

УДК: 616.98-097  
Оригинальная статья  
<https://doi.org/10.21886/2219-8075-2025-16-2-117-122>

## Особенности формирования гибридного гуморального иммунитета к SARS-CoV-2

Л.П. Сизякина, В.Я. Закурская

Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия  
Автор, ответственный за переписку: Вита Яковлевна Закурская, [vias.92@mail.ru](mailto:vias.92@mail.ru).

**Аннотация.** Цель: оценка динамики изменения содержания специфических антител у лиц, перенёвших COVID-19 в анамнезе и вакцинированных синтетическими пептидами SARS-CoV-2. **Материалы и методы:** обследованы 40 человек, перенёвших COVID-19, и затем иммунизированных синтетическими пептидами SARS-CoV-2. Методы: ИФА диагностика специфических антител к S и N белку SARS-CoV-2 и статистический. **Результаты:** при COVID-19 в постинфекционном периоде отмечается выработка специфических к S-белку IgG на протяжении года с момента выздоровления. Вакцинация переболевших лиц пептидными антигенами приводит к усилению синтеза IgG не только к S, но и N-белку коронавируса, со стабильной тенденцией к росту содержания антител на протяжении 3 месяцев наблюдений. **Выводы:** гуморальный постинфекционный иммунитет характеризуется преимущественной выработкой IgG к S-белку SARS-CoV-2, которые сохраняются в течение года с момента выздоровления, в то время как гибридный иммунитет способствует наряду с выработкой антител к S-белку преимущественному синтезу IgG к N белку SARS-CoV-2.

**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция, антитела, гибридный иммунитет, COVID-19.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Сизякина Л.П., Закурская В.Я. Особенности формирования гибридного гуморального иммунитета к SARS-CoV-2. *Медицинский вестник Юга России.* 2025;16(2):117-122. DOI 10.21886/2219-8075-2025-16-2-117-122.

## Features of the formation of hybrid humoral immunity to SARS-CoV-2

L.P. Sizyakina, V.Ya. Zakurskaya

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia  
Corresponding author: Vita Y. Zakurskaya, [vias.92@mail.ru](mailto:vias.92@mail.ru)

**Abstract. Objective:** to assess the dynamics of changes in the levels of specific antibodies in individuals with a history of COVID-19 and those vaccinated with synthetic peptides of SARS-CoV-2. **Materials and methods:** 40 people who had COVID-19 and immunized with synthetic SARS-CoV-2 peptides were examined. Methods: ELISA diagnostics of specific antibodies to the S and N protein of SARS-CoV-2 and statistical. **Results:** with COVID-19 in the post-infectious period, the production of S-protein-specific IgG is observed throughout the year from the moment of recovery. Vaccination of recovered individuals with peptide antigens leads to increased synthesis of IgG not only to the S-protein, but also to the N protein of the coronavirus, with a stable tendency towards an increase in antibody content over 3 months of observation. **Conclusions:** humoral post-infectious immunity is characterized by the predominant production of IgG to the S-protein of SARS-CoV-2, which persist for a year from the moment of recovery, while hybrid immunity, along with the production of antibodies to the S-protein, promotes the predominant synthesis of IgG to the N protein SARS-CoV-2.

**Keywords:** coronavirus infection, antibodies, hybrid immunity, COVID-19.

**Financing.** The study did not have sponsorship.

**For citation:** Sizyakina L.P., Zakurskaya V.Ya. Features of the formation of hybrid humoral immunity to SARS-CoV-2. *Medical Herald of the South of Russia.* 2025;16(1):117-122. DOI 10.21886/2219-8075-2025-16-1-117-122.

