

ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВНОГО ИММУНИТЕТА ПРОТИВ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19 У ДОНОРОВ КРОВИ

Старкова О. Г., Овчинникова Е. Н., Тихомиров Д. С., Мисько О. Н., Солдатова Т. А., Крылова А. Ю., Игнатова Е. Н., Туполева Т. А., Гапонова Т. В.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125167, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Новая коронавирусная инфекция COVID-19 стала причиной пандемии. Высокая смертность среди людей с хроническими заболеваниями, большая частота тяжелых форм заболевания, неустановленное число бессимптомных носителей обуславливают высокую нагрузку на систему здравоохранения, в том числе и на службу крови.

Цель — оценить формирование коллективного гуморального иммунного ответа на COVID-19 в группе безвозмездных доноров крови и компонентов.

Материалы и методы. В исследование включены результаты тестирования 12 314 образцов крови доноров, у которых была выполнена донация в период с 29.04.2020 по 08.04.2021. Тестирование проводили методом иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов «SARS-CoV-2-IgG-ИФА» производства ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, ООО «ХЕМА» (Россия).

Результаты. За период наблюдения частота выявления антител к коронавирусу выросла с 8,52 до 58,09 %. Для оценки динамики увеличения частоты детекции антител к SARS-CoV-2 проанализированы результаты обследования доноров крови, полученные в течение двухнедельных периодов. Такой подход позволил избежать учета одного и того же донора дважды, а количество донаций внутри одного временного периода совпадал с количеством обследованных лиц. В профиле роста коллективного иммунитета у доноров выделили два периода (конец апреля — начало ноября 2020 г. и ноябрь 2020 г. — апрель 2021 г.), когда частота выявления антител достоверно отличалась: в первом периоде частота выявления антител колебалась от 13,1 до 16,00 %, а во втором — устойчиво росла с 16,20 до 58,09 %, что было обусловлено началом второй волны распространения инфекции с ноября 2020 г. и далее массовой вакцинации с декабря 2020 г. Для оценки истинной скорости нарастания специфического иммунитета у доноров проанализировали частоту первичного выявления антител к SARS-CoV-2 у доноров по отношению к тем донорам, у которых антитела выявлялись ранее. Вклад случаев первичного выявления антител к SARS-CoV-2 носил волнообразный характер и соответствовал эпидемиологической обстановке.

Заключение. Установлено увеличение частоты выявления противовирусных антител у безвозмездных доноров крови во время распространения второй волны распространения COVID-19 и начала массовой вакцинации. Увеличение общей частоты выявления антител происходило за счет доноров с впервые и повторно выявленными антителами. Всплеск частоты первичного выявления антител у доноров крови соответствовал второй волне инфекции.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, антитела к SARS-CoV-2, доноры крови и компонентов, служба крови

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Старкова О.Г., Овчинникова Е.Н., Тихомиров Д.С., Мисько О.Н., Солдатова Т.А., Крылова А.Ю., Игнатова Е.Н., Туполева Т.А., Гапонова Т.В. Формирование коллективного иммунитета против новой коронавирусной инфекции COVID-19 у доноров крови. Гематология и трансфузиология. 2022; 67(4): 492–499. <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2022-67-4-492-499>

FORMATION OF COLLECTIVE IMMUNITY AGAINST A NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19 IN BLOOD DONORS

Starkova O. G.^{*}, Ovchinnikova E. N., Tikhomirov D. S., Misko O. N., Soldatova T. A., Krylova A. Yu., Ignatova E. N., Tupoleva T. A., Gaponova T. V.

National Medical Research Center for Hematology, 125167, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The new coronavirus infection COVID-19, first detected at the end of 2019 in the Chinese city of Wuhan, caused a worldwide pandemic. High mortality among people with chronic diseases, a high frequency of the severe form of the disease, and an unspecified number of asymptomatic carriers are all causes for heavy burden on the healthcare system, including the blood bank service.

Aim — to assess the SARS-CoV-2 antibody formation in blood donors.

Materials and methods. The research included test results for 12,314 blood samples of donors who donated blood during 04.29.2020 — 08.04.2021 at the National Medical Research Center for Hematology (Russia). Anti-RBD-SARS IgG were tested by "SARS-CoV-2-IgG-ELISA", manufactured by the National Medical Research Center for Hematology, LLC "HEMA" (Russia).

