

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-2-49-57>

Результаты исследования серопревалентности к SARS-CoV-2 у медицинских работников: возрастные и профессиональные аспекты

Е. В. Агафонова^{1,2}, С. Н. Куликов^{1,3}, И. Д. Решетникова^{*1,3}, Ю. А. Тюрин^{1,2},
Г. Ф. Гилязутдинова¹, Д. В. Лопушов^{2,4}, Н. Д. Шайхразиева⁴, Г. Ш. Исаева^{1,2},
В. Б. Зиатдинов¹

¹ФБУН «Казанский НИИ эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет»

³ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

⁴Казанская государственная медицинская академия – филиал ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань

Резюме

Актуальность. Возрастные и профессиональные аспекты серопревалентности к SARS-CoV-2 у медицинских работников недостаточно изучены. Провести выборочное изучение серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 у 348 медицинских работников 10 медицинских организаций г. Казани. **Материалы и методы.** По профессиональному признаку обследованные были разделены на группы: «Врачи», «Медицинские сестры», «Младший медицинский персонал», «Прочие медицинские работники», по возрасту: 18–29, 30–39, 40–49, 50–59 и 60–69 лет. Для определения IgG использовался твердофазный ИФА. **Результаты и обсуждение.** Доля медицинских работников (МР) различных медицинских организаций г. Казани, сероположительных по IgG к вирусу SARS-CoV-2, составила 16,4%. Широкое варьирование значения серопревалентности МР различных медицинских организаций (3,3–30,8%) может свидетельствовать о разном уровне эффективности противоэпидемических мероприятий в этих организациях. Максимальный показатель отмечен в возрастных группах – 18–29 лет (21%) и 60–69 лет (18,2%). По профессиональному признаку показан сопоставимый уровень серопревалентности по категориям «Врачи» и «Медицинские сестры» с широким варьированием показателей в профессиональных группах в зависимости от конкретной медицинской организации. **Выводы.** Наличие среди медицинских работников лиц, перенесших или имеющих бессимптомную форму течения инфекции, вызванную SARS-CoV-2, говорит об актуальности дальнейшего проведения серологического мониторинга в медицинских организациях различного профиля. Результаты серологического мониторинга с учетом возрастных и профессиональных аспектов могут служить основой для корректирования противоэпидемических мероприятий в отдельных медицинских организациях и с учетом рекомендаций Роспотребнадзора подбора контингентов для вакцинации против SARS-CoV-2. **Ключевые слова:** SARS-CoV-2, IgG, ИФА, серопревалентность, медицинские работники, возраст. Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Агафонова Е. В., Куликов С. Н., Решетникова И. Д. и др. Результаты исследования серопревалентности к SARS-CoV-2 у медицинских работников: возрастные и профессиональные аспекты. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021;20(2): 49–57. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-2-49-57>.

Seroprevalence Study Results to SARS-CoV-2 in Healthcare Workers: Age and Professional Aspects

EV Agafonova^{1,2}, SN Kulikov^{1,3}, ID Reshetnikova^{*1,3}, YuA Tyurin^{1,2}, GF Gilyazutdinova¹, DV Lopushov^{2,4}, ND Shaykhrazieva⁴, GSh Isaeva^{1,2}, VB Ziatdinov¹

¹Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Kazan, Russia

²Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Kazan, Russia

³Kazan Federal University, Kazan, Russia

⁴Kazan State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, Kazan, Russia

Abstract

Relevance. Age-related and occupational aspects of SARS-CoV-2 seroprevalence in healthcare workers are not well understood.

Aims: Conduct a selective study of seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus among 348 medical workers of 10 medical organizations

* Для переписки: Решетникова Ирина Дмитриевна, к. м. н., заместитель директора по научной работе Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии; доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины Казанского (Приволжского) федерального университета, 420015, Россия, г. Казань, ул. Б. Красная, 67. +7(843) 236-67-21; факс. +7(843) 236-67-41. reshira@mail.ru, tyurin.yurii@yandex.ru. ©Агафонова Е. В. и др.

** For correspondence: Irina D. Reshetnikova, Cand. Sci. (Med.), Deputy Head of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Senior lecturer of Kazan Federal University, Kazan, Russia. +7(843) 236-67-21. reshira@mail.ru, tyurin.yurii@yandex.ru. ©Agafonova EV et al.

in Kazan: seven multidisciplinary hospitals that have been re-profiled to provide medical care to patients with coronavirus infection, an ambulance station, a medical organization that carries out outpatient activities and a specialized clinic. **Materials and methods.** Among those surveyed on a professional basis, the groups «Doctors», «Nurses», «Junior medical personnel», «Other medical workers» were identified. The age structure of seroprevalence was studied in groups of 18–29, 30–39, 40–49, 50–59 and 60–69 years. For the determination of IgG, a solid-phase ELISA was used. **Results.** The proportion of medical workers (MR) of various medical organizations in Kazan seropositive for IgG to the SARS-CoV-2 virus is 16.4%. The wide variation in the seroprevalence value of MR groups of different medical organizations (3.3–30.8%) may indicate a different level of effectiveness of anti-epidemic measures in these institutions. The maximum rate was noted in the age groups – 18–29 years (21%) and 60–69 years (18.2%). According to the professional criterion, a comparable level of seroprevalence is shown for the categories «Doctors» and «Nurses» with a wide variation in indicators in professional groups, depending on a particular medical organization. The obtained results indicate the presence among medical workers who have suffered or have an asymptomatic course of infection caused by SARS-CoV-2, and confirm the relevance of further serological monitoring in medical organizations of various profiles. The results of serological monitoring, taking into account age and professional aspects, can serve as the basis for adjusting preventive measures on the basis of individual medical organizations, and taking into account the recommendations of Rospotrebnadzor and the selection of contingents for vaccination against SARS-CoV-2. **Conclusions:** For the MR of various medical institutions in Kazan, the seroprevalence for antibodies to the SARS-CoV-2 virus is 16.4%; Age aspects affect the level of seroprevalence in MR; The obtained results indicate the presence of persons among MR who have had or have an asymptomatic course of infection caused by SARS-CoV-2, and confirm the relevance of further serological monitoring in medical organizations of various profiles

Keywords: SARS-CoV-2, IgG, ELISA, seroprevalence, healthcare professionals, age, profession
No conflict of interest to declare.

For citation: Agafonova EV, Kulikov SN, Reshetnikova ID et al. Seroprevalence study results to SARS-CoV-2 in healthcare workers: age and professional aspects. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(2): 49–57 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-2-49-57>.

