

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616-074:616-053:616.9

Волчков В.А.², Титова О.Н.^{2,3}, Рукавишников С.А.¹⁻³, Ахмедов Т.А.¹⁻³, Пушкин А.С.¹⁻³, Сагинбаев У.Р.^{1,2}, Давыдова Е.П.^{1,2}

Иммунопрофилактика COVID-19 в аспектах разных возрастных групп

¹АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии»,

197110, Санкт-Петербург, Россия, пр. Динамо, д. 3;

²СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2»,
194354, Санкт-Петербург, Россия, Учебный переулок, д. 5;

³ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»,
197022, Санкт-Петербург, Россия, ул. Льва Толстого, д. 6-8

Введение. Согласно данным литературы к ключевым клеткам-мишеням SARS-CoV-2 отнесены эндотелиоциты, в цитоплазме которых происходит репликация вируса. COVID-19 характеризуется сравнительно отсроченным антителообразованием. Организм возрастных людей не может вовремя «завершить» иммунный ответ или нуждается в длительной стимуляции для развития эффективного специфического иммунного ответа из-за общего снижения адаптационного потенциала, что обусловлено старением организма. **Цель работы** – проведение сравнительной оценки количества заболевших, выздоровевших и умерших от COVID-19 в зависимости от прививочного анамнеза среди лиц молодого, среднего, пожилого и старческого возраста, а также долгожителей.

Методика. В исследование включено 1800 пациентов, госпитализированных в СПб ГБУЗ «ГМПБ №2» с 1 по 30 ноября 2021 г. Среди госпитализированных пациентов на долю лиц молодого и среднего возраста приходилось 32,2%, пожилого – 35,8%, старческого – 28,0%, долгожителей – 4,0%. Сформированы следующие группы сравнения: группа пациентов молодого и среднего возраста, группа пациентов пожилого возраста, группа пациентов старческого возраста, группа пациентов-долгожителей. Каждая из групп, в свою очередь, разделена на подгруппы вакцинированных и невакцинированных. Все группы сопоставимы по половому признаку. Прививочный анамнез включал факт иммунопрофилактики против новой коронавирусной инфекции не менее чем за 1 мес до госпитализации вакцинами отечественного производства («Гам-КОВИД-Вак», «ЭпиВак-Корона», «Спутник Лайт»). Применены статистические методы исследования: проведен анализ экстенсивных показателей. **Результаты.** Лица старше 60 лет имеют более высокий риск инфицирования и развития постинфекционных осложнений. Разработанные вакцины способны предотвратить развитие постковидных сосудистых событий путем повышения иммунологической резистентности.

Заключение. Продемонстрирована высокая эффективность вакцинации от COVID-19: иммунопрофилактика позволяет существенно снизить как уровень инцидентности, так и показатели смертности. Обнаружено тяжелое течение COVID-19 у пациентов старшей возрастной группы.

Ключевые слова: вакцинация; патохимия; пожилой и старческий возраст; COVID-19

Для цитирования: Волчков В.А., Титова О.Н., Рукавишников С.А., Ахмедов Т.А., Пушкин А.С., Сагинбаев У.Р., Давыдова Е.П. Иммунопрофилактика COVID-19 в аспектах разных возрастных групп. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2022; 66(2): 66-71.

DOI: 10.25557/0031-2991.2022.02.66-71

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Рукавишников С.А.; сбор и обработка материала – Ахмедов Т.А., Пушкин А.С.; подготовка иллюстративного материала, статистическая обработка – Давыдова Е.П.; написание текста – Сагинбаев У.Р.; редактирование – Волчков В.А., Титова О.Н. Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — все соавторы.

Для корреспонденции: Сагинбаев Урал Ринатович, e-mail: starosta-mpf@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила 02.04.2022

Принята к печати 31.03.2022

Опубликована 27.05.2022

Volchkov V.A.², Titova O.N.^{2,3}, Rukavishnikova S.A.¹⁻³, Akhmedov T.A.¹⁻³, Pushkin A.S.¹⁻³, Saginbaev U.R.^{1,2}, Davydova E.P.^{1,2}

Immunoprophylaxis COVID-19 in aspects of different age groups

¹St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology,
Prospekt Dynamo, 3, Petersburg 197110, Russian Federation;

²Municipal Multifunctional Hospital #2,
Uchebny Pereulok 5, St., Petersburg 194354, Russian Federation;

³I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University,
L'va Tolstogo St., 6-8, Petersburg 197022, Russian Federation

According to the literature, endotheliocytes are assigned to key target cells of SARS-CoV-2 since virus replication occurs in their cytoplasm. COVID-19 is characterized by relatively delayed antibody formation. The body of aged people cannot “complete” the immune response quickly enough or needs prolonged stimulation to develop an effective specific immune response due to a general age-related decrease in adaptive potential. **The aim** of this study was to compare the number of patients who have recovered or died from COVID-19 depending on the vaccination history among young, middle-aged, late-middle-aged, old, and very old persons.