Results. Among 12,314 blood samples from donors, 3,219 (26.14 %) were positive for antibodies to SARS-CoV-2. Antibodies detection rate increased from 8.52 to 58.09 % during the observation period. For representative evaluation of donors' anti-SARS antibodies growth profile, the results of detection were analyzed within two-week periods (including holidays). This approach made it possible to avoid counting the same donor twice. In the profile of the growth of collective immunity in donors, two periods were identified: May – November 2020 and November 2020 — April 2021. The period of May – November 2020 proved no significant change in antibodies detection in donors. Detection rate was stable at about 15 % (13.10–16.24 %). The second period, from November 2020 to April 2021, demonstrated sustainable growth of this parameter from 16.20 to 58.09 %. This is likely due to the start of the second wave of COVID-19 in Russia (starting from November 2020) and an active campaign for mass vaccination that started in December 2020. To assess the true rate of increase of specific immunity in donors, the frequency of primary detection of antibodies to SARS-CoV-2 in donors in relation to those donors in whom antibodies were detected earlier was analyzed. The contribution of cases of primary detection of antibodies to SARS-CoV-2 was wave-like and corresponded to the epidemiological situation.

Conclusion. An increase in the frequency of detection of antiviral antibodies in gratuitous blood donors was found during the spread of the second wave of COVID-19 and the beginning of mass vaccination. The increase in the overall frequency of antibody detection was due to donors with newly and re-detected antibodies. The surge in the frequency of primary detection of antibodies in blood donors corresponded to the second wave of infection.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, antibodies to SARS-CoV-2, blood donors, blood banks

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

Financial disclosure: the study had no sponsorship.

For citation: Starkova O.G., Ovchinnikova E.N., Tikhomirov D.S., Misko O.N., Soldatova T.A., Krylova A.Yu., Ignatova E.N., Tupoleva T.A., Gaponova T.V. Formation of collective immunity against a new coronavirus infection COVID-19 in blood donors. *Gematologiya i transfuziologiya*. 2022; 67(4): 492–499 (in Russian). <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2022-67-4-492-499>

Введение

Новая коронавирусная инфекция COVID-19, впервые выявленная в конце 2019 г. в китайском городе Ухань, стремительно распространилась по всему миру. Уже 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила пандемию, охватившую 188 стран [1, 2]. Число заболевших на момент объявления составило около 118 тысяч человек [3]. Этиологическим агентом COVID-19 является РНК-содержащий вирус SARS-CoV-2. Данный патоген относится к семейству *Coronaviridae*, подсемейству *Orthocoronavirinae*, роду *Betacoronavirus*. Изначально вирус являлся зоонозом, а преодоление межвидового барьера и циркуляция в человеческой популяции стали возможными благодаря многочисленным мутациям в гене S-белка, отвечающего за связывание вируса с клеточным рецептором ангиотензинпревращающего фермента II типа [4, 5]. Проникая через верхние дыхательные пути, SARS-CoV-2 быстро распространяется по организму, последствиями чего могут быть различные проявления и состояния: от бессимптомного носительства и легкой формы респираторной инфекции до тяжелого поражения дыхательной системы с развитием пневмонии, острого респираторного дистресс-синдрома, развития гиперкоагуляционного синдрома с тромбозами и тромбоэмболией, поражения других органов и систем (центральная нервная система, миокард, почки, печень, желудочно-кишечный тракт, эндокринная и иммунная система), сепсиса и септического шока [6].

Большое число бессимптомных носителей и заболевших, высокая смертность среди инфицированных с сопутствующими хроническими заболеваниями и высокая скорость распространения инфекции потребовали от системы здравоохранения принятия мер по разработке и налаживанию быстрой диагностики, профилактики и оказанию медицинской помощи больным с клиническими проявлениями инфекции. С момента объявления пандемии активно проводились мероприятия по разворачиванию госпиталей для приема больных COVID-19, перепрофилированию отделений стационаров, созданию на базе существующих лабораторий линий по диагностике этиологического агента. В рекордно короткие сроки производители лабораторных материалов перестроили свою работу и направили производственные мощности на разработку средств для диагностики новой коронавирусной инфекции. В короткие сроки с момента объявления пандемии появилось большое количество тест-систем для молекулярной и иммунологической диагностики SARS-CoV-2. Начались разработки средств иммунологической профилактики. Все вышеописанные события не могли не отразиться на службе крови [7]. В частности, в период пандемии прекращаются массовые выездные донорские мероприятия, регулярные доноры крови получают временные отводы в случае инфици-

рования возбудителем COVID-19 либо выполнения плановой вакцинации. Тем не менее в отделении переливания крови (ОПК) ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России удалось сохранить общее количество донаций практически на уровне 2019 г., что в условиях пандемии и временного запрета на плановые госпитализации и операции в 2020 г. даже привело к незначительному избытку заготовленных компонентов донорской крови. Актуальным представляется изучение скорости роста коллективного иммунитета у доноров крови и ее компонентов.

