

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA16967>

Особенности структуры аллергических заболеваний и спектра сенсибилизации в Российской Федерации с учетом климатогеографических особенностей регионов

Е.В. Назарова¹, М.Р. Хаитов^{1, 2}¹ Государственный научный центр «Институт иммунологии», Москва, Россия;² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. На течение и распространение аллергических заболеваний непосредственное влияние оказывают факторы окружающей среды. В последние десятилетия отмечается рост числа пациентов с аллергологической патологией, что отчасти обусловлено глобальными изменениями окружающей среды на планете и недостаточным учетом особенностей климатогеографических средовых факторов региона, где проживает пациент.

Цель исследования — изучить особенности эпидемиологии, этиологии и клинического течения аллергических заболеваний в различных регионах России.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели в 2019 г. было проведено анкетирование главных внештатных специалистов. Анкеты были разосланы во все областные, краевые, республиканские центры и города федерального значения. Полученные данные проанализированы и структурированы.

Результаты. Ответы на разосланные анкеты получены из 49 регионов России, в которых в общей сложности за учетный период зарегистрированы 1 468 105 пациентов с аллергическими заболеваниями. Были выявлены значительные расхождения в структуре аллергических заболеваний и спектре этиологически значимых аллергенов в различных регионах России, отражающие их климатогеографические особенности. Отмечается рост респираторных форм аллергии, полисенсибилизации и полиорганности аллергического поражения. В Уральском федеральном округе выявлено наименьшее число случаев аллергического ринита ($p = 0,001$) среди изучаемых регионов и преобладание бронхиальной астмы над другими формами респираторной аллергии ($p < 0,001$), а в Южном федеральном округе распространенность этого заболевания оказалась статистически значимо ниже, чем в северных регионах ($p < 0,001$). Атопический дерматит чаще регистрируется в Приволжском и Дальневосточном федеральных округах ($p = 0,009$, $p = 0,012$), пищевая аллергия – в Приволжском и Северо-Западном ($p = 0,008$, $p = 0,003$). В Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах пищевая аллергия диагностировалась реже всего ($p = 0,001$, $p = 0,002$). В Северо-Западном федеральном округе регистрируется наименьшее число пациентов с сенсибилизацией к аллергенам домашней пыли ($p < 0,001$), а в Южном федеральном округе – к клещам домашней пыли ($p = 0,004$). Наименьшее число пациентов с сенсибилизацией к аллергенам амброзии, полыни и других сорных трав отмечается в Северо-Западном федеральном округе ($p < 0,001$). Южный и Северокавказский федеральные округа доминируют в отношении сенсибилизации к аллергенам сорных трав ($p < 0,001$, $p = 0,001$) и показывают низкий процент сенсибилизации к древесным аллергенам ($p < 0,001$) по сравнению с другими федеральными округами. Отмечается низкая сенсибилизация пациентов к плесневым аллергенам в Уральском федеральном округе ($p < 0,001$). Наибольшая доля инсектной аллергии отмечается в Сибирском федеральном округе ($p = 0,001$), а наименьшая – в Центральном ($p < 0,001$). Северокавказский федеральный округ показал самый низкий процент сенсибилизации к пищевым аллергенам ($p = 0,04$). Во всех федеральных округах России выявлены низкая доступность специализированной помощи и недостаточное назначение патогенетической аллерген-специфической иммунотерапии.

Заключение. Различные климатогеографические регионы России отличаются друг от друга особенностями структуры аллергических заболеваний и спектра сенсибилизации, что необходимо учитывать в разработке профилактических, диагностических и лечебных мероприятий на этих территориях.

Ключевые слова: изменение климата; аллергические заболевания; пыльцевые аллергены; бытовые аллергены; климат.

Как цитировать:

Назарова Е.В., Хаитов М.Р. Особенности структуры аллергических заболеваний и спектра сенсибилизации в Российской Федерации с учетом климатогеографических особенностей регионов // Российский аллергологический журнал. 2024. Т. 21, № 4. С. 440–450. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA16967>

Рукопись получена: 10.09.2024

Рукопись одобрена: 19.11.2024

Опубликована online: 10.12.2024

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA16967>

Characteristics of the allergic disorder and sensibilization spectrum distributions in the Russian Federation taking into account climatic and geographical features of the regions

Evgeniia V. Nazarova¹, Musa R. Khaitov^{1, 2}

¹ National Research Center — Institute of Immunology Federal Medical-Biological Agency of Russia, Moscow, Russia;

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Environmental factors have a direct impact on the course and spread of allergic disorders. In recent decades, there has been an increase in the number of patients with allergic pathology, which is partly due to global environmental changes on the planet and insufficient consideration of the specific climatic and geographic environmental factors of the region where the patient lives.