Methods. In total, the study included 1800 patients hospitalized in St. Petersburg Municipal Multifunctional Hospital #2 from November 1 to 30, 2021. Among hospitalized patients, young and middle-aged people accounted for 32.2%, late-middle-aged 35.8%, old 28.0%, and very old 4.0%. The following comparison groups were formed: 1) young and middle-aged patients; 2) late-middle-aged patients; 3) old patients; and 4) very old patients. Each of the groups, in turn, was divided into subgroups of vaccinated and unvaccinated patients. All groups were sex-matched. The vaccination history included the fact of immunoprophylaxis against the new coronavirus infection at least 1 mo. before hospitalization with vaccines of domestic production (Gam-KOVID-Vak, EpiVakKorona, Sputnik Light). Statistical research methods were applied, and an analysis of extensive indicators was performed.

Results. Persons over 60 yrs. of age had a higher risk of infection and post-infection complications. The vaccines were able to prevent the development of post-COVID vascular events by increasing immunological resistance.

Conclusion. A high efficiency of vaccination against COVID-19 has been demonstrated. Immunoprophylaxis significantly reduced both the rates of incidence and mortality. Severe COVID-19 was found in patients of the older age group.

Keywords: vaccination; pathochemistry; old and senile age; COVID-19

For citation: Volchkov V.A., Titova O.N., Rukavishnikova S.A., Akhmedov T.A., Pushkin A.S., Saginbaev U.R., Davydova E.P. Immunoprophylaxis COVID-19 in aspects of different age groups. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental' naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2022; 66(2): 66-71. (in Russian).

DOI: 10.25557/0031-2991.2022.02.66-71

Author's contribution: concept and design of the study – Rukavishnikova S.A.; material collecting and processing – Akhmedov T.A., Pushkin A.S.; preparation of illustrative material, statistical processing – Davydova E.P.; writing text – Saginbaev U.R.; text editing – Volchkov V.A., Titova O.N. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

For correspondence: Ural R. Saginbaev, Ph.D., Senior Researcher, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 3 Dynamo av., St. Petersburg 197110, e-mail: starosta-mpf@mail.ru

Financing. The study had no sponsorships.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Information about the authors:

Volchkov V.A., <https://orcid.org/0000-0002-5664-7386>

Titova O.N., <https://orcid.org/0000-0003-4678-3904>

Rukavishnikova S.A., <https://orcid.org/0000-0002-3105-4322>

Akhmedov T.A., <https://orcid.org/0000-0002-3105-4322>

Pushkin A.S., <https://orcid.org/0000-0003-2875-9521>

Saginbaev U.R., <https://orcid.org/0000-0001-9709-1882>

Davydova E.P., <https://orcid.org/0000-0002-2702-9394>

Received 02.04.2022

Accepted 31.03.2022

Published 27.05.2022

В настоящее время наиболее действующим инструментом борьбы против COVID-19 является вакцинопрофилактика [1]. К сожалению, часть населения относится весьма настороженно и даже негативно к иммунопрофилактике. Это приводит к замедлению темпов вакцинации и, следовательно, достижения кол-

лективного иммунитета [2] вследствие чего заболеваемость и смертность остаются на высоком уровне [3]. Известно, что к группе риска по многим заболеваниям и патологическим состояниям относятся лица старшей возрастной группы [4]. Но, в то же время, рядом авторов неоднократно отмечается, что люди старшей воз-

растной категории тяжелее переносят вакцинацию [5]. В настоящее время проводится мониторинг эффективности как вакцинации в целом, так и отдельных иммунобиологических препаратов [6]. Весьма актуальным остается изучение данного вопроса в возрастном аспекте: оценить эффективность иммунопрофилактики в разрезе разных возрастных групп [7].

