

Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 населения Республики Беларусь

А. М. Дашкевич¹, Н. Д. Коломиец², Е. О. Самойлович¹, И. А. Карабан³

¹Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, г. Минск, Беларусь

²Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Беларусь

³Министерство здравоохранения Республики Беларусь, г. Минск, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Оценить уровень популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Республики Беларусь.

Материалы и методы. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Республики Беларусь выполнена в соответствии с протоколом, разработанным Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и адаптированным для Республики Беларусь («An age-stratified seroepidemiological investigation protocol for COVID-19 infection in the Republic of Belarus»), в рамках трехэтапного продольного стратифицированного по возрасту сероэпидемиологического исследования, включавшего анкетирование и изучение серопревалентности к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2. Определение суммарных (IgM и IgG) антител к SARS-CoV-2 осуществляли с помощью качественной иммуноферментной тест-системы Wantai SARS-CoV-2 Total Ab (Beijing Wantai Biological Pharmacy Enterprise, Китай).

Результаты. Уже на первом этапе исследования, проведенном спустя год с момента регистрации первого случая COVID-19, популяционный иммунитет населения Республики Беларусь составил 63,2 %. Доля серопозитивных участников как среди детского населения, так и среди взрослых увеличилась на последующих двух этапах, достигнув к октябрю 2021 г. в совокупности 81,0 %. Серопревалентность среди участников с активным образом жизни была выше по сравнению с лицами, которые в этот период ограничили физические контакты. На всех трех этапах исследования наибольшая доля серопозитивных лиц выявлена среди работников организаций здравоохранения.

Заключение. Формирование популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 происходило гибридным путем, объединяя естественную защиту после перенесенной инфекции и поствакцинальный иммунитет. Существенное влияние на уровень серопревалентности оказала реализуемая в стране стратегия противодействия COVID-19, в том числе отсутствие локдауна, широкомасштабная кампания вакцинации.

Ключевые слова: серопревалентность, коронавирус SARS-CoV-2, COVID-19, популяционный иммунитет, эпидемический процесс

Вклад авторов. Дашкевич А.М.: концепция и дизайн исследования, подготовка, сбор материала, анализ и статистическая обработка результатов и их изложение, обсуждение и выводы, библиография; Коломиец Н.Д.: концепция и дизайн исследования, редактирование рукописи, окончательное утверждение рукописи для публикации; Самойлович Е.О.: концепция и дизайн исследования, общее редактирование; Карабан И.А.: общее редактирование.

Благодарность. Авторы выражают благодарность работникам организаций здравоохранения страны за помощь в проведении данного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование выполнено в рамках сотрудничества с ВОЗ.

Для цитирования: Дашкевич АМ, Коломиец НД, Самойлович ЕО, Карабан ИА. Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 населения Республики Беларусь. Проблемы здоровья и экологии. 2025;22(3):94–102. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-3-11>

Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus among the population of the Republic of Belarus

Ala M. Dashkevich¹, Natalia D. Kolomiets², Elena O. Samoilovich¹, Ina A. Karaban³

¹Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk, Belarus

²Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

³Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract

Objective. Evaluation of the level of population immunity to SARS-CoV-2 among the population of the Republic of Belarus.

Materials and methods. Evaluation of population immunity to SARS-CoV-2 among the population of the Republic of Belarus was carried out in accordance with the protocol developed by World Health Organization (WHO) and adapted for the Republic of Belarus («An age-stratified seroepidemiological investigation protocol for COVID-19 infection in the Republic of Belarus») within the 3-stage longitudinal stratified by age seroepidemiological study, which included questionnaires and a study of the seroprevalence to the RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein. Determination of total (IgM and IgG) antibodies to SARS-CoV-2 was carried out using the qualitative enzyme immunoassay kit Wantai SARS-CoV-2 Total Ab (Beijing Wantai Biological Pharmacy Enterprise, Beijing, China).

Results. At the first stage of the study, conducted one year after the registration of the first COVID-19 case, the population immunity in the Republic of Belarus was 63.2%. The proportion of seropositive participants both among children and adults increased during the subsequent two stages, reaching a combined total of 81.0% by October 2021. Seroprevalence among participants with an active lifestyle was higher compared to individuals who limited physical contacts during this period. At all three stages of the study, the highest proportion of seropositive individuals was found among healthcare workers.

Conclusion. Formation of the population immunity to the SARS-CoV-2 virus occurred through a hybrid pathway, combining natural protection following infection and post-vaccination immunity. The country's COVID-19 response strategy, including the absence of lockdowns and a large-scale vaccination campaign, had a significant impact on the level of seroprevalence.

