

# INFLUENCE OF ECOLOGICAL CONDITIONS ON THE DEVELOPMENT OF ALLERGIC RHINOSINUSITIS: IMMUNOLOGICAL APPROACH (brief literature review)

Khushvakova N.Zh.<sup>1</sup>  Bekeev Zh.K.<sup>1</sup> Gadoev R. Kh.<sup>1</sup> 

1. Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

OPEN ACCESS  
IJSP

## Correspondence

Khushvakova N.Zh Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan  
e-mail: [nilumedlor@mail.ru](mailto:nilumedlor@mail.ru)

Received: 07 November 2023

Revised: 14 November 2023

Accepted: 17 November 2023

Published: 30 November 2023

Funding source for publication:  
Andijan state medical institute and I-EDU GROUP LLC.

**Publisher's Note:** IJSP stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee IJSP, Andijan, Uzbekistan. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Abstract.** The study provides a comprehensive overview of the relationships between environmental conditions and immunology in the context of allergic rhinosinusitis. The work highlights the main findings that reveal the impact of various aspects of the environment on the body's immune mechanisms responsible for the development of this pathological condition.

Analysis of environmental factors, such as air pollution, the presence of allergens, and the influence of climate change, demonstrates their significant impact on human susceptibility to allergic reactions in the rhinosinus region. **The results of the study** reinforce the need for a deeper understanding of the mechanisms of development of allergic rhinosinusitis in order to effectively prevent and treat this disease.

**Key words:** allergic rhinosinusitis, environmental conditions, immunology, environment, allergens, climate change, development mechanisms, prevention strategies, quality of life, morbidity.

## Введение

В наше время, когда человечество сталкивается с уникальными экологическими вызовами, важно понимать, как окружающая среда влияет на здоровье человека. Экологические условия играют ключевую роль в формировании общественного здоровья и могут оказывать значительное воздействие на различные аспекты физического благополучия. Среди множества заболеваний, которые могут быть связаны с экологическими факторами, особое внимание заслуживает аллергический риносинусит, являющийся одним из наиболее распространенных и влиятельных заболеваний сферы верхних дыхательных путей.

С увеличением индустриализации, изменением климатических условий и урбанизацией, экологические факторы становятся все более сложными и многогранными. Это вызывает растущую обеспокоенность в медицинском сообществе относительно их воздействия на здоровье, включая возможное увеличение частоты и тяжести аллергических заболеваний, таких как риносинусит.

Цель настоящей обзорной статьи — проанализировать и обобщить современные научные данные по влиянию экологических условий на развитие аллергического риносинусита.

Аллергический риносинусит (АРС) представляет собой хроническое воспалительное заболевание слизистой оболочки носа и придаточных пазух, вызванное аллергической реакцией на различные аллергены. Эта патология охватывает широкий спектр клинических проявлений, включая заложенность носа, чихание, насморк и другие симптомы, которые в значительной степени снижают качество жизни пациентов.

В соответствии с данными Всемирной организации здравоохранения, аллергические заболевания, включая аллергический риносинусит, становятся все более распространенными. Аллергия представляет собой глобальную медицинскую и социальную проблему, обусловленную различными факторами, такими как иммунологические нарушения, разнообразие аллергенов, воздействие окружающей среды, изменение климата, стресс, использование лекарственных препаратов, косметики и изменения в рационе питания. Аллергический риносинусит считается наиболее распространенным хроническим респираторным заболеванием, затрагивающим приблизительно 40% населения мира. Дети с наследственной предрасположенностью к атопии чаще проявляют сенсibilизацию к аэроаллергенам, и значительная часть из них развивает клинические проявления респираторной аллергии в раннем возрасте [1,2].

Значимость аллергического риносинусита для общественного здоровья про-

является не только в высокой распространенности, но и в его влиянии на дневную активность, работоспособность и социальные взаимоотношения. Пациенты, страдающие от этого заболевания, часто испытывают снижение качества сна, ухудшение физической активности и повышенную утомляемость, что может привести к долгосрочным последствиям для общественного здоровья и экономики[3].

