

DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-117-124

УДК 616.98:578.2(470.61)

А.Ю. Попова^{1,2}, Е.Б. Ежлова¹, А.А. Мельникова¹, А.К. Носков³, Е.В. Ковалев⁴, Г.В. Карпущенко⁵,
Л.В. Лялина⁶, В.С. Смирнов⁶, О.С. Чемисова³, А.В. Тришина³, Е.А. Березняк³, С.В. Воловикова³,
С.И. Стенина³, Е.Г. Янович³, М.Г. Мелоян³, Н.Ю. Асмолова⁵, А.А. Усова⁵, С.С. Слись⁴, А.А. Тотолян⁶

ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОГО ИММУНИТЕТА К SARS-CoV-2 НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Российская Федерация;

²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация;

³ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Ростов-на-Дону, Российская Федерация;

⁴Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области, Ростов-на-Дону, Российская Федерация; ⁵ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области», Ростов-на-Дону, Российская Федерация; ⁶ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера», Санкт-Петербург, Российская Федерация

В Российской Федерации к августу 2020 г. подтверждено более 850 тыс. случаев заболевания новой корона-вирусной инфекцией (COVID-19), вызванной SARS-CoV-2. Ростовская область вошла в число десяти наиболее пораженных регионов России. Распространение болезни во многом определяется состоянием популяционного иммунитета на определенной территории. **Целью** настоящего исследования являлись изучение специфического гуморального иммунного ответа и оценка уровня популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Ростовской области. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 3048 человек. Волонтеры распределялись по семи возрастным группам. Содержание антител к SARS-CoV-2 определяли методом ИФА с использованием набора для анализа сыворотки или плазмы крови человека на наличие специфических IgG к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 производства Государственного научного центра прикладной микробиологии и биотехнологии (Оболensk) в соответствии с инструкцией по применению. **Результаты и обсуждение.** Проведенная оценка серопревалентности к SARS-CoV-2 жителей Ростовской области показала, что доля лиц с положительными результатами теста на антитела IgG к новому коронавирусу составила 16,5 %, доля серопозитивных лиц в генеральной совокупности находится в пределах от 13,9 до 19,1 % ($p < 0,05$). Достоверных гендерных различий в уровне серопревалентности не установлено, положительный результат зарегистрирован у 16,6 % обследованных женщин и 16,5 % мужчин. Установлен высокий уровень гуморального иммунитета к SARS-CoV-2 на фоне низких показателей заболеваемости у лиц в возрасте от 1 года до 17 лет, что может свидетельствовать о доминировании бессимптомных форм болезни среди данной возрастной группы. Наибольший уровень серопозитивности выявлен среди дошкольников (33,6 %), учащихся (29,3 %), служащих (17,3 %), работников образования (15,3 %).

Ключевые слова: COVID-19, популяционный иммунитет, антитела IgG, Ростовская область.

Корреспондирующий автор: Носков Алексей Кимович, e-mail: plague@aaaanet.ru.

Для цитирования: Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Носков А.К., Ковалев Е.В., Карпущенко Г.В., Лялина Л.В., Смирнов В.С., Чемисова О.С., Тришина А.В., Березняк Е.А., Воловикова С.В., Стенина С.И., Янович Е.Г., Мелоян М.Г., Асмолова Н.Ю., Усова А.А., Слись С.С., Тотолян А.А. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 на территории Ростовской области. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; 4:117–124. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-117-124

Поступила 21.09.20. Отправлена на доработку 09.11.20. Принята к публ. 20.11.20.

A.Yu. Popova^{1,2}, E.B. Ezhlova¹, A.A. Mel'nikova¹, A.K. Noskov³, E.V. Kovalev⁴, G.V. Karpushchenko⁵,
L.V. Lyalina⁶, V.S. Smirnov⁶, O.S. Chemisova³, A.V. Trishina³, E.A. Bereznayk³, S.V. Volovikova³,
S.I. Stenina³, E.G. Yanovich³, M.G. Meloyan³, N.Yu. Asmolova⁵, A.A. Usova⁵, S.S. Slis⁴, A.A. Totolyan⁶

Assessment of Population Immunity to SARS-CoV-2 Virus in the Rostov Region

¹Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare, Moscow, Russian Federation;

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation;

³Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation;

⁴Rospotrebnadzor Administration in the Rostov Region, Rostov-on-Don, Russian Federation;

⁵Saint of Hygiene and Epidemiology in the Rostov Region, Rostov-on-Don, Russian Federation;

