

КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

УДК 612.017.1:612.112.3

DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).275-283

ГРНТИ 34.43.35+34.39.27

Специальность ВАК 3.3.8

Научная статья

ИММУНОДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАГОЦИТАРНОЙ ГРУППЫ ИММУНОГРАММЫ

Костарев С. Н.^{1, 2}, Середа Т. Г.¹

¹ Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д. Н. Прянишникова (Пермь, Россия)

² Пермский институт ФСИН России (Пермь, Россия)

Аннотация Последствия коронавирусной инфекции на генотип людей еще недостаточно изучены. Некоторые пациенты жалуются на ослабление памяти, некоторые замечают редение волос и т.д. В последнее время медицинских специалистов также привлекает внимание исследование изменений в иммунной системе от коронавирусной инфекции. Проведен анализ иммунограмм жителей Пермского края среднего возраста в период пандемии. Иммунограммы поделены на две категории от состояния болезни пациентов. Интерес представляли Иммунограммы пациентов в состоянии болезни, которое оценивалось по отклонению иммуноглобулинов ИГ А, ИГ М от референтного интервала и выздоровевших пациентов по иммуноглобулину ИГ G. Пациенты были сгруппированы на три возрастные группы в возрасте от 19 до 50 лет. У людей в состоянии болезни наблюдались небольшие превышения абсолютного значения фагоцитоза и фагоцитарного числа. Понижения абсолютного значения фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса наблюдались у средней группы при повышенном уровне иммуноглобулинов.

Ключевые слова: иммунный ответ, иммунограмма, фагоцитарная группа

Для цитирования: Костарев С. Н., Середа Т. Г. Иммунодисперсионный анализ фагоцитарной группы иммунограммы // Вестник НовГУ. 2024. 2 (136). 275-283. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).275-283

Research Article

IMMUNODISPERSION ANALYSIS OF THE PHAGOCYtic GROUP OF THE IMMUNOGRAM

Kostarev S. N.¹, Sereda T. G.²

¹ Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (Perm, Russia)

² Perm Institute of the FPS of Russia (Perm, Russia)

Abstract The effects of coronavirus infection on the human genotype are still poorly understood. Some patients complain of memory impairment, some notice hair thinning, etc. Recently, medical specialists have also attracted attention to the study of the human immune system against coronavirus. The immunograms of middle-aged residents of Perm Krai during the pandemic have been analyzed. Immunograms were divided into two categories according to the patients' disease state. The immunograms of patients in the state of illness, which was evaluated by the deviation of immunoglobulins IgA, IgM from the reference interval and recovered patients, were of interest. Patients were grouped into three age groups ranging from 19 to 50 years. Small excesses in the absolute value of phagocytosis and phagocytic count were observed in those in the disease state. Decreases in the absolute value of phagocytosis, phagocytic number and phagocytic index were observed in the middle group with increased immunoglobulin levels.

Keywords: immune response, immunogram, phagocytic group

For citation: Kostarev S. N., Sereda T. G. Immunodispersion analysis of the phagocytic group of the immunogram // Vestnik NovSU. 2024. 2 (136). 275-283. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).275-283

Введение

Основы иммунологии были поставлены в научной школе Французского ученого Louis Pasteur, которые в дальнейшем были сформулированы его учеником, русским ученым и Лауреатом Нобелевской премии Ильей Мечниковым. Изучению состояния иммунной системы человека посвящено множество обзорных работ, но особую обеспокоенность вызывает возможное ухудшение иммунных показателей, вызванных новой коронавирусной инфекцией [1, 2]. Поствакцинальный и постинфекционный гуморальный иммунный ответ на инфекцию SARS-CoV-2 изучался в работе [3, 4]. Также у исследователей представлял интерес изучение иммунного ответа при осложнениях, вызываемых другими факторами [5-7]. Предварительно было проведено математическое моделирование вирусной опасности для человека [8-10]. Проведено исследование параметров фагоцитарной группы иммунного статуса иммунограмм пациентов Пермского края. Интерес представляли иммунограммы пациентов в состоянии болезни (СБ), которое оценивалось по отклонению иммуноглобулинов ИГ А, ИГ М от референтного интервала и выздоровевших пациентов (СЗ). Для исследования были выбраны показатели Иммунного статуса: Абсолютное значение фагоцитоза – ф1; фагоцитарное число – ф2; фагоцитарный индекс – ф3 у трех исследуемых возрастных групп, проживающих в Пермском крае во время пандемии 2020-2021 годов.

