

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦИТОКИНОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ, БОЛЕВШИХ РАНЕЕ И НЕ БОЛЕВШИХ COVID-19

Сафронова Э.А.<sup>1,2</sup>, Рябова Л.В.<sup>1</sup>, Зурочка А.В.<sup>3,4</sup>, Добрынина М.А.<sup>2,3,4</sup>, Праскурничий Е.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГБУН «Институт иммунологии и физиологии» Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> ФБУН «Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций “Виром”» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, г. Екатеринбург, Россия

<sup>5</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**Резюме.** Цель исследования – изучить уровень цитокинов в сыворотке крови больных с ОКС болевших и не болевших COVID-19 в динамике заболевания и лечения. Задачи исследования: выявить группы пациентов с ОКС, перенесших ранее COVID-19 и не болевших этим заболеванием.

Определить уровни цитокинов исходно и в динамике у 2 групп пациентов, болевших и не болевших COVID-19. Произведено исследование содержания цитокинов у 20 больных мужского пола с ОКС без COVID-19 в анамнезе и с ОКС с постковидным синдромом. Содержание цитокинов определялось мультиплексным анализом на приборе MagPix 100, применяли тест системы для мультиплексного анализа BioRad, США на 17 цитокинов. Исходя из полученных данных можно отметить, что у пациентов, переболевших COVID-19 в сопоставлении с лицами без COVID-19 ранее, были достоверно ниже IL-10, IL-1 $\beta$ , IL-8, а также выше IL-13, IL-6, MCP-1. В динамике статистически значимо ( $p < 0,05$ ) у пациентов, переболевших ранее COVID-19, снизились: IL-10, IL-13, IL-2, IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , повысился IL-8 ( $p < 0,05$ ). У больных без COVID-19 в анамнезе: статистиче-

### Адрес для переписки:

Сафронова Элеонора Аркадьевна  
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения РФ  
454114, Россия, г. Челябинск, ул. Воровского, 64.  
Тел.: 8 (982) 316-34-71.  
E-mail: safronovaeleonora68@gmail.com

### Address for correspondence:

Eleonora A. Safronova  
South Ural State Medical University  
64 Vorovsky St  
Chelyabinsk  
454114 Russian Federation  
Phone: +7 (982) 316-34-71.  
E-mail: safronovaeleonora68@gmail.com

### Образец цитирования:

Э.А. Сафронова, Л.В. Рябова, А.В. Зурочка,  
М.А. Добрынина, Е.А. Праскурничий «Динамическая  
оценка цитокинов в периферической крови у пациентов  
с острым коронарным синдромом, болевших ранее и не  
болевших COVID-19» // Российский иммунологический  
журнал, 2025. Т. 28, № 2. С. 321-328.  
doi: 10.46235/1028-7221-17052-DEO

© Сафронова Э.А. и соавт., 2025

Эта статья распространяется по лицензии  
Creative Commons Attribution 4.0

### For citation:

E.A. Safronova, L.V. Ryabova, A.V. Zurochka,  
M.A. Dobrynina, E.A. Praskurnichiy “Dynamic evaluation  
of peripheral blood cytokines in former COVID-19 patients with  
acute coronary syndrome”, Russian Journal of Immunology/  
Rossiyskiy Immunologicheskiy Zhurnal, 2025, Vol. 28, no. 2,  
pp. 321-328.  
doi: 10.46235/1028-7221-17052-DEO

© Safronova E.A. et al., 2025

The article can be used under the Creative  
Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.46235/1028-7221-17052-DEO

ски значимо в динамике снизились:  $IFN\gamma$ , IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ ,  $TNF\alpha$ , повысился IL-8 ( $p < 0,05$ ). У пациентов с постковидным синдромом по сравнению с лицами без COVID-19 в анамнезе, имелось большее содержание провоспалительных цитокинов, в частности: IL-6, IL-8, MCP-1. В динамике после комплексной терапии (медикаментозной и стентирования коронарных артерий) через 28 дней произошло улучшение некоторых показателей, в частности в обеих группах (болевших ранее и не болевших COVID-19), статистически значимо ( $p < 0,05$ ) снизились провоспалительные цитокины: IL-6, IL-8, MCP-1, MCP-1 $\beta$ ,  $TNF\alpha$ , повысился ( $p < 0,05$ ) противовоспалительный цитокин IL-10. Таким образом, получены нарушения регуляции иммунной системы и, в первую очередь, показателей хемокинов у пациентов с постковидным синдромом и ОКС в отличие от лиц с ОКС, не болевших COVID-19 ранее. У больных острым коронарным синдромом переболевших COVID-19 наблюдается более выраженное нарушение цитокиновой регуляции иммунной системы по сравнению с пациентами, не болевшими короновирусной инфекцией.