### Введение

Новая коронавирусная инфекция за три года пандемии продемонстрировала всю степень угрозы человечеству, которую могут нести в себе такие патогены, как SARS-CoV-2. По официальным данным, пандемия унесла жизни свыше 6,8 миллионов человек, что делает её одной из самых смертоносных в истории<sup>1</sup>. В общей сложности

за данный период было выявлено около 676 млн случаев заражения SARS-CoV-2 (8,4% населения Земли), однако истинная распространённость, вероятно, больше, так как не все случаи были официально зарегистрированы и подтверждены<sup>2</sup>. Несмотря на накопленный за прошедший период опыт и полученные знания о патогенезе, диагностике и методах терапии данного заболевания, COVID-19

1 Информационный центр Университета Джона Хопкинса. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

2 Эпидемиологические данные ВОЗ по COVID-19. <https://www.who.int/ru/15-09-2023>

сохраняет свою актуальность для системы здравоохранения Российской Федерации и других стран<sup>2</sup>. На сегодняшний день ведущим механизмом защиты населения от SARS-CoV-2 является коллективный иммунитет, определяемый наличием 50–85% населения иммунизированной либо путём естественного заражения COVID-19, либо путем вакцинации [1].

Долгое время спорным вопросом был постинфекционный иммунитет к SARS-CoV-2, в особенности его длительность и эффективность. Множество работ посвящено вопросу сохранности антител [2–4]. Чаще всего упоминается о серопозитивности переболевших COVID-19 в течение 6–12 месяцев после выздоровления. Однако вопрос актуальных сроков вакцинации здоровых и ревакцинации переболевших лиц по-прежнему остаётся открытым. На сегодняшний день в Российской Федерации применяется 10 вакцин различных типов<sup>3</sup>. Это векторные, пептидные, рекомбинантные и цельновирионные вакцины. Безусловно, различные подходы в технологии производства вакцины обуславливают различия в развитии поствакцинального иммунитета. различия заключаются не только в возможных нежелательных явлениях [5], их частоте и тяжести [6, 7], но и в эффективности сформировавшегося противовирусного ответа. Таким образом, существует необходимость в более глубоком исследовании эффективности и безопасности различных типов вакцин, для выработки дальнейших профилактических мероприятий среди населения.

Другим важным вопросом остаётся вакцинация уже переболевших COVID-19 лиц. Термин «гибридный иммунитет» всё чаще встречается в литературе и подразумевает под собой сочетание постинфекционного и поствакцинального иммунных ответов [8, 9]. Ведутся споры относительно целесообразности такой вакцинации и сроков её проведения. Основным критерием напряжённости иммунитета на сегодняшний день выступает выработка специфических антител к патогену и их сохранность на определенном «защитном» уровне.

**Цель исследования** — оценка динамики изменения содержания специфических антител у лиц, перенёвших COVID-19 в анамнезе и вакцинированных синтетическими пептидами SARS-CoV-2.

#### Материалы и методы

В исследование были включены 40 человек, перенёвших инфекцию COVID-19 в анамнезе, и затем вакцинированных синтетическими пептидами SARS-CoV-2. Средний возраст обследованных лиц составил  $42 \pm 10,4$  года. По гендерному признаку пациенты распределились следующим образом: мужчин — 13; женщин — 27. Клиническое исследование носило открытый, проспективный характер и проводилось в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г., WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects (2013), «Правилами надлежащей клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава России

от 1.04.2016 г. № 200н. Каждый пациент подписывал добровольное информированное согласие на участие в исследовании. После перенесённой инфекции COVID-19 оценивалось содержание специфических антител к SARS-CoV-2 на 1-м, 3-м, 6-м и 12-м месяце с момента выздоровления. В дальнейшем при снижении уровня специфических антител ниже порогового значения ( $KП < 4$ ) всем пациентам проводилась двухэтапная иммунизация синтетическими пептидами SARS-CoV-2, разработанная ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора». Интервал между двумя введениями (V1 и V2) составлял 21 сутки. Наблюдение за динамикой формирования гибридного иммунитета осуществлялось на следующих контрольных точках: за сутки до вакцинации, через 21 день после введения второй дозы и через 3 месяца с момента вакцинации. Определение в сыворотке крови специфических IgG к S-белку (Spike-protein) SARS-CoV-2 проводилось количественно с помощью метода твердофазного иммуноферментного анализа на тест-системах «Вектор-Бест». Результаты исследуемых образцов вычислялись в коэффициенте позитивности (КП) по формуле:  $KП = \frac{OПобр.}{OПкрит}$ . Результат анализа считался положительным, если КП образца  $\geq 1,2$ ; отрицательным, если КП образца  $< 0,8$ ; пограничным, если  $0,8 \leq KП \text{образца} < 1,2$ . Дополнительно пациентам количественно определяли антитела класса IgG к N-белку SARS-CoV-2 методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови на тест-системе, разработанной и произведённой ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера. Концентрация антител выражалась в условных единицах в мл буферного раствора (у.е./мл) и оценивалась следующим образом: образцы, у которых рассчитанная концентрация ниже 100 у.е./мл (предел количественного определения) считается отрицательной, концентрация выше 100 у.е./мл оценивается как положительная. При этом концентрация свыше 3000 у.е./мл оценивается как очень высокий уровень наличия специфических IgG, концентрация в диапазоне 3000–1501 у.е./мл оценивается как высокий уровень, концентрация в диапазоне 1500–751 у.е./мл — как средний уровень, концентрация в диапазоне 750–187 у.е./мл — низкий уровень, концентрация в диапазоне 186–100 у.е./мл — как очень низкий уровень.

