

## ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОГО ИММУНИТЕТА К ВИРУСУ SARS-COV-2 СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ Г. ГРОДНО

Е. Н. Кроткова, О. Е. Кузнецов, О. В. Горчакова

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь



*В г. Гродно, как и в целом в Республике Беларусь, активными темпами проводится вакцинация населения против COVID-19.*

*Цель работы. Оценка популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения г. Гродно.*

*Материал исследования. Сыворотка крови 422 пациентов, жителей г. Гродно.*

*Результаты. Высокий показатель серопозитивности (94,7%) установлен среди лиц, ранее не болевших COVID-19 и вакцинированных «Спутник V», наименьший – в группе не болевших инфекцией лиц и не вакцинированных – 25%. Оценка концентрации антител с учетом возрастной категории обследуемых не выявила достоверных изменений их уровня. Установлено, что с учетом временного интервала, у лиц, независимо от того, болели они или не болели COVID-19, но привитых вакциной «Спутник V», уровень антител максимально высок на втором месяце после последней дозы вакцины, снижается к четвертому месяцу после вакцинации и сохраняется на данном уровне до полугода.*

**Ключевые слова:** *коронавирусная инфекция, коллективный иммунитет, вакцинация*

**Для цитирования:** Кроткова, Е. Н. Оценка популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения г. Гродно / Е. Н. Кроткова, О. Е. Кузнецов, О. В. Горчакова // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2021. Т. 19, № 5. С. 489-495. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-5-489-495>

### Введение

Несмотря на скоординированные усилия всего мира, остановить эпидемию новой коронавирусной инфекции пока не удалось [1]. На этом фоне, наряду с растущими темпами вакцинации, большое значение приобретают вопросы, связанные с коллективным иммунитетом (herd immunity – «стадный иммунитет») – способность сопротивления к патогенному действию определенного возбудителя вирусной или бактериальной природы, которым обладает та или иная популяция или группа населения [2, 3]. По своему происхождению коллективный иммунитет может иметь естественную или искусственную природу. В первом случае он формируется в результате естественного распространения возбудителя (в случае COVID-19 это SARS-CoV-2) в популяции восприимчивых индивидуумов, во втором – в результате применения специфических вакцин [4]. Применительно к COVID-19 в настоящее время реализуются оба варианта [5, 6, 7]. Эффективность коллективного иммунитета будет зависеть от порогового уровня, представляющего собой точку, в которой доля восприимчивых особей уменьшается ниже порога, необходимого для передачи инфекции. Этот уровень выражается базовым репродуктивным числом ( $R_0$ ), обозначающим количество вторичных заражений, вызванных присутствием одного инфицированного человека в полностью восприимчивой однородной по чувствительности к вирусу SARS-CoV-2 популяции [8, 9].

В период распространения вируса SARS-CoV-2 базовое репродуктивное число вируса разными исследователями оценивалось в диапазоне от 2 до 6. При « $R_0$ », равном 3 для вируса SARS-CoV-2, порог популяционного иммунитета составляет приблизительно 67%. Исследования Yu. Liu и соавт. на основании анализа большого числа публикаций приводят для вируса SARS-CoV-2

значение  $R_0$  – 3,28 ( $Me=2,78$ ; 95% доверительный интервал: 1,63-3,94) [10]. В этом случае популяционный иммунитет составляет 70%. В Российской Федерации наблюдается широкое варьирование показателей серопозитивности: от 29 до 80% [11-14]. В Беларуси аналогичные данные только формируются. Согласно Национальному плану мероприятий по вакцинации против COVID-19, в Республике Беларусь на 2021-2022 гг. запланировано 4 этапа (п.1), с охватом не менее 60% населения страны в целом [17]. На 08.09.2021 г. полная вакцинация в стране выполнена 1,34 млн чел., что составляет 14,1% населения, в мире введено более 5,6 млрд доз., полная вакцинация проведена 2,31 млрд чел., что составляет 29,6% [18]. Поскольку SARS-CoV-2 – новый патоген, многие аспекты передачи вируса от человека к человеку и развитие инфекционного процесса недостаточно охарактеризованы. Необходим систематизированный серологический мониторинг, результаты которого могут составить основу эпидемиологического прогноза, а также быть использованы для разработки стратегии специфической профилактики.

**Цель работы** – оценка популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 среди населения г. Гродно в период пандемии COVID-19.