Материалы и методы

Исследования проведены на базе медицинского центра «Философия красоты и здоровья», г. Пермь. Для исследований было отобрано 206 иммунограмм жителей Пермского края в среднем возрасте. Для анализа проб и построения иммунограмм использовался прибор Илаб Таурис. Иммунный статус (ИС) включал определения фагоцитарных показателей: абсолютного значения фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса. Первоначально полученные данные были разбиты на три возрастные интервала пациентов. Иммунограммы по отклонению иммуноглобулинов отсортированы на два массива: в состоянии болезни и выздоровевшие пациенты. В каждой категории по отношению к иммуноглобулинам было выделено три массива по состоянию иммуноглобулинов: в референтном интервале, пониженным или повышенным показателям, где определялось процентное отношение повышения (понижения) показателей фагоцитарной группы.

Обсуждение результатов

Методика проведения эксперимента

Исследование было выполнено на анализе иммуноглобулинов иммунограмм, по которым определялось состояние болезни. Выделено две стадии болезни,

активная и стадия выздоровления пациента, при которых изучались отклонения параметров фагоцитоза от референтного интервала. Обозначено множество массивов системы «Состояние болезни – Иммунограмма», участвующих в эксперименте (таблица 1).

Таблица 1. Элементы системы «Состояние болезни – Иммунограмма»

Массив	Обозначение	Примечание
$\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \phi_3\}$	Множество элементов фагоцитоза	-
$ИГ = \{ИГА, ИГМ, ИГГ\}$	Множество элементов иммуноглобулинов	-
$C = \{СБ, СЗ\}$	Множество категорий состояний болезни: СБ – стадия болезни	Иммуноглобулины ИГ А и ИГ М, не входят в референтный диапазон
	СЗ – выздоровевший пациент	Иммуноглобулин ИГ Г вышел за границы референтного интервала

Для упрощения описания параметров иммунограммы, задана также система идентификаторов. Для формирования модели трансформации иммунограммы были взяты три параметра иммунного статуса (таблица 2).

Таблица 2. Мнемоника показателей

Входные сигналы индикаторов	Размерность	Мнемоника
Иммуноглобулин А	г/л	ИГ А
Иммуноглобулин М	г/л	ИГ М
Иммуноглобулин G	г/л	ИГ G
Абсолютное значение фагоцитоза	$10^9/\text{л}$	ф1
Фагоцитарное число	-	ф2
Фагоцитарный индекс	-	ф3

Общая схема проведения эксперимента показана на рисунке 1.

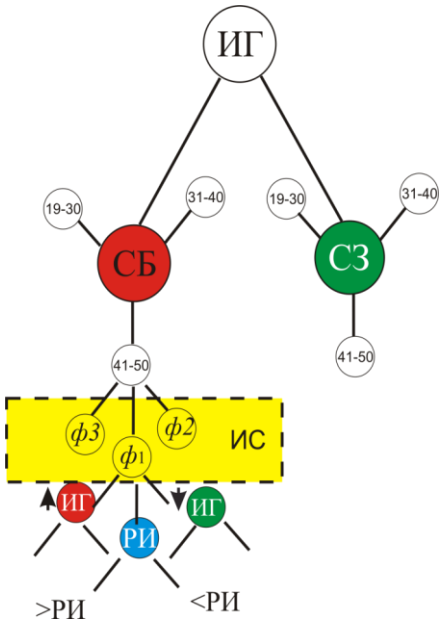


Рисунок 1. Общая схема проведения эксперимента (для упрощения рисунка показаны не все ветви)

Изучение показателей иммунного статуса

Изучались иммунограммы пациентов в диапазоне возраста от 19 до 50 лет. Параметры проточной фотометрии иммунограмм пациентов до 18 лет ранее были рассмотрены в работах [11-12].

Составлены интервальные диапазоны по трем группам: 19-30, 31-40, 41-50 лет. Исследования по анализу параметров иммунного статуса иммунограмм были сгруппированы по отклонениям иммуноглобулинов ИГ А, ИГ М и ИГ G от референтного интервала. Всего обследовано 206 иммунограмм (таблица 3).

