

Передовая статья

<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2021-2-6-12>

УДК 616.98:578.2

Е.А. Базыкина¹, О.Е. Троценко¹, К.В. Жмеренецкий², Е.Н. Сазонова², Г.С. Томилка², Л.А. Балахонцева¹,
В.О. Котова¹, Т.А. Зайцева³

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРОПРЕВАЛЕНТНОСТИ К SARS-COV-2 СРЕДИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И УЧАЩИХСЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА НА ФОНЕ РАЗГАРА ПАНДЕМИИ COVID-19

¹Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора,
680610, ул. Шевченко, 2, тел. 8-(4212)-32-54-63, e-mail: adm@hniiem.ru;

²Дальневосточный государственный медицинский университет,
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-76-13-96, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru;

³Управление Роспотребнадзора по Хабаровскому краю,
680009, ул. Карла Маркса, 109б, тел. 8-(4212)-27-47-44, г. Хабаровск

Резюме

Цель исследования – изучение удельного веса антител класса М и G к SARS-CoV-2 среди сотрудников и студентов медицинского вуза в г. Хабаровске. Наличие антител среди респондентов определяли методом ИФА с помощью тест-систем производства «Вектор-Бест» (г. Новосибирск). Уровень коллективного иммунитета к SARS-CoV-2 составил 16,07 % (ДИ 95 %: 12,70-19,76 %) и статистически значимо не отличался между сотрудниками и учащимися университета. Наличие Ig класса М выявлено лишь в одном случае (0,24 %, ДИ 95 %: 0,0001-0,94 %). Статистически значимых отличий между показателями у мужчин, женщин и в различных возрастных группах не отмечено. Наличие иммунного ответа среди лиц, перенесших новую коронавирусную инфекцию, составило 87,50 % (ДИ 95 %: 67,52-98,65 %), когда в группе непереболевших – 13,25 % (ДИ 95 %: 10,11-16,74 %). Антитела чаще регистрировались и среди лиц, контактировавших с инфицированными SARS-CoV-2 (31,94 %; ДИ 95 %: 21,74-43,09 %), среди не контактировавших указанное значение составило 12,79 % (ДИ 95 %: 9,47-16,52 %). Доля лиц с бессимптомно протекавшей инфекцией, вызванной SARS-CoV-2, среди серопозитивных респондентов оказалась высокой – 79,10 % (ДИ 95 %: 68,62-87,9 %). Таким образом, уровень серопревалентности среди сотрудников и учащихся вуза оказался незначительным, в связи с чем актуальным является проведение специфической и неспецифической профилактики для предотвращения передачи заболевания в коллективе, в особенности среди наиболее уязвимых групп (лиц пожилого возраста, страдающих сахарным диабетом, аллергическими и другими хроническими заболеваниями), а также среди студентов, проживающих в общежитии.

Ключевые слова: коллективный иммунитет, SARS-CoV-2, медицинский университет, Дальневосточный федеральный округ.

Е.А. Bazykina¹, О.Е. Trotsenko¹, K.V. Zhmerenetsky², E.N. Sazonova², G.S. Tomilka²,
L.A. Balakhontseva¹, V.O. Kotova¹, T.A. Zaitseva³

CHARACTERISTICS OF SARS-COV-2 SEROPREVALENCE IN FACULTY MEMBERS AND STUDENTS OF THE FAR EASTERN STATE MEDICAL UNIVERSITY DURING COVID-19 PANDEMIC

¹Khabarovsk research institute of epidemiology and microbiology of the Federal service
on consumers rights protection and human wellbeing (Rosпотребнадзор);

²Far Eastern State Medical University;

³Khabarovsk Region Rosпотребнадзор regional office, Khabarovsk

Abstract

Objective of the research – to evaluate percentage of immunoglobulins (Ig) M and G against SARS-CoV-2 in the teaching staff and students of the medical university in Khabarovsk city.



Materials and methods: detection of antibodies in the surveyed was performed via ELIZA test kits manufactured by «Vector-Best» (Novosibirsk). **Results:** levels of collective immunity in the surveyed comprised 16,07 % (CI 95 %: 12,70-19,76 %) and didn't differ between the faculty and the students of the university. Ig M antibodies were detected only in one case (0,24 %, CI 95 %: 0,0001-0,94 %). No statistically significant difference was observed in men, women and different age groups. Immune response in the group of participants recovered from COVID-19 was detected in 87,50 % (CI 95 %: 67,52-98,65 %) and in the group where participants had not been diagnosed with COVID-19 was 13,25 % (CI 95 %: 10,11-16,74 %). More frequent detection of antibodies against SARS-CoV-2 was revealed in the participants that had had contact with people diagnosed with COVID-19 (31,94 %; CI 95 %: 21,74-43,09 %) compared with those who had not had such a contact (12,79 %; CI 95 %: 9,47-16,52 %). Percent of subclinical infection in the surveyed that had antibodies against SARS-CoV-2 was high and made up 79,10 % (CI 95 %: 68,62-87,9 %).

