

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 632.938.2

<https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-4-51-57>

3.2.7. Аллергология и иммунология
(медицинские науки)

**УРОВЕНЬ РАСТВОРИМОГО РЕЦЕПТОРА К IL-2 У ВЗРОСЛЫХ
С ХРОНИЧЕСКИМ РИНОСИНУСИТОМ**

Элеонора Борисовна Белан¹, Наталья Валерьевна Тарасова¹,
Мария Владимировна Соколова¹, Андрей Вадимович Горшенин²

¹Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

²Научно-исследовательский институт гигиены токсикологии и профпатологии ФМБА России, Волгоград, Россия

Аннотация. Хронический риносинусит является одним из самых распространенных хронических заболеваний человека. Одним из маркеров активации иммунологических процессов, представляющих интерес, является растворимый рецептор к IL-2 (sIL-2R). Повышение концентрации sIL-2R сопровождается многими воспалительными заболеваниями, в том числе с вовлечением иммунопатологических процессов. **Целью исследования** явилось изучение локальной продукции sIL-2R у лиц пожилого и старческого возраста с хроническим риносинуситом. **Материалы и методы.** Из числа пациентов, включенных в исследование ($n = 147$), сформированы 4 группы. Содержание sIL-2R в назальном секрете оценивали с помощью набора иммуноферментного анализа (Multiscan Accent; реагенты FineTest) согласно инструкции. **Результаты исследования.** Полученные данные показывают, что в назальном секрете у лиц старческого возраста продукция sIL-2R достоверно выше, чем у лиц пожилого возраста (Me 13,2 [10,2;13,4] пг/мл vs Me 43 [35;46] пг/мл, $p = 0,014$). Анализ возрастных особенностей у лиц с хроническим риносинуситом указывает на то, что уровень рецептора у больных зрелого возраста сопоставим с показателем у лиц пожилого и старческого возраста соответственно (Me 32,2 [28;45,5] пг/мл vs Me 72,9 [57,2;79] пг/мл vs Me 79 [65;99] пг/мл) и демонстрирует увеличение продукции sIL-2R с возрастом. **Заключение.** Старческий возраст по сравнению с пожилым ассоциируется с более высокой продукцией sIL-2R в полости носа. Воспалительный процесс при обострении хронического риносинусита характеризуется усилением его продукции, однако разница по показателю между пациентами пожилого и старческого возраста отсутствует.

Ключевые слова: хронический риносинусит, слизистая оболочка полости носа, пожилой и старческий возраст, sIL-2R

Для цитирования: Белан Э. Б., Тарасова Н. В., Соколова М. В., Горшенин А. В. Уровень растворимого рецептора к IL-2 у взрослых с хроническим риносинуситом // Астраханский медицинский журнал. 2025. Т. 20, № 4. С. 51–57. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-4-51-57>.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

**THE LEVEL OF SOLUBLE IL-2 RECEPTOR IN ADULTS
WITH CHRONIC RHINOSINUSITIS**

Eleonora B. Belan¹, Natalia V. Tarasova¹,
Maria V. Sokolova¹, Andrey V. Gorshenin²

¹Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

²Scientific Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology of the FMBA of Russia, Volgograd, Russia

Abstract. Chronic rhinosinusitis is one of the most common chronic human diseases. One of the markers of activation of immunological processes of interest is the soluble IL-2 receptor (sIL-2R). An increase in the concentration of sIL-2R accompanies many inflammatory diseases, including those involving immunopathological processes.

