

Научная статья

УДК 616.98: 578.834.1]-07: [612.015.348+614.015.31

DOI: 10.17816/pmj41142-49

## **ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ МАРКЕРОВ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У ПАЦИЕНТОВ С НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ**

***В.В. Николенко\**, *И.Н. Прелоус*, *Е.В. Белкина*, *П.А. Николенко*, *Н.Н. Воробьева*,  
*О.Н. Сумливая*, *А.П. Неболсина*, *А.М. Бубнов*, *В.Ю. Тетерин***

*Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Российская Федерация*

## **DYNAMICS OF MAIN MARKERS OF PROTEIN METABOLISM AND MICROELEMENTS IN PATIENTS WITH NEW CORONAVIRUS INFECTION**

***V.V. Nikolenko\**, *I.N. Prelous*, *E.V. Belkina*, *P.A. Nikolenko*, *N.N. Vorobieva*,  
*O.N. Sumlivaya*, *A.P. Nebolsina*, *A.M. Bubnov*, *V.Yu. Teterin***

*E.A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation*

---

© Николенко В.В., Прелоус И.Н., Белкина Е.В., Николенко П.А., Воробьева Н.Н., Сумливая О.Н., Неболсина А.П., Бубнов А.М., Тетерин В.Ю., 2024

тел. +7 342 236 45 66

e-mail: vvn73@yandex.ru

[Николенко В.В. (\*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор кафедры инфекционных болезней, ORCID: 0000-0002-9505-1569; Прелоус И.Н. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи, ORCID: 0000-0003-4194-5783; Белкина Е.В. – ассистент кафедры инфекционных болезней, ORCID: 0009-0007-6822-398X; Николенко П.А. – врач-ординатор кафедры онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом рентгенологии, ORCID: 0009-0007-3067-5550; Воробьева Н.Н. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой инфекционных болезней, ORCID: 0000-0001-5384-5910; Сумливая О.Н. – доктор медицинских наук, профессор кафедры инфекционных болезней, ORCID: 0000-0003-0498-4900; Неболсина А.П. – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры инфекционных болезней, ORCID: 0009-0006-3683-4367; Бубнов А.М. – ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи, ORCID: 0009-0006-7596-0948; Тетерин В.Ю. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры инфекционных болезней, ORCID: 0009-0007-2162-8111].

© Nikolenko V.V., Prelous I.N., Belkina E.V., Nikolenko P.A., Vorobyova N.N., Sumlivaya O.N., Nebolsina A.P., Bubnov A.M., Teterin V.Yu., 2024

tel. +7 342 236 45 66

e-mail: vvn73@yandex.ru

[Nikolenko V.V. (\*contact person) – MD, PhD, Professor of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0000-0002-9505-1569; Prelous I.N. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency Medical Aid, ORCID ID 0000-0003-4194-5783; Belkina E.V. – Assistant of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0009-0007-6822-398X; Nikolenko P.A. – Resident of the Department of Oncology, Radiodiagnosis and Radiotherapy with Course of Radiology, ORCID ID 0009-0007-3067-5550; Vorobyova N.N. – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0000-0001-5384-5910; Sumlivaya O.N. – MD, PhD, Professor of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0000-0003-0498-4900; Nebolsina A.P. – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0009-0006-3683-4367; Bubnov A.M. – Assistant of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency Medical Aid, ORCID ID 0009-0006-7596-0948; Teterin V.Yu. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases, ORCID ID 0009-0007-2162-8111].

**Цель.** Исследование динамики основных маркеров белкового обмена и микроэлементов у пациентов при новой коронавирусной инфекции.

**Материалы и методы.** На базе Краевой клинической инфекционной больницы г. Перми в 2021–2022 г. проведено проспективное клинико-лабораторное исследование динамики основных маркеров белкового обмена и микроэлементов у 62 пациентов при новой коронавирусной инфекции, осложненной развитием пневмоний со среднетяжелым течением. На 1-й и 14-й дни госпитализации у всех пациентов выполнялись общие клинико-биохимические исследования, а также определение концентрации общего белка, альбумина, трансферрина, Fe, Zn и Cu. Статистическую обработку результатов проводили с использованием Microsoft Excel 2000 и Statistica 10.