Conclusion: Levels of seroprevalence in the faculty and students of the university were low therefore it is recommended to carry out nonspecific and specific (vaccination) preventive measures in order to prevent spread of the disease in the university community especially among most vulnerable groups (elderly people, people suffering from diabetes, allergies and other) and students who live in students hostels.

Key words: collective immunity, SARS-CoV-2, medical university, Far Eastern federal district.

Новая коронавирусная инфекция (НКИ) стала одной из серьезнейших угроз здоровью человечества за последние 100 лет, вызвав первую после 1918 г. пандемию, приведшую по всему миру к необходимости введения жестких ограничительных мер [1, 15, 16]. На момент написания статьи (15.02.2021 г.) в мире насчитывалось 108 579 352 человек с диагностированной НКИ, из них 2 396 408 скончались. В России, по данным ВОЗ, кумулятивное количество лиц, заразившихся SARS-CoV-2, составило 4 086 090, из них умерло 80 520 человек [17].

Мониторинг уровня иммунного ответа среди населения является крайне важным для понимания объемов распространения инфекции и определения доли лиц, перенесших НКИ бессимптомно. В ходе проведения метаанализа, охватившего период времени от начала публикаций статей о выявлении антител классов G и M к SARS-CoV-2 в 2020 г. до 14 августа 2020 г., и включавшего изучение вопроса в 23 странах и среди около 400 тысяч человек, установлено, что уровень серопозитивности варьировал от 0,37 % до 22,1 % с усредненным значением, равным 3,38 %. В северной части Европы распространенность антител составила 5,27 %, южной части Европы и Северной Америке – 4,41 %, западной части Европы – 3,17 %, в Азии – 2,02 %, в Южной Америке – 1,45 %. Странами с наиболее высоким уровнем серопревалентности к SARS-CoV-2 были Иран (22,1 %), Швеция (15,02 %), Чили (10,7 %), Швейцария (7,9 %), Южная Корея (7,5 %), Италия (7,27 %), Испания (5,0 %) и США (4,4 %) [12].

Огромное внимание в научной литературе уделяется изучению коллективного иммунитета к SARS-

CoV-2, особенно уровнем иммунитета среди медицинских работников в разных странах, что безусловно является одним из приоритетных направлений исследований [8, 9, 10, 11]. В свою очередь изучение серопревалентности в других отдельных группах населения также является важным источником информации, которая необходима не только для изучения коллективного иммунитета и оценки доли бессимптомных носителей вируса, но и для расчета объемов вакцинации. Одной из таких малоизученных групп является коллектив вузов. Крайне незначительное количество статей посвящено указанной теме. Так исследование, проведенное в Греции в течение июня-июля 2020 г., выявило низкий уровень (1,0 %) антител к возбудителю НКИ среди студентов и сотрудников местного университета. Статистически значимых отличий среди студентов и сотрудников вуза разного пола, отдельных возрастных категорий, а также принадлежащих к определенным факультетам, не выявлено. Однако авторами исследования была отмечена тенденция более частого обнаружения антител среди студентов медицинского факультета, научных отделений, сотрудников лаборатории и преподавательского состава [14]. Более высокие уровни серопревалентности (4,0 %) были выявлены в апреле-мае 2020 г. у студентов университета, расположенного в Лос-Анжелесе (США). Данный уровень в целом совпадал с популяционным иммунитетом в стране для указанного периода времени [13].

Таким образом, целью исследования стало изучение удельного веса антител класса M и G к SARS-CoV-2 среди сотрудников и студентов медицинского вуза в г. Хабаровске.

Материалы и методы

Для проведения исследования по оценке естественного иммунитета к возбудителю новой коронавирусной инфекции среди работников и студентов медицинского вуза (ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Хабаровск) методом рандомизации (с помощью компьютерной программы) в течение сентября 2020 г. было отобрано 417 человек, в том числе 64 сотрудника и 353 студента. Каждому респонденту высылались СМС-оповещение об участии в исследовании. Протокол исследования утвержден на заседании комиссии

по этике ФБУН «Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора (протокол № 6 от 10 сентября 2020 г.). При согласии респондента на проведение исследования заполнялась специально разработанная анкета (приложение 1) и информированное согласие на участие в данной работе.

