

Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 среди медицинских работников г. Москвы в апреле–декабре 2020 года

А.Ю.Попова¹, Е.Б.Ежлова¹, А.А.Мельникова¹, Е.Е.Андреева², С.Ю.Комбарова³, А.В.Алешкин³, Ю.В.Кобзева², Е.Н.Игнатова², М.Н.Осадчая², Е.В.Назаренко², Л.Н.Антипова², Л.И.Новикова³, С.С.Бочкарева³, А.А.Басов³, А.М.Затевалов³, Е.И.Лиханская³, Т.Э.Мизаева³, А.М.Воробьев³, А.А.Галицкий⁴, С.Д.Митрохин⁴, А.С.Шкода⁴

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

²Управление Роспотребнадзора по Москве, Москва, Российская Федерация;

³Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского Роспотребнадзора, Москва, Российская Федерация;

⁴Городская клиническая больница №67 им. Л.А.Ворохובה Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Российская Федерация

С помощью метода иммуноферментного анализа (ИФА) проведены исследования гуморального иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у медицинских работников г. Москвы, оказывающих стационарную помощь больным COVID-19, на наличие специфических антител классов М и G.

Цель исследования заключалась в выявлении наличия и оценке уровня антител к SARS-CoV-2 у медицинских работников и определении доли лиц, имевших контакт с возбудителем инфекции, в т.ч. перенесших инфекционное заболевание в бессимптомной, или субклинической форме.

Материалы и методы. Определение антител к SARS-CoV-2 проводили с помощью тест-системы «SARS-CoV-2-ИФА-Вектор» производства ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» (определение антител класса IgG) и тест-систем «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» и «SARS-CoV-2-IgM-ИФА-БЕСТ» производства АО «Вектор-Бест» (определение антител класса IgM и IgG). Сбор материала для исследования осуществляли в отдельных лечебно-профилактических организациях г. Москвы и на базе ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н.Габричевского. Всего было исследовано 24373 сыворотки крови работников 74 медицинских организаций. Все участники исследования прошли анкетирование.

Результаты. Из 24373 обследованных медицинских работников г. Москвы 5382 человека имели антитела класса IgG (показатель серопревалентности составил 22,1%). Среди различных категорий медперсонала доля серопозитивных лиц, относящихся к высшему медперсоналу, составила 21,5%, к среднему медперсоналу – 22,2%, к младшему медперсоналу – 22,8%. Выявлено, что доля сероположительных к вирусу SARS-CoV-2 менялась с течением времени, постепенно нарастая с 17,9% в апреле 2020 г. до 37,6% в декабре 2020 г. Рост доли сероположительных в 2 раза в течение года наблюдался как среди высшего, так и среди младшего и среднего медицинского персонала. Доля лиц с бессимптомным или субклиническим течением COVID-19 составила 13,8% от всех обследованных.

Заключение. Исползованные в работе методические подходы позволили оценить гуморальный иммунитет медицинских работников г. Москвы к вирусу SARS-CoV-2. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего совершенствования противозидемических мероприятий в медицинских организациях.

Ключевые слова: серопревалентность, SARS-CoV-2, медицинские работники, иммуноферментный анализ, IgG, IgM

Для цитирования: Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Андреева Е.Е., Комбарова С.Ю., Алешкин А.В., Кобзева Ю.В., Игнатова Е.Н., Осадчая М.Н., Назаренко Е.В., Антипова Л.Н., Новикова Л.И., Бочкарева С.С., Басов А.А., Затевалов А.М., Лиханская Е.И., Мизаева Т.Э., Воробьев А.М., Галицкий А.А., Митрохин С.Д., Шкода А.С. Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 среди медицинских работников г. Москвы в апреле–декабре 2020 года. Инфекционные болезни. 2021; 19(3): 5–13. DOI: 10.20953/1729-9225-2021-3-5-13

Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies among healthcare professionals in Moscow in April–December 2020

A.Yu.Popova¹, E.B.Yezhlova¹, A.A.Melnikova¹, E.E.Andreeva², S.Yu.Kombarova³, A.V.Aleshkin³, Yu.V.Kobzeva², E.N.Ignatova², M.N.Osadchaya², E.V.Nazarenko², L.N.Antipova², L.I.Novikova³, S.S.Bochkareva³, A.A.Basov³, A.M.Zatevalov³, E.I.Likhanskaya³, T.E.Mizaeva³, A.M.Vorobev³, A.A.Galitskiy⁴, S.D.Mitrokhin⁴, A.S.Shkoda⁴

¹Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russian Federation;

²Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow, Moscow, Russian Federation;

Для корреспонденции:

Воробьев Алексей Максимович, младший научный сотрудник Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского Роспотребнадзора

Адрес: 125212, Москва, ул. Адмирала Макарова, 10

E-mail: vorobjew.alex2010@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-4724-2464

Статья поступила 22.07.2021 г., принята к печати 28.09.2021 г.

For correspondence:

Alexey M. Vorobev, Junior researcher at the G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology

Address: 10 Admiral Makarov str., Moscow, 125212, Russian Federation

E-mail: vorobjew.alex2010@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-4724-2464

The article was received 22.07.2021, accepted for publication 28.09.2021

³G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation;
⁴L.A.Vorobov's City Clinical Hospital No 67, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russian Federation

We evaluated humoral immunity (presence of specific IgM and IgG) against severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) among healthcare professionals providing inpatient care for individuals with COVID-19.

Objective. To detect and measure the level of anti-SARS-CoV-2 antibodies in healthcare professionals and to identify how many of them contacted with COVID-19 patients, including those who had asymptomatic or subclinical disease.

Materials and methods. Anti-SARS-CoV-2 antibodies were detected using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) with the 'SARS-CoV-2-ELISA- Vector' kit for IgG (State research Center of Virology and Biotechnology 'Vector') and 'SARS-CoV-2-IgG-ELISA-BEST' and 'SARS-CoV-2-IgM-ELISA-BEST' kits for IgM and IgG (Vector-Best LLC). Samples were collected in several healthcare institutions of Moscow and in G.N.Gabrichesky Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology. A total of 24,373 serum specimens from 74 healthcare institutions were tested. All study participants filled in special questionnaires.

Results. Among 24,373 healthcare professionals tested in this study, 5,382 people were IgG-positive to SARS-CoV-2 (seroprevalence index 22.1%). The seropositivity rate was 21.5% in senior medical staff, 22.2% in nursing professionals, and 22.8% in medical assistants/technicians. We found that the proportion of SARS-CoV-2 seropositive individuals had changed over time, gradually increasing from 17.9% in April 2020 to 37.6% in December 2020. The proportion of SARS-CoV-2 seropositive people doubled among senior medical staff and nursing professionals during the year. The proportion of individuals with asymptomatic or subclinical COVID-19 was 13.8%.

Conclusion. The methodological approaches used in this study allowed us to assess the humoral immunity to SARS-CoV-2 among healthcare professionals in Moscow. Our findings can be used for further improvement of anti-epidemic measures in healthcare institutions.

