https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-5-32-38

Оценка уровня сероконверсии к SARS-CoV-2 у персонала медико-санитарной части

А. И. Блох[1, 2], И. И. Панюшкина[3], П. О. Пахтусова[2], И. В. Сергеева[1], Л. И. Левахина[1], И. П. Бурашникова[2], Н. Г. Анпилова[2], Н. А. Пеньевская[1, 2], О. А. Пасечник*[1, 2], Н. В. Рудаков[1, 2]

[1] ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, г. Омск

[2] ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Минздрава России, г. Омск

[3] БУЗОО «Клиническая медико-санитарная часть № 9» г. Омск

Резюме

Актуальность. *Изучение распространенности антител среди медицинских работников дает понимание потенциального риска передачи возбудителя инфекции, уровня коллективного иммунитета, внедрения специфической иммунизации и стратификации риска в различных сферах профессиональной деятельности.* ***Цель.*** *Оценка уровня сероконверсии к SARS-CoV-2 у персонала медико-санитарной части, оказывающей населению амбулаторно-поликлиническую и стационарную медицинскую помощь.* ***Материалы и методы.*** *Исследование по оценке серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 проведено на территории Омской области с сентября 2020 г. по декабрь 2020 г. В исследование были включены 2 группы работников непрерывно действующих организаций г. Омска: основная группа – работники медико-санитарной части Омска (n = 631), контрольная группа – работники двух промышленных предприятий (n = 1696). Содержание иммуноглобулинов класса G к вирусу SARS-CoV-2 определяли методом иммуноферментного анализа.* ***Результаты.*** *Среди медицинских работников доля лиц с положительной реакцией на IgG составила 73,1% (n = 461; 95% ДИ 69,5–76,4%). В контрольной группе доля серопозитивных была в 3,9 раза меньше – 18,6% (n = 315; 95% ДИ 16,8–20,5). У работников медицинской организации выявлены значимые различия серопревалентности у мужчин и женщин (χ^2 = 4,164; p = 0,0413). Сероконверсия у младшего медицинского персонала составила 85,4% (95% ДИ 71,6–93,1), у врачей – 63,3% (95% ДИ 55,0–70,9). Наибольший показатель серопревалентности выявлен среди медицинских работников стационара – 81,9%, наименьший – среди сотрудников административно-хозяйственной службы – 51,8%.* ***Выводы.*** *Уровень сероконверсии у персонала медико-санитарной части значимо выше, чем у населения других профессиональных групп, причем среди медицинских работников самая высокая доля сероконверсии у младшего медицинского персонала и медицинских работников стационара.*

Ключевые слова: *коронавирус, SARS-CoV-2, COVID-19, медицинские работники, серопревалентность, факторы риска, медицинская организация*

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: *Блох А. И., Панюшкина И. И., Пахтусова П. О. и др. Коллективный иммунитет к SARS-CoV-2 и связанные с ним факторы среди медицинских работников. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021;20(5): 32–38. https://doi:10.31631/2073-3046-2021-20-5-32-38.*

Assessment of Seroconversion to SARS-CoV-2 in Health Care Unitunit Personnel

*AI Blokh[1, 2], II Panyushkina[3], PO Pakhtusova[2], IV Sergeeva[1], LI Levahina[1], IP Burashnikova[2], NG Anpilova[2], NA Penyevskaya[1, 2], OA Pasechnik**[1, 2], NV Rudakov[1, 2]*

[1]Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Russia

[2]Omsk State Medical University, Russia

[3]Clinical Medical and Sanitary hospital № 9, Omsk,Russia

Abstract

Relevance. *The novel coronavirus pandemic is a major burden on public health and healthcare professionals. The study of the prevalence of antibodies among medical workers provides an understanding of the potential risk of transmission of the infectious agent, the level of herd immunity, the introduction of specific immunization and risk stratification in various areas of professional activities.* ***The purpose*** *of this study was to assess the level of specific antibodies to SARS-CoV-2 in the personnel*

** Для переписки: Пасечник Оксана Александровна, д. м. н., доцент, заведующая кафедрой общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, 644050, г. Омск, ул. Мира. +7 (906) 197-41-87, opasechnik@mail.ru. ©Блох А. И. и др.*

*** For correspondence: Pasechnik Oksana A., Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Public Health and Healthcare of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Medical University of the Ministry of Public Health of Russia, 9, st. Mira, Omsk, 644050, Russia. +7 (906) 197-41-87, opasechnik@mail.ru. ©Blokh AI et al.*

of the medical and sanitary unit, providing the population with outpatient and inpatient medical care. ***Materials and methods.*** *A study to assess seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus was carried out in the Omsk region from September 2020 to December 2020. The study included 2 groups of employees of continuously operating organizations – the main group – employees of the medical and sanitary unit of the city of Omsk (n = 631), the control group consisted of employees of two industrial enterprises in the city of Omsk (n = 1696). The level of class G immunoglobulins to the SARS-CoV-2 virus was determined by enzyme-linked immunosorbent assay.* ***Results.*** *Among medical workers, the proportion of people with a positive reaction to IgG was 73.1% (n = 461; 95% CI 69.5–76.4%). In the control group, the proportion of those who were seropositive was 3.9 times less than that – 18.6% (n = 315; 95% CI 16.8–20.5). Significant differences in seroprevalence in men and women were revealed in medical workers (χ^2 = 4.164; p = 0.0413). The highest proportion of seroconversion was found in nursing staff – 85,4% (95% CI 71.6 – 93.1), in doctors – 63.3% (95% CI 55.0–70.9). The highest rate of seroprevalence was found among hospital medical workers – 81.9%, the lowest among employees of the administrative and economic service – 51,8%.* ***Conclusions.*** *The level of specific antibodies to SARS-CoV-2 among medical workers significantly exceeded that of other professional groups, and there was a high proportion of seroconversion among junior medical personnel and in-patient medical unit workers.*