### Материал и методы

Материалом для исследования был биологический материал (сыворотка крови) 422 пациентов, жителей г. Гродно, обратившихся за медицинской помощью в профессорский консультативный центр Гродненского государственного медицинского университета в июне-июле 2021 г. Все пациенты были разделены на 4 группы:

- группа 1:  $n=94$ ; мужчины –  $n=30$  (31,9%), женщины –  $n=64$  (68,1%), средний возраст  $50,6 \pm 12,2$  года, не болели COVID-19, вакцинированы «Спутник V» (Россия);
- группа 2:  $n=72$ ; мужчины –  $n=18$  (25,0%),

женщины – n=54 (75,0%), средний возраст 48,2±14,2 года, не болели COVID-19, не вакцинированы;

- группа 3: n=80; мужчины – n=34 (42,5%), женщины – n=46 (57,5%), средний возраст 46,8±14,5 года, переболели COVID-19, не вакцинированы;

- группа 4: n=176; мужчины – n=62 (35,2%), женщины – n=114 (64,8%), средний возраст 47,8±14,0 лет, переболели COVID-19, вакцинированы вакциной «Спутник V» (Россия).

Давность срока вакцинации в группах достоверно не различалась и составляла от 2 до 6 месяцев. С целью изучения динамики уровня антител класса G в зависимости от сроков вакцинации у пациентов групп 1 и 4 оценивался уровень антител в течение 2, 4 и 6 месяцев от даты введения второй дозы вакцины.

У лиц, отнесенных к категории не болевших COVID-19, в анамнезе отсутствовали данные о наличии заболевания и факт заболевания на момент обследования.

В качестве метода исследования использован метод количественного определения иммуноглобулина класса G (IgG) к рецептору RBD связывающего домена S белка (далее RBD белка S, иммуноферментный анализ, набор реагентов производства «АльгимедТехно», Беларусь). Количественная оценка результата выражена в единицах «коэффициента позитивности» (КП – коэффициент позитивности), что позволяет судить о наличии иммунитета, который мог сформироваться как после перенесенного заболевания, так и после вакцинации.

Антитела к рецептору связывающего домена S белка обладают нейтрализующими свойствами и препятствуют связыванию вируса с клетками человека, тем самым обеспечивая важную роль в определении индивидуального протективного (защитного) иммунного ответа к вирусу SARS-CoV-2. RBD – рецептор-связывающий домен, отвечающий за соединение коронавируса с клеткой человека, а точнее – с рецептором ACE2, который находится на мембране клеток человека, через который вирус проникает в клетку, где в дальнейшем размножается, вызывает заболевание и, выделяясь в окружающую среду, вызывает появление новых случаев COVID-19. Анализ на определение антител G (анти-RBD) показан лицам, переболевшим новой коронавирусной инфекцией, и лицам после вакцинации препаратом «Спутник V» (Центр Гамалеи), а также другими вакцинами, разрешенными к применению. Рекомендуемый срок проведения анализа на антитела после вакцинации «Спутник V» – 35-42 дня с момента вакцинации первым компонентом.

Концентрация антител класса G (RBD к белку S) >1,1 КП расценивалась как положительный результат, референтная величина: <0,9 – результат отрицательный, 0,9-1,1 – результат сомнительный, требующий подтверждения. С целью изучения влияния возрастного фактора на концентрацию антител IgG проведено разделение исследуемых групп на 2 возрастные подгруппы: до 45 лет и старше 45 лет.

Результаты, получаемые в ходе обследования, заносились в оригинальную базу данных. Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета прикладных статистических программ SPSS 13. Различия между изучаемыми параметрами признавали достоверными при  $p < 0,05$ . Среди методов математической обработки использовали следующие:

- Изучение вида распределения и получение числовых характеристик (тест Колмогорова-Смирнова). В случае нормального распределения переменную характеризовали с помощью математического ожидания (среднего) – M и среднего квадратического отклонения ( $\pm\sigma$ ).
- Выявление отклика на воздействие в двухвыборочной задаче (при нормальном распределении для проверки гипотезы о равенстве средних значений двух групп переменной применяли критерий Стьюдента (t), если распределение переменной не соответствовало нормальному, сравнение двух независимых групп изучаемой переменной проводили с помощью теста Манна-Уитни (U), а зависимых групп – теста Вилкоксона (Z).
- Выявление взаимосвязи между двумя переменными (при нормальном распределении для оценки линейности связи между переменными использовали коэффициент корреляции Пирсона (r), если распределение переменных не соответствовало нормальному, для оценки связи между ними применяли непараметрический корреляционный анализ Спирмана (R).
- При сравнении долей (процентов) использовался метод Хила.

