

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЕССИМПТОМНЫХ НОСИТЕЛЕЙ COVID-19 (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Базыкина Е.А., Троценко О.Е.

ФБУН Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии

Роспотребнадзора, г. Хабаровск

Резюме

Пандемия новой коронавирусной инфекции является серьезным испытанием для мировой системы здравоохранения, а контроль за развитием эпидемического процесса является одной из главных задач в борьбе с COVID-19. Данный обзор литературы освещает проблему асимптоматического течения новой коронавирусной инфекции. Представлены его варианты, распространенность в мире и активность вовлечения в эпидемический процесс SARS-CoV-2. Показано менее стойкое формирование иммунного ответа у лиц с бессимптомной формой заболевания по сравнению клиническими формами инфекции COVID-19.

Введение

Клиническое течение инфекционного процесса, вызванного SARS-CoV-2, можно разделить на четыре основных типа: легкое, среднетяжелое, тяжелое и критическое. Однако, асимптоматическое течение новой коронавирусной инфекции все чаще становится актуальным предметом дискуссии в медицинском сообществе, так как имеются данные, свидетельствующие о возможности значительного вклада таких пациентов в эпидемический процесс пандемии COVID-19.

Асимптоматическое течение инфекционного процесса – универсальное явление среди возбудителей, вызывающих инфекционные заболевания у человека. Показано, что на одного пациента с риновирусной инфекцией приходится четыре носителя, доля асимптоматического течения вируса гриппа может варьировать от 5,2 до 35,5%, MERS-CoV составляет 9,8%,

SARS-CoV – 13% (сведения получены при серологическом исследовании) [1, 2, 3].

В зарубежной литературе описано два варианта асимптоматического течения новой коронавирусной инфекции. Первый – это «носительство» вируса, когда на протяжении всего инфекционного периода (от начала выделения вируса до получения двух отрицательных результатов ПЦР анализа респираторных мазков на наличие РНК SARS-CoV-2) у инфицированного человека не зафиксировано клинической симптоматики, типичной для инфекции, и отсутствуют рентгенологические изменения легочной ткани. Вторым вариантом – это пресимптоматические «носители» с наличием РНК SARS-CoV-2 в респираторных мазках, у которых с течением времени развивается клиника заболевания. Другими словами, это пациенты в инкубационном периоде заболевания [4, 5, 6]. Зачастую у таких пациентов в инкубационном периоде новой коронавирусной инфекции при отсутствии клинических симптомов выявляют минимальные рентгенологические изменения на компьютерной и протонно-эмиссионной томографии, что является важным отличием от истинно бессимптомного течения заболевания, в связи с чем лучевые методы диагностики можно считать эффективным дополнительным инструментом для диагностики заболевания. В отдельных случаях выявленные рентгенологические изменения могут стать основанием для проведения ПЦР на наличие РНК SARS-CoV-2 [7, 8, 9, 10].

Следует отметить, что «носителей» COVID-19 диагностировать сложно, так как такие пациенты как правило не обращаются за медицинской помощью и выявляются лишь при случайных обследованиях. В связи с этим, данная категория инфицированных лиц представляет эпидемиологическую опасность и усложняет эпидемиологический надзор за инфекцией. Их активное выявление, в том числе при изучении распространенности указанной клинической формы заболевания среди населения, а также своевременная изоляция и лечение «носителей», по мнению специалистов,

могут стать ключевыми мерами, ведущими к сдерживанию распространения новой коронавирусной инфекции [3, 4, 11, 12, 13].

Значимость асимптоматической формы COVID-19 в эпидемическом процессе инфекции.

Многими специалистами поднимается вопрос вклада «носителей» SARS-CoV-2 в эпидемический процесс новой коронавирусной инфекции. Существующие научные данные показывают, что лица с асимптоматическим течением COVID-19 могут являться источником инфекции. Исследование, посвященное изучению обсеменения окружающей среды вирусными частицами пациентами с различными формами новой коронавирусной инфекции, доказало присутствие вируса на объектах, с которыми контактировал в том числе и «носитель» SARS-CoV-2. В целом, наиболее высокая обсемененность была выявлена на перилах койки, подушках, простынях, вентиляционных отверстиях/решетках и выключателях палат, где находились пациенты с COVID-19. В воздухе палат возбудитель не детектировался. Полученные результаты указывают на высокий риск инфицирования SARS-CoV-2 при тесных контактах, в том числе контактно-бытовым путем, включая заражение от лиц с бессимптомным течением заболевания [14].