Таблица 3. Количественный состав иммунограмм пациентов по возрастной категории с учетом состояния болезни

Возрастной диапазон, лет	Состояние				Итого
	СБ		СЗ		
	↓*	↑	↓	↑	
19–30	12	26	11	13	62
	38		24		
31–40	16	19	10	21	66
	35		31		
41–50	25	14	12	27	78
	39		39		
Всего	53	59	33	61	206
Итого	112		94		206

* – отклонение иммуноглобулинов в меньшую ↓, большую ↑ стороны

Анализ иммунного статуса иммунограмм состояний иммунной системы СБ, СЗ представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Анализ иммунограмм для состояния иммунной системы СБ

Показатель	Условия	Возрастные диапазоны					
		19-30		31-40		41-50	
		<*	>	<	>	<	>
φ1	РИ	20	72	0	0	37,89	17,79
	↑	5	0	17	0	20,5	15,9
	↓	3	0	0	83	0	7,92
φ2	РИ	35	42,5	20	0	46	16
	↑	7	7,5	12	14	17	15
	↓	8	0	0	54	6	0
φ3	РИ	10	15	12	14	15	10
	↑	7,5	5	0	0	10	0
	↓	0	62,5	8	66	31	34

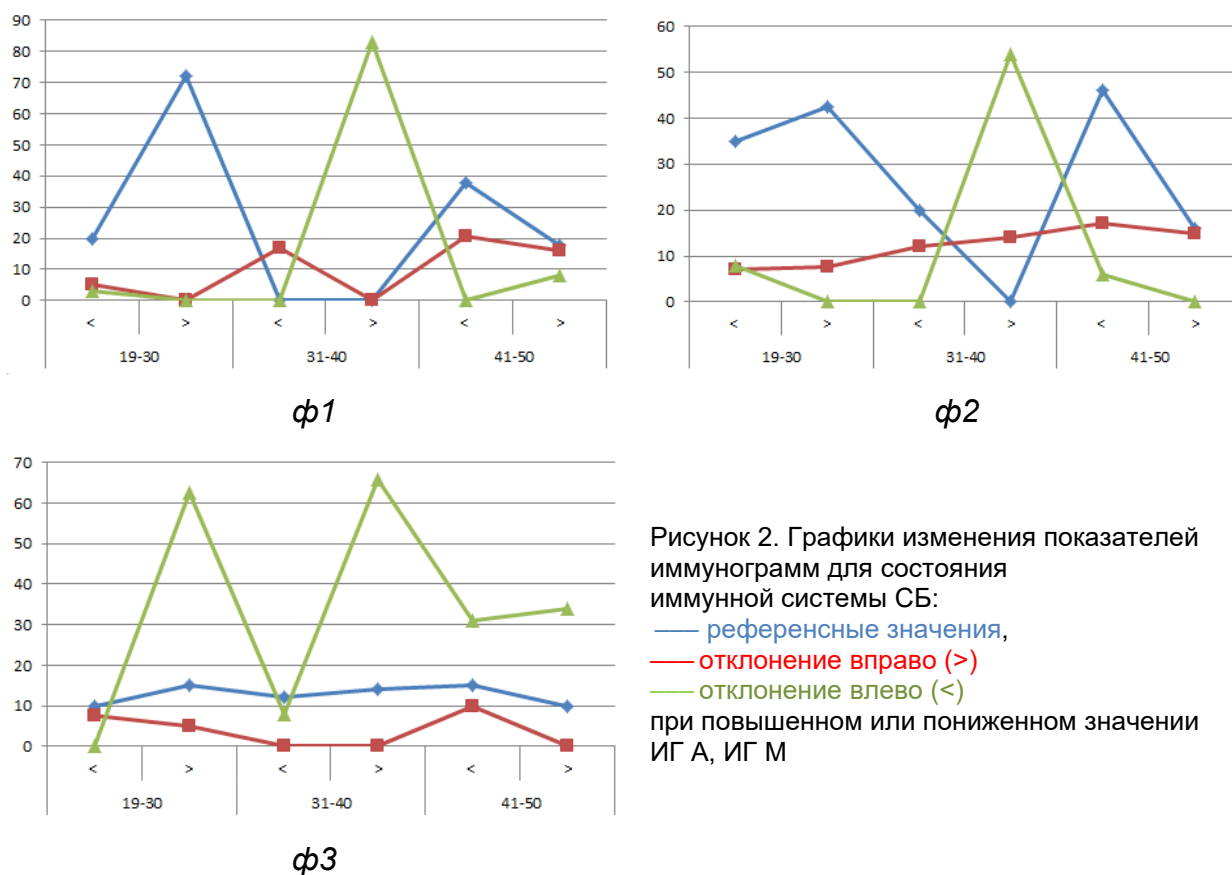
* – изменения показателей иммунограмм (< >) в процентах для состояния иммунной системы при повышенном (↑) или пониженном (↓) состоянии иммуноглобулинов ИГ А, ИГ М