Keywords: *coronaviridae, SARS-CoV-2, COVID-19, health care worker, seroprevalence, risk factors, medical organization*
No conflict of interest to declare.

For citation: *Blokh AI, Panyushkina II, Pakhtusova PO, et al. Herd immunity to SARS-CoV-2 and related factors among health care workers. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2021;20(5): 32–38 (In Russ.). https://doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-5-32-38.*

Введение

Стремительное распространение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) приняло масштабы пандемии, о чем было заявлено Всемирной организацией здравоохранения 11 марта 2020 г., и уже к середине осени 2021 г. число заражений перевалило за 240 млн, число умерших приближается к 5 млн человек [1,2].

Продолжающаяся пандемия во всем мире создала беспрецедентную нагрузку на службы здравоохранения, медицинских работников – врачей, средний и младший медицинский персонал, лаборантов, работников вспомогательных служб, находящихся длительное время в зоне высокого риска передачи инфекции [3].

Организация и оказание различных видов медицинской помощи большому количеству пациентов, как с подтвержденным диагнозом новой коронавирусной инфекции, так и лицам с бессимптомным течением, в условиях пандемии способствовали более высоком риску инфицирования медицинских работников, чем населения в целом [4].

На фоне развивающейся пандемии COVID-19 в мире обострилась проблема нехватки медицинского персонала в учреждениях здравоохранения, существенно увеличилась нагрузка на медицинских работников отделений реанимации и интенсивной терапии, чем в допандемический период [5].

В системе эпидемиологического надзора важная роль принадлежит серологическому мониторингу и сероэпидемиологическим исследованиям, в ходе которых сведения о выявленных антителах являются источником информации об уровне иммунитета в популяции в целом и в отдельных группах населения в частности.

Оценка превалентности к SARS-CoV-2 представляет интерес сразу в двух аспектах: как маркер заражения, в том числе закончившегося бессимптомным течением, и как предиктор эпидемиологических рисков распространения инфекционного заболевания в соответствующей популяции.

Изучение серопревалентности среди медицинских работников имеет решающее значение для понимания потенциального риска передачи, распространенности коллективного иммунитета, внедрения специфической иммунизации и стратификации риска в различных сферах профессиональной деятельности [6].

Цель исследования – оценка серопревалентности к SARS-CoV-2 у персонала медико-санитарной части, оказывающей населению амбулаторно-поликлиническую и стационарную медицинскую помощь.

Материалы и методы

Исследование проводилось на территории Омской области (г. Омск) с сентября 2020 г. по декабрь 2020 г. Оценка динамики и возрастной структуры заболеваемости населения Омской области COVID-19 проводилась по данным официального учета выявленных случаев, представляемым ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области».

В исследование по оценке серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 были включены 2 группы работников непрерывно действующих организаций: основная группа – работники медико-санитарной части г. Омска (n = 631), которая на период перепрофилирования ряда лечебных учреждений г. Омска под стационары для оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19 использовалась для оказания скорой медицинской помощи практически всему населению города и области, исключая больных с подтвержденным диагнозом COVID-19.

Среди включенных в исследование доля женщин составила 87,6% (n = 553), возрастные группы распределены следующим образом:

18–30 лет – 11,8%, 31–45 лет – 41,0%, 46–59 – 32,0%, 60 и старше – 15,2%. Вакцинированных против COVID-19 на момент исследования не было.

Контрольную группу, включающую 22,1% женщин, составили работники двух промышленных предприятий г. Омска (n = 1696) возрастные группы: 18–30 лет – 26,1%, 31–45 лет – 50,5%, 46–59 – 20,9%, 60 и старше – 2,5%.

Отбор образцов крови проводился с сентября по ноябрь 2020 г. Из исследования были исключены сыворотки крови лиц, проходивших внеплановое обследование в целях диагностики COVID-19 по клиническим показаниям.

Антитела к SARS-CoV-2 определяли методом иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов для иммуноферментного выявления иммуноглобулинов класса G к вирусу SARS-CoV-2: «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» (производитель «Вектор Бест», Россия).

Метод основан на двухстадийном «непрямом» варианте твердофазного иммуноферментного анализа с использованием рекомбинантного антигена SARS-CoV-2. Оценка напряженности иммунитета проводилась в зависимости от коэффициента позитивности (КП): результат анализа считался положительным, если КП образца ≥1,1; отрицательным при КП < 0,8; пограничным, если 0,8 ≤ КП < 1,1.