Высказанное предположение нашло подтверждение в научных работах, описывающих возникновение очагов в семьях или другом коллективе с близкими контактами, у источников инфекции в которых имело место асимптоматическое либо пресимптоматическое течение COVID-19 [15, 16, 17, 18].

Ряд авторов указывают на меньший риск возникновения заболевания в случае контакта с пациентом с асимптоматическим течением инфекции по сравнению с больными с выраженной клинической симптоматикой. Так, согласно исследованию, проведенному в Китае, ни у одного из 455 контактных лиц (включая случайные, семейные контакты и персонал больниц) с пациентами с бессимптомной формой COVID-19 не развилось

заболевания, а ПЦР-анализ не выявил у них РНК SARS-CoV-2 [19]. Другое исследование, на примере уже опубликованной работы, где изначально авторы утверждали, что ими не было получено статистически значимых отличий между риском инфицирования от больных с клиническими проявлениями инфекции и асимптоматическим течением заболевания, показало большую значимость пациентов с наличием респираторных симптомов в отличие от бессимптомного течения заболевания. Так, рассчитанный коэффициент риска инфицирования в первом случае был в 1,5 раза выше, чем во втором. Также существуют сведения о том, что при заражении от пациентов с асимптоматической формой заболевания чаще развивается либо бессимптомная форма инфекции, либо легкое течение, однако данный факт нуждается в последующем широкомасштабном изучении [20, 21, 16].

Важным представляется и изучение длительности выделения возбудителя SARS-CoV-2 у пациентов с бессимптомным течением инфекции, которая, по данным литературы, значительно варьирует – от 19 до 28 дней. У пациентов с легким течением она в среднем составляла 31 день. Следует отметить, что ни в одной из изученных нами публикаций не предоставлено сведений об уровнях вирусной нагрузки среди обследованных пациентов, однако имеются предположения, что данный показатель является одним из важных факторов, влияющих на риск инфицирования контактных лиц [22, 23].

Таким образом, существующие на современном этапе развития пандемии знания о вкладе носителей в эпидемический процесс новой коронавирусной инфекции недостаточны. Назревает необходимость проведения углубленных исследований с изучением вирусной нагрузки у пациентов с различным течением инфекционного процесса, с увеличением выборок при проведении анализа, основанного на данных эпидемиологических расследований случаев COVID-19 для детального

понимания вклада каждой из форм заболевания в эпидемический процесс заболевания.

Распространенность асимптоматических/пресимптоматических форм COVID-19 в мире.

В Китайской Народной Республике (КНР) доля «носителей» вируса составляла от 1,5 до 2,8% в соответствии с проведенным ретроспективным анализом медицинских карт граждан, переболевших COVID-19. Безусловно, полученные в ходе анализа доли пациентов с асимптоматическим течением заболевания оказались крайне низкими и не могут отражать реальную картину распространенности бессимптомных форм COVID-19, в связи с чем авторы опубликованных работ заявляют, что изучение популяционного иммунитета к возбудителю новой коронавирусной инфекции позволит получить более точные данные [24, 25].

Исследования, проведенные в других странах, показывают значительно более высокий удельный вес бессимптомного течения COVID-19. Например, в Южной Корее распространенность асимптоматического течения заболевания, установленного на основе ПЦР-анализа, составила 19,2% - у 41 из 213 обследованных [26]. В Испании в ходе более крупного серологического обследования населения показано, что доля лиц с асимптоматическим течением заболевания (определенная среди всех серопозитивных волонтеров) составляла в зависимости от региона от 15,3% до 19,3% [27]. Обследование доноров крови, проведенное во Франции в марте-апреле 2020 г., позволило выявить, что распространенность антител к SARS-CoV-2 составила у них 2,7%, при этом, учитывая критерии отбора доноров (отсутствие острого инфекционного процесса), можно считать, что полученные данные отражали на тот период распространенность асимптоматического или пресимптоматического течения инфекции среди практически здорового населения [28].

