

УДК 001.891:616-097(616.98:578.834.1"SARS-CoV-2"):616-036.22"2020/2021"(571.62)

DOI: 10.36604/1998-5029-2021-81-19-26

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МАРКЕРОВ SARS-COV-2 СРЕДИ УСЛОВНО-ЗДОРОВОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. ХАБАРОВСКА В ПЕРИОДЫ СПАДА ИНТЕНСИВНОСТИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА COVID-19

Е.А.Базыкина, О.Е.Троценко, Л.А.Балахонцева, В.О.Котова, Т.В.Корита

Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт  
эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека, 680610, г. Хабаровск, ул. Шевченко, 2

**РЕЗЮМЕ. Введение.** Пандемия COVID-19 привела к необходимости введения беспрецедентных противоэпидемических мер для снижения скорости распространения заболевания, как в мире, так и в Российской Федерации. Крайне важным является мониторинг заболеваемости, а также серопревалентности к возбудителю данного опасного заболевания. **Цель.** Оценка выявляемости РНК SARS-CoV-2 и уровней серопревалентности среди условно-здорового населения г. Хабаровска в разные этапы пандемии. **Материалы и методы.** Наличие РНК вируса определяли методом ПЦР в носоглоточных мазках, антител класса G к спайковому (S) протеину SARS-CoV-2 – в сыворотке крови методом ИФА. Для анализа выбраны месяцы, характеризовавшиеся снижением заболеваемости COVID-19: первый период – с сентября по середину октября 2020 г., второй период – с февраля по середину марта 2021 г. **Результаты.** Выявлено двукратное снижение количества РНК-положительных проб с 11,4 до 5,8% в зимне-весенний период 2021 г. по сравнению с осенью 2020 г., что наиболее вероятно связано со значительным увеличением количества лиц, имевших антитела к SARS-CoV-2. Их число увеличилось с 38,6 до 54,5% за анализируемый период времени. **Заключение.** Для предотвращения усугубления эпидемической ситуации относительно COVID-19 в регионе необходимо строгое соблюдение противоэпидемических мер для предотвращения завоза и распространения инфекции, а также более активное вовлечение населения в программу вакцинации.

**Ключевые слова:** COVID-19, ПЦР, ИФА, серопревалентность, скрининговое обследование.

## COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF MAIN SARS-COV-2 MARKERS AMONG CONDITIONALLY HEALTHY POPULATION OF Khabarovsk CITY DURING DECLINE OF COVID-19 EPIDEMIC PROCESS INTENSITY

E.A.Bazykina, O.E.Trotsenko, L.A.Balakhontseva, V.O.Kotova, T.V.Korita

Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2 Shevchenko Str., Khabarovsk, 680610, Russian Federation

**SUMMARY. Introduction.** COVID-19 pandemic has demanded the introduction of extraordinary anti-epidemic measures in order to reduce infection spread speed in the world and in the Russian Federation. Incidence surveillance as well as SARS-CoV-2 seroprevalence survey are of outmost importance. **Aim.** The objective of the research was evaluation of SARS-CoV-2 RNA detection rate as well as seroprevalence levels among conditionally healthy population of Khabarovsk city during different periods of COVID-19 pandemic. **Materials and methods.** The presence of virus RNA was determined by PCR in nasopharyngeal swabs, class G antibodies to the spike (S) protein SARS-CoV-2 – in blood serum by ELISA. The research presents data analysis of two periods that were defined with decline in COVID-19 incidence rates: first period – from September to mid-October 2020; second period – from February to mid-March 2021. **Results.** A two-folded decline

### Контактная информация

Елена Анатольевна Базыкина, младший научный сотрудник, лаборатория эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИД, Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 680610, Россия, г. Хабаровск, ул. Шевченко, 2. E-mail: alyonaf@yandex.ru

### Correspondence should be addressed to

Elena A. Bazykina, Junior Staff Scientist, Laboratory of Epidemiology and Prevention of Viral Hepatitis and AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2 Shevchenko Str., Khabarovsk, 680610, Russian Federation. E-mail: alyonaf@yandex.ru

### Для цитирования:

Базыкина Е.А., Троценко О.Е., Балахонцева Л.А., Котова В.О., Корита Т.В. Сравнительная характеристика основных маркеров SARS-CoV-2 среди условно-здорового населения г. Хабаровска в периоды спада интенсивности эпидемического процесса COVID-19 // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2021. Вып.81. С.19–26. DOI: 10.36604/1998-5029-2021-81-19-26

### For citation:

Bazykina E.A., Trotsenko O.E., Balakhontseva L.A., Kotova V.O., Korita T.V. Comparative characteristic of main SARS-CoV-2 markers among conditionally healthy population of Khabarovsk city during decline of COVID-19 epidemic process intensity. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* = *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2021; (81):19–26 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2021-81-19-26

of RNA-positive tests from 11.4% in autumn of year 2020 to 5.8% in winter-spring period of year 2021 was registered. The fact is most likely due to an increase in number of people that had protective immune response against SARS-CoV-2 virus. Seroprevalence increased from 38.6% to 54.5% during the analyzed period. **Conclusion.** It is necessary to ensure realization of anti-epidemic measures in order to prevent spread of the infection due to migration processes as well as arrange greater involvement of population in vaccination program in order to prevent aggravation of epidemiological situation concerning COVID-19 in the Khabarovsk krai.