Keywords: seroprevalence, SARS-CoV-2 coronavirus, COVID-19, population immunity, epidemic process

Author contributions. Dashkevich A.M.: research concept and design, collection of material, analysis and statistical processing of results and their presentation, discussion and conclusions, bibliography; Kolomiets N.D.: research concept and design, editing of the manuscript, final approval of the manuscript for publication; Samoilovich E.O.: research concept and design, general editing; Karaban I.A.: general editing.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was carried out in collaboration with the World Health Organization.

For citation: Dashkevich AM, Kolomiets ND, Samoilovich EO, Karaban IA. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 virus among the population of the Republic of Belarus. *Health and Ecology Issues*. 2025;22(3):94–102. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-3-11>

Введение

Пандемия COVID-19, вызванная новым коронавирусом SARS-CoV-2, в течение трех лет (2020–2022) представляла угрозу национальной и международной безопасности.

За этот период проведены многочисленные исследования, в ходе которых были изучены источники, механизмы и пути передачи инфекции, оценены мероприятия (организационные и профилактические, включая вакцинопрофилактику), способствующие предупреждению активной циркуляции вируса [1–7].

Проведение оценки формирования иммунологического ответа к SARS-CoV-2 являлось важным элементом эпидемиологического слежения за новой коронавирусной инфекцией с учетом особенностей развития эпидемического процес-

са COVID-19. Полученные результаты использовались для актуализации и дополнения мероприятий по предупреждению распространения инфекции.

Уроки и опыт, полученные в результате борьбы с пандемией COVID-19, в том числе в части проведения исследований иммунной прослойки к вирусу SARS-CoV-2, убедительно показывают необходимость дальнейшего развития и совершенствования глобальных механизмов мониторинга и реагирования на биологические угрозы.

Цель исследования

Оценить уровень популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Республики Беларусь.

Материалы и методы

Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Республики Беларусь организована в рамках сотрудничества с ВОЗ, одобрена Комитетом по биоэтике Республики Беларусь. Продольное стратифицированное по возрасту сероэпидемиологическое исследование популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 выполнено в соответствии с протоколом, разработанным ВОЗ и адаптированным для Республики Беларусь («An age-stratified seroepidemiological investigation protocol for COVID-19 infection in the Republic of Belarus» (30 November 2020. Revised 17 June 2021), а также согласно приказам Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 19.02.2021. № 167 «Об изучении популяционного иммунитета населения Республики Беларусь к COVID-19»; от 31.05.2021 № 627 «О проведении второго этапа изучения популяционного иммунитета к COVID-19 (совместное исследование с Всемирной организацией здравоохранения)»; от 14.09.2021 № 1110 «О проведении третьего этапа изучения популяционного иммунитета к COVID-19 (совместное исследование с Всемирной организацией здравоохранения)».

В настоящую работу включены результаты исследования, проведенного среди населения всех регионов Республики Беларусь (Брестской, Витебской, Гомельской, Гродненской, Минской, Могилевской областей, г. Минска) [8–13].

Для изучения популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 население было стратифицировано по возрасту и представлено восемью возрастными когортами: 1–9, 10–17, 18–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 лет и старше.

Размер выборки рассчитан по формуле:

$$\text{Sample size} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)},$$

где N — численность популяции (возрастной группы);

z — уровень точности (для 95 % ДИ равен 1,96);

p — оценочная распространенность изучаемого явления (p = 0,5, поскольку на момент организации исследования в Республике Беларусь ожидаемый уровень серопревалентности не был известен, для обеспечения репрезентативности выборки по каждой анализируемой группе он принят за 50 %, что требует максимальной численности обследованных);

e — допустимая ошибка (5 %).

Исследование предусматривало три этапа, включавших анкетирование и оценку серопревалентности к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2 среди участников. Набор участников осуществлялся на добровольной основе — из числа лиц, посещающих организацию здравоохранения в конкретный(ые) день (дни) недели, в том числе обращающихся к узким специалистам, в процедурные кабинеты поликлиник с целью сдачи венозной крови для лабораторных исследований. Лица, принявшие участие в исследовании на первом его этапе, были приглашены для участия на втором и третьем этапах исследования. На каждом этапе перед забором крови медицинским работником-анкетером было проведено анкетирование участника либо его законного представителя, с использованием ранее разработанной анкеты, включавшей как общие вопросы, так и вопросы в отношении COVID-19. Каждым из участвующих либо законным представителем было подписано информированное согласие на участие в данном исследовании.