*Ключевые слова:* цитокины, постковидный синдром, COVID-19, острый коронарный синдром, стентирование коронарных артерий, иммунная система

## DYNAMIC EVALUATION OF PERIPHERAL BLOOD CYTOKINES IN FORMER COVID-19 PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME

Safronova E.A.<sup>a,b</sup>, Ryabova L.V.<sup>a</sup>, Zurochka A.V.<sup>c,d</sup>, Dobrynina M.A.<sup>b,c,d</sup>, Praskurnichiy E.A.<sup>e</sup>

<sup>a</sup> South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>b</sup> A. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

<sup>c</sup> Institute of Immunology and Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation

<sup>d</sup> Federal Research Institute of Viral Infections "Virom", Yekaterinburg, Russian Federation

<sup>e</sup> N. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The purpose of this study was to evaluate the level of cytokines in the blood serum of patients with acute coronary syndrome (ACS) who had and did not have COVID-19 in the dynamics of the disease and treatment. Our objectives were as follows: To identify groups of patients with ACS who had previously suffered from COVID-19 and who did not have this disease; to determine cytokine levels initially and over time in 2 groups of patients, i.e., those with and without previous COVID-19. Measurement of cytokine levels was carried out in 20 male patients with ACS without a history of COVID-19 and ACS patients with post-COVID syndrome. The contents of cytokines were determined by multiplex analysis on a MagPix 100 device using a test system from BioRad (USA) for 17 cytokines. As based on the data obtained, one may note that in patients who recovered from COVID-19, compared with persons without previous COVID-19, IL-10, IL-1 $\beta$ , IL-8 levels were significantly lower, and IL-13, IL-6, MCP-1 contents were increased. In the course of time, a statistically significant decrease ( $p < 0.05$ ) was found in patients who had previously had COVID-19 for IL-10, IL-13, IL-2, IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ ,  $TNF\alpha$ , whereas IL-8 levels were increased ( $p < 0.05$ ). In patients without a history of COVID-19, a statistically significant decrease was revealed in dynamics for  $IFN\gamma$ , IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ ,  $TNF\alpha$ , along with increase in IL-8 contents ( $p < 0.05$ ). Patients with post-COVID syndrome, compared with those without a history of COVID-19, had a higher content of pro-inflammatory cytokines, in particular, IL-6, IL-8, MCP-1. In the time dynamics after complex therapy (drug and stenting of coronary arteries), there was an improvement in some indices 28 days later. In particular, in both groups (those previously ill, versus not exposed to COVID-19), the following pro-inflammatory cytokines were decreased significantly ( $p < 0.05$ ): IL-6, IL-8, MCP-1, MCP-1 $\beta$ ,  $TNF\alpha$ . Meanwhile, the anti-inflammatory cytokine IL-10 was increased

( $p < 0.05$ ). Hence, the disturbances in regulation of immunity and, first of all, in chemokine parameters, were obtained in the patients with post-COVID syndrome and ACS, in contrast to the persons with ACS who was not previously affected by COVID-19. In patients with acute coronary syndrome who have recovered from COVID-19, we have found a more pronounced disruption of cytokine regulation of immune system than in patients who did not suffer from the coronavirus infection.

*Keywords: cytokines, post-COVID syndrome, COVID-19, acute coronary syndrome, coronary artery stenting, immune system*

