

© Смирнова О.В., Гончарова Н.С., 2026
УДК 616-002.2

Смирнова О.В.^{1,2}, Гончарова Н.С.¹

Маркёры перекисного окисления липидов при хронических ринитах разных фенотипов

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – обособленное подразделение Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3Г, Россия, 660022

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, пр. Свободный, д. 79, Россия, 660041

Введение. Хронический ринит – одно из распространённых оториноларингологических заболеваний. **Цель.** Изучение показателей перекисного окисления липидов в плазме крови у пациентов с различными формами хронического ринита.

Методика. В группы обследования были включены 35 пациентов с хроническим аллергическим ринитом, 39 пациентов с хроническим вазомоторным ринитом, 22 пациента с хроническим атрофическим ринитом, 29 больных хроническим инфекционным ринитом и 30 человек из группы контроля. Обследуемым с хроническими ринитами, а также группе контроля определяли спектрофотометрическим методом показатели перекисного окисления липидов в плазме крови. Статистический анализ проведён с использованием пакета Statistica 10.

Результаты. Анализ полученных результатов показателей перекисного окисления липидов в плазме крови у больных различными вариантами хронического ринита выявил достоверно значимое увеличение медианы концентрации диеновых конъюгатов и малонового диальдегида у пациентов с хроническим аллергическим, атрофическим и инфекционным ринитами относительно контрольной группы и пациентов с хроническим вазомоторным ринитом. Повышенное содержание малонового диальдегида и диеновых конъюгатов расценивается как усиление перекисного окисления липидов мембран клеток в сторону накопления прооксидантов.

Заключение. При сравнении четырех форм хронических ринитов выявлено статистически значимое увеличение содержания диеновых конъюгатов и концентрации малонового диальдегида у пациентов с хроническим аллергическим, инфекционным и атрофическим ринитом относительно контрольной группы и больных с хроническим вазомоторным ринитом. Самое значимое изменение показателей перекисного окисления липидов обнаружено при хроническом инфекционном рините. Антиоксидантные препараты способны обладать терапевтическим эффектом при хронических ринитах.

Ключевые слова: хронический ринит; перекисное окисление липидов; малоновый диальдегид; диеновые конъюгаты

Для цитирования: Смирнова О.В., Гончарова Н.С. Маркёры перекисного окисления липидов при хронических ринитах разных фенотипов. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2026; 70(1): 44–49.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2026.01.44-49

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Смирнова О.В.; сбор и обработка материала – Смирнова О.В., Гончарова Н.С.; подготовка иллюстративного материала – Смирнова О.В., Гончарова Н.С.; статистическая обработка материала – Гончарова Н.С.; написание текста – Смирнова О.В., Гончарова Н.С.; редактирование – Смирнова О.В. Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все авторы.

Для корреспонденции: Гончарова Наталья Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера – обособленного подразделения федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», e-mail: nzelenyk@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 05.03.2025

Принята к печати 23.04.2025

Опубликована 27.03.2026

Smirnova O.V.^{1,2}, Goncharova N.S.¹**Markers of lipid peroxidation in chronic rhinitis of different phenotypes**

¹Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, a separate subdivision of the Research Institute for Medical Problems of the North, Krasnoyarsk, Partizana Zheleznyaka St., 3G, Russia, 660022

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 79, Russia, 660041

Background. Chronic rhinitis is one of the most common otolaryngological diseases. **The aim.** To study the indices of lipid peroxidation in blood plasma of patients with various forms of chronic rhinitis.

Methods. The examination groups included 35 patients with chronic allergic rhinitis, 39 patients with chronic vasomotor rhinitis, 22 patients with chronic atrophic rhinitis, 29 patients with chronic infectious rhinitis and 30 people from the control group. The indices of lipid peroxidation in blood plasma were determined by spectrophotometric method in the subjects with chronic rhinitis, as well as in the control group. Statistical analysis was performed using the Statistica 10 package.

Results. The analysis of the obtained results of the study of the prooxidant system in the blood plasma of patients with various types of chronic rhinitis revealed a reliably significant increase in the median concentration of diene conjugates and malondialdehyde in patients with chronic allergic, atrophic and infectious rhinitis relative to the control group and patients with chronic vasomotor rhinitis. The increased content of malondialdehyde and diene conjugates is regarded as an increase in lipid peroxidation of cell membranes towards the accumulation of prooxidants.