Key words: seroprevalence, SARS-CoV-2, healthcare professionals, enzyme-linked immunosorbent assay, IgG, IgM

For citation: Popova A.Yu., Yezhlova E.B., Melnikova A.A., Andreeva E.E., Kombarova S.Yu., Aleshkin A.V., Kobzeva Yu.V., Ignatova E.N., Osadchaya M.N., Nazarenko E.V., Antipova L.N., Novikova L.I., Bochkareva S.S., Basov A.A., Zatevalov A.M., Likhanskaya E.I., Mizaeva T.E., Vorobev A.M., Galitskiy A.A., Mitrokhin S.D., Shkoda A.S. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies among healthcare professionals in Moscow in April–December 2020. *Infekc. bolezni (Infectious diseases)*. 2021; 19(3): 5–13. (In Russian). DOI: 10.20953/1729-9225-2021-3-5-13

Начавшись со вспышки в Китае в конце 2019 г., корона-вирусная инфекция охватила практически все страны мира, став самым большим вызовом для системы здравоохранения XXI века. Несмотря на жесткие ограничительные меры, в течение первого месяца с начала пандемии вирус распространился по всей территории Китайской Народной Республики и за ее пределами [1].

С начала пандемии по мере разработки и регистрации тест-систем по выявлению антител к вирусу SARS-CoV-2 проведены исследования по изучению гуморального иммунитета совокупного населения Российской Федерации (РФ) и его отдельных когорт, в том числе медицинских работников, для того чтобы оценить уровень распространения инфекции и способность иммунной системы человека реагировать на встречу с возбудителем. Роспотребнадзором организован и проводится с июня 2020 г. проект по изучению серопревалентности населения к вирусу SARS-CoV-2 в 26 субъектах РФ, в том числе в г. Москве и Московской области [2–5]. Настоящее исследование, также проведенное по инициативе Роспотребнадзора, посвящено изучению гуморального иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у медицинских работников, сведения о котором ограничены. В связи с этим на базе ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н.Габричевского с 14 апреля по 31 декабря 2020 г. проведены исследования с помощью метода иммуноферментного анализа (ИФА) гуморального иммунитета (антитела классов M и G) к вирусу SARS-CoV-2 у медицинских работников г. Москвы, оказывавших помощь больным COVID-19 в условиях отсутствия специфической профилактики этой инфекции.

Цель. Исследования специфического противокоронавирусного гуморального иммунитета проводились с целью выявления наличия и оценки уровня антител к SARS-CoV-2 у лиц в профессиональной когорте медицинских работников (имевших или не имевших подтвержденный контакт с боль-

ным), оценки серопревалентности в зависимости от возрастной и профессиональной группы, а также вычисления доли лиц, которые имели контакт с возбудителем инфекции или перенесли инфекционное заболевание в бессимптомной, или субклинической форме.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24373 человека. По возрастным группам участники распределялись следующим образом: 70 лет и старше – 416 человек, 60–69 лет – 2504, 50–59 лет – 5295, 40–49 лет – 6661, 30–39 лет – 5631, 18–29 лет – 3866.

Из всех обследованных лиц высший медицинский персонал (врачи) составил 9065 человек, средний медицинский персонал (фельдшеры, помощники врача-эпидемиолога, старшие медицинские сестры и т.д.) – 9451, младший медицинский персонал (медицинские сестры, санитары и т.д.) – 5857.

Все участники ответили на вопросы анкеты, включающие возраст, пребывание за границей РФ с начала 2020 г., наличие контакта с источником инфекции и/или с человеком, контактировавшим с источником, наличие или отсутствие симптомов ОРВИ и госпитализацию в анамнезе. Для возможности анализа и обработки этих данных было получено добровольное информированное согласие.

Сбор клинического материала (сыворотки крови) для исследования осуществлялся в отдельных лечебно-профилактических организациях г. Москвы и на базе ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н.Габричевского.

Всего было исследовано 24373 сывороток крови медицинских работников из 74 медицинских организаций. Количество сывороток на одну организацию варьировалось от 1552 до 3, в среднем составляя 346 от учреждения.

Определение антител к SARS-CoV-2 – возбудителю новой коронавирусной инфекции – проводили с помощью тест-системы «SARS-CoV-2-ИФА-Вектор» производства ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» (определение антител класса IgG) и тест-систем «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» и «SARS-CoV-2-IgM-ИФА-БЕСТ» производства АО «Вектор-Бест» (определение антител класса IgM и IgG) [6, 7].

Для учета и анализа результатов исследования использовали коэффициент позитивности (КП) [8, 9]. КП – это отношение оптической плотности исследуемого биоматериала к пороговому значению, вычисляемому по формуле, приведенной в инструкции производителя тест-системы [10–12]. Этот показатель прямо пропорционален концентрации специфических иммуноглобулинов в сыворотке крови.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью критерия χ^2 и критерия достоверности Стьюдента (t). Различия выборок считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel, входящей в пакет программ Microsoft Office 2019.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование проходило с 14 апреля по 31 декабря 2020 г. Данный временной период включал различные этапы в развитии эпидемического процесса новой коронавирусной инфекции в г. Москве: это первая волна эпидемии, спад заболеваемости после первой волны и вторая волна. На пиках роста заболеваемости в мае и декабре 2020 г. показатели заболеваемости (ПЗ) составили 994,6 и 1608,5 на 100 тыс. населения соответственно. Наименьший ПЗ зарегистрирован в июле – 156,9 на 100 тыс. населения (рис. 1).

С 14 апреля по 31 декабря 2020 г. из 24373 проведенных исследований выявлено 5382 (22,1%) положительных результатов.

Из всех обследованных лиц высший медицинский персонал составил 9065 человека (1945 положительных результатов – 21,5%), средний медицинский персонал – 9451 (положительных результатов 2099 – 22,2%), младший медицинский персонал – 5857 (положительных результатов 1338 – 22,8%).

По учреждениям доля серопозитивных среди обследованных лиц, относящихся к высшему медицинскому персоналу, колебалась от 2,5 до 42,8%, к среднему медицинскому персоналу – от 3,2 до 49,2% и к младшему медицинскому персоналу – от 4,0 до 50,0%.

Выявить статистически значимые различия по частоте обнаружения антител в различных группах по категориям медперсонала не удалось ($p > 0,1$). Это указывает на однородность этой когорты как группы профессионального риска встречи с источником возбудителя коронавирусной инфекции COVID-19.

Доля сероположительных к вирусу SARS-CoV-2 менялась с течением времени, постепенно нарастая с 17,9% в апреле 2020 г. до 37,6% в декабре 2020 г. (рис. 2). Рост доли сероположительных в 2 раза в течение года наблюдался как среди высшего, так и среди младшего и среднего медицинского персонала.