The aim of the study was to study the local production of sIL-2R in elderly and senile people with chronic rhinosinusitis. **Material and research methods.** Of the patients included in the study ($n = 147$), 4 groups were formed. The content of sIL-2R in nasal secretions was assessed using an enzyme immunoassay kit (Multiscan Accent; FineTest reagents) according to the instructions. **Research results.** In general, the data obtained show that sIL-2R production in the nasal secretions of elderly people is significantly higher than in the elderly (Iu 13.2[10.2;13.4] pg/ml vs Me 43[35;46] pg/ml, $p = 0.014$). An analysis of age-related features in patients with chronic rhinosinusitis indicates that the level of the receptor in mature patients is comparable to that in the elderly and senile, respectively (Me 32.2[28;45.5] pg/ml vs Me 72.9[57.2;79] pg/ml vs Me 79[65;99] pg/ml) and demonstrates an increase in sIL-2R production with age. **Conclusion.** Senile age compared with the elderly is associated with higher production of sIL-2R in the nasal cavity. The inflammatory process during exacerbation of chronic rhinosinusitis is characterized by an increase in its production, but there is no difference in the indicator between elderly and senile patients.

Key words: chronic rhinosinusitis; nasal mucosa; elderly and senile age; sIL-2R

For citation: Belan E. B., Tarasova N. V., Sokolova M. V., Gorshenin A. V. The level of soluble IL-2 receptor in adults with chronic rhinosinusitis. Astrakhan Medical Journal. 2025; 20 (4): 51–57. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-4-51-57> (In Russ.).

Введение. Хронический риносинусит (ХРС) является одним из самых распространенных хронических заболеваний человека [1]. Знание возрастных морфофункциональных особенностей дыхательных путей будет способствовать оптимизации лечения пациентов.

Известно, что возрастные изменения слизистой оболочки в пожилом и старческом возрасте влияют на патогенез и течение ХРС, что необходимо учитывать при ведении таких больных. Кроме того, важной задачей является поиск информативных биомаркеров ХРС, способных определять эндотип заболевания и его прогноз, а также способствовать дифференциальной диагностике патологии [2–4].

Одним из маркеров активации иммунологических процессов является растворимый рецептор к IL-2 (sIL-2R) [5]. Можно предположить, что недостаточность иммунного ответа может быть следствием несостоятельности рецепции стимулирующих сигналов, в том числе вследствие избыточного «смыывания» рецептора с клеточной поверхности Т-лимфоцитов, что, в свою очередь, приведет к нарушениям Т-клеточного ответа при воспалительных процессах, а при аллергических заболеваниях – к нарушению формирования иммунологической толерантности и эскалации аллергического воспаления [6, 7].

Повышение концентрации sIL-2R сопровождает многие воспалительные заболевания, в том числе с вовлечением иммунопатологических процессов [6–8]. В литературе имеются ограниченные сведения о локальной продукции регуляторных цитокинов. Кроме того, мы не встретили данных о sIL-2R как маркере воспаления при патологии ЛОР-органов.

Цель: изучить локальную продукцию sIL-2R у лиц пожилого и старческого возраста с хроническим риносинуситом.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось во взрослом отделении оториноларингологии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Волгоградская областная клиническая больница № 1» (ГБУЗ ВОКБ № 1) и на кафедре иммунологии и аллергологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО «ВолгГМУ» Минздрава России).

Дизайн: кросс-секционное обсервационное исследование в параллельных группах.

Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта ФГБОУ ВО «ВолгГМУ» Минздрава России № 2127-КО. Работа одобрена Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «ВолгГМУ» Минздрава России (справка № 2024/238, заседание Локального Этического Комитета от 09.10.2024). На все виды исследования получено информированное согласие пациентов по установленной форме.

Критерии включения: возраст 45–90 лет; подтвержденный диагноз ХРС.

Критерии исключения: аллергические заболевания; первичный иммунодефицит; курение; онкологическое заболевание любой системы органов; хронический полипозный риносинусит; острые (обострение хронических) заболевания другой локализации; вакцинация и использование иммунотропных препаратов в течение 3 мес до начала исследования.

Группы сравнения составили больные 45–59 лет с подтвержденным диагнозом ХРС и пациенты 60–90 лет, не имевшие патологии носа и околоносовых пазух, давшие согласие на участие в исследовании.