Введение

Коронавирусная инфекция SARS-CoV-2 – инфекционное заболевание, вызываемое новым штаммом вируса SARS-CoV-2, который был выявлен в декабре 2019 г. Заболевание, вызываемое SARS-CoV-2, отмечено на всех континентах и практически во всех странах [1]. Возбудитель новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 является РНК-вирусом, таксономически относящимся к царству *Riboviria*, отряду *Nidovirales*, подотряду *Cornidovirineae*, семейству *Coronaviridae*, подсемейству *Orthocoronavirinae*, роду *Betacoronavirus*, подроду *Sarbecovirus*, виду SARS, отнесен ко II группе патогенности [2]. Инфекционный процесс при SARS-CoV-2 сопровождается выработкой антител трех типов: IgA, IgM и IgG. Уровень IgA и IgM быстро нарастает в начале инфекции, при этом выработка IgA постепенно падает, IgM – достигает максимума в острый период болезни. IgG также появляются в крови в острой стадии инфекционного процесса, но максимальная их выработка происходит обычно через 10–14 дней после перенесенной инфекции [3–6]. Определение уровней IgG у больных и контактных – важнейшая составляющая сероэпидемиологических исследований. Повышенная концентрации IgG свидетельствует о манифестной инфекции, позволяет идентифицировать бессимптомное (инаппарантное) течение заболевания, широту распространения инфекции среди континентов риска, оценивать ответ на вакцинацию и уровень популяционного иммунитета. IgG к вирусу SARS-CoV-2 определяют уровень гуморального иммунитета у пациентов,

инфицированных дольше недели или уже переболевших [3–6]. Сероэпидемиологические исследования популяционного иммунитета, проведенные в ряде стран, показывают, что эпидемический процесс SARS-CoV-2 интенсивнее, чем характеризующая его официальная регистрация заболеваемости населения по результатам ПЦР [3,7]. Медицинские работники (МР) в силу профессии – особая группа риска по SARS-CoV-2 [8]. К общим причинам риска инфицирования присоединяются профессиональные аспекты: циркуляция патогена в медицинских организациях, сложности в организации и осуществлении неспецифической профилактики (в частности, нехватка или неправильное использование средств индивидуальной защиты, несоблюдение противоэпидемических мер и пр.).

Оценка наличия специфических IgG к SARS-CoV-2 у больных, медицинских работников и лиц, не имеющих контакта с вирусом, показала, что в г. Ухане (КНР) частота встречаемости антител к вирусу в этих группах составляла 89,8, 4 и 1% соответственно [8]. Серологическое обследование сотрудников и пациентов амбулаторного диализного центра в США выявило, что через 21 день после общения с зараженным SARS-CoV-2 наличие специфических IgM и/или IgG выявляется у 23% пациентов, 44% сотрудников, причем клинические проявления инфекции отсутствовали [9].

С конца марта 2020 г. многие отечественные и зарубежные исследователи стали употреблять термин «серопревалентность» для оценки степени распространенности новой коронавирусной инфекции и/или доли в популяции людей,

Таблица 1. Распределение МР по медицинским организациям
Table 1. Distribution of medical workers by medical organizations

Группа медицинских организаций Group of medical organizations	«Высокий риск» «High risk»							«Умеренный риск» «Moderate risk»	«Низкий риск» «Low risk»	
	МС 1 МН1	МС 2 МН2	МС 3 МН3	МС 4 МН4	МС 5 МН5	МС 6 МН6	МС 7 МН7	СМП AmbS	АПП MOOA	СП SC
Сокращённое обозначение медицинской организации Abbreviated name of the medical organization										
Количество медицинских работников Number of medical worker	40	40	30	30	40	39	20	40	20	49

Примечание: МС – многопрофильные стационары (№ 1–7), СМП – станция скорой медицинской помощи, АПП – медицинская организация, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, СП – специализированная поликлиника.
 Note: МН – multidisciplinary hospitals (№ 1–7), AmbS – ambulance station, MOOA – medical organization that carries out outpatient activities, SC – specialized clinic.

выработавших антитела к вирусу SARS-CoV-2 [10–14]. При изучении серопревалентности различных контингентов важным является анализ профессиональных и возрастных аспектов. По результатам широкомасштабного исследования по изучению популяционного иммунитета к коронавирусной инфекции в Российской Федерации, инициированного Роспотребнадзором, в Санкт-Петербурге максимальный уровень серопревалентности отмечен среди работников здравоохранения (27,1%), наряду с работниками образования 26,4% и бизнеса 25% [10].

В целом результаты проведенных в РФ эпидемиологических исследований свидетельствуют об отсутствии какой-то определенной возрастной группы населения, наиболее подверженной коронавирусной инфекции [11]. В отдельном исследовании (Волгоградская область) показано, что чаще болеют лица, входящие в возрастные группы 40–49 лет (18,1%) и 50–59 лет (19,8%) [12]. Исследования, проведенные в Тюменской области, также показали, что серопревалентность является максимальной в возрастной группе 40–49 лет [13]. В исследованиях, проведенных в Санкт-Петербурге, отмечен высокий уровень серопревалентности среди детей в возрасте до 17 лет, также более высоким был уровень в возрастной категории старше 60 лет [10]. Данные аспекты изучения коллективного иммунитета в выявлении серопревалентности в группе МР практически не представлены. Вместе с тем информация о серопревалентности отдельных категорий МР, особенно медсестер и врачей, позволит стратегически правильно укомплектовать персонал и тем самым уменьшить риски заражения, которому подвергаются МР в период пандемии COVID-19.

Цель исследования – изучение серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 в различных

возрастных и профессиональных группах МР г. Казани.

Материалы и методы

Проведено выборочное изучение серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 348 МР из 10 медицинских организаций г. Казани. Первая группа организаций (предполагаемый «Высокий риск») включала в себя 7 многопрофильных стационаров (МС 1–7) г. Казани, которые были перефилированы для оказания медицинской помощи больным коронавирусной инфекцией, вторая группа (предполагаемый «Умеренный риск») – станцию скорой медицинской помощи (СМП) и медицинскую организацию, оказывающую амбулаторно-поликлиническую помощь (АПП), третья группа (предполагаемый «Низкий риск») – специализированную поликлинику (СП) (табл. 1).

Отбор МР для исследования проводился методом случайной выборки [14]. После подписания участником исследования информированного согласия с помощью специально разработанной анкеты были собраны амнестические данные. Анкета содержала вопросы, касающиеся: симптомов ОРВИ в течение последних 14 дней (повышение температуры тела, сухой кашель с небольшим количеством мокроты, боли в мышцах, утомляемость, одышка, ощущение заложенности в груди); перенесенных за последние 3 месяца фарингите/трахеите, бронхите и внебольничной пневмонии; пребывания в регионах неблагоприятных по SARS-CoV-2; принадлежности к группе риска (наличие сопутствующих заболеваний: сердечно-сосудистых, хронических неспецифических болезней легких, сахарного диабета и др.). Отдельным пунктом в анкете выделялся вопрос о наличии контакта с больными SARS-CoV-2, о результате исследования мазков из носоглотки/ротоглотки на наличие SARS-CoV-2.