Информативными могут оказаться данные скрининга отдельных коллективов, например, медицинского персонала, проводимого с целью

своевременной изоляции и лечения заразившихся медицинских работников, что позволит снизить риск внутрибольничного инфицирования новой коронавирусной инфекцией. Распространенность «носителей» SARS-CoV-2 среди медицинских работников крупного госпиталя в Великобритании составила 1,6% (17 человек с отсутствием каких-либо симптомов инфекции имели РНК вируса в респираторных мазках из 1032 обследованных) [29]. В немецких госпиталях распространенность антител к SARS-CoV-2 в группе медицинского персонала варьировала в зависимости от степени риска заражения: в группе умеренного риска серопревалентность оказалась выше по сравнению с группой высокого риска – 5,4% и 1,2%, соответственно [30, 31]. Среди медицинских работников испанских госпиталей выявляемость антител к SARS-CoV-2 составила 9,8% – выше, чем в Германии и Великобритании, что объясняется более ранним вовлечением в эпидемический процесс и более тяжелым течением новой коронавирусной инфекции у населения Испании. Примечательным оказался и тот факт, что у 40% «иммунного» медицинского персонала диагноз новой коронавирусной инфекции установить не удалось [32]. В Италии были получены аналогичные результаты исследования среди медицинских работников крупного онкологического центра. Так, асимптоматическое или предсимптоматическое течение инфекции, установленное на основе серологического тестирования, выявлено у 9,4% медработников, причем у 31,8% из них были выявлены детектируемые уровни РНК SARS-CoV-2 в респираторных мазках, что свидетельствовало об активном инфекционном процессе [33].

Не менее важным представляется изучение эпидемического процесса новой коронавирусной инфекции в специализированных закрытых медицинских учреждениях. Так, в связи со вспышкой в специализированном реабилитационном медицинском центре (Иллинойс, США) всем пациентам был проведен ПЦР анализ, который показал, что в 39% ПЦР-положительных случаев инфекция протекала бессимптомно, у 3% симптомы появились уже после лабораторного освидетельствования [34]. Первоначальные результаты

расследования вспышки COVID-19 в реабилитационном центре в штате Вашингтон (США) показали, что удельный вес асимтоматического течения составил 56,25% (27 человек из 48 с положительным результатом ПЦР). В дальнейшем оказалось, что у 24 из 27 таких пациентов развилась симптоматика (в 50% случаев) и только 3 человека (6,25%) остались истинными «носителями» [35]. При этом, в указанных реабилитационных центрах при вспышках регистрировались высокие показатели летальности. Таким образом, в литературе показана существенная роль «носителей» COVID-19 в распространении инфекции в закрытых коллективах, в связи с чем регулярное проведение ПЦР-анализа является одним из наиболее эффективных противоэпидемических мероприятий для снижения риска заражения и даже предупреждения летальности от новой коронавирусной инфекции в закрытых учреждениях стационарного типа.

Показана необходимость обязательного обследования пациентов и при плановой либо экстренной госпитализации в неинфекционные отделения. Метаанализ результатов исследований о влиянии бессимптомного течения новой коронавирусной инфекции на исход операций в хирургических отделениях показал, что в 51 из 61 случая подтверждения асимптоматического «носительства» COVID-19 пришлось на послеоперационный период. Летальность данных пациентов оказалась высокой и составила 27,5%, причем большая часть смертей была связана с серьезными легочными осложнениями [36].

Иммунный ответ после перенесенной асимптоматической формы COVID-19.

Изучение протективного иммунного ответа на инфицирование SARS-CoV-2 на современном этапе считается краеугольным камнем, который позволит эффективно контролировать эпидемический процесс новой коронавирусной инфекции. Важным является изучение длительности сохранения антител в сыворотке крови, а также выявление именно нейтрализующей фракции, связывающей вирус в организме человека. К

нейтрализующим антителам относят антитела к белкам вируса S1 (шиповидный белок-1), RBD (рецептор-связывающий домен) и S2 (шиповидный белок-2) [37].

