argasińska J, Muszyńska B, Tyska-Czochara M, Librowski T, Opoka W. Metal responsive transcription factor 1 (MTF-1) regulates zinc dependent cellular processes at the molecular level. *Acta Biochim Pol*. 2015;62(3):491-8. http://dx.doi.org/10.18388/abp.2015_1038
- World Health Organization. *A Clinical Case Definition of Post COVID-19 Condition by a Delphi Consensus*. Geneva, Switzerland: 2021. (Accessed on 6 October 2021). Available online: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Post_COVID-19_condition-Clinical_case_definition-2021.1
- Hojyo S, Fukada T. Roles of zinc signaling in the immune system. *J Immunol Res*. 2016;2016:6762343. <https://doi.org/10.1155/2016/6762343>
- Frangos T, Maret W. Zinc and cadmium in the aetiology and pathogenesis of osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Nutrients*. 2021;13(1):53. <https://doi.org/10.3390/nu13010053>
- Prasad AS. Zinc: role in immunity, oxidative stress and chronic inflammation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(6):646-52. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e3283312956>
- Prasad AS. Lessons learned from experimental human model of zinc deficiency. *J Immunol Res*. 2020;2020:9207279. <https://doi.org/10.1155/2020/9207279>
- Kumar A, Kubota Y, Chernov M, Kasuya H. Potential role of zinc supplementation in prophylaxis and treatment of COVID-19. *Med Hypotheses*. 2020;144:109848. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109848>
- Rahman MT, Idid SZ. Can Zn Be a Critical Element in COVID-19 Treatment? *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(2):550-558. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02194-9>
- Wessels I, Rolles B, Rink L. The Potential Impact of Zinc Supplementation on COVID-19 Pathogenesis. *Front Immunol*. 2020;11:1712. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01712>
- Arentz S, Hunter J, Yang G, Goldenberg J, Beardsley J, Myers SP, et al. Zinc for the prevention and treatment of SARS-CoV-2 and other acute viral respiratory infections: a rapid review. *Adv Integr Med*. 2020;7(4):252-260. <https://doi.org/10.1016/j.aimed.2020.07.009>
- Wessels I, Maywald M, Rink L. Zinc as a Gatekeeper of Immune Function. *Nutrients*. 2017;9(12):1286. <https://doi.org/10.3390/nu9121286>
- Gammoh NZ, Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017 Jun 17;9(6):624. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28629136/>
- Fujita K, Ocho K, Kadowaki T, Yorifuji T, Hagiya H, Otsuka F. Zinc deficiency is a potential risk factor for COVID-19 progression to pneumonia requiring