Из числа пациентов, включенных в исследование ($n = 147$), сформированы следующие группы:
 1 группа (группа сравнения 1) – пациенты без ХРС в возрасте 60–74 лет (28);
 2 группа (группа сравнения 2) – пациенты без ХРС в возрасте 75–90 лет (32);
 3 группа (группа сравнения 3) – пациенты с ХРС в возрасте 45–59 лет (32);
 4 группа – пациенты с ХРС в возрасте 60–74 лет (23);
 5 группа – пациенты с ХРС в возрасте 75–90 лет (32).

При формировании групп использовали принятую Всемирной Организации Здравоохранения градацию возрастов (от 25 до 44 лет – молодой возраст, 44–60 лет – средний возраст, 60–75 лет – пожилой возраст, 75–90 лет – старческий возраст, после 90 – долгожители) [9].

Возраст пациентов составлял: в 1 группе – $68,92 \pm 0,82$ года, во 2 группе – $79,67 \pm 0,77$ года, в 3 группе – $52,45 \pm 0,69$ года, в 4 группе – $67,1 \pm 0,56$ года, в 5 группе – $81,77 \pm 0,84$ года (табл.).

Таблица. Распределение пациентов в группах исследования
 Table. Distribution of patients in study groups

Показатели	Группы исследования									
	1 группа без хронического риносинусита 60–74 лет		2 группа без хронического риносинусита 75–90 лет		3 группа с хроническим риносинуситом 45–59 лет		4 группа с хроническим риносинуситом 60–74 лет		5 группа с хроническим риносинуситом 75–90 лет	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Мужчины	15	10,2	15	10,2	17	11,6	11	7,8	16	10,9
Женщины	13	8,8	17	11,6	15	10,2	12	8,2	16	10,9
Всего	28	19,0	32	21,8	32	21,8	23	15,6	32	21,8
	147 (100 %)									

Диагноз ХРС устанавливали в соответствии с «Клиническими рекомендациями» Министерства здравоохранения Российской Федерации «Хронический риносинусит: патогенез, диагностика и принципы лечения» 2014 г. под редакцией А. С. Лопатина. Также учитывались клинические рекомендации «Острый синусит» 2021–2022–2023 (01.09.2021), утверждённые Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Забор материала производили в положении больного сидя с отклоненной назад головой. Для получения смыва в полость носа в оба носовых хода поочередно одноразовым шприцем вводили по 5 мл теплого стерильного изотонического раствора натрия хлорида. Промывную жидкость из обоих носовых ходов собирали через воронку в одну стерильную пробирку [10]. Содержание sIL-2R в пробах оценивали с помощью набора иммуноферментного анализа (Multiscan Accent; реагенты FineTest, США) согласно инструкции.

Статистическую обработку результатов исследования уровня цитокинов проводили с помощью компьютерной программы STATISTICA 6.0 (Россия). Описательную статистику для переменных представляли в виде среднего значения и стандартного отклонения в случае нормального распределения или в виде среднего значения, медианы и межквартильного интервала 25–75 % в случае ненормального распределения. Количественные и порядковые величины представлены в виде $M [m; q_{25}-q_{75}]$, где M – выборочное среднее значение, m – медиана выборки, $q_{25}-q_{75}$ – межквартильный размах ($q_{25}-25\%$ квартиль, $q_{75}-75\%$ квартиль). В случаях ненормального распределения для оценки различий между группами использовали непараметрические методы оценки: критерий Краскела-Уоллиса для сравнения трех или более выборок. Для оценки двух относительных показателей, которые имеют только два значения, использовали точный критерий Фишера. Корреляционные связи рассчитывали методом Спирмена при сравнении количественных переменных с непараметрическим распределением. Силу статистической взаимосвязи оценивали согласно шкале Чеддока (слабая – от 0,1 до 0,3; умеренная – от 0,3 до 0,5; заметная – от 0,5 до 0,7; высокая – от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) – от 0,9 до 1,0). Для оценки статистической значимости полученных результатов использовали уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение. Полученные данные показывают (рис.), что в назальном секрете у лиц старческого возраста продукция sIL-2R достоверно выше, чем у лиц пожилого возраста ($Me\ 13,2 [10,2;13,4]$ пг/мл vs $Me\ 43 [35;46]$ пг/мл, $p = 0,014$), при этом у пациентов 60–74 лет все значения не превышали 20 пг/мл.