Статистический анализ полученных результатов выполнялся по нескольким направлениям с помощью Epitools (https://epitools.ausvet.com.au/). В качестве общей характеристики иммунной прослойки в соответствующем учреждении использовалась доля положительных результатов с 95% доверительным интервалом по Wilson [7]. Сравнение уровня коллективного иммунитета между сотрудниками медицинской организации и сотрудниками промышленных предприятий проводилось с помощью критерия хи-квадрат (χ^2). Для выявления тренда в повозрастных показателях серопревалентности использовался критерий Кокрана-Армитажа. Во всех случаях проверки статистических гипотез статистически значимыми считались результаты при $p \le 0,05$.

Результаты и обсуждение

На территории Омской области регистрация случаев новой коронавирусной инфекции, вызванной SARS-CoV-2, началась с 27 марта 2020 г., когда были выявлены первые завозные случаи инфекции. С 1 августа 2020 г. по 1 января 2021 г. был зарегистрирован 23 741 лабораторно подтвержденный случай COVID-19 (рис. 1).

На начало проведения исследования среди населения Омской области кумулятивно (по состоянию на 01.09.2020 г.) доля заболевших новой коронавирусной инфекции составила 0,48% (рис. 2). Наибольшая доля заболевших COVID-19 наблюдалась в возрастной группе лиц старше 60 лет (0,76% данной возрастной группы), второе место занимала возрастная группа 46–60 лет (0,69%), третье – 31–45 лет (0,51%).

Выявлен статистически значимый тренд к увеличению показателей заболеваемости в старших возрастных группах ($\chi^2 = 2371,3$; $p < 0,00001$).

На фоне наблюдаемой эпидемиологической ситуации результаты исследования серопревалентности к SARS-CoV-2 сотрудников медицинской организации показали, что доля лиц с положительной реакцией на IgG в исследуемой выборке составила 73,1% (n = 461; 95% ДИ 69,5–76,4). В контрольной группе среди сотрудников промышленных предприятий доля серопозитивных к SARS-CoV-2 была в 3,9 раза меньше – 18,6% (n = 315; 95% ДИ 16,8–20,5) (табл. 1).

Рисунок 1. Ежедневная динамика регистрации случаев COVID-19 с 01.08.2020 по 01.01.2021 г., Омская область (абс.значения)
Figure 1. Daily cases of COVID-19 in Omsk region. Aug 01, 2020–Jan 01, 2021 (abs.)

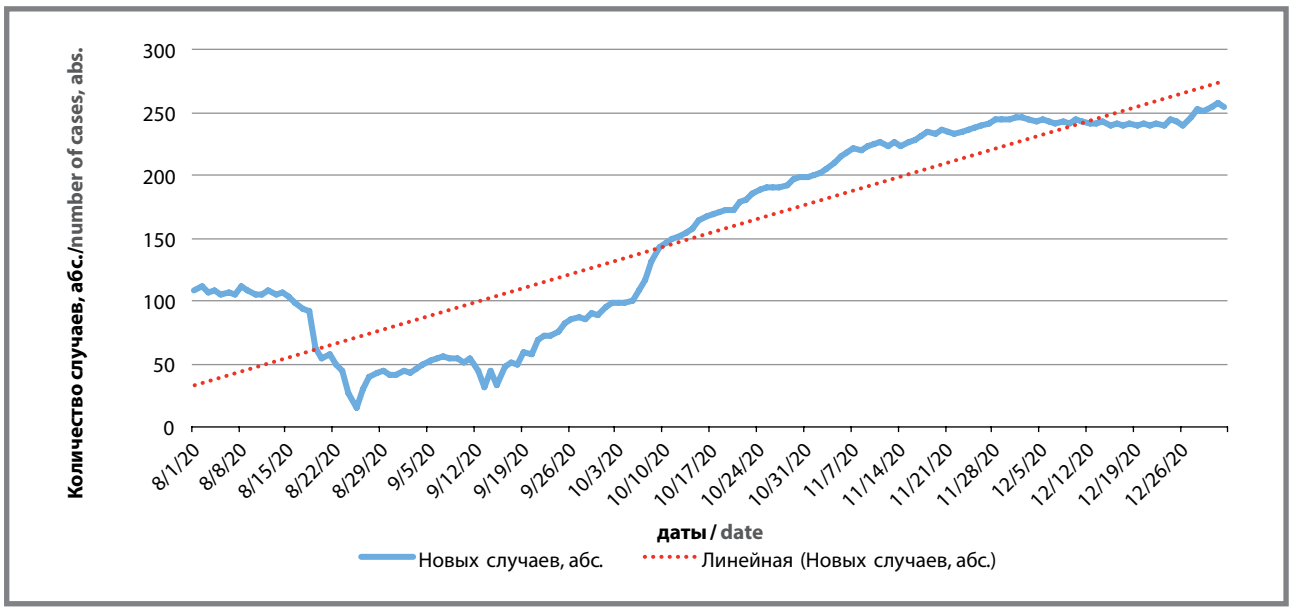
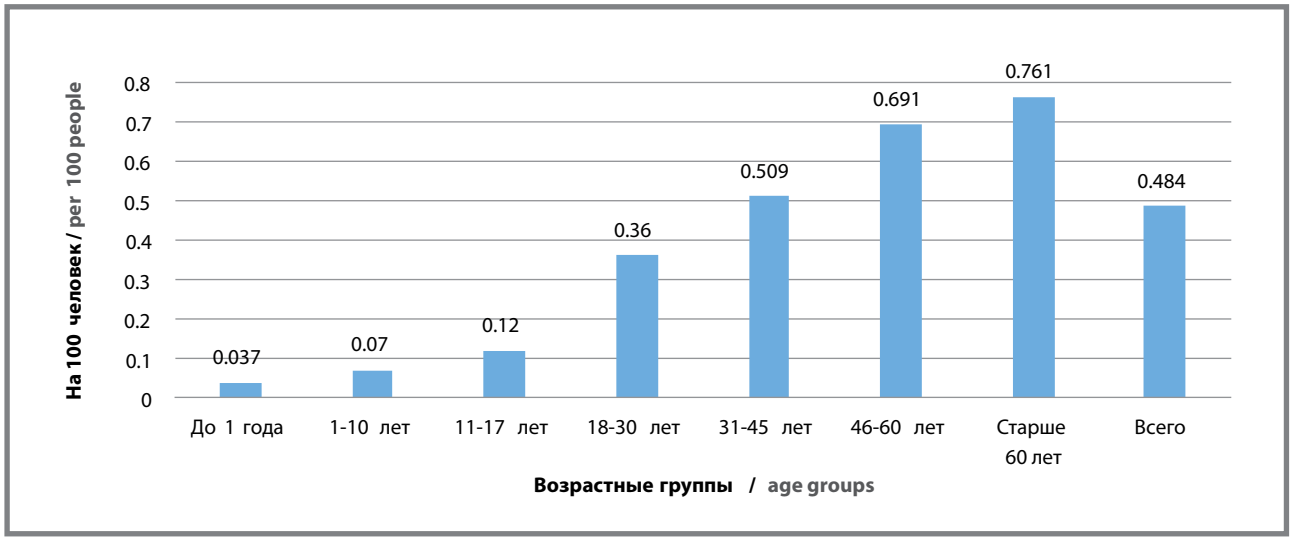