*Key words: COVID-19, PCR, ELISA, seroprevalence, screening examination.*

В 2020 году человечество столкнулось с серьезной угрозой – первой пандемией после пандемии гриппа 1918 года, потребовавшей введения жестких противоэпидемических мероприятий [1]. Для осуществления поставленных задач по противодействию распространения заболевания передовые биомедицинские институты России успешно разработали тест-системы для выявления нуклеиновой кислоты вируса, а впоследствии и его специфических антител [2–4].

К началу апреля текущего года в мире было инфицировано более 130 млн человек, из них умерло практически 3 млн. Одновременно с этим происходит усугубление эпидемической ситуации в мире. Во многих странах зафиксирован рост заболеваемости новой коронавирусной инфекцией, что может свидетельствовать о риске формирования третьей волны COVID-19. Действительно, в апреле зарегистрировано превышение числа случаев инфицирования COVID-19 над количеством выздоровевших от COVID-19 людей. Аналогичная тенденция прослеживалась во время первой и второй волн COVID-19 [5].

Наиболее неблагоприятная эпидемическая обстановка на начало апреля 2021 года складывается в Индии, США, Бразилии и Турции, где регистрируется взрывной рост заболеваемости новой коронавирусной инфекцией [5], что, наиболее вероятно, связано с распространением более контагиозных геновариантов коронавируса, а именно Британского, Бразильского и возможно Южно-Африканского.

В Российской Федерации за аналогичный период времени общее число инфицированных COVID-19 лиц составило более 4,5 млн человек, а число летальных исходов практически достигло 100 тыс. С начала пандемии было зафиксировано два выраженных подъема заболеваемости или волны COVID-19 – первый приходился на май-июнь, второй – на декабрь 2020 года [6].

Серологические и молекулярно-генетические исследования, включающие качественную оценку наличия РНК вируса в носоглоточных мазках и специфических антител в сыворотке крови, стали основой, как для контроля эпидемической обстановки, так и для планирования неспецифических и специфических мероприятий по профилактике COVID-19 [3]. Учитывая вышеизложенное, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека было организовано крупномасштабное исследование для изучения популяционного иммунитета, охватывающее 26 субъектов страны [4].

Известно, что оперативный мониторинг за показателями, влияющими на динамику эпидемического про-

цесса COVID-19, позволяет правильно оценить объем и характер необходимых противоэпидемических мероприятий. Одним из факторов сохранения циркуляции возбудителя COVID-19 в человеческой популяции является малосимптомное или иннаппарантное течение инфекции, при котором человек не осознает, что является носителем опасного инфекционного заболевания [7–10]. Контагиозность вируса является высокой, а индекс репродукции по данным зарубежных публикаций варьирует от 2 до 3 [11, 12]. На территории России данное значение во время первой волны COVID-19 оказалось выше и равнялось 5,8. В Хабаровском крае были получены аналогичные значения [4]. Иначе говоря, один человек, зараженный SARS-CoV-2, потенциально может заразить до 6 человек, находящихся в контакте с ним.

Учитывая вышеизложенное, целью данного исследования стал анализ выявляемости РНК SARS-CoV-2 и уровней серопревалентности среди условно-здорового населения г. Хабаровска на разных этапах развития пандемии.

### Материалы и методы исследования

Для проведения исследования осуществлен анализ проб биологического материала, поступавшего в ФБУН Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии, на наличие РНК вируса в носоглоточных мазках методом ПЦР, а также антител класса G к спайковому (S) протеину SARS-CoV-2 в сыворотке крови методом ИФА («SARS-COV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» производства АО Вектор-Бест).

Для выбора периодов забора биологического материала проведен ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации в Хабаровском крае. Пик первой волны COVID-19 в крае пришелся на июль 2020 г., после чего на протяжении двух месяцев регистрировался спад заболеваемости. С октября 2020 г. количество новых случаев заболевания нарастало, а наибольшие уровни заболеваемости пришлось на декабрь 2020 г., после чего отмечен значительный спад интенсивности эпидемического процесса (рис. 1). Полученные результаты согласуются с данными, выявленными в целом по Российской Федерации за аналогичный период времени [6].

Несмотря на значительное снижение заболеваемости в Хабаровском крае, уровни летальности и смертности на современном этапе не только не снижаются, но и нарастают. Так, по сравнению с сентябрем, в марте летальность увеличилась практически в 5 раз – с 0,7 до 3,6% (рис. 2).