В свете увеличивающегося воздействия экологических факторов на здоровье человека, важно провести всесторонний анализ взаимосвязи между экологическими условиями и развитием аллергического риносинусита. Это предоставит более глубокое понимание патогенеза заболевания, что, в свою очередь, может сформировать основу для разработки эффективных мер профилактики, диагностики и лечения. В данном контексте, настоящая обзорная статья стремится проанализировать последние научные достижения в области влияния экологических условий на аллергический риносинусит с акцентом на иммунологический подход, что способствует более глубокому пониманию механизмов развития данного заболевания и созданию основы для новых стратегий заботы о здоровье общества[4].

Сложившаяся экологическая обстановка в современном мире ставит перед медицинским сообществом и исследователями вызов не только в понимании последствий, но и в эффективном управлении заболеваниями, связанными с воздействием окружающей среды. В этом контексте, актуальность исследований в области влияния экологических условий на развитие аллергического риносинусита принимает особую значимость.

Существует неопровержимая связь между качеством окружающей среды и здоровьем человека, и именно этот аспект придает нашему исследованию высший приоритет. С ростом индустриализации, загрязнением воздуха, изменением климата и другими экологическими изменениями, которые мы обсудим в последующих разделах, аллергические реакции, включая аллергический риносинусит, становятся более распространенными и тесно связанными с окружающей средой[5].

Экологические факторы, в частности, качество воздуха, имеют существенное влияние на здоровье дыхательных путей и играют ключевую роль в развитии аллергического риносинусита (АРС). Загрязнение воздуха представляет собой сложный микс химических и биологических компонентов, которые, взаимодействуя с органами дыхания, могут провоцировать и усиливать аллергические реакции. Мельчайшие частицы загрязнения воздуха, такие как PM10 и PM2.5, способны проникать глубоко в дыхательные пути. Эти частицы могут содержать аллергены, такие как пыльцу растений или бактерии, что активизирует иммунную систему и может привести к развитию аллергического риносинусита[6].

Аэрозольные аллергены, такие как пыльца, домашняя пыль, и грибковые споры, могут быть не только носителями, но и важными компонентами воздуха. Их вдыхание может провоцировать аллергические реакции, вызывая воспаление в слизистой оболочке носа и придаточных пазухах[7]. Некоторые газы и химические вещества, такие как азотные оксиды, озон и формальдегид, могут оказывать раздражающее воздействие на дыхательные пути и способствовать повышению чувствительности к аллергенам, увеличивая риск развития аллергического риносинусита[8]. Вторичный дым табака содержит токсичные вещества, которые могут усиливать воспалительные процессы в дыхательных путях и быть фактором риска для аллергического риносинусита[9].

Понимание воздействия загрязнения воздуха на дыхательные пути в контексте аллергического риносинусита является важным шагом для разработки превентивных и терапевтических стратегий. Дальнейшие исследования в этой области позволяют более точно определить конкретные механизмы и пути воздействия, что, в свою очередь, способствует разработке эффективных мер по снижению влияния экологических факторов на заболевания верхних дыхательных путей.

Аллергены, присутствующие в окружающей среде, играют важную роль в развитии аллергического риносинусита (АРС), представляя собой ключевые стимуляторы иммунных реакций в дыхательных путях. Воздействие этих аллергенов может активировать различные компоненты иммунной системы, приводя к характерным клиническим проявлениям аллергического риносинусита.