Цель настоящей работы — оценить формирование коллективного гуморального иммунного ответа на COVID-19 в группе безвозмездных доноров крови и компонентов.

Материалы и методы

С 29 апреля 2020 г. образцы крови всех доноров, осуществивших донацию в отделе переливания крови ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, дополнительно тестировали на наличие антител класса G к новой коронавирусной инфекции COVID-19. В настоящее исследование включены результаты тестирования 12 314 образцов крови доноров и ее компонентов, прошедших донацию в период с 29.04.2020 по 08.04.2021. Минимальный допустимый период между донациями компонентов крови (концентрата тромбоцитов и плазмы) составлял 2 недели. Таким образом, регулярный активный донор мог сдавать компоненты крови не чаще 2 раз в месяц. Для оценки скорости изменения частоты детекции противовирусных антител у доноров проводили анализ результатов тестирования образцов донорской крови в двухнедельные периоды (с учетом выходных дней). Такой подход позволил избежать учета одного и того же донора дважды, а количество донаций совпадало с количеством обследованных лиц. Тестирование проводилось методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием набора реагентов для определения иммуноглобулинов класса G к рецептор-связывающему домену RBD гликопротеина S в сыворотке (плазме) крови «SARS-CoV-2-IgG-ИФА» производства ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, ООО «ХЕМА» (Россия) [8].

Статистический анализ. Статистический анализ проводили с использованием стандартных методов описательной статистики. Для оценки достоверности применяли χ^2 Пирсона в рамках пакета SAS 9.4.

Результаты

В период с 29.04.2020 по 08.04.2021 в ОПК осуществлено 12 314 донаций. Все доноры были дополнительно обследованы на антитела к SARS-CoV-2. В 3219 (26,14 %) из 12 314 исследуемых образцов выявлены антитела