При оценке среднего КП был выявлен подъем показателя в июне–июле 2020 г. до значений 9,1 и 10,4 в общей когорте

медицинских работников. Также в июне–июле зарегистрирован наибольший показатель серопревалентности во время первой волны эпидемии (21,4 и 26,7%) (рис. 1, 2). Вероятно, это связано с высокой степенью контакта медицинских работников с источниками инфекции в апреле–мае 2020 г. Среди категорий медицинского персонала в августе произошло снижение КП и показателя серопревалентности (4,6 и 20,2% соответственно), а затем, на второй волне заболеваемости, оба показателя вновь стали повышаться, при этом в декабре значение КП составило 5,8 при серопревалентности 37,6. Обращает внимание более высокий темп прироста серопревалентности, чем КП (рис. 2, 3).

Статистически значимой разницы между значениями КП в отдельные месяцы между категориями медработников зарегистрировано не было ($p > 0,05$).

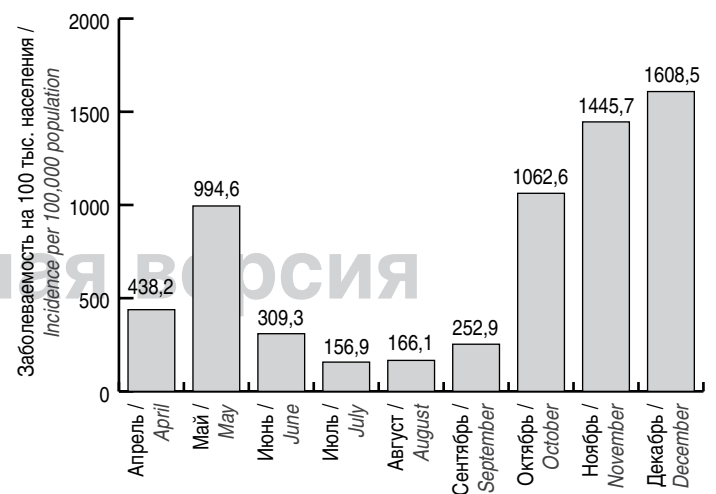


Рис. 1. Показатели заболеваемости COVID-19 населения г. Москвы в период с апреля по декабрь 2020 г.

Fig. 1. Incidence of COVID-19 in Moscow between April and December 2020.

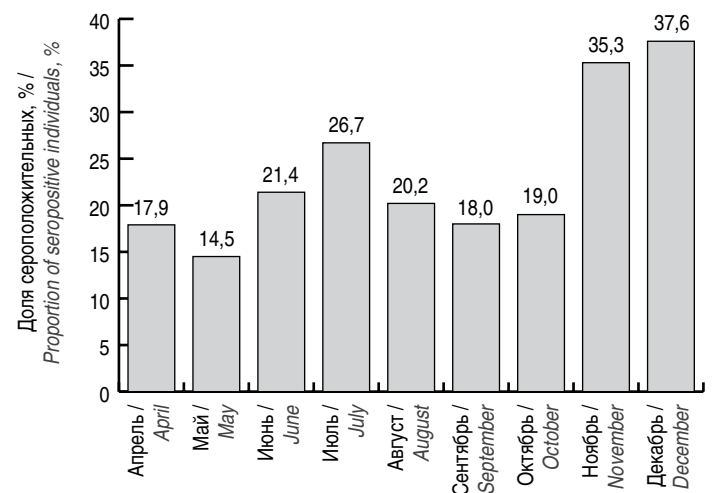


Рис. 2. Результаты обследования (серопревалентность) медицинских работников из 74 ЛПО и филиалов г. Москвы на наличие IgG-антител к коронавирусу SARS-CoV-2 в 2020 г.

Fig. 2. Results of testing for anti-SARS-CoV-2 antibodies (seroprevalence) among healthcare professionals from 74 medical institutions in Moscow in 2020.

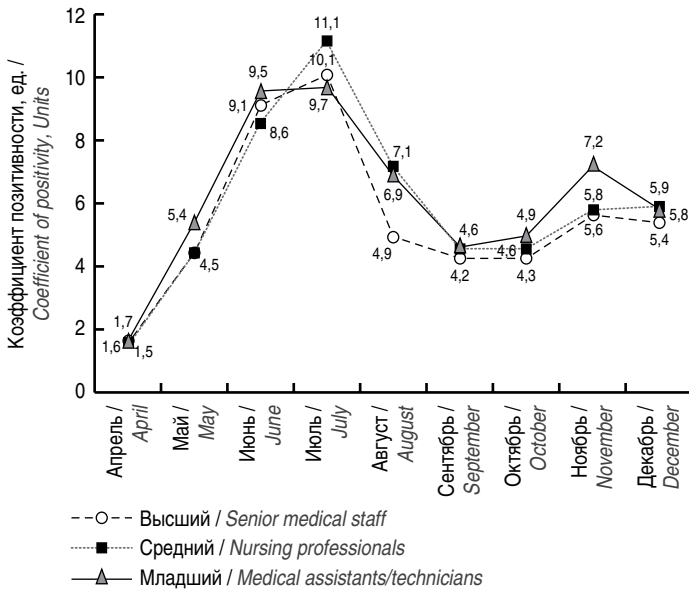


Рис. 3. Динамика коэффициента позитивности в различные месяцы 2020 г. среди категорий медицинских работников города Москвы.

Fig. 3. Dynamics of the coefficient of positivity in different months of 2020 among the three categories of healthcare professional in Moscow.

Установлено, что доля серопозитивных медработников, имеющих антитела IgG, в каждой возрастной группе была приблизительно на одном уровне (табл. 1), в среднем составляя 22,3%, и колебалась от 23,3% среди лиц в возрасте старше 70 лет до 19,5% в возрастной группе 18–29 лет.

С начала 2020 г. из всех обследованных за границу РФ выезжали 2498 человек. Из них антитела к SARS-CoV-2 были выявлены у 499 (19,9%) человек.

Среди тех, кто выезжал за границу, доля серопозитивных менялась от 18,2% в апреле до 36,7% в ноябре. Среди не выезжавших за границу доля серопозитивных колебалась от 14,8% в мае до 40,4% в ноябре. Статистически значимой разницы между этими двумя группами в течение года

Таблица 1. Наличие антител в различных возрастных группах
 Table 1. Presence of antibodies in different age groups

Возрастная группа / Age group	Численность групп / Number of people	Наличие антител IgG / Presence of IgG
18–29 лет / years	3866	755 (19,52%)
30–39 лет / years	5631	1172 (20,82%)
40–49 лет / years	6661	1457 (21,87%)
50–59 лет / years	5295	1318 (24,9%)
60–69 лет / years	2504	583 (23,3%)
70 и более лет / ≥70 years	416	97 (23,32%)
Всего / Total	24373	5382 (22,08%)

не выявлено ($p > 0,05$). Также не установлено статистически значимых различий между значениями КП в этих двух группах ($p > 0,05$).

Из анкетированных медицинских работников 12002 (49,2%) человека отметили контакт с заболевшим COVID-19. Исследования показали, что среди лиц, контактировавших с источником инфекции, доля серопозитивных выше, чем среди не контактировавших, – 24,8 и 19,9% соответственно. Превышение доли серопозитивных среди лиц, контактировавших с заболевшими, над аналогичным показателем у не контактировавших лиц отмечается во все временные промежутки исследования (18,08 и 16,55% соответственно – в апреле; 17,8 и 11,95% – в мае; 28,66 и 15,66% – в июне; 39,59 и 20,7% – в июле; 30,33 и 17,72% – в августе; 32,2 и 19,97% – в сентябре; 25,57 и 17,99% – в октябре; 45,36 и 36,14% – в ноябре; 45,69 и 37,97% – в декабре).