⁶Saint-Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. By August 2020, more than 850000 cases of new coronavirus infection (COVID-19) caused by SARS-CoV-2 were confirmed in the Russian Federation, with the Rostov Region as one of the ten most affected regions in Russia. The spread of the disease is largely determined by the state of population immunity in a certain area. Our research focuses on specific humoral immune response and estimates the level of herd immunity to SARS-CoV-2 virus among the population of the Rostov Region. **Materials and methods.** The study involved 3,048 people; the volunteers participating in the study were divided into seven age groups. The content of antibodies to SARS-CoV-2 was determined applying ELISA using a kit for the analysis of human serum or blood plasma for the presence of specific IgG to the nucleocapsid of the SARS-CoV-2 virus, manufactured by the State Scientific Center of Applied Microbiology and Biotechnology (Obolensk) in accordance with the instructions for use. **Results and discussion.** The assessment of seroprevalence to SARS-CoV-2 in the Rostov Region showed that the proportion of people positive for IgG to the new coronavirus was 16.5 %, the range of seropositive individuals in the general population was between 13.9 % and 19.1 % ($p < 0.05$). There

were no significant gender differences in the degree of seroprevalence with a positive result registered in 16.6 % of women and 16.5 % of men. A high level of humoral immunity to SARS-CoV-2 was established in individuals aged 1–17 against the background of low incidence rates, which may indicate the dominance of asymptomatic forms of the disease in this age group. The highest level of seropositivity was found in preschool children (33.6 %), students (29.3 %), employees (17.3 %), and education professionals (15.3 %).

Key words: COVID-19, population immunity, antibody IgG, Rostov Region.

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

Corresponding author: Aleksey K. Noskov, e-mail: plague@aaanet.ru.

Citation: Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A., Noskov A.K., Kovalev E.V., Karpushchenko G.V., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Chemisova O.S., Trishina A.V., Bereznayak E.A., Volovikova S.V., Stenina S.I., Yanovich E.G., Meloyan M.G., Asmolova N.Yu., Usova A.A., Slis' S.S., Totolyan A.A. Assessment of Population Immunity to SARS-CoV-2 Virus in the Rostov Region. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; 4:117–124. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-117-124

Received 21.09.20. Revised 09.11.20. Accepted 20.11.20.

Popova A.Yu., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>
Noskov A.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>
Kovalev E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-4638>
Karpushchenko G.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4672-8753>
Lyalina L.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9921-3505>
Smirnov V.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2723-1496>
Chemisova O.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2878>
Trishina A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8249-6577>
Bereznayak E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9416-2291>

Volovikova S.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3064-8177>
Stenina S.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4879-6717>
Yanovich E.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-7848>
Meloyan M.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7268-9298>
Asmolova N.Yu., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9087-8081>
Usova A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2258-118X>
Slis' S.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2649-8949>
Totolyan A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4571-8799>

Коронавирусы – это семейство РНК-содержащих вирусов, включающее виды, патогенные как для животных, так и для человека. Впервые коронавирусы человека выделены D.A. Tyrrell и M.L. Vynoe в 1965 г. от пациента с острым ринитом [1]. До 2002 г. считалось, что у людей представители семейства *Coronaviridae* вызывают легкие по течению острые респираторные инфекции (ОРВИ) с поражением верхних дыхательных путей. Однако в 2002–2003 гг. болезнь, вызванная SARS-CoV (ТОРС, SARS), получила эпидемическое распространение среди населения 26 стран. По официальным данным, в этот период заболело 8422 человека, в 916 случаях тяжелое течение болезни окончилось летальным исходом [2]. В 2012 г. в Саудовской Аравии зарегистрирована болезнь, получившая название «ближневосточный респираторный синдром» (БВРС, MERS). Всего в мире зарегистрировано 2519 случаев MERS, в том числе 866 – с летальными исходами. Эпидемическое распространение MERS отмечено в основном среди населения стран Аравийского полуострова [3].

В декабре 2019 г. в городе Ухань (КНР) официально зарегистрирован первый случай новой коронавирусной инфекции (COVID-19), вызванной SARS-CoV-2. Пандемическое распространение COVID-19 оказало существенное влияние на общественное здравоохранение многих стран, и 30.01.2020 Всемирная организация здравоохранения объявила о введении режима чрезвычайной ситуации в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение [4]. Заболевания людей COVID-19 отмечены более чем в 200 странах. Кумулятивный показатель числа заболеваний на 6 августа 2020 г. составил 872403 человека, из них 677365 выздоровело и 14638 умерло (<https://coronavirus-monitor.ru/coronavirus-v-rossii/>).

В Ростовской области первый случай новой коронавирусной инфекции (COVID-19) выявлен 25 марта 2020 г. (13-я календарная неделя) у вернувшейся из Таиланда жительницы г. Ростова-на-Дону

с признаками болезни. Достоверный рост числа случаев COVID-19 приходится на 15-ю неделю, когда зафиксировано 43 больных. Кривая заболеваемости жителей Ростовской области характеризуется максимальными показателями в период с 1 по 7 июня 2020 г., после чего отмечена нисходящая тенденция, пришедшаяся на период 6–12 июля 2020 г. После достижения минимальных значений вновь наметилась тенденция к росту заболеваемости, что, вероятно, связано с отменой ряда противоэпидемических ограничений и началом сезона, сопровождающегося интенсивной миграцией туристов. В связи с этим важно отметить точность выбора срока исследования серопревалентности, пришедшегося на 23 июня – 10 июля 2020 г. Можно полагать, что в период нисходящего тренда результаты исследования в максимальной степени отражают серопревалентность коренного населения, но не туристов, приехавших на отдых из других регионов. Не исключено, что тенденция к росту заболеваемости, наблюдающаяся с 13 июля 2020 г., потребует более пристального внимания к соблюдению мер противоэпидемической безопасности, интерес представляет исследование динамики популяционного иммунитета, формирующегося на фоне тенденции к росту заболеваемости.