На первом этапе в исследовании приняли участие 4232 жителя Республики Беларусь. Медиана возраста составила 39,5 (23; 56) года, диапазон возраста колебался от 1 года до 93 лет. Женщины составили 70,4 % (95 % ДИ 69,1; 71,8) участников, мужчины — 29,6 % (95 % ДИ 28,2; 31,0). Возрастная и гендерная характеристика участников исследования представлена в таблице 1.

Определение суммарных (IgM и IgG) антител к SARS-CoV-2 осуществляли с помощью качественной иммуноферментной тест-системы Wantai SARS-CoV-2 Total Ab (Beijing Wantai Biological Pharmacy Enterprise, Китай) в соответствии с протоколом производителя.

Систематизация и последующий анализ данных проведены с использованием электронной базы данных на платформе Microsoft Access, в которую внесены сведения из анкет обследуемых, а также результаты исследования антител к SARS-CoV-2.

Обработку полученных данных проводили с применением статистического пакета R, версия 4.4. Данные представлены в виде абсолютных значений и процентов в соответствующих группах. Сравнение пропорций проводилось точным биномиальным тестом с поправкой Холма на множественные сравнения, сравнение субпопуляционных показателей, входящих в состав изучаемой популяции, — с помощью метода нормальной аппроксимации ожидаемых значений зависимых интенсивных показателей. Ожидаемые значения субпопуляционных показателей рассчитывались на основе соответствующего показателя в популяции, приведенного к размеру субпопуляции.

Результаты анализа считались статистически значимыми при p < 0,05.

Таблица 1. Характеристика исследуемой популяции

Table 1. Characteristics of the study population

Административная территория	Всего участников, n = 4232, абс.	Дети, n = 764, абс. (%)	Взрослые, n = 3468, абс. (%)	Мужчины, n = 1251, абс. (%)	Женщины, n = 2981, абс. (%)
Брестская область	604	106 (13,9)	498 (14,4)	199 (15,9)	405 (13,6)
Витебская область	524	95 (12,4)	429 (12,4)	118 (9,4)	406 (13,6)
Гомельская область	694	115 (15,1)	579 (16,7)	149 (11,9)	545 (18,3)
Гродненская область	400	74 (9,7)	326 (9,4)	171 (13,7)	229 (7,7)
Минская область	630	112 (14,7)	518 (14,9)	179 (14,3)	451 (15,1)
Могилевская область	399	72 (9,4)	327 (9,4)	138 (11,1)	261 (8,8)
г. Минск	981	190 (24,8)	791 (22,8)	297 (23,7)	684 (22,9)
Республика Беларусь	4232	764	3468	1251	2981

Результаты и обсуждение

Эпидемический процесс COVID-19 в Республике Беларусь начался с регистрации случая заболевания в г. Минске: первый (индексный) заболевший был выявлен в столице 28 февраля 2020 г. [9].

Исследование по оценке уровня популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Республики Беларусь было выполнено на втором году пандемии COVID-19.

Первый этап исследований проведен в конце февраля – начале марта 2021 г., эпидемический процесс COVID-19 в этот период характеризовался снижением заболеваемости второго периода подъема, еженедельные показатели заболеваемости колебались от 72,9 случая на 100 тыс. населения на 10-й календарной неделе до 96,2 случая на 100 тыс. населения на 8-й календарной неделе.

Второй этап исследований реализован в конце мая – начале июня 2021 г., данный промежуток времени являлся срединным, входящим в диапазон между вторым и третьим подъемом заболеваемости коронавирусной инфекцией от начала пандемии. Показатели заболеваемости в это время были минимальными по сравнению с таковыми в предыдущий и последующий эта-

пы исследования и колебались от 83,2 случая на 100 тыс. населения на 21-й календарной неделе до 49,9 случая на 100 тыс. населения на 25-й календарной неделе.

Третий этап исследований, проведенный в конце сентября – начале октября 2021 г. пришелся на очередной подъем заболеваемости, характеризующийся наиболее высокими показателями заболеваемости, составившими 147,3, 147,3 и 147,6 случая на 100 тыс. населения на 38, 39 и 40-й календарных неделях соответственно.

На первом этапе доля лиц с наличием антител к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2 составила 63,2 % (95 % ДИ 61,7; 64,6). Наиболее высокий уровень серопревалентности установлен среди жителей г. Минска, антитела к вирусу SARS-CoV-2 обнаружены у 65,8 % (95 % ДИ 62,7; 68,7) из 981 обследованного. Наименьший уровень серопозитивности (на 8,8 % ниже среднереспубликанского) отмечался среди участников в Могилевской области — 54,4 % (95 % ДИ 49,4; 59,4) ($p = 0,027$), что может быть связано с поздним началом эпидемического процесса COVID-19 в регионе: первый заболевший был выявлен спустя чуть более месяца от регистрации индексного случая в стране (таблица 2).