Статистическая обработка данных проведена с использованием программы STATISTICA 10 (StatSoft Inc., США). Описательную статистику количественных признаков представляли в виде центральной тенденции медианы и межквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля), представлено в тексте как Me [LQ; UQ]. Парное сравнение медиан в группах осуществляли с помощью теста Mann H.B., Whitney D.R. Сравнение общей динамики изменений внутри группы рассчитана с помощью U-критерия Фридмана. Различия признавались статистически значимыми на уровне  $p < 0,05$ .

#### Результаты

При оценке напряжённости постинфекционного иммунитета было отмечено динамическое снижение содержания IgG к S-белку SARS-CoV-2 на протяжении года наблюдений (табл. 1). Однако к 12-му месяцу достоверно сохранялась серопозитивность у большинства

<sup>3</sup> [https:// вакцина.стопкоронавирус.рф](https://вакцина.стопкоронавирус.рф)

Таблица / Table 1

Динамическая характеристика специфических антител к различным антигенам SARS-CoV-2 у лиц, переболевших COVID-19  
*Dynamic characteristics of specific antibodies to various SARS-CoV-2 antigens in individuals who have recovered from COVID-19*

Показатель <i>Index</i>	1 месяц <i>1 month</i>	3 месяца <i>3 months</i>	6 месяцев <i>6 months</i>	12 месяцев <i>12 months</i>	Значение P <i>P value</i>
IgG к S-белку, КП <i>IgG to S-protein, PR</i>	16,69 [10,71; 17,46]	15,8 [5,67; 17]	8,53 [2,36; 15,05]	3,7 [1,04; 8,4]	*p<0,01
IgG к N-белку, у.е./мл <i>IgG to N-protein, u.u./ml</i>	84,9 [32,8; 184]	65,2 [27,5; 178,6]	137,6 [64,4; 351,45]	47,5 [35,87; 82,27]	p>0,05

**Примечание:** \* статистическая значимость различий (p<0,05) рассчитана с помощью U-критерия Фридмана.  
**Note:** \* statistical significance of differences (p<0.05) was calculated using the Friedman U test.

Таблица / Table 2

Динамическая характеристика специфических антител к различным антигенам SARS-CoV-2 у лиц, переболевших COVID-19 и вакцинированных пептидной вакциной  
*Dynamic characteristics of specific antibodies to various SARS-CoV-2 antigens in individuals who have recovered from COVID-19 and were vaccinated with a peptide vaccine*

Показатель <i>Index</i>	До вакцинации <i>Before vaccination</i>	Через 21 день после вакцинации <i>21 days after vaccination</i>	Через 3 месяца после вакцинации <i>3 months after vaccination</i>	Значение P <i>P value</i>
IgG к S-белку, КП <i>IgG to S-protein, PR</i>	1,98 [0,99; 2,69]	3,76 [1,09; 5,2]	5,24 [2,91; 8,32]	*p<0,01
IgG к N-белку, у.е./мл <i>IgG to N-protein, u.u./ml</i>	51,25 [25,89; 108,6]	396,15 [191,6; 662,7]	496,85 [181,2; 1088]	*p<0,01

**Примечание:** \* статистическая значимость различий (p<0,05) рассчитана с помощью U-критерия Фридмана.  
**Note:** \* statistical significance of differences (p<0.05) was calculated using the Friedman U test.