Лабораторная и аналитическая часть работы проводилась в ФБУН «Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора (г. Хабаровск). Постановка иммуноферментного анализа (ИФА) для выявления антител классов M и G (к спайковому или

S-белку SARS-CoV-2) осуществлялась с помощью тест-систем «SARS-CoV-2-IgM-ИФА-БЕСТ» и «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» (производства «Вестор-Бест», г. Новосибирск).

Статистическая обработка полученных результатов исследования осуществлялась с помощью пакетов программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. Проводилось определение средних величин (M), ошибки средней (m). Расчет доли обследованных с бессимптомной формой НКИ производили следующим образом: из числа серопозитивных лиц выбирали тех, в анамнезе

которых не было указано наличие диагноза COVID-19 и/или положительного результата ПЦР в респираторных мазках. Доверительный интервал (ДИ 95 %) высчитывался с применением метода углового преобразования Фишера [2]. Для выявления значимости отличий относительных величин проводили расчет Хи-квадрата, в том числе с поправкой на правдоподобие, поправкой Йейтса и точного критерия Фишера. Метод Манна – Уитни использовался при сравнении абсолютных величин. Отличия признавались значимыми при критическом уровне (p) менее 0,05.

Результаты и обсуждение

В ходе проведенного исследования наличие антител класса G к SARS-CoV-2 было выявлено в 16,07 % (ДИ 95 %: 12,70-19,76 %; 67/417 человек) случаев, наличие антител класса M – лишь у одного человека (0,24 %, ДИ 95 %: 0,0001-0,94 %). Факт единичного обнаружения антител класса M наиболее вероятно был связан с остаточным иммунным ответом после перенесенного заболевания, который сохранялся на протяжении трех месяцев (данный респондент перенес заболевание в начале июля, забор биологического материала проводился в конце сентября 2020 г.). Уровень выявления антител класса G среди респондентов Дальневосточного медицинского университета был расценен как невысокий, поскольку он был значительно ниже показателей, зарегистрированных в других регионах России. Например, в Калининградской области выявляемость антител класса G среди работников образования и сотрудников медицинских учреждений составляла соответственно 42,0 % и 47,9 % [3]. Однако следует отметить, что уровень серопревалентности значительно варьировал и среди совокупного населения в зависимости от региона Российской Федерации. Так, на начало июня 2020 г. у населения Хабаровского края данный показатель составлял 19,6 %, Санкт-Петербурга – 26,0 %, в Тюменской области – 24,5 %; в Иркутской области в конце июня – начале июля были выявлены наименьшие уровни популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 – 5,8 %, в Калининградской области в конце августа и начале сентября – 50,2 % [3, 4, 5, 6, 7].

Наличие сопутствующих заболеваний дыхательной системы отметили 19 человек, из них у четверых зарегистрирован аллергический ринит, у восьмерых – бронхиальная астма, у четверых – гайморит/синусит, у двоих – хронический ринит и по одному случаю хронического бронхита и эмфиземы легких. Статистически значимых отличий в уровнях серопревалентности между обследованными с отсутствием патологии органов дыхания и их наличием выявлено не было – соответственно, 15,79 % (ДИ 95 %: 3,34-35,04 %; 3/19 человек) и 16,16 % (ДИ 95 %: 12,70-19,94 %; 64/396 человек; $\chi^2=0,02$; $p=0,96$).

Среди серонегативных лиц средний возраст составил 25,8 лет (ДИ 95 %: 24-27 лет), в данной группе преобладали женщины (76,8 %; ДИ 95 %: 72,37-81,23 %; 268/349 человек), мужчины составили 23,21 % (ДИ 95 %: 18,93-27,79 %; 81/349 человек) соответственно. Средний возраст лиц с наличием иммунитета к SARS-

CoV-2 составил 25,17 лет (ДИ 95 %: 22-27 лет). Среди них также преобладали женщины – в 77,6 % (ДИ 95 %: 66,92-86,70 %; 52/67 человек), а мужчин соответственно оказалось 22,39 % (ДИ 95 %: 13,29-33,06 %; 15/67 человек). Как серопозитивная, так и серонегативная группы респондентов статистически значимо не отличались по половозрастному составу ($Z=1,00$; $p=0,32$; $\chi^2=0,02$; $p=0,88$, соответственно).

Наиболее высокий уровень антител к SARS-CoV-2 был выявлен среди респондентов 21-29 лет (студенты средних и старших курсов, аспиранты вуза) – 18,23 % (ДИ 95 %: 12,96-24,17 %; 33/181 человека), что является логичным, так как указанная категория лиц чаще контактировала с пациентами в связи с повышенным в период пандемии спросом на их трудоустройство в лечебно-профилактические учреждения, включая ковидные госпитали. Однако статистически значимых отличий указанного выше показателя от среднего значения, выявленного для всех обследованных лиц, не обнаружено ($\chi^2=0,41$; $p=0,52$).