Для выявления IgG использовался двухстадийный непрямой вариант твердофазного ИФА тест-системы «SARS-CoV-2-Ig G-ИФА-БЕСТ» АО «Вектор-Бест», Россия.

Рассчитывали коэффициент позитивности (КП) – соотношение значения оптической плотности опытного образца (ОПобр) к значению оптической плотности отрицательного контрольного образца (ОП К-)+0,2. Результат считался отрицательным при КП < 0,8, положительным – при КП ≥1,1 и пограничным – при 0,8 < КП < 1,1.

Участники исследования по профессиональному признаку были выделены в группы: «Врачи», «Медицинские сестры», «Младший медицинский персонал», «Прочие медицинские работники», по возрасту – 18–29, 30–39, 40–49, 50–59 и 60–69 лет.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Казанский НИИ эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора.

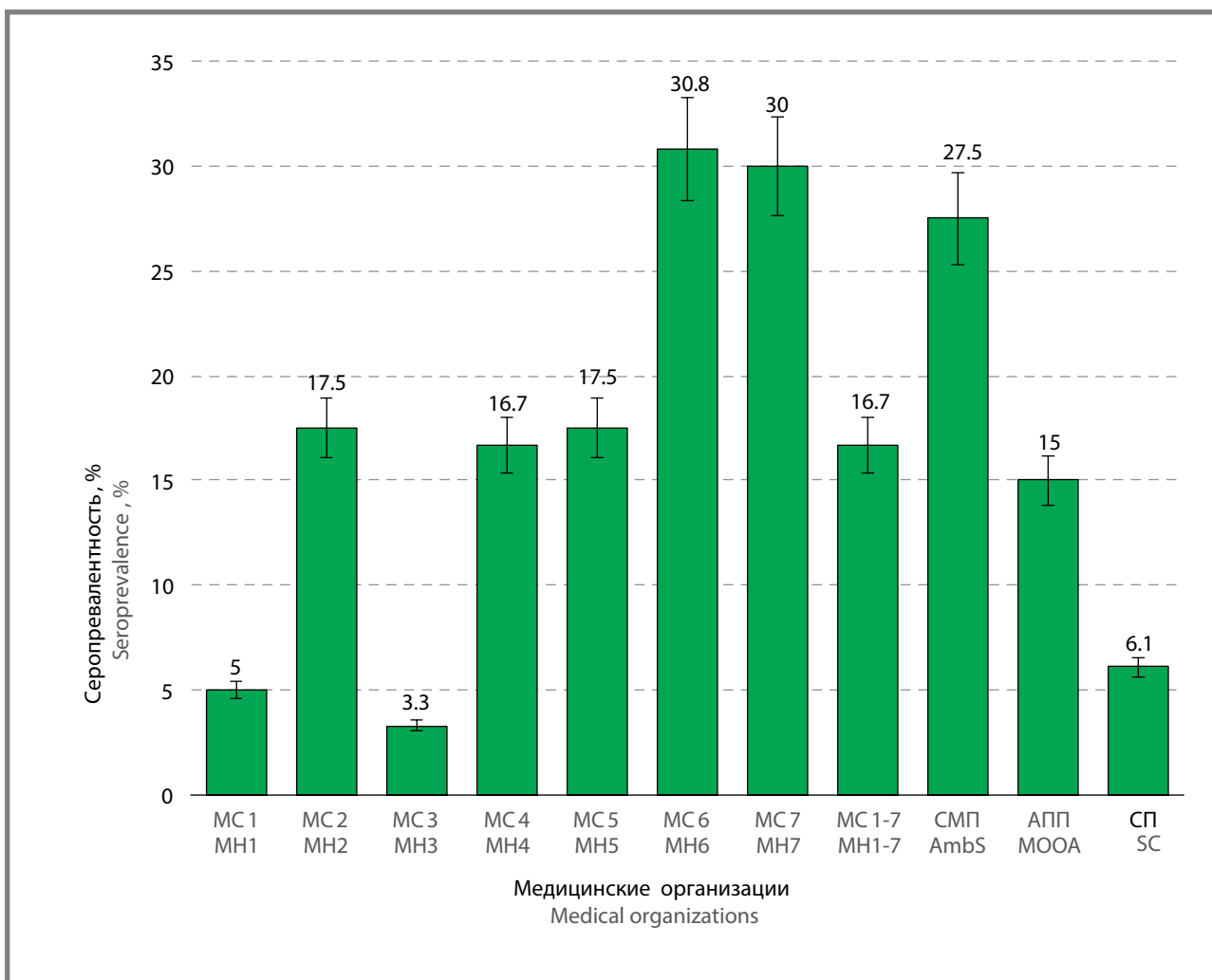
Для статистической обработки данных использовали программу MS Excel. Рассчитана ошибка

относительной величины ($P \pm m_p$), и 95% доверительный интервал частоты встречаемости. Для оценки достоверности различий применяли критерий Стьюдента (t-критерий) для независимых выборок. Считали различия достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На момент исследования у всех МР отсутствовали симптомы фарингита, трахеита, бронхита и внебольничной пневмонии в течение предшествующих 3 месяцев, симптомы ОРВИ – в течение предшествующих 14 дней; были отрицательными результаты исследований мазков из носоглотки/ротоглотки на наличие SARS-CoV-2. Положительные результаты на IgG к вирусу SARS-CoV-2 были обнаружены у 57 МР из 348 обследованных, что составило 16,4%. Серопревалентность по медицинским организациям имела широкую амплитуду колебаний и регистрировалась в пределах 3,3–30,8% (рис. 1). Полученные данные были сопоставимы с результатами проводимых по проекту Роспотребнадзора

Рисунок 1. Показатели серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 у МР медицинских организаций
Figure 1. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus of medical workers of medical organizations



Примечание: МС – многопрофильные стационары (№ 1–7), СМП – станция скорой медицинской помощи, АПП – медицинская организация, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, СП – специализированная поликлиника.
 Note: MH – multidisciplinary hospitals (№ 1–7), AmbS – ambulance station, MOOA – medical organization that carries out outpatient activities, SC – specialized clinic.

широкомасштабных популяционных исследований, в которых отмечена серопозитивность работников здравоохранения на уровне 27,1% [10].