Пыльца растений является одним из основных аэрозольных аллергенов, способных вызывать аллергические реакции у человека. Вдыхание пыльцы может привести к активации иммунной системы, вызывая воспаление в слизистой оболочке носа и придаточных пазухах[10]. Состав домашней пыли включает в себя

микроорганизмы, клетки кожи, пух, а также фрагменты насекомых. Эти компоненты могут действовать как мощные аллергены, вызывая реакции у лиц, предрасположенных к аллергическим заболеваниям[11]. Грибковые споры, присутствующие в окружающей среде, могут вызывать аллергический риносинусит у подверженных лиц. Вдыхание этих спор может стимулировать иммунный ответ и способствовать развитию воспалительных процессов. Эпителий и слюна домашних животных, таких как кошки и собаки, содержат аллергены, способные вызывать аллергические реакции. Воздействие этих аллергенов может привести к развитию аллергического риносинусита у чувствительных лиц[12]. Определенные аллергены, такие как травяные и деревянные аллергены, могут быть внесены в помещение с обувью и одеждой, что также может способствовать аллергическим реакциям у лиц, подверженных атопии[13].

Понимание роли аллергенов в окружающей среде в развитии аллергического риносинусита предоставляет основу для разработки стратегий профилактики и лечения. Эффективная идентификация и управление аллергенами могут значительно снизить частоту и тяжесть аллергических реакций, способствуя улучшению качества жизни пациентов, страдающих от аллергического риносинусита.

В последние десятилетия наблюдается значительное изменение климатических условий в различных регионах мира, что оказывает существенное воздействие на здоровье человека, включая распространение аллергических заболеваний, в том числе аллергического риносинусита. Эти климатические изменения могут оказывать воздействие на аллергенную нагрузку, сезонные особенности и длительность аллергических сезонов, внося коррективы в паттерны распространения биологических аллергенов и формирование иммунного ответа.

Повышение средней температуры воздуха сопровождается изменениями в распределении растительности и времени цветения растений. Это влияет на динамику высвобождения аллергенов, таких как пыльца, что может удлинить сезон аллергических реакций и увеличить их интенсивность[14]. Перемены в атмосферном давлении могут влиять на распространение аэрозольных аллергенов, таких как грибковые споры, в атмосфере. Это может привести к увеличению концентрации аллергенов в воздухе, что способствует усилению аллергических реакций[15]. Изменения в частоте и интенсивности экстремальных погодных явлений, таких как пыльные бури и атмосферные изменения, могут создавать условия для более высокой концентрации аллергенов в воздухе, что увеличивает риск развития аллергических реакций[16].

Изменения в климате могут влиять на географическое распределение аллергенных растений, включая расширение их ареалов. Это может привести к появлению новых аллергенов в регионах, где ранее они не были типичными, и создать новые вызовы для обитателей этих областей[17].

Климатические изменения также могут влиять на иммунный ответ человека, делая его более или менее склонным к аллергическим реакциям. Это включает в себя изменения в системе толерантности к аллергенам и регуляции воспалительных процессов[18].

В свете этих факторов, понимание влияния климатических изменений на распространение аллергических заболеваний, включая аллергический риносинусит, становится ключевым аспектом для разработки адаптивных стратегий заботы о здоровье в условиях меняющейся экологии. В дополнение к этому, углубленные исследования в этой области могут выявить потенциальные точки воздействия для снижения риска развития аллергических реакций и улучшения качества жизни пациентов.

Иммунологический подход к изучению аллергического риносинусита (АРС) обеспечивает понимание того, как реакция иммунной системы на аллергены влияет на развитие и характер данного заболевания. Этот подход углубляет наше знание о молекулярных и клеточных механизмах, лежащих в основе аллергического ответа в риносинусальной области.

Аллергический риносинусит возникает как результат неадекватной иммунной реакции на аллергены, такие как пыльца, домашняя пыль, грибковые споры и другие. Эта реакция характеризуется активацией иммунных клеток, в основном мастоцитов и эозинофилов, что приводит к воспалению в слизистой оболочке носа и придаточных пазухах[19]. После контакта с аллергеном, иммунные клетки, такие как мастоциты, высвобождают медиаторы воспаления, включая гистамин и

лейкотриены. Это приводит к увеличению проницаемости капилляров, отеку слизистой оболочки и выделению слизи, что формирует клинические проявления риносинусита[20]. Эозинофилы, активируемые аллергенами, играют ключевую роль в патогенезе аллергического риносинусита. Их накопление в тканях приводит к характерным изменениям, таким как повышенное количество слизи, эозинофильные инфильтраты и тканевая ремоделирование[21].