AIM: To study the characteristics of epidemiology, etiology and clinical course of allergic disorders in different regions of the Russian Federation.

MATERIALS AND METHODS: To achieve this goal, a questionnaire survey of the Chief Consultants was conducted in 2019. Questionnaires were sent to all district, regional, republican centers, and cities of federal significance. The received data were analyzed and structured.

RESULTS: Responses to the questionnaires were received from 49 regions of the Russian Federation, where a total of 1,468,105 patients with allergic diseases were registered during the study period. Significant discrepancies in the distribution of allergic disorders and the spectrum of etiologically significant allergens were revealed in different regions of the Russian Federation, reflecting their climatic and geographical peculiarities. There is an increase in respiratory forms of allergy, multisensitization and multi-organ allergic lesions. The Ural Federal District has the lowest number of cases of allergic rhinitis ($p = 0.001$) among the studied regions, and bronchial asthma is more common than other forms of respiratory allergy ($p < 0.001$), while in the Southern Federal District the prevalence of this disease was statistically significantly lower than in the northern regions ($p < 0.001$). Atopic dermatitis was more frequently registered in the Volga and Far Eastern Federal Districts ($p = 0.009$, $p = 0.012$), food allergy – in the Volga and Northwestern Federal Districts ($p = 0.008$, $p = 0.003$). In the North Caucasian and Siberian Federal Districts, food allergy was diagnosed least frequently ($p = 0.001$, $p = 0.002$). The Northwestern Federal District registered the smallest number of patients with sensitization to house dust allergens ($p < 0.001$), and the Southern Federal District – to house dust mites ($p = 0.004$). The lowest number of patients with sensitization to weed pollen allergens was noted in the Northwestern Federal District ($p < 0.001$). The Southern and North Caucasian Federal Districts dominate in terms of sensitization to weed pollen allergens ($p < 0.001$, $p = 0.001$) and show a low percentage of sensitization to tree allergens ($p < 0.001$) compared to other federal districts. Low sensitization of patients to mold allergens is noted in the Ural Federal District ($p < 0.001$). The highest proportion of insect allergy is noted in the Siberian ($p = 0.001$), and the lowest – in the Central Federal District ($p < 0.001$). The North Caucasian Federal District showed the lowest percentage of sensitization to food allergens ($p = 0.04$). Low availability of specialized care and insufficient prescription of pathogenetic allergen-specific immunotherapy were found in all federal districts of the Russian Federation.

CONCLUSION: Different climatic and geographic regions of the Russian Federation differ from each other in the structure of allergic diseases and sensitization spectrum, which should be taken into account in the development of preventive, diagnostic and therapeutic measures in these territories.

Keywords: climate change; allergic disorders; pollen allergens; indoor allergens; climate.

To cite this article:

Nazarova EV, Khaitov MR. Characteristics of the allergic disorder and sensibilization spectrum distributions in the Russian Federation taking into account climatic and geographical features of the regions. *Russian Journal of Allergy*. 2024;21(4):440–450 DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA16967>

ОБОСНОВАНИЕ

Влияние факторов окружающей среды на здоровье человека неоспоримо. В последние десятилетия мы можем наблюдать серьезные изменения структуры и клинко-этиологических характеристик аллергических заболеваний (АЗ) во всем мире. Во многом на этот процесс влияет глобальное изменение климата, что в совокупности подчеркивает необходимость учета климатогеографических особенностей окружающей среды, в которых находится человек, на риск развития и особенности течения АЗ [1, 2].

Климатические условия на территории России разнообразны: умеренно-континентальный климат характерен для Северо-Западного (СЗФО), Центрального (ЦФО), Приволжского (ПФО) и Северокавказского (СКФО) федеральных округов, преимущественно резко-континентальный – в Уральском (УФО) и Сибирском (СФО) федеральных округах, муссонный – в Дальневосточном (ДФФО) и субтропический – в Южном федеральном округе (ЮФО). Кроме того, перечисленные территории отличаются разнообразием растительного мира, качеством экологии, влажностью, уровнем атмосферного давления, количеством световых дней в году и особенностями движения воздуха [3, 4].