Распространение болезни во многом определяется состоянием популяционного иммунитета на определенной территории. Приобретенный иммунитет формируется на уровне индивида путем естественного заражения патогеном либо путем специфической иммунизации. Популяционный иммунитет складывается из иммунитета индивидуумов и является косвенной защитой от эпидемического распространения болезни, когда в популяции существует достаточно большая доля иммунных лиц. Точка, в которой доля восприимчивых лиц ниже порога, необходимого для передачи инфекции, называется порогом популяционного иммунитета [5]. Порог популяционного иммунитета зависит от базового репродуктивного числа (R_0). В своей простейшей форме

популяционный иммунитет начинает действовать, когда доля лиц, обладающих иммунитетом к патогену, пересечет $(1-1/R_0)$. На R_0 влияют многочисленные биологические, социально-поведенческие и экологические факторы. Часть этих факторов (инфекционность возбудителя и ее продолжительность, механизм передачи возбудителя) являются биологическими константами, другие могут изменяться, например плотность населения, социальная организация, возрастная структура, климатические условия, что может привести к искажению прогнозов и требует обоснованной интерпретации [6].

В период распространения SARS-CoV-2 различными исследователями базовое репродуктивное число вируса оценивалось в диапазоне от 2 до 6. При R_0 , равном 3 для SARS-CoV-2, порог популяционного иммунитета составляет приблизительно 67 % [7]. Поскольку SARS-CoV-2 является новым патогеном, многие аспекты его передачи от человека к человеку и развития инфекционного процесса недостаточно охарактеризованы. Необходим систематизированный серологический мониторинг, результаты которого могут составлять основу для эпидемиологического прогноза, а также для разработки стратегии специфической профилактики.

Целью настоящего исследования являлось изучение специфического гуморального иммунного ответа и оценка уровня популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Ростовской области.

Материалы и методы

Работа проводилась в рамках первого этапа широкомасштабного проекта Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 у населения Российской Федерации, разработанного при участии ФБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» с учетом протокола, рекомендованного ВОЗ. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера». Перед началом исследования все участники или их юридические представители ознакомились с целью, методикой исследования и подписали информированное согласие.

Отбор волонтеров для исследования проводили методом анкетирования и рандомизации путем случайной выборки. Критерием исключения являлась активная инфекция COVID-19 в момент анкетирования. Объем выборки определяли по методике, предложенной R.G. Newcombe в 1998 г. [8] и примененной при исследовании популяционного иммунитета в рамках настоящей программы Роспотребнадзора [9].

В исследовании приняли участие 3048 человек. Волонтеры распределены по семи возрастным группам: от 1 года до 17 лет ($n=404$), от 18 до 29 лет ($n=394$), от 30 до 39 лет ($n=453$), от 40 до 49 лет ($n=512$), от 50 до 59 лет ($n=440$), от 60 до 69 лет ($n=453$), 70 лет и старше ($n=392$).

Когорта волонтеров включала 899 мужчин и 2149 женщин. Соотношение мужчин и женщин составило 29,5 и 70,5 % соответственно, т.е. участие женщин в исследовании было в 2,3 раза активнее.

Доля переболевших COVID-19 с диагнозом, установленным в лечебно-профилактическом учреждении, составила 0,8 % (25 человек), а доля волонтеров, имевших признаки ОРЗ в день обследования, – 0,7 % (21 человек).

Взятие крови осуществляли из локтевой вены в количестве 3 мл. Исследование сывороток крови проводили с использованием набора реагентов для анализа сыворотки или плазмы крови человека на наличие специфических иммуноглобулинов класса G к нуклеокапсиду вируса SARS-CoV-2 методом иммуноферментного анализа (набор реагентов «ИФА анти-SARS-CoV-2 IgG» производства ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии») в соответствии с инструкцией разработчика.

Статистическую обработку проводили с использованием программы Excel и сайта www.medstatistic.ru. Номинальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение номинальных данных проводили при помощи критерия χ^2 Пирсона. Значение критерия χ^2 сравнивали с критическими значениями для соответствующего числа степеней свободы. В том случае, если полученное значение критерия χ^2 превышало критическое, делали вывод о наличии статистической взаимосвязи. Корреляционную зависимость оценивали методом ранговой корреляции Спирмена. Для оценки достоверности различий показателей использовали уровень вероятности $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование серопревалентности к SARS-CoV-2 жителей Ростовской области показало, что точечная оценка доли лиц, положительных на IgG к новому коронавирусу, рассчитанная по исследуемой выборке, составила $(16,5\pm0,67)$ % (табл. 1), доля серопозитивных лиц в генеральной совокупности находится в пределах от 13,9 до 19,1 % ($p<0,05$).