Анализ возрастных особенностей у лиц с ХРС указывает на то, что уровень рецептора у больных зрелого возраста сопоставим с показателем у лиц пожилого и старческого возраста соответственно (Me 32,2 [28;45,5] пг/мл vs Me 72,9 [57,2;79] пг/мл vs Me 79 [65;99] пг/мл) и демонстрирует увеличение продукции sIL-2R с возрастом (рис.).

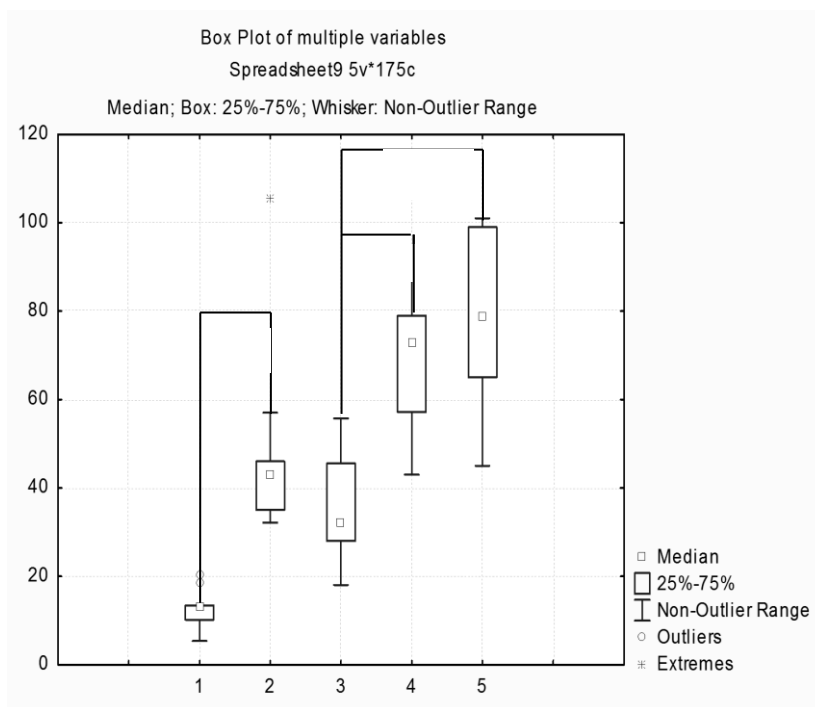


Рисунок. Уровень sIL-2R в назальном секрете

Примечание: * $p = 0,014$, различия достоверны между 1 и 2 группой, ** $p = 0,002$, различия достоверны между 3 и 5 группы, *** $p = 0,004$, различия между 3 и 4 группами

Figure. The level of sIL-2R in nasal secretions

Note: * $p = 0,014$, differences are significant between groups 1 and 2, ** $p = 0,002$, differences are significant between groups 3 and 5, *** $p = 0,004$, differences are significant between groups 3 and 4

Растворимый рецептор IL-2 является признаком активного воспаления и в настоящее время систематически изучается в научной литературе. Его роль в развитии воспалительного процесса до конца неясна.

sIL-2R в настоящее время рассматривается как ранний активационный маркер Т-лимфоцитов, который в настоящее время изучается в качестве показателя активности воспаления. Он является α -цепью комплекса IL-2R, протеолитически отщепляющийся от клеточной мембраны под действием специфических ферментов, активированных Т-лимфоцитов, в том числе при иммунопатологических процессах [11].