В отечественной и зарубежной литературе крайне скудно освещен вопрос территориальных характеристик АЗ в России. Существуют отдельные работы по изучению эпидемиологических особенностей АЗ в различных регионах, но крупномасштабных исследований структуры аллергопатологии, особенностей спектра значимых аллергенов и тенденций их изменений не проводилось. Однако изучение этиологических особенностей, распространенности и клинических характеристик АЗ в зависимости от климатогеографических условий является важной предпосылкой эффективного функционирования здравоохранения в целом и аллергологической помощи в частности во всех регионах России.

Цель исследования — изучить особенности эпидемиологии, этиологии и клинического течения АЗ в различных регионах России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Было проведено обсервационное многоцентровое одномоментное эпидемиологическое исследование, включавшее:

- 1) анкетирование главных внештатных специалистов. Анкеты были разосланы во все областные, краевые, республиканские центры и города федерального значения;
- 2) анализ и структурирование результатов анкетирования главных внештатных специалистов различных федеральных округов России с учетом климатогеографических характеристик регионов.

Критерии соответствия

В исследовании учитывались данные анкетирования главных внештатных специалистов, а также данные всех пациентов, обратившихся в указанный временной промежуток в государственные медицинские организации регионов, предоставившие эпидемиологические данные для анализа.

Условия проведения

Результаты анкетирования главных внештатных специалистов были получены из следующих регионов России:

- ЦФО: из Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Курской, Липецкой, Московской, Орловской, Смоленской, Тверской, Тульской областей;
- СЗФО: из Республики Коми, Вологодской, Новгородской, Архангельской, Калининградской, Псковской, Ленинградской областей;
- ЮФО: из Ростовской, Волгоградской и Астраханской областей;
- ПФО: из Саратовской области, Республики Башкортостан, Нижегородской области, Пермского края, Республики Татарстан, Чувашской Республики, Самарской, Кировской, Оренбургской, Пензенской областей;
- СКФО: из Кабардино-Балкарской Республики, Карачаево-Черкесской Республики, Ставропольского края;
- УФО: из Челябинской, Тюменской, Свердловской, Курганской областей и Ханты-Мансийского автономного округа;
- СФО: из Красноярского края, Томской, Новосибирской, Омской, Иркутской областей, Республики Хакасия, Кемеровской области, Алтайского края;
- ДВФО: из Республики Саха (Якутия), Республики Бурятия и Приморского края.

Продолжительность исследования

Анкетирование главных внештатных специалистов проводилось в 2019 г. Были предоставлены данные, актуальные на момент анкетирования.

Описание процедуры

Для эпидемиологического исследования основных характеристик АЗ и организации мероприятий по их диагностике и лечению экспертами Российской ассоциации аллергологов и клинических иммунологов разработана анкета, которая высылалась главным внештатным специалистам для заполнения и содержала вопросы об этиологической и клинической структуре АЗ в регионе по обращаемости, частоте полиорганного поражения и полисенсibilизации, организации и реализации пыльцевого и экологического мониторинга, специализированной аллергологической помощи населению, в том числе распространенности проведения аллерген-специфической иммунной терапии (АСИТ).

Этическая экспертиза

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Государственного научного центра «Институт иммунологии» (протокол № 1 от 06.02.2019). Все участники

исследования подписали форму добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

Статистический анализ

Сравнение между данными регионов при оценке влияния изменяющихся климатических условий на характер пыления, структуру АЗ и спектр этиологически значимых аллергенов проводилось по методу Пирсона с расчетом хи-квадрата с предварительным анализом таблиц сопряженности. При значениях признака хотя бы в 1 ячейке таблицы менее 10 использовалась поправка Йейтса. В тех случаях, когда число ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера. Признак считался статистически значимо различным при $p < 0,05$. Статистический анализ проведен с использованием пакета прикладных программ Statistica 13 (StatSoft, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Исследовательская работа проведена на всей территории России, но наибольшее количество данных получено из ЦФО. Результаты анкетирования были предоставлены 49 субъектами России, включали эпидемиологические данные по 1 468 105 обращениям пациентов с АЗ (296 941 – из ЦФО, 196 535 – из СЗФО, 119 234 – из ЮФО, 322 335 – из ПФО, 32 128 – из СКФО, 105 763 – из УФО, 265 531 – из СФО и 129 638 – из ДВФО) и охватывали все 8 федеральных округов страны.