Conclusion. Comparison of four forms of chronic rhinitis revealed statistically significant increase in the content of diene conjugates and malondialdehyde concentration in patients with chronic allergic, infectious and atrophic rhinitis relative to the control group and patients with chronic vasomotor rhinitis. The most significant change in lipid peroxidation indices was found in chronic infectious rhinitis. Antioxidant drugs can have a therapeutic effect in chronic rhinitis.

Keywords: chronic rhinitis; lipid peroxidation; malondialdehyde; diene conjugates

For citation: Smirnova O.V., Goncharova N.S., Markers of lipid peroxidation in chronic rhinitis of different phenotypes. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2026; 70(1): 44–49. (in Russian).

DOI 10.48612/pfiet/0031-2991.2026.01.44-49

Author's contribution: concept and design of the study – Smirnova O.V.; collection and processing of material – Smirnova O.V., Goncharova N.S.; preparation of illustrative material – Smirnova O.V., Goncharova N.S.; statistical processing of material – Goncharova N.S.; text writing – Smirnova O.V., Goncharova N.S.; editing – Smirnova O.V., Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all authors.

For correspondence: **Goncharova N.S.**, Junior Researcher, Laboratory of Clinical Pathophysiology, Research Institute for Medical Problems of the North – a separate division of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, e-mail: nzelenyk@gmail.com

Information about authors:

Smirnova O.V., <https://orcid.org/0000-0003-3992-9207>

Goncharova N.S., <https://orcid.org/0000-0003-3547-7813>

Financing. The study had no sponsorship.

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

Received 05.03.2025

Accepted 23.04.2025

Published 27.03.2026

Введение

Хронические риниты с наличием носовой обструкции имеют высокую распространенность среди населения. По данным эпидемиологических исследований, около 20% взрослого населения планеты страдают хроническими ринитами, а 40% здорового населения время от времени отмечают симптомы, характерные для хронических ринитов [1–3]. Распространённость заболева-

ний носа и околоносовых пазух активно возрастает в последние годы [3].

Каждый фенотипический тип хронического ринита имеет свои характеристики, такие как заложенность носа, выделения из него, а также эндоскопические особенности. Симптомы чаще проявляются локально, например: отечность слизистой оболочки, изменение цвета и состава отделяемого из носа. При всех формах хронического ринита происходит снижение защитных свойств слизи-

стой оболочки полости носа, что сопровождается присоединением бактериальной инфекции. Дисбиоз слизистой оболочки способствует развитию вторичных иммунных расстройств и дезадаптации, которая содействует развитию патологических процессов. Имеются данные, что разные фенотипические варианты хронических ринитов характеризуются своим спектром микроорганизмов в носовой полости, который существенно влияет на течение заболеваний [1, 3]. Безусловно, локальный воспалительный синдром сопровождается системными изменениями в показателях крови у больных при заболеваниях слизистой оболочки полости носа, а также влияет на показатели перекисного окисления липидов [4–9].

В патогенезе хронических ринитов придается большое значение интермиттирующему характеру гипоксии, персистенции микробных агентов на слизистой оболочке полости носа, наличию длительного воспалительного процесса, аллергическим реакциям, окислительному повреждению клеток, что приводит к развитию дисрегуляторных изменений в системе «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» (ПОЛ-АОЗ) [10]. По мнению В.Ф. Asher, Zhou J и др., многие ЛОР-заболевания связаны с окислительным стрессом и изменением показателей системы «ПОЛ-АОЗ» как локально в пораженных тканях, так и системно [6–9]. Все это определяет актуальность изучения данной темы.

Целью нашей работы явилось изучение показателей перекисного окисления липидов в плазме крови у пациентов с различными формами хронического ринита.

Методика

В работе приведены результаты комплексного лабораторного обследования пациентов ООО «Лор центр» (г. Красноярск) в период с 01.02.2021 по 02.07.2022 с хроническим ринитом общей численностью 125 человек (57 мужчин и 68 женщин, средний возраст $44,6 \pm 0,7$ года). В их числе были 35 пациентов с хроническим аллергическим ринитом (ХАР) (16 мужчин и 19 женщин) в возрасте от 21 до 65 лет (средний возраст $44,9 \pm 1,4$ года), 39 пациентов с хроническим вазомоторным ринитом (ХВР) (21 мужчина и 18 женщин) в возрасте от 22 до 56 лет (средний возраст $43,1 \pm 1,9$ года), 22 больных хроническим атрофическим ринитом (ХАР) (7 мужчин и 15 женщин) в возрасте от 35 до 69 лет (средний возраст $45,9 \pm 2,7$ года), 29 больных хроническим инфекционным ринитом (ХИР) (13 мужчин и 16 женщин) в возрасте от 27 до 63 лет (средний возраст $43,7 \pm 2,1$ года).