Таблица 2. Серопревалентность населения Республики Беларусь к RBD фрагменту белка S SARS-CoV-2 на первом этапе исследования

Table 2. Seroprevalence of the population of the Republic of Belarus to RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein at the first stage of the study

Административная территория	Всего участников, n (абс.)	Из них серопозитивные, n (абс.)	Серопревалентность, % (95 % ДИ)
Брестская область	604	396	65,6 (61,6; 69,4)
Витебская область	524	344	65,6 (61,4; 69,7)
Гомельская область	694	461	66,4 (62,8; 69,9)
Гродненская область	400	235	58,8 (53,8; 63,6)
Минская область	630	376	59,7 (55,7; 63,5)
Могилевская область	399	217	54,4 (49,4; 59,4)
г. Минск	981	645	65,8 (62,7; 68,7)
Республика Беларусь	4232	2674	63,2 (61,7; 64,6)

Доля серопозитивных лиц среди женщин была статистически значимо выше и составила 64,4 % (95 % ДИ 62,7; 66,1) против 60,2 % (95 % ДИ 57,4; 62,9) среди мужчин ($p = 0,007$).

На втором этапе в исследовании приняли участие 3245 человек (76,7 % от принявших участие в исследовании на первом этапе).

Серопревалентность к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2 населения Республики Беларусь значимо увеличилась, составив 73,7 %

(95 % ДИ 72,2; 75,2) ($p < 0,001$). Наиболее высокий уровень серопозитивности отмечался среди жителей Гомельской области — 78,9 % (95 % ДИ 75,5; 82,1), наименьший — по-прежнему среди участников Могилевской области — (69,4 % (95 % ДИ 64,0; 74,4) (таблица 3). Однако сравнительный анализ уровня серопозитивности в регионах и в целом по стране, а также среди женщин и мужчин не выявил статистически значимых различий.

Таблица 3. Серопревалентность населения Республики Беларусь к RBD фрагменту белка S SARS-CoV-2 на втором этапе исследования

Table 3. Seroprevalence of the population of the Republic of Belarus to RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein at the second stage of the study

Административная территория	Всего участников, n (абс.)	Из них серопозитивные, n (абс.)	Серопревалентность, % (95 % ДИ)
Брестская область	484	350	72,3 (68,1; 76,3)
Витебская область	416	310	74,5 (70,0; 78,6)
Гомельская область	627	495	78,9 (75,5; 82,1)
Гродненская область	350	244	69,7 (64,6; 74,5)
Минская область	398	282	70,9 (66,1; 75,3)
Могилевская область	317	220	69,4 (64,0; 74,4)
г. Минск	653	492	75,3 (71,9; 78,6)
Республика Беларусь	3245	2393	73,7 (72,2; 75,2)

На третьем этапе в исследовании приняли участие 2586 человек (61,1 % от принявших участие в исследовании на первом этапе, 79,7 % от принявших участие во втором этапе). Доля серопозитивных лиц среди населения значимо увеличилась по сравнению с предыдущим этапом и составила 81,0 % (95 % ДИ 79,4; 82,4) ($p < 0,001$). Анализ полученных данных не выявил статистически значимых различий уровня серопревалентности в регионах по сравнению со среднереспубли-

бликанским. Вместе с тем, как и на втором этапе, наибольшая доля серопозитивных лиц отмечена среди жителей Гомельской области — 85,4 % (95 % ДИ 82,1; 88,3). Наименьший уровень серопревалентности, как и на двух предыдущих этапах, — в Могилевской области — 73,5 % (95 % ДИ 68,0; 78,5) (таблица 4.). Доля серопозитивных лиц среди женщин была значимо выше и составила 82,0 % (95 % ДИ 80,3; 83,8) против 78,2 % (95 % ДИ 75,1; 81,2) среди мужчин ($p = 0,03$).

Таблица 4. Серопревалентность населения Республики Беларусь к RBD фрагменту белка S SARS-CoV-2 на третьем этапе исследования

Table 4. Seroprevalence of the population of the Republic of Belarus to RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein at the third stage of the study

Административная территория	Всего участников, n (абс.)	Из них серопозитивные, n (абс.)	Серопревалентность, % (95 % ДИ)
Брестская область	354	291	82,2 (77,8; 86,1)
Витебская область	312	264	84,6 (80,1; 88,4)
Гомельская область	528	451	85,4 (82,1; 88,3)
Гродненская область	267	202	75,7 (70,1; 80,7)
Минская область	334	262	78,4 (73,6; 82,7)
Могилевская область	287	211	73,5 (68,0; 78,5)
г. Минск	504	413	81,9 (78,3; 85,2)
Республика Беларусь	2586	2094	81,0 (79,4; 82,4)

Таким образом, в период с конца февраля до октября 2021 г. доля серопозитивных участников увеличилась на 17,8 % (с 63,2 до 81,0 %) ($p < 0,001$). По данным мета-анализа, в сентябре 2021 г. примерно 59,2 % населения мира имели антитела к SARS-CoV-2 [14].