### Результаты и обсуждение

По результатам проведенного исследования установлено, что среди обследуемых групп уровень иммунного ответа варьировал от 25,0 до 94,7% (положительный результат уровня антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка более 1,1 единицы коэффициента позитивности), таблица 1.

**Таблица 1.** – Количество положительных случаев (уровень антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка вируса SARS-CoV-2, КП >1,1) среди пациентов обследованных групп

**Table 1.** – The number of positive cases (the level of class G antibodies to the RBD receptor of the S binding domain of the SARS-CoV-2 virus protein, CP >1.1) among patients of the examined groups

Группа	Уровень антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка, КП		
	Кол-во положительных результатов (IgG к RBD белка S), КП >1,1	N	%
Группа 1	89	94	94,7
Группа 2	18	72	25,0
Группа 3	26	80	32,5
Группа 4	166	176	94,3
Группа 1 + Группа 4	255	270	94,4%

По полученным данным, серопозитивность к вирусу SARS-CoV-2 среди обследуемых лиц расценивалась как показатель постинфекционного и поствакцинального иммунитета. Высокий показатель серопозитивности (94,7%) установлен среди лиц, ранее не болевших COVID-19 и вакцинированных «Спутник V». Наименьший удельный вес положительного результата уровня антител к рецептору RBD белка S – в группе не болевших инфекцией лиц и не вакцинированных – 25%. Опираясь на результаты, можно предположить, что 1/4 серопозитивных участников данной группы не знали о наличии COVID-19 в силу отсутствия симптомов заболевания и перенесли ее в бессимптомной или легкой форме. По описанным в литературе данным, считается, что до 80% всех случаев инфицирования COVID-19 может протекать бессимптомно. Некоторые авторы считают это состояние бессимптомным носительством или бессимптомным течением инфекции, при котором в мазках из зева методом ПЦП выявляется РНК вируса SARS-CoV-2 [15, 16]. На подобное носительство может формироваться иммунный, в том числе адаптивный, ответ. Эти носители чаще всего попадают в поле зрения исследователей только в случае проведения каких-либо обследований, с целью определения уровней инфицированности, либо, как в нашем случае, с целью оценки популяционного иммунитета.

Установленная концентрация антител иммуноглобулина класса G к рецептору RBD белка S коронавируса SARS-CoV-2 представлена в таблице 2.

**Таблица 2.** – Концентрация антител к рецептору RBD белка S коронавируса SARS-CoV-2 в исследуемых группах

**Table 2.** – Concentration of antibodies to the RBD receptor of the protein S of the SARS-CoV-2 coronavirus in the studied groups

Группа	К-во наблюдений, n	Уровень антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка, КП			Стандартное отклонение
		Среднее	Минимум	Максимум	
Группа 1	94	4,28*	0,30	14,25	4,15
Группа 2	72	2,51*	0,16	14,14	2,12
Группа 3	80	3,04	0,31	14,01	3,01
Группа 4	176	3,2	0,16	14,24	3,13

Примечание: \* –  $p_{1-2}=0,08$

**Таблица 3.** – Различия количественного признака (концентрация антител класса G к рецептору RBD белка S) в исследуемых группах (Уилкокксон, величина z)

**Table 3.** – Differences in the quantitative trait (concentration of class G antibodies to the RBD protein S receptor) in the studied groups (Wilkinson, z-value)

Исследуемые группы	Число наблюдений	T	Z	P
Группа 1 – Группа 2	72	165,0	2,644	0,008
Группа 1 – Группа 3	80	326,0	1,13	0,26
Группа 1 – Группа 4	94	314,5	2,64	0,008
Группа 2 – Группа 3	72	265,0	1,07	0,29
Группа 2 – Группа 4	70	288,0	0,44	0,67
Группа 3 – Группа 4	80	378,0	0,43	0,67

Максимальная концентрация антител к рецептору RBD белка S коронавируса SARS-CoV-2 зарегистрирована среди пациентов 1 группы (не болели COVID-19, вакцинированы «Спутником V») и составила  $4,28 \pm 4,15$  КП. Количество положительных результатов ( $n=89$ ) можно рассматривать как эффективность проведенной вакцинации в данной группе, которая составила 94,7%. Достоверные различия показателей концентрации антител к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 установлены среди пациентов 1 и 2 групп ( $p=0,008$ ).

Сравнительная оценка уровня антител иммуноглобулина класса G к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 у обследованных пациентов позволила установить достоверные различия количественного признака, таблица 3.