Диагностика хронического ринита в зависимости от фенотипа осуществлена с учётом клинических рекомендаций Минздрава России врачом при обращении паци-

ента за лечением, с последующим анализом данных полного комплекса инструментального обследования, клинических проявлений, анамнеза и результатов риноэндоскопии.

Контрольной группой служили 30 практически здоровых доноров, не имеющих оториноларингологических жалоб и ринологического анамнеза, у которых отсутствовали изменения слизистой оболочки полости носа по результатам риноэндоскопии (13 мужчин и 17 женщин) в возрасте от 25 до 58 лет (средний возраст $43,8 \pm 1,3$ года). Группа контроля представлена пациентами, обратившимися для прохождения профилактического осмотра.

Для выбора участников исследования в группы больных и контрольную группу установлены следующие критерии: лица мужского и женского пола, возраст от 18 до 70 лет, наличие у них подписанного информированного согласия на участие в исследовании, а также наличие подтверждённого одного из следующих диагнозов: хронический аллергический ринит, хронический вазомоторный ринит, хронический атрофический ринит, хронический инфекционный ринит.

Из исследовательской группы были исключены пациенты с различными заболеваниями, такими как психические заболевания, опухоли, инфекции, включая туберкулез и ВИЧ, а также люди с зависимостью от алкоголя и наркотиков, беременные и кормящие женщины, а также те, кто не желал принимать участие в исследовании. Все исследуемые группы были сопоставимы по полу и возрасту ($p < 0,05$).

Для оценки гематологических показателей материалом исследования была кровь из периферической вены, которую забирали с 8:00 до 9:00 ч натощак однократно при поступлении на лечение после верификации диагноза до начала патогенетической терапии.

Цельную гепаринизированную кровь больного, взятую при обращении за медицинской помощью, центрифугировали 15 минут при 1700g, отбирали аликвоты плазмы и хранили при температуре -20°C . Определение показателей перекисного окисления липидов проводили в плазме пациентов и лиц контрольной группы, измерения производились на спектрофотометре Thermo Scientific Genesys 10 vis (США). Определение содержания диеновых конъюгатов (ДК) в плазме крови проводили путём добавления к 0,2 мл плазмы 2 мл смеси изопропанол/гептан (1:1). Смесь встряхивали в течение 1 ч, после чего добавляли 0,5 мл НС1 ($\text{pH} = 2$) и ещё раз встряхивали 2 мин, затем добавляли 1 мл гептана и встряхивали ещё 15 мин, после истечения 1 часа верхнюю фазу фотометрировали при 232 нм против контрольной пробы. Определение содержания малонового диальдегида (МДА) проводили методом, основанным

на взаимодействии его с 2-тиобарбитуровой кислотой, в результате которого образуются хромогены с максимумом поглощения в зеленой области видимого спектра при длине волны 532 нм [11].

Статистический анализ проведён с использованием пакета Statistica 10. Для оценки различий в группах использовали непараметрические критерии Краскела–Уоллиса (для трёх и более групп сравнения) и Манна–Уитни (для попарного сравнения). Критический уровень статистической значимости при проверке научных гипотез составлял $p < 0,05$.

Результаты

Мы изучили показатели продуктов ПОЛ в плазме крови больных с ХАлР, ХВР, ХАР и ХИР (таблица). Изменение маркеров перекисного окисления липидов в крови имеет значительные преимущества с точки зрения их биологической и клинической значимости по сравнению с локальными концентрациями [12].

Анализ полученных результатов исследования продуктов ПОЛ в плазме крови у больных различными ва-

риантами хронического ринита выявил достоверно значимое увеличение медианы концентрации ДК и МДА у пациентов с ХАлР, ХАР и ХИР относительно контрольной группы и пациентов с ХВР. Показатель МДА максимально возрастал при ХАР и ХИР – в 1,54 и 1,53 раза соответственно, при ХАлР в 1,24 раза относительно нормальных величин. Медиана концентрации ДК максимально возрастала при ХИР – в 1,34 раза, при ХАР – в 1,31 раза, а при ХАлР – в 1,28 раз относительно нормальных величин. Полученные результаты коррелируют с полученными результатами авторов по работам, связанным с заболеванием слизистой оболочки полости носа [13–15].