В развитии аллергического риносинусита ключевую роль играют аллерген-специфические иммунные ответы. Это включает в себя активацию клеток Т-помощников и образование антител IgE, что создает основу для повторных аллергических реакций[22]. Цитокины, такие как интерлейкин-4 (IL-4) и интерлейкин-5 (IL-5), играют важную роль в регуляции иммунных ответов при аллергическом риносинусите. Эти молекулы способствуют активации и реакции эффекторных клеток, усиливая воспаление[23].

Понимание иммунологических аспектов аллергического риносинусита не только расширяет наши теоретические знания о патогенезе этого заболевания, но и предоставляет новые возможности для целенаправленных методов диагностики и лечения. Иммуноterapia, направленная на модуляцию аллерген-специфических ответов, представляет собой перспективный путь в управлении аллергическим риносинуситом, а глубокие исследования в этой области могут привести к новым инновационным подходам в лечении этого распространенного состояния.

Аллергические реакции в риносинуситах начинаются с воздействия аллергенов на мастоциты в слизистой оболочке носа и придаточных пазухах. Это ведет к дегрануляции мастоцитов и высвобождению медиаторов воспаления, таких как гистамин[24]. Медиаторы воспаления, высвобождаемые мастоцитами, такие как гистамин и лейкотриены, вызывают увеличение проницаемости капилляров в слизистой оболочке. Это приводит к отеку и увеличенному выделению слизи[25].

Активация мастоцитов также приводит к привлечению эозинофилов в область воспаления. Эозинофилы выпускают воспалительные медиаторы и ферменты, что способствует тканевой деструкции и усилению воспаления[23]. Процессы воспаления в риносинуситах активируют высвобождение различных цитокинов и хемокинов, включая интерлейкины и тумор-некротический фактор. Эти молекулы регулируют воспалительные ответы и участвуют в привлечении и активации иммунных клеток[26]. Повторяющиеся аллергические реакции могут приводить к хроническому воспалению и ремоделированию тканей в слизистой оболочке носа и придаточных пазухах. Это может включать в себя изменения в структуре и функции тканей, что сопровождается длительными симптомами риносинусита[19]. Воспалительные процессы влияют на функциональные аспекты слизистой оболочки, включая мукоцилиарный клиренс, чувствительность к аллергенам и реакцию на раздражители [28]. Воспаление активирует различные компоненты иммунной системы, включая клетки Т-помощники и билинейные клетки, что поддерживает и усиливает аллергический ответ[27].

Понимание роли воспалительных процессов в развитии аллергического риносинусита предоставляет основу для разработки терапевтических стратегий. Модуляция воспалительных ответов может стать ключевым аспектом в лечении и профилактике данного заболевания, и глубокие исследования в этой области могут привести к новым, более эффективным методам управления аллергическим риносинуситом.

Использование иммуногистохимических методов позволяет выявить наличие и распределение клеток и белков, связанных с иммунным ответом, в тканях слизистой оболочки. Это может быть полезным для определения характеристик воспалительных процессов[28].

Измерение уровня иммуноглобулина E (IgE) в сыворотке крови является ключевым методом диагностики аллергических реакций[29]. IgE является классом антител, который играет ключевую роль в развитии реакций гиперчувствительности I типа и разнообразных проявлений аллергии, таких как аллергическая астма, синуситы, аллергический ринитес, пищевая аллергия, специфические виды хронической крапивницы и атопический дерматит[30].

Анализ на общий IgE может быть использован для определения склонности к аллергическим реакциям, а также для проверки наследственной предрасположенности к аллергии у детей, чьи родители страдают от аллергии. Повышенные уровни IgE в крови могут указывать на наличие аллергенных заболеваний или



реакций на аллергены, такие как пыльца, цветы, шерсть животных и пыль.

Однако стоит отметить, что измерение общего уровня IgE не позволяет определить конкретный аллерген, вызывающий реакцию. Для этого могут быть использованы другие лабораторные исследования, которые помогут определить, какой именно аллерген запускает реакцию[31].