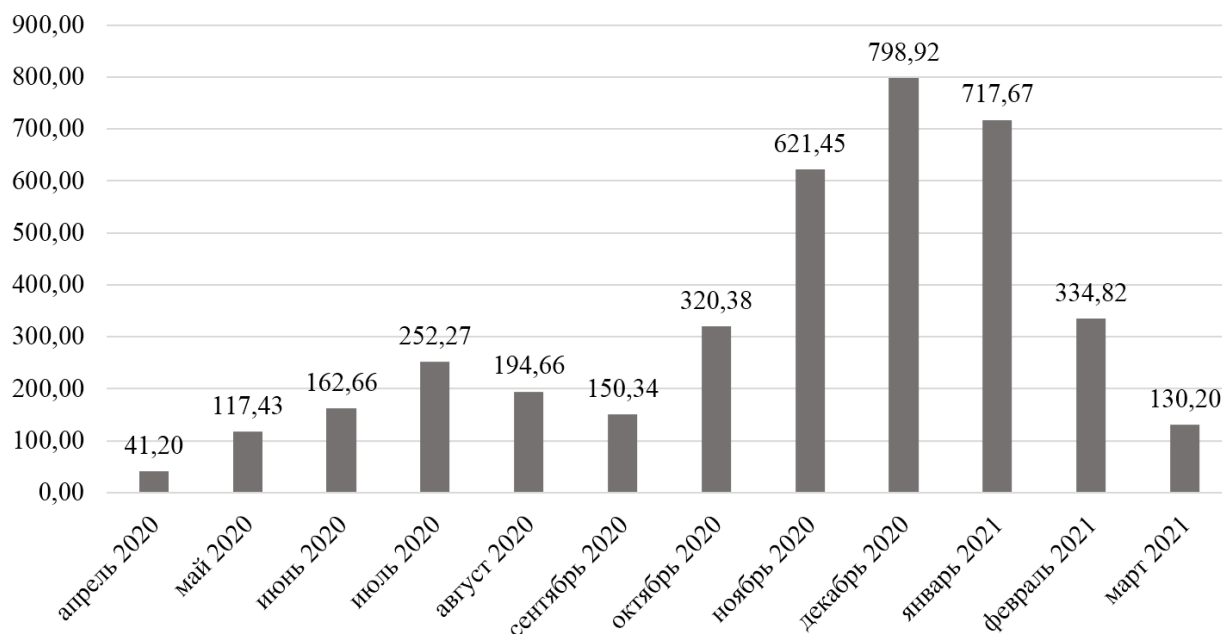


Рис. 1. Месячная заболеваемость COVID-19 в Хабаровском крае.

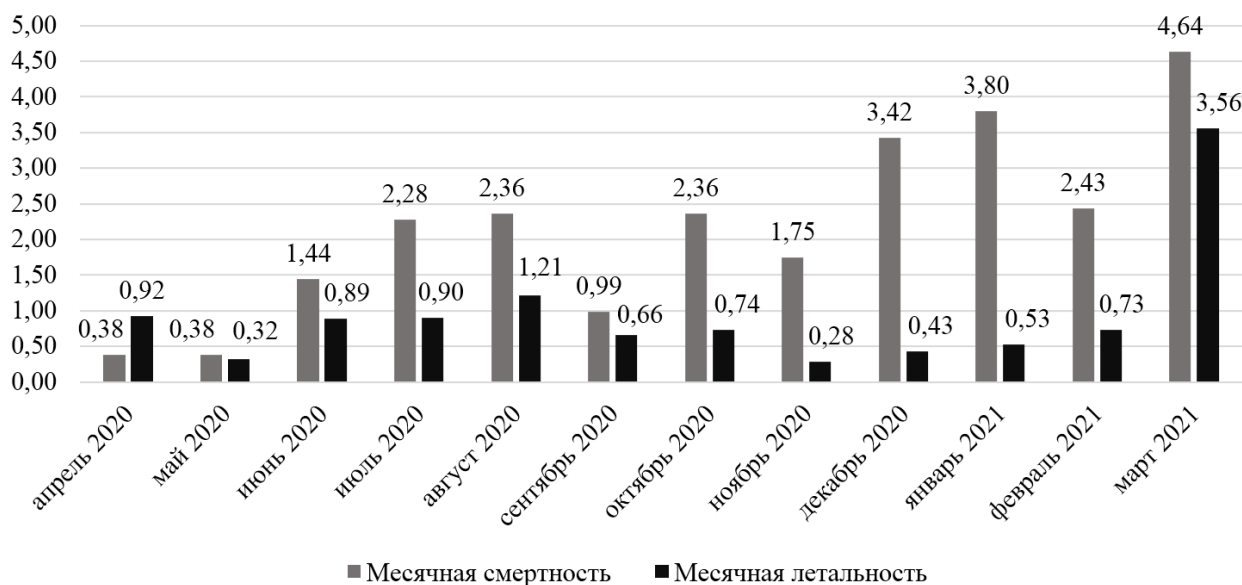


Рис. 2. Показатели месячной летальности и смертности в Хабаровском крае.

Таким образом, с учетом активности эпидемического процесса были выбраны два периода для проведения забора биологического материала, в которых происходил спад заболеваемости COVID-19.