Статистически значимых отличий от среднего уровня коллективного иммунитета не выявлено и для студентов младших курсов (младше 20 лет) – 14,53 % (ДИ 95 %: 9,68 – 20,17 %; 25/172 человек; $\chi^2=0,23$; $p=0,6$), и для сотрудников вуза среднего возраста 30-49 лет – 15,38 % (ДИ 95 %: 4,38 – 31,43 %; 4/26 человек; $\chi^2=0,03$; $p=0,86$).

В группе сотрудников более старшего возраста (старше 50 лет) был отмечен наименьший уровень антител, составивший 13,16 % (ДИ 95 %: 4,44-25,57 %; 5/38 человек), что может быть связано с переводом вуза на дистанционное обучение и удаленную работу. Однако и в этой группе не отмечено отличий показателя серопревалентности от среднего значения, наблюдаемого в коллективе вуза. Без сомнения, для получения более достоверных выводов необходим больший объем выборки. И всё-таки, в отличие от данных популяционных исследований иммунитета, проводимых среди совокупного населения различных регионов России, в нашем исследовании наиболее серопозитивной группой оказались лица молодого возраста (21-29 лет), в то время как в популяционных исследованиях, как правило, регистрировались высокие уровни антител класса G в детских возрастных группах (в частности, в Иркутской и Калининградской областях, г. Санкт-Петербурге), а также среди граждан 50 лет и старше [4, 6, 7].



Не выявлено статистически значимых различий между частотой выявления антител класса G к SARS-CoV-2 среди сотрудников вуза (14,06 %; ДИ 95 %: 6,07-23,56 %; 9/64 человек) и его студентов (16,43 %; ДИ 95 %: 12,79-20,53 %; 58/353 человека; $\chi^2_{\text{Иейтса}}=0,09$; $p=0,8$). Поскольку выезды за пределы Хабаровского края могут представлять риск инфицирования COVID-19, нами проведен анализ выявляемости антител класса G среди двух групп лиц: выезжавших и не выезжавших в другие регионы. Несмотря на несколько большую долю респондентов с наличием антител класса G среди путешественников (17,28 %, ДИ 95 %: 11,87-23,47; 28/162 человек) по сравнению с не выезжавшими за пределы Хабаровского края (15,35 %, ДИ 95 %: 11,19-20,03; 39/254 человек), статистически значимая разница данных показателей не выявлена ($\chi^2_{\text{Иейтса}}=0,27$; $p=0,6$).

Значительный интерес представлял анализ серопозитивности респондентов в зависимости от перенесенного заболевания COVID-19, от наличия в анамнезе положительного результата ПЦР на РНК вируса SARS-CoV-2 в респираторных мазках. При этом, статистически значимо более высокий уровень иммунитета против SARS-CoV-2 был зарегистрирован среди обследованных, перенесших новую коронавирусную инфекцию – в 87,50 % случаев (ДИ 95 %: 67,52-98,65 %; 14/16 человек). В то же самое время, среди респондентов, не указавших наличие в анамнезе заболевания, данный показатель составил всего 13,25 % (ДИ 95 %: 10,11-16,74 %; 53/400 человек; $\chi^2_{\text{поправка на правдоподобие}}=42,3$; $p<0,001$). Существенные различия выявлены и среди обследованных, прошедших ПЦР-тестирование на наличие РНК SARS-CoV-2 в анамнезе. Так, среди всех 7 человек, имевших в прошлом положительный результат на РНК вируса в респираторных мазках, выявлены антитела класса G, а среди лиц с отрицательным результатом ПЦР в анамнезе – у 23,50 % (ДИ 95 %: 11,0 – 38,97; 8/34 человек; $p_{\text{Fisher exact}}=0,0003$) (рис. 1).

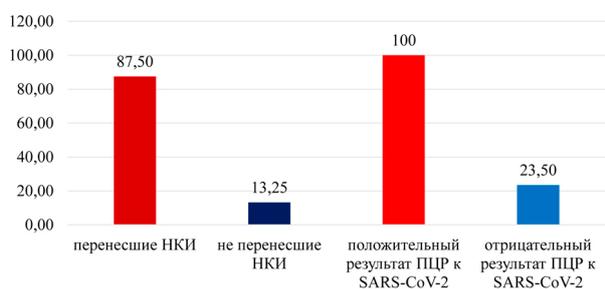


Рис. 1. Удельный вес (%) выявления антител к SARS-CoV-2 у респондентов, в зависимости от наличия в анамнезе диагноза COVID-19 (левая часть рисунка) либо наличия в прошлом результатов ПЦР к SARS-CoV-2 (правая часть рисунка)

До сих пор остается невыясненным механизм стойкости иммунитета после перенесенного заболевания COVID-19, в том числе в зависимости от тяжести его течения. По данным отечественной литературы, сохранение антител к SARS-CoV-2 после НКИ у населения Калининградской области отмечено в 94,6 % случаев, в то же время в Санкт-Петербурге, Тюменской и Иркутской областях данный показатель выявлен

у меньшего количества обследованных – у 75,0 %, 68,2 % и 56,5 %, соответственно [4, 5, 6, 7].