**Результаты.** Зафиксировано снижение белков висцерального пула, указывающее на их активное потребление и формирование синдрома гиперметаболизма – гиперкатаболизма при среднетяжелом течении инфекции. Выявлен прогрессирующий дефицит Fe и Zn, коррелирующий с наличием жизнеугрожающих осложнений и летальными исходами.

**Выводы.** Таким образом, течение новой коронавирусной инфекции способствует развитию нарушений обмена веществ, а выявленный дефицит макро- и микроэлементов является предиктором тяжелого течения инфекции.

**Ключевые слова.** Новая коронавирусная инфекция, маркеры белкового обмена, микроэлементы.

**Objective.** To study the dynamics of the main markers of protein metabolism and microelements in patients with a new coronavirus infection.

**Materials and methods.** A prospective clinical and laboratory study of the dynamics of the main markers of protein metabolism and microelements was carried out in 62 patients with a new coronavirus infection complicated by the development of pneumonia with a moderate course on the basis of Perm regional clinical hospital of infectious diseases in 2021–2022. On the 1<sup>st</sup> and 14<sup>th</sup> days of hospitalization all patients underwent general clinical and biochemical studies. The concentrations of total protein, albumin, transferrin, Fe, Zn and Cu was also determined. Statistic processing of the results was carried out using Microsoft Excel 2000 and “Statistica 10”.

**Results.** A decrease in visceral pool proteins was revealed. It indicated their active consumption and formation of hypermetabolism - hypercatabolism syndrome in a moderate course of the infection. A progressive deficiency of Fe and Zn, correlating with life-threatening complications and deaths was revealed.

**Conclusions.** The course of a new coronavirus infection contributes to the development of metabolic disorders, and the identified deficiency of macro- and microelements is a predictor of a severe course of the infection.

**Keywords.** New coronavirus infection, markers of protein metabolism, microelements.

## ВВЕДЕНИЕ

С начала осеннего сезона текущего года в России наблюдается очередной подъем заболеваемости новой коронавирусной инфекции (НКВИ, COVID-19), что связано с продолжением пандемии, охватившей более 110 стран в мире<sup>1</sup>. Согласно официальной статистике, к осени 2023 г. данной патологией переболело более 600 млн жителей Зем-

ли, у 6 млн пациентов зарегистрированы летальные исходы. В Пермском крае в настоящее время также регистрируется сезонный подъем заболеваемости НКВИ<sup>2</sup>. По данным литературы известно, что при различных инфекционных поражениях изменения обмена макро- и микроэлементов, а также неполноценность питания способствуют формированию полиорганной недостаточности, приводящей к наиболее тяжелой

<sup>1</sup> Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, available at: <https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/recommendations>.

<sup>2</sup> Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, available at: <https://59.ru/text/health/2023/07/28/72544472>.

форме системной воспалительной реакции<sup>3</sup> [1–3]. Кроме того, ряд научных работ отмечает весомую роль специфических возбудителей (вирусов, бактерий, простейших) в изменениях концентраций микроэлементов и витаминов в динамике течения заболеваний, что способствует нарушениям работы иммунной системы и приводит к необратимым исходам [4–6]. В настоящее время вопросы патогенеза COVID-19, а также вопросы динамики изменений основных маркеров белкового обмена и микроэлементов остаются недостаточно прозрачными. Кроме того, имеются предположения, что изучение концентрации основных белков и микроэлементов поможет проводить качественную корректировку изменений обменных процессов, а своевременное восполнение энергетического дефицита позволит повысить результаты от терапии дыхательной системы на фоне COVID-19<sup>4</sup> [7].

*Цель исследования* – изучение динамики основных маркеров белкового обмена и микроэлементов у пациентов при новой коронавирусной инфекции.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На базе краевой клинической инфекционной больницы г. Перми в 2021–2022 гг. проведено проспективное клиничко-лабораторное обследование 492 пациентов с НКВИ,

<sup>3</sup> Метаболический мониторинг и нутритивная поддержка при проведении длительной искусственной вентиляции легких: Клинические рекомендации. Утверждены Президиумом ФАР 8 сентября 2018 г. available at: <http://far.org.ru/recomendationdownload>.