Кожные пробы (прикладные аллергенные тесты) являются распространенным методом для определения аллергических реакций. Они включают в себя нанесение маленьких количеств аллергенов на кожу и наблюдение за реакцией. При прямых кожных пробах аллерген вводят внутрикожно (укол, царапина) или накладывают на неповрежденную кожу (в виде капли или аппликации).

Однако стоит отметить, что кожные пробы имеют ряд противопоказаний, включая обострение аллергических и инфекционных заболеваний, случаи анафилактики в анамнезе, иммунодефицит, тяжелые заболевания внутренних органов. Важно также учитывать индивидуальные особенности организма пациента и определить возможность (или невозможность) проведения диагностических мероприятий, с учетом их возможных последствий для пациента[32].

Иммуноблоттинг (или иммуноблот)-это метод, который позволяет выявлять конкретные белки в аллергенах, с которыми взаимодействует иммунная система. Этот метод может помочь в выявлении аллергенов с высокой точностью. Например, иммуноблоттинг IgE при пищевой аллергии позволяет выявить специфическую сенсибилизацию у пациентов с клиническими проявлениями аллергических заболеваний. Также существуют комплексные исследования, позволяющие определить уровень специфических аллергических антител IgE к наиболее распространенным респираторным и пищевым аллергенам. Эти методы могут быть полезны при диагностике респираторных аллергий, таких как астма, ринит и других респираторных заболеваний[33,34].

Современные молекулярные методы, такие как полимеразная цепная реакция (ПЦР), позволяют идентифицировать конкретные гены и ДНК аллергенов, что может быть полезно для более детального анализа аллергических реакций. ПЦР является «золотым стандартом» для выявления ряда инфекций, позволяя определить наличие возбудителя заболевания, даже если в образце присутствует всего несколько молекул ДНК. Однако, в контексте аллергий, для определения аллерген-специфических антител и уровня иммуноглобулина E (IgE) в сыворотке крови используются иммуноферментный и радиоиммунный методы. Кроме того, анализ крови на специфические иммуноглобулины E и кожные пробы (прикладные аллергенные тесты) являются распространенными методами для определения аллергических реакций[35,36].

Анализ уровня цитокинов, таких как интерлейкины и тумор-некротический фактор, может предоставить информацию о характере воспалительных ответов и уровне активации иммунной системы. Интерлейкины и тумор-некротический фактор являются ключевыми медиаторами воспаления и иммунного ответа, и их уровень может быть повышен при аллергических реакциях. Например, уровень интерлейкина-6 может быть повышен у пациентов с аллергическим ринитом и астмой. Уровень тумор-некротического фактора- $\alpha$  также может быть повышен при аллергических реакциях и других воспалительных заболеваниях. Анализ уровня цитокинов может быть полезен для диагностики и мониторинга аллергических заболеваний, а также для оценки эффективности лечения[26,37].

Взаимосвязи между экологическими условиями и иммунологией при аллергическом риносинусите обращают внимание на взаимодействия между различными экологическими факторами и функцией иммунной системы. Загрязнение воздуха, климатические изменения, аллергены окружающей среды, качество воздуха внутри помещений, пищевые аллергены и экологический стресс играют существенную роль в изменении иммунного статуса, активации иммунной системы и увеличении риска аллергических реакций. Экологические условия воздействуют на микроорганизмы в окружающей среде, а их взаимодействие с организмом может влиять на его иммунный статус[38,39].

Экологические аллергены и загрязнители воздуха могут стимулировать высвобождение медиаторов воспаления, таких как гистамин, цитокины и лейкотриены. Эти молекулы активируют и модулируют различные клетки иммунной системы, что способствует аллергическим реакциям[40]. Воздействие пестицидов на иммунитет обусловлено уровнем их влияния на организм, принадлежностью

препаратов к определенной группе химических соединений[41]. Тучные клетки, которые содержат в цитоплазме базофильные гранулы с гистамином и гепарином, принимают участие в развитии аллергических и анафилактических реакций[42].