Таблица 5. Анализ иммунограмм для состояния иммунной системы СЗ

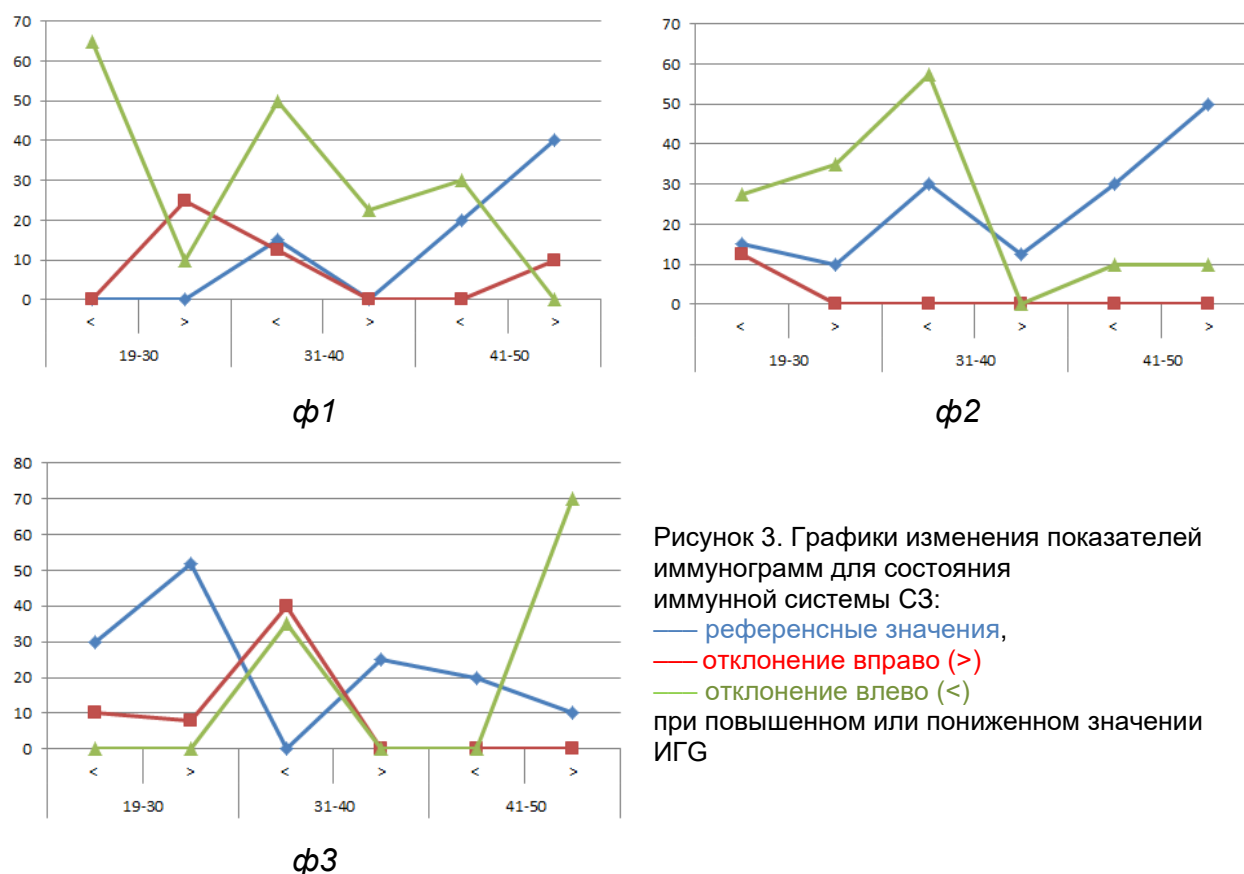
Показатель	Условия	Возрастные диапазоны					
		19-30		31-40		41-50	
		<*	>	<	>	<	>
$\phi 1$	РИ	0	0	15	0	20	40
	↑	0	25	12,5	0	0	10
	↓	65	10	50	22,5	30	0
$\phi 2$	РИ	15	10	30	12,5	30	50
	↑	12,5	0	0	0	0	0
	↓	27,5	35	57,5	0	10	10
$\phi 3$	РИ	30	52	0	25	20	10
	↑	10	8	40	0	0	0
	↓	0	0	35	0	0	70