Следует отметить, что наиболее высокая доля положительных результатов отмечена среди лиц в возрасте от 1 года до 17 лет – $(30,7\pm4,5)$ %. Причем практически во всех административных территориях, участвовавших в исследовании, уровень положительных проб в этой возрастной категории значительно превышал средний по муниципальному образованию (рисунок). Так, в г. Волгодонске в этой возрастной категории населения зарегистрирован положительный результат в $(33,3\pm5,8)$ % случаев, в г. Каменске-Шахтинском – в $(34,1\pm7,1)$ %, г. Ростова-Дону – $(31,8\pm3,5)$ %, г. Шахты – $(25\pm6,3)$ %, г. Таганроге – $(19,4\pm4,8)$ %.

В связи с существенным отличием числа положительных проб среди детей от других возрастных

Таблица 1 / Table 1

Серопревалентность населения Ростовской области к SARS-CoV-2

Seroprevalence of the population in the Rostov Region to SARS-CoV-2

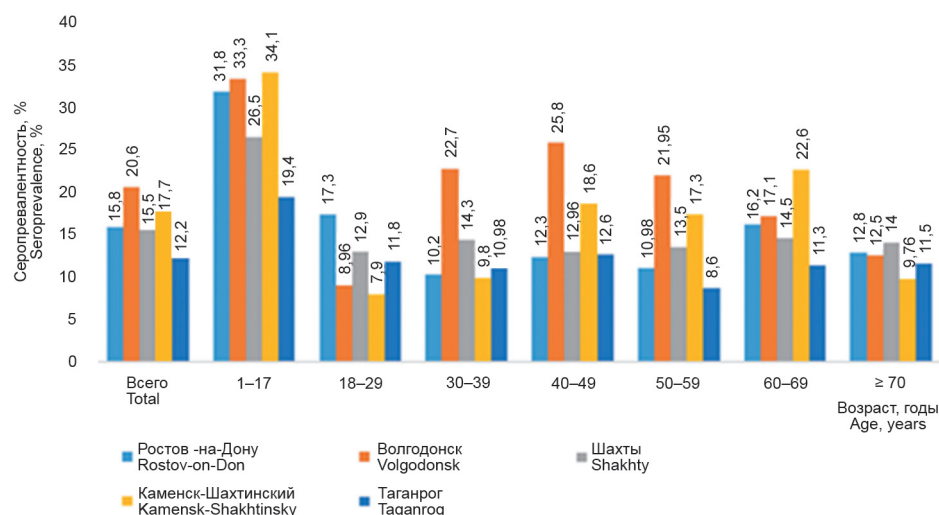
Возраст, годы Age, years	Количество исследованных проб The number of examined samples	Из них IgG+ к SARS-CoV-2 Of these, IgG+ to SARS-CoV-2	Количество исследованных проб The number of examined samples
		абс. abs.	%, M±m
1–17	404	124	30,7±4,5
в том числе including	1–6	105	36,2±9,2
	7–13	198	33,3±6,6
	14–17	101	19,8±7,8
18–29	394	53	13,5±3,4
30–39	453	58	12,8±3,1
40–49	512	82	16,0±3,2
50–59	440	64	14,5±3,3
60–69	453	74	16,3±3,4
≥70	392	49	12,5±3,3
Всего Total	3048	504	16,5±1,3

категорий мы разделили эту группу на три подгруппы: 1–6 лет, 7–13 лет, 14–17 лет. Как следует из представленных данных, наибольший уровень серопозитивности выявлен среди детей в возрасте 1–6 и 7–13 лет. Достоверной разницы в доле серопозитивных проб среди детей, посещающих дошкольные учреждения, и неорганизованных детей не обнаружено ($p>0,05$), что может быть связано с соблюдением режима самоизоляции 90,6 % детей в возрасте от 1 года до 6 лет на момент проведения исследования. В то же время доля ПЦР-положительных на SARS-CoV-2 лиц в возрасте 1–17 лет на 23.06.2020 составляла около 7 %. Выявление высокого процента серопозитивных проб среди детей может быть обусловлено либо бессимптомным носительством и, как следствие, отсутствием обращений в медицинские организации и обследования методом ПЦР, либо возможностью перекрестных реакций с другими коронавирусами. Данный факт, несомненно, требует дальнейшего изучения.

Доля IgG-положительных образцов у лиц стар-

ше 70 лет наиболее низкая по сравнению с остальными возрастными группами – (12,5±3,3) %, что в совокупности с высокой частотой хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы у этой группы населения и повышенным риском развития тяжелого течения коронавирусной болезни свидетельствует о необходимости организации и проведения систематической специфической и неспецифической профилактики COVID-19 среди пожилого населения.