испытуемых. При оценке динамики антител к ядерному белку статистически значимых изменений выявлено не было. Уровень IgG к N-белку был ниже порогового значения на большинстве контрольных точек исследования и не продемонстрировал явной тенденции у переболевших лиц. Даже через месяц после выздоровления содержание IgG к N-белку не превышало предел количественного определения.

Вторым этапом исследования стала иммунизация ранее переболевших COVID-19 лиц пептидными антигенами SARS-CoV-2. Перед иммунизацией определялось исходное содержание специфических IgG к ядерному и спайковому антигенам (табл. 2). Через 21 день после вакцинации содержание их достоверно возросло, тенденция сохранялась на протяжении 3 месяцев наблюдений после вакцинации. Нарастание титра антител к S-белку составило 2,6 раз к 3 месяцу, в то время как IgG к N-белку увеличились в 9,7 раз за аналогичный срок.

Полученные результаты в двух группах было интересно сравнить в одинаковых контрольных точках (1 и 3 месяца). Парное сравнение продемонстрировало, что при иммунизации пептидными антигенами содержание IgG к S-белку SARS-CoV-2 значительно ниже, чем в группе переболевших лиц, однако тенденция их динамического изменения разнонаправлена (рис. 1). В поствакцинальном периоде при формировании гибридного иммунитета отмечается рост, в то время как у переболевших снижение концентрации.

Аналогичный анализ содержания IgG к N-белку продемонстрировал противоположный результат, а именно в группе лиц с гибридным иммунитетом отмечен значимый рост концентрации антител в отличие от отрицательных результатов в группе переболевших лиц (рис. 2). При этом тенденция к росту содержания IgG к ядерному белку также наблюдалась в первой группе.

#### Обсуждение

Несмотря на сохраняющиеся противоречия в отношении роли гуморального иммунного ответа при COVID-19, особенно в условиях высокой изменчивости вируса [10], содержание специфических антител по-прежнему активно применяется в реальной клинической практике для решения целого ряда задач. В первую очередь для ретроспективной детекции факта перенесённой инфекции. Другими, не менее важными целями являются оценка напряжённости противоинфекционного иммунитета и решение вопроса о необходимости вакцинации [11]. Полученные результаты демонстрируют, что к 12-му месяцу с момента выздоровления от COVID-19 сохраняется специфический антительный ответ, однако концентрация IgG низкая и требует вакцинации. Это согласуется с рядом ранее проведённых исследований и опровергает необходимость специфической профилактики новой коронавирусной инфекции раньше, чем через год после выздоровления [12, 13]. Важным наблюдением оказались отсутствие либо низкая концентрация специфических IgG