Рисунок 2. Кумулятивная заболеваемость COVID-19 в различных возрастных группах населения (Омская область, на 01.09.2020 г)
Figure 2. Cumulative COVID-19 cases in different age groups in Omsk region. in Sept 01, 2020 (per 100 people)



Обнаруженные различия были статистически значимыми (χ^2 = 611,794; p < 0,0001). Важно отметить, что показатели серопревалентности среди сотрудников медицинской организации значительно превышали пороговые значения коллективного иммунитета 28,6%, вычисленные для COVID-19 [8].

Оценка распределения серопревалентности к SARS-CoV-2 работников медицинской организации по полу выявила значимые различия у мужчин и женщин, положительный результат выявлен у 74,5% женщин и 62,8% мужчин (χ^2 = 4,164; p = 0,0413) (табл. 2).

Однако среди работников промышленных предприятий серопревалентность к SARS-CoV-2 значимо чаще выявлялась среди лиц мужского пола – 28,0% (259/925) против 21,4% (56/262) у женщин (χ^2 = 4,264; p = 0,0389).

Установлены значимые различия в выявлении серопревалентных к SARS-CoV-2 среди медицинских работников в зависимости от категории выполняемой работы (χ^2 = 10,73; p = 0,004). Наибольшая доля сероконверсии была обнаружена в образцах от младшего медицинского персонала – 85,4% (95% ДИ 71,6–93,1), от врачей различных специальностей, оказывающих населению неотложную медицинскую помощь, – в 63,3% сывороток (95% ДИ 55,0–70,9) (рис. 3).

Оценка серопревалентности к SARS-CoV-2 работников медицинской организации была проведена в различных ее структурных подразделениях: поликлинике (медицинские работники участковой терапевтической службы, врачи-специалисты, отделение дневного стационара, здравпункт, отделение по клинико-экспертной работе и медицинской