## Введение

Постковидный синдром играет большую роль в развитии иммунных нарушений многих органов и систем. В работах Добрыниной М.А. и соавт. показано, что у 50-65% пациентов, перенесших SARS-CoV-2-инфекцию, через 6 месяцев [2] сохраняется повреждение врожденных систем иммунитета, при этом такое нарушение сопровождается и нарушениями эритроидного и тромбоцитарного ростка кроветворения [1, 3]. Проведенное исследование у пациентов с постковидным синдромом с нарушением уровня В1-клеток памяти выявило резкое повышение данных клеток у 15,3% обследованных. Это сопровождалось увеличением общих В-клеток памяти и В1-общих лимфоцитов (преимущественно за счет В1-клеток памяти), повышенным уровнем общих Т-лимфоцитов и общего IgA. В то же время у данной группы пациентов отмечалось резкое снижение плазмочитов и В2-лимфоцитов (как клеток памяти, так и не клеток памяти), натуральных киллеров, Т-регуляторных клеток, Т-клеток ранней активации (CD25<sup>+</sup>) и С3а-фрагмента комплемента [10]. Эти данные говорят о том, что у пациентов формируется особый тип нарушения иммунной системы, а именно дезорганизация переключения В-лимфоцитов с синтеза IgM на IgG и IgA, что приводит к резкому снижению В2-субпопуляций лимфоцитов. Возможно, такое нарушение связано с резким снижением Т-регуляторных лимфоцитов и Т-лимфоцитов, отвечающих за регуляцию формирования дифференцировки В-лимфоцитов [10] с клеток, несущих IgM-рецепторы, на клетки, синтезирующие IgG и IgA (Т-лимфоцитов ранней активации, несущих маркер к IL-2). Кроме того, у таких больных также наблюдается снижение параметров гемоглобина и тромбоцитов, что может в свою очередь способствовать у них проявлениям гипоксии и возможному нарушению системы свертывания крови [4, 10]. Постковидный синдром также играет большую роль в развитии острого коронарного синдрома (ОКС). У лиц с острым коронарным синдромом, перенесших COVID-19 с

преимущественно нормальным и повышенным уровнем цитотоксических Т-клеток, наблюдалось более тяжелое течение заболевания: преобладали пациенты с острым инфарктом миокарда, у них была выше смертность, длительное лечение и стентирование. тромбоз наблюдался чаще. У больных с повышенными цитотоксическими Т-клетками отмечалось максимальное увеличение эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, лимфоцитов как общего количества, так и субпопуляций – Т-хелперов, Т-НК-лимфоцитов, НК-лимфоцитов, Т-лимфоцитов ранней и поздней активации, В1 и В2-лимфоциты, показатель НСТ-индуцированного теста. У пациентов с нормальным уровнем НК-клеток по сравнению с другими группами наблюдалось увеличение спонтанной активности и индекса НСТ, достоверное снижение С3а и С5а фрагментов комплемента. Распространенность тромбоза стента и смертность в группе пациентов с нормальным уровнем цитотоксических Т-клеток могут указывать на вялость иммунной системы у этих пациентов с плохими исходами [7, 13].

**Цель исследования** – изучить уровень цитокинов в сыворотке крови больных с ОКС болевших и не болевших COVID-19 в динамике заболевания и лечения.

**Задачи исследования:** выявить группы пациентов с ОКС, перенесших ранее COVID-19 и не болевших этим заболеванием.

Определить уровни цитокинов исходно и в динамике у 2 групп пациентов, болевших и не болевших COVID-19.

## Материалы и методы

Произведено исследование содержания цитокинов у 20 больных мужского пола с ОКС без COVID-19 в анамнезе [6] и с ОКС с постковидным синдромом. Содержание цитокинов определялось мультиплексным анализом на приборе MagPix 100, применяли тест системы для мультиплексного анализа BioRad, США на 17 цитокинов [5]. Все больные подписывали информированное согласие (протокол Этического комитета

**ТАБЛИЦА 1. ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ЦИТОКИНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ, БОЛЕВШИХ И НЕ БОЛЕВШИХ COVID-19**

TABLE 1. DYNAMIC FEATURES OF THE CONTENT OF CYTOKINES IN THE BLOOD SERUM OF PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME WHO HAD AND DID NOT HAVE COVID-19