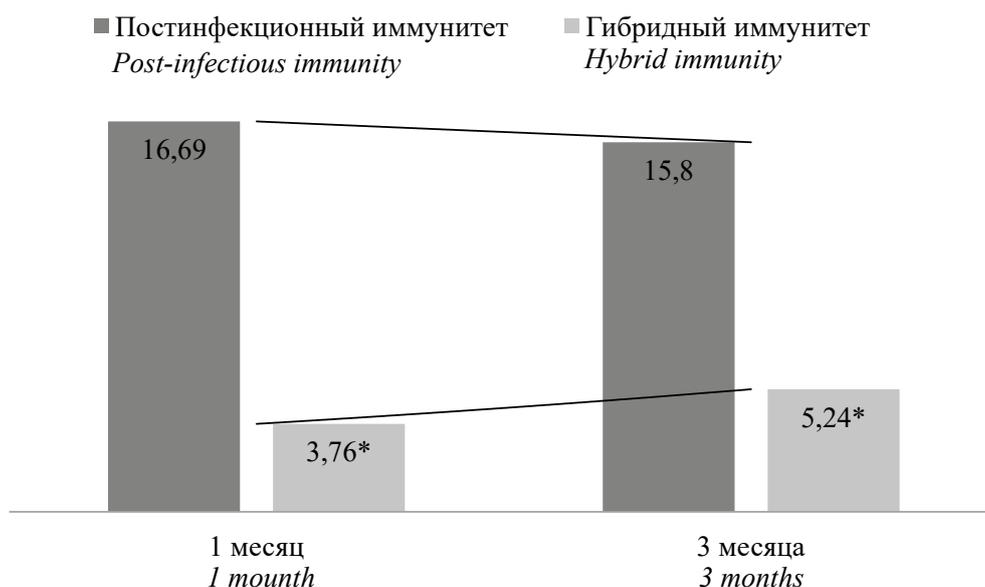


Рисунок 1. Сравнительная характеристика содержания IgG к S-белку, КП

Примечание: \* статистическая значимость различий ( $p < 0,05$ ) рассчитана с помощью критерия Mann H.B., Whitney D.R.

Figure 1. Comparative characteristics of IgG content to S-protein, PR

Note: \* statistical significance of differences ( $p < 0.05$ ) was calculated using the Mann H.B., Whitney D.R test.

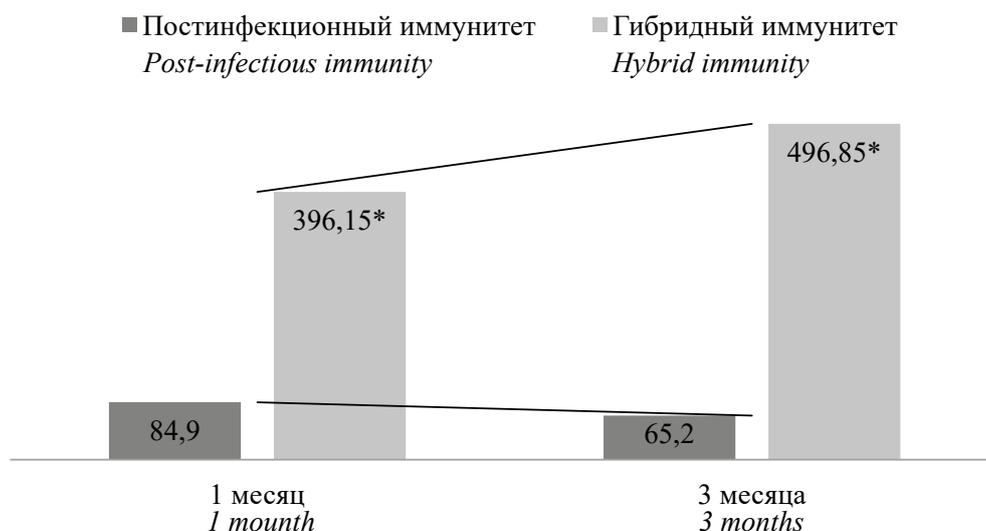


Рисунок 1. Сравнительная характеристика содержания IgG к N-белку, у.е./мл

Примечание: \* статистическая значимость различий ( $p < 0,05$ ) рассчитана с помощью критерия Mann H.B., Whitney D.R.

Figure 1. Comparative characteristics of IgG content to N-protein, u.u./ml

Note: \* statistical significance of differences ( $p < 0.05$ ) was calculated using the Mann H.B., Whitney D.R test.

к ядерному белку коронавируса. Известно, что N-белок преимущественно индуцирует Т-клеточный специфический иммунный ответ, а стимуляция гуморальных механизмов защиты не является ведущей для данного протеина [14]. Поэтому отсутствие антител к нему в данном случае не позволяет сделать однозначного заключения на предмет напряженности клеточного иммунного ответа и требует дальнейших исследований. Важным этапом исследования явилось наблюдение за формированием гибридного иммунитета при вакцинации пептидной

вакциной. Полученные результаты продемонстрировали меньшую силу гуморального ответа на спайковый белок и при этом выраженный антителный ответ на ядерный белок. Подобные различия могут быть объяснены наличием в доступной для иммунных клеток форме пептидных N-антигенов SARS-CoV-2. В тоже время вакцина содержит пептиды с наиболее консервативными участками S-белка, но не полноценной его структурой, что сказывается на выраженности демонстрируемого гуморального ответа. Подобные особенности пептидной вакцины

вероятно способствуют и лучшему Т-клеточному специфическому иммунному ответу на SARS-CoV-2. Известно, что долгосрочная иммунологическая память к другим известным коронавирусным инфекциям (MERS, SARS-CoV) определялась именно специфическими Т-лимфоцитами, которые определялись в крови переболевших даже спустя 10 лет после выздоровления [18, 19]. Кроме того, тенденция синтеза антител была противоположна постинфекционному периоду. К 3 месяцу наблюдений детектировался уверенный рост содержания специфических IgG у лиц с «гибридным иммунитетом», в то время как у переболевших лиц уже отмечалась слабая тенденция к снижению.