Пандемия приводит к огромным человеческим потерям. Проникновение вирусных частиц в организм приводит к комплексным морфофункциональным нарушениям практически всех систем организма и в первую очередь страдают системы жизнеобеспечения -- сердечно-сосудистая, дыхательная, мочевыделительная и др. [8]. Согласно данным литературы к ключевым клеткам-мишеням SARS-CoV-2 отнесены эндотелиоциты, в цитоплазме которых происходит репликация вируса [9]. Описываемая инфекционная болезнь характеризуется сравнительно отсроченным антителообразованием [10].

У лиц пожилого и старческого возраста, относящихся к категории повышенного риска развития тяжелой инфекционной патологии, заболевание протекает тяжелее, чем у молодых [11]. Предполагается, что организм возрастных людей не может вовремя «завершить» иммунный ответ или нуждается в длительной стимуляции для развития эффективного специфического иммунного ответа из-за общего снижения адаптационного потенциала, что обусловлено старением организма. Из этого следует, что длительный период времени после заражения макроорганизм может противостоять внедрению и генерализации вируса только с помощью медленно усиливающегося неспецифического иммуновоспалительного ответа. Описанный сценарий способствует риску инициации «цитокинового шторма», раннему началу тяжелой формы заболевания и более высокой смертности [12].

С возрастом повышается уровень липопротеинов низкой плотности, характеризующихся проатерогенным действием [13]. Следует отметить, что у людей пожилого и старческого возраста часто наблюдается дисбаланс биологически активных веществ, обусловленный влиянием ряда факторов, в том числе феномена «возрастного десинхроноза». Так, фоновая концентрация провоспалительного цитокина, интерлейкина-6, оказалась повышенной у лиц старшей возрастной группы [14]. Сочетание дислипотеинемии и провоспалительного потенциала способствует развитию неблагоприятных сосудистых событий на фоне COVID-19.

Немаловажный вклад в исход заболевания вносит феномен полиморбидности, часто наблюдаемый у лиц старшей возрастной группы. Коронавирусная инфекция способна отягощать имеющуюся патологию и вызывать развитие оппортунистических болезней. Так,

к частым сопутствующим патологическим состояниям относят: гипертонию (21,1%), сахарный диабет (9,7%), кардиоваскулярные болезни (8,4%) и заболевания респираторного тракта (1,5%) [15]. Следовательно, предотвращение инфицирования новой коронавирусной инфекцией людей пожилого и старческого возраста относится к наиболее важной задаче современной профилактической медицины. Так как, с одной стороны, применение иммунобиологических препаратов снижает вероятность инфицирования, а с другой, существенно снижает риски развития осложнений [16].

Цель исследования – оценка влияния вакцинопрофилактики на тяжесть заболевания COVID-19 у лиц разных возрастных групп.

Методика

Проведена сравнительная оценка количества заболевших, выздоровевших и умерших от COVID-19 в зависимости от прививочного анамнеза среди лиц молодого и среднего (18-59 лет), пожилого (60-74 лет) и старческого (75-89 лет) возраста, а также долгожителей (90 лет и старше). Всего в исследование включено 1800 пациентов (700 мужчин (38,9%) и 1100 женщин (61,1%)), госпитализированных в СПб ГБУЗ «ГМПБ №2» с 1 по 30 ноября 2021 года. Среди госпитализированных пациентов на долю лиц молодого и среднего возраста приходилось 32,2%, пожилого – 35,8%, старческого – 28,0%, долгожителей – 4,0%. Сформированы следующие группы сравнения: группа пациентов молодого и среднего возраста (М-группа), группа пациентов пожилого возраста (П-группа), группа пациентов старческого возраста (С-группа), группа пациентов-долгожителей (Д-группа). Каждая из групп, в свою очередь, разделена на подгруппы вакцинированных (МВ-, ПВ-, СВ- и ДВ-подгруппы) и невакцинированных (МН-, ПН-, СН- и ДН-подгруппы). Все группы сопоставимы по половому признаку.

Прививочный анамнез включал факт иммунопрофилактики против новой коронавирусной инфекции не менее чем за 1 мес до госпитализации вакцинами отечественного производства («Гам-КОВИД-Вак», «ЭпиВакКорона», «Спутник Лайт»). Применены статистические методы исследования: проведен анализ экстенсивных показателей.

Результаты и обсуждение

Анализ доли привившихся пациентов показал, что удельный вес вакцинированных, среди госпитализированных пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением заболевания, составил не более 25%, в то же время по официальным данным полный цикл

вакцинирования в Санкт-Петербурге завершило около 60% жителей [17]. Таким образом, вакцинирование снизило количество обращений в стационар пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением.