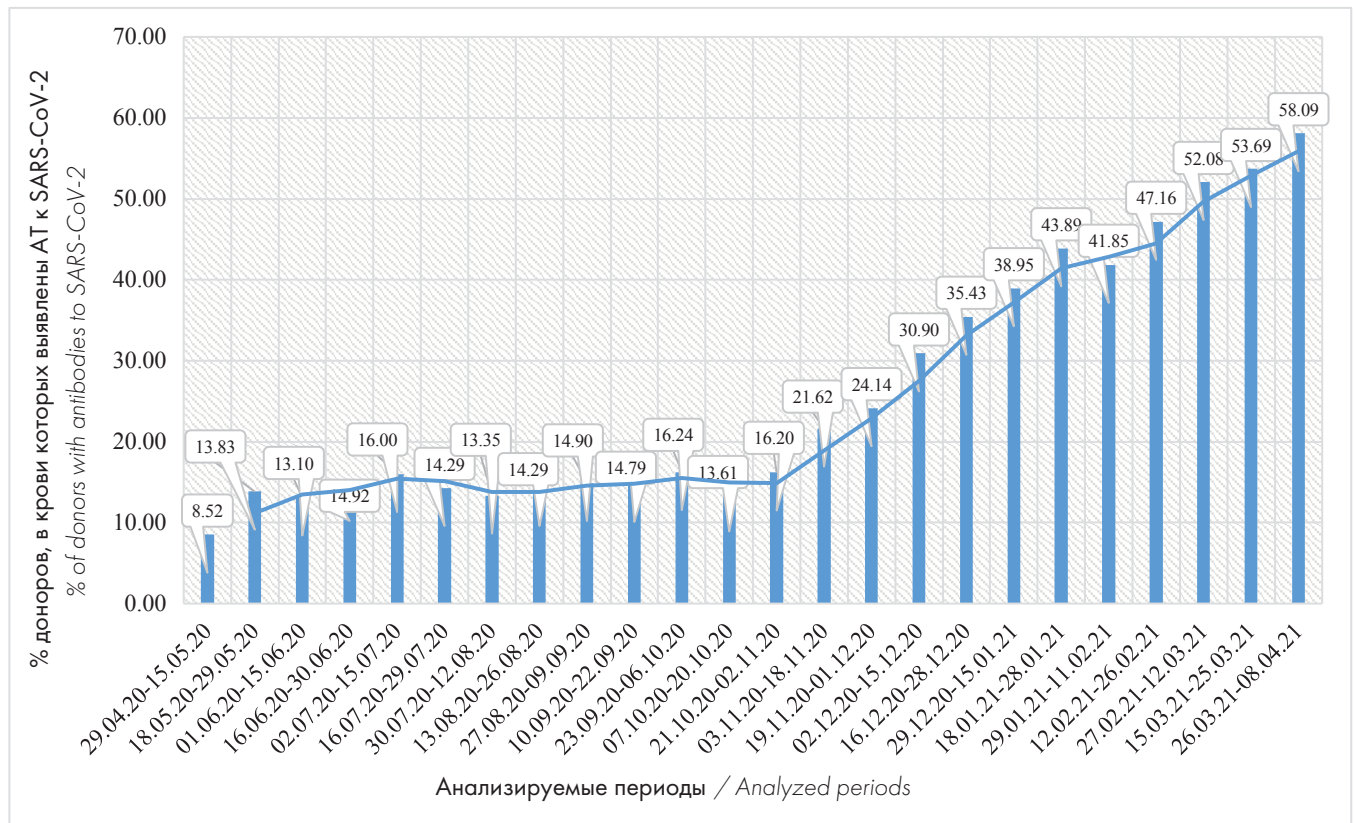


Рисунок 1. Увеличение частоты выявления противовирусных антител (АТ) к SARS-CoV-2 у доноров крови и ее компонентов
Figure 1. Increased frequency of detection of anti-SARS-CoV-2 antibodies in blood donors