Окружающая среда оказывает комплексное воздействие на иммунологические механизмы, связанные с аллергическим риносинуситом. Иммуноглобулины, в том числе IgE, подвержены влиянию окружающих факторов, что сопряжено с регуляцией аллергических реакций. Экологические аллергены, такие как пыльца, активируют мастоциты, провоцируя аллергические воспалительные ответы. Генетические факторы взаимодействуют с окружающей средой, определяя склонность к аллергиям, включая гены, регулирующие ответы на аллергены и функцию барьерных тканей. Эпигенетические изменения, вызванные окружающей средой, создают долгосрочные модификации в реакциях иммунной системы. Загрязнение воздуха, повреждая барьерные функции слизистых оболочек, облегчает проникновение аллергенов и активацию иммунных механизмов. Важную роль играет также микробиом окружающей среды, формируя иммунную систему в раннем детстве и воздействуя на дальнейшее развитие аллергических реакций[43,44].

Понимание взаимосвязи между экологическими условиями и иммунологическим ответом предоставляет основу для разработки комплексных стратегий профилактики и лечения. Интеграция различных подходов может обеспечить более эффективное управление аллергическим риносинуситом, учитывая индивидуальные особенности пациентов и окружающую среду, в которой они живут.

Таблица-1

## Стратегии профилактики и лечения

| Стратегии  | Описание  |
|--|---|
| Модификация окружающей среды                             | Разработка стратегий для снижения уровня загрязнителей в воздухе, контроль за аллергенами в домашней среде и улучшение качества внутреннего воздуха могут снизить воздействие окружающей среды на иммунный ответ и уменьшить риск аллергического риносинусита |
| Иммунотерапия  | Иммунотерапия, включая специфическую гипосенсибилизацию, может быть эффективной стратегией для модуляции иммунного ответа на аллергены. Это может уменьшить чувствительность к аллергенам и снизить тяжесть симптомов.  |
| Фармакологические препараты                              | Разработка новых фармакологических препаратов, направленных на блокирование или модуляцию специфических молекулярных путей, связанных с аллергическими реакциями, может предложить новые методы лечения и контроля симптомов.                                 |
| Экосистемные подходы                                     | Поддержание и восстановление биоразнообразия в городских и сельских экосистемах может помочь улучшить качество воздуха и снизить уровень аллергенов, что в конечном итоге окажет положительное воздействие на иммунную систему.                               |
| Образ жизни и диета                                      | Профилактические меры, такие как здоровый образ жизни, включая физическую активность, правильное питание и управление стрессом, могут оказать положительное воздействие на общий иммунитет и снизить чувствительность к аллергенам.                           |
| Генетическая исследования и персонализированная медицина | Более глубокое понимание генетических факторов, влияющих на реакции на окружающую среду, может привести к созданию персонализированных подходов к профилактике и лечению аллергического риносинусита.   |
| Образование и информирование                             | Повышение общественной осведомленности о взаимосвязи между экологическими условиями и аллергическими реакциями может способствовать более ответственному отношению к окружающей среде и лучшему управлению рисками.   |

## Заключение

В контексте аллергического риносинусита выявлены следующие ключевые выводы относительно взаимосвязей между экологическими условиями и иммунологией. Взаимодействие этих факторов представляет собой сложную систему, включая аллергены, загрязнители воздуха и изменения климата. Молекулярные механизмы, рассмотренные выше, обогащают понимание того, как окружающая среда влияет на иммунный ответ и способствует развитию аллергического риносинусита. Стратегии профилактики и лечения, основанные на этом взаимодействии, включа-

ют модификацию окружающей среды, иммунотерапию, фармакологические препараты, поддержание биоразнообразия и персонализированные подходы. Решение проблемы требует комплексного подхода, включая образование общества, изменения в законодательстве по охране окружающей среды и инновационные методы диагностики и лечения. Важная роль отводится образованию общества о взаимосвязи между окружающей средой и здоровьем, что может способствовать профилактике аллергического риносинусита и уменьшению воздействия на иммунную систему. Обобщая, дальнейшие исследования в этой области позволят более глубоко понять механизмы развития аллергического риносинусита и разработать эффективные стратегии предотвращения и лечения этого распространенного заболевания.