Достоверных гендерных различий в уровне серопревалентности не установлено, положительный результат зарегистрирован у (16,5±0,8) % (355 из 2149) обследованных женщин и (16,6±1,24) % (149 из 899) мужчин ($p>0,05$). При анализе результатов исследования среди разных социальных и профессиональных групп установлено, что наибольший уровень серопозитивности выявлен среди дошкольников – (33,6±4,4) %, учащихся – (29,3±2,5) %, служащих – (17,3±1,5) %, работников образования – (15,3±2,2) % (табл. 2). Среди остальных профессио-



Серопревалентность в разных возрастных группах населения городских округов Ростовской области к SARS-CoV-2

Seroprevalence in different age groups of the population of urban districts in the Rostov Region to SARS-CoV-2

Таблица 2 / Table 2

Серопревалентность к SARS-CoV-2 в разных профессиональных и социальных группах населения
Seroprevalence to SARS-CoV-2 across different occupational and social groups

Группа Group	Количество исследованных проб The number of examined samples	Из них IgG+ к SARS-CoV-2 Of these, IgG+ to SARS-CoV-2	
		абс. abs.	%, M±m
Служащие Office workers	631	109	17,3±1,5
Пенсионеры Retirees	501	63	12,6±1,5
Медицинские работники Medical personnel	360	45	12,5±1,7
Работники образования Education professionals	268	41	15,3±2,2
Безработные Unemployed	212	29	13,7±2,4
ИП и самозанятые Businessmen	212	28	13,2 ± 2,3
Рабочие производств Factory workers	200	23	11,5±2,3
Работники торговли Tradesmen	110	16	14,5±3,4
Работники сферы услуг Service employees	65	8	12,3±4,1
Учащиеся Students	321	94	29,3±2,5
Дошкольники Preschool children	113	38	33,6±4,4
Прочие Other	55	10	18,2±5,2

нальных групп доля положительных проб составляла от (11,5±2,3) % до (18,2±5,2) %. Обращает на себя внимание факт относительно невысокого числа серопозитивных лиц среди медицинских работников – (12,5±1,7) %, несмотря на высокий риск контакта с носителями вируса и больными COVID-19, что может быть обусловлено достаточным уровнем подготовки по вопросам соблюдения требований биологической безопасности в медицинских организациях.

При анкетировании волонтеры указывали информацию о соблюдении режима самоизоляции в связи с распространением новой коронавирусной инфекции. Статистически достоверных отличий в показателях серопревалентности среди лиц в возрасте старше 18 лет, находящихся на самоизоляции и продолжающих работать, не установлено. В указанных группах выявлено (14,8±1,2) % (139 из 939) и (13,9±0,8) % (241 из 1705) положительных проб соответственно ($p>0,05$).

В программе по оценке популяционного иммунитета приняли участие жители пяти городских округов Ростовской области, численность населения которых составляет 44,6 % от общего числа жителей области (табл. 3). При выборе городов Ростовской области для проведения исследования учитывали не только численность и плотность населения, но и площадь городских округов, наличие крупных пред-

приятий, логистические связи с Кавказом, югом и центром России, миграцию из других регионов страны и населенных пунктов области.

По административным территориям области наибольшая доля положительных проб выявлена в Волгодонске, наименьшая – в Таганроге, что соответствует наименьшему, из числа включенных в исследование административных территорий области, уровню заболеваемости (69,17 на 100 тыс. населения). В связи с этим оценивали соотношение заболеваемости и серопозитивности в крупнейших населенных пунктах Ростовской области. Расчет провели по методу ранговой корреляции Спирмена. Рассчитанный коэффициент ранговой корреляции составил 0,1, пороговое значение равно 2,4. Таким образом, корреляционная связь между сравниваемыми показателями заболеваемости и серопревалентности не доказана. Вместе с тем следует подчеркнуть, что объем сравниваемых данных невелик и не дает оснований для достоверного вывода.

Распределение серопревалентности по возрастным группам в сравниваемых городах в целом соответствует среднеобластному уровню (табл. 3) с некоторыми особенностями. Так, наименьший уровень сероконверсии среди детей отмечен в Таганроге и Шахтах. В возрастных группах 30–39, 40–49 и 50–59 лет наибольшая доля серопревалентных лиц прихо-

Таблица 3 / Table 3

Заболееваемость COVID-19 в городских округах Ростовской области

Incidence of COVID-19 in urban districts of the Rostov Region

Территория Territory	Количество лабораторно подтвержденных случаев COVID-19 (на 23.06.2020) The number of COVID-19 cases confirmed by laboratory testing (as of June 23, 2020)	Численность населения (на 01.01.2020) Population size (as of January 01, 2020)	Интенсивный показатель заболеваемости (на 23.06.2020), ‰_{0000} Incidence (as of June 23, 2020), ‰_{0000}	Количество исследованных сывороток The number of examined sera	Сeropревалентность ($M \pm m$), % Seroprevalence ($M \pm m$), %
Ростов-на-Дону Rostov-on-Don	2836	1 133 307	250,24	1327	16,1 \pm 1,0
Волгодонск Volgodonsk	139	171 952	80,84	514	21,4 \pm 1,8
Каменск-Шахтинский Kamensk-Shakhtinsky	174	88 319	197,01	328	18,3 \pm 2,1
Таганрог Taganrog	172	248 664	69,17	525	12,2 \pm 1,4
Шахты Shakhty	469	231 646	202,46	354	15,5 \pm 1,9

дится на Волгодонск, который по этому показателю лидирует и в целом по области. На данном этапе сложно дать объяснение полученным результатам. Вероятно, потребуются дополнительные исследования эпидемиологической и экологической направленности.