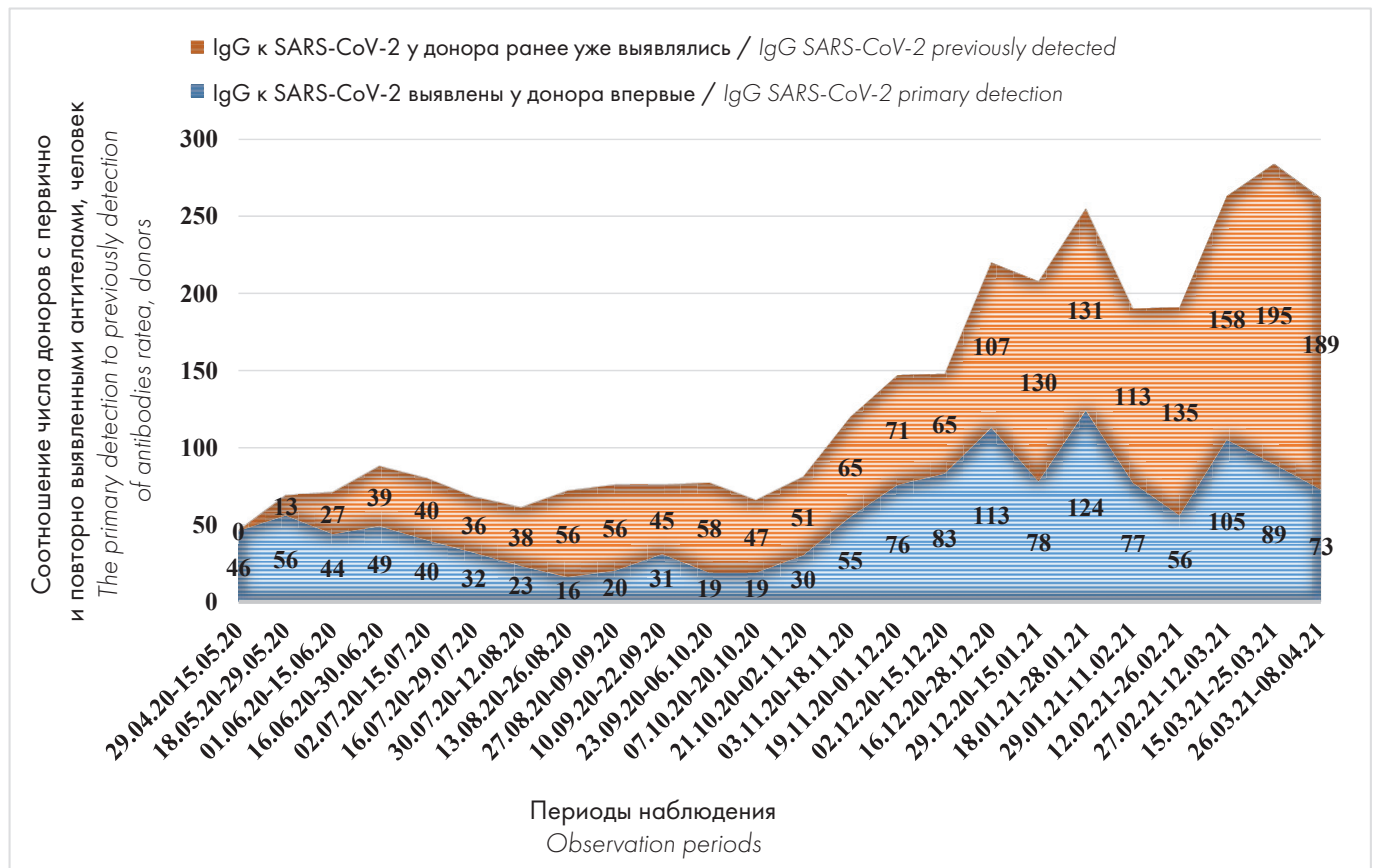


Рисунок 2. Соотношение частоты первичного и повторного выявления антител к возбудителю COVID-19 у доноров крови и компонентов
Figure 2. The ratio of the frequency of primary detected anti-SARS IgG vs previously detected anti-SARS IgG in blood donors

к SARS-CoV-2. На рисунке 1 отображена динамика увеличения частоты выявления антител к возбудителю новой коронавирусной инфекции у доноров крови в процентном соотношении от всех донаций.

Доля доноров, в крови которых выявлены антитела к рецептор-связывающему домену S-белка SARS-CoV-2, выросла с момента введения тестирования с 8,52 до 58,09 % к моменту окончания наблюдения. Однако эти данные показывают лишь общую тенденцию нарастания специфического иммунного ответа среди доноров. В первые две недели исследования (29.04.20—15.05.20) все случаи наличия антител считали впервые выявленными в связи с отсутствием анамнестических данных о перенесенном заболевании, вызванном SARS-CoV-2. Начиная со второго периода наблюдения (18.05.20—29.05.20), все случаи выявления антител проверяли с помощью лабораторной информационной системы, после чего доноров относили либо к категории лиц с впервые выявленными антителами, либо к позитивным ранее. Это было сделано с целью оценки истинной скорости нарастания специфического иммунитета среди доноров. На рисунке 2 представлено сравнение этих двух категорий.

За период исследования доля лиц с впервые выявленными антителами (не считая первые две недели наблюдения, когда все доноры считались «первичными») сильно колебалась. Максимальное соотношение лиц с впервые выявленными антителами к донорам, у которых антитела выявлялись ранее, получено во второй период наблюдения (56 «первичных» к 13 «повторным»). Минимальное значение этого соотношения наблюдалось во второй половине августа 2020 г. и составило 16 к 56 соответственно.

Обсуждение

COVID-19 является респираторным инфекционным заболеванием, соответственно, парентеральный путь передачи не характерен для ее возбудителя. Таким образом, данный патоген не должен представлять серьезной опасности для реципиентов донорской крови и ее компонентов [9]. Тем не менее диагностика маркеров SARS-CoV-2 у доноров является актуальной задачей. Это необходимо для создания банка антиковидной плазмы или сбора сырья для приготовления специфических иммуноглобулинов и других препаратов. Полученные в ходе исследования данные демонстрируют тенденцию поступательного нарастания коллективного иммунитета среди доноров крови и ее компонентов. Об этом свидетельствует увеличение частоты выявления антител к возбудителю новой коронавирусной инфекции среди доноров с 8,52 до 58,09 % за наблюдаемый период. При этом график динамического наблюдения за состоянием коллективного иммунитета у доноров визуально может быть разделен на два периода: один — от начала наблюдения 29 апреля до ноября 2020 г., когда общая частота выявления антител не имела статистически достоверных колебаний, и второй — с ноября 2020 г. до начала апреля 2021 г., когда частота выявления антител к SARS-CoV-2 у доноров увеличивалась. С 29 апреля по ноябрь 2020 г. общая частота выявления антител к SARS-CoV-2 у доноров практически не изменялась (колебалась в пределах 13–16 %). Аналогичная тенденция наблюдалась и в других странах, например в Нидерландах, где в начале пандемии частота выявления антител у доноров составляла от 2,7 до 9,5 % в зависимости от региона [10]. Однако, начиная со второй половины ноября 2020 г., отмечен устойчивый рост ча-