Стоит отметить, что с возрастом доля госпитализированных больных, прошедших курс вакцинации снизилась (рис. 1).

Высокая эффективность вакцинации продемонстрирована в анализе исходов новой коронавирусной инфекции у пациентов разных возрастов. Так, из рис. 2 видно, что во всех возрастных группах удельный вес выписанных пациентов выше среди вакцинированных по сравнению с группой не прошедших курс иммунопрофилактики.

Кроме того, из графика видно, что с возрастом увеличивается доля неблагоприятного исхода как среди вакцинированных, так и не вакцинированных. Причем летальность среди лиц, не прошедших курс иммунопрофилактики на порядок выше. Примечательно, что закономерность между исходом и прививоч-

ным анамнезом четко видна на «внутристолбиковой» диаграмме. Так, во всех возрастных группах летальный исход заболевания существенно выше у невакцинированных пациентов, причем доля летальных исходов закономерно возрастала с возрастом: если у лиц молодого возраста доля умерших среди не вакцинированных составляла 7,9%, то у пациентов старческого возраста и долгожителей аналогичный показатель составлял 36,6% и 58,8% соответственно. Иными словами, удельный вес летальных исходов имел неблагоприятную возрастающую тенденцию и вырос в 7,4 раза.

Аналогичная «возраст-зависимая» тенденция наблюдалась и среди вакцинированных лиц. Однако, стоит отметить, что доля смертельных случаев была на порядок ниже по сравнению с пациентами с положительным прививочным анамнезом. Так, у лиц молодого возраста удельный вес летальных исходов был в 2,8 раза ниже по сравнению с не вакцинированными, у пожилых – в 2,9 раза, у старческих – в 1,6 раз, у долгожителей – в 2,4 раза.



Рис. 1. Структура прививочного анамнеза у пациентов разных возрастных групп (a, b, c, d) госпитализированных в стационар (в %).

Fig. 1. The structure of the vaccination history in patients of different age groups (a, b, c, d) hospitalized in a hospital (in %).

Возрастные особенности течения и исхода новой коронавирусной инфекции являются следствием ряда причин, таких как нейроэндокринная дисрегуляция, возрастной десинхроноз, хроническое воспаление, феномен «цитокинового шторма» [18]. Перечисленные явления сопровождаются морфофункциональными изменениями иммунной, нервной, эндокринной систем [19]. Возникает дисбаланс между про- и противовоспалительными цитокинами, нарушаются процессы дифференцировки иммунных клеток. Это приводит к нарушениям специфического звена иммунитета. Стоит также отметить о нарушении трофики тканей и органов, в том числе барьерных. Это, в свою очередь, приводит к ослаблению факторов неспецифической защиты.

У пациентов старше 60 лет разрешены к применению вакцины «Гам-КОВИД-Вак», «ЭпиВакКорона», «Спутник Лайт». Возрастные ограничения по применению вакцин у людей старших возрастных групп будут в дальнейшем корректироваться по мере проведения новых клинических исследований и публикаций полученных новых данных в литературе [20].

Проводить вакцинацию против новой коронавирусной инфекции пока следует без учета данных гуморального иммунитета, поскольку на сегодня нет утвержденного маркера (определенной протективной концентрации антител). На настоящий момент проводится разработка данного параметра [18].

Важно подчеркнуть и об отдаленных последствиях перенесенной вирусной инфекции. Многие респираторные вирусные инфекции усугубляют течение соматических болезней, в том числе возраст-ассоциированных [4]. Например, ряд авторов отмечает, что при COVID-19 имеют место серьезные сосудистые осложнения, связанные с нарушениями функций свертывающей, противосвертывающей и фибринолитической систем [11]. Равновесие гемостаза смещается в сторону протромботического потенциала, что чревато развитием тромбозов и тромбоэмболий. Описанные патогенетические звенья способствуют прогрессированию таких возраст-ассоциированных заболеваний, как гипертоническая болезнь, атеросклероз [19]. Сердечно-сосудистая недостаточность приводит также к когнитивным расстройствам.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование продемонстрировало высокую эффективность вакцинации от новой коронавирусной инфекции, что согласуется с данными научной литературы. Иммунопрофилактика позволяет существенно снизить не только уровень инцидентности, но и показатели смертности от вирусного заболевания.