- oxygen therapy. *J Infect Chemother.* 2024;30(10):978-982. <https://doi.org/10.1016/j.jiac.2024.03.007>
24. RazeghiJahromi S, Moradi Tabriz H, Togha M, Ariyanfar S, Ghorbani Z, Naeeni S, et al. The correlation between serum selenium, zinc, and COVID-19 severity: an observational study. *BMC Infect Dis.* 2021;21(1):899. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06617-3>
 25. Ekemen Keleş Y, YılmazÇiftdoğan D, Çolak A, Kara Aksay A, Üstündag G, Şahin A, et al. Serum zinc levels in pediatric patients with COVID-19. *Eur J Pediatr.* 2022;181(4):1575-1584. <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04348-w>
 26. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>
 27. KarakayaMolla G, ÜnalUzun Ö, Koç N, ÖzenYeşil B, Bayhan Gİ. Evaluation of nutritional status in pediatric patients diagnosed with Covid-19 infection. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;44:424-428. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.04.022>
 28. Verschelden G, Noeparast M, Noparast M, Goossens MC, Lauwers M, Cotton F, et al. Plasma zinc status and hyperinflammatory syndrome in hospitalized COVID-19 patients: An observational study. *Int Immunopharmacol.* 2021;100:108163. <https://doi.org/10.1101/2021.06.09.21258271>
 29. Arrieta F, Martinez-Vaello V, Bengoa N, Jiménez-Mendiguchia L, Rosillo M, de Pablo A, et al. Serum zinc and copper in people with COVID-19 and zinc supplementation in parenteral nutrition. *Nutrition.* 2021;91-92:111467. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111467>
 30. Vogel-González M, Talló-Parra M, Herrera-Fernández V, Pérez-Vilaró G, Chillón M, NoguésX, et al. Low zinc levels at clinical admission associates with poor outcomes in COVID-19. *medRxiv.* 2020. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3696880>
 31. Maares M, Hackler J, Haupt A, Heller RA, Bachmann M, Diegmann J, et al. Free Zinc as a Predictive Marker for COVID-19 Mortality Risk. *Nutrients.* 2022;14(7):1407. <https://doi.org/10.3390/nu14071407>
 32. Yasui Y, Yasui H, Suzuki K, Saitou T, Yamamoto Y, Ishizaka T, et al. Analysis of the predictive factors for a critical illness of COVID-19 during treatment — relationship between serum zinc level and critical illness of COVID-19. *Int J Infect Dis.* 2020;100:230-236. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.09.008>
 33. Dubourg G, Lagier JC, Brouqui P, Casalta JP, Jacomo V, La Scola B, et al. Low blood zinc concentrations in patients with poor clinical outcome during SARS-CoV-2 infection: is there a need to supplement with zinc COVID-19 patients? *J Microbiol Immunol Infect.* 2021;54(5):997-1000. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2021.01.012>
 34. Voelkle M, Gregoriano C, Neyer P, Koch D, Kutz A, Bernasconi L, et al. Prevalence of Micronutrient Deficiencies in Patients Hospitalized with COVID-19: An Observational Cohort Study. *Nutrients.* 2022;14(9):1862. <https://doi.org/10.3390/nu14091862>
 35. Matsumoto N, Yokokawa H, Mori H, Hiki M, Tabe Y, Takahashi K, et al. Association Between Serum Zinc Concentration Levels And Severity Of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) In Japanese Inpatients. *Int J Gen Med.* 2024;17:4745-4753. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S476578>
 36. Fromonot J, Gette M, Ben Lassoued A, Guéant JL, Guéant-Rodriguez RM, Guieu R. Hypozincemia in the early stage of COVID-19 is associated with an increased risk of severe COVID-19. *Clin Nutr.* 2022;41(12):3115-3119. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.04.042>
 37. Du Laing G, Petrovic M, Lachat C, De Boevre M, Klingenberg GJ, Sun Q, et al. Course and Survival of COVID-19 Patients with Comorbidities in Relation to the Trace Element Status at Hospital Admission. *Nutrients.* 2021;13(10):3304. <https://doi.org/10.3390/nu13103304>
 38. Abdelmaksoud AA, Ghweil AA, Hassan MH, Rashad A, Khodeary A, Aref ZF, et al. Olfactory Disturbances as Presenting Manifestation Among Egyptian Patients with COVID-19: Possible Role of Zinc. *Biol Trace Elem Res.* 2021;199(11):4101-4108. <https://www.researchsquare.com/article/rs-107577/v1>
 39. Jothimani D, Kailasam E, Danielraj S, Nallathambi B, Ramachandran H, Sekar P, et al. COVID-19: Poor outcomes in patients with zinc deficiency. *Int J Infect Dis.* 2020;100:343-349. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.09.014>
 40. Joulaei H, Keshani P, Foroozanfar Z, Zamanian D, Hassani A, Parvizi F, et al. Serum zinc associated with immunity and inflammatory markers in Covid-19. *Open Med (Wars).* 2022;17(1):702-711. <https://doi.org/10.1515/med-2022-0469>
 41. Elham AS, Azam K, Azam J, Mostafa L, Nasrin B, Marzieh N. Serum vitamin D, calcium, and zinc levels in patients with COVID-19. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;43:276-282. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.03.040>
 42. Bagher Pour O, Yahyavi Y, Karimi A, Khamaneh AM, Milani M, Khalili M, et al. Serum trace elements levels and clinical outcomes among Iranian COVID-19 patients. *Int J Infect Dis.* 2021;111:164-168. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.08.053>
 43. Heller RA, Sun Q, Hackler J, Seelig J, Seibert L, Cherkezov A, et al. Prediction of survival odds in COVID-19 by zinc, age and selenoprotein P as composite biomarker. *Redox Biol.* 2021;38:101764. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101764>
 44. Chen KY, Lin CK, Chen NH. Effects of vitamin D and zinc deficiency in acute and long COVID syndrome. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology: Organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS).* 2023;80:127278. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2023.127278>

45. Rozemeijer S, Hamer HM, Heijboer AC, de Jonge R, Jimenez CR, Juffermans NP, et al. Micronutrient Status of Critically Ill Patients with COVID-19 Pneumonia. *Nutrients*. 2024;16(3):385. <https://doi.org/10.3390/nu16030385>
46. Anuk AT, Polat N, Akdas S, Erol SA, Tanacan A, Biriken D, et al. The Relation Between Trace Element Status (Zinc, Copper, Magnesium) and Clinical Outcomes in COVID-19 Infection During Pregnancy. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(10):3608-3617. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-88054/v1>
47. Ali N, Fariha KA, Islam F, Mohanto NC, Ahmad I, Hosen MJ, et al. Assessment of the role of zinc in the prevention of COVID-19 infections and mortality: A retrospective study in the Asian and European population. *J Med Virol*. 2021;93(7):4326-4333. <https://doi.org/10.1002/jmv.26932>
48. Doğan A, DumanogluDoğan İ, Uyanık M, Köle MT, Pişmişoğlu K. The Clinical Significance of Vitamin D and Zinc Levels with Respect to Immune Response in COVID-19 Positive Children. *J Trop Pediatr*. 2022;68(5):fmac072. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmac072>
49. Ibrahim Alhajjaji G, Alotaibi N, Abutaleb N, Alotaibi MM, Alhajjaji A, Alotaibi AS, et al. Effect of zinc supplementation on symptom reduction and length of hospital stay among pediatric patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Saudi Pharm J*. 2023;31(4):585-591. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2023.02.011>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Боярчук Оксана Романівна – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією, Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України.

E-mail: boyarchuk@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

Волянська Любов Августинівна – кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.

E-mail: volyanska@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>

Перестіук Віта Олександрівна – аспірантка кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.

E-mail: perestiuk_vo@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8321-1078>

Косовська Тетяна Михайлівна - кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.

E-mail: kosovska@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-2275>

Одержано 20.04.2025

Затверджено до друку 24.06.2025

Опубліковано 30.03.2026