Проведенные до настоящего времени исследования показали, что у лиц с асимптоматическим течением COVID-19, в сравнении с пациентами с наличием клинических проявлений заболевания, уровень общих антител класса IgG оказался статистически значимо ниже во время острой фазы инфекционного процесса, т.е. на 3-4 неделе с момента установления диагноза. При этом, общие IgG к SARS-CoV-2 в этот период отсутствовали у 18,9% обследованных «носителей» вируса, и в 16,2% случаев – у лиц с наличием клинической картины. Динамика концентрации общих антител IgG среди обследованных с бессимптомным течением инфекции, начиная с острой фазы инфекционного процесса вплоть до стадии ранней реконвалесценции (8 неделя от момента установления диагноза и/или лабораторного подтверждения методом ПЦР), оказалась следующей – у 5,4% (2/37) уровни антител оставались стабильными, у 43,2% (16/37) их концентрация снизилась, а в 51,4% (19/37) случаев – уменьшилась вплоть до неопределяемого уровня. Аналогичные значения для выздоровевших лиц, имевших развернутую симптоматику, составили, соответственно, 2,7% (1/37); 70,3% (26/37); 27,0% (10/37). Показатель стойкости сохранения нейтрализующей фракции антител класса IgG среди пациентов с клиническими проявлениями COVID-19 оказался практически в два раза выше, чем у лиц с бессимптомным течением COVID-19, и составил, соответственно, 38,8% и 18,9% [38, 39, 40].

Процитированные данные свидетельствуют о менее выраженном иммунном ответе в группе «носителей» по сравнению с больными, у которых наблюдалась клиническая картина инфекции. В связи с этим, для полноценного понимания формирования иммунного ответа на новый возбудитель и стандартизации иммунологических методов диагностики, авторы считают необходимым проведение комплексного изучения как

гуморального, так и клеточного звена иммунитета с оценкой роли CD-4 и CD-8 лимфоцитов, а также клеток иммунной памяти [41].

Таким образом, проанализированные нами источники зарубежной литературы свидетельствуют об активном вовлечении асимптоматических форм новой коронавирусной инфекции в эпидемический процесс. Показано, что формирование иммунного ответа у лиц с бессимптомной формой заболевания оказалось слабее, а его стойкость значительно ниже. Помимо изучения гуморального иммунного ответа необходимо дополнительное изучение вовлеченности клеточного иммунитета, в особенности клеток иммунной памяти, для выяснения аспектов патогенетического процесса и установления реальной стойкости иммунного ответа.

Необходимо также проведение крупномасштабных исследований, нацеленных на изучение индекса репродукции и определение минимальной инфицирующей дозы SARS-CoV-2, что будет способствовать подбору наиболее оптимальных противоэпидемических мер для сдерживания дальнейшего распространения заболевания, в том числе от бессимптомных «носителей».

Список литературы

1. Al-Tawfiq JA. Asymptomatic coronavirus infection: MERS-CoV and SARS-CoV-2 (COVID-19). *Travel Med Infect Dis.* 2020;35:101608. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101608
2. Lai CC, Liu YH, Wang CY, et al. Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths. *J Microbiol Immunol Infect.* 2020;53(3):404-412. doi:10.1016/j.jmii.2020.02.012
3. Gao Z, Xu Y, Sun C, et al. A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *J Microbiol Immunol Infect.* 2020;10.1016/j.jmii.2020.05.001. doi:10.1016/j.jmii.2020.05.001

4. [Contribution of asymptomatic and pre-symptomatic cases of COVID-19 in spreading virus and targeted control strategies]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2020;41(6):801-805. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.cn112338-20200406-00517. PMID: 32274917
5. Wu Z, McGoogan JM. Asymptomatic and Pre-Symptomatic COVID-19 in China. *Infect Dis Poverty*. 2020;9(1):72. doi:10.1186/s40249-020-00679-2;
6. Huff HV, Singh A. Asymptomatic transmission during the COVID-19 pandemic and implications for public health strategies. *Clin Infect Dis*. 2020;ciaa654. doi:10.1093/cid/ciaa654
7. Lin C, Ding Y, Xie B, et al. Asymptomatic novel coronavirus pneumonia patient outside Wuhan: The value of CT images in the course of the disease. *Clin Imaging*. 2020;63:7-9. doi:10.1016/j.clinimag.2020.02.008
8. Castanheira J, Mascarenhas Gaivão A, Mairos Teixeira S, Pereira PJ, Costa DC. Asymptomatic COVID-19 positive patient suspected on FDG-PET/CT. *Nucl Med Commun*. 2020;41(6):598-599. doi:10.1097/MNM.0000000000001221
9. Albano D, Bertagna F, Bertoli M, et al. Incidental Findings Suggestive of COVID-19 in Asymptomatic Patients Undergoing Nuclear Medicine Procedures in a High-Prevalence Region. *J Nucl Med*. 2020;61(5):632-636. doi:10.2967/jnumed.120.246256
10. Meng H, Xiong R, He R, et al. CT imaging and clinical course of asymptomatic cases with COVID-19 pneumonia at admission in Wuhan, China. *J Infect*. 2020;81(1):e33-e39. doi:10.1016/j.jinf.2020.04.004
11. Yu X, Yang R. COVID-19 transmission through asymptomatic carriers is a challenge to containment. *Influenza Other Respir Viruses*. 2020;14(4):474-475. doi:10.1111/irv.12743
12. Oran DP, Topol EJ. Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection: A Narrative. *Ann Intern Med*. 2020;M20-3012. doi:10.7326/M20-3012