### Заключение

Постинфекционный гуморальный иммунитет к SARS-CoV-2 сохраняется в течение 12 месяцев с момента выздоровления и характеризуется преимущественным синтезом специфических антител к S-белку вируса. При вакцинации пептидными антигенами SARS-CoV-2 лиц, ранее перенесших COVID-19, гибридный иммунитет формируется преимущественно за счёт усиления синтеза специфических IgG к N-белку коронавируса, что косвенно может сигнализировать и о накоплении большего числа специфических к SARS-CoV-2 Т-лимфоцитов, обеспечивающих долгосрочную защиту от вируса.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Mohamed K, Rzymiski P, Islam MS, Makuku R, Mushtaq A, et al. COVID-19 vaccinations: The unknowns, challenges, and hopes. *J Med Virol*. 2022;94(4):1336-1349. <https://doi.org/10.1002/jmv.27487>
2. Юнусова М.А., Луценко Е.С., Цапкова Н.Н., Бражников А.Ю., Салтыкова Т.С., Юдина В.С. Длительность сохранения IgG антител к новой коронавирусной инфекции COVID-19. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2022;21(5):14-20. Yunusova M.A., Lutsenko E.S., Tsapkova N.N., Brazhnikov A.Yu., Saltykova T.S., Yudina V.S. The Level of IgG to Coronavirus Infection among the Medical Institution Employees. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2022;21(5):14-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-5-14-20>
3. Новикова Е.А., Петрова А.Г., Москалева Е.В., Ваняркина А.С., Рычкова Л.В. Ретроспектива международных серологических исследований по формированию и динамике гуморального иммунного ответа к SARS-CoV-2: от 2020 к 2021. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021;6(2):47-57. Novikova E.A., Petrova A.G., Moskaleva E.V., Vanyarkina A.S., Rychkova L.V. Retrospective of International Serological Studies on the Formation and Dynamics of the Humoral Immune Response to SARS-CoV-2: from 2020 to 2021. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021;6(2):47-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.29413/ABS.2021-6.2.5>
4. Zhao J, Yuan Q, Wang H, Liu W, Liao X, et al. Antibody Responses to SARS-CoV-2 in Patients With Novel Coronavirus Disease 2019. *Clin Infect Dis*. 2020;71(16):2027-2034. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa344>
5. Yonker LM, Swank Z, Bartsch YC, Burns MD, Kane A, et al. Circulating Spike Protein Detected in Post-COVID-19 mRNA Vaccine Myocarditis. *Circulation*. 2023;147(11):867-876. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061025>
6. Zaçe D, La Gatta E, Petrella L, Di Pietro ML. The impact of COVID-19 vaccines on fertility-A systematic review and meta-analysis. *Vaccine*. 2022;40(42):6023-6034. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2022.09.019>
7. Lai CC, Chen IT, Chao CM, Lee PI, Ko WC, Hsueh PR. COVID-19 vaccines: concerns beyond protective efficacy and safety. *Expert Rev Vaccines*. 2021;20(8):1013-1025. <https://doi.org/10.1080/14760584.2021.1949293>
8. Сизьякина Л.П., Андреева И.И., Харитоновна М.В., Зайцева Н.С., Любимов Д.С., и др. Механизмы формирования гибридного иммунитета у лиц, переболевших COVID-19 и вакцинированных пептидными антигенами SARS-CoV-2. *Медицинская иммунология*. 2022;24(3):629-640. Sizyakina L.P., Andreeva I.I., Kharitonova M.V., Zaitseva N.S., Lyubimov D.S., et al. Mechanisms of formation of hybrid immunity in people who recovered from COVID-19 and were vaccinated with SARS-CoV-2 peptide antigens. *Medical Immunology (Russia)*. 2022;24(3):629-640. (In Russ.) <https://doi.org/10.15789/1563-0625-MOF-2490>
9. Сизьякина Л.П., Андреева И.И., Харитоновна М.В., Зайцева Н.С., Любимов Д.С., и др. Фенотипы поствакцинального иммунитета при использовании вакцины «ЭпиВакКорона» у лиц, перенесших COVID-19. *Медицинская иммунология*. 2022;24(2):367-378. Sizyakina L.P., Andreeva I.I., Kharitonova M.V., Zaitseva N.S., Lyubimov D.S., et al. Post-vaccination immunity phenotypes upon usage of EpiVacCorona vaccine in the persons who suffered COVID-19. *Medical Immunology (Russia)*. 2022;24(2):367-378. (In Russ.) <https://doi.org/10.15789/1563-0625-PVI-2457>
10. Yaugel-Novoa M, Bourlet T, Paul S. Role of the humoral immune response during COVID-19: guilty or not guilty? *Mucosal Immunol*. 2022;15(6):1170-1180. <https://doi.org/10.1038/s41385-022-00569-w>
11. Zhang Z, Mateus J, Coelho CH, Dan JM, Moderbacher CR, et al. Humoral and cellular immune memory to four COVID-19 vaccines. *Cell*. 2022;185(14):2434-2451.e17. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.05.022>
12. Семенова Е.В., Павлюк В.В., Уварова М.А., Иванов А.В. Особенности гуморального иммунитета после перенесенного Covid-19. *Медицинская иммунология*. 2022;24(2):337-350. Semenova E.V., Pavliuk V.V., Uvarova M.A., Ivanov A.V. Features of humoral immunity after COVID-19. *Medical Immunology (Russia)*. 2022;24(2):337-350. (In Russ.) <https://doi.org/10.15789/1563-0625-FOH-2452>
13. Топтыгина А.П., Семикина Е.Л., Закиров Р.Ш., Афридонова З.Э. Сопоставление гуморального и клеточного иммунитета у переболевших COVID-19. *Инфекция и иммунитет*. 2022;12(3):495-504. Toptygina A.P., Semikina E.L., Zakirov R.S., Afridonova Z.E. Comparison of the humoral and cellular immunity in COVID-19 convalescents. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2022;12(3):495-504. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-COT-1809>
14. Bai Z, Cao Y, Liu W, Li J. The SARS-CoV-2 Nucleocapsid Protein and Its Role in Viral Structure, Biological Functions, and a Potential Target for Drug or Vaccine Mitigation. *Viruses*. 2021;13(6):1115. <https://doi.org/10.3390/v13061115>