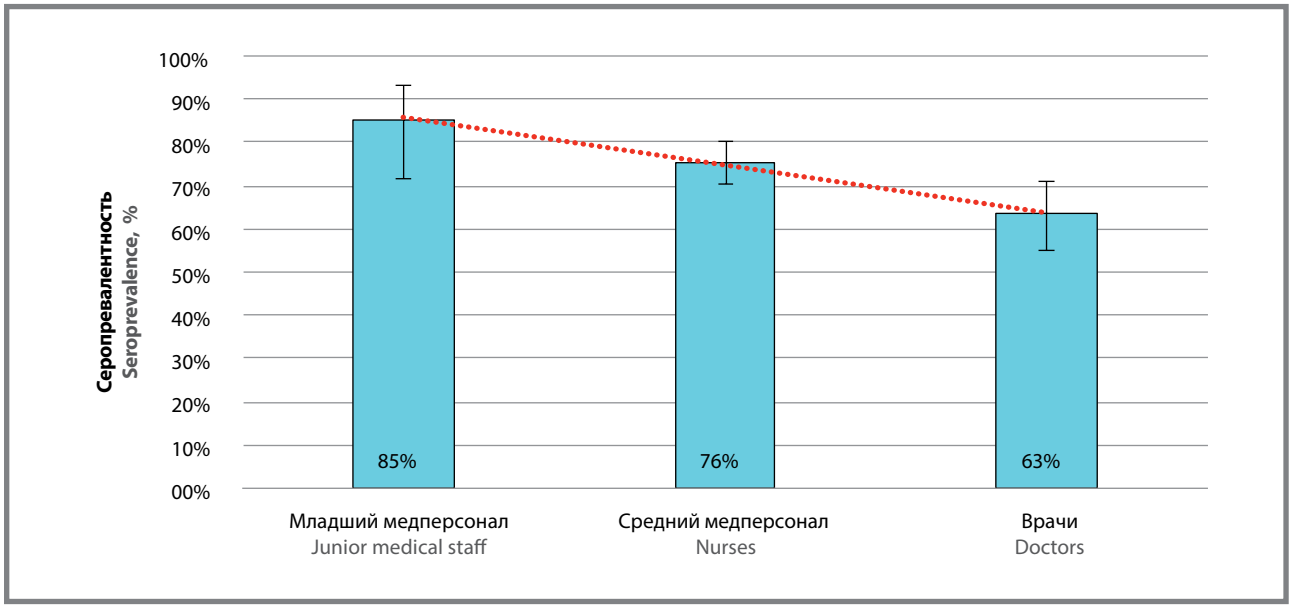
Таблица 1. Серопревалентность к SARS-CoV-2 у сотрудников медицинской организации и сотрудников промышленных предприятий, Омская область (абс. и в %)
Table 1. Seroprevalnce to SARS-CoV-2 of medical workers and industrial workers in Omsk region (abs. and %)

Возрастные группы, лет Age groups, years	Работники медицинской организации Medical workers			Работники промышленных предприятий Industrial workers		
	Количество проб Number of samples	IgG+ к SARS-CoV-2		Количество проб Number of samples	IgG+ к SARS-CoV-2	
		абс. abs.	доля (%) 95%ДИ		абс. abs.	доля (%) 95%ДИ
18–30	74	65	87,8 78,5–93,5	441	93	21,1 17,5–25,1
31–45	259	179	69,1 63,2%–74,4	856	158	18,5 16,0–21,2
46–59	202	150	74,3 67,8–79,8	356	59	16,6 13,1–20,8
60+	96	67	69,8 60,0–78,1	43	5	11,6 5,1–24,5
Всего Total	631	461	73,1 69,5–76,4	1696	315	18,6 16,8–20,5

Таблица 2. Распределение серопревалентности к SARS-CoV-2 работников медицинской организации в зависимости от пола
Table 2. Distribution of seroprevalence to SARS-CoV-2 in medical workers by gender

Пол Gender	Работники медицинской организации Medical workers			Работники промышленных предприятий Industrial workers		
	Количество проб Number of samples	IgG+ к SARS-CoV-2		Количество проб Number of samples	IgG+ к SARS-CoV-2	
		абс. abs.	Доля, % 95%ДИ		абс. abs.	Доля, % 95%ДИ
Женщины Female	553	412	74,5 71,0–78,0	262	56	21,4 17,0–27,0
Мужчины Male	78	49	62,8 52,0–73,0	925	259	28,0 25,0–31,0
Всего Total	631	461	73,1 69,5–76,4	1696	315	18,6 16,8–20,5

Рисунок3. Серопревалентность к SARS-CoV-2 в разных группах медицинского персонала медицинской организации
Figure 3. Seroprevalence to SARS-CoV-2 in medical workers by profession group



профилактике), стационаре (отделения стационара, операционный блок и патологоанатомическое отделение), диагностических службах (отделения клинической лабораторной и функциональной диагностики, рентген, отделение эндоскопии), подразделении административно-хозяйственной части (организационно-методический отдел, централизованное стерилизационное отделение, пищеблок, отдел кадров, экономический отдел, аптека и инженерно-хозяйственная служба).

Серопревалентность к SARS-CoV-2 была достоверно связана с подразделением медицинской организации (χ^2 = 51,011; p < 0,0001), при этом скорректированные остатки с учетом поправки Бонферрони указывали на значимо более высокую, чем в среднем по медицинской организации долю серопревалентных среди медицинских работников стационара (81,9%), а среди сотрудников поликлиники и административно-хозяйственной службы – значимо более низкой (52,8% и 51,8% соответственно) (табл. 3).