Данная работа однозначно подчеркивает тяжелое течение COVID-19 у пациентов старшей возрастной

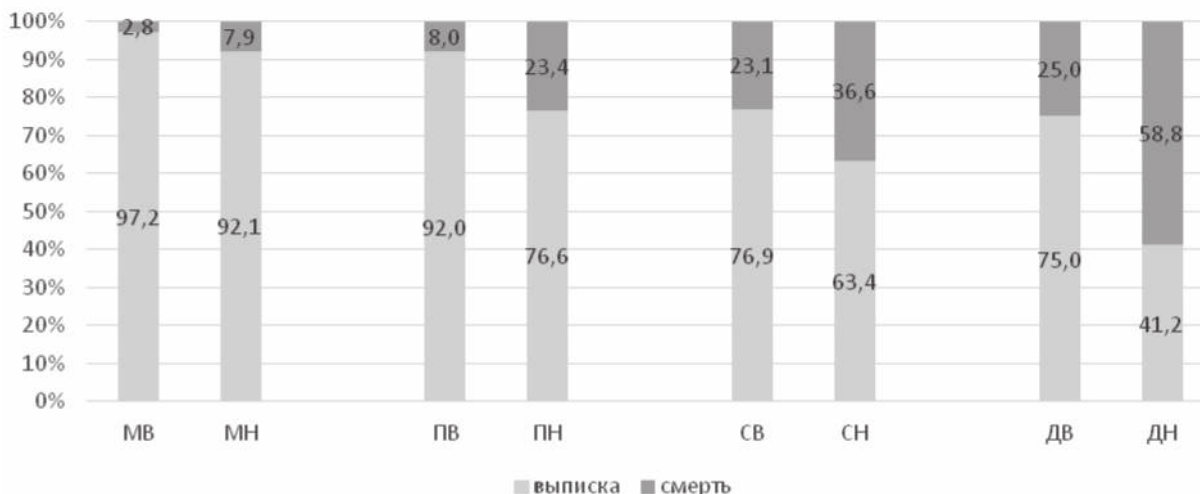


Рис. 2. Структура исхода заболевания у лиц разных возрастных групп в зависимости от прививочного анамнеза; светлая часть столбиков – выписка из стационара, темная – летальный исход (%); МВ – молодые вакцинированные, МН – молодые не вакцинированные; ПВ и ПН – пожилые, СВ и СН – старые, ДВ и ДН – долгожители – вакцинированные и не вакцинированные, соответственно

Fig. 2. The structure of the outcome of the disease in persons of different age groups, depending on the vaccination history; the light part of the columns – is an extract, the dark part – is a lethal outcome (%). Patients: **М** – Young, **П** – elderly, **С** – old, **Д** – long-lived. **В** – patients vaccinated, **Н** – not vaccinated

группы. Лица пожилого и старческого возраста относятся к группе риска и нуждаются в иммунопрофилактике в приоритетном порядке. Также важно помнить об отдаленных последствиях коронавирусной болезни, связанных с прогрессированием хронических возраст-ассоциированных заболеваний.

Литература

(п.п. 1; 6–9; 11–14; 16–18 см. References)

2. Ткачева О.Н., Переверзев А.П., Рунихина Н.К., Котовская Ю.В. К вопросу о безопасности вакцинации против гриппа пациентов пожилого и старческого возраста. *Безопасность и риск фармакотерапии*. 2018; 6(4): 155–61.
3. Кураков Ф.А., Цветкова Л.А. Оценка перспектив разработки вакцины от коронавирусной инфекции средствами патентного анализа. *Менеджер здравоохранения*. 2020; 4: 52–7.
4. Веселов Ю.В., Чернов Г.И. Питание пожилых: социологический аспект. *Успехи геронтологии*. 2020; 5(33): 879–84.
5. Костинов М.П., Свитич О.А., Маркелова Е.В. *Потенциальная иммунопрофилактика COVID-19 у групп высокого риска инфицирования. Временное пособие для врачей*. М.: Группа МДВ, 2020.
10. Рукавишников С.А., Ахмедов Т.А., Пушкин С.А., Сагинбаев У.Р. Гематологические показатели как предикторы исхода новой коронавирусной инфекции COVID-19 у
15. Торгашов М.Н., Мякотных В.С. Стресс-индуцированная патология и ускоренное старение. *Успехи геронтологии*. 2019; 4(32): 402–501.
19. Шамшева О.В. Новый коронавирус COVID-19 (SARS-CoV-2). *Детские инфекции*. 2020; 19(1): 5–6.