**Информация об авторах**

**Сизякина Людмила Петровна**, д.м.н., проф., заведующая кафедрой клинической иммунологии и аллергологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5716-4397>, [msiziakina@mail.ru](mailto:msiziakina@mail.ru).

**Закурская Вита Яковлевна**, ассистент кафедры клинической иммунологии и аллергологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0837-1538>, [vias.92@mail.ru](mailto:vias.92@mail.ru).

**Вклад авторов**

Л.П. Сизякина — разработка дизайна исследования;  
В.Я. Закурская — получение и анализ данных, написание текста рукописи.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about the authors**

**Lyudmila P. Sizyakina**, Dr. Sci. (Med.), Professor, head of the Department of Clinical Immunology and Allergology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5716-4397>, [msiziakina@mail.ru](mailto:msiziakina@mail.ru).

**Vita Ya. Zakurskaya**, Assistant of the Department of Clinical Immunology and Allergology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5716-4397>, [vias.92@mail.ru](mailto:vias.92@mail.ru).

**Authors' contribution**

L.P. Siziakina — research design development;  
V.Ya. Zakurskaya — obtaining and analysis of the data & writing the text of the manuscript.

**Conflict of interest**

Authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / *Received*: 05.03.2024  
Доработана после рецензирования / *Revised*: 05.04.2024  
Принята к публикации / *Accepted*: 10.04.2024