Выявление антител к вирусу SARS-CoV-2 свидетельствует, что человек, вероятнее всего, уже болел коронавирусной инфекцией [3–5,7]. IgG к вирусу SARS-CoV-2 определяют напряженность иммунитета у пациентов, инфицированных дольше недели [5,7]. Серопревалентность по IgG у МР при отсутствии симптомов инфекции может формироваться естественным путем при циркуляции вируса в окружающей среде [15]. Рассматривать полученные данные возможно в двух аспектах: первый связан с инapparантной сероконверсией (наличие титра антител в отсутствие манифестации инфекции) [15], а второй связан с данными об отсутствии симптомов SARS-CoV-2 практически у всех обследованных МР при тщательном сборе эпидемиологического анамнеза [16,17]. Таким образом, наши данные свидетельствуют о значимости бессимптомных форм коронавирусной инфекции в формировании серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 среди МР.

Важным показателем, характеризующим специфический популяционный иммунитет в рассматриваемой группе риска, являются показатели серопревалентности в отдельных медицинских организациях (см. рис. 1). Так, серопревалентность, значительно превышающая средние показатели, отмечалась как в группе 1 («Высокий риск») – МС 6 ($30,8 \pm 2,47\%$, $p < 0,05$), МС 7 ($30 \pm 2,4\%$, $p < 0,05$), так и в группе 2 («Умеренный риск») – СМП ($27,5 \pm 2,2\%$, $p < 0,05$). Вместе с тем необходимо отметить, что в некоторых медицинских организациях, отнесенных к группе «Высокого риска», показатель серопревалентности был низким – $3,3 \pm 0,26\%$ для МС 3 и $5 \pm 0,4\%$ для МС 1. Для группы «Низкий риск» уровень серопревалентности составил $6,1 \pm 0,48\%$. Такая широкая амплитуда показателя серопревалентности в разных организациях может свидетельствовать о различии в эффективности противоэпидемических мер в этих организациях, а также о вероятности влияния на серопозитивность, кроме профессиональных и других факторов в распространении инфекции.

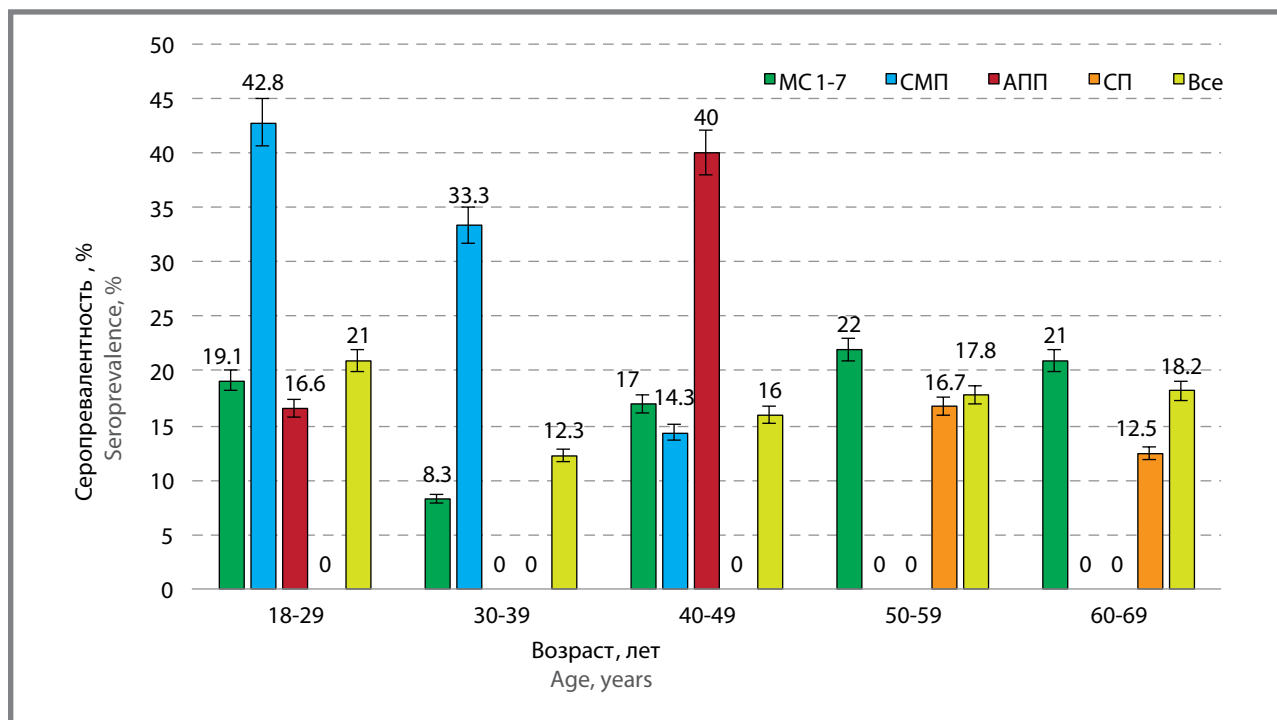
По возрасту (рис. 2) максимальный показатель серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 отмечен в возрастной группе 18–29 лет ($21 \pm 1,1\%$, $p < 0,05$), наименьший – 30–39 лет ($12,3 \pm 0,61\%$, $p < 0,05$), в возрастных группах 40–49 и 50–59 лет уровень серопревалентности увеличивался, однако достоверные различия с группой 30–39 лет отмечены только для возрастной группы 60–69 лет ($18,2 \pm 0,91\%$, $p < 0,05$). Таким образом, две возрастные группы 18–29 и 60–69 лет имели максимальные уровни серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2. Максимальный уровень серопревалентности в группе самых молодых МР согласуется с данными, полученными в ходе реализации масштабного проекта Роспотребнадзора по изучению

популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 в Санкт-Петербурге [10]. Возможным объяснением может быть «инфекционный багаж» – частые ОРВИ, перенесенные в разные периоды детства (особенно актуальным в данном аспекте является пятый, критический период – подростковый возраст), более высокой социальной активностью лиц молодого возраста, а также, вероятно, и более высокой напряженностью иммунного ответа. Подтверждением этому является превалирование очень высокого и высокого КП ($63,5 \pm 6,6\%$) в возрастной группе 18–29 лет. Также может иметь место и влияние эпидемиологических факторов: лица молодого возраста (18–29 лет) по сравнению с другими возрастными категориями ведут социально гораздо более активный образ жизни, предполагающий более обширные и частые контакты с большим количеством людей, нередко пренебрегая индивидуальными противоэпидемическими мерами (дистанцирование, ношение масок и т.п.). Более низкий уровень серопревалентности у лиц других возрастных групп можно объяснить меньшей мобильностью или более строгим соблюдением правил противоэпидемического режима и изоляции. Некоторое увеличение сероконверсии в самой старшей возрастной группе (60–69 лет) также можно объяснить перекрестным иммунитетом к ранее перенесенным ОРВИ на протяжении жизни, в отличие от возраста 18–29 лет в данной группе превалируют низкий и средний уровни КП ($51,9 \pm 3,6\%$), по-видимому, характеризующие перекрестную реактивность с другими низковирулентными представителями β -коронавирусов человека [8,9].