* – изменения показателей иммунограмм (< >) в процентах для состояния иммунной системы при повышенном (↑) или пониженном (↓) состоянии иммуноглобулина ИГ G

На рисунке 2 представлены полигоны показателей в процентах для состояния иммунной системы СБ.



На рисунке 3 представлены полигоны показателей в процентах для состояния иммунной системы СЗ.



Исследование отклонений иммунного статуса от референтного интервала

При состоянии болезни:

- абсолютное значение фагоцитоза (φ1) имело небольшое превышение у 2 и 3 группы при пониженном значении иммуноглобулинов. Пиковое понижение наблюдалось у 2 группы до 80% при повышении иммуноглобулинов;

- фагоцитарное число (φ2) имело небольшое линейное повышение также у 2 и 3 группы. Пики понижения наблюдались у 2 группы при повышении иммуноглобулинов;

- фагоцитарный индекс (φ3) понизился до 60% для 1 и 2 групп при повышении иммуноглобулинов. Превышение референтного интервала было незначительным, наблюдались небольшие колебания.

У переболевших пациентов:

- абсолютное значение фагоцитоза (φ1) имело пониженные всплески у всех 3 групп от 60 до 30% при пониженном значении иммуноглобулинов.

- фагоцитарное число (φ2) имело линейное понижение до 60% у 2 группы при понижении иммуноглобулинов;

- фагоцитарный индекс (φ3) имел одновременно понижающий и повышающий пики до 40% у второй группы при понижении иммуноглобулинов.

Выводы

Проведено изучение изменения иммунного статуса иммунограмм пациентов в возрасте от 19 до 50 лет на примере Пермского края. Пациенты были сгруппированы на три возрастные группы. У людей в состоянии болезни наблюдались небольшие превышения абсолютного значения фагоцитоза и фагоцитарного числа. Понижения абсолютного значения фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса наблюдались у средней группы при повышенном уровне иммуноглобулинов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность менеджеру медицинского центра «Философия красоты и здоровья» Комягиной Оксане Владимировне.