Важное значение на результаты формирования коллективного иммунитета и важнейшего его фактора – сероконверсии – может оказать социальный и/или профессиональный фактор; и это не только лица пожилого и старческого возраста, но и работники здравоохранения, социальных служб, торговли, имеющие высокий риск контакта с потенциальными носителями вируса SARS-CoV-2 [10, 11]. Исследование серопревалентности в различных социально-профессиональных группах показало неоднозначные результаты (табл. 2).

Из числа волонтеров 136 лиц имели контакт с больными COVID-19, при этом 31 из них были серопозитивными, что составляет (22,8 \pm 3,6) %. Выявлены статистически достоверные отличия по сравнению с группой лиц, не имевших контакта с больными, в которой доля положительных результатов на антитела IgG к SARS-CoV-2 составила (16,2 \pm 0,7) % ($p < 0,05$).

Как уже отмечено выше, наибольшая доля серопревалентных лиц относится к группам дошкольников и учащихся. Уровень сероконверсии среди медицинских работников, напротив, не показал сколько-нибудь значимого роста, зато среди работников образования отмечен достоверный рост доли сероположительных лиц по сравнению с медицинскими работниками ($p < 0,05$). Низкая доля серопревалентных лиц среди пенсионеров, вероятно, связана с меньшей мобильностью этой группы и сопутствующей этому меньшей вероятностью контакта с вирусом.

Согласно данным литературы, значительная часть случаев заражения COVID-19 протекает бессимптомно [12], в то же время противоречивы данные о роли гуморального иммунитета при новой коронавирусной инфекции и его продолжительности. В свя-

зи с этим проведен анализ результатов исследования на антитела IgG к SARS-CoV-2 у лиц, переболевших или имевших контакт с больными COVID-19.

Среди волонтеров число лиц, переболевших COVID-19 с диагнозом, установленным в медицинских организациях, составило 25 человек (0,8 %), в том числе у 18 пациентов (0,6 %) наличие SARS-CoV-2 лабораторно подтверждено. Антитела к коронавирусу выявлены у (40,0 \pm 9,7) % лиц, перенесших в анамнезе COVID-19, и у (38,9 \pm 11,5) % в группе лиц с положительными результатами ПЦР. Следует отметить, что наиболее высокие показатели антителенного ответа (индекс позитивности – от 3,1 до 5,2) выявлены у волонтеров с пневмонией в анамнезе (3 волонтера). Эти данные требуют дальнейшего изучения в связи с небольшим объемом выборки, однако согласуются с данными других исследований, свидетельствующих о зависимости иммунного ответа от тяжести клинических проявлений новой коронавирусной инфекции [10].

Основная часть волонтеров (83,5 %) на момент исследования не имела признаков ОРЗ, и доля серопревалентных лиц среди них не отличалась от средней величины по всей популяции – (16,5 \pm 0,7) % и (16,5 \pm 1,3) % соответственно. В то же время среди волонтеров с признаками ОРЗ доля серопревалентных лиц составила (23,8 \pm 9,2) % (5 из 21), однако в связи с малой выборкой не представляется возможным говорить о статистически достоверных различиях.

Для оценки распространенности бессимптомных форм в группе серопревалентных волонтеров вычисляли долю лиц, у которых отсутствовал в анамнезе диагноз COVID-19 или положительный ПЦР-результат на SARS-CoV-2 и признаки ОРЗ на момент исследования (табл. 4). У жителей Ростовской области этот показатель составил (97,2 \pm 1,4) % (490 из 504), равномерно распределяясь по всем возрастным группам.

Полученные данные свидетельствуют о начале формирования популяционного иммунитета к

Таблица 4 / Table 4

Доля лиц с бессимптомным течением инфекции из общего числа серопозитивных жителей разных возрастных групп Ростовской области
The proportion of people with asymptomatic infection from the total number of seropositive volunteers of different age groups of the Rostov Region

Возрастная группа, лет Age group, years	Число серопозитивных волонтеров Number of seropositive volunteers	Число серопозитивных волонтеров с бессимптомным течением The number of asymptomatic seropositive volunteers	Доля серопозитивных волонтеров с бессимптомным течением, % М±m The proportion of asymptomatic seropositive volunteers, % M ± m
1–17	124	123	99,2±0,8
18–29	53	51	96,2±2,6
30–39	58	57	98,3±1,7
40–49	82	77	93,9±2,6
50–59	64	61	95,3±2,6
60–69	74	73	98,6±1,4
≥70	49	48	98,0±2,0
Всего Total	504	490	97,2±0,7