#### LIST OF REFERANCES

- [1] Benza T. M. Rational therapy of cough in lower respiratory tract infections in patients with allergic rhinitis. n.d.
- [2] Shilenkova V. V., Lopatin A. S. Allergic rhinitis and quality of life. *Russian rhinology* 2019;27:215–23.
- [3] Kalyuzhka E. A. Genetic risk factors for the development of allergic diseases in children. *Textbook of problems of biology and medicine* 2016;2:16–21.
- [4] Jones C. J. Et al. Burden of allergic disease among ethnic minority groups in high-income countries. *Clinical & Experimental Allergy* 2022;52:604–15.
- [5] Liang K. L. Et al. Role of pollen allergy in Taiwanese patients with allergic rhinitis. *Journal of the Formosan Medical Association* 2010;109:879–85.
- [6] Lu C. Et al. Common cold among young adults in China without a history of asthma or allergic rhinitis—associations with warmer climate zone, dampness and mould at home, and outdoor PM10 and PM2.5. *Science of the Total Environment* 2020;749.
- [7] Small P., Kim H. Allergic rhinitis. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology* 2011;7:1–8.
- [8] Trevino S. Et al. Clinical monitored in subjects metabolically healthy and unhealthy before and during a SARS-cov-2 infection—A cross-sectional study in Mexican population. *Cytokine* 2022;153:155–868.
- [9] Saulyte J. Et al. Active or passive exposure to tobacco smoking and allergic rhinitis, allergic dermatitis, and food allergy in adults and children: a systematic review and meta-analysis. *plos medicine* 2014;11.
- [10] Linton S. Et al. Future of allergic rhinitis management. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 2021;127:183–90.
- [11] Siddiqui Z. A. Et al. Allergic rhinitis: diagnosis and management. *British journal of hospital medicine* 2022;83:1–9.
- [12] Hamilos D. L. Allergic fungal rhinitis and rhinosinusitis. *Proceedings of the American Thoracic Society* 2010;7:245–52.
- [13] Turner P. J., Kemp A. S. Allergic rhinitis in children. *Journal of paediatrics and child health* 2012;48:302–10.
- [14] Gao J. Et al. Changes in ambient temperature increase hospital outpatient visits for allergic rhinitis in Xinxiang, China. *BMC Public Health* 2021;21:1–9.
- [15] Vural E. H., Vural I. M. Reliability of Frequently Used Ear, Nose, and Throat Drugs During Pregnancy and the Postpartum Period. *ENT Diseases: Diagnosis and Treatment during Pregnancy and Lactation – Cham : Springer International Publishing* 2022:375–410.
- [16] Wu A. C., Dahlin A., Wang A. L. The role of environmental risk factors on the development of childhood allergic rhinitis. *Children* 2021;8:708.
- [17] Sofiev M., Bergmann K. C. (ed.). *Allergenic pollen: a review of the production, release, distribution and health impacts*. 2012.
- [18] Allergic rhinitis and its impact on otorhinolaryngology. *Allergy* 2006;61:656–64.
- [19] Samitas K. Et al. Upper and lower airway remodelling mechanisms in asthma, allergic rhinitis and chronic rhinosinusitis: the one airway concept revisited. *Allergy* 2018;73:993–1002.
- [20] Soyka M. B. Et al. Scientific foundations of allergen-specific immunotherapy for allergic disease. *Chest* 2014;146:1347–57.
- [21] Pakkasela J. Et al. Age-specific incidence of allergic and non-allergic asthma. *BMC pulmonary medicine* 2020;20:1–9.