Однако статистическая значимость разницы между показателями доли серопозитивных выявлялась только в июле 2020 г. – доля серопозитивных контактировавших с заболевшим была 39,6% против 20,7% не контактировавших ($p < 0,05$). Значимых различий показателей КП в этих группах не выявлено ($p > 0,05$) (рис. 4).

У медицинских работников, отмечавших контакт с контактировавшим с источником инфекции (1199 человек), доля серопозитивных составила 19,4% против 10,7% не отметивших в анкете контакт с источником и контакт с контактировавшим с источником.

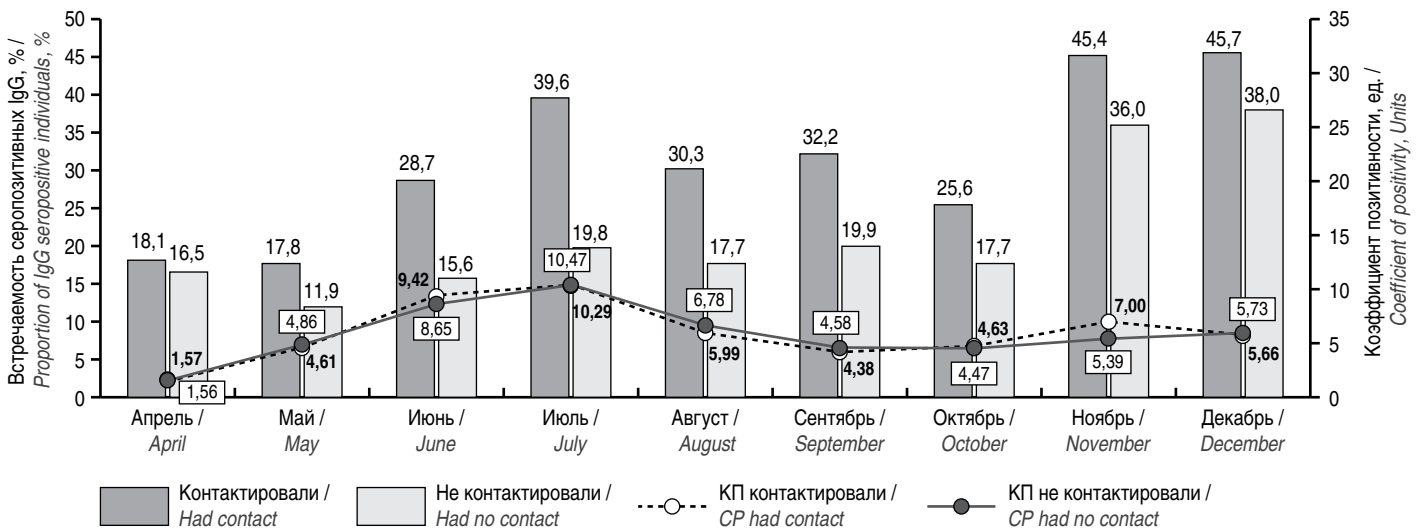


Рис. 4. Значение КП и доля серопозитивных среди контактировавших и не контактировавших с заболевшим COVID-19.

Fig. 4. CP and proportion of seropositive individuals among those who had contact with COVID-19 patients and those who had no contact.

Таблица 2. Медицинские работники, перенесшие ОРВИ
 Table 2. Healthcare professional who had ARVI

Временной интервал / Time interval	Перенесли ОРВИ / Had ARVI	Сероположительные / Seropositive		Статистическая значимость, $p < 0,05$ / Significance, $p < 0.05$
		с ОРВИ / with ARVI	без ОРВИ / without ARVI	
Апрель / April	1648	314 (19,03%)	701 (16,75%)	0,703
Май / May	1885	452 (24,01%)	523 (11,03%)	0,028
Июнь / June	659	237 (36,01%)	299 (15,55%)	<0,01
Июль / July	364	180 (49,51%)	181 (19,98%)	<0,01
Август / August	161	64 (39,44%)	128 (18,09%)	<0,01
Сентябрь / September	263	116 (44,03%)	160 (18,64%)	<0,01
Октябрь / October	409	142 (34,87%)	276 (17,61%)	0,017
Ноябрь / November	308	170 (55,23%)	463 (35,71%)	0,041
Декабрь / December	593	332 (55,89%)	645 (35,14%)	0,03
За год / Annually	6290	2007 (31,91%)	3375 (18,64%)	0,062

Полужирным курсивом отмечены статистически значимые результаты / Significant differences are indicated by bold italics.

Как и в случае с медработниками, контактировавшими с источником инфекции, превышение доли серопозитивных среди лиц, контактировавших с контактными, над аналогичным показателем у не контактировавших лиц отмечается во все временные промежутки исследования. Статистически значимая разница между показателями в этих двух группах выявлена в июле и ноябре 2020 г. (33,33 и 11,37% соответственно – в июле ($p < 0,01$); 65,08 и 21,53% – в ноябре ($p < 0,01$)).

Статистически значимые различия значения КП работников, контактировавших с контактными, и не контактировавших лиц отмечались в августе и ноябре 2020 г. (9,23 и 4,75 соответственно – в августе; 12,77 и 3,38 – в ноябре).

В ноябре отмечается выраженный подъем доли серопозитивных и значения КП среди лиц, контактировавших с контактными, по сравнению с не контактировавшими (65,1% со средним КП 12,77 против 21,5% и средним КП 3,38 соответственно).

Исследование доли серопозитивных с наличием ОРВИ, перенесенным в 2020 г., выявило, что доля лиц с антителами к вирусу к SARS-CoV-2 в этой группе достоверно выше, чем у лиц без ОРВИ (31,9 и 18,6% соответственно) (табл. 2).

Превышение доли серопозитивных среди лиц, болевших ОРВИ, над аналогичным показателем у не болевших лиц

отмечается во все временные промежутки исследования. Удалось установить статистическую значимость результатов разницы между показателями в июне, июле, августе и сентябре 2020 г. (рис. 5). КП был достоверно выше у лиц, перенесших ОРВИ в мае, июне и августе ($p < 0,05$).

Было установлено, что у лиц, сероположительных к вирусу и переболевших ОРВИ, продолжительность болезни была достоверно выше, чем у переболевших и не имеющих антитела к вирусу SARS-CoV-2, и составляла в среднем 18 и 12 дней соответственно (табл. 3).

Более высокая длительность течения инфекции (более 2 нед.), а также наличие антител к SARS-CoV-2 свидетельствует о перенесенном заболевании COVID-19 и недоучете случаев этой инфекции среди медицинских работников как в начале года, когда принимались беспрецедентные меры по выявлению этой инфекции (апрель 2020 г.), так и в конце года, когда уже существовали разработанные и утвержденные Роспотребнадзором регламентирующие диагностику методические документы (ноябрь 2020 г.).