Показатель Index	Болевшие COVID-19 исходно Sick with COVID-19 initially	Болевшие COVID-19 в динамике Sick with COVID-19 in dynamics	Не болевшие COVID-19 исходно Did not have COVID-19 at baseline	Не болевшие COVID-19 в динамике Those who have not had COVID-19 over time	p
GM-CSF, пг/мл GM-CSF, pg/mL	0,061±0,033	0,096±0,054	0,153±0,073	0,218±0,107	
IFN $\gamma$ , пг/мл IFN $\gamma$ , pg/mL	1,141±0,465	0,750±0,367	0,785±0,350	0,248±0,125	p <sub>3,4</sub> = 0,049
IL-10, пг/мл IL-10, pg/mL	1,151±0,398	0,372±0,104	16,470±7,441	37,743±25,797	p <sub>1,2</sub> = 0,033 p <sub>1,3</sub> = 0,023
IL-12, пг/мл IL-12, pg/mL	0,141±0,070	0,548±0,151	0,728±0,224	0,727±0,341	
IL-13, пг/мл IL-13, pg/mL	0,292±0,124	0,034±0,007	0,034±0,007	0,056±0,023	p <sub>1,2</sub> = 0,049 p <sub>1,3</sub> = 0,049
IL-17, пг/мл IL-17, pg/mL	0,185±0,120	0,474±0,290	0,595±0,403	0,654±0,302	
IL-1 $\beta$ , пг/мл IL-1 $\beta$ , pg/mL	0,062±0,024	1,169±0,735	2,053±1,233	0,926±0,537	p <sub>1,3</sub> = 0,049
IL-2, пг/мл IL-2, pg/mL	2,502±1,547	0,222±0,100	0,523±0,164	0,366±0,169	p <sub>1,2</sub> = 0,049
IL-4, пг/мл IL-4, pg/mL	0,350±0,234	0,074±0,035	0,108±0,067	0,078±0,046	
IL-5, пг/мл IL-5, pg/mL	1,178±0,525	1,175±0,625	2,416±0,971	1,003±0,454	
IL-6, пг/мл IL-6, pg/mL	6,991±3,188	0,891±0,285	3,302±1,073	1,080±0,489	p <sub>1,2</sub> = 0,032 p <sub>1,3</sub> = 0,049 p <sub>3,4</sub> = 0,033
IL-7, пг/мл IL-7, pg/mL	0,626±0,206	0,626±0,206	0,756±0,271	0,831±0,396	
IL-8, пг/мл IL-8, pg/mL	95,717±53,527	320,476±129,535	288,365±54,241	358,413±52,819	p <sub>1,2</sub> = 0,049 p <sub>1,3</sub> = 0,030 p <sub>3,4</sub> = 0,049
MCP-1, пг/мл MCP-1, pg/mL	98,717±23,965	77,224±15,404	77,111±18,996	46,921±11,512	p <sub>1,2</sub> = 0,049 p <sub>1,3</sub> = 0,049 p <sub>3,4</sub> = 0,049
MIP-1 $\beta$ , пг/мл MIP-1 $\beta$ , pg/mL	55,489±18,669	16,865±3,383	53,871±10,734	32,810±5,955	p <sub>1,2</sub> = 0,024 p <sub>3,4</sub> = 0,049
TNF $\alpha$ , пг/мл TNF $\alpha$ , pg/mL	6,899±1,272	2,959±0,518	9,010±2,204	4,288±0,798	p <sub>1,2</sub> = 0,003 p <sub>3,4</sub> = 0,029

Примечание. IL – интерлейкин, TNF – туморнекротический фактор, MIP-1 $\beta$  – макрофагальный воспалительный белок 1 $\beta$ , MCP-1 – моноцитарный хемоаттрактантный белок-1, GM-CSF – гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор, IFN $\gamma$  – интерферон гамма.

Note. IL, interleukin; TNF, tumor necrotic factor; MIP-1 $\beta$ , macrophage inflammatory protein 1 $\beta$ ; MCP- $\beta$ , monocyte chemoattractant protein-1; GM-CSF, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor; IFN $\gamma$ , interferon gamma.

ЮУГМУ Минздрава России № 9 от 11.09.2006 и протокол этического комитета ГАУЗ ОТКЗ ГКБ № 1 г. Челябинска № 12 от 10.10.2022) [6].

Обе группы пациентов не отличались по возрасту, продолжительность госпитализации и развитие острого инфаркта миокарда преобладали у лиц с постковидным синдромом.

В таблице 1 представлены данные о содержании цитокинов в периферической крови лиц, перенесших и не перенесших COVID-19 исходно и в динамике (через 28 дней).