Таким образом, при ХАлР, ХАР и ХИР выявлено достоверно значимое увеличение концентрации ДК и МДА относительно контрольной группы и пациентов с ХВР, а при ХВР – отсутствие достоверно значимых изменений. Повышенное содержание МДА и ДК расценивается как усиление перекисного окисления липидов мембран клеток в сторону накопления продуктов конечного окисления липидов.

Таблица / Table

Показатели прооксидантной системы в плазме крови у больных хроническим ринитом в зависимости от фенотипа
Indicators of the prooxidant system in blood plasma in patients with chronic rhinitis depending on the phenotype

Показатели Indicators	Контрольная группа (1) Control group (1)		ХАлР (2) CAIR (2)		ХВР (3) CVR (3)		ХАР (4) CAR (4)		ХИР (5) CIR (5)	
	N = 30		N = 35		N = 39		N = 22		N = 29	
	Me	Q ₂₅ – Q ₇₅	Me	Q ₂₅ – Q ₇₅	Me	Q ₂₅ – Q ₇₅	Me	Q ₂₅ – Q ₇₅	Me	Q ₂₅ – Q ₇₅
ДК мкмоль/л DK μmol/l	0,69	0,54 – 0,79	0,89	0,84 – 0,99	0,71	0,61 – 0,81	0,91	0,81 – 0,96	0,93	0,81 – 1,01
			$p_{1-2} < 0,001$		$p_{2-3} < 0,001$		$p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$		$p_{1-5} < 0,001$ $p_{3-5} < 0,001$	
МДА нмоль/1г белка MDA nmol/1 g protein	2,34	1,9 – 3,26	2,91	2,36 – 3,41	2,43	1,91 – 3,31	3,61	3,21 – 3,76	3,59	2,89 – 3,91
			$p_{1-2} = 0,007$		$p_{2-3} = 0,008$		$p_{1-4} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$		$p_{1-5} < 0,001$ $p_{2-5} < 0,001$ $p_{3-5} < 0,001$	

***Примечание:** p_{1-2} : достоверные различия между группой ХАлР и контрольной группой; p_{1-3} : достоверные различия между группой ХВР и контрольной группой; p_{1-4} : достоверные различия между группой ХАР и контрольной группой; p_{1-5} : достоверные различия между группой ХИР и контрольной группой; p_{2-3} : достоверные различия между группами ХАлР и ХВР; p_{2-4} : достоверные различия между группами ХАлР и ХАР; p_{2-5} : достоверные различия между группами ХАлР и ХИР; p_{3-4} : достоверные различия между группами ХВР и ХАР; p_{3-5} : достоверные различия между группами ХВР и ХИР; p_{4-5} : достоверные различия между группами ХАР и ХИР.
ХАлР — хронический аллергический ринит; ХВР — хронический вазомоторный ринит; ХАР — хронический атрофический ринит; ХИР — хронический инфекционный ринит.

***Note:** p_{1-2} : significant differences between the CAIR group and the control group; p_{1-3} : significant differences between the CVR group and the control group; p_{1-4} : significant differences between the CAR group and the control group; p_{1-5} : significant differences between the CIR group and the control group; p_{2-3} : significant differences between the CAIR group and the CVR; p_{2-4} : significant differences between the CAIR group and the CAR; p_{2-5} : significant differences between the CAIR group and the CIR; p_{3-4} : significant differences between the CVR group and the CAR; p_{3-5} : significant differences between the CVR group and the CIR; p_{4-5} : significant differences between the CAR group and the CIR.
CAIR – chronic allergic rhinitis; CVR – chronic vasomotor rhinitis; CAR – chronic atrophic rhinitis; CIR – chronic infectious rhinitis.

Обсуждение

В настоящее время известно, что в патогенезе многих заболеваний, в том числе болезней органов дыхания, лежат процессы свободнорадикального окисления [16]. Существуют исследования, подтверждающие роль «ПОЛ-АОЗ» в структуре ЛОР-заболеваний [13, 14, 17, 18]. Существуют данные в мировой литературе, где описано также усиление перекисного окисления липидов при аллергическом воспалении слизистой оболочки верхних дыхательных путей [13, 14, 15, 19], исследований состояния системы «ПОЛ» при ХИР, ХАР и ХВР нет.