Как видно из таблицы, достоверные различия количественного признака установлены в группе 1 (не болели COVID-19, вакцинированы «Спутником V») и 2 (не болели COVID-19, не вакцинированы),  $p=0,008$ , и группе 1 (не болели COVID-19, вакцинированы «Спутником V») и 4 (переболели COVID-19, вакцинированы вакциной «Спутник V»),  $p=0,008$ .

Аналогичные достоверные критерии получены при статистической обработке результата в группах 1 и 2 с использованием T-критерия,  $p=0,04$ .

Проведенный анализ количественной оценки концентрации антител с учетом возраста обследуемых (возрастная категория лиц до 45 лет; возрастная категория лиц старше 45 лет) представлен в таблице 4.

Оценка уровня антител с учетом возрастной категории обследуемых не выявила достоверных изменений их уровня.

Достоверно высокие средние показатели концентрации иммуноглобулина класса G к рецептору RBD белка S установлены у лиц в течение 2 месяцев после введения второй дозы вакцины (табл. 5).

Высокие показатели уровня антител выявлены среди обследуемых лиц в двух группах (группа 1: не болели COVID-19, вакцинированы «Спутником V»; группа 4: переболели COVID-19, вакцинированы «Спутником V») на втором и четвертом месяце после введения второй дозы вакцины (в сравнении с шестым месяцем наблюдения), различия достоверны.

Таким образом, установлено, что с учетом временного интервала у лиц, независимо от того, болели они

**Таблица 4.** – Концентрация антител класса G к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 в исследуемых группах, в зависимости от возраста

**Table 4.** – Concentration of class G antibodies to the RBD receptor of the SARS-CoV-2 virus protein in the studied groups, depending on age

Возраст пациентов в исследуемых группах	Наблюдения, n	Уровень антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка, КП		P
		среднее	станд. откл.	
Группа 1	≤45 лет	34	3,88	=0,2
	>45 лет	60	4,47	
Группа 2	≤45 лет	31	1,97	=0,39
	>45 лет	41	2,98	
Группа 3	≤45 лет	33	2,53	=0,35
	>45 лет	47	3,45	
Группа 4	≤45 лет	50	2,17	=0,19
	>45 лет	126	3,56	

**Таблица 5.** – Концентрация иммуноглобулина класса G к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 в зависимости от срока вакцинации

**Table 5.** – The concentration of class G immunoglobulin to the RBD protein S receptor of the SARS-CoV-2 virus, depending on the vaccination period

Срок вакцинации пациентов в исследуемых группах	Наблюдения, n	Уровень антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S белка, КП				P	
		среднее	мин.	макс.	станд. откл.		
Группа 1	2 месяца	24	4,84	1,99	12,53	3,26	p <sub>2-4</sub> =0,008 p <sub>2-6</sub> =0,01 p <sub>4-6</sub> =0,6
	4 месяца	31	2,19	0,3	8,26	2,28	
	6 месяцев	33	2,53	0,4	7,2	2,16	
Группа 4	2 месяца	29	6,53	3,07	14,24	3,1	p <sub>2-4</sub> =0,001 p <sub>2-6</sub> =0,006 p <sub>4-6</sub> =0,7
	4 месяца	66	3,53	1,3	10,5	2,29	
	6 месяцев	70	3,77	0,8	14,04	3,7	

или не болели COVID-19, но привитых вакциной «Спутник V», уровень антител максимально высок на втором месяце после последней дозы вакцины, снижается к четвертому месяцу после вакцинации и сохраняется на данном уровне до полугодия.

### Заключение

Анализ результатов проведенной оценки уровня антител класса G к рецептору RBD связывающего домена S среди лиц, не болевших (не вакцинированных) и лиц переболевших (не вакцинированных), позволяет утверждать об уровне коллективного иммунитета в данных группах на уровне 25,0 и 32,3% (суммарно 28,9%), что можно расценивать как недостаточный для сдерживания активной циркуляции вируса среди данной категории населения. Таким образом, требу-

### Литература

1. Особенности формирования серопревалентности населения Российской Федерации к нуклеокапсиду SARS-CoV-2 в первую волну эпидемии Covid-19 / А. Ю. Попова [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 297-323. – doi: 10.15789/2220-7619-FOD-1684.

ется проведение дальнейшей активной вакцинации всех возрастных категорий и соблюдения ограничительных мероприятий, самоизоляции подлежащих контингентов и рекомендованных санитарно-противоэпидемические мер, в том числе соблюдение принципа социального дистанцирования, использование средств защиты органов дыхания (масок). Особо важны рекомендации в условиях риска завоза и распространения в Беларуси более контагиозных вариантов вируса SARS-CoV-2 (варианта Delta, впервые выявленного в Индии).