Отсутствие каких-либо симптомов ОРВИ с начала пандемии новой коронавирусной инфекции до момента взятия крови у 3375 медицинских работников, у которых при этом были выявлены специфические антитела класса G, позволяет предположить, что доля лиц с бессимптомным или суб-

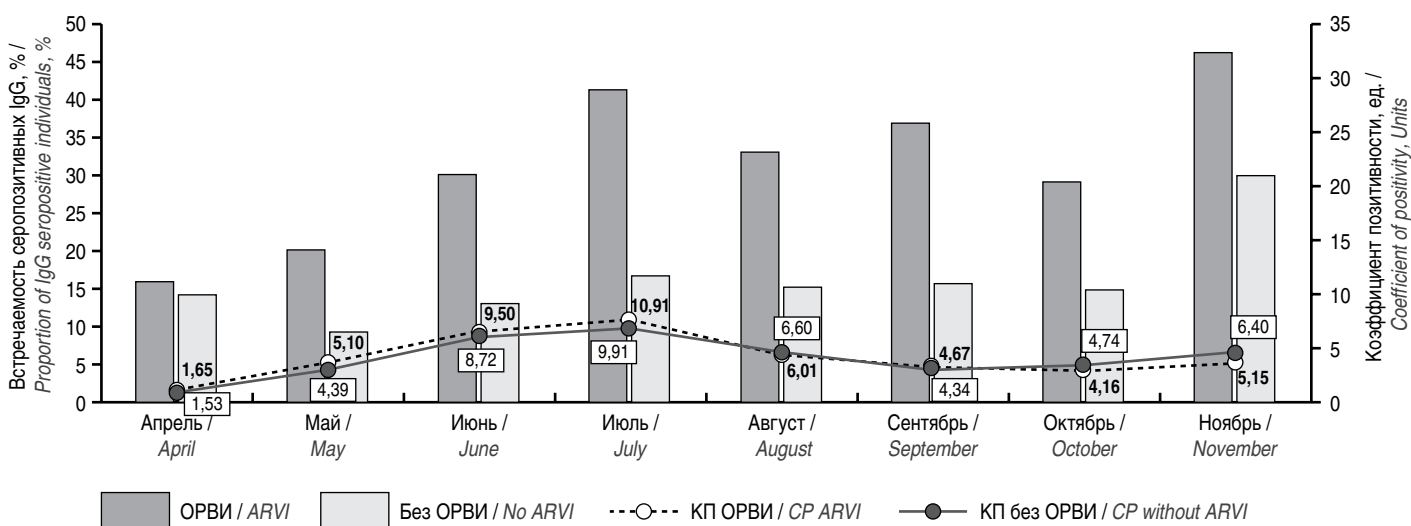


Рис. 5. Значение КП и доля серопозитивных среди медработников, перенесших и не перенесших ОРВИ.

Fig. 5. CP and proportion of seropositive individuals among healthcare professionals who had ARVI and those who had no ARVI.

Таблица 3. Продолжительность ОРВИ у лиц, серопозитивных и серонегативных к вирусу SARS-CoV-2 Table 3. Duration of ARVI in SARS-CoV-2 seropositive and seronegative individuals

Временной интервал / Time interval	Длительность ОРВИ / Duration of ARVI		Статистическая значимость, $p < 0,05$ / Significance, $p < 0.05$
	IgG+	IgG–	
Апрель / April	9,8 ± 0,77	10,15 ± 0,42	0,431
Май / May	14,49 ± 0,79	11,66 ± 0,45	<0,01
Июнь / June	20 ± 1,5	12,67 ± 0,94	<0,01
Июль / July	18,8 ± 2,14	12,35 ± 1,22	<0,01
Август / August	22,72 ± 4,89	13,16 ± 1,74	<0,01
Сентябрь / September	18,31 ± 2,08	12,49 ± 1,67	<0,01
Октябрь / October	18,47 ± 1,66	12,19 ± 0,84	<0,01
Ноябрь / November	18,8 ± 1,68	12,31 ± 1,26	<0,01
Декабрь / December	17,51 ± 1,09	12,34 ± 1,16	<0,01
За год / In a year	16,4 ± 0,49	11,46 ± 0,26	<0,01

*Полужирным курсивом отмечены статистически значимые результаты.
Significant differences are indicated by bold italics.*

клиническим течением инфекции составила 62,7% от всех сероположительных лиц.

Начиная с 14.08.2020 параллельно с основными исследованиями по определению антител класса G институтом осуществлялось определение у медицинских работников г. Москвы и антител острой фазы инфекционного процесса класса M.

Всего было обследовано 11967 медицинских работников города Москвы из 29 лечебно-профилактических организаций (ЛПО). Доля сероположительных лиц с антителами острой фазы заболевания составила за весь период обследования 12,6%. Доля лиц со специфическими IgM колебалась от 4,4% в сентябре 2020 г. до 17,2% в декабре 2020 г.

Среди сероположительных на антитела класса M от 20 до 50% обследованных с августа по декабрь при ежемесячном учете данных не имели антител класса G, что свидетельствовало о недавнем контакте этой части присутствовавших в момент исследования на рабочих местах медицинских работников с возбудителем COVID-19. Соответственно у лиц, имевших антитела класса G среди сероположительных по IgM (от 80,0 до 50,0% обследованных) первичный контакт с антигеном произошел не менее чем за 14–21 дней до взятия крови.

В наших дальнейших исследованиях 10515 медицинских работников были исследованы повторно спустя 30 дней после первичного исследования, при этом доля сероположительных выросла с 15,0 до 26,8%. Нарастание КП с интервалом в 30 дней (свидетельствующее о нарастании титра антител у сероположительных при первичном обследовании) было выявлено у 33,0%, что по крайней мере у части обследованных могло свидетельствовать о бустировании иммунного ответа при контакте с пациентами COVID-центров.

Таким образом, при исследовании методом ИФА на наличие гуморального иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у медицинских работников г. Москвы удалось установить, что из 24373 исследованных образцов в 5382 установлено наличие антител класса IgG (показатель серопревалентности составил 22,1%). Среди различных категорий медперсонала доля серопозитивных лиц, относящихся к высшему медперсона-

лу, составила 21,5%, к среднему медперсоналу – 22,2%, к младшему медперсоналу – 22,8%. Статистически значимые различия по частоте обнаружения антител в различных группах по категориям медперсонала не выявлены ($p > 0,1$), что указывает на однородность этой когорты как группы профессионального риска встречи с источником возбудителя коронавирусной инфекции COVID-19.