References

1. Long Q. X., Tang X.-J., Shi Q.-L. et al. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat. Med.* 2020; 26: 1200–4.
2. Tkacheva O.N., Pereverzev A.P., Runihina N.K., Kotovskaja Ju.V. On the safety of influenza vaccination for elderly and senile patients. *Bezopasnost' i risk farmakoterapii*. 2018; №6(4): 155–161. (in Russian)

3. Kurakov F.A., Cvetkova L.A. Evaluation of the prospects for developing a vaccine for coronavirus infection by patent analysis. *Menedzher zdravooohraneniya*. 2020; 4: 52–7. (in Russian)
4. Veselov Ju.V., Chernov G.I. Nutrition of the elderly: sociological aspect. *Uspekhi gerontologii*. 2020; 5(33): 879–84. (in Russian)
5. Kostinov M.P., Svitich O.A., Markelova E.V. Potential COVID-19 immunoprophylaxis in high-risk groups. М.: Gruppa MDV, 2020, 60.6. Krammer F., Simon V. Serology assays to manage COVID-19. *Science*. 2020; 368(6495): 1060–1. (in Russian)
7. Jing Yang, Ya Zheng, Xi Gou Prevalence of comorbidities and its effects in coronavirus disease 2019 patients: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Infect. Dis.* 2020; 94: 91–5.
8. Adu-Amankwaah J., Mprah R., Adekunle A.O., et al. The cardiovascular aspect of COVID-19. *Ann Med.* 2021; 53(1): 227–36.
9. Libby P, Luscher T. COVID-19 is, in the end, an endothelial disease. *Eur Heart J.* 2020; 41(32):3038–44.
10. Rukavishnikova S.A., Ahmedov T.A., Pushkin S.A., Saginbaev U.R. Hematological indicators as predictors of outcome of new coronavirus COVID-19 infection in patients of different age groups. *Vrach.* 2020; 7: 33–6. (in Russian)
11. Rokni M., Ghasemi V., Tavakoli Z. Immune responses and pathogenesis of SARS-CoV-2 during an outbreak in Iran: Comparison with SARS and MERS. *Rev Med Virol.* 2020; 30(3): 2107.
12. Bassetti M. The Novel Chinese Coronavirus (2019-nCoV) Infections: challenges for fighting the storm. *Eur. J. Clin. Invest.* 2020; 50(3): 13209.
13. Ku Y.C. Relationship between vitamin D deficiency and cardiovascular disease. *World J. Cardiol.* 2013; 9: 337–46.
14. Sun B., Feng Y., Mo X., et al. Kinetics of SARS-CoV-2 specific IgM and IgG responses in COVID-19 patients. *Emerg Microbes Infect.* 2020; 9(1): 940–8.
15. Torgashov M.N., Mjakotnyh V.S. Stress-induced pathology and accelerated aging. *Uspekhi gerontologii*. 2019; 4(32): 402–501. (in Russian)
16. Hussin A.R., Sidappa N.B. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J. Autoimmun.* 2020; 109: 44–8.
17. Tan Y., Liu F., Xu X. et al. Durability of neutralizing antibodies and T-cell response post SARS-CoV-2 infection. *Front Med.* 2020; 5: 1–6.
18. Amraei R., Rahimi N. COVID-19, Renin-Angiotensin System and Endothelial Dysfunction. *Cells.* 2020; 9(7): 1652.
19. Shamsheva O.V. New coronavirus COVID-19 (SARS-CoV-2). *Detskie infektsii*. 2020; 19(1): 5–6. (in Russian)

Сведения об авторах:

Волчков В.А., доктор мед. наук, проф., заслуженный врач РФ, гл. врач СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», e-mail: Volchkovva@mail.ru;

Титова О.Н., доктор мед. наук, проф., директор НИИ пульмонологии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, e-mail: titovaon@spb-gmu.ru;

Рукавишников С.А., доктор биол. наук, доцент, вед. науч. сотр. АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», e-mail: kdlb2@yandex.ru;

Ахмедов Т.А., канд. мед. наук, доцент, ст. науч. сотр. АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», e-mail: timaxm@mail.ru;

Пушкин А.С., доктор биол. наук, доцент, ст. науч. сотр. АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», e-mail: pushkindoc@mail.ru;

Сагинбаев У.Р., канд. биол. наук, ст. науч. сотр. АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», e-mail: starosta-mpf@mail.ru;

Давыдова Е.П., науч. сотр. АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», e-mail: elenadavydova2000@yandex.ru