Первый этап исследования проводился с начала сентября по середину октября 2020 г. и включал 587 человек (средний возраст – 41 год, медиана – 40,3, Q1=27,2, Q3=54,3), обследованных на наличие РНК SARS-CoV-2, и 166 человек (средний возраст – 41 год, медиана – 40,3, Q1=27,2, Q3=54,3) – на наличие IgG против SARS-CoV-2. Второй этап выполнен с начала февраля по середину марта 2021 г. и включал 291 человек (средний возраст – 35,3 лет, медиана – 33,2, Q1=17,8, Q3=48,7) для определения РНК возбудителя

и 258 человек (средний возраст – 50,7 лет, медиана – 51,7, Q1=39,8, Q3=61,1) – на наличие IgG к вирусу, соответственно. Лабораторная диагностика проводилась в соответствии с инструкцией фирмы-производителя. Все респонденты активно обращались за оказанием лабораторного освидетельствования и на момент забора биологического материала проявлений острого респираторного заболевания не выявлено. Исследование выполнялось в соответствии с этическими принципами, установленными Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью методов непараметрического анализа с использованием программы Statistica

6.0. Номинальные данные описывались с указанием процентных долей. Их сравнивали при помощи критерия  $\chi^2$  Пирсона. В случае получения результата ожидаемого явления хотя бы в одной ячейке менее 10, в ходе анализа четырехпольных таблиц, рассчитывался критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса. При получении значений ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы менее 5, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера. Получение уровня значимости различий более 0,05 свидетельствовало об отсутствии статистически значимых различий, в то время, когда оно составляло менее 0,05 – об их наличии [13, 14].

### Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе общий уровень выявляемости РНК вируса составил  $11,4 \pm 1,3\%$ , а статистически значимые отличия от полученной величины в разрезе возрастных групп зафиксированы лишь среди детей. Показатель среди последних оказался более чем в 3 раза ниже, составив  $3,3 \pm 1,9\%$  ( $\chi^2=4,8$ ;  $p=0,03$ ). На втором этапе общая выявляемость РНК SARS-CoV-2 составила  $5,8 \pm 1,4\%$ , причем несмотря на значительный разброс полученных результатов среди различных возрастных групп, статистически значимых отклонений от среднего показателя в группе не отмечено (рис. 3).

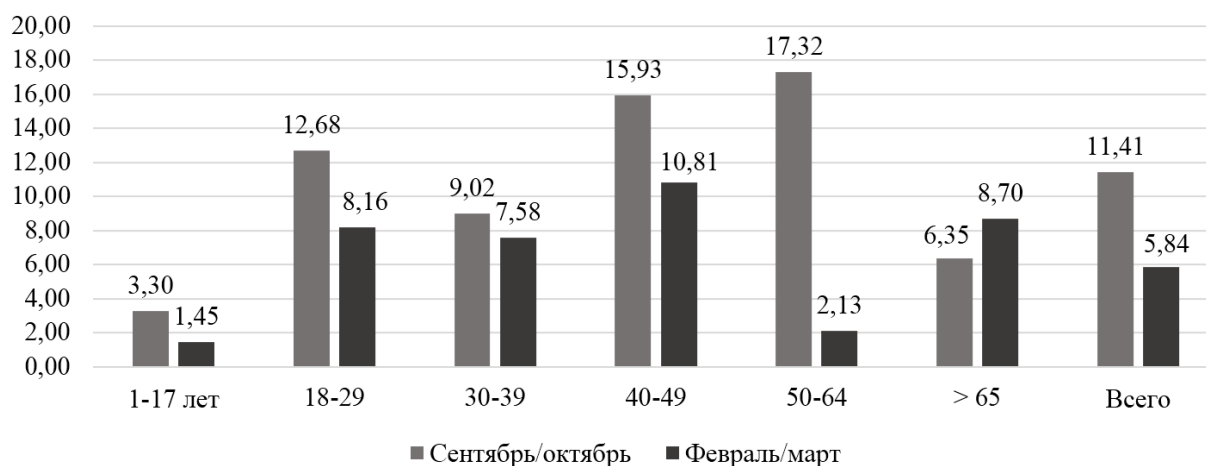


Рис. 3. Характеристика обследованных лиц, имевших положительный результат на наличие РНК SARS-CoV-2, в %.

Таким образом, установлено статистически значимое снижение количества положительных результатов ПЦР в зимне-весенний период текущего года по сравнению с уровнем, определенным осенью 2020 г., с  $11,4 \pm 1,3$  до  $5,8 \pm 1,4\%$  ( $\chi^2=4,7$ ;  $p=0,04$ ). Указанная тенденция прослеживается во всех возрастных группах, за исключением лиц старше 65 лет. Причем среди граждан 50-64 лет данные отличия были статистически значимо более выраженными, а их доля уменьшилась в 8,2 раза с  $17,3 \pm 3,4$  до  $2,1 \pm 2,1\%$  ( $\chi^2=5,6$ ;  $p=0,02$ ).

Следует отметить, что вышеперечисленные изменения были связаны со снижением выявляемости РНК SARS-CoV-2 в группе женщин, где показатель уменьшился в 3 раза – с  $11,9 \pm 1,9$  до  $3,9 \pm 1,7\%$  ( $\chi^2=5,8$ ;  $p=0,02$ ). В группе мужчин указанная тенденция была значительно менее выражена и статистически недостоверна. Их доля уменьшилась с  $10,9 \pm 1,9$  до  $7,4 \pm 2,1\%$ .

С учётом заметного снижения количества РНК-положительных проб с высокой степенью вероятности можно ожидать увеличения количества иммунных лиц к SARS-CoV-2. Действительно, уровни популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 возросли с  $38,5 \pm 3,8$  до  $54,5 \pm 3,1\%$  ( $\chi^2=9,98$ ;  $p=0,002$ ). Причем по сравнению с долей лиц, позитивных на наличие антител к SARS-CoV-2, в Хабаровском крае в начале лета 2020 г. (19,6%) уровень, зафиксированный в текущем исследовании,

оказался существенно выше [15].