<sup>4</sup> Практическое руководство по налаживанию питания для лиц с инфекцией SARS-CoV-2 и другие заявления от экспертов Европейской ассоциации клинического питания и метаболизма Rocco Barazzoni, Stephan CBischoff, Zeljko Krznaric, Matthias Pirlich, Pierre Singer; одобрен Советом ESPEN, available at: [https://cardio-web.ru/files/covid19/en/руководство\\_по\\_питанию\\_больных\\_COVID\\_19.pdf](https://cardio-web.ru/files/covid19/en/руководство_по_питанию_больных_COVID_19.pdf)

осложненной развитием пневмонии со среднетяжелым течением. Группа обследованных включала пациентов от 20 до 75 лет с вирусной пневмонией, подтвержденной рентгенологически или КТ-исследованием, с лабораторной верификацией РНК вируса SARS-CoV-2 молекулярно-биологическим методом (ПЦР) с помощью МАНК, а также соответствовала критериям среднетяжелого течения НКВИ согласно актуальной версии методических рекомендаций Министерства здравоохранения Российской Федерации. В исследование не включали пациентов младше 20 лет, лиц, госпитализированных с декомпенсацией сопутствующих хронических заболеваний, получивших вакцину и беременных женщин. Впоследствии методом механического отбора сформирована группа из 62 человек, которым кроме рекомендованных методов обследования<sup>5</sup> на 1-й и 14-й дни госпитализации определяли концентрации общего белка, альбумина, трансферрина, а также Fe, Zn и Cu.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием Microsoft Excel 2000 и Statistica 10. Значения показателей для качественных признаков выражали в виде  $\% \pm m$ , количественных – в виде  $Me (Q_1; Q_3)$ . Оценку статистической значимости различий проводили с помощью критериев Манна – Уитни и Хи-квадрат, различия считали значимыми при  $p < 0,05$ . Взаимосвязь величин изучалась с помощью коэффициента парной корреляции  $r$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возраст обследованных больных варьировался от 20 до 73 лет, в среднем – 58,6 года (54,7; 61,4), мужчины составили  $63,0 \pm 6,1 \%$

<sup>5</sup> Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции. Версия 17. (14.12.2022). 259.

(39 человек), женщины –  $37,0 \pm 6,1\%$  (23). У 19 человек ( $30,6 \pm 5,9\%$ ) госпитализация была проведена на 1–3-й день заболевания, у 35 ( $56,4 \pm 6,3\%$ ) – на 4–5-й и у 8 ( $13,0 \pm 4,3\%$ ) – позднее 6-го дня. Средний койко-день – 22 (19,5; 24,5). На момент госпитализации у 45 человек ( $72,5 \pm 5,7\%$ ) зарегистрирована сопутствующая патология, причем у 16 ( $25,8 \pm 5,6\%$ ) сочетанное поражение различных систем. Среди хронических поражений лидировала сердечно-сосудистая система (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, стенокардия, варикозная болезнь,  $p < 0,05$ ), также хроническая патология эндокринной, дыхательной, мочевыделительной и пищеварительной систем (рис. 1). Уровень С-реактивного белка ожидаемо повышался с 55,1 (15,3; 85,6) мг/л на момент госпитализации до 68,9 (52,3; 126,1) мг/л к 14-му дню в стационаре. В результате была подтверждена взаимосвязь высоких концентраций данного белка с тяжестью заболевания ( $r = 0,641$ ;  $p < 0,001$ ), что характеризовалось объемом легочного поражения, распространенностью воспалительной инфильтрации. Количество лейкоцитов, первоначально имевшее невысокие показатели на вторую неделю заболевания, увеличивалось от  $3,5 \cdot 10^9$ /л (3,1; 4,3), до  $5,0 \cdot 10^9$ /л (3,9; 6,4). При оценке индекса массы тела нормальные показатели зарегистрированы у 27 человек ( $43,5 \pm 6,3\%$ ), повышенное питание – у 22 ( $35,4 \pm 6,1\%$ ), ожирение 1-й и 2-й степени – у 9 ( $14,6 \pm 4,5\%$ ), пониженное питание – у 4 ( $6,5 \pm 3,1\%$ ). Таким образом, выявленные данные лабораторных показателей соответствовали критериям средней степени тяжести течения COVID-19 на момент госпитализации. Принимая во внимание мнение отечественных авторов, что к факторам риска неблагоприятного исхода НКВИ относится возраст старше 35 лет, наличие хронических заболеваний в анамнезе, отсутствие специфической профилактики,