## Результаты и обсуждение

Исходя из полученных данных, можно отметить, что у пациентов, переболевших COVID-19 в сопоставлении с лицами без COVID-19 ранее, был достоверно ниже IL-10, IL-1 $\beta$ , IL-8, а также выше IL-13, IL-6, MCP-1. В динамике статистически значимо ( $p < 0,05$ ) у пациентов, переболевших ранее COVID-19, снизились: IL-10, IL-13, IL-2, IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , повысился IL-8 ( $p < 0,05$ ). У больных без COVID-19 в анамнезе: статистически значимо в динамике снизились: IFN $\gamma$ , IL-6, MCP-1, MIP-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , повысился IL-8 ( $p < 0,05$ ). У пациентов с постковидным синдромом по сравнению с лицами без COVID-19 в анамнезе [8], имелось большее содержание провоспалительных цитокинов, в частности: IL-6, IL-8, MCP-1. В динамике после комплексной терапии (медикаментозной и стентирования коронарных артерий) через 28 дней произошло улучшение некоторых показателей,

в частности в обеих группах (болевших ранее и не болевших COVID-19), статистически значимо ( $p < 0,05$ ) снизились провоспалительные цитокины: IL-6, IL-8, MCP-1, MCP-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , повысился ( $p < 0,05$ ) противовоспалительный цитокин IL-10. В работе Eberhardt N. и соавт. проиллюстрировано, что COVID-19 вызывает мощную воспалительную реакцию, включающую интерлейкины IL-6 и IL-1 $\beta$ , ключевые цитокины, которые, как известно, вызывают ишемические сердечно-сосудистые события. Инфекция COVID-19 атеросклеротических сосудистых эксплантатов человека повторяет иммунный ответ, наблюдаемый в культивируемых макрофагах, включая секрецию проатерогенных цитокинов [11]. Li H. и соавт. в своей работе показали, что повышенный уровень интерлейкина-6 в крови может быть независимо связан с более высоким риском сердечно-сосудистой смертности и смертности от всех причин у пациентов с ОКС [12].

Таким образом, получены нарушения регуляции иммунной системы и, в первую очередь, показателей хемокинов у пациентов с постковидным синдромом и ОКС в отличие от лиц с ОКС, не болевших COVID-19 ранее.

## Выводы

У больных острым коронарным синдромом переболевших COVID-19, наблюдается более выраженное нарушение цитокиновой регуляции иммунной системы, по сравнению с пациентами, не болевшими коронавирусной инфекцией [6].

## Список литературы / References

1. Добрынина М.А., Зурочка А.В., Зурочка В.А., Рябова Л.В., Сарапульцев А.П. Формирование подходов к иммунокоррекции нарушений иммунной системы у постковидных пациентов // Российский иммунологический журнал, 2023. Т. 26, № 4. С. 641-646. [Dobrynina M.A., Zurochka A.V., Zurochka V.A., Ryabova L.V., Sarapultsev A.P. Formation of approaches to immunocorrection of immune system disorders in post-Covid patients. *Rossiyskiy immunologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Immunology*, 2023, Vol. 26, no. 4, pp. 641-646. (In Russ.)] doi: 10.46235/1028-7221-13492-ATC.
2. Добрынина М.А., Зурочка А.В., Комелькова М.В., Luo S., Семенова Д.А. Оценка взаимосвязи нарушения цитотоксических Т-лимфоцитов с другими компартментами иммунной системы у постковидных пациентов // Вестник уральской медицинской академической науки, 2022. Т. 19, № 3. С. 294-303. [Dobrynina M.A., Zurochka A.V., Komelkova M.V., Luo S., Semenova D.A. Assessment of the relationship between the disturbance of cytotoxic T-lymphocytes and other compartments of the immune system in post-Covid patients. *Vestnik uralskoy meditsinskoy akademicheskoy nauki = Bulletin of the Ural Medical Academic Science*, 2022, Vol. 19, no. 3, pp. 294-303. (In Russ.)] doi: 10.22138/2500-0918-2022-19-3-294-303.
3. Добрынина М.А., Зурочка А.В., Комелькова М.В., Зурочка В.А., Праскурничий Е.А., Рябова Л.В., Сарапульцев А.П. Изменения врожденных факторов иммунной системы по данным изучения иммунной

системы периферической крови у постковидных пациентов // Инфекция и иммунитет, 2023. Т. 13, № 5. С. 864-872. [Dobrynina M.A., Zurochka A.V., Komelkova M.V., Zurochka V.A., Praskurnichiy E.A., Ryabova L.V., Sarapultsev A.P. Changes in innate factors of the immune system according to a study of the peripheral blood immune system in post-Covid patients. *Infektsiya i immunitet = Russian Journal of Infection and Immunity*, 2023, Vol. 13, no.5, pp. 864-872. (In Russ.)]. doi: 10.15789/2220-7619-АП-9641.