Основные результаты исследования

Структура аллергических заболеваний в различных регионах России

Большинство главных внештатных специалистов (58,3 % в ЦФО, 42,8 % в СЗФО, 33,3 % в ЮФО, 53,3 % в ПФО, 66,6 % в СКФО, 57,1 % в УФО, 50 % в СФО и 66,6 % в ДВФО) отметили увеличение распространенности респираторной аллергии. Причем многие из них докладывали об уменьшении числа случаев тяжелой астмы на фоне увеличения числа пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением аллергического ринита (АР) и риноконъюнктивита (АРК). Респираторные проявления аллергии преобладали в структуре АЗ всех федеральных округов России ($p < 0,001$). На территории УФО и СФО, учитывая их климатические особенности, ожидаемо наблюдается тенденция к увеличению числа пациентов с бронхиальной астмой (БА) по сравнению с другими федеральными округами. В УФО выявлено наименьшее число случаев АР ($p = 0,001$) среди изучаемых регионов и статистически значимое преобладание БА над другими формами респираторной аллергии ($p < 0,001$), а в ЮФО распространенность этого заболевания оказалась статистически значимо ниже, чем в северных регионах ($p < 0,001$). Наглядные данные

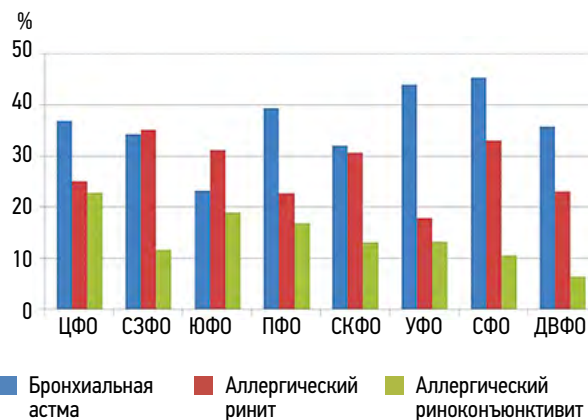


Рис. 1. Структура респираторных форм аллергических заболеваний в различных регионах России.

Fig. 1. Distribution of respiratory forms of allergic disorders in different regions of Russia.

Примечание. ЦФО – Центральный федеральный округ; СЗФО – Северо-Западный федеральный округ; ЮФО – Южный федеральный округ; ПФО – Приволжский федеральный округ; СКФО – Северокавказский федеральный округ; УФО – Уральский федеральный округ; СФО – Сибирский федеральный округ; ДВФО – Дальневосточный федеральный округ.

Note. ЦФО – Central Federal District; СЗФО – Northwestern Federal District; ЮФО – Southern Federal District; ПФО – Volga Federal District; СКФО – North Caucasian Federal District; УФО – Ural Federal District; СФО – Siberian Federal District; ДВФО – Far Eastern Federal District.

о распределении процента пациентов с БА, АР и АРК представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Увеличение распространенности хронической идиопатической крапивницы отметили 50 % опрошенных главных внештатных специалистов в ЦФО, 33,3 % – в ЮФО, 33,3 % – в ПФО, 66,6 % – в СКФО, 42,8 % – в УФО и 25 % – в СФО. Относительно спокойная ситуация по данным анкетирования складывалась в отношении атопического дерматита (АтД). Однако в ПФО и ДВФО он продолжает занимать существенную долю среди регистрируемых АЗ по сравнению с другими регионами ($p = 0,009$, $p = 0,012$ соответственно). Что касается пищевой аллергии (ПА), отмечается высокий ее процент в структуре АЗ в СЗФО и ПФО ($p = 0,003$, $p = 0,008$ соответственно) и относительно низкий – в СКФО и СФО ($p = 0,001$, $p = 0,002$ соответственно). Данные о распространенности АтД, ПА, лекарственной аллергии и инсектной аллергии (ИА) представлены в табл. 2.

Особенности спектра этиологических аллергенов в различных федеральных округах России

В ходе эпидемиологического исследования учитывались данные о сенсибилизации пациентов наиболее типичными аллергенами: бытовыми (домашняя пыль, клещи домашней пыли, эпидермальные аллергены животных), пыльцевыми (деревья, злаковые, амброзия, полынь и другие сорные травы), плесневыми (грибковые), инсектными и пищевыми.