- 13.Hosoki K, Chakraborty A, Sur S. Molecular mechanisms and epidemiology of COVID-19 from an allergist's perspective. *J Allergy Clin Immunol.* 2020;S0091-6749(20)30799-5. doi:10.1016/j.jaci.2020.05.033
- 14.Wei L, Lin J, Duan X, et al. Asymptomatic COVID-19 Patients Can Contaminate Their Surroundings: an Environment Sampling Study. *mSphere.* 2020;5(3):e00442-20. doi:10.1128/mSphere.00442-20
- 15.Bai Y, Yao L, Wei T, et al. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA.* 2020;323(14):1406-1407. doi:10.1001/jama.2020.2565;
- 16.Huang L, Zhang X, Zhang X, et al. Rapid asymptomatic transmission of COVID-19 during the incubation period demonstrating strong infectivity in a cluster of youngsters aged 16-23 years outside Wuhan and characteristics of young patients with COVID-19: A prospective contact-tracing study. *J Infect.* 2020;80(6):e1-e13. doi:10.1016/j.jinf.2020.03.006
- 17.Ye F, Xu S, Rong Z, et al. Delivery of infection from asymptomatic carriers of COVID-19 in a familial cluster. *Int J Infect Dis.* 2020;94:133-138. doi:10.1016/j.ijid.2020.03.042
- 18.Pan X, Chen D, Xia Y, et al. Asymptomatic cases in a family cluster with SARS-CoV-2 infection. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(4):410-411. doi:10.1016/S1473-3099(20)30114-6
- 19.Gao M, Yang L, Chen X, et al. A study on infectivity of asymptomatic SARS-CoV-2 carriers. *Respir Med.* 2020;169:106026. doi:10.1016/j.rmed.2020.106026
- 20.He D, Zhao S, Lin Q, et al. The relative transmissibility of asymptomatic COVID-19 infections among close contacts. *Int J Infect Dis.* 2020;94:145-147. doi:10.1016/j.ijid.2020.04.034
- 21.Chen Y., Wang A., Yi B., Ding K., Wang H., Wang J. The epidemiological characteristics of infection in close contacts of COVID-19 in Ningbo city. *Chin J Epidemiol.* 2020:41.

22. Miyamae Y, Hayashi T, Yonezawa H, et al. Duration of viral shedding in asymptomatic or mild cases of novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) from a cruise ship: A single-hospital experience in Tokyo, Japan. *Int J Infect Dis.* 2020;97:293-295. doi:10.1016/j.ijid.2020.06.020
23. Li W, Su YY, Zhi SS, et al. Viral shedding dynamics in asymptomatic and mildly symptomatic patients infected with SARS-CoV-2. *Clin Microbiol Infect.* 2020;S1198-743X(20)30410-9. doi:10.1016/j.cmi.2020.07.008
24. Wu Z, McGoogan JM. Asymptomatic and Pre-Symptomatic COVID-19 in China. *Infect Dis Poverty.* 2020;9(1):72. doi:10.1186/s40249-020-00679-2
25. National Health Commission of the People's Republic of China . Update on COVID-19 in China as of 24th hour on April 7, 2020. Beijing, China: National Health Commission; 2020
26. Kim GU, Kim MJ, Ra SH, et al. Clinical characteristics of asymptomatic and symptomatic patients with mild COVID-19. *Clin Microbiol Infect.* 2020;26(7):948.e1-948.e3. doi:10.1016/j.cmi.2020.04.040
27. Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet.* 2020;S0140-6736(20)31483-5. doi:10.1016/S0140-6736(20)31483-5
28. Gallian P, Pastorino B, Morel P, Chiaroni J, Ninove L, de Lamballerie X. Lower prevalence of antibodies neutralizing SARS-CoV-2 in group O French blood. *Antiviral Res.* 2020;181:104880. doi:10.1016/j.antiviral.2020.104880
29. Rivett L, Sridhar S, Sparkes D, et al. Screening of healthcare workers for SARS-CoV-2 highlights the role of asymptomatic carriage in COVID-19 transmission. *Elife.* 2020;9:e58728. doi:10.7554/eLife.58728
30. Korth J, Wilde B, Dolff S, et al. SARS-CoV-2-specific antibody detection in healthcare workers in Germany with direct contact to COVID-19 patients. *J Clin Virol.* 2020;128:104437. doi:10.1016/j.jcv.2020.104437