Нарушение основных биохимических механизмов защиты на уровне клетки – преобладание прооксидантных систем с увеличением уровня свободнорадикального окисления липидов мембран – отражает их связь с выраженностью воспалительного ответа и ролью воспалительных молекул. Окислительный стресс может играть решающую роль в возникновении дисфункции или ухудшении эпителиального барьера носа [18]. Процесс образования активных форм кислорода приводит к поврежде-

нию клеток слизистой оболочки полости носа, облегчает инфильтрацию дополнительных воспалительных клеток в ткань, запускает выработку провоспалительных цитокинов и поддерживает пагубный цикл, в конечном итоге способствуя прогрессированию заболевания [19–21].

Выводы

При сравнении четырех форм хронических ринитов было выявлено статистически значимое увеличение содержания диеновых конъюгатов и концентрации маловольного диальдегида у пациентов с хроническим аллергическим, атрофическим и инфекционным ринитами относительно контрольной группы и больных с хроническим вазомоторным ринитом. Самое значимое увеличение показателей перекисного окисления липидов обнаружено при хроническом инфекционном рините. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для разработки технологий персонализированного лечения пациентов с хроническим ринитом, а также повышения качества прогнозной оценки течения заболевания необходимо с терапевтической целью использовать антиоксиданты.

Литература

(п.п. 6,7; 10–13; 16–21 см. References)

1. Беруль А.Ю., Бурлакова К.Ю., Беруль П.А. Ринит – причины, симптомы, эффективные методы лечения. *Практика педиатра*. 2019; 3: 48–52.
2. Бодня О.С. Дифференциальный диагноз аллергического и неаллергического ринита: фенотипы и эндотипы. *Практическая аллергология*. 2021; 2: 86–95. https://doi.org/10.46393/2712-9667_2021_2_86_94
3. Гусева А.Л., Дербенева М.Л. Ринит: дифференциальная диагностика и принципы лечения. *Медицинский совет*. 2020; 16: 102–8. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-16-102-108>
4. Даренская М.А., Колесникова Л.И., Колесников С.И. COVID-19: окислительный стресс и актуальность антиоксидантной терапии. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2020; 75(4): 318–25. <https://doi.org/10.15690/vramn1360>
5. Кармен Н.Б., Стародумова Т.И. Влияние хронической гипоксии на активность процессов перекисного окисления липидов в мембранах лимфоцитов. *Наука и мир*. 2017; 1 – 2(41): 74–6.
6. Карпова Е.П., Бараташвили А.Д. Фенотипическая классификация ринитов и основные принципы терапии. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2019; 3(8): 33 – 6.
7. Кишкун, А.А. Руководство по лабораторным методам диагностики. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 800 с.
8. Маклакова О.А., Землянова М.А., Валина С.Л. Особенности окислительного стресса у детей с заболеваниями органов дыхания в различных условиях комплексного аэрогенного воздействия химических веществ. *Анализ риска здоровью-2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021*. 2021; 301 – 7.
9. Коркмазов М.Ю., Синицкий А.И., Солодовник А.В., Смирнов А.А. Объективная оценка состояния процессов свободнорадикального окисления липидов и белков тканей глоточной миндалины у детей с хроническим аденоидитом при применении немедикаментозных методов лечения. *Уральский медицинский журнал*. 2020; 10: 40 – 5.

References

1. Berul' A.Ju., Burlakova K.Ju., Berul' P.A. Rhinitis – causes, symptoms, effective treatment methods. *Praktika pediatria*. 2019; 3: 48–52. (in Russian).
2. Bodnja O.S. Differential diagnosis of allergic and non-allergic rhinitis: phenotypes and endotypes. *Prakticheskaja allergologija*. 2021; 2: 86–95. (in Russian). https://doi.org/10.46393/2712-9667_2021_2_86_94
3. Guseva A.L., Derbeneva M.L. Rhinitis: differential diagnosis and treatment principles. *Meditsinskij sovet*. 2020; 16: 102–8. (in Russian). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-16-102-108>
4. Darenskaja M.A., Kolesnikova L.I., Kolesnikov S.I. COVID-19: oxidative stress and the relevance of antioxidant therapy. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk*. 2020; 75(4): 318–25. (in Russian). <https://doi.org/10.15690/vramn1360>