Передача SARS-CoV-2 в медицинских учреждениях стала серьезной проблемой для здравоохранения во всем мире [9]. В условиях пандемии COVID-19 население всех возрастов, профессий и социальных групп подвержено риску заражения SARS-CoV-2, но наибольшему из них у медицинских работников [3,4]. Несмотря на использование средств индивидуальной защиты, медицинские работники значимо чаще заражались SARS-CoV-2 по сравнению с остальным населением, о чем сообщают из разных регионов мира [4]. Из-за тесного контакта с пациентами – источниками SARS-CoV-2 во время транспортировки и их пребывания в стационаре медицинские работники инфицируются и, как правило, могут переносить

Таблица 3. Серопревалентность к SARS-CoV-2 в различных подразделениях медицинской организации
Table 3. Seroprevalence to SARS-CoV-2 in medical workers by workplace

Подразделения медицинской организации Medical institution unit	Количество проб Number of samples	Положительный результат Positive		Скорректированные остатки Adjusted residuals
		абс. abs.	Доля, % 95% ДИ %, 95% CI	
Поликлиника Outpatient	108	57	52,8 43,4–61,9	-5,218*
Стационар Inpatient	392	321	81,9 77,8–85,4	6,402*
Диагностические службы Diagnostic laboratory	75	54	72,0 61,0–80,9	-0,220
Административно-хозяйственная служба Administrative services	56	29	51,8 39,0–64,3	-3,759*
Итого Total	631	461	73,1 69,5–76,4	N/A

*Примечание: *с учётом поправки Бонферрони критическая величина Z для скорректированных остатков составляет 2,498.*
*Note: * including the Bonferroni correction, the critical value of Z for the adjusted residuals is 2.498.*

инфекцию бессимптомно или находиться в инкубационном периоде заболевания [10].

Мета-анализ 53 опубликованных результатов исследований, проведенных в 14 странах и включавших 173 353 медицинских работников, показал, что антитела к вирусу SARS-CoV-2 обнаруживались от 0,3 до 32,6% медицинских работников США, Европы и Восточной Азии. Обобщенная выявляемость IgG к вирусу SARS-CoV-2 среди медработников составила 8,6%, что выше, чем в общей популяции [11].

В нашем исследовании серопревалентность к SARS-CoV-2 у медицинских работников медико-санитарной части, не перепрофилированной для оказания медицинской помощи больным новой коронавирусной инфекцией, но участвующей в оказании скорой и неотложной помощи населению, составляла на момент проведения исследования 73,1% (95% ДИ 69,5–76,4).

Результаты опубликованного крупномасштабного исследования продемонстрировали, что вероятность инфицирования SARS-CoV-2 не зависит от пола, у мужчин чаще инфекция протекает в тяжелой форме (ОШ = 2,84; 95% ДИ = 2,0–3,92) и выше смертность (ОШ = 1,39; 95% ДИ = 1,3–1,47) [9,11]. Полученные нами результаты выявили гендерные различия в сероконверсии к SARS-CoV-2 среди медицинских работников, в нашем исследовании положительные результаты значимо чаще были выявлены у женщин.

Существуют противоречивые сообщения об уровне серопревалентности к SARS-CoV-2 у разных групп медицинского персонала [12]. Высокий уровень инфицирования среди младшего и среднего медицинского персонала по сравнению с врачами может быть связан с более длительным и более тесным физическим контактом с пациентами, а также с неправильным использованием средств индивидуальной защиты и несоблюдением надлежащих стандартных операционных процедур [5,11].

В нашем исследовании наиболее высокий уровень серопревалентности был выявлен у младшего медицинского персонала – 85,4% (95% ДИ 71,6–93,1), а среди подразделений – у медицинских работников стационара (81,9%; 95% ДИ 77,8–85,4), что согласуется с результатами других исследований [13].

Кроме того, в ряде исследований было продемонстрировано, что среди медицинских работников лечебных учреждений, оказывающих помощь больным новой коронавирусной инфекцией, уровень серопревалентности был значимо ниже, чем в учреждениях, не принимавших больных COVID-19, что связывали с недостаточным количеством и качеством средств индивидуальной защиты, отсутствием стандартных операционных процедур организации комплекса противоэпидемических мероприятий, низким уровнем подготовки медицинского персонала [4,14].

Изучение серопревалентности населения к вирусу SARS-CoV-2 дает объективную информацию о доле людей, перенесших инфекцию. Мониторинг серопревалентности среди медработников необходим для оценки уровня коллективного иммунитета среди персонала больниц, выявления структурных подразделений медицинских организаций высокого риска. Сведения о серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 среди медицинских работников могут быть полезны в том числе и для исключения избыточных профилактических мероприятий (карантина), а также для рационального планирования ресурсов здравоохранения [3,5].

Таким образом, обнаруженный уровень серопревалентности среди медицинских

работников свидетельствует о высоком риске инфицирования в сравнении с населением других профессиональных групп, что требует скоординированных мер по организации эпидемиологического мониторинга, мер инфекционного контроля для предупреждения внутрибольничного распространения инфекции и противоэпидемической защиты работников медицинских организаций.