Высокий уровень серопревалентности к SARS-CoV-2 на первом этапе исследования и значимое увеличение доли серопозитивных по результатам третьего этапа свидетельствуют о формировании гибридного (постинфекционного и поствакцинального) иммунитета.

Анализ серопревалентности среди детского и взрослого населения не выявил статистически значимых различий на первых двух этапах иссле-

дования, в то время как по результатам третьего этапа доля серопозитивных среди взрослого населения была на 5,4 % больше по сравнению с детским (таблица 5). Полученные результаты в определенной мере обусловлены тактикой проведения иммунизации против COVID-19 в Республике Беларусь: вакцинация взрослого населения была организована с декабря 2020 г., при этом в первую очередь иммунизацию проводили среди медицинских работников. Проведение профилактических прививок против COVID-19 детям (в возрасте 12–17 лет) начато только с декабря 2021 г., т. е. после завершения настоящего исследования.

Таблица 5. Характеристика серопревалентности к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2 в возрастных группах населения

Table 5. Characteristics of seroprevalence to RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein in the age groups of the population

Возрастная группа	Всего участников, n (абс.)	Серопревалентность	p-value	Возрастная группа	Всего участников, n (абс.)	Серопревалентность	p-value
	1-й этап				1-й этап		
Дети (1–17 лет)	764	62,4 (58,9; 65,9)	0,664	Взрослые (18 лет и старше)	3468	63,3 (61,7; 65,0)	0,664
	2-й этап				2-й этап		
	614	71,7 (67,9; 75,2)	0,211		2631	74,2 (72,5; 75,9)	0,211
	3-й этап				3-й этап		
	482	76,6 (72,5; 80,3)	0,007		2104	82,0 (80,3; 83,6)	0,007

Социальные взаимодействия и поведение человека в обществе существенно влияют на распространение инфекционных болезней, передающихся воздушно-капельным и контактным путями. В Республике Беларусь в целях предупреждения распространения COVID-19 наряду с принятием нормативных правовых актов, регламентирующих проведение санитарно-противоэпидемических мероприятий, активно внедрялись среди населения меры по социальному дистанцированию, использованию средств защиты органов дыхания, соблюдению гигиены рук.

С учетом вышеизложенного, на первом этапе исследования на основании данных анкет участников проведено изучение влияния на уровень серопревалентности факторов риска, связанных с образом жизни, а также использованием общественным транспортом.

При анализе оценки рисков, связанных с активным образом жизни (например, посещение различных общественных мест и мероприятий, общение с друзьями, особенности профессии), установлено, что из 4182 участников, ответивших на вопросы анкеты, 3357 (80,3 % от общего числа лиц, прошедших анкетирование) указали, что продолжают активный образ жизни; 825

(19,7 %) отметили, что активность снижена (физические контакты ограничены). Значимых различий уровня серопревалентности среди лиц, ведущих разный образ жизни, в регионах не установлено. В целом по стране доля серопозитивных лиц среди группы участников с активным образом жизни составила 64,9 % (95 % ДИ 63,3; 66,5) и была значимо выше по сравнению с таковой среди участников со сниженной активностью образа жизни — 56,7 % (95 % ДИ 53,3; 60,1) ($p < 0,001$).

В оценке факторов риска, связанных с использованием общественного транспорта, участие приняли (ответили на вопросы анкеты) 4188 участников. Статистически значимых различий в уровне серопревалентности в зависимости от использования/неиспользования общественного транспорта не установлено: доля серопозитивных среди лиц, активно пользующихся общественным транспортом, составила 64,8 % (95 % ДИ 62,8; 66,7), среди участников, иногда пользующихся общественным транспортом, — 61,6 % (95 % ДИ 58,2; 65,0), среди лиц, не использующих общественный транспорт, — 61,6 % (95 % ДИ 58,7; 64,4) ($p > 0,05$).