Источник: JHU CSSE COVID-19 Data

Source: JHU CSSE COVID-19 Data

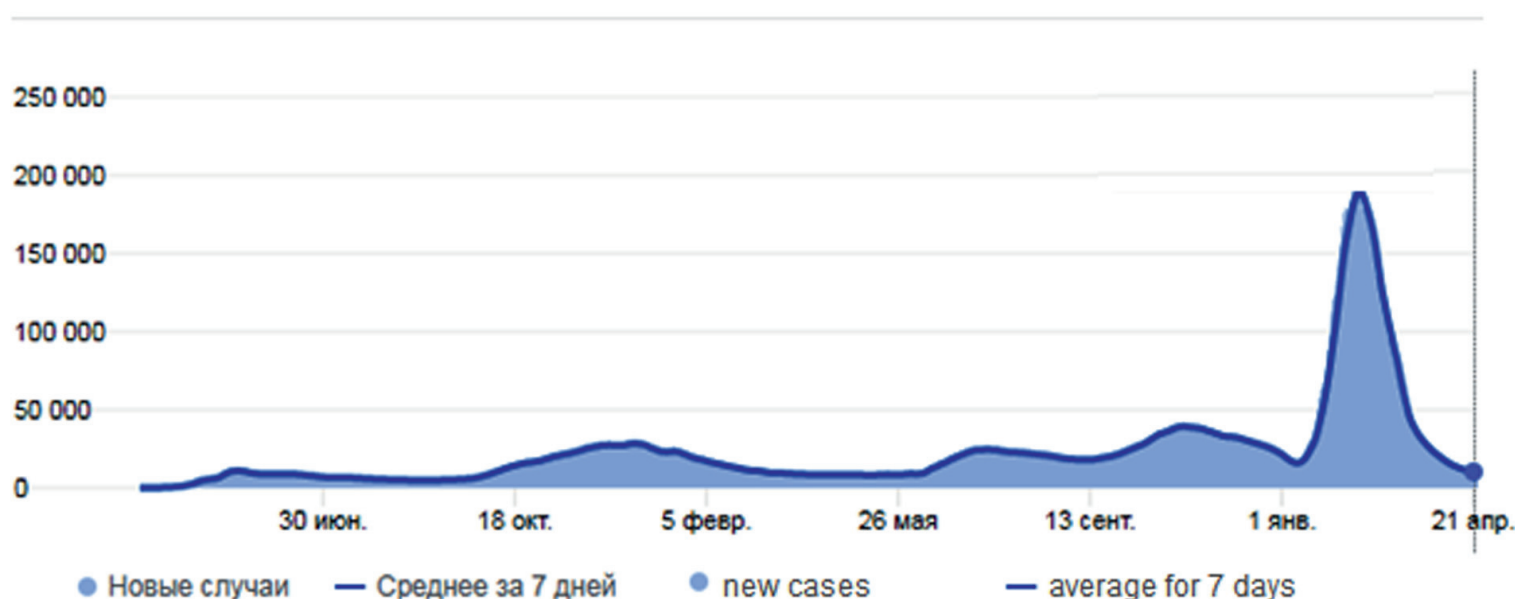


Рисунок 3. Число новых заражений в РФ (по данным института Джонса Хопкинса, <https://coronavirus.jhu.edu/region/russia>)

Figure 3. New COVID-19 cases in Russia (according to Johns Hopkins University, <https://coronavirus.jhu.edu/region/russia>)

стоты выявления антител к SARS-CoV-2 среди доноров. Данный феномен может быть связан с началом второй волны распространения новой коронавирусной инфекции в РФ (рис. 3).