4. Добрынина М.А., Зурочка А.В., Комелькова М.В., Зурочка В.А., Праскурничий Е.А., Рябова Л.В., Сарапульцев А.П. Нарушение В-клеточного звена иммунной системы и связанных с ним нарушений иммунитета у постковидных пациентов // Российский иммунологический журнал, 2023. Т. 26, № 3. С. 241-250. [Dobrynina M.A., Zurochka A.V., Komelkova M.V., Zurochka V.A., Praskurnichiy E.A., Ryabova L.V., Sarapultsev A.P. Disturbance of the B-cell component of the immune system and associated immunity disorders in post-Covid patients. *Rossiyskiy immunologicheskii zhurnal = Russian Journal of Immunology*, 2023, Vol. 26, no. 3, pp. 241-250. (In Russ.)] doi: 10.46235/1028-7221-9636-DIT.

5. Зурочка А.В., Хайдуков С.В., Кудрявцев И.В., Черешнев В.А. Проточная цитометрия в медицине и биологии. 2 изд., доп. и расш. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 576 с. [Zurochka A.V., Khaidukov S.V., Kudryavtsev I.V., Chereshev V.A. Flow cytometry in medicine and biology. 2<sup>nd</sup> edition supplemented and expanded]. Yekaterinburg: RIO Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014. 576 p.

6. Сафронова Э.А., Рябова Л.В. Особенности Т-клеточного звена иммунитета у больных с острым коронарным синдромом, болевших и не болевших COVID-19, в зависимости от содержания натуральных киллеров // Российский иммунологический журнал, 2023. Т. 26, № 3. С. 389-396. [Safronova E.A., Ryabova L.V. Features of the T-cell immunity in patients with acute coronary syndrome, with and without COVID-19, depending on the content of natural killer cells. *Rossiyskiy immunologicheskii zhurnal = Russian Journal of Immunology*, 2023, Vol. 26, no. 3, pp. 389-396. (In Russ.)] doi: 10.46235/1028-7221-9640-FOT.

7. Сафронова Э.А., Рябова Л.В., Зурочка А.В. Клинико-иммунологическая характеристика пациентов с острым коронарным синдромом, перенесших Covid-19 // Вестник Уральской медицинской академической науки, 2023. Т. 20, № 1-2. С. 31-39. [Safronova E.A., Ryabova L.V., Zurochka A.V. Clinical and immunological characteristics of patients with acute coronary syndrome who have had Covid-19. *Vestnik uralskoy meditsinskoy akademicheskoy nauki = Bulletin of the Ural Medical Academic Science*, 2023, Vol. 20, no. 1-2, pp. 31-39. (In Russ.)]

8. Сафронова Э.А., Рябова Л.В., Зурочка А.В. Особенности иммунного статуса пациентов с острым коронарным синдромом, болевших и не болевших COVID-19, в зависимости от уровня В1-лимфоцитов // Российский иммунологический журнал, 2023. Т. 26, № 4. С. 619-626. [Safronova E.A., Ryabova L.V., Zurochka A.V. Features of the immune status of patients with acute coronary syndrome, those with and without COVID-19, depending on the level of B1 lymphocytes. *Rossiyskiy immunologicheskii zhurnal = Russian Journal of Immunology*, 2023, Vol. 26, no. 4, pp. 619-626. (In Russ.)] doi: 10.46235/1028-7221-13989-FOI.

9. Сафронова Э.А., Рябова Л.В., Зурочка А.В., Добрынина М.А., Задорина Е.В. Динамическая оценка Т-лимфоцитов и гуморального иммунитета у пациентов с острым коронарным синдромом, болевших и не болевших COVID-19, в зависимости от содержания CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>Т-лимфоцитов // Медицинский вестник Юга России, 2024. Т.15, № 1. С. 148-158. [Safronova E.A., Ryabova L.V., Zurochka A.V., Dobrynina M.A., Zadorina E.V. Dynamic assessment of T-lymphocytes and humoral immunity in patients with acute coronary syndrome, with and without COVID-19, depending on the content of CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T-lymphocytes. *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii = Medical Bulletin of the South of Russia*, 2024, Vol. 15, no. 1, pp. 148-158. (In Russ.)]