На основе анализа ответов на вопросы о клинических формах перенесенной НКИ, отраженных в анкетах респондентов вуза г. Хабаровска, установлено следующее: внебольничная пневмония регистрировалась у 43,75 % (ДИ 95 %: 21,14-67,83; 7/16 человек) опрошенных, 37,50 % (ДИ 95 %: 16,19-61,75; 6/16 человек) отметили бессимптомное носительство SARS-CoV-2, ОРВИ – 12,50 % (ДИ 95 %: 1,35-32,48 %; 2/16 человек), один респондент не указал форму заболевания, поэтому был исключен из расчета. Несмотря на то, что у всех 7 респондентов, перенесших COVID-19 в форме внебольничной пневмонии, выявлены антитела класса G, статистически значимой разницы между уровнями антител у них (7/7 человек; $p_{\text{Fisher exact}}=0,47$) и у лиц, перенесших НКИ в более легкой форме – бессимптомной или ОРВИ (75,0 %; ДИ 95 %: 41,57-96,90 %; 6/8 человек), выявлено не было.

Немаловажным показателем является доля не диагностированной в прошлом асимптоматической формы инфекции COVID-19 среди респондентов с положительным результатом ИФА на наличие IgG в сыворотке крови. Так, в нашем исследовании из 67 ИФА-положительных на IgG человек лишь 14 указали перенесенную в прошлом НКИ. Таким образом, доля инаппарантной формы заболевания составила 53 человека или 79,10 % (ДИ 95 %: 68,62-87,9 %). По данным отечественной литературы, более высокие значения аналогичного показателя наблюдались среди совокупного населения Иркутской области, города Санкт-Петербурга и Калининградской области – соответственно, 81,2 %, 84,5 % и 95,2 % [4, 6, 7].

Известно, что контакты с людьми, инфицированными новым коронавирусом, способствуют росту заболеваемости COVID-19, в том числе бессимптомными её формами. В настоящем исследовании показано, что наличие контакта с пациентом, инфицированным НКИ, почти в 2,5 раза увеличивает вероятность появления антител ($\chi^2_{\text{Иейтса}}=14,8$; $p<0,001$). Так, среди респондентов вуза г. Хабаровска, имевших контакт с больным человеком, показатель выявления антител составил 31,94% (ДИ 95 %: 21,74-43,09 %; 23/72 человек), среди не контактировавших – 12,79 % (ДИ 95 %: 9,47-16,52 %; 44/344 человек) (рис. 2).

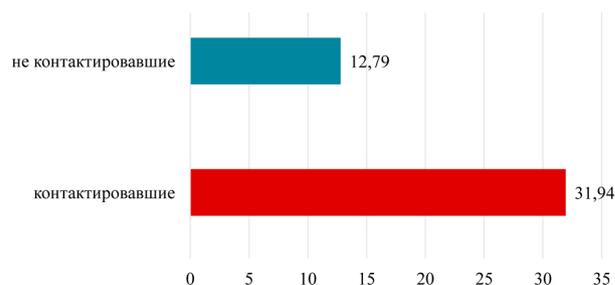


Рис. 2. Удельный вес (%) выявления антител к SARS-CoV-2 в зависимости от наличия контакта с пациентами, инфицированными COVID-19

Следует отметить, что при проведении в России популяционных исследований в отдельных регионах были выявлены как более значительные, так и мень-

шие уровни серопревалентности среди лиц, контактировавших с больными COVID-19 людьми. Например, в Калининградской области указанное значение равнялось 60,5 %, в Санкт-Петербурге – 42,1 % [4, 7]. Значительно меньшие уровни IgG к SARS-CoV-2 после контакта с больным НКИ были зафиксированы в Иркутской области (14,7 %), однако в данном регионе и общий уровень популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 на момент проведения исследования был самым низким среди территорий, охваченных популяционным наблюдением [6]. Следует подчеркнуть, что закономерность более частого выявления у контактных лиц антител к SARS-CoV-2 была отмечена во всех анализируемых нами печатных работах [4, 6, 7].