Литература

1. *Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. Доступно на: https://www.who.int/ru. Ссылка активна на 04 июня 2021.*
2. *Covid-19 coronavirus pandemic. Available at: https://www.worldometers.info/coronavirus/.*
3. *Wilson N., Norton A., Young F.P., et al. Airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus -2 to healthcare workers: a narrative review // Anaesthesia. 2020;75:1086–1095. doi:10.1111/anae.15093.*
4. *Noor M., HaqM., Haq N., Amin, S., et al. Does Working in a COVID-19 Receiving Health Facility Influence Seroprevalence to SARS-CoV-2? Cureus. 2020;12(11):e11389.*
5. *Black J., Bailey C., Przewrocka, J.,et al. COVID-19: the case for health-care worker screening to prevent hospital transmission // Lancet.2020. Vol. 395, №10234. P. 1418–1420.*
6. *Qu J., Wu C., LiX., et al. Profile of Immunoglobulin G and IgM Antibodies Against Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) // Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America.2020. Vol. 71, №16. P. 2255–8.*
7. *Brown L.D., Cai T.T., Das Gupta A. Interval Estimation for a Binomial Proportion. Statist. Sci. 2001. Vol. 16, №2. P. 101–133.*
8. *Блох А. И., Пеньевская Н. А., Рудаков Н. В. и др. Эпидемический потенциал COVID-19 в Омской области и оценка возможного влияния противоэпидемических мероприятий // Фундаментальная и клиническая медицина. 2020. Т. 5, №3. С.8–17.*
9. *Borges V., Isidro J., Macedo F., et al. Nosocomial Outbreak of SARS-CoV-2 in a «Non-COVID-19» Hospital Ward: Virus Genome Sequencing as a Key Tool to Understand Cryptic Transmission. // Viruses. 2021. Vol.13, № 4. P. 604.*
10. *Zheng L., Wang X., Zhou C., et al. Analysis of the infection status of the health care workers in Wuhan during the COVID-19 outbreak: a cross-sectional study. Clin. Infect. Dis. 2020;71: 2109–2113.*
11. *Hossain A., Nasrullah S.M., TasnimZ.,et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 IgG antibodies among health care workers prior to vaccine administration in Europe, the USA and East Asia: A systematic review and meta-analysis//EClinicalMedicine. 2021. Vol.33. P.100770.*
12. *Peckham H., de Gruijter N.M., RaineC., et al. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ITU admission// Nature communications.2020. Vol. 11. №1, P: 6317.*
13. *Chou R., Dana T., Buckley D.I., et al. Epidemiology of and Risk Factors for Coronavirus Infection in Health Care Workers: A Living Rapid Review// Annals of internal medicine. 2020. Vol. 173, № 2. P. 120–136.*
14. *Korth J., Wilde B., DolffS., et al. SARS-CoV-2-specific antibody detection in healthcare workers in Germany with direct contact to COVID-19 patients//Journal of clinical virology : the official publication of the Pan American Society for Clinical Virology.2020. Vol. 128.P.104437.*

References

1. *World Health Organization: official site. Available at: https://www.who.int/ru. Accessed: 04 June 2021.*
2. *Covid-19 coronavirus pandemic. Available at: https://www.worldometers.info/coronavirus/.*
3. *Wilson N., Norton A., Young F.P., et al. Airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 to healthcare workers: a narrative review. Anaesthesia. 2020;75:1086–95. doi:10.1111/anae.15093.*
4. *Noor M., Haq M., Haq N., Amin S., et al. Does Working in a COVID-19 Receiving Health Facility Influence Seroprevalence to SARS-CoV-2? Cureus. 2020; 12(11), e11389. doi.org/10.7759/cureus.11389.*
5. *Black J., Bailey C., Przewrocka J., et al. COVID-19: the case for health-care worker screening to prevent hospital transmission. Lancet.2020;395(10234):1418–1420. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30917-X.*
6. *QuJ., WuC., LiX., et al. Profile of Immunoglobulin G and IgM Antibodies Against Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America. 2020;71(16):2255–2258. doi.org/10.1093/cid/ciaa489*
7. *Brown L.D., Cai T.T., DasGupta A. Interval Estimation for a Binomial Proportion. Statist. Sci. 2001.16(2):101–133. doi: 10.1214/ss/1009213286.*
8. *Blokh A.I., Penievskaya N.A., Rudakov N.V., et al. Epidemic potential of COVID-19 in Omsk region and assessment of the anti-epidemic measures. Fundamental and Clinical Medicine. 2020;5(3):8–17 (In Russ.). doi.org/10.23946/2500-0764-2020-5-3-8-17.*
9. *Borges V., Isidro J., Macedo F., et al.Nosocomial Outbreak of SARS-CoV-2 in a «Non-COVID-19» Hospital Ward: Virus Genome Sequencing as a Key Tool to Understand Cryptic Transmission. Viruses. 2021;13(4):604. doi.org/10.3390/v13040604.*
10. *Zheng L., Wang X., Zhou C., et al. Analysis of the infection status of the health care workers in Wuhan during the COVID-19 outbreak: a cross-sectional study. Clin Infect Dis. 2020;71:2109–2113. doi: 10.1093/cid/ciaa588.*
11. *Hossain A., Nasrullah S.M., Tasnim Z., et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 IgG antibodies among health care workers prior to vaccine administration in Europe, the USA and East Asia: A systematic review and meta-analysis. EClinicalMedicine. 2021; 33: 100770. doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.100770.*
12. *Peckham H., de Gruijter N.M., RaineC., at al. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ITU admission. Nature communications. 2020;11(1):6317. doi.org/10.1038/s41467-020-19741-6.*
13. *Chou R., Dana T., Buckley D.I., et al. Epidemiology of and Risk Factors for Coronavirus Infection in Health Care Workers: A Living Rapid Review. Annals of internal medicine. 2020; 173(2): 120–136. doi.org/10.7326/M20-1632*
14. *Korth J., Wilde B., Dolff S.,at al. SARS-CoV-2-specific antibody detection in healthcare workers in Germany with direct contact to COVID-19 patients. Journal of clinical virology: the official publication of the Pan American Society for Clinical Virology. 2020; 128: 104437. doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104437*