10. Dobrynina M.A., Ibragimov R.V., Kritsky I.S., Verkhovskaya M.D., Mosunov A.A., Sarapultsev G.P., Zurochka A.V., Zurochka V.A., Sarapultsev A.P., Komelkova M.V., Ryabova L.V., Praskurnichiy E.A. Post-COVID immunopatology syndrome: characteristics of phenotypical changes in the immune system in post-COVID patients. *Medical Immunology (Russia)*, 2023, Vol. 25, no. 4, pp. 791-796. doi: 10.15789/1563-0625-PCI-2707.

11. Eberhardt N., Noval M.G., Kaur R., Sajja S., Amadori L., Das D., Cilhoroz B., Stewart O., Fernandez D.M., Shamailova R., Guillen A.V., Jangra S., Schotsaert M., Gildea M., Newman J.D., Faries P., Maldonado T., Rockman C., Rapkiewicz A., Stapleford K.A., Narula N., Moore K.J., Giannarelli C. SARS-CoV-2 infection triggers

pro-atherogenic inflammatory responses in human coronary vessels. *bioRxiv [Preprint]*, 2023, 2023.08.14.553245. doi: 10.1101/2023.08.14.553245. Update in: *Nat. Cardiovasc. Res.*, 2023, Vol. 2, no. 10, pp. 899-916.

12. Li H., Cen K., Sun W., Feng B. Predictive value of blood interleukin-6 level in patients with acute coronary syndrome: a meta-analysis. *Immunol. Invest.*, 2021, Vol. 50, no. 8, pp. 964-976.

13. Safronova E.A., Ryabova L.V., Zurochka A.V. Features of the immune status of patients with acute coronary syndrome who underwent COVID-19, depending on the number of cytotoxic T lymphocytes (CD8+). *Medical Immunology (Russia)*, 2023, Vol. 25, no. 4, pp. 785-790. doi: 10.15789/1563-0625-FOT-2834.

---

**Авторы:**

**Сафронова Э.А.** — к.м.н., доцент кафедры поликлинической терапии и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Челябинск; ассистент кафедры терапии Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

**Рябова Л.В.** — д.м.н., доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, медицины катастроф, скорой и неотложной медицинской помощи ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Челябинск, Россия

**Зурочка А.В.** — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунопатофизиологии ФГБУН «Институт иммунологии и физиологии» Уральского отделения Российской академии наук; ведущий научный сотрудник лаборатории трансмиссивных вирусных инфекций ФБУН «Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций “Вирум”» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, г. Екатеринбург, Россия

**Authors:**

**Safronova E.A.**, PhD (Medicine), Associate Professor, Department of Polyclinic Therapy and Clinical Pharmacology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk; Assistant Professor, Department of Therapy of the University of Innovation and Continuing Education, A. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

**Ryabova L.V.**, PhD, MD (Medicine), Associate Professor, Professor, Department of Life Safety, Disaster Medicine, Emergency Medicine, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

**Zurochka A.V.**, PhD, MD (Medicine), Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Leading Research Associate, Laboratory of Immunopathophysiology, Institute of Immunology and Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences; Leading Research Associate, Laboratory of Transmissible Viral Diseases, Federal Research Institute of Viral Infections “Virom”, Yekaterinburg, Russian Federation

**Добрынина М.А.** — к.м.н., научный сотрудник лаборатории иммунопатофизиологии ФГБУН «Институт иммунологии и физиологии» Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург; старший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных вирусных инфекций ФБУН «Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций “Вирум”» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, г. Екатеринбург; доцент кафедры терапии Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

**Праскурничий Е.А.** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапии медико-биологического факультета ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**Dobrynina M.A., PhD (Medicine),** Research Associate, Laboratory of Immunopathophysiology, Institute of Immunology and Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg; Senior Research Associate, Laboratory of Transmissible Viral Diseases, Federal Research Institute of Viral Infections “Virom”, Yekaterinburg; Associate Professor, Department of Therapy of the University of Innovation and Continuing Education, A. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

**Praskurnichiy E.A., PhD, MD (Medicine),** Professor, Head, Department of Therapy, Faculty of Medical Biology, N. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

---

Поступила 31.07.2024  
Принята к печати 06.08.2024

Received 31.07.2024  
Accepted 06.08.2024