SARS-CoV-2 среди жителей Ростовской области, однако установленный уровень популяционного иммунитета (16,5 %, данные на июнь 2020 г.) не способен оказать существенного влияния на динамику и интенсивность эпидемического процесса COVID-19 в Ростовской области, что обуславливает необходимость организации и проведения специфической профилактики новой коронавирусной инфекции среди населения. Высокий уровень гуморального иммунитета к SARS-CoV-2 на фоне низких показателей заболеваемости у лиц в возрасте от 1 года до 17 лет может свидетельствовать о доминировании бессимптомных форм болезни среди данной возрастной группы.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

1. Tyrrell D.A., Bynoe M.L. Cultivation of a novel type of common-cold virus in organ cultures. *Br. Med. J.* 1965; 1(5448):1467–70. DOI: 10.1136/bmj.1.5448.1467.
2. Yang Y., Peng F., Wang R., Yange M., Guan K., Jiang T., Xu G., Sun J., Chang C. The deadly coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China. *Autoimmun.* 2020; 109:102434. DOI: 10.1016/j.jaut.2020.102434.
3. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV). WHO-EM/CSR/254/E/2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/> (дата обращения 04.08.2020).
4. Заявление Генерального директора ВОЗ по итогам совещания Комитета ММСП по чрезвычайной ситуации в связи с новым коронавирусом (2019-nCoV) от 30 января 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihf-emergency-committee-on-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihf-emergency-committee-on-novel-coronavirus-(2019-ncov)) (дата обращения 04.08.2020).
5. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd immunity: understanding COVID-19. *Immunity.* 2020; 52(5):737–41. DOI: 10.1016/j.immuni.2020.04.012.
6. Anderson R.M., May R.M. Vaccination and herd immunity to infectious diseases. *Nature.* 1985; 318(6044):323–9. DOI: 10.1038/318323a0.
7. Delamater P.L., Street E.J., Leslie T.F., Yang Y.T., Jacobsen K.H. Complexity of the basic reproduction number (R_0). *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(1):1–4. DOI: 10.3201/eid2501.171901.
8. Newcombe R.G. Two-sided confidence intervals for the single proportion: comparison of seven methods. *Stat. Med.* 1998; 17(8):857–72. DOI: 10.1002/(sici)1097-0258-(19980430)17:8<857::aid-sim777>3.0.co;2-e.
9. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Башкетова Н.С., Фридман Р.К., Лялина Л.В., Смирнов В.С., Чхинджерия

И.Г., Гречанинова Т.А., Агапов К.А., Арсентьева Н.А., Баженова Н.А., Бацунов О.К., Данилова Е.М., Зуева Е.В., Комкова Д.В., Кузнецова Р.Н., Любимова Н.Е., Маркова А.Н., Хамитова И.В., Ломоносова В.И., Ветров В.В., Миличкина А.М., Дедков В.Г., Тотолян А.А. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в период эпидемии COVID-19. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2020; 3:124–30. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130.

10. Huang A.T., Garcia-Carreras B., Hitchings M.D.T., Yang B., Katzelnick L.C., Rattigan S.M., Borgert B.A., Moreno C.A., Solomon B.D., Rodriguez-Barraquer I., Lessler J., Salje H., Burke D., Wesolowski A., Cummings D.A.T. A systematic review of antibody mediated immunity to coronaviruses: antibody kinetics, correlates of protection, and association of antibody responses with severity of disease. *medRxiv.* 2020. Apr 17. DOI: 10.1101/2020.04.14.20065771. Preprint.

11. Moscola J., Sembajwe G., Jarrett M., Farber B., Chang T., McGinn T., Davidson K.W. Prevalence of SARS-CoV-2 Antibodies in health care personnel in the New York City area. *JAMA.* 2020; 324(9):893–5. DOI: 10.1001/jama.2020.14765.

12. Tian S., Hu N., Lou J., Chen K., Kang X., Xiang Z., Chen H., Wang D., Liu N., Liu D., Chen G., Zhang Y., Li D., Li J., Lian H., Niu S., Zhang L., Zhang J. Characteristics of COVID-19 infection in Beijing. *J. Infect.* 2020; 80(4):401–6. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.02.018.

References

1. Tyrrell D.A., Bynoe M.L. Cultivation of a novel type of common-cold virus in organ cultures. *Br. Med. J.* 1965; 1(5448):1467–70. DOI: 10.1136/bmj.1.5448.1467.
2. Yang Y., Peng F., Wang R., Yange M., Guan K., Jiang T., Xu G., Sun J., Chang C. The deadly coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China. *Autoimmun.* 2020; 109:102434. DOI: 10.1016/j.jaut.2020.102434.
3. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV). WHO-EM/CSR/254/E/2019. (Cited 04 Aug 2020). [Internet]. Available from: <http://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/>.
4. WHO Director-General's statement on IHR Emergency Committee on Novel Coronavirus (2019-nCoV) dated January 30, 2020. (Cited 04 Aug 2020). [Internet]. Available from: [https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihf-emergency-committee-on-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihf-emergency-committee-on-novel-coronavirus-(2019-ncov)).
5. Randolph H.E., Barreiro L.B. Herd immunity: understanding COVID-19. *Immunity.* 2020; 52(5):737–41. DOI: 10.1016/j.immuni.2020.04.012.
6. Anderson R.M., May R.M. Vaccination and herd immunity to infectious diseases. *Nature.* 1985; 318(6044):323–9. DOI: 10.1038/318323a0.
7. Delamater P.L., Street E.J., Leslie T.F., Yang Y.T., Jacobsen K.H. Complexity of the basic reproduction number (R_0). *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25(1):1–4. DOI: 10.3201/eid2501.171901.
8. Newcombe R.G. Two-sided confidence intervals for the single proportion: comparison of seven methods. *Stat. Med.* 1998; 17(8):857–72. DOI: 10.1002/(sici)1097-0258-(19980430)17:8<857::aid-sim777>3.0.co;2-e.
9. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A., Bashketova N.S., Fridman R.K., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Chkhindzheriya I.G., Grechaninova T.A., Agapov K.A., Arsent'eva N.A., Bazhenova N.A., Batsunov O.K., Danilova E.M., Zueva E.V., Komkova D.V.,