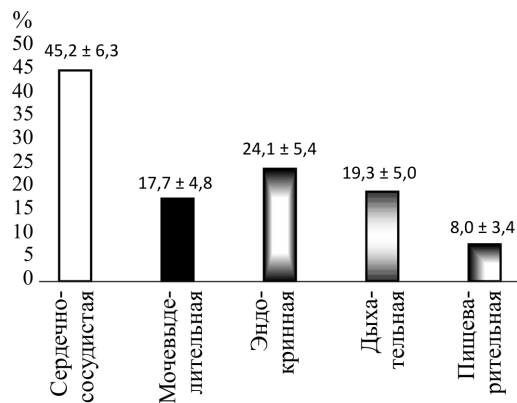


Рис. 1. Сопутствующие поражения систем у пациентов с COVID-19, %

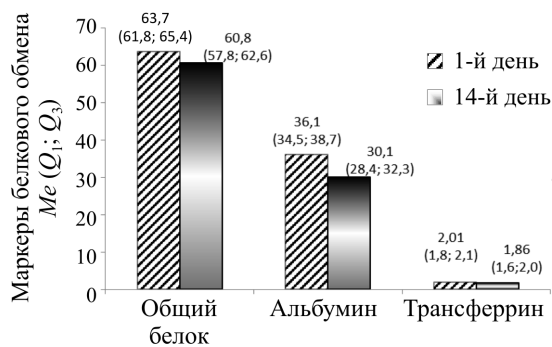


Рис. 2. Динамика уровней маркеров белкового обмена на 1-й и 14-й дни госпитализации Me (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)

а также не соответствующая потребностям организма коррективкой нарушений обмена макроэлементов [8–10], дальнейшим этапом нашей работы явилось изучение основных показателей белкового обмена.

У обследованных пациентов концентрация общего белка на момент госпитализации определялась ниже референсных значений, притом, что альбумин и трансферрин регистрировались в пределах нормы (рис. 2). Однако к 14-му дню нахождения в стационаре отмечалось снижение показателей исследуемых нами высокомолекулярных органических веществ, указывая на их высокое потребление макроорганизмом при НКВИ и отсутствие быстрого восполнения, притом, что в стационаре все пациенты получали тра-

диционный больничный стол. Выявленная к 14-му дню госпитализации отрицательная динамика указывала на развитие синдрома гиперметаболизма – гиперкатаболизма с распадом тканевых белков и ухудшением течения COVID-19. На второй неделе госпитализации отмечены обострения хронических заболеваний, выявлена взаимосвязь снижения основных маркеров белкового пула и возникших осложнений ( $r = 0,512$ ;  $p = 0,013$ ). В конце второй – начале третьей недели вследствие прогрессирования СПОН на фоне НКВИ при значительном снижении макроэлементов зарегистрированы летальные исходы у 4 человек ( $3,9 \pm 2,5$  %).

В отечественной литературе имеются исследования о развивающемся дефиците белков висцерального пула у ВИЧ-позитивных пациентов и у пациентов палат интенсивной терапии [2; 10]. Примечательно, что признанной группой риска снижения мышечной массы и нарастания системной воспалительной реакции с преобладанием распада макроэлементов являются пациенты отделений реанимации с дыхательной недостаточностью различной этиологии [11; 12], а у больных, госпитализированных со среднетяжелыми формами НКВИ, подобные исследования ранее не проводились.