Механизмы, с помощью которых sIL-2R выполняет свою регуляторную функцию, расшифрованы не до конца. Имеющиеся данные позволяют предположить наличие множественных эффектов, в том числе, возможно, разнонаправленных. Так, в некоторых работах показаны одновременно и агонистические, и антагонистические эффекты в отношении активации и пролиферации лимфоцитов [11, 12]. С одной стороны, получены данные о том, что это агонистический эффект может приводить к индукции аутоиммунных процессов за счет секвестрации IL-2, который в норме способствует ингибции Th17-фенотипа [13, 14].

С другой стороны, sIL-2R, связанный со своим лигандом (IL-2), замедляет выведение IL-2, тем самым усиливая его иммуностимулирующие свойства [13]. Кроме того, авторами высказано предположение о том, что sIL-2R может представлять IL-2 CD4⁺-лимфоцитам, индуцируя их дифференцировку преимущественно в Treg-лимфоциты и в меньшей степени – в Th1 или Th17-клетки, а впоследствии и подавляя активность последних [13].

Повышенный уровень sIL-2R в настоящее время рассматривается как показатель продолжающегося иммунного ответа, что может быть использовано для мониторинга иммуноопосредованных заболеваний, в том числе и ХРС [15].

Настоящее исследование было затруднено вследствие отсутствия популяционных норм для уровня маркера в назальном секрете. В целях преодоления этой ситуации в работу были включены лица более молодого возраста с ХРС (3 группа) и соответствующие возрасту больных из групп 4 и 5 пациенты, не имевшие воспалительной патологии (группы 1 и 2).

Исследование показало, что старческий возраст ассоциируется с более высоким уровнем продукции sIL-2R вне зависимости от наличия воспаления. Вместе с тем, при ХРС больные пожилого и старческого возраста имели достоверно более высокий уровень маркера (Me 72,9 [57,2;79] пг/мл vs Me 79 [65;99] пг/мл). Однако сопоставимые значения в группах 4 и 5, в отличие от выраженных различий между группами 1 и 2, позволяют предположить, что в старческом возрасте активационные способности иммунитета исчерпываются, что соответствует существующим представлениям об особенностях возрастного иммунитета [16]. Это согласуется с полученными ранее данными о различиях в микробном составе бактериальных возбудителей, характеризующихся большей значимостью оппортунистической флоры [17].

Заключение. Старческий возраст по сравнению с пожилым ассоциируется с более высокой продукцией sIL-2R в полости носа. Воспалительный процесс при обострении хронического риносинусита характеризуется усилением его продукции, однако разница по показателю между пациентами пожилого и старческого возраста отсутствует.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют о наличии внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи. Работа выполнена при поддержке внутри вузовского гранта Волгоградского Государственного Медицинского Университета № 2127-КО.

Funding source. The authors declare the availability of external funding for the research and publication of the article. The work was supported by an intra-university grant from Volgograd Medical University No. 2127-KO.