У МР медицинских стационаров, реперфилированных для лечения коронавирусной инфекции, структура серопревалентности по возрасту (см. рис. 2) была схожа с таковой в целом. Максимально высокая серопревалентность регистрировалась в возрастных группах 50–59, 60–69 лет ($22 \pm 0,5\%$ и $21 \pm 0,6\%$ соответственно $p < 0,05$), более низкая – 30–39 лет ($8,3 \pm 0,19\%$). На фоне широкой амплитуды колебаний в группе 1 обращало внимание превалирование серопозитивности в определенных возрастных группах в некоторых МС (табл. 2) – 18–29 лет – МС 2 ($50 \pm 2,7\%$, $p < 0,05$), 50–59 лет – МС 7 ($50 \pm 2,8\%$, $p < 0,05$), 60–69 лет – МС 5 (100% , $p < 0,05$), МС 2 ($50 \pm 3,0\%$, $p < 0,05$). В группе 2 (предполагаемый «Умеренный риск») практически все МР старше 50 лет были серонегативными. Настораживает высокая серопревалентность ($42,8 \pm 2,5\%$, $p < 0,05$) в группе 18–29 лет среди МР СМП, что отражает как профессиональный состав, так и, возможно, недостаточную эффективность противоэпидемических мероприятий. В МР 3 группы (предполагаемый «Низкий риск») серопозитивные сыворотки регистрировались только в возрастных группах 50–59 и 60–69 лет ($16,7 \pm 0,83\%$ и $12,5 \pm 0,62\%$ соответственно).

Рисунок 2. Показатели серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 в различных возрастных группах у МР медицинских организаций

Figure 2. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus in various age groups of medical workers of medical organizations



Примечание: MC – многопрофильные стационары (№ 1–7), СМП – станция скорой медицинской помощи, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, АПП – медицинская организация, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, СП – специализированная поликлиника.
 Note: MH – multidisciplinary hospitals (№ 1–7), AmbS – ambulance station, MOOA – medical organization that carries out outpatient activities, SC – specialized clinic.

Таким образом, нами выделены особые категории риска по возрастному фактору среди МР медицинских организаций, переобученных для оказания медицинской помощи пациентам с SARS-CoV-2, и скорой медицинской помощи – 18–29 и МР старше 50 лет. Наши данные совпадают с результатами исследований, в которых обобщен опыт работы здравоохранения Италии в условиях эпидемии SARS-CoV-2, когда при нехватке персонала в организациях, оказывающих медицинскую помощь заболевшим, к работе привлекались вышедшие на пенсию медики, испытавшие высокий риск инфицирования вирусом SARS-CoV-2 [18].

Распределение серопревалентности по профессиональным категориям МР в целом по обследуемому контингенту продемонстрировало сопоставимые данные в группах «Врачи» и «Медицинские сестры» ($16,1 \pm 0,8\%$ и $17,1 \pm 0,85\%$, $p > 0,05$ соответственно) (рис. 3). Серопревалентность в группе «Младший медицинский персонал» была заметно ниже – $10 \pm 0,26\%$. Однако стоит отметить широкое варьирование этого показателя в одной и той же профессиональной группе в зависимости от конкретной медицинской организации (см. табл. 3). Так, в группе «Врачи» уровень серопревалентности варьировал от 0 до $40 \pm 2,0\%$, а в группе «Медицинские сестры» – от $4,5 \pm 0,22$ до $31,3 \pm 1,57\%$. Относительно высокая серопревалентность в группе «Прочий медицинский персонал» ($17,8 \pm 0,9\%$), практически сопоставимая с группами

«Врачи» и «Медицинские сестры», была обусловлена MC 2, где лишь 10% суммарной серопревалентности приходилось на врачей и медицинских сестер, гораздо больше на группу «Прочие медицинские работники» – $36,5 \pm 1,82\%$. По-видимому, в этой организации именно в этой группе уровень противоэпидемических мер и их контроль были недостаточно эффективными.

Для СМП отмечена высокая серопревалентность в обеих группах – «Врачи» и «Медицинские сестры» – $40 \pm 2,0$ и $25,7 \pm 1,28\%$ соответственно. Тогда как в АПП на фоне высокого показателя серопревалентности группы «Медицинские сестры» ($28,6 \pm 1,43\%$) отмечена низкая частота встречаемости положительных результатов у врачей ($8,3 \pm 0,41\%$, $p > 0,05$). Таким образом, среди МР СМП, с учетом данных по возрастному фактору, именно профессиональная категория «Медицинские сестры» в возрасте 18–29 лет оказалась наиболее уязвимой и подверженной инфицированию SARS-CoV-2. Малая доля положительных проб среди МР СП может быть следствием, прежде всего, карантинных мер, во время которых сотрудники данной организации были переведены на удаленную форму работы, что исключило возможность профессиональных контактов.

В дальнейшем накопление информации о серопревалентности профессиональных категорий МР позволит стратегически правильно укомплектовать персонал по уходу за пациентами с SARS-CoV-2

Таблица 2. Показатели серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 в различных возрастных группах у МР медицинских организаций

Table 2. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus in various age groups of medical workers of medical organizations