Дополнительно проведена оценка уровня серопревалентности среди различных профессио-

нальных групп. Для данного анализа участники из числа работающего населения были разделены на 5 групп:

- работники организаций здравоохранения;
- работники общественного питания, торговли, сферы услуг и транспорта;
- работники учреждений образования;
- работники промышленных предприятий и представители бизнеса;
- прочие работники.

Полученные результаты показали, что значимые различия уровня серопревалентности

среди профессиональных групп выявлены только на первом этапе исследования, наибольшая доля серопозитивных отмечена среди работников организаций здравоохранения — 72,4 % (95 % ДИ 68,7; 75,8) ($p = 0,000$). В то же время и на последующих двух этапах исследования уровень серопревалентности в данной профессиональной группе был максимальным — 84,4 % (95 % ДИ 80,8; 87,6) на втором и 89,1 % (95 % ДИ 85,6; 92,1) на третьем (таблица 6).

Таблица 6. Общая характеристика серопревалентности к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2 среди профессиональных групп

Table 6. General characteristics of seroprevalence to RBD fragment of the SARS-CoV-2 S protein among occupational groups

Профессиональная группа	Всего участников, n (абс.)	Из них серопозитивные, n (абс.)	Серопревалентность, % (95% ДИ)	p-value*
1-й этап				
Здравоохранение	644	466	72,4 (68,7; 75,8)	0,000
Общественное питание, торговля, сфера обслуживания, транспорт	751	500	66,6 (63,1; 69,9)	0,013
Образование	303	181	59,7 (54,0; 65,3)	0,025
Промышленные предприятия, бизнес	461	302	65,5 (61,0; 69,8)	0,101
Прочие	371	222	59,8 (54,7; 64,9)	0,945
Итого (работающие) по республике	2530	1675	66,2 (64,3; 68,0)	—
2-й этап				
Здравоохранение	469	396	84,4 (80,8; 87,6)	0,081
Общественное питание, торговля, сфера обслуживания, транспорт	579	444	76,7 (73,0; 80,1)	0,857
Образование	239	173	72,4 (66,3; 78,0)	0,383
Промышленные предприятия, бизнес	370	278	75,1 (70,4; 79,5)	0,629
Прочие	263	194	73,8 (68,0; 79,0)	0,509
Итого (работающие) по республике	1920	1485	77,3 (75,4; 79,2)	—
3-й этап				
Здравоохранение	387	345	89,1 (85,6; 92,1)	0,172
Общественное питание, торговля, сфера обслуживания, транспорт	445	368	82,7 (78,9; 86,1)	0,975
Образование	202	166	82,2 (76,2; 87,2)	0,919
Промышленные предприятия, бизнес	284	225	79,2 (74,0; 83,8)	0,504
Прочие	214	165	77,1 (70,9; 82,6)	0,357
Итого (работающие) по республике	1532	1244	81,2 (79,2; 83,1)	—

*Сравнительная характеристика серопревалентности в профессиональной группе по отношению к серопревалентности работающих по республике.

Заключение

Результаты продольного стратифицированного по возрасту популяционного исследования в Беларуси показали высокий уровень серопревалентности к RBD фрагменту S белка SARS-CoV-2: от 63,2 % в конце февраля – начале марта 2021 г. до 81,0 % в конце сентября – начале октября 2021 г.

На первых двух этапах не было значимых различий в серопозитивности между детьми и взрослыми, но к третьему этапу взрослые имели значительно более высокий уровень, что может быть обусловлено в том числе реализуемой в стране тактикой вакцинопрофилактики COVID-19.

Люди с активным образом жизни имели более высокий уровень серопревалентности, тогда

как использование общественного транспорта не влияло на этот показатель.

Среди профессиональных групп наибольший уровень серопозитивности наблюдался у работников здравоохранения, что связано с тесными контактами с пациентами и повышенным риском заражения COVID-19 [15].

В целом формирование популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 происходило гибридным путем, объединяя естественную защиту после перенесенной инфекции и поствакцинальный иммунитет. Существенное влияние на уровень серопревалентности оказала реализуемая в стране стратегия противодействия COVID-19, в том числе отсутствие локдауна, широкомасштабная кампания вакцинации.