- [22] Campo P. Et al. Local ige in non-allergic rhinitis. *Clinical & Experimental Allergy* 2015;45:872–81.
- [23] Ahmed B., Ali A. Usage of traditional Chinese medicine, Western medicine and integrated Chinese-Western medicine for the treatment of allergic rhinitis. *Science Progress and Research (SPR)* 2021;1:01–10.
- [24] Salib R. Et al. Increased carriage of virulence genes mediates enhanced pathogenicity of chronic rhinosinusitis-related *S. Aureus* strains. *Authorea Preprints* 2023.
- [25] Matsune S. Et al. Effect of vascular endothelial growth factor on nasal vascular permeability. *The Laryngoscope* 2010;120:844–8.
- [26] Pace A. Et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea in patients with allergic and non-allergic rhinitis. *Medicina* 2020;56:454.
- [27] Bose S. Et al. A Comprehensive Review on Natural Products Caused Allergy and Its Mechanism. *Journal of Herbal Medicine* 2023:100-778.
- [28] Senderovich S. E. Immunohistochemical features of the nasal mucosa and some aspects of antiendotoxin immunity in polypous rhinosinusitis. Ufa: Senderovich Sofya Efimovna 2011.
- [29] Antipina U. D., Alekseeva S. N., Amasova E. V. The level of total immunoglobulin e in patients with allergic diseases. *bulletin of the northeastern federal university named after mk ammosov Series: medical sciences* 2022;4:70–7.
- [30] Macharadze D. S. Modern clinical aspects of assessing the levels of general and specific ige. *Pediatrics The journal named after G Speransky* 2017;96:121–7.
- [31] Ivanova A. E., Rusakovich A. N., Kravchenko E. V. A method for predicting the risk of developing diseases associated with the level of immunoglobulin e (ige) in human blood serum. n.d.
- [32] Gómez E. Et al. Role of the basophil activation test in the diagnosis of local allergic rhinitis. *Journal of allergy and clinical immunology* 2013;132:975–6.
- [33] Drinov G. I., Ushakova D. V., Slastushenskaya I. E. The place of modern laboratory diagnostics in practical allergology. *Laboratory service* 2014;3:42–7.
- [34] Zaikov S. V., Bogomolov A. E. Modern approaches to laboratory diagnosis of allergic diseases. *Medical and pharmacy news* 2013:14.
- [35] Kasimov H. K. Issues of pathogenetic therapy of acute sinusitis occurring against the background of allergic rhinitis in children. *Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after IK Akhunbayev* 2019:58–61.
- [36] Kostina E. M. Et al. To study the polymorphism of the genes of cytokines IL-4, IL-10, IL-17A and TNFA in patients with infection-dependent bronchial asthma. *Immunopathology, allergology, infectology* 2013:53–8.
- [37] Ott L. W. Et al. Tumor necrosis factor- $\alpha$ -and interleukin-1-induced cellular responses: coupling proteomic and genomic information. *Journal of proteome research* 2007;6:2176–85.
- [38] Bousquet J. Et al. Allergic rhinitis. *Nature Reviews Disease Primers* 2020;6:95.
- [39] Bousquet J. Et al. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA): achievements in 10 years and future needs. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2012;130:1049–62.
- [40] Didkovsky N. A., Malashenkova I. K. Clinic, diagnosis, treatment of pollinosis: focus on loratadine (claridol). *Russian Medical Journal Medical review* 2013;21:454–8.
- [41] Parakhonsky A. P. Disorders of the immune system under the influence of environmental factors. *Strategies for the development of modern science* 2019:26–9.
- [42] Tarasova I. V. Basophils, mast cells and platelets as immune and effector cells. *Allergology and immunology in pediatrics* 2010;20:32–6.
- [43] Zatyatkin I. A., Titova A. G., Baev A.V. . Actual methods for analyzing changes in the epigenetic landscape of the body caused by exposure to environmental POLLUTANTS. *Emergency medicine* 2021;23:39–47.
- [44] Shiryayeva D. M., Minaeva N. V., Novoselova L. V. Ecological aspects of pollinosis. *Literature review Human ecology. Human ecology* 2016:3–10.