В обоих периодах исследования, как осенью 2020 г., так и в зимне-весеннем периоде 2021 г., нами не установлено статистически значимых отличий серопревалентности от средних значений изучаемого показателя в разных возрастных и гендерных группах. Несмотря на выраженное увеличение общего количества иммунных к SARS-CoV-2 лиц, статистически значимое отличие между первым и вторым этапами работы в разрезе возрастных групп выявлено только среди людей старше 60 лет, где изучаемый параметр увеличился более чем в 2 раза – с  $28,0 \pm 9,2$  до  $60,3 \pm 5,5\%$  ( $\chi^2=7,9$ ;  $p=0,005$ ) (рис. 4). Для получения более показательной картины необходимо увеличение количества участников исследования с более равномерным распределением по возрастным группам. В данной работе было организовано поперечное исследование, проведенное в периоды спада активности эпидемического процесса на протяжении сравнимого периода времени, что повлияло на объем выборки, полученной для анализа.

Следует отметить, что значительный вклад в общий уровень иммунитета внесла высокая доля обследованных нами женщин. Показатель серопозитивности у респондентов женского пола возрос с  $36,1 \pm 4,6$  до  $57 \pm 3,8\%$  ( $\chi^2=11,6$ ;  $p<0,001$ ). В группе мужчин уровень



серопревалентности практически не изменился по сравнению с 1 этапом ( $43,1 \pm 6,5\%$ ), приблизившись на втором этапе к  $48,8 \pm 5,4\%$ . Полученные данные согласуются с результатами крупномасштабного исследования, проведенного в Российской Федерации, где не

установлено гендерных особенностей среди обследованных граждан на наличие IgG к SARS-CoV-2, а также результатов первого этапа серомониторинга, проведенного в Хабаровском крае [4, 15].

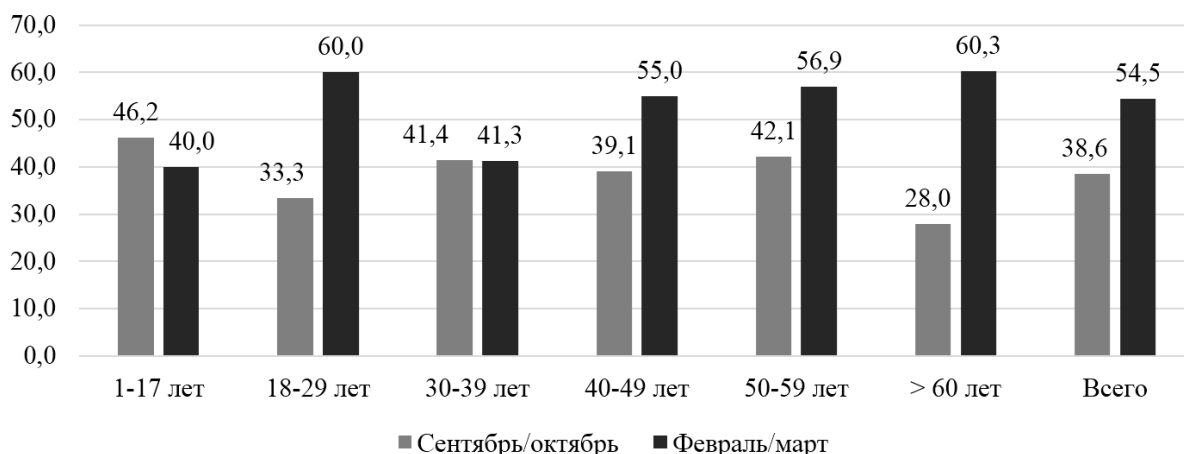


Рис. 4. Характеристика серопревалентных к SARS-CoV-2 лиц г. Хабаровска.

Примечание: в связи с малой долей выборки в группах детей 1-17 лет, а также молодых лиц 18-29 лет, результаты являются нерепрезентативными и носят справочный характер.

#### Закключение

Таким образом, по данным проведенного в г. Хабаровске исследования, зарегистрировано двукратное снижение частоты выделения РНК SARS-CoV-2 в зимне-весенний период текущего года по сравнению с осенью 2020 г. В то же время, общая доля иммунных к вирусу SARS-CoV-2 лиц увеличилась в 1,5 раза и достигла 54,5%, что, наиболее вероятно, и явилось причиной снижения числа РНК-положительных на SARS-CoV-2 проб в данном наблюдении. В пользу указанного утверждения свидетельствуют работы, подтверждающие вируснейтрализующие, а, следовательно, протективные свойства антител к S-белку SARS-CoV-2, которые и определялись в ходе работы [16, 17].

В данный момент, несмотря на мировую тенденцию, свидетельствующую о начале третьей волны COVID-19, в Хабаровском крае показатель заболеваемости остается на низком уровне. При соблюдении гражданами противоэпидемических мер, а также при

расширении объемов вакцинопрофилактики возможно предотвратить выраженное ухудшение эпидемической ситуации по COVID-19 в регионе. Минимально необходимый уровень популяционного иммунитета к SARS-CoV-2, составляющий по оценкам специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека не менее 70-80% [4], является достижимым показателем для Хабаровского края в случае более активного вовлечения населения в программу вакцинации.

#### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

#### Источники финансирования

Исследование проводилось без участия спонсоров

#### Funding Sources

This study was not sponsored

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брико Н.И. 100 лет пандемии: уроки истории. Новый этап вакцинопрофилактики // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018. Т.4, №17. С.68–75.
2. Шуряева А.К., Малова Т.В., Давыдова Е.Е., Савочкина Ю.А., Богословская Е.В., Минтаев Р.Р., Цыганова Г.М., Шивлягина Е.Е., Ибрагимова А.Ш., Носова А.О., Шипулин Г.А., Юдин С.М. Разработка тест-системы для диагностики COVID-19 в формате ОТ-ПЦР в режиме реального времени // Медицина экстремальных ситуаций. 2020. №3. С.48–54. <https://doi.org/10.47183/mes.2020.011>
3. Смирнов А.Е., Смирнова Н.Г. Пандемия COVID-19: вызовы для медицины и общества // Материалы международной научно-практической конференции «Пространства социальной напряженности, глобальные и региональные вызовы и факторы устойчивого развития в современную эпоху: стратегические консенсусные взаимодействия и новые прорывы». Иркутск, 2020. С.299–301.
4. Попова А.Ю., Андреева Е.Е., Бабуря Е.А., Балахонов С.В., Башкетова Н.С., Буланов М.В., Валеуллина Н.Н.,

Горяев Д.В., Детковская Н.Н., Ежлова Е.Б., Зайцева Н.Н., Историк О.А., Ковальчук И.В., Козловских Д.Н., Комбарова С.В., Курганова О.П., Кутырев В.В., Ломовцев А.Э., Лукичева Л.А., Лялина Л.В., Мельникова А.А., Микаилова О.М., Носков А.К., Носкова Л.Н., Оглезнева Е.Е., Осмоловская Т.П., Патяшина М.А., Пенковская Н.А., Самойлова Л.В., Смирнов В.С., Степанова Т.Ф., Троценко О.Е., Тотолян А.А. Особенности формирования серопревалентности населения Российской Федерации к нуклеокапсиду SARS-CoV-2 в первую волну эпидемии COVID-19 // Инфекция и иммунитет. 2021. Т.11, №2. С.297–323. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-FOD-1684>

5. COVID-19 coronavirus pandemic. Reported Cases and Deaths by Country or Territory // Worldometer. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

6. Отчёт о текущей ситуации по борьбе с коронавирусом. 1 апреля 2021. Коронавирус COVID-19: официальная информация о коронавирусе в России. URL: [https://стопкоронавирус.пф/ai/doc/829/attach/2021-04-01\\_coronavirus\\_government\\_report.pdf](https://стопкоронавирус.пф/ai/doc/829/attach/2021-04-01_coronavirus_government_report.pdf)

7. Wei L., Lin J., Duan X., Huang W., Lu X., Zhou J., Zong Zh. Asymptomatic COVID-19 Patients Can Contaminate Their Surroundings: an Environment Sampling Study // mSphere. 2020. Vol.5, №3. Article number: e00442-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00442-20>

8. Bai Y., Yao L., Wei T., Tian F., Jin D.Y., Chen L., Wang M. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19 // JAMA. 2020. Vol.323, №14. P.1406–1407. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2565>

9. Huang L., Zhang X., Zhang X., Wei Z., Zhang L., Xu J., Liang P., Xu Y., Zhang C., Xu A. Rapid asymptomatic transmission of COVID-19 during the incubation period demonstrating strong infectivity in a cluster of youngsters aged 16-23 years outside Wuhan and characteristics of young patients with COVID-19: A prospective contact-tracing study // J. Infect. 2020. Vol.80, №6. P.e1–e13. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.006>

10. Ye F., Xu S., Rong Z., Xu R., Liu X., Deng P., Liu H., Xu X. Delivery of infection from asymptomatic carriers of COVID-19 in a familial cluster // Int. J. Infect. Dis. 2020. Vol.94. P.133–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.042>

11. Rocklöv J., Sjödin H., Wilder-Smith A. COVID-19 outbreak on the Diamond Princess cruise ship: estimating the epidemic potential and effectiveness of public health countermeasures // J. Travel Med. 2020. Vol.27, №3. Article number: taaa030. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa030>

12. Endo A., Abbott S., Kucharski A.J., Funk S. Estimating the overdispersion in COVID-19 transmission using outbreak sizes outside China // Wellcome Open Res. 2020. Vol.5. Article number: 67. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15842.3>

13. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. М.: Практика, 1999. 459 с. ISBN 5-89816-009-4

14. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) // Экология человека, 2008. №6. С.58–8.

15. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Троценко О.Е., Зайцева Т.А., Лялина Л.В., Гарбуз Ю.А., Смирнов В.С., Ломоносова В.И., Балахонцева Л.А., Котова В.О., Базыкина Е.А., Бутакова Л.В., Сапега Е.Ю., Алейникова Н.В., Бебенина Л.А., Лосева С.М., Каравянская Т.Н., Тотолян А.А. Уровень серопревалентности к SARS-CoV-2 среди жителей Хабаровского края на фоне эпидемии COVID-19 // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2021. Т.98, №1. С.7–17. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>

16. Zost S.J., Gilchuk P., Case J.B., Binshtein E., Chen R.E., Nkolola J.P., Schäfer A., Reidy J.X., Trivette A., Nargi R.S., et al. Potently neutralizing and protective human antibodies against SARS-CoV-2 // Nature. 2020. Vol.584, №7821. P.443–449. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2548-6>

17. Yang J., Wang W., Chen Z., Lu S., Yang F., Bi Z., Bao L., Mo F., Li X., Huang Y., et al. A vaccine targeting the RBD of the S protein of SARS-CoV-2 induces protective immunity // Nature. 2020. Vol.586, №7830. P.572–577. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2599-8>

## REFERENCES

1. Briko N.I. 100 Years after the Spanish Flu Pandemic. The Evolution of the Influenza Virus and the Development of the Flu Vaccine. *Epidemiology and Vaccinal Prevention* 2018; 17(4):68–75 (in Russian).

2. Shuryaeva A.K., Malova T.V., Davydova E.E., Savochkina Yu.A., Bogoslovskaya E.V., Mintaev R.R., Tsyganova G.M., Shivlyagina E.E., Ibragimova A.Sh., Shipulin G.A., Yudin S.M. Development of the COVID-19 Real-Time RT-PCR Testing System. *Extreme Medicine* 2020; (3):43–8 (in Russian). <https://doi.org/10.47183/mes.2020.011>

3. Smirnov A.E., Smirnova N.G. COVID-19 pandemic: challenges for healthcare system and society. In: Proceedings of the International practice-to-science conference “Spaces of social tension, global and regional challenges and factors of stable development in current time: strategic and consensus interactions and new breakthroughs”. Irkutsk; 2020: 229–301 (in Russian).

4. Popova A.Yu., Andreeva E.E., Babura E.A., Balakhonov S.V., Bashketova N.S., Bulanov M.V., Valeullina N.N., Goryaev D.V., Detkovskaya N.N., Ezhlova E.B., Zaitseva N.N., Istorik O.A., Kovalchuk I.V., Kozlovskikh D.N., Kombarova S.V., Kurganova O.P., Kutyrev V.V., Lomovtsev A.E., Lukicheva L.A., Lyalina L.V., Melnikova A.A., Mikhailova O.M., Noskov A.K., Noskova L.N., Oglezneva E.E., Osolovskay T.P., Patyashina M.A., Penkovskaya N.A., Samoilova