Список литературы

1. Валов С. Л., Саляхутдинов Р. Р., Тетерина А. Д., Чеглакова Ю. А. Обоснование необходимости изучения особенностей иммунного ответа организма человека при SARS-CoV-2 // Молодежь и медицинская наука в XXI веке : материалы XXII Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. А. Журавлева, Киров, 15 февраля 2021 г. Киров: Кировский государственный медицинский университет 2021. С. 236-239.
2. Михайлова Ю. В., Тюкина Л. Ю., Ишбулдина А. М., Гильмутдинов Р. Г., Обрядина А. П., Жибурт Е. Б. Особенности развития гуморального иммунного ответа у лиц, инфицированных SARS-CoV-2 // Материалы научно-практических конференций в рамках VII Российского конгресса лабораторной медицины (РКЛМ 2021): сборник тезисов, Москва, 19–21 октября 2021 г. Москва, 2021. С. 165.
3. Андреев И. В., Нечай К. О., Андреев А. И., Зубарев А. П., Есаулова Д. Р., Алёнова А. М., Николаева И. А., Чернявская О. П., Ломоносов К. С., Шульженко А. Е., Курбачев О. М., Латышева Е. А., Шартанова Е. В., Назарова Е. В., Романова Л. В., Черченко Н. Г., Смирнов В. В., Аверков О. В., Мартынов А. И., Вечорко В. И., Гудима Г. О., Кудлай Д. А., Хаитов М. Р., Хаитов Р. М. Поствакцинальный и постинфекционный гуморальный иммунный ответ на инфекцию SARS-CoV-2 // Иммунология. 2022. 43(1). 18-32. DOI: 10.33029/0206-4952-2022-43-1-18-32
4. Джумагазиев А. А., Костинов М. П., Безрукова Д. А., Усаева О. В., Безруков Т. Д. Специфика иммунного ответа на вакцинацию SARS-CoV-2 при ожирении // Астраханский медицинский журнал. 2021. 16(2). 18-26. DOI: 10.17021/2021.16.2.18.26
5. Русина В. В., Бобрукевич Д. В., Пилютин О. Ю., Владыко А. С., Григорьева Е. Е., Фомина Е. Г. Характеристика иммунного ответа к спектру вирусных антигенов SARS-CoV-2 в динамике // Лабораторная диагностика. Восточная Европа. 2022. 11(4). 393-403. DOI: 10.34883/PI.2022.11.4.001
6. Погодина Е. А., Лобов А. В., Иванова П. И., Казей В. И., Шубина И. Ж. Индукция иммунного ответа на SARS-CoV-2 при иммуносупрессивных состояниях // Российский биотерапевтический журнал. 2021. 20(4). 18-25. DOI: 10.17650/1726-9784-2021-20-4-18-25
7. Медицина труда и промышленная экология: ежемесячный научно-практический журнал: официальный сайт / Министерство здравоохранения РФ, ГУ

НИИ медицины труда РАМН. 2015. 8. URL: <https://www.journal-irioh.ru/jour/issue/view/43/showToc> (Дата обращения: 24.03.2024)

8. Костарев С. Н., Файзрахманов Р. А., Татарникова Н. А., Новикова О. В., Середа Т. Г. Системный анализ и математическое моделирование инфекционной безопасности заболевания, вызываемого штаммами коронавируса COVID-19 // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023. 13(2). 76-94. DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-76-94

9. Kostarev S. N., Kochetova O. V., Tatarnikova N. A., Sereda T. G. Study of the human infectious safety model under the influence of SARS-CoV-2 on the example of the Perm Krai of the Russian Federation // E3S Web of Conferences. 2021. 282. 06005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202005

10. Sereda T. G., Kostarev S. N., Kochinov Y. A., Kochinova T. V. Building a tool model for the study of the ecosystem «Coronavirus - vector - human - environment» // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. 548. 42030. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042030

11. Костарев С. Н., Середа Т. Г. Исследование параметров иммунитета у детей в период 2020-2021 гг. // Российский иммунологический журнал. 2023. 26(2). 161-172. DOI: 10.46235/1028-7221-1212-SOI

12. Kostarev S., Sereda T. Study of immune system response to coronavirus infection // BIO Web of Conferences. 2024. 84(20). 03008. DOI: 10.1051/bioconf/20248403008

References

1. Valov S. L., Salakhutdinov R. R., Teterina A. D., Cheglakova Yu. A. Obosnovaniye neobkhodimosti izucheniya osobennostey immunnogo otveta organizma cheloveka pri SARS-Cov-2 [Substantiation of the need to study the features of the immune response of the human body in SARS-Cov-2] // Youth and medical science in the XXI century: materials of the XXII All-Russian scientific conference of students and young scientists with international participation, dedicated to the 90th anniversary of the birth of the professor V.A. Zhuravleva, Kirov, February 15, 2021. Kirov: Kirov State Medical University, 2021. P. 236-239.

2. Mikhailova Yu. V., Tyukina L. Yu., Ishbuldina A. M., Gilmutdinov R. G., Obryadina A. P., Zhiburt E. B. Osobennosti razvitiya gumoral'nogo immunnogo otveta u lits, infitsirovannykh SARS-CoV-2 [Features of the development of the humoral immune response in persons infected with SARS-CoV-2] // Materials of scientific and practical conferences within the framework of the VII Russian Congress of Laboratory Medicine (RCLM 2021): collection of abstracts, Moscow, October 19-21, 2021. Moscow, 2021. P. 165.