Среди групп населения, не болевших и переболевших COVID-19, получивших полный курс вакцинации, удельный вес уровня антител (суммарно постинфекционного и поствакцинального иммунитета) составил 94,4%. Это позволяет сделать вывод о высокой эффективности не только проведенной вакцинации, но и о высокой степени защиты вакцинированного населения от осложнений при возникновении заболевания, а также о необходимости ее дальнейшего проведения среди населения.

Изменения уровня иммуноглобулинов класса G к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 с учетом возрастной категории лиц как вакцинированных, так и не вакцинированных (перенесенное заболевание COVID-19 и отсутствие болезни) не имеют достоверных различий.

В течение двух месяцев после вакцинации концентрация иммуноглобулинов класса G к рецептору RBD белка S вируса SARS-CoV-2 достигает своего максимального уровня с последующим снижением к шестому месяцу, но с сохранением на уровне положительного результата как у лиц, не болевших коронавирусной инфекцией, так и у лиц, в анамнезе у которых зарегистрирован факт болезни, но привитых вакциной «Спутник V».

2. Dynamics of population immunity due to the herd effect in the Covid-19 pandemic / V. J. Clemente-Suárez [et al.] // Vaccines. – 2020. – Vol. 8, iss. 2. – P. 236. – doi: 10.3390/vaccines8020236.
3. How to understand “herd immunity” in Covid-19 pandemic / Y. Xia [et al.] // Front. Cell Dev. Biol. – 2020. – Vol. 8. – Art. 547314. – doi: 10.3389/fcell.2020.547314.

4. Randolph, H. E. Herd immunity: understanding Covid-19 / H. E. Randolph, L. B. Barreiro // *Immunity*. – 2020. – Vol. 52, iss. 5. – P. 737-741. – doi: 10.1016/j.immuni.2020.04.012.
5. Determinants of Covid-19 vaccine acceptance in the US / A. A. Malik [et al.] // *EClinicalMedicine*. – 2020. – Vol. 26. – Art. 100495. – doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100495.
6. Safety and immunogenicity of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost Covid-19 vaccine in two formulations: two open, non-randomised phase 1/2 studies from Russia / D. Y. Logunov [et al.] // *Lancet*. – 2020. – Vol. 396, iss. 10255. – P. 887-897. – doi: 10.1016/S0140-6736(20)31866-3.
7. A public health timeline to prepare for Covid-19 vaccines in Canada / N. E. MacDonald [et al.] // *Can. J. Public Health*. – 2020. – Vol. 111, iss. 6. – P. 945-952. – doi: 10.17269/s41997-020-00423-1.
8. Is herd immunity against SARS-CoV-2 a silver lining? / R. Vignesh [et al.] // *Front. Immunol.* – 2020. – Vol. 11. – Art. 586781. – doi: 10.3389/fimmu.2020.586781.
9. Анализ серопревалентности к SARS-CoV-2 среди населения Владимирской области в период эпидемии Covid-19 / А. Ю. Попова [и др.] // *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 29-35. – doi: 10.18565/epidem.2021.11.2.29-35.
10. The reproductive number of Covid-19 is higher compared to SARS coronavirus / Y. Liu [et al.] // *J. Travel. Med.* – 2020. – Vol. 27, iss. 2. – Art. taaa021. – doi: 10.1093/jtm/taaa021.
11. Динамика изменений популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у жителей Иркутской области в условиях пандемии Covid-19 / С. В. Балахонов [и др.] // *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. – 2021. – Т. 20, № 2. – С. 12-17. – doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-2-12-17.
12. Коллективный иммунитет к SARS-CoV-2 жителей Москвы в эпидемический период Covid-19 / А. Ю. Попова [и др.] // *Инфекционные болезни*. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 8-16. – doi: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16.
13. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Ленинградской области в период эпидемии Covid-19 / А. Ю. Попова [и др.] // *Проблемы особо опасных инфекций*. – 2020. – № 3. – С. 114-122.
14. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 на территории Ростовской области / А. Ю. Попова [и др.] // *Проблемы особо опасных инфекций*. – 2020. – № 4. – С. 117-124. – doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-117-124.
15. Covid-19: Immunology and treatment options / S. Felsenstein [et al.] // *Clin. Immunol.* – 2020. – Vol. 215. – Art. 108448. – doi: 10.1016/j.clim.2020.108448.
16. Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths / C.-C. Lai [et al.] // *J. Microbiol. Immunol. Infect.* – 2020. – Vol. 53, iss. 3. – P. 404-12. – doi: 10.1016/j.jmii.2020.02.012.
17. Рекомендации по вакцинации против Covid-19 (дополненная редакция) [Электронный ресурс] / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/rekomendatsii-po-vaktsinatsii-protiv-covid-19.php>. – Дата доступа : 08.08.2021.
18. Коронавирус Covid-19 [Электронный ресурс] / Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>. – Дата доступа: 08.08.2021.