Проведено сравнение опубликованных данных, полученных в ходе исследования «Коллективного иммунитета к SARS-CoV-2 жителей Москвы в эпидемический период COVID-19» в июле 2020 г., в том числе в разрезе профессиональных групп, и результатов настоящего исследования за тот же период времени (изучение коллективного иммунитета населения было проведено с использованием тест-системы «ИФА анти-SARS-Cov-2 IgG», ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия, в то время как исследование иммунитета медицинских работников проводилось на тест-системах «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ» и «SARS-CoV-2-IgM-ИФА-БЕСТ», АО «Вектор-Бест», Россия). Ожидаемо достоверно высокий уровень иммунитета к COVID-19 наблюдали у медицинских работников – 27% [2], что лишь незначительно отличается от доли серопозитивных (26,7%) в рамках наших исследований, относящихся к тому же периоду детекции специфических IgG к вирусу SARS-CoV-2.

Выявлено, что доля сероположительных среди медперсонала ЛПО г. Москвы к вирусу SARS-CoV-2 менялась с течением времени, постепенно нарастая с 17,9% в апреле 2020 г. до 37,6% в декабре 2020 г. При исследовании популяционного иммунитета жителей г. Москвы (без учета детей до 17 лет) в июле 2020 г. доля серопревалентных составила 19,7%, в то время как доля серопозитивных среди медицинских работников в этом же периоде соответствовала 26,7%. Однако статистической значимости различий между данными о серопревалентности жителей г. Москвы и медицинских работников не обнаружено.

Зарегистрирован подъем серопревалентности и коэффициента позитивности в июне–июле 2020 г. во всех группах медицинских работников г. Москвы, свидетельствующий о высокой интенсивности контакта с источниками инфекции у обследованных лиц ориентировочно в конце весны или начале лета 2020 г., что соответствует увеличению показателя заболеваемости населения Москвы COVID-19 в данный период времени [2]. Во время второй волны эпидемии темп прироста серопревалентности опережал темп прироста КП.

Исследования, проводимые в рамках массового изучения серопревалентности жителей Москвы в июле, не позволили выявить конкретную возрастную группу риска у взрослых (от 18 до 70+ лет), показатель серопревалентности колебался от 15,9% в группе 18–29 лет до 24,5% в группе 60–69 лет [2]. При проведении эпидемиологического анализа данных в текущем исследовании, также не выявлена конкретная возрастная группа риска заболевания COVID-19 среди медицинских работников г. Москвы. Доля серопозитивных сотрудников колебалась от 6,7% (70+ лет) до 15,7% (50–59 лет), достоверной разницы установлено не было ($p > 0,05$), т.е. риск встречи медперсонала с возбудителем в условиях COVID-центра нивелирует риски, связанные с возрастом.

Также не была выявлена статистически значимая разница между группами сероположительных медработников, выезжавших и не выезжавших за границу ($p > 0,05$). Это свидетельствует о том, что риск встречи с возбудителем для этих двух групп определялся другими, наиболее вероятно, профессиональными, факторами.

При проведении популяционных исследований коллективного иммунитета к SARS-CoV-2 у жителей Москвы в июле 2020 г. было установлено, что при наличии контактов с больными COVID-19 вероятность сероконверсии увеличивается в 1,5 раза [2]. Текущие исследования показали, что у медработников, отмечавших при анкетировании контакт с источником инфекции, доля серопозитивных выше, чем у не контактировавших – 39,6 и 19,8% соответственно, данная разница была статистически значима ($p < 0,05$), при этом вероятность сероконверсии увеличивается в 2 раза. Вероятно, это связано с постоянным профессиональным риском медицинских работников контакта с источником инфекции, у которого болезнь может протекать в любой форме, в том числе и скрытно.

Важным, на наш взгляд, оказался тот факт, что количество серопозитивных среди медработников, перенесших ОРВИ в июле, было выше, чем у лиц, не перенесших ОРВИ (49,5 и 12,4% соответственно). Разница статистически достоверна ($p < 0,05$), что свидетельствует о недоучете случаев COVID-19 среди медицинских работников. Приблизительно такую же картину мы наблюдали в рамках исследований специфического коллективного иммунитета жителей г. Москвы: в подгруппе волонтеров с признаками острых респираторных заболеваний ($n = 19$) доля сероположительных составила 35,8%, в то время как среднепопуляционный уровень был ниже – 15,6% [2].

О неполном учете случаев COVID-19 среди медработников свидетельствует и продолжительность заболеваний с диагнозом ОРВИ у всех лиц, имевших антитела к вирусу SARS-CoV-2, которая в среднем составляла 18 дней против 12 дней у лиц без антител. Косвенно это подтверждается и наличием у 1507 (12,6%) из 11967 обследованных медицинских работников антител класса М к SARS-CoV-2. Важно отметить, что из числа лиц, сероположительных по наличию антител класса IgM к SARS-CoV-2, около 50% (1019 человек) не имели антител класса IgG, что свидетельствует о недавнем первичном контакте медицинских работников с возбудителем COVID-19 и присутствии на рабочих местах лиц, находящихся на начальном этапе инфекционного процесса.

Заключение

Из 24373 обследованных медицинских работников г. Москвы 5382 человек имели специфические антитела класса IgG (показатель серопревалентности составил 22,1%).

Статистически значимые различия по частоте обнаружения антител в различных группах по категориям медперсонала и возрасту не выявлены. Это указывает на однородность этой группы, как группы профессионального риска встречи с источником возбудителя коронавирусной инфекции COVID-19 в любой клинической форме.

Установлен недоучет случаев COVID-19 среди медицинских работников г. Москвы в 2020 г.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

Вклад авторов

Руководитель проведения – Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Комбарова С.Ю., Андреева Е.Е., Шкода А.С.; координация проведения исследований – Мельникова А.А., Алешкин А.В., Митрохин С.Д., Кобзева Ю.В., Игнатова Е.Н., Осадчая М.Н.; проведение исследования – Новикова Л.И., Бочкарева С.С., Мизаева Т.Э.; эпидемиологический анализ – Басов А.А.; статистическая обработка – Затевалов А.М.; сбор клинического материала – Галицкий А.А., Лиханская Е.И., Назаренко Е.В., Антипова Л.Н.; редактирование и оформление – Воробьев А.М.

Authors' contribution

Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Kombarova S.Yu., Andreeva E.E., Shkoda A.S.: developed the idea and managed the study; Melnikova A.A., Aleshkin A.V., Mitrokhin S.D., Kobzeva Yu.V., Ignatova E.N., Osadchaya M.N.: coordinated the study; Novikova L.I., Bochkareva S.S., Mizaeva T.E.: conducted the study; Basov A.A.: performed epidemiological analysis; Zatevalov A.M.: performed statistical analysis; Galitskiy A.A., Likhanskaya E.I., Nazarenko E.V., Antipova L.N.: organized clinical data collection; Vorobyev A.M.: performed editing and formatting of the manuscript