Исследования проводились в довакцинальный период и полученные данные являются результатом естественного проэпидемичивания в условиях г. Хабаровска. Наличие антител к новому коронавирусу среди сотрудников и учащихся медицинского вуза оказалось равным 16,07 % (ДИ 95 %: 12,70-19,76 %), а антитела класса М определены лишь у одного обследованного (0,24 %, ДИ 95 %: 0,0001-0,94 %). Статистически значимых отличий серопревалентности между мужчинами и женщинами выявлено не было. Не зафиксировано статистически значимых отличий показателей и в различных возрастных группах (младше 20 лет, 21-29 лет, 30-49 лет и 50 лет и старше) от среднего значения серопревалентности, а также между студентами и сотрудниками университета. У обследованных респондентов не установлено связи показателей серопозитивности с фактами выезда за пределы региона.

При этом установлено, что доля иммунных лиц к новой коронавирусной инфекции среди переболевших обследованных равнялась 87,50 % (ДИ 95 %: 67,52-98,65 %), среди вступающих в контакт с инфицированными SARS-CoV-2 – 31,94 % (ДИ 95 %: 21,74-43,09 %). В то же время, среди не болевших и не контактировавших эти показатели оказались статистически значимо ниже – 13,25 % (ДИ 95 %: 10,11-16,74 %) и 12,79 % (ДИ 95 %: 9,47-16,52 %), соответственно. Значительным оказался процент не диагностированной, ранее протекавшей бессимптомно, инфекции COVID-19 среди обследованных респондентов с отсутствием у них в анамнезе диагноза НКИ – 79,10 % среди лиц с ИФА-положительным результатом на наличие IgG к SARS-CoV-2 (ДИ 95 %: 68,62-87,9 %).

В целом, уровень серопревалентности среди сотрудников и учащихся вуза (16,07 %) можно считать недостаточным, что подтверждается более высоким средним показателем серопозитивности к SARS-CoV-2 среди совокупного населения Хабаровского края (19,6 %), полученным еще в июне 2020 года при проведении популяционных исследований. В связи с этим, в коллективе вуза актуальным является продолжение реализации неспецифических профилактических мероприятий для предупреждения распространения COVID-19, а также проведение вакцинации с целью создания достаточной прослойки иммунных лиц в коллективе. Приоритетными для вакцинации следует считать людей старше 50 лет, лиц, страдающих сахарным диабетом, различными аллергическими заболеваниями, а также студентов, проживающих в общежитии.

Литература

1. Брико Н.И. 100 лет пандемии: уроки истории. Новый этап вакцинопрофилактики // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 4, № 17. – С. 68-75.
2. Гржибовский А.М. Доверительные интервалы для частот и долей // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 57-60.
3. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Троценко О.Е., Зайцева Т.А., и др. 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.
4. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Бабура Е.А., Михеенко О.П., Лялина Л.В., Смирнов В.С., Молчанова Ж.Р., Горбатова Я.В., Харитоновна М.Н., Зубова А.Н., Погребная Т.Н., Данилова В.И., Кухарчук С.В., Дудинская Е.В., Арбузова Т.В., Ломоносова В.И., Тоголян А.А. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 населения Калининградской области в эпидемический сезон COVID-19 // Журнал инфектологии. – 2020. – Т. 12, № 5. – С. 62-71. <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-5-62-71>.
5. Попова А. Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Степанова Т.Ф. и др. Распределение серопревалентности к SARS-CoV-2 среди жителей Тюменской области в эпидемическом периоде COVID-19 // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2020. – № 5. – С. 392-400.
6. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Балахонов С.В., Чеснокова М.В., Дубровина В.И., Лялина Л.В., Смирнов В.С., Трухина А.Г., Пережогин А.Н., Пятидесятникова А.Б., Брюхова Д.Д., Киселева Н.О., Гефан Н.Г., Гаврилова О.В., Гаврилова Т.А., Ломоносова В.И., Тоголян А.А. Опыт исследования серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 населения Иркутской области в период вспышки COVID-19 // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 3. – С. 106-113. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-106-113>.
7. 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., Тоголян А.А. Популяционный иммунитет к SARS-CoV-2 среди населения Санкт-Петербурга в период эпидемии COVID-19 // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 3. – С. 124-130. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>.
8. Яскова О.А. Первые результаты лабораторного обследования на антитела к SARS-COV-2 медицин-



ского персонала ГБУЗ «Междуреченская городская больница» // Журнал МедиАль. – 2020. – № 2 (26). – С. 14-17.