### References

1. Popova AYu, Andreeva EE, Babura EA, Balakhonov SV, Bashketova NS, Bulanov MV, Valeullina NN, Goryaev DV, Detkovskaya NN, Ezhlova EB, Zaitseva NN, Istorik OA, Kovalchuk IV, Kozlovskikh DN, Kombarova SV, Kurganova OP, Kuttyrev VV, Lomovtsev AE, Lukicheva LA, Lyalina LV, Melnikova AA, Mikailova OM, Noskov AK, Noskova LN, Oglezneva EE, et al. Osobennosti formirovaniya seroprevalentnosti naseleniya Rossijskoj Federacii k nukleokapsidu SARS-CoV-2 v pervuju volnu jepidemii Covid-19 [Features of developing sars-cov-2 nucleocapsid protein population-based seroprevalence during the first wave of the Covid-19 epidemic in the Russian Federation]. *Infektsiya i immunitet* [Russian Journal of Infection and Immunity]. 2021;11(2):297-323. doi: 10.15789/2220-7619-FOD-1684. (Russian).
2. Clemente-Suárez VJ, Hormeño-Holgado A, Jiménez M, Benitez-Agudelo JC, Navarro-Jiménez E, Perez-Palencia N, Maestre-Serrano R, Laborde-Cárdenas CC, Tornero-Aguilera JF. Dynamics of Population Immunity Due to the Herd Effect in the Covid-19 Pandemic. *Vaccines*. 2020;8(2):236. doi: 10.3390/vaccines8020236.
3. Xia Y, Zhong L, Tan J, Zhang Z, Lyu J, Chen Y, Zhao A, Huang L, Long Z, Liu NN, Wang H, Li S. How to Understand “Herd Immunity” in Covid-19 Pandemic. *Front Cell Dev Biol*. 2020;8:547314. doi: 10.3389/fcell.2020.547314.
4. Randolph HE, Barreiro LB. Herd Immunity: Understanding Covid-19. *Immunity*. 2020;52(5):737-741. doi: 10.1016/j.immuni.2020.04.012.
5. Malik AA, McFadden SM, Elharake J, Omer SB. Determinants of Covid-19 vaccine acceptance in the US. *EClinicalMedicine*. 2020;26:100495. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100495.
6. Logunov DY, Dolzhikova IV, Zubkova OV, Tukhvatulin AI, Shchelyakov DV, Dzharullaeva AS, Grousova DM, Erokhova AS, Kovyrshina AV, Botikov AG, Izhaeva FM, Popova O, Ozharovskaya TA, Esmagambetov IB, Favorskaya IA, Zrelkin DI, Voronina DV, Shcherbinin DN, Semikhin AS, Simakova YV, Tokarskaya EA, Lubenets NL, Egorova DA, Shmarov MM, Nikitenko NA, et al. Safety and immunogenicity of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine in two formulations: two open, non-randomised phase 1/2 studies from Russia. *Lancet*. 2020;396(10255):887-897. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31866-3.
7. MacDonald NE, Comeau J, Dubé E, Bucci L, Graham JE. A public health timeline to prepare for Covid-19 vaccines in Canada. *Can J Public Health*. 2020;111(6):945-952. doi: 10.17269/s41997-020-00423-1.
8. Vignesh R, Shankar EM, Velu V, Thyagarajan SP. Is Herd Immunity Against SARS-CoV-2 a Silver Lining? *Front Immunol*. 2020;11:586781. doi: 10.3389/fimmu.2020.586781.
9. Popova AYu, Ezhlova EB, Melnikova AA, Danilova TE, Bulanov MV, Lyalina LV, Smirnov VS, Totolyan AA. Analiz seroprevalentnosti k SARS-CoV-2 sredi naselenija Vladimirskoj oblasti v period jepidemii Covid-19 [Analysis of seroprevalence to SARS-CoV-2 in population of Vladimir Region during Covid-19 epidemic]. *Jepidemiologija i infekcionnye bolezni. Aktualnye voprosy* [Epidemiology and infectious diseases. Current items]. 2021;11(2):29-35. doi: 10.18565/epidem.2021.11.2.29-35. (Russian).