Медицинская организация Medical organization	Количество Number	Количество IgG+ Number IgG+	18–29 лет		30–39 лет		40–49 лет		50–59 лет		60–69 лет	
			Всего Total	Кол-во IgG+ / % (M±m) Number IgG+ / % (M ±m)	Всего Total	Кол-во IgG+ / % (M±m) Number IgG+ / %	всего Total	Кол-во IgG+ / % (M±m) Number IgG+ / %	Всего Total	Кол-во IgG+ / % (M±m) Number IgG+ / %	Всего Total	Кол-во IgG+ / % (M±m) Number IgG+ / %
МС 1 МН 1	40	2	12	2/16,7 ± 0,9	10	–	13	–	5	–	–	–
МС 2 МН 2	40	7	6	3/50,0 ± 2,7	6	1/16,7 ± 0,12	18	1/5,6 ± 0,09	8	1/12,5 ± 0,05	2	1/50,0 ± 2,5
МС 3 МН 3	30	1	3	–	10	–	6	–	8	1/12,5 ± 0,1	3	–
МС 4 МН 4	30	5	3	1/33,3 ± 1,5	11	0	10	2/20,0 ± 0,17	5	1/20,0 ± 0,22	1	1/100,0
МС 5 МН 5	40	7	16	1/6,2 ± 0,5	11	1/10 ± 0,08	6	2/33,3 ± 0,14	7	3/42,9 ± 2,6	–	–
МС 6 МН 6	39	12	3	1/33 ± 0,1	10	3/33,3 ± 0,13	14	7/50,0 ± 2,4	9	1/11,1 ± 0,1	3	–
МС 7 МН 7	20	6	4	1/25,0 ± 0,2	2	0	1	–	8	4/50,0 ± 2,8	5	1/20,0 ± 0,12
СМП AmbS	40	11	7	3/42,8 ± 2,5	21	7/33,3 ± 0,15	7	1/14,3 ± 1,1	5	–	–	–
АПП МООА	20	3	6	1/16,6 ± 0,15	3	0	5	2/40,0 ± 3,5	6	–	–	–
СП SC	49	3	2	–	13	–	14	–	12	2/16,6 ± 0,8	8	1/12,5 ± 0,6

Примечание: МС – многопрофильные стационары (№ 1–7), СМП – станция скорой медицинской помощи, АПП – медицинская организация, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, СП – специализированная поликлиника.
Note: МН – multidisciplinary hospitals (№ 1–7), AmbS – ambulance station, МООА – medical organization that carries out outpatient activities, SC – specialized clinic.

и тем самым уменьшить риск заражения, которому подвергаются медицинские работники в период пандемии SARS-CoV-2.

Полученные нами результаты свидетельствуют о необходимости проведения индивидуального серологического мониторинга среди различных категорий МР, как в медицинских организациях, перепрофилированных для оказания медицинской помощи больным коронавирусной инфекцией, так и среди работников скорой помощи и амбулаторно-поликлинического первичного звена здравоохранения. Результаты серологического мониторинга в дальнейшем могут служить основой для коррекции индивидуальных профилактических мер на базе отдельных медицинских организаций, планирования противоэпидемических мероприятий, подбора контингентов для вакцинации против SARS-CoV-2.

Выводы

Среди МР различных медицинских организаций г. Казани серопревалентность по антителам к вирусу SARS-CoV-2 составляет 16,4%. Широкое

варьирование значения серопревалентности групп МР различных медицинских организаций может свидетельствовать о разном уровне эффективности противоэпидемических мероприятий и возможности использовать режим карантина в виде перевода работников на дистанционную форму работы. Отмечена значимость бессимптомных форм течения новой коронавирусной инфекции в формировании серопревалентности у МР.

Максимальный уровень серопревалентности среди МР отмечен в возрастных группах – 18–29 лет (21%) и 60–69 лет (18,2%). По профессиональному признаку уровень серопревалентности по категориям «Врачи» и «Медицинские сестры» сопоставим, но широко варьирует в профессиональных группах в зависимости от конкретной медицинской организации.

Наличие среди МР лиц, перенесших или имеющих бессимптомную форму течения инфекции, вызванную SARS-CoV-2, подтверждают актуальность дальнейшего проведения серологического мониторинга в медицинских организациях различного профиля.

Рисунок 3. Показатели серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 в различных профессиональных группах МП медицинских организаций. ММП – младший медицинский персонал, ПМП – прочие медицинские работники
Figure 3. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus in various professional groups of medical workers of medical organizations

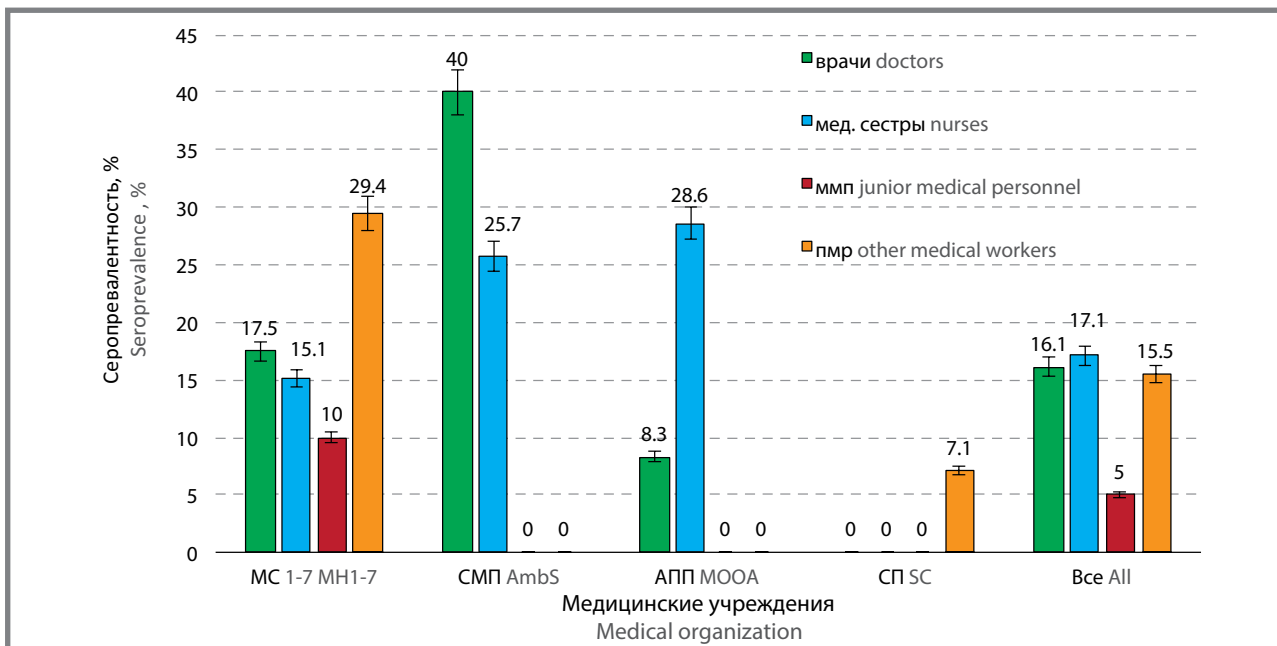


Таблица 3. Показатели серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 в различных профессиональных группах у МП медицинских организаций
Table 3. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus in various professional groups of medical workers of medical organizations