3. Andreev I. V., Nechai K. O., Andreev A. I., Zubarev A. P., Esaulova D. R., Alyonova A. M., Nikolaeva I. A., Chernyavskaya O. P., Lomonosov K. S., Shulzhenko A. E., Kurbachev O. M., Latysheva E. A., Shartanova E. V., Nazarova E. V., Romanova L. V., Cherchenko N. G., Smirnov V. V., Averkov O. V., Martynov A. I., Vechorko V. I., Gudima G. O., Kudlay D. A., Khaitov M. R., Khaitov R. M. Postvaksinal'nyy i postinfektsionnyy gumoral'nyy immunnyy otvet na infektsiyu SARS-CoV-2 [Postvaccinal and postinfectious humoral immune response to SARS-CoV-2 infection] // Immunology. 2022. 43(1). 18-32. DOI: 10.33029/0206-4952-2022-43-1-18-32

4. Dzhumagaziev A. A., Kostinov M. P., Bezrukova D. A., Usacheva O. V., Bezrukov T. D. Spetsifika immunnogo otveta na vaksinatseyu SARS-CoV-2 pri ozhireнии [Specificity of immune response to vaccination SARS-CoV-2 in obesity] // Astrakhan Medical Journal. 2021. 16(2). 18-26. DOI: 10.17021/2021.16.2.18.26

5. Rusina V. V., Bobrukevich D. V., Pilyugina O. Yu., Vladyko A. S., Grigorieva E. E., Fomina E. G. *Kharakteristika immunnogo otveta k spektru virusnykh antigenov SARS-CoV-2 v dinamike* [Characteristics of the immune response to the spectrum of SARS-CoV-2 viral antigens in dynamics] // *Laboratory diagnostics. Eastern Europe*. 2022. 11(4). 393-40. DOI: 10.34883/PI.2022.11.4.001
6. Pogodina E. A., Lobov A. V., Ivanova P. I., Kazey V. I., Shubina I. J. *Induktsiya immunnogo otveta na SARS-CoV-2 pri immunosupressivnykh sostoyaniyakh* [Induction of anti-SARS-CoV-2 immune reactions in immune compromised patients] // *Russian Journal of Biotherapy*. 2021. 20(4). 18-25. DOI: 10.17650/1726-9784-2021-20-4-18-25
7. Occupational Medicine and Industrial Ecology: monthly scientific and practical journal: official website / Ministry of Health of the Russian Federation, State Research Institute of Occupational Medicine of the Russian Academy of Sciences. 2015. 8. URL: <https://www.journal-irioh.ru/jour/issue/view/43/showToc> (Accessed: 24.03.2024).
8. Kostarev S. N., Fayzrakhmanov R. A., Tatarnikova N. A., Novikova O. V., Sereda T. G. *System analysis and mathematical modeling of infection safety human caused by COVID-19 coronavirus strains* // *Proceedings of the Southwest State University. Series: IT Management, Computer Science, Computer Engineering. Medical Equipment Engineering*. 2023. 13(2). 76-94. DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-76-94
9. Kostarev S. N., Kochetova O. V., Tatarnikova N. A., Sereda T. G. *Study of the human infectious safety model under the influence of SARS-CoV-2 on the example of the Perm Krai of the Russian Federation* // *E3S Web of Conferences*. 2021. 282. 06005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202005
10. Sereda T. G., Kostarev S. N., Kochinov Y. A., Kochinova T. V. *Building a tool model for the study of the ecosystem «Coronavirus - vector - human - environment»* // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 548. 42030. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042030
11. Kostarev S. N., Sereda T. G. *Issledovaniye parametrov immuniteta u detey v period 2020-2021 gg.* [Studies of immune parameters in adolescents over the period of 2020-2021] // *Russian Journal of Immunology*. 2023. 26(2). 161-172. DOI: 10.46235/1028-7221-1212-SOI
12. Kostarev S., Sereda T. *Study of immune system response to coronavirus infection* // *BIO Web of Conferences*. 2024. 84(20). 03008. DOI: 10.1051/bioconf/20248403008

Информация об авторах

Костарев Сергей Николаевич – доктор технических наук, доцент, профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова; профессор, Пермский институт ФСИН России (Пермь, Россия), ORCID: 0000-0002-3097-7037, iums@dom.raid.ru

Середа Татьяна Геннадьевна – доктор технических наук, доцент, профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова (Пермь, Россия), ORCID: 0009-0003-3994-165X, iumsstg@mail.ru