Таблица 1. Структура респираторных форм аллергических заболеваний в различных регионах России**Table 1.** Distribution of respiratory allergic disorders in different regions of Russia

| Федеральный округ | Частота встречаемости, % | | |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | бронхиальной астмы | аллергического ринита | аллергического риноконъюнктивита |
| Центральный | 36,9 | 25,1 | 22,9 |
| Северо-Западный | 34,3 | 35,2 | 11,7 |
| Южный | 23,2 | 31,2 | 19 |
| Приволжский | 39,4 | 22,7 | 16,9 |
| Северо-Кавказский | 32,1 | 30,8 | 13,2 |
| Уральский | 44 | 18 | 13,3 |
| Сибирский | 45,3 | 33,2 | 10,6 |
| Дальневосточный | 35,8 | 23,1 | 6,5 |

Таблица 2. Структура нереспираторных форм аллергических заболеваний в различных федеральных округах России**Table 2.** Distribution of non-respiratory allergic disorders in different federal districts of Russia

| Федеральный округ | Частота встречаемости, % | | | |
|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| | атопического дерматита | пищевой аллергии | лекарственной аллергии | инсектной аллергии |
| Центральный | 13,3 | 4,6 | 6,8 | 0,5 |
| Северо-Западный | 9,0 | 15,9 | 7 | 1,7 |
| Южный | 7,7 | 6,2 | 7,7 | 0,7 |
| Приволжский | 18,5 | 12,7 | 7,4 | 3,7 |
| Северо-Кавказский | 9,1 | 3,4 | 4,7 | 2,1 |
| Уральский | 7,9 | 6,2 | 6,2 | 0,7 |
| Сибирский | 6,4 | 3,5 | 3,8 | 2,2 |
| Дальневосточный | 17,9 | 6,7 | 5,3 | 0,7 |

Таблица 3. Доля сенсибилизации к бытовым аллергенам среди пациентов с аллергическими заболеваниями в различных федеральных округах России**Table 3.** Percentage of sensitization to indoor allergens among patients with allergic disorders in different federal districts of Russia

| Федеральный округ | Частота сенсибилизации к аллергенам, % | | |
|-------------------|--|---------------------|--------------------------|
| | домашней пыли | клеща домашней пыли | эпидермальным аллергенам |
| Центральный | 33,1 | 32 | 14 |
| Северо-Западный | 14,5 | 20,8 | 12 |
| Южный | 25,5 | 11,5 | 12,5 |
| Приволжский | 24,4 | 18,8 | 11,5 |
| Северо-Кавказский | 35,1 | 18,7 | 8,4 |
| Уральский | 34,3 | 23 | 19,6 |
| Сибирский | 38 | 31,2 | 21,6 |
| Дальневосточный | 23,7 | 17,1 | 10,3 |

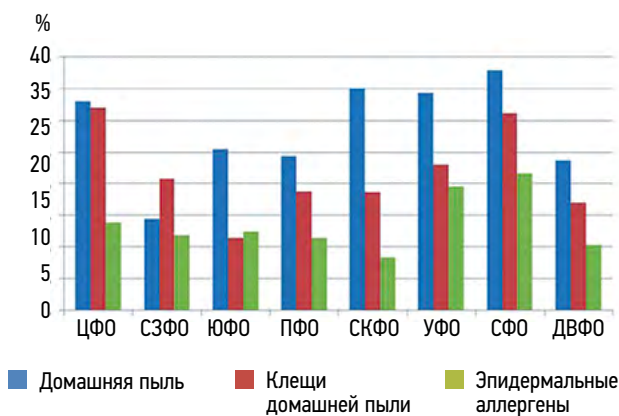


Рис. 2. Доля и структура бытовых аллергенов среди основных этиологически значимых факторов аллергических заболеваний в федеральных округах России.

Fig. 2. Percentage and structure of indoor allergens among the main etiologically significant factors of allergic disorders in the federal districts of Russia.

Примечание. ЦФО – Центральный федеральный округ; СЗФО – Северо-Западный федеральный округ; ЮФО – Южный федеральный округ; ПФО – Приволжский федеральный округ; СКФО – Северокавказский федеральный округ; УФО – Уральский федеральный округ; СФО – Сибирский федеральный округ; ДВФО – Дальневосточный федеральный округ.

Note. ЦФО – Central Federal District; СЗФО – Northwestern Federal District; ЮФО – Southern Federal District; ПФО – Volga Federal District; СКФО – North Caucasian Federal District; УФО – Ural Federal District