Данный тезис подтверждается результатами, представленными на рисунке 2, согласно которому рост частоты первичного выявления антител к возбудителю COVID-19 наблюдается в начале ноября 2020 г. Другой фактор, который мог повлиять на изучаемую динамику, — разработка первых средств вакцинопрофилактики и начало кампании по вакцинации против новой коронавирусной инфекции, стартовавшей в декабре 2020 г. и массовой вакцинации, начавшейся в феврале 2021 г. В этот период наблюдалось максимальное число доноров крови с впервые выявленными антителами к SARS-CoV-2. Однако оценить влияние начала массовой вакцинации в рамках данного наблюдения затруднительно, т. к. к окончанию наблюдения формирование иммунной прослойки было обусловлено в том числе приобретением естественного иммунитета после инфицирования. На 29.04.2020 в России было зарегистрировано 93 558 случаев заболевания коронавирусной инфекцией, а к 08.04.2021 таких случаев уже было зарегистрировано 4 614 834 [3]. Тем не менее специфическая иммунизация не могла не повлиять на формирование иммунной прослойки. В России к 08.04.2021 уже насчитывалось 5 189 085 человек (или 3,55 % населения), которые были полностью вакцинированы от коронавируса первым и вторым компонентами вакцины [3]. Вышеописанное подтверждается анализом соотношения частоты первично положительных доноров по антителам к новому возбудителю. На рисунке 2, отображающем динамику соотношения первично положительных доноров к уже ранее выявленным, виден пик роста частоты детекции вновь инфицированных доноров в период начала второй волны инфекции (с начала ноября 2020 г. по начало февраля 2021 г.).

Таким образом, полученные данные показывают сильную корреляцию между эпидемиологической обстановкой в России и Москве и ростом частоты выявления позитивных по антителам к возбудителю новой коронавирусной инфекции доноров, сдавших кровь и ее компоненты в ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, который принимал доноров из всех регионов. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости мониторинга наличия антител к SARS-CoV-2 среди доноров.

Таким образом, полученные данные показывают сильную корреляцию между эпидемиологической обстановкой в России и Москве и ростом частоты выявления позитивных по антителам к возбудителю новой коронавирусной инфекции доноров, сдавших кровь и ее компоненты в ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, который принимал доноров из всех регионов. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости мониторинга наличия антител к SARS-CoV-2 среди доноров.

Литература

1. Bhagat S., Yadav N., Shah J., et al. Novel corona virus (COVID-19) pandemic: Current status and possible strategies for detection and treatment of the disease. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2020; 1–24. DOI: 10.1080/14787210.2021.1835469.
2. Багирова Г.Г., Кравцов О.Н. Коварный коронавирус (обзор). *Оренбургский медицинский вестник.* 2020; 8(3(31)): 5–9.
3. Оперативные данные сайта стопкоронавирус.рф; 2021. <https://xn--80aesfpebagmfb1c0a.xn--p1ai/>.
4. de Groot R.J., Baker S.C., Baric R., et al. Family *Coronaviridae*. In: King A.M., Adams M.J., Carstens E.B., Lefkowitz E.J. (eds). *Virus Taxonomy: Classification and nomenclature of viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.* London: Elsevier; 2012: 806–28.
5. Львов Д.К., Альховский С.В. Истоки пандемии COVID-19: экология и генетика коронавирусов (Betacoronavirus: Coronaviridae) SARS-CoV, SARS-CoV-2 (подрод Sarbecovirus), MERS-CoV (подрод Merbecovirus). *Вопросы вирусологии.* 2020; 65(2): 62–70. DOI: 10.36233/0507-4088-2020-65-2-62-70.
6. Временные методические рекомендации профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). МЗ РФ. Версия 14 от 27.12.2021.
7. Wang Y., Han W., Pan L., et al. Impact of COVID-19 on blood centers in Zhejiang province China. *Vox Sang.* 2020; 115(6): 502–6. DOI: 10.1111/vox.12931.
8. Инструкция к набору реагентов для иммуноферментного определения IgG антител к антигену SARS-CoV-2 в сыворотке (плазме) крови «SARS-CoV-2-IgG-ИФА», производитель ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России, ООО «ХЕМА» Россия.
9. Kwon S., Kim E., Jung Y., et al. Post-donation COVID-19 identification in blood donors. *Vox Sang.* 2020; 115(8): 601–2. DOI: 10.1111/vox.12925.
10. Slot E., Hogema B., Reusken C., et al. Low SARS-CoV-2 seroprevalence in blood donors in the early COVID-19 epidemic in the Netherlands. *Nat Commun.* 2020; 11(1): 5744. DOI: 10.1038/s41467-020-19481-7.