Список источников

1. Иванченко О. А., Лопатин А. С. Хронический риносинусит: эпидемиология, классификация, этиология, патогенез. Современный взгляд на проблему // Вестник оториноларингологии. 2012. Т. 77 (2). С. 91–96.
2. Белан Э. Б., Чуева М. А., Садчикова Т. Л. Клинико-иммунологические особенности атопического дерматита у детей // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2022. № 4 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kliniko-immunologicheskie-osobennosti-atopicheskogo-dermatita-u-detey>.
3. Саотруева М. А., Ясенявская А. Л., Башкина О. А., Мясоедов Н. Ф., Андреева Л. А. Glyprolines as modulators of immunoreactivity within conditions of “social” stress // Фармация и фармакология. 2019. № 4 (eng). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/glyprolines-as-modulators-of-immunoreactivity-within-conditions-of-social-stress> (дата обращения: 26.01.2025).
4. Татаурщикова Н. С., Сидорович И. Г. Цитокиновый статус как критерий эффективности интраназальной аэрозольтерапии раствором циклоферона в лечении аллергического риносинусита // Вестник оториноларингологии. 2012. Т. 77 (3). С. 79–82.
5. Damoiseaux J. The IL-2 – IL-2 receptor pathway in health and disease: The role of the soluble IL-2 receptor // Clin Immunol. 2020 Sep. Vol. 218. P. 108515. doi: 10.1016/j.clim.2020.108515. PMID: 32619646.
6. Wang N., Schoos A. M., Larsen J. M., Brix S., Thyssen A. H., Rasmussen M. A., Stokholm J., Bønnelykke K., Bisgaard H., Chawes B. L., Reduced IL-2 response from peripheral blood mononuclear cells exposed to bacteria at 6 months of age is associated with elevated total-IgE and allergic rhinitis during the first 7 years of life // BioMedicine. 2019 May. Vol. 43. P. 587–593. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.04.047.
7. Utomo B. S. R., Hatta M., Sirait R. H., Pratiwi S. and Massi M. N., The Role of Cytokine Interleukin-2, Transcription Factor of FoxP3 in the Immunological Regulation of Allergic Rhinitis // International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. 2018 Jan. Vol. 07 (01). P. 7–19. doi: 10.4236/ijohns.2018.71002.

8. Mastrafsi S., Vrioni G., Bakakis M., Nicolaidou E., Rigopoulos D., Stratigos A. J., Gregoriou S. Atopic Dermatitis: Striving for Reliable Biomarkers // *J. Clin. Med.* 2022 Aug 9/ Vol. 11 (16). P. 4639. doi: 10.3390/jcm11164639.2619646.

9. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. Женева: Всемирная организация здравоохранения. 2001. URL: <http://who-fic.ru/icf/>.

10. Цыбиков Н. Н., Егорова Е. В., Иванов М. О., Фефелова Е. В., Цыбиков Н. Б. Коагулирующие и фибринолитические свойства назального секрета у больных с хроническими риносинуситами, ЭНИ // *Забайкальский медицинский вестник*. 2018. № 4.

11. Wang N., Schoos A. M., Larsen J. M., Brix S., Thysen A. H., Rasmussen M. A., Stokholm J., Bønnelykke K., Bisgaard H., Chawes B. L. Reduced IL-2 response from peripheral blood mononuclear cells exposed to bacteria at 6 months of age is associated with elevated total-IgE and allergic rhinitis during the first 7 years of life // *EBioMedicine*. 2019 May. Vol. 43. P. 587–593. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.04.047. PMID: 31056472; PMCID: PMC6558232.

12. Fontenot J. D., Rasmussen J. P., Gavin M. A., Rudensky A. Y. A function for interleukin 2 in Foxp3-expressing regulatory T cells // *Nat Immunol.* 2005 Nov. Vol. 6 (11). P. 1142–1151. doi: 10.1038/ni1263. PMID: 16227984.

13. Dik W. A., Heron M. Clinical significance of soluble interleukin-2 receptor measurement in immune-mediated diseases // *Neth J Med.* 2020 Sep. Vol. 78 (5). P. 220–231. PMID: 33093245.

14. Oportus J., Hojman L., Gonzalez V., Karsulovic C. Soluble IL-2R as a Marker of T Cell Activation in Immune-Mediated Diseases: Review and Case-Based Interpretation // *Lymphatics*. 2025. Vol. 3, no. 1. doi: 10.3390/lymphatics3010001.

15. Иванченко О. А., Карпенко С. А., Сопко О. Н., Козлов Р. С., Кречикова О. И., Отвагин И. В., Пищунов Г. З., Лопат А. С. Микробиом верхнечелюстной пазухи и среднего носового прохода при хроническом риносинусите // *Ринология*. 2019. Т. 54. С. 68–74. doi: 10.4193/Rhin15.018.