Об авторах

- **Алексей Игоревич Блох** – младший научный сотрудник, ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, ассистент кафедры эпидемиологии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. +7 (3812) 65-06-54, spy_spirit@mail.ru. ORCID 0000-0002-0756-2271.
- **Ирина Ивановна Панюшкина** – заведующая клинико-диагностической лабораторией БУЗОО «Клиническая медико-санитарная часть № 9». +7 (905) 923-61-52, kmsach9@gmail.com.
- **Полина Олеговна Пахтусова** – студентка 6 курса медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. +7 (913) 686-15-84, ppahtusova@gmail.com.
- **Ирина Валентиновна Сергеева** – заведующая отделом арбитражной лаборатории диагностики ВИЧ и оппортунистических инфекций в Сибирском федеральном окружном центре по профилактике и борьбе со СПИД на базе ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора. +7 (913) 969-78-77, papilon55@yandex.ru.
- **Лидия Игоревна Левахина** – заведующая отделом эпидемиологического надзора и методической работы, «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора. +7 (960) 999-14-50, lid3846@yandex.ru.
- **Ирина Павловна Бурашникова** – к. м. н., доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, +7 (3812) 65-03-88, ozzomsk@mail.ru.
- **Наталья Георгиевна Анпилова** – к. м. н., ассистент кафедры общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. +7 (3812) 65-03-88, ozzomsk@mail.ru.
- **Наталья Александровна Пеньевская** – д. м. н., профессор, заместитель директора института по научной работе, ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, профессор кафедры эпидемиологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. +7 (3812) 60-62-81, nap20052005@yandex.ru. ORCID 0000-0002-7220-4366.
- **Оксана Александровна Пасечник** – д. м. н., доцент, заведующая кафедрой общественного здоровья и здравоохранения, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, главный научный сотрудник, ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора. +7 (3812) 65-03-88, opasechnik@mail.ru. ORCID 0000-0003-1144-5243.
- **Николай Викторович Рудаков** – д. м. н., профессор, директор ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. +7 (3812) 65-16-33, rickettsia@mail.ru. ORCID 0000 -0001-9566 -9214.

Поступила:17.06.21. **Принята к печати:** 15.09.21.
Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Aleksey I. Blokh** – Junior Researcher, Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Rospotrebnadzor, Assistant of the Department of Epidemiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia. +7 (3812) 65-06-54, spy_spirit@mail.ru. ORCID 0000-0002-0756-2271.
- **Irina I. Panyushkina** – head of the clinical diagnostic laboratory of BUZOO «Clinical medical and sanitary unit №. 9». +7 (905) 923-61-52, kmsach9@gmail.com.
- **Polina O. Pakhtusova** – 6th year student of the Faculty of Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Omsk State Medical University, Ministry of Health of Russia. +7 (913) 686-15-84, ppahtusova@gmail.com.
- **Irina V. Sergeeva** – Head of the Department of the Arbitration Laboratory for HIV and Opportunistic Infections Diagnostics at the Siberian Federal District Center for AIDS Prevention and Control at the Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Rospotrebnadzor. +7 (913) 969-78-77, papilon55@yandex.ru.
- **Lidia I. Levahina** – Head of the Department of Epidemiological Surveillance and Methodological Work, Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Rospotrebnadzor. +7 (960) 999-14-50, lid3846@yandex.ru.
- **Irina P. Burashnikova** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Public Health and Health Care, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Medical University, Ministry of Health of Russia. +7 (3812) 65-03-88, ozzomsk@mail.ru.
- **Natalya G. Anpilova** – Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Public Health and Health Care Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Omsk State Medical University, Ministry of Health of Russia. +7 (3812) 650388, ozzomsk@mail.ru.
- **Natalya A. Penyevskaya** – Dr. Sci. (Med.), Professor, FBSI «Omsk Research Institute of Natural Focal Infections» Rospotrebnadzor, Deputy Director of the Institute for Research, Professor of the Department of Epidemiology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Omsk State Medical University, Ministry of Health of Russia. +7 (3812) 60-62-81, nap20052005@yandex.ru.
- **Oksana A. Pasechnik** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Public Health and Health Care, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Medical University, Ministry of Health of Russia, Chief Researcher Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Rospotrebnadzor. +7 (3812) 65-03-88, opasechnik @ mail.ru. ORCID 0000-0003-1144-5243.
- **Nikolai V. Rudakov** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of the Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Rospotrebnadzor, Head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education OmSMU, Ministry of Public Health of Russia. +7 (3812) 65-16-33, rickettsia@mail.ru.

Received: 17.06.21. **Accepted:** 15.09.21.
Creative Commons Attribution CC BY 4.0.