References

1. Bhagat S., Yadav N., Shah J., et al. Novel corona virus (COVID-19) pandemic: Current status and possible strategies for detection and treatment of the disease. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2020; 1–24. DOI: 10.1080/14787210.2021.1835469.
2. Bagirova G.G., Kravtsov O.N. Insidious coronavirus (review). *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik.* 2020; 8(3(31)): 5–9. (In Russian).
3. Real-time data on стопкоронавирус.рф; 2021. <https://xn--80aesfpebagmfb1c0a.xn--p1ai/>. (In Russian).
4. de Groot R.J., Baker S.C., Baric R., et al. Family *Coronaviridae*. In: King A.M., Adams M.J., Carstens E.B., Lefkowitz E.J. (eds). *Virus Taxonomy: Classification and nomenclature of viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.* London: Elsevier; 2012: 806–28.
5. L'vov D.K., Al'khovskii S.V. Origins of the COVID-19 pandemic: Ecology and genetics of coronaviruses (Betacoronavirus: Coronaviridae) SARS-CoV, SARS-CoV-2 (subgenus Sarbecovirus), MERS-CoV (subgenus Merbecovirus). *Voprosy Virusologii.* 2020; 65(2): 62–70. DOI: 10.36233/0507-4088-2020-65-2-62-70. (In Russian).
6. Temporarily guidelines for the prevention, diagnosis and treatment of a new coronavirus infection (COVID-19). Ministry of Health of Russian Federation. Version 14, 27.12.2021. (In Russian).
7. Wang Y., Han W., Pan L., et al. Impact of COVID-19 on blood centers in Zhejiang province China. *Vox Sang.* 2020; 115(6): 502–6. DOI: 10.1111/vox.12931.
8. Instruction for “SARS-CoV-2-IgG-ИФА” test kit. Manufacturer National Research Center for Hematology, LLC “HEMA”, Russia
9. Kwon S., Kim E., Jung Y., et al. Post-donation COVID-19 identification in blood donors. *Vox Sang.* 2020; 115(8): 601–2. DOI: 10.1111/vox.12925.
10. Slot E., Hogema B., Reusken C., et al. Low SARS-CoV-2 seroprevalence in blood donors in the early COVID-19 epidemic in the Netherlands. *Nat Commun.* 2020; 11(1): 5744. DOI: 10.1038/s41467-020-19481-7.

Информация об авторах

Старкова Оксана Газимагомедовна*, врач клинической лабораторной диагностики отделения инфекционной безопасности трансфузий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: oksanastar2006@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1480-6139>

Овчинникова Елена Николаевна, биолог отделения инфекционной безопасности трансфузий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: ovchinnikova.e@blood.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Тихомиров Дмитрий Сергеевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией вирусологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: tihomirovgnc@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-6579>

Мисько Ольга Николаевна, биолог отделения инфекционной безопасности трансфузий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: miso80@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4728-2610>

Солдатова Татьяна Андреевна, врач клинической лабораторной диагностики отделения инфекционной безопасности трансфузий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: lapajen@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6320-4241>

Крылова Анастасия Юрьевна, врач клинической лабораторной диагностики отделения инфекционной безопасности трансфузий ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: krylova.a@blood.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6884-3328>

Игнатова Елена Николаевна, научный сотрудник лаборатории вирусологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: ihele@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3121-037X>

Information about the authors

Oksana G. Starkova*, Physician of Clinical Laboratory Diagnostics, Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: oksanastar2006@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1480-6139>

Elena N. Ovchinnikova, Biologist, Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: ovchinnikova.e@blood.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Dmitry S. Tikhomirov, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of Virology, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: tihomirovgnc@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-6579>

Olga N. Misko, Biologist, Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: miso80@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4728-2610>

Tatiana A. Soldatova, Physician of Clinical Laboratory Diagnostics, Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: lapajen@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6320-4241>

Anastasiya Yu. Krylova, Physician of Clinical Laboratory Diagnostics, Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: krylova.a@blood.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6884-3328>

Elena N. Ignatova, Researcher, Laboratory of Virology, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: ihele@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3121-037X>

Туполева Татьяна Алексеевна, доктор медицинских наук, заведующая отделением инфекционной безопасности трансфузий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: ttupoleva@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4668-9379>

Гапонова Татьяна Владимировна, кандидат медицинских наук, первый заместитель генерального директора, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
e-mail: gaponova.tatj@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-5045>

*** Автор, ответственный за переписку**

Поступила: 13.01.2022

Принята в печать: 29.08.2022

Tatiana A. Tupoleva, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Blood Transfusion Infectious Safety, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: ttupoleva@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4668-9379>

Tatiana V. Gaponova, Cand. Sci. (Med.), Deputy CEO, National Medical Research Center for Hematology,
e-mail: gaponova.tatj@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-5045>

*** Corresponding author**

Received 13.01.2022

Accepted 29.08.2022