5. Karmen N.B., Starodumova T.I. The influence of chronic hypoxia on the activity of lipid peroxidation processes in lymphocyte membranes. *Nauka i mir*. 2017; 1 – 2(41): 74–6. (in Russian).
6. Asher M.I., Weiland S.K. The international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC). *Clinical & Experimental Allergy*. 1998; 28(s5): 52 – 66. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.1998.028s5052.x>
7. Zhou J., Zhou J., Liu R. et al. The oxidant-antioxidant imbalance was involved in the pathogenesis of chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *Frontiers in Immunology* 2024; 15: 1380846. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1380846>
8. Karpova E.P., Baratashvili A.D. Phenotypic classification of rhinitis and basic principles of therapy. *Russkij medicinskij zhurnal. Medicinskoe obozrenie. (RMJ. Medical Review)*. 2019; 3(8): 33 – 36. (in Russian)
9. Kishkun, A.A. Manual of laboratory diagnostic methods. Moskva: GJeO-TAP-Media, 2009. 800 p. (in Russian).
10. Fois A.G., Paliogiannis P., Sotgia S. et al. Evaluation of oxidative stress biomarkers in idiopathic pulmonary fibrosis and therapeutic applications: a systematic review. *Respiratory Research*. 2018; 19: 51. <https://doi.org/10.1186/s12931-018-0754-7>
11. Takabayashi T., Schleimer R.P. Formation of nasal polyps: the roles of innate type 2 inflammation and deposition of fibrin. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2020; 145(3): 740 – 50. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.01.027>
12. Tsai Y.J., Hsu Y.T., Ma M.C., Wu C.K., Luo S.D., Wu W.B. Transcriptomic analysis of genes associated with oxidative stress in chronic rhinosinusitis patients with nasal polyps: identifying novel genes involved in nasal polyposis. *Antioxidants*. 2022; 11(10): 1899. <https://doi.org/10.3390/antiox11101899>.
13. Han M., Lee D., Lee S.H., Kim T.H. Oxidative stress and antioxidant pathway in allergic rhinitis. *Antioxidants*. 2021; 10(8): 1266. <https://doi.org/10.3390/antiox10081266>
14. Maklakova O.A., Zemljanova M.A., Valina S.L. Features of oxidative stress in children with respiratory diseases under various conditions of complex aerogenic exposure to chemicals. *Analiz riska zdorov'ju-2021. Vneshnesredovye, social'nye, medicinskie i povedencheskie aspekty. Sovmestno s mezhdunarodnoj vstrechej po okruzhajushhej srede i zdorov'ju RISE-2021*. 2021; 301 – 7. (in Russian).
15. Korkmazov M. Ju., Sinickij A.I., Solodovnik A.V., Smirnov A.A. Objective assessment of the state of free radical oxidation processes of lipids and proteins of the tissues of the pharyngeal tonsil in children with chronic adenoiditis using non-drug treatment methods. *Ural'skij medicinskij zhurnal*. 2020; 10: 40-45. (in Russian).
16. Tai J., Shin J.M., Park J. et al. Oxidative stress and antioxidants in chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *Antioxidants*. 2023; 12(1): 195. <https://doi.org/10.3390/antiox12010195>
17. Topal O., Kulaksizoglu S., Erbek S.S. Oxidative stress and nasal polyposis: does it affect the severity of the disease? *American Journal of Rhinology & Allergy*. 2014; 28(1): e1 – 4. <https://doi.org/10.2500/ajra.2014.28.3963>
18. Hong Z., Guo Z., Zhang R. et al. Airborne fine particulate matter induces oxidative stress and inflammation in human nasal epithelial cells. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2016; 239(2): 117 – 25. <https://doi.org/10.1620/tjem.239.117>
19. Aldakheel F.M., Thomas P.S., Bourke J.E. et al. Relationships between adult asthma and oxidative stress markers and pH in exhaled breath condensate: a systematic review. *Allergy*. 2016; 71(6): 741 – 57. <https://doi.org/10.1111/all.12865>
20. de Groot L.E., Piñeros Y.S.S., Bal S.M. et al. Do eosinophils contribute to oxidative stress in mild asthma? *Clinical and Experimental Allergy*. 2019; 49(6): 929 – 31. <https://doi.org/10.1111/cea.13389>
21. Nadeem A., Chhabra S.K., Masood A., Raj H.G. Increased oxidative stress and altered levels of antioxidants in asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2003; 111(1): 72 – 8. <https://doi.org/10.1067/mai.2003.17>

Сведения об авторах:

Смирнова Ольга Валентиновна, доктор мед. наук, проф., зав. лаб. клинической патофизиологии Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», зав. каф. медицинской биологии Сибирского федерального университета. e-mail: ovsmirnova71@mail.ru

Гончарова Наталья Сергеевна, мл. науч. сотр. лаб. клинической патофизиологии Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». e-mail: nzelenyk@gmail.com