Медицинская организация / Medical organization	Количество / Number	Врачи / Doctors		Медицинские сестры / nurses		Младший медицинский персонал / junior medical personnel		Прочие медицинские работники / other medical workers	
		Всего / Total	Кол-во IgG+ / % (M ± m) / Number IgG+ / % (M ± m)	Всего / Total	Кол-во IgG+ / % (M ± m) / Number IgG+ / %	Всего / Total	Кол-во IgG+ / % (M ± m) / Number IgG+ / %	Всего / Total	Кол-во IgG+ / % (M ± m) / Number IgG+ / %
MC 1 MH 1	40	18	1/5,5 ± 0,35	22	1/4,5 ± 0,22	-	-	-	-
MC 2 MH 2	40	23	2/8,7 ± 0,45	6	1/16,7 ± 1,05	-	-	11	4/36,4 ± 1,82
MC 3 MH 3	30	11	1/9,1 ± 0,5	12	-	-	1/14,3 ± 0,9	-	-
MC 4 MH 4	30	11	2/18,2 ± 1,1	19	3/15,8 ± 0,8	-	-	-	-
MC 5 MH 5	40	23	3/13 ± 1,51	16	4/25 ± 1,8	1	-	-	-
MC 6 MH 6	39	25	10/40 ± 2,0	8	1/12,5 ± 1,0	-	-	6	1 / 16,7 ± 1,1
MC 7 MH 7	20	3	1/33,3 ± 1,9	16	5/31,3 ± 1,57	1	-	-	-
СМП AmbS	40	5	2/40 ± 2,0	35	9/25,7 ± 1,28	-	-	-	-
АПП МООА	20	12	1/8,3 ± 0,41	7	2/28,6 ± 1,43	1	-	-	-
СП SC	49	10	-	11	-	-	-	28	2/7,1 ± 0,4

Примечание: MC – многопрофильные стационары (№ 1 – 7), СМП – станция скорой медицинской помощи, АПП – медицинская организация, оказывающая амбулаторно-поликлиническую помощь, СП – специализированная поликлиника.
 Note: MH – multidisciplinary hospitals (№ 1 – 7), AmbS – ambulance station, MOOA – medical organization that carries out outpatient activities, SC – specialized clinic.

Результаты серологического мониторинга с учетом возрастных и профессиональных аспектов могут служить основой для корректирования профилактических мероприятий на базе

отдельных медицинских организаций и в соответствии с рекомендациями Роспотребнадзора подбора континентов для вакцинации против SARS-CoV-2.

Литература

- Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017.
- Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol.* 2020;5(4):536–544. doi: 10.1038/s41564-020-0695-z.
- Sethuraman N, Jeremiah SS, Ryo A. Interpreting Diagnostic Tests for SARS-CoV-2. *JAMA.* 2020 May 6. DOI: 10.1001/jama.2020.8259.
- Long QX, Liu BZ, Deng HJ, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in patients with COVID-19. *Nat Med.* 2020 Apr 29. DOI: 10.1038/s41591-020-0897-1.
- Wu F, Wang A, Liu M, et al. Neutralizing antibody responses to SARS-CoV-2 in a COVID-19 recovered patient cohort and their implications. Preprint at medRxiv. Доступно на: <https://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047365>.
- Kellam P, Barclay W. The dynamics of humoral immune responses following SARS-CoV-2 infection and the potential for reinfection. *Journal of General Virology* DOI/10.1109/jgv.0.001439.
- COVID-19-EPIDEMIC Immunity after SARS-CoV-2 infection – a rapid review. <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2020/immunity-after-sars-cov-2-infection-1st-update-report-2020>.
- Tao Liu, Sanyun Wu, Huangheng Tao, et al. Prevalence of IgG antibodies to SARS-CoV-2 in Wuhan – implications for the ability to produce long-lasting protective antibodies against SARS-CoV-2 doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.13.20130252>.
- Hains DS, Schwaderer AL, Carroll AE, et al. Asymptomatic Seroconversion of Immunoglobulins to SARS-CoV-2 in a Pediatric Dialysis Unit. *JAMA.* 2020 May 14. e208438. DOI:10.1001/jama.2020.8438.
- Popova A.YU., Ezhlova E.B., Melnikova A.A. и др. Популяционный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в активную фазу эпидемии COVID-19. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111752>.
- Кутырев В. В., Попова А. Ю., Смоленский В. Ю. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 2: особенности течения эпидемического процесса COVID-19 во взаимосвязи с проводимыми противоэпидемическими мероприятиями в мире и Российской Федерации. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2020;(2):6–12. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-2-6-12>
- Удовиченко С. К. Эпидемические проявления COVID-19 на территории Волгоградской области. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111740>
- Stepanova T. F., Sharuh G. V., Letushov A. N. и др. Применение методов анализа и прогнозирования временных рядов эпидемиологической ситуации новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Тюменской области. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111766>
- Протокол популяционного стратифицированного по возрасту сероэпидемиологического исследования инфекции COVID-19 у человека Версия: 2.0 Дата: 26 мая 2020 г. WHO/2019-nCoV/Seroepidemiology/2020.2.
- Smirnov V.S., Zaruabev V.V., Petlenko C. В. Биология возбудителей и контроль гриппа и ОРВИ. СПб: Гиппократ, 2020.
- Al-Tawfiq JA. Asymptomatic coronavirus infection: MERS-CoV and SARS-CoV-2 (COVID-19). *Travel Med Infect Dis.* 2020;35:101608. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101608.
- Gao Z, Xu Y, Sun C, et al. A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *J Microbiol Immunol Infect.* 2020;10.1016/j.jmii.2020.05.001. doi:10.1016/j.jmii.2020.05.001.
- Семенов А. В., Пшеничная Н. Ю. Уроки эпидемии COVID-19 в Италии. *Инфекция и иммунитет.* 2020;10(3):410–420. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-LTL-1468>.