Следующим этапом нашей работы явилось изучение динамики содержания микроэлементов при НКВИ. На 1-й день госпитализации показатели Fe, согласно данным ВОЗ<sup>6</sup>, определялись в допустимых пределах (рис. 3), эритроциты в указанный срок составляли  $3,6 \cdot 10^{12}/л$  (3,4; 3,6), гемоглобин – 113 (110; 116) г/л, что соответствовало дефициту данных показателей у мужского пола

<sup>6</sup> World Health Organization. Maternal Health and Safe Motherhood Programme World Health Organization. Nutrition Programme (1992). The prevalence of anaemia in women: a tabulation of available information, 2nd ed. World Health Organization, available at: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/59705/WHO\\_MSM\\_92.5.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/59705/WHO_MSM_92.5.pdf?sequence=1)

и нижним границам допустимых значений у женщин. К 14-му дню заболевания недостаток железа нарастал ( $p < 0,05$ ), выявлена его взаимосвязь с отрицательной динамикой трансферрина ( $r = 0,801$ ;  $p = 0,000$ ).

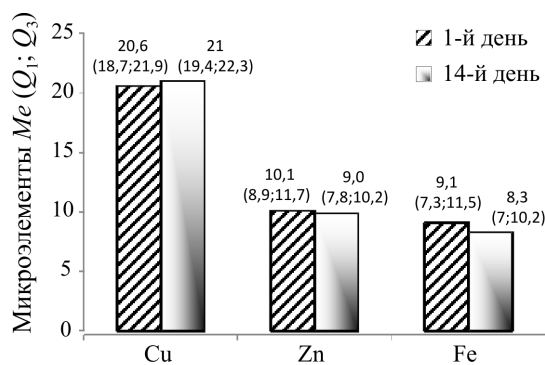


Рис. 3. Динамика концентрации микроэлементов на 1-й и 14-й дни госпитализации Me (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)

Немаловажным микроэлементом нашего организма является цинк, использующийся в различных биологических циклах макроорганизма, его дефицит может приводить к усилению выработки белков – интерлейкинов-6, снижению местного иммунитета в легочной ткани, формированию «цитокинового шторма» [13; 14]. У обследованных больных уже на 1-й день госпитализации определялась пониженная концентрация данного микроэлемента – менее 10,4 мкмоль/л (см. рис. 3), к 14-му дню выявлено прогрессирующее снижение его значений ( $p < 0,05$ ). У пациентов с показателями цинка менее 9,9 мкмоль/л течение COVID-19 усугубилось развитием синдрома полиорганной недостаточности и декомпенсацией заболеваний коморбидного фона, в связи с чем зарегистрирована зависимость между недостаточностью Zn и тяжестью течения инфекции – ( $r = 0,603$ ;  $p = 0,008$ ). В группе обследованных у 7 пациентов ( $11,2 \pm 4,0$  %) зафиксированы летальные исходы, причем показатели Zn у них составили 8,0 (7,5; 8,1) мкмоль/л, Fe – 7,4 (7,0; 7,6) мкмоль/л, что позволило

выявить зависимость между низкими показателями микроэлементов и летальными исходами у больных с НКВИ ( $r = 0,596$ ;  $p = 0,004$ ).

При исследовании концентрации меди при НКВИ статистически достоверных отличий на 1-й и 14-й дни госпитализации нами получено не было ( $p > 0,05$ ), ее значения оставались в пределах референсных (см. рис. 3). Следует отметить, что ряд авторов указывает, что при неблагоприятном течении COVID-19, возникновении осложнений и *exitus letalis* показатели Cu регистрируются выше нормальных, и данный факт необходимо расценивать как независимый параметр тяжести НКВИ [15], однако в данном исследовании мы не смогли подтвердить вышеизложенное высказывание.

Таким образом, в динамике заболевания отмечено уменьшение концентрации Fe и Zn, а также макроэлементов, что указывало на влияние инфекционного агента на развитие метаболических нарушений у пациентов со среднетяжелым течением НКВИ.

## ВЫВОДЫ

1. У пациентов со среднетяжелым течением COVID-19 в динамике определяется прогрессирование дефицита основных маркеров белкового пула и жизненно важных микроэлементов.