16. Артеменков А. А. Возраст-зависимая дисрегуляция иммунного ответа у человека // *Медицинская иммунология*. 2021. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozrast-zavisimaya-disregulyatsiya-immunnogo-otveta-u-cheloveka>.

17. Тарасова Н. В., Белан Э. Б., Степаненко И. С., Соколова М. В. Микробная колонизация слизистой оболочки полости носа у пожилых людей с хроническим риносинуситом // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2024. Т. 20 (2). С. 121–126. doi: 10.15275/ssmj2002121. EDN: XNRSOA.

References

1. Ivanchenko O. A., Lopatin A. S. Chronic rhinosinusitis: epidemiology, classification, etiology, pathogenesis. A modern view of the problem. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2012; 77 (2): 91–96 (In Russ.).

2. Belan E. B., Chueva M. A., Sadchikova T. L. Clinical and immunological features of atopic dermatitis in children. *Allergologiya i immunologiya v pediatrii = Allergology and immunology in pediatrics*. 2022; 4 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kliniko-immunologicheskie-osobennosti-atopicheskogo-dermatita-u-detey> (In Russ.).

3. Samotrujeva M. A., Yasenyavskaya A. L., Bashkina O. A., Myasoedov N. F., Andreeva L. A. Glyprolines as modulators of immunoreactivity within conditions of “social” stress. *Farmatsiya i farmakologiya = Pharmacy and Pharmacology*. 2019; 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/glyprolines-as-modulators-of-immunoreactivity-within-conditions-of-social-stress> (accessed: 26.01.2025).

4. Tataurshchikova N. S., Sidorovich I. G. Cytokine status as a criterion for the effectiveness of intranasal aerosol therapy with cycloferon solution in the treatment of allergic rhinosinusitis. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of otorhinolaryngology*. 2012; 77 (3): 79–82 (In Russ.).

5. Damoiseaux J. The IL-2 – IL-2 receptor pathway in health and disease: The role of the soluble IL-2 receptor. *Clin Immunol.* 2020 Sep; 218: 108515. doi: 10.1016/j.clim.2020.108515. PMID: 32619646.

6. Wang N., Schoos A. M., Larsen J. M., Brix S., Thysen A. H., Rasmussen M. A., Stokholm J., Bønnelykke K., Bisgaard H., Chawes B. L., Reduced IL-2 response from peripheral blood mononuclear cells exposed to bacteria at 6 months of age is associated with elevated total-IgE and allergic rhinitis during the first 7 years of life. *BioMedicine*. 2019 May; 43: 587–593. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.04.047.

7. Utomo B. S. R., Hatta M., Sirait R. H., Pratiwi S. and Massi M. N., The Role of Cytokine Interleukin-2, Transcription Factor of FoxP3 in the Immunological Regulation of Allergic Rhinitis. *International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2018 Jan 07 (01): 7–19. doi: 10.4236/ijohs.2018.71002.

8. Mastrafsi S., Vrioni G., Bakakis M., Nicolaidou E., Rigopoulos D., Stratigos A.J., Gregoriou S. Atopic Dermatitis: Striving for Reliable Biomarkers. *J. Clin. Med.* 2022 Aug 9; 11 (16): 4639. doi: 10.3390/jcm11164639.2619646.

9. International classification of functioning, disability, and health. Geneva: World Health Organization; 2001. URL: <http://who-fic.ru/icf/>.

10. Tsybikov N. N., Egorova E. V., Ivanov M. O., Fefelova E.V., Tsybikov N. B. Coagulating and fibrinolytic properties of nasal secretions in patients with chronic rhinosinusitis, ENI. *Zabaykalskiy meditsinskiy vestnik = Zabaikalsky Medical Bulletin*. 2018; 4 (In Russ.).