References

- Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017.
- Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol.* 2020;5(4):536–544. doi: 10.1038/s41564-020-0695-z.
- Sethuraman N, Jeremiah SS, Ryo A. Interpreting Diagnostic Tests for SARS-CoV-2. *JAMA.* 2020 May 6. DOI: 10.1001/jama.2020.8259.
- Long QX, Liu BZ, Deng HJ, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in patients with COVID-19. *Nat Med.* 2020 Apr 29. DOI: 10.1038/s41591-020-0897-1.
- Wu F, Wang A, Liu M, et al. Neutralizing antibody responses to SARS-CoV-2 in a COVID-19 recovered patient cohort and their implications. Preprint at medRxiv. Available at: <https://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047365>.
- Kellam P, Barclay W. The dynamics of humoral immune responses following SARS-CoV-2 infection and the potential for reinfection. *Journal of General Virology* DOI/10.1109/jgv.0.001439.
- COVID-19-EPIDEMIC Immunity after SARS-CoV-2 infection – a rapid review. Available at: <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2020/immunity-after-sars-cov-2-infection-1st-update-report-2020>.
- Tao Liu, Sanyun Wu, Huangheng Tao et al. Prevalence of IgG antibodies to SARS-CoV-2 in Wuhan – implications for the ability to produce long-lasting protective antibodies against SARS-CoV-2 doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.13.20130252>.
- Hains DS, Schwaderer AL, Carroll AE, et al. Asymptomatic Seroconversion of Immunoglobulins to SARS-CoV-2 in a Pediatric Dialysis Unit. *JAMA.* 2020 May 14. e208438. DOI:10.1001/jama.2020.8438.
- Popova A.YU., Ezhlova E.B., Melnikova A.A. и др. Популяционный иммунитет к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в активную фазу эпидемии COVID-19. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111752>.
- Kutyrev V.V., Popova A.YU., Smolenskij V.YU., et al. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 2: особенности течения эпидемического процесса COVID-19 во взаимосвязи с проводимыми противоэпидемическими мероприятиями в мире и Российской Федерации. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2020;(2):6–12. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-2-6-12>
- Udovichenko S. K. Эпидемические проявления COVID-19 на территории Волгоградской области. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111740>
- Stepanova T. F., Sharuh G. V., Letushov A. N., et al. Применение методов анализа и прогнозирования временных рядов эпидемиологической ситуации новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Тюменской области. COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111766>
- Протокол популяционного стратифицированного по возрасту сероэпидемиологического исследования инфекции COVID-19 у человека Версия: 2.0 Дата: 26 мая 2020 г. WHO/2019-nCoV/Seroepidemiology/2020.2. (in Rus).
- Smirnov V.S., Zaruabev V.V., Petlenko S.V. Биология возбудителей и контроль гриппа и ОРВИ. СПб: Гиппократ, 2020. СПб: Гиппократ, (in Rus).
- Al-Tawfiq JA. Asymptomatic coronavirus infection: MERS-CoV and SARS-CoV-2 (COVID-19). *Travel Med Infect Dis.* 2020;35:101608. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101608.
- Gao Z, Xu Y, Sun C, et al. A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *J Microbiol Immunol Infect.* 2020;10.1016/j.jmii.2020.05.001. doi:10.1016/j.jmii.2020.05.001.
- Semenov A.V., Pshenichnaya N.YU. Uroki epidemii COVID-19 v Italii. *Infekciya i immunitet.* 2020;10(3):410–420. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-LTL-1468>.

Об авторах

- Елена Валентиновна Агафонова** – к. м. н., врач клинической лабораторной диагностики консультативно- диагностической поликлиники инфекционно-аллергических заболеваний Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии; ассистент кафедры пропедевтики детских болезней Казанского государственного медицинского университета. agafono@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4411-8786.
- Сергей Николаевич Куликов** – к. б. н., ведущий научный сотрудник лаборатории иммунологии и разработки аллергенов Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии. kuliiks@yandex.ru. ORCID : 0000-0001-6260-2363.
- Ирина Дмитриевна Решетникова** – к. м. н., заместитель директора по научной работе Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии; доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины Казанского (Приволжского) федерального университета, 420015, Россия, г. Казань, ул. Б. Красная, 67. +7(843) 236-67-21; факс +7(843) 236-67-41. reshira@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3584-6861.
- Юрий Александрович Тюрин** – к. м. н., заведующий лабораторией иммунологии и разработки аллергенов, ведущий научный сотрудник Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии; ассистент кафедры биохимии и клинической лабораторной диагностики Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии. tyurin.yurii@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-2536-3604.
- Гульнара Фанилевна Гилязутдинова** – врач-эпидемиолог консультативно-диагностической поликлиники инфекционно-аллергических заболеваний Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии. florime17@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-9159-2205.
- Дмитрий Владимирович Лопушов** – к. м. н., доцент кафедры профилактической медицины и экологии человека Казанского государственного медицинского университета; доцент кафедры эпидемиологии и дезинфектологии Казанской государственной медицинской академии – филиала ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. doctor225@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8896-969X.
- Наталья Дмитриевна Шайхразиева** – к. м. н., доцент кафедры эпидемиологии и дезинфектологии Казанской государственной медицинской академии – филиала ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. epid-gkb7@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2241-3100.
- Гузель Шавхатовна Исаева** – д. м. н., профессор, заместитель директора по инновационному развитию Казанского НИИ эпидемиологии и микробиологии; заведующая кафедрой микробиологии имени академика В. М. Аристовского Казанского государственного медицинского университета. kniem@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1462-8734.
- Васил Бидалович Зиятдинов** – д. м. н., Казанский НИИ эпидемиологии и микробиологии. kniem@mail.ru. ORCID : 0000-0001-8029-6515.

Поступила: 4.09.2020. Принята к печати: 22.03.2021.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- Elena V. Agafonova** – Cand. Sci. (Med.), laboratory diagnostics doctor Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, assistant Department of Propedeutics of Childhood Diseases Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia. agafono@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4411-8786.
- Sergey N. Kulikov** – Cand. Sci. (Bio.), leading researchers at immunology laboratory of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. kuliiks@yandex.ru. ORCID : 0000-0001-6260-2363.
- Irina D. Reshetnikova** – Cand. Sci. (Med.), Deputy Head of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, 67, Bolshaya Krasnaya str., Kazan, Russia, 420015, Senior lecturer of Kazan Federal University, Kazan, Russia. +7 (843) 236-67-21. reshira@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3584-6861.
- Yuriy A. Tyurin** – Cand. Sci. (Med.), head of immunology laboratory of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Assistant at the Department of Biochemistry and Clinical Laboratory Diagnostics Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia. tyurin.yurii@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-2536-3604.
- Guynara F. Gilyazutdinova** – Cand. Sci. (Med.), epidemiologist of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. florime17@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-9159-2205.
- Dmitriy V. Lopushov** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Preventive Medicine and Human Ecology Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia; Associate Professor at the Department of Epidemiology and Disinfectology of Kazan State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia. doctor225@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8896-969X.
- Natalya D. Shaykrazieva** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Epidemiology and Disinfectology of Kazan State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia. epid-gkb7@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2241-3100.
- Gyzel Sh. Isaeva** – Dr. Sci. (Med.), professor, Deputy Director for Innovative Development of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology; Head of the Department of Microbiology named after Academician V.M. Aristovskiy of Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia. kniem@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1462-8734.
- Vasil B. Ziatdinov** – Dr. Sci. (Med.), professor, head of Kazan Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. kniem@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8029-6515.

Received: 4.09.2020. Accepted: 22.03.2021.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.