31. Schmidt SB, Grüter L, Boltzmann M, Rollnik JD. Prevalence of serum IgG antibodies against SARS-CoV-2 among clinic staff. *PLoS One*. 2020;15(6):e0235417. doi:10.1371/journal.pone.0235417
32. Garcia-Basteiro AL, Moncunill G, Tortajada M, et al. Seroprevalence of antibodies against SARS-CoV-2 among health care workers in a large Spanish reference hospital. *Nat Commun*. 2020;11(1):3500. doi:10.1038/s41467-020-17318-x
33. Corradini P, Gobbi G, de Braud F, et al. Rapid Antibody Testing for SARS-CoV-2 in Asymptomatic and Paucisymptomatic Healthcare Professionals in Hematology and Oncology Units Identifies Undiagnosed Infections. *Hemasphere*. 2020;4(3):e408. doi:10.1097/HS9.0000000000000408
34. Patel MC, Chaisson LH, Borgetti S, et al. Asymptomatic SARS-CoV-2 infection and COVID-19 mortality during an outbreak investigation in a skilled nursing facility. *Clin Infect Dis*. 2020;ciaa763. doi:10.1093/cid/ciaa763
35. Gandhi M, Yokoe DS, Havlir DV. Asymptomatic Transmission, the Achilles' Heel of Current Strategies to Control Covid-19. *N Engl J Med*. 2020;382(22):2158-2160. doi:10.1056/NEJMe2009758
36. Nahshon C, Bitterman A, Haddad R, Hazzan D, Lavie O. Hazardous Postoperative Outcomes of Unexpected COVID-19 Infected Patients: A Call for Global Consideration of Sampling all Asymptomatic Patients Before Surgical Treatment. *World J Surg*. 2020;44(8):2477-2481. doi:10.1007/s00268-020-05575-2
37. Siracusano G, Pastori C, Lopalco L. Humoral Immune Responses in COVID-19 Patients: A Window on the State of the Art. *Front Immunol*. 2020;11:1049. doi:10.3389/fimmu.2020.01049
38. Long QX, Tang XJ, Shi QL, et al. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat Med*. 2020;10.1038/s41591-020-0965-6. doi:10.1038/s41591-020-0965-6

39. Choe PG, Kang CK, Suh HJ, et al. Antibody Responses to SARS-CoV-2 at 8 Weeks Postinfection in Asymptomatic Patients. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(10):10.3201/eid2610.202211. doi:10.3201/eid2610.202211
40. Siracusano G, Pastori C, Lopalco L. Humoral Immune Responses in COVID-19 Patients: A Window on the State of the Art. *Front Immunol.* 2020;11:1049. doi:10.3389/fimmu.2020.01049
41. Altmann DM, Boyton RJ. SARS-CoV-2 T cell immunity: Specificity, function, durability, and role in protection. *Sci Immunol.* 2020;5(49):eabd6160. doi:10.1126/sciimmunol.abd6160

Сведения об авторах:

Базыкина Елена Анатольевна - младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии и профилактики вирусных гепатитов и СПИД; ФБУН Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Шевченко, д. 2

Троценко Ольга Евгеньевна - доктор медицинских наук, директор ФБУН Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Шевченко, д. 2