10. Liu Y, Gayle AA, Wilder-Smith A, Rocklöv J. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *J Travel Med.* 2020;27(2):taaa021. doi: 10.1093/jtm/taaa021.
11. Balakhonov SV, Dubrovina VI, Pyatidesyatnikova AB, Briukhova DD, Kiseleva NO, Korytov KM, Voitkova VV, Perezhogin AN, Chesnokova MV, Gavrilova TA, Seledtsov AA. Dinamika izmenenij populjacionnogo immuniteta k virusu SARS-CoV-2 u zhitel'ev Irkutskoj oblasti v uslovijah pandemii Covid-19 [Dynamics of changes in population immunity to the SARS-CoV-2 virus in residents the Irkutsk region in the context of the COVID-19 pandemic]. *Jepidemiologija i Vakcinoprofilaktika* [Epidemiology and Vaccinal Prevention]. 2021;20(2):12-17. doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-2-12-17. (Russian).
12. Popova AYU, Yezhlova EB, Melnikova AA, Andreeva EE, Kombarova SyU, Lyalina LV, Smirnov VS, Aleshkin AV, Kobzeva YV, Ignatova EN, Osadchaya MN, Nazarenko EV, Antipova LN, Basov AA, Zatevalov LM, Novikova LI, Bochkareva VS, Likhanskaya EI, Lomonosova VI, Totolian AA, Gracheva NM, Shmeleva EA, Manuilov BM, Lyutov AG. Kollektivnyj immunitet k SARS-CoV-2 zhitel'ev Moskvy v jepidemicheskij period Covid-19 [Collective immunity to SARS-COV-2 of Moscow residents during the covid-19 epidemic period]. *Infekcionnye bolezni* [Infectious diseases]. 2020;18(4):8-16. doi: 10.20953/1729-9225-2020-4-8-16. (Russian).
13. Popova AYU, Ezhlova EB, Melnikova AA, Historik OA, Mosevich OS, Lyalina LV, Smirnov VS, Cherny MA, Balabysheva NS, Loginova IS, Vladimirova OS, Samoglyadova IS, Vasev NA, Rumyantseva SV, Chupalova EYu, Selivanova GV, Muraviova MV, Timofeeva LV, Khankishieva EN, Tylchevskaya VD, Nikitenko ND, Kostenitskaya TI, Virkunen NV, Klimkina IM, Kuzmina TM, et al. Ocenka populjacionnogo immuniteta k SARS-CoV-2 sredi naselenija Leningradskoj oblasti v period jepidemii Covid-19 [Assessment of the herd immunity to SARS-COV-2 among the population of the Leningrad region during the Covid-19 epidemic]. *Problemy osobo opasnyh infekcij* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2020;3:114-123. doi: 10.21055/0370-1069-2020-3-114-123. (Russian).
14. Popova AYU, Ezhlova EB, Melnikova AA, Noskov AK, Kovalev EV, Karpushchenko GV, Lyalina LV, Smirnov VS, Chemisova OS, Trishina AV, Berezhnyak EA, Volovikova SV, Stenina SI, Yanovich EG, Meloyan MG, Asmolova NYu, Usova AA, Slis SS, Totolyan AA. Ocenka populjacionnogo immuniteta k SARS-CoV-2 na territorii Rostovskoj oblasti [Assessment of population immunity to SARS-COV-2 virus in the Rostov region]. *Problemy osobo opasnyh infekcij* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2020;4:117-124. doi: 10.1016/j.clim.2020.108448. (Russian).
15. Felsenstein S, Herbert JA, McNamara PS, Hedrich CM. Covid-19: Immunology and treatment options. *Clin Immunol.* 2020;215:108448. doi: 10.1016/j.clim.2020.108448.
16. Lai CC, Liu YH, Wang CY, Wang YH, Hsueh SC, Yen MY, Ko WC, Hsueh PR. 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.
17. Ministerstvo zdravoochranenija Respubliki Belarus. Rekomendacii po vakcinacii protiv Covid-19 (dopolnen'naja redakcija) [Internet]. Available from: <http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/rekomendatsii-po-vaktsinat-sii-protiv-covid-19.php> (Russian).
18. Vsemirnaja organizacija zdravoochranenija. Koronavirus Covid-19 [Internet]. Available from: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (Russian).