9. Gray S., Clough T., Mcgee Y., Murphy T., Poulidakos D. Increased risk of COVID-19 in haemodialysis healthcare workers in a tertiary centre in the North West of England // J Hosp Infect. – 2020. – Vol. 106, № 2. – P. 390-391. doi:10.1016/j.jhin.2020.07.030.

10. Pan S.C., Huang Y.S., Hsieh S.M., Chen Y.C., Chang S.Y., Chang S.C. A cross-sectional seroprevalence for COVID-19 among healthcare workers in a tertiary care hospital in Taiwan // J Formos Med Assoc. – 2021. – S0929-6646(21)00019-X. doi:10.1016/j.jfma.2021.01.002.

11. Poustchi H., Darvishian M., Mohammadi Z., et al. SARS-CoV-2 antibody seroprevalence in the general population and high-risk occupational groups across 18 cities in Iran: a population-based cross-sectional study // Lancet Infect Dis. – 2020. – S1473-3099(20)30858-6. doi:10.1016/S1473-3099(20)30858-6.

12. Rostami A., Sepidarkish M., Leeftang M.M.G., et al. SARS-CoV-2 seroprevalence worldwide: a systematic review and meta-analysis. // Clin. Microbiol. Infect. – 2020. – S1198-743X(20)30651-0. doi:10.1016/j.cmi.2020.10.020.

13. Tilley K., Ayyvazyan V., Martinez L., et al. A Cross-Sectional Study Examining the Seroprevalence of Severe

Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Antibodies in a University Student Population // J Adolesc Health. – 2020. – Vol. 67, № 6. – P. 763-768. doi:10.1016/j.jadohealth.2020.09.001.

14. Tsitsilonis O.E., Paraskevis D., Lianidou E., et al. Seroprevalence of Antibodies against SARS-CoV-2 among the Personnel and Students of the National and Kapodistrian University of Athens, Greece: A Preliminary Report // Life (Basel). – 2020. – Vol. 10, № 9. – P. 214. doi:10.3390/life10090214.

15. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions // Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions> (дата обращения 10.02.21).

16. Updated WHO advice for international traffic in relation to the outbreak of the novel coronavirus 2019-nCoV // Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/updated-who-advice-for-international-traffic-in-relation-to-the-outbreak-of-the-novel-coronavirus-2019-ncov-24-jan> (дата обращения 10.02.21).

17. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. Режим доступа: <https://covid19.who.int/table> (дата обращения 16.02.2021).

Literature

1. Briko N.I. 100 years after the Spanish flu pandemic. The new stage of the preventive vaccination // Epidemiology and Vaccinal Prevention. – 2018. – Vol. 4, № 17. – P. 68-75.

2. Grzhibovsky A.M. Confidence intervals for proportions // Human Ecology. – 2008. – № 5. – P. 57-60.

3. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Trotsenko O.E., Zaitseva T.A., et al. The seroprevalence of SARS-CoV-2 among residents of the Khabarovsk Territory during the COVID-19 epidemic // Journal of Microbiology, Epidemiology and Immune Biology. – 2021. – Vol. 98, № 1. – P. 7-17.

4. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Babura E.A., Mikheenko O.P., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Molchanova Zh.R., Gorbatova Ya.V., Kharitonova M.N., Zubova A.N., Pogrebnaya T.N., Danilova V.I., Kukhar-chuk S.V., Dudinskaya E.V., Arbusova T.V., Lomonosova V.I., Totolian A.A. Herd immunity to SARS-CoV-2 of the population of Kalinigrad region amid the COVID-19 epidemic // Journal Infectology. – 2020. – Vol. 12, № 5. – P. 62-71. URL: <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-5-62-71>.

5. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Stepanova T.F., et al. Distribution of SARS-CoV-2 seroprevalence among residents of the Tyumen Region during the COVID-19 epidemic period // Journal of Microbiology, Epidemiology and Immune Biology. – 2020. – № 5. – P. 392-400.

6. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Balakhonov S.V., Chesnokova M.V., Dubrovina V.I., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Trukhina A.G., Perekhina A.N., Pyatidesyatnikova A.B., Bryukhova D.D.,

Kiseleva N.O., Gefan N.G., Gavrilova O.V., Gavrilova T.A., Lomonosova V.I., Totolyan A.A. Experience in studying seroprevalence to SARS-CoV-2 virus in the population of the Irkutsk Region during COVID-19 outbreak // Problems of Particularly Dangerous Infections. – 2020. – № 3. – P. 106-113. URL: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-106-113>.

7. Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Bashketova N.S., Fridman R.K., Lyalina L.V., Smirnov V.S., Chkhindzheriya I.G., Grechaninova T.A., Agapov K.A., Arsentyeva 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 of Saint-Petersburg during the COVID-19 epidemic // Problems of Particularly Dangerous Infections. – 2020. – № 3. – P. 124-130. URL: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>.