Литература

1. Tian H, Liu Y, Li Y, Wu CH, Chen B, Kraemer MUG, et al. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science*. 2020 May 8;368(6491):638-642. DOI: 10.1126/science.abb6105
2. Попова АЮ, Ежлова ЕБ, Мельникова АА, Андреева ЕЕ, Комбарова СЮ, Лялина ЛВ, и др. Коллективный иммунитет к SARS-CoV-2 жителей Москвы в эпидемический период COVID-19. *Инфекционные болезни*. 2020;18(4): 8-16. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16
3. Попова АЮ, Ежлова ЕБ, Мельникова АА, Михайлова ОМ, Комбарова СЮ, Костина МА, и др. Структура серопревалентности к вирусу SARS-CoV-2 среди жителей Московской области в период эпидемической заболеваемости COVID-19. *Инфекционные болезни*. 2020;18(4):17-26. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-17-26
4. Попова АЮ, Андреева ЕЕ, Бабура ЕА, Балахонов СВ, Башкетова НС, Буланов МВ, и др. Особенности формирования серопревалентности населения Российской Федерации к нуклеокапсиду SARS-CoV-2 в первую волну эпидемии COVID-19. *Инфекция и иммунитет*. 2021;11(2):297-323. DOI: 10.15789/2220-7619-FOD-1684
5. Попова АЮ, Андреева ЕЕ, Бабура ЕА, Балахонов СВ, Башкетова НС, Бугоркова СА, и др. Особенности серопревалентности к нуклеокапсиду SARS-CoV-2 у детей в период эпидемии COVID-19 2020 года. *Педиатрия им. Г.Н.Сперанского*. 2021;100(3):97-106. DOI: 10.24110/0031-403X-2021-100-3-97-106

6. Алёшкин АВ, Новикова ЛИ, Бочкарёва СС, Комбарова СЮ, Лебедин ЮС, Воробьев АМ, и др. Динамика антител к различным антигенам коронавируса SARS-CoV-2 у больных с подтвержденной инфекцией COVID-19. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2021;171(2):196-199. DOI: 10.47056/0365-9615-2021-171-2-196-199
7. Комбарова СЮ, Алёшкин АВ, Новикова ЛИ, Бочкарёва СС, Карпов ОЭ, Пулин АА, и др. Динамика антител к различным антигенам коронавируса SARS-CoV-2 у больных с подтвержденной инфекцией COVID-19. Preprints. COVID-19-microbe.ru. 2020. DOI: 10.21055/preprints-3111756
8. Новикова ЛИ, Бочкарёва СС, Алёшкин АВ, Комбарова СЮ, Карпов ОЭ, Пулин АА, и др. Динамика антител к различным антигенам коронавируса SARS-CoV-2 у больных с подтвержденной инфекцией COVID-19. Молекулярная диагностика и биобезопасность – 2020. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (6–8 октября 2020 г.) Сборник материалов. ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора. Москва, 2020. DOI: 10.36233/978-5-9900432-9-9-159
9. Топтыгина АП, Новикова ЛИ, Смердова МА, Бочкарёва СС, Алёшкин АВ. Определение IgM и IgG антител к вирусу SARS-CoV-2 в сыворотке крови реконвалесцентов разными методами при использовании наборов реагентов разных производителей. Молекулярная диагностика и биобезопасность – 2020. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (6–8 октября 2020 г.) Сборник материалов. ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора. Москва, 2020. DOI: 10.36233/978-5-9900432-9-9-178
10. Инструкция по применению набора реагентов для иммуноферментного выявления иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 «SARS-CoV-2-IgG-ИФА-БЕСТ». АО «Вектор-Бест». Адрес: https://vector-best.ru/prod/index.php?SECTION_ID=2500
11. Инструкция по применению набора реагентов для иммуноферментного выявления иммуноглобулинов класса M к SARS-CoV-2 «SARS-CoV-2-IgM-ИФА-БЕСТ». АО «Вектор-Бест». Адрес: https://vector-best.ru/prod/index.php?SECTION_ID=2500
12. Инструкция по применению набора реагентов для иммуноферментного определения IgG антител к антигену SARS-CoV-2 в сыворотке (плазме) крови «SARS-CoV-2-ИФА-Вектор». ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор». Адрес: <http://www.vector.nsc.ru/>
6. Aleshkin AV, Novikova LI, Bochkareva SS, Kombarova SYu, Lebedin IuS, Vorobev AM, et al. Dynamics of antibodies to various antigens of the SARS-CoV-2 coronavirus in patients with confirmed COVID-19 infection. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2021;171(2):196-199. DOI: 10.47056/0365-9615-2021-171-2-196-199 (In Russian).
7. Kombarova SYu, Aleshkin AV, Novikova LI, Bochkareva SS, Karpov OE, Pulin AA, et al. Dynamics of antibodies to various antigens of the coronavirus SARS-CoV-2 in patients with confirmed Covid-19 infection. Preprints. COVID-19-microbe.ru. 2020. DOI: 10.21055/preprints-3111756 (In Russian).
8. Novikova LI, Bochkareva SS, Aleshkin AV, Kombarova SYu, Karpov OE, Pulin AA, et al. Dynamics of antibodies to various antigens of the SARS-CoV-2 coronavirus in patients with confirmed Covid-19 infection. Molecular Diagnostics and Biological Safety – 2020. All-Russian scientific and practical conference with international participation (October 6–8, 2020) Collection of materials. FBIS Central Research Institute of Epidemiology of The Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-being Surveillance. Moscow, 2020. DOI: 10.36233/978-5-9900432-9-9-159 (In Russian).
9. Toptygina AP, Novikova LI, Smerdova MA, Bochkareva SS, Aleshkin AV. Determination of IgM and IgG antibodies to the SARS-CoV-2 virus in the blood serum of convalescents by different methods using reagent kits from different manufacturers. Molecular Diagnostics and Biological Safety – 2020. All-Russian scientific and practical conference with international participation (October 6–8, 2020) Collection of materials. FBIS Central Research Institute of Epidemiology of The Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-being Surveillance. Moscow, 2020. DOI: 10.36233/978-5-9900432-9-9-178
10. Instruktsiya po primeneniyu nabora reagentov dlya immunofermentnogo vyavleniya immunoglobulinov klassa G k SARS-CoV-2 «SARS-CoV-2-IgG-IFA-BEST». АО Vektor-Best. Available at: https://vector-best.ru/prod/index.php?SECTION_ID=2500 (In Russian).
11. Instruktsiya po primeneniyu nabora reagentov dlya immunofermentnogo vyavleniya immunoglobulinov klassa M k SARS-CoV-2 «SARS-CoV-2-IgM-IFA-BEST». АО Vektor-Best. Available at: https://vector-best.ru/prod/index.php?SECTION_ID=2500 (In Russian).
12. Instruktsiya po primeneniyu nabora reagentov dlya immunofermentnogo opredeleniya IgG antitel k antigenu SARS-CoV-2 v syvorotke (plazme) krovi «SARS-CoV-2-IFA-Vektor». FBUN GNTs VB «Vektor». Available at: <http://www.vector.nsc.ru/> (In Russian).