## ASSESSMENT OF POPULATION IMMUNITY TO THE SARS-COV-2 VIRUS AMONG THE POPULATION OF GRODNO

**E. N. Krotkova, O. E. Kuznetsov, O. V. Gorchakova**  
*Grodno State Medical University, Grodno, Belarus*

*In Grodno, as well as in the Republic of Belarus as a whole, vaccination of the population against COVID-19 infection is being actively carried out.*

*Purpose of the study: To assess population immunity to the SARS-CoV-2 virus among the population of the city of Grodno.*

*The material of the study was the blood sera of 422 patients, residents of Grodno. Results. Among the studied subjects 32.7% (n=138) of cases had the level of class G antibodies to the receptor-binding domain (RBD) of the S protein (hereinafter RBD of the S protein) which was higher than 1.1 units of the positivity coefficient. A high seropositivity index (40.4%) was established among people who had not previously been infected with COVID-19 and were vaccinated with Sputnik V, the lowest – in the group of people who had not been infected with the infection and were not vaccinated – 25%. The assessment of the antibodies concentration adjusted for the age of the subjects did not reveal significant changes in their level. As regards the time interval, it was found that those individuals, who were vaccinated with Sputnik V vaccine regardless of whether they had been ill or not with COVID-19 infection before, had the highest level of antibodies within the second month after the last dose of the vaccine, which decreased by the fourth month after vaccination and remained at this level for up to six months.*

**Keywords:** coronavirus infection, collective immunity, vaccination

**For citation:** Krotkova EN, Kuznetsov OE, Gorchakova OV. Assessment of population immunity to the SARS-COV-2 virus among the population of Grodno Clinical case. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2021;19(5):489-495. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-5-489-495>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.  
**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.  
**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

**Об авторах / About the authors**

\*Кроткова Елена Николаевна / Krotkova Elena, e-mail: krotkova.elena73@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9006-0917

Кузнецов Олег Евгеньевич / Kuznetsov Oleg, e-mail: olegkuznetsov@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-1348-8688

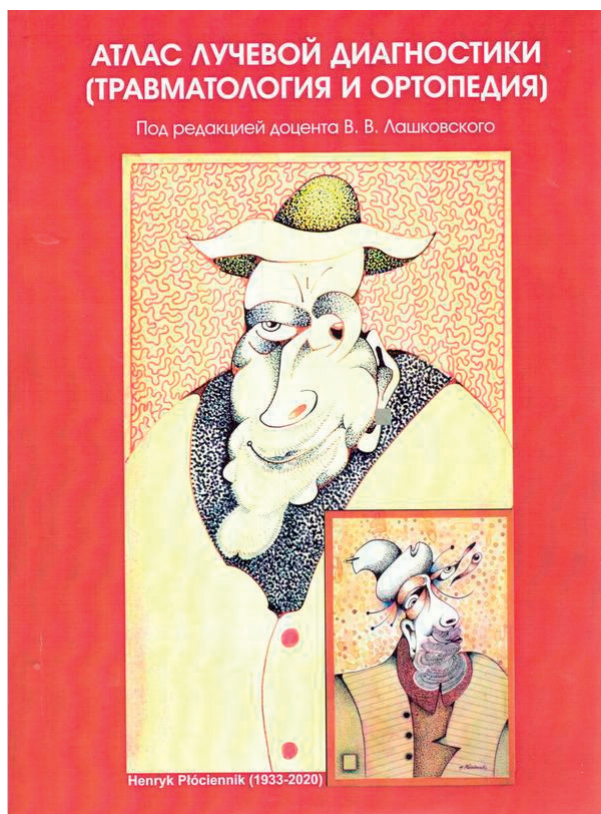
Горчакова Ольга Владимировна / Gorchakova Olga, e-mail: daniil\_go@inbox.ru, ORCID: 0000-0001-9998-4350

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 16.08.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 29.09.2021

## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



*Атлас лучевой диагностики (травматология и ортопедия) : пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 "Лечебное дело", 1-79 01 02 "Педиатрия", 1-79 01 04 "Медико-диагностическое дело" : рекомендовано учебно-методическим объединением по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный медицинский университет", Кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ; [В. В. Лашковский, И. П. Богданович, В. С. Аносов, А. Г. Мармыш, Г. А. Кошман, В. А. Иванцов, А. А. Конецкий, А. А. Бритько, В. Л. Руссу, О. А. Хотим, Ю. П. Пецевич, О. А. Хотим] ; под ред. В. В. Лашковского. – 2-е изд., доп. и перераб. – Гродно : ГрГМУ, 2021. – 315 с. : рис. – ISBN 978-985-595-627-4.*

*В данном учебном пособии в доступной форме изложены и проиллюстрированы основные травматические повреждения опорно-двигательной системы человека, а также ортопедические заболевания. Пособие окажет существенную методическую помощь при подготовке студентов старших курсов к практическим занятиям по травматологии и ортопедии.*