8. Yaskova O.A. The first results of laboratory tests for antibodies to SARS-CoV-2 of the medical personnel of the Mezhdurechensk city hospital // Journal MediAl. – 2020. – № 2 (26). – P. 14-17.

9. Gray S., Clough T., Mcgee Y., Murphy T., Poulidakos D. Increased risk of COVID-19 in haemodialysis healthcare workers in a tertiary centre in the North West of England // J Hosp Infect. – 2020. – Vol. 106, № 2. – P. 390-391. doi:10.1016/j.jhin.2020.07.030.

10. Pan S.C., Huang Y.S., Hsieh S.M., Chen Y.C., Chang S.Y., Chang S.C. A cross-sectional seropreva-

lence for COVID-19 among healthcare workers in a tertiary care hospital in Taiwan // J Formos Med Assoc. – 2021. – S0929-6646(21)00019-X. doi:10.1016/j.jfma.2021.01.002.

11. Poustchi H., Darvishian M., Mohammadi Z., et al. SARS-CoV-2 antibody seroprevalence in the general population and high-risk occupational groups across 18 cities in Iran: a population-based cross-sectional study // Lancet Infect Dis. – 2020. – S1473-3099(20)30858-6. doi:10.1016/S1473-3099(20)30858-6.

12. Rostami A., Sepidarkish M., Leeflang M.M.G., et al. SARS-CoV-2 seroprevalence worldwide: a systematic review and meta-analysis // Clin. Microbiol. Infect. – 2020 – S1198-743X(20)30651-0. doi:10.1016/j.cmi.2020.10.020.

13. Tilley K., Ayvazyan V., Martinez L., et al. A Cross-Sectional Study Examining the Seroprevalence of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Antibodies in a University Student Population // J Adolesc Health. – 2020. – Vol. 67, № 6. – P. 763-768. doi:10.1016/j.jadohealth.2020.09.001.

14. Tsitsilonis O.E., Paraskevis D., Lianidou E., et al. Seroprevalence of Antibodies against SARS-CoV-2 among the Personnel and Students of the National and Kapodistrian University of Athens, Greece: A Preliminary Report // Life (Basel). – 2020. – Vol. 10, № 9. – P. 214. doi:10.3390/life10090214.

15. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infectionpreventionprecautions//URL:https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions (Date of access: 10.02.21).

16. Updated WHO advice for international traffic in relation to the outbreak of the novel coronavirus 2019-nCoV // URL: https://www.who.int/news-room/articles-detail/updated-who-advice-for-international-traffic-in-relation-to-the-outbreak-of-the-novel-coronavirus-2019-ncov-24-jan (Date of access: 10.02.21).

17. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard // URL: https://covid19.who.int/table (Date of access: 16.02.2021).

Координаты для связи с авторами: Базыкина Елена Анатольевна – младший научный сотрудник лаборатории вирусных гепатитов и СПИДа Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, ORCID: 0000-0002-5695-6752, тел. 8-(4212)-46-18-54, e-mail: alyonaf@yandex.ru; Жмеренецкий Константин Вячеславович – д-р мед. наук, проф., доцент, член-корр. РАН, ректор ДВГМУ, ORCID: 0000-0002-6790-3146, тел. 8-(4212)-30-23-56, e-mail: prcom@mail.fesmu.ru; Сазонова Елена Николаевна – д-р мед. наук, проф., проректор по научной работе ДВГМУ, ORCID: 0000-0001-9781-8586, тел. 8-(4212)-75-48-00, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru; Троценко Ольга Евгеньевна – д-р мед. наук, директор Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, ORCID: 0000-0003-3050-4472, тел. 8-(4212)-32-52-28, e-mail: trotsenko_oe@hniiem.ru; Томилка Геннадий Степанович – д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой инфекционных болезней и эпидемиологии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-30-23-56, e-mail: prcom@mail.fesmu.ru; Балахонцева Людмила Анатольевна – руководитель Дальневосточного окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, ORCID: 0000-0002-3209-7623, тел. 8-(4212)-46-18-54, e-mail: adm@hniiem.ru; Котова Валерия Олеговна – зав. лабораторией эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИДа Хабаровского НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, ORCID: 0000-0001-9824-7025, тел. 8-(4212)-46-18-54, e-mail: adm@hniiem.ru; Зайцева Татьяна Анатольевна – руководитель Управления Роспотребнадзора по Хабаровскому краю, ORCID: 0000-0002-8105-0805, тел. 8-(4212)-27-47-49, e-mail: root@sanepid.khv.ru.