- L.V., Smirnov V.S., Stepanova T.F., Trotsenko O.E., Totolyan A.A. Features of developing SARS-CoV-2 nucleocapsid protein population-based seroprevalence during the first wave of the COVID-19 epidemic in the Russian Federation. *Russian Journal of Infection and Immunity* 2021; 11(2):297–323 (in Russian). <https://doi.org/10.15789/2220-7619-FOD-1684>
5. COVID-19 coronavirus pandemic. Reported Cases and Deaths by Country or Territory. Worldometer. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
6. Report on current situation concerning combat against coronavirus. April 1, 2021. Coronavirus COVID-19: Official information on coronavirus in Russia. Available at: [https://мониторинг.рф/ai/doc/829/attach/2021-04-01\\_coronavirus\\_government\\_report.pdf](https://мониторинг.рф/ai/doc/829/attach/2021-04-01_coronavirus_government_report.pdf) (in Russian).
7. Wei L., Lin J., Duan X., Huang W., Lu X., Zhou J., Zong Zh. Asymptomatic COVID-19 Patients Can Contaminate Their Surroundings: an Environment Sampling Study. *mSphere* 2020; 5(3):e00442-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00442-20>
8. Bai Y., Yao L., Wei T., Tian F., Jin D.Y., Chen L., Wang M. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA* 2020; 323(14):1406–1407. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2565>
9. Huang L., Zhang X., Zhang X., Wei Z., Zhang L., Xu J., Liang P., Xu Y., Zhang C., Xu A. Rapid asymptomatic transmission of COVID-19 during the incubation period demonstrating strong infectivity in a cluster of youngsters aged 16-23 years outside Wuhan and characteristics of young patients with COVID-19: A prospective contact-tracing study. *J. Infect.* 2020; 80(6):e1–e13. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.006>
10. Ye F., Xu S., Rong Z., Xu R., Liu X., Deng P., Liu H., Xu X. Delivery of infection from asymptomatic carriers of COVID-19 in a familial cluster. *Int. J. Infect. Dis.* 2020; 94:133–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.042>
11. Rocklöv J., Sjödin H., Wilder-Smith A. COVID-19 outbreak on the Diamond Princess cruise ship: estimating the epidemic potential and effectiveness of public health countermeasures. *J. Travel Med.* 2020; 27(3):taaa03. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa030>
12. Endo A., Abbott S., Kucharski A.J., Funk S. Estimating the overdispersion in COVID-19 transmission using outbreak sizes outside China. *Wellcome Open Res.* 2020; 5:67. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15842.3>
13. Glantz S.A. Primer of Biostatistics. Moscow: Praktika; 1999 (in Russian). ISBN 5-89816-009-4.
14. Grjibovski A.M. Analysis on nominal data (independent observations). *Human Ecology* 2008; (6):58–68 (in Russian).
15. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Trotsenko O.E., Zaitseva T.A., Lyalina L.V., Garbuz Yu.A., Smirnov V.S., Lomonosova V.I., Balakhontseva L.A., Kotova V.O., Bazykina E.A., Butakova L.V., Sapega E.Yu., Aleinikova N.V., Bebenina L.A., Loseva S.M., Karavyanskaya T.N., Totolyan A.A. The seroprevalence of SARS-CoV-2 among residents of the Khabarovsk Krai during the COVID-19 epidemic. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* 2021; 98(1):7–17 (in Russian). <https://doi.org/10.36233/0372-9311-92>
16. Zost S.J., Gilchuk P., Case J.B., Binshtein E., Chen R.E., Nkolola J.P., Schäfer A., Reidy J.X., Trivette A., Nargi R.S., Sutton R.E., Suryadevara N., Martinez D.R., Williamson L.E., Chen E.C., Jones T., Day S., Myers L., Hassan A.O., Kafai N.M., Winkler E.S., Fox J.M., Shrihari S., Mueller B.K., Meiler J., Chandrashekar A., Mercado N.B., Steinhart J.J., Ren K., Loo Y.M., Kallewaard N.L., McCune B.T., Keeler S.P., Holtzman M.J., Barouch D.H., Gralinski L.E., Baric R.S., Thackray L.B., Diamond M.S., Carnahan R.H., Crowe J.E. Jr. Potently neutralizing and protective human antibodies against SARS-CoV-2. *Nature* 2020; 584(7821):443–449. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2548-6>
17. Yang J., Wang W., Chen Z., Lu S., Yang F., Bi Z., Bao L., Mo F., Li X., Huang Y., Hong W., Yang Y., Zhao Y., Ye F., Lin S., Deng W., Chen H., Lei H., Zhang Z., Luo M., Gao H., Zheng Y., Gong Y., Jiang X., Xu Y., Lv Q., Li D., Wang M., Li F., Wang S., Wang G., Yu P., Qu Y., Yang L., Deng H., Tong A., Li J., Wang Z., Yang J., Shen G., Zhao Z., Li Y., Luo J., Liu H., Yu W., Yang M., Xu J., Wang J., Li H., Wang H., Kuang D., Lin P., Hu Z., Guo W., Cheng W., He Y., Song X., Chen C., Xue Z., Yao S., Chen L., Ma X., Chen S., Gou M., Huang W., Wang Y., Fan C., Tian Z., Shi M., Wang F.S., Dai L., Wu M., Li G., Wang G., Peng Y., Qian Z., Huang C., Lau J.Y., Yang Z., Wei Y., Cen X., Peng X., Qin C., Zhang K., Lu G., Wei X. A vaccine targeting the RBD of the S protein of SARS-CoV-2 induces protective immunity. *Nature* 2020; 586(7830):572–577. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2599-8>

**Информация об авторах:**

**Елена Анатольевна Базыкина**, младший научный сотрудник, лаборатория эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИД, Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5695-6752>; e-mail: [alyonaf@yandex.ru](mailto:alyonaf@yandex.ru)

**Author information:**

**Elena A. Bazykina**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Epidemiology and Prevention of Viral Hepatitis and AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5695-6752>; e-mail: [alyonaf@yandex.ru](mailto:alyonaf@yandex.ru)

**Ольга Евгеньевна Троценко**, д-р мед. наук, директор Федерального бюджетного учреждения науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3050-44724>; e-mail: [trotsenko\\_oe@hniiem.ru](mailto:trotsenko_oe@hniiem.ru)

**Людмила Анатольевна Балахонцева**, руководитель Дальневосточного окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД, Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; e-mail: [dvaids@mail.ru](mailto:dvaids@mail.ru)

**Валерия Олеговна Котова**, зав. лабораторией эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИДа, Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; e-mail: [dvaids@mail.ru](mailto:dvaids@mail.ru)

**Татьяна Васильевна Корита**, канд. мед. наук, ученый секретарь, Федеральное бюджетное учреждение науки «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; e-mail: [adm@hniiem.ru](mailto:adm@hniiem.ru)

**Olga E. Trotsenko**, MD, PhD, DSc (Med.), Director of Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3050-44724>; e-mail: [trotsenko\\_oe@hniiem.ru](mailto:trotsenko_oe@hniiem.ru)

**Ludmila A. Balakhontseva**, Head of the Far Eastern Regional Center for Prevention and Combat Against AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [dvaids@mail.ru](mailto:dvaids@mail.ru)

**Valeria O. Kotova**, Head of Laboratory of Epidemiology and Prevention of Viral Hepatitis and AIDS, Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [dvaids@mail.ru](mailto:dvaids@mail.ru)

**Tatyana V. Korita**, MD, PhD (Med.), Scientific Secretary of Khabarovsk Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [adm@hniiem.ru](mailto:adm@hniiem.ru)

Поступила 01.06.2021  
Принята к печати 21.06.2021

Received June 01, 2021  
Accepted June 21, 2021