Kuznetsova R.N., Lyubimova N.E., Markova A.N., Khamitova I.V., Lomonosova V.I., Vetrov V.V., Milichkina A.M., Dedkov V.G., Totolyan A.A. [Herd immunity to SARS-CoV-2 among the population in Saint-Petersburg during the COVID-19 epidemic]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; 3:124–30. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-124-130.

10. Huang A.T., Garcia-Carreras B., Hitchings M.D.T., Yang B., Katzelnick L.C., Rattigan S.M., Borgert B.A., Moreno C.A., Solomon B.D., Rodriguez-Barraquer I., Lessler J., Salje H., Burke D., Wesolowski A., Cummings D.A.T. A systematic review of antibody mediated immunity to coronaviruses: antibody kinetics, correlates of protection, and association of antibody responses with severity of disease. *medRxiv*. 2020. Apr 17. DOI: 10.1101/2020.04.14.20065771. Preprint.

11. Moscola J., Sembajwe G., Jarrett M., Farber B., Chang T., McGinn T., Davidson K.W. Prevalence of SARS-CoV-2 Antibodies in health care personnel in the New York City area. *JAMA*. 2020; 324(9):893–5. DOI: 10.1001/jama.2020.14765.

12. Tian S., Hu N., Lou J., Chen K., Kang X., Xiang Z., Chen H., Wang D., Liu N., Liu D., Chen G., Zhang Y., Li D., Li J., Lian H., Niu S., Zhang L., Zhang J. Characteristics of COVID-19 infection in Beijing. *J. Infect.* 2020; 80(4):401–6. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.02.018.

Authors:

Popova A.Yu. Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare; 18, Bld. 5 and 7, Vadkovsky Pereulok, Moscow, 127994, Russian Federation. Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; 2/1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russian Federation.

Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A. Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. 18, Bld. 5 and 7, Vadkovsky Pereulok, Moscow, 127994, Russian Federation.

Noskov A.K., Chemisova O.S., Trishina A.V., Bereznyak E.A., Volovikova S.V., Stenina S.I., Yanovich E.G., Meloyan M.G. Rostov-on-Don

Research Anti-Plague Institute. 117/40, M. Gor'kogo St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation. E-mail: plague@aaanet.ru.

Kovalev E.V., Slis' S.S. Rospotrebnadzor Administration in the Rostov Region. 17, 18th Line, Rostov-on-Don, 344109, Russian Federation. E-mail: master@61.rospotrebnadzor.ru.

Karpushchenko G.V., Asmolova N.Yu., Usova A.A. Center of Hygiene and Epidemiology in the Rostov Region. 67, 7th Line St., Rostov-on-Don, 344019, Russian Federation. E-mail: master@donses.ru.

Lyalina L.V., Smirnov V.S., Totolyan A.A. Saint-Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology. 14, Mira St., St. Petersburg, 197101, Russian Federation. E-mail: pasteur@pasteurorg.ru.

Об авторах:

Попова А.Ю. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; Российская Федерация, 127994, Москва, Вадковский переулок, дом 18, строение 5 и 7. Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования; Российская Федерация, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1.

Ежлова Е.Б., Мельникова А.А. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Российская Федерация, 127994, Москва, Вадковский переулок, дом 18, строение 5 и 7.

Носков А.К., Чемисова О.С., Тришина А.В., Березняк Е.А., Воловикова С.В., Стенина С.И., Янович Е.Г., Мелоян М.Г. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 117/40. E-mail: plague@aaanet.ru.

Ковалев Е.В., Слис С.С. Управление Роспотребнадзора по Ростовской области. Российская Федерация, Ростов-на-Дону, 344109, ул. 18-я линия, 17. E-mail: master@61.rospotrebnadzor.ru.

Карпущенко Г.В., Асмолова Н.Ю., Усова А.А. Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области. Российская Федерация, 344019, Ростов-на-Дону, 7-я линия, 67. E-mail: master@donses.ru.

Лялина Л.В., Смирнов В.С., Тотолян А.А. Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера. Российская Федерация, 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, 14. E-mail: pasteur@pasteurorg.ru.