Список литературы / References

1. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Сафронов В.А. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 1: Модели реализации профилактических и противозидемических мероприятий. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(1):6-13. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-1-6-13>
2. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Сафронов В.А. и др. Epidemiological Features of New Coronavirus Infection (COVID-19). Communication 1: Modes of Implementation of Preventive and Anti-Epidemic Measures. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020; (1):6-13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-1-6-13>
3. Базикина Е.А., Троценко О.Е. Эпидемиологическое значение бессимптомных носителей COVID-19. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2020;19(6):69-73. DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-69-73>
4. Bazykina EA, Trotsenko OE. Epidemiological Significance of Asymptomatic Carriers of COVID-19. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2020;19(6):69-73. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-69-73>
5. Irfan O, Li J, Tang K, Wang Z, Bhutta ZA. Risk of infection and transmission of SARS-CoV-2 among children and adolescents in households, communities and educational settings: A systematic review and meta-analysis. *J. Glob Health*. 2021;11:05013. DOI: <https://doi.org/10.7189/jogh.11.05013>
6. Liu Q, Qin C, Liu M, Liu J. Effectiveness and safety of SARS-CoV-2 vaccine in real-world studies: a systematic review and meta-analysis. *Infect Dis Poverty*. 2021;10:132. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40249-021-00915-3>
7. Ulrichs T, Rolland M, Wu J, Nunes MC, El Guerche-Seblain C, Chit A. Changing epidemiology of COVID-19: potential future impact on vaccines and vaccination strategies. *Expert Rev Vaccines*. 2024 Jan-Dec;23(1):510-522. DOI: <https://doi.org/10.1080/14760584.2024.2346589>
8. Singh D, Yi SV. On the origin and evolution of SARS-CoV-2. *Exp. Mol. Med*. 2021 Apr;53(4):537-547. DOI: <https://doi.org/10.1038/s12276-021-00604-z>
9. Dubey A, Choudhary S, Kumar P, Tomar S. Emerging SARS-CoV-2 Variants: Genetic Variability and Clinical Implications. *Curr Microbiol*. 2021;79:20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02724-1>
10. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Глинская И.Н., Самойлович Е.О., Колодкина В.Л., Ермолович М.А. [и др.]. Серопревалентность населения Гомельской области к вирусу SARS-CoV-2 в 2021г. *Клиническая инфектология и паразитология*. 2022;11(3): 235-245. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2022.11.3.031>
11. Dashkevich AM, Kolomiets ND, Hlinskaya IN, Samoilovich EO, Kolodkina V, Yermolovich M, et al. Seroprevalence of the Population of the Gomel Region to the SARS-CoV-2 Virus in 2021. *Clin Inf and Parasit*. 2022;11(3):235-245. DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2022.11.3.031>
12. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Самойлович Е.О., Колодкина В.Л., Ермолович М.А., Глинская И.Н. и др. Серопревалентность к вирусу SARS-CoV-2 среди населения Гродненской области Республики Беларусь на втором году пандемии COVID-19. *Клиническая инфектология и паразитология*. 2022;11(4):342-352. DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2022.11.4.028>
13. Dashkevich AM, Kolomiets ND, Samoilovich EO, Kolodkina V3, Yermolovich M3, Hlinskaya IN, et al. Seroprevalence to the SARS-CoV-2 Virus Among the Population of the Grodno Region of the Republic of Belarus in the Second Year of the Covid-19 Pandemic. *Clin Inf and Parasit*. 2022;11(4):342-352. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2022.11.4.028>
14. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Глинская И.Н. Самойлович Е.О. Колодкина В.Л. Ермолович М. А. и др. Серопревалентность населения Брестской области к вирусу SARS-CoV-2 в 2021 г. В: БГМУ в авангарде медицинской науки и практики. Рецензируемый ежегодный сборник научных трудов. В 2-х томах. Том 1. Вып. 12. С. 414-420. [дата обращения 2025 апрель 06]. Режим доступа: https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/36559/414_420.pdf
15. Dashkevich AM, Kolomiets ND, Hlinskaya IN, Samoilovich EO, Kolodkina VL, Yermolovich M3, et al. Seroprevalence of the population of the Brest region to the SARS-CoV-2 virus in 2021. *Advances in medicine and medical sciences: collection of Belarusian state medical university. Peer-reviewed annual collection of scientific papers*. In two volumes. Vol. 1. Iss. 12. P. 414-420. [date of access 2025 April 18]. Available from: https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/36559/414_420.pdf (In Russ.).
16. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Глинская И.Н. Самойлович Е.О., Колодкина В.Л., Ермолович М. А. и др. Серопревалентность населения Могилевской области к вирусу SARS-CoV-2 в 2021 году. В: БГМУ в авангарде медицинской науки и практики. Рецензируемый ежегодный сборник научных трудов. В 2-х томах. Том 2. Выпуск 13. С. 151-159. [дата обращения 2025 апрель 06]. Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/39338/22.pdf>
17. Dashkevich AM, Kolomiets ND, Hlinskaya IN, Samoilovich EO, Kolodkina VL, Yermolovich M3, et al. Seroprevalence of

the population of the Mogilev region to the SARS-CoV-2 virus in 2021. *Advances in medicine and medical sciences: collection of Belarusian state medical university. Peer-reviewed annual collection of scientific papers. In two volumes. Vol. 2. Iss. 13. P. 151-159. date of access 2025 April 18]. Available from: <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/39338/22.pdf> (In Russ.).*

12. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Глинская И.Н., Самойлович Е.О., Колодкина В.Л., Ермолович М.А. и др. Серопревалентность населения Минской области к вирусу SARS-CoV-2 в 2021 году. В: БГМУ в авангарде медицинской науки и практики. Рецензируемый ежегодный сборник научных трудов. В 2-х томах. Том 2. Выпуск 14. С.38-46. [дата обращения 2025 апрель 06]. Режим доступа: https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/48396/38_46.pdf

Dashkevich AM, Kolomiets ND, Hlinskaya IN, Samoylovich EO, Kolodkina VL, Yermolovich M3, et al. Seroprevalence of the population of the Minsk region to the SARS-CoV-2 virus in 2021. *Advances in medicine and medical sciences: collection of Belarusian state medical university. Peer-reviewed annual collection of scientific papers. In two volumes. Vol. 2. Iss. 14. P. 38-46. [date of access 2025 April 18]. Available from: https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/48396/38_46.pdf (In Russ.).*

13. Дашкевич А.М., Коломиец Н.Д., Глинская И.Н. и др. Серопревалентность населения Витебской области к

вирусу SARS-CoV-2 в 2021 году. *Коронавирусная инфекция 2022: фундаментальные, клинические и эпидемиологические аспекты: сб. науч. материалов по итогам заседаний Респ. Межведомств. рабочей группы по преодолению COVID-19. Минск: Беларуская навука, 2022. С. 73-84.*

Dashkevich AM, Kolomiets ND, Hlinskaya IN, et al. Seroprevalence of the Population of the Gomel Region to the SARS-CoV-2 Virus in 2021 *Coronavirus infection 2022: fundamental, clinical and epidemiological aspects: collection of scientific materials following the meetings of the Rep. Interdepartmental Working Group to overcome COVID-19. Minsk: Belaruskaja navuka, 2022. P. 73-84. (In Russ.).*

14. Bergeri I, Whelan MG, Ware H, Subissi L, Nardone A, Lewis HC, et al. Global SARS-CoV-2 seroprevalence from January 2020 to April 2022: A systematic review and meta-analysis of standardized population-based studies. *PLoS Med.* 2022 Nov 10;19(11):e1004107. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004107>

15. Iversen K, Bundgaard H, Hasselbalch RB, Kristensen JH, Nielsen PB, Pries-Heje M, et al. Risk of COVID-19 in health-care workers in Denmark: An observational cohort study. *Lancet Infect. Dis.* 2020; 20(12):1401-1408. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30589-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30589-2)

Информация об авторах / Information about the authors

Дашкевич Алла Михайловна, заместитель главного врача по эпидемиологии, ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», Минск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8212-1129>

e-mail: Alla.Dashkevich@gmail.com

Коломиец Наталья Дмитриевна, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической микробиологии, лабораторной диагностики и эпидемиологии, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4837-5181>

e-mail: ndkolomiets@mail.ru

Самойлович Елена Олеговна, д.м.н., профессор, заведующий лабораторией вакциноуправляемых инфекций, Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», Минск, Беларусь

e-mail: esamoilovich@gmail.com

Карaban Инна Александровна, начальник отдела гигиены, эпидемиологии и профилактики Министерства здравоохранения Республики Беларусь, Минск, Беларусь

e-mail: inna_kia@list.ru

Ala M. Dashkevich, Deputy Chief Physician for Epidemiology, Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8212-1129>

e-mail: Alla.Dashkevich@gmail.com

Natalia D Kolomiets, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Clinical Microbiology, Laboratory Diagnostics and Epidemiology, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4837-5181>

e-mail: ndkolomiets@mail.ru

Elena O. Samoilovich, Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Vaccine Preventable Diseases, Research Institute of Hygiene, Toxicology, Epidemiology, Virology and Microbiology of the Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk, Belarus

e-mail: esamoilovich@gmail.com

Ina A. Karaban, Head of the Department of Hygiene, Epidemiology and Prevention of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

e-mail: inna_kia@list.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Дашкевич Алла Михайловна
e-mail: Alla.Dashkevich@gmail.com

Ala M. Dashkevich, e-mail
Alla.Dashkevich@gmail.com

Поступила в редакцию / Received 23.06.2025

Поступила после рецензирования / Accepted 21.07.2025

Принята к публикации / Revised 08.08.2025