2. Выявленный дефицит макро- и микроэлементов является предиктором тяжелого течения COVID-19.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК /

### REFERENCES

1. Луфт В.М., Афончиков В.С., Дмитриев А.В., Ерпулева Е.В., Латицкий А.В., Лекманов А.У., Луфт А.В., Назаров В.И., Попова Т.С., Расновская Н.Ф., Сергеева А.М., Тронская Н.С., Трофимов П.А., Шестопалов А.Е. Руководство по клиническому питанию. 3-е изд. М:

Арт-Экспресс. 2016; 492. / Luft V.M., Afonchikov V.S., Dmitriev A.V., Erpuleva E.V., Lapitsky A.V., Lekmanov A.U., Luft A.V., Nazarov V.I., Popova T.S., Rasnovskaya N.F., Sergeeva A.M., Tronetskaya N.S., Trofimov P.A., Shestopalov A.E. Guide to Clinical Nutrition. 3rd ed. Mocsow: Art-Express 2016; 492 (in Russian).

2. Николенко В.В., Николенко А.В., Миникеева М.Р. Изучение изменений нутритивного статуса у ВИЧ – позитивных пациентов с пневмониями, вызванными *Streptococcus pneumoniae*. Пермский медицинский журнал. 2018; 4: 14–19. / Nikolenko V.V., Nikolenko A.V., Minikeeva M.R. Study of changes in nutritional status in HIV-positive patients with pneumonia caused by *Streptococcus pneumoniae*. Perm Medical Journal 2018; 4: 14–19 (in Russian).

3. Хубутия М.Ш., Поповой Т.С., Салтанова А.И. Парентеральное и энтеральное питание: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. / Khubutia M.Sh., Popova T.S., Saltanova A.I. Parenteral and enteral nutrition: National guidelines. Mocsow: GEOTAR-Media 2014 (in Russian).

4. Velthuis A., Sjoerd H.E., Sims A. Zn<sup>2+</sup> inhibits coronavirus and arterivirus RNA polymerase activity in vitro and zinc ionophores block the replication of these viruses in cell culture. PLoS Pathogens. 2010; 6.

5. Киселев С.В., Белова Е.В. Проблемы продовольственной безопасности и питания в России в современных условиях. Научные исследования экономического факультета. 2020; 1 (12): 70–91. / Kiselev S.V., Belova E.V. Problems of food security and nutrition in Russia in modern conditions. Scientific research of the Faculty of Economics 2020; 1 (12): 70–91 (in Russian).

6. Мингазова Э.Н., Гуреев С.А. Значение микронутриентного статуса различных социальных групп населения при инфекционных рисках. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общест-

венного здоровья имени Н.А. Семашко. 2020; 3: 20–27. / *Mingazova E.N., Gureev S.A.* The significance of the micronutrient status of various social groups of the population in relation to infectious risks. *Bulletin of the National Research Institute of Public Health named after N.A. Semashko* 2020; 3: 20–27 (in Russian).

7. *Гречко А.В., Евдокимов Е.А., Котенко О.Н., Крылов К.Ю., Крюков Е.В., Луфт В.М., Никитюк Д.Б., Петриков С.С., Петрова М.В., Погожева А.В., Попова Т.С., Проценко Д.Н., Рык А.А., Свиридов С.В., Стародубова А.В., Стец В.В., Тармаева И.Ю., Тутельян В.А., Шарафетдинов Х.Х., Шестопалов А.Е., Яковлева А.В.* Нутритивная поддержка пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19 А.В. Клиническое питание и метаболизм 2020; 1 (2): 56–91. / *Grechko A.V., Evdokimov E.A., Kotenko O.N., Krylov K.Yu., Kryukov E.V., Luft V.M., Nikityuk D.B., Petrikov S.S., Petrova M.V., Pogozheva A.V., Popova T.S., Protsenko D.N., Ryk A.A., Sviridov S.V., Starodubova A.V., Stets V.V., Tarmaeva I Yu., Tutelyan V.A., Sharafetdinov Kh. Kh., Shestopalov A.E., Yakovleva A.V.* Nutritional support for patients with coronavirus infection COVID-19 A.V. *Clinical nutrition and metabolism* 2020; 1 (2): 56–91 (in Russian).

8. *Николенко В.В., Белкина Е.В., Прелоус И.Н., Якушева М.В., Зернина М.Г., Голикова Е.В.* Изменения нутритивного статуса у вакцинированных и не вакцинированных пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19. Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы: сборник трудов XIV Ежегодного всероссийского конгресса по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского М. 2022; 122–123. / *Nikolenko V.V., Belkina E.V., Prelous I.N., Yakusheva M.V., Zernina M.G., Golikova E.V.* Changes in nutritional status in vaccinated and unvaccinated patients with COVID-19 coronavirus infection. In the book: *Infectious diseases in the modern world: evolution, current and future threats. Collection of pro-*

*ceedings of the XIV Annual All-Russian Congress on Infectious Diseases named after Academician V.I. Pokrovsky. Moscow* 2022; 122–123 (in Russian).