11. Wang N., Schoos A. M., Larsen J. M., Brix S., Thyssen A. H., Rasmussen M. A., Stokholm J., Bønnelykke K., Bisgaard H., Chawes B. L. Reduced IL-2 response from peripheral blood mononuclear cells exposed to bacteria at 6 months of age is associated with elevated total-IgE and allergic rhinitis during the first 7 years of life. *EBioMedicine*. 2019 May; 43: 587–593. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.04.047. PMID: 31056472; PMCID: PMC6558232.
12. Fontenot J. D., Rasmussen J. P., Gavin M. A., Rudensky A. Y. A function for interleukin 2 in Foxp3-expressing regulatory T cells. *Nat Immunol*. 2005 Nov; 6 (11): 1142–1151. doi: 10.1038/ni1263. PMID: 16227984.
13. Dik W. A., Heron M. Clinical significance of soluble interleukin-2 receptor measurement in immune-mediated diseases. *Neth J Med*. 2020 Sep; 78 (5): 220–231. PMID: 33093245.
14. Oportus J., Hojman L., Gonzalez V., Karsulovic C. Soluble IL-2R as a Marker of T Cell Activation in Immune-Mediated Diseases: Review and Case-Based Interpretation. *Lymphatics*. 2025; 3 (1). doi: 10.3390/lymphatics3010001.
15. Ivanchenko O. A., Karpenko S. A., Sopko O. N., Kozlov R. S., Krechikova O. I., Bravagin I. V., Pishkunov G. Z., Lopat A. S. Microbiome of the maxillary sinus and the middle nasal passage in chronic rhinosinusitis. *Rinologiya = Rhinology*. 2019; 54: 68–74. doi: 10.4193/Rhin15.018.
16. Artemenkov A. A. Age-dependent dysregulation of the immune response in humans. *Meditinskaya immunologiya = Medical immunology*. 2021; 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voznrast-zavisimaya-disregulyatsiya-immunnogo-otveta-u-cheloveka> (In Russ.).
17. Tarasova N. V., Belan E. B., Stepanenko I. S., Sokolova M. V. Microbial colonization of the nasal mucosa in elderly people with chronic rhinosinusitis. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Scientific and Medical Journal*. 2024; 20 (2): 121–126. doi: 10.15275/ssmj2002121 EDN: XNRSOA (In Russ.).

Информация об авторах

Э. Б. Белан, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой аллергологии и иммунологии, Волгоградский медицинский университет, Волгоград, Россия, ORCID: 0000-0003-2674-4289, e-mail: belan.eleonora@yandex.ru;

Н. В. Тарасова, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой оториноларингологии, Волгоградский медицинский университет, Волгоград, Россия, ORCID: 0000-0003-1929-5155, e-mail: tarasova-nv@mail.ru;

А. В. Горшенин, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией лекарственной безопасности, Научно-исследовательский институт гигиены токсикологии и профпатологии ФМБА России, Волгоград, Россия, ORCID: 0000-0002-3272-4236, e-mail: angorshenin@yandex.ru;

М. В. Соколова, ассистент кафедры оториноларингологии, Волгоградский медицинский университет, Волгоград, Россия, ORCID: 0009-0001-5503-2646, e-mail: sokolova.zmv@yandex.ru.

Information about the authors

E. B. Belan, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, Volgograd Medical University, Volgograd, Russia, ORCID: 0000-0003-2674-4289, e-mail: belan.eleonora@yandex.ru;

N. V. Tarasova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, Volgograd Medical University, Volgograd, Russia, ORCID: 0000-0003-1929-5155, e-mail: tarasova-nv@mail.ru;

A. V. Gorshenin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Laboratory, Scientific Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology of the FMBA of Russia, Volgograd, Russia, ORCID: 0000-0002-3272-4236, e-mail: angorshenin@yandex.ru;

M. V. Sokolova, Assistant of the Department, Volgograd Medical University, Volgograd, Russia, ORCID: 0009-0001-5503-2646, e-mail: sokolova.zmv@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 27.10.2025; принята к публикации 28.11.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 27.10.2025; accepted for publication 28.11.2025.