References

1. Tian H, Liu Y, Li Y, Wu CH, Chen B, Kraemer MUG, et al. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science*. 2020 May 8;368(6491):638-642. DOI: 10.1126/science.abb6105
2. Popova AYu, Yezhlova EB, Melnikova AA, Andreeva EE, Kombarova SYu, Lyalina LV, et al. Collective immunity to SARS-CoV-2 of Moscow residents during the COVID-19 epidemic period. *Infekc. bolezni (Infectious diseases)*. 2020;18(4): 8-16. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16 (In Russian).
3. Popova AYu, Ezhlova EB, Melnikova AA, Mikailova OM, Kombarova SYu, Kostina MA, et al. The structure of seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus among residents of the Moscow Region during the period of epidemic incidence of COVID-19. *Infekc. bolezni (Infectious diseases)*. 2020;18(4):17-26. DOI: 10.20953/1729-9225-2020-4-17-26 (In Russian).
4. Popova AYu, Andreeva EE, Babura EA, Balakhonov SV, Bashketova NS, Bulanov MV, et al. 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. DOI: 10.15789/2220-7619-FOD-1684 (In Russian).
5. Popova AYu, Andreeva EE, Babura EA, Balakhonov SV, Bashketova NS, Bugorkova SA, et al. Features of seroprevalence to the SARS-CoV-2 nucleocapsid in children during the 2020 COVID-19 epidemic. *Pediatrics n.a. G.N.Speransky*. 2021;100(3): 97-106. DOI: 10.24110/0031-403X-2021-100-3-97-106 (In Russian).

Информация о соавторах:

Попова Анна Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
E-mail: depart@rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0003-2567-9037

Ежлова Елена Борисовна, кандидат медицинских наук, заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
E-mail: ezhlova_eb@rospotrebnadzor.ru

Мельникова Альбина Андреевна, кандидат медицинских наук, заместитель начальника Управления эпидемиологического надзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
E-mail: melnikova_aa@rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0002-5651-1331

Андреева Елена Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, главный государственный санитарный врач по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0001-6687-7276

Комбарова Светлана Юрьевна, доктор биологических наук, директор Московский научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: kombarova311@bk.ru
ORCID: 0000-0003-3382-6178

Алешкин Андрей Владимирович, доктор биологических наук, профессор, зам. директора по медицинской биотехнологии Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: andreialeshkin@googlemail.com
ORCID: 0000-0002-0532-1378

Кобзева Юлия Викторовна, начальник отдела эпидемиологического надзора Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Игнатова Елена Николаевна, кандидат медицинских наук, заместитель руководителя Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Осадчая Марина Николаевна, заместитель начальника отдела эпидемиологического надзора Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Назаренко Елена Владимировна, начальник отдела эпидемиологического надзора за ООИ и дезинфекционной деятельностью Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Антипова Людмила Николаевна, заместитель начальника отдела эпидемиологического надзора за ООИ и дезинфекционной деятельностью Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Новикова Лидия Ивановна, кандидат медицинских наук, руководитель лаборатории Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: novikovalida414@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1204-7645

Бочкарева Светлана Сергеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: cip1989@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1204-7645

Басов Артем Александрович, кандидат медицинских наук, руководитель лаборатории Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: a.basov_pochta@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2262-4549

Затевалов Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: zatevalov@mail.ru
ORCID: 0000-0002-1460-4361

Лиханская Елена Ивановна, кандидат биологических наук, руководитель лаборатории Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: lab-ki@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5149-4782

Мизаева Тоита Эдалбековна, младший научный сотрудник Московского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н.Габричевского
E-mail: toita.mizaeva@bk.ru
ORCID: 0000-0002-0046-9226

Галицкий Антон Анатольевич, старший координатор-исследователь Центра клинических исследований Городской клинической больницы №67 им. Л.А.Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы
E-mail: a.galitskiy@67gkb.ru
ORCID: 0000-0001-5022-1475

Митрохин Сергей Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Центра клинических исследований Городской клинической больницы №67 им. Л.А.Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы
E-mail: klin-pharma@67gkb.ru
ORCID: 0000-0001-5127-1060

Шкода Андрей Сергеевич, доктор медицинских наук, профессор, главный врач Городской клинической больницы №67 им. Л.А.Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы
E-mail: a.shkoda@67gkb.ru
ORCID: 0000-0002-9783-1796

Information about co-authors:

Anna Yu. Popova, MD, PhD, DSc, professor, head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing
E-mail: depart@rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0003-2567-9037

Elena B. Yezhlova, MD, PhD, Deputy Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing
E-mail: ezhlova_eb@rospotrebnadzor.ru

© Издательство «Династия», 2021

Тел./факс: +7 (495) 660-6004, e-mail: red@phdynasty.ru, www.phdynasty.ru

Albina A. Melnikova, MD, PhD, Deputy Head of the Department of Epidemiological Surveillance of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing
E-mail: melnikova_aa@rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0002-5651-1331

Elena E. Andreeva, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow, Chief State Sanitary Doctor of Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru
ORCID: 0000-0001-6687-7276

Svetlana Yu. Kombarova, DSc in Biological Sciences, Director of the G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: kombarova311@bk.ru
ORCID: 0000-0003-3382-6178

Andrey V. Aleshkin, MD, PhD, DSc in Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Medical Biotechnology, G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: andreialeshkin@googlemail.com
ORCID: 0000-0002-0532-1378

Yulia V. Kobzeva, Head of the Department of Epidemiological Surveillance of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Elena N. Ignatova, MD, PhD, Deputy Head of the Department of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Marina N. Osadchaya, Deputy Head of the Department of Epidemiological Surveillance of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Elena V. Nazarenko, Head of the Department for Epidemiological Surveillance for Especially Dangerous Infections and Disinfection Activities of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Lyudmila N. Antipova, Deputy Head of the Department of Epidemiological Surveillance for Especially Dangerous Infections and Disinfection Activities of the Office of the Federal Service for Supervision of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in Moscow
E-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru

Lidia I. Novikova, MD, PhD, Head of Laboratory of the G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: novikovalida414@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1204-7645

Svetlana S. Bochkareva, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Immunobiological Preparations, G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: cip1989@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1204-7645

Artem A. Basov, MD, PhD, Head of Laboratory of the G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: a.basov_pochta@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2262-4549

Alexander M. Zatevalov, DSc in Biological Sciences, Leading Researcher of the G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: zatevalov@mail.ru
ORCID: 0000-0002-1460-4361

Elena I. Likhanskaya, PhD in Biological Sciences, G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: lab-ki@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5149-4782

Toita E. Mizaeva, Junior Researcher, G.N.Gabrichesky Moscow Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology
E-mail: toita.mizaeva@bk.ru
ORCID: 0000-0002-0046-9226

Anton A. Galitskiy, Senior coordinator-researcher of the Center for Clinical Research, L.A.Vorokhobov City Clinical Hospital No 67, Moscow Healthcare Department
E-mail: a.galitskiy@67gkb.ru
ORCID: 0000-0001-5022-1475

Sergey D. Mitrokhin, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Clinical Research Center of the L.A.Vorokhobov City Clinical Hospital No 67, Moscow Healthcare Department
E-mail: klin-pharma@67gkb.ru
ORCID: 0000-0001-5127-1060

Andrey S. Shkoda, MD, PhD, DSc, Professor, Chief Physician, the L.A.Vorokhobov City Clinical Hospital No 67, Moscow Healthcare Department
E-mail: a.shkoda@67gkb.ru
ORCID: 0000-0002-9783-1796