9. *Николенко В.В., Прелоус И.Н., Белкина Е.В., Воробьева Н.Н., Неболсина А.П.* Изменения нутритивного статуса у пациентов с новой коронавирусной инфекцией. Забайкальский медицинский вестник 2022; 4: 146–154. / *Nikolenko V.V., Prelous I.N., Belkina E.V., Vorobyova N.N., Nebolsina A.P.* Changes in nutritional status in patients with new coronavirus infection. *Transbaikal Medical Bulletin* 2022; 4: 146–154 (in Russian).

10. *Пасечник И.Н.* Нутритивная поддержка больных коронавирусной инфекцией в критических состояниях. Анестезиология и реаниматология. 2020; 3: 70–75. / *Pasechnik I.N.* Nutritional support for patients with coronavirus infection in critical conditions. *Anesthesiology and resuscitation* 2020; 3: 70–75 (in Russian).

11. *Николенко А.В., Лейдерман И.Н., Николенко В.В.* Скрининг ключевых маркеров обмена белка и микронутриентов у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии с острой патологией органов брюшной полости. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова 2019; 4: 81–87. / *Nikolenko A.V., Leiderman I.N., Nikolenko V.V.* Screening of key markers of protein and micronutrient metabolism in intensive care unit patients with acute pathology of the abdominal organs. *Bulletin of Intensive Care named after A.I. Saltanova* 2019; 4: 81–87 (in Russian).

12. *Лейдерман И.Н., Ярошецкий А.И.* К вопросу о потребности в белке пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова 2018; 3: 59–66. / *Leiderman I.N., Yarosbetsky A.I.* On the issue of protein needs of patients in intensive care units and intensive care units. *Bulletin of Intensive Care named after A.I. Saltanova* 2018; 3: 59–66 (in Russian).

13. *Goncalves T.J.M., Goncalves S.E.A.B., Guarnieri A. et al.* Association between low zinc levels and severity of acute respiratory distress syndrome by new coronavirus SARS-CoV-2. *Nutr. Clin. Pract.* 2021; 1 (36): 186–191.

14. *Громова О.А., Торшин И.Ю.* Важность цинка для поддержания активности белков врожденного противовирусного иммунитета: анализ публикаций, посвященных COVID-19. *Профилактическая медицина* 2020; 3 (23): 131–139. / *Gromova O.A., Torshin I.Yu.* The importance of zinc in maintaining the activity of innate antiviral immune proteins: analysis of publications on COVID-19. *Preventive medicine* 2020; 3 (23): 131–139 (in Russian).

15. *Skalny A.V., Timashev P.S., Aschner M.* Serum zinc, copper, and other biometals are associated with COVID-19 severity markers. *Metabolites.* 2021; 4 (11): 244.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов** равноценен.

Поступила: 12.10.2023

Одобрена: 26.12.2023

Принята к публикации: 15.01.2024

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Динамика основных маркеров белкового обмена и микроэлементов у пациентов с новой коронавирусной инфекцией / В.В. Николенко, И.Н. Прелоус, Е.В. Белкина, П.А. Николенко, Н.Н. Воробьева, О.Н. Сумливая, А.П. Неболсина, А.М. Бубнов, В.Ю. Тетерин // Пермский медицинский журнал. – 2024. – Т. 41, № 1. – С. 42–49. DOI: 10.17816/pmj41142-49

Please cite this article in English as: Nikolenko V.V., Prelous I.N., Belkina E.V., Nikolenko P.A., Vorobieva N.N., Sumlivaya O.N., Nebolsina A.P., Bubnov A.M., Teterin V.Yu. Dynamics of main markers of protein metabolism and microelements in patients with new coronavirus infection. *Perm Medical Journal*, 2024, vol. 41, no. 1, pp. 42-49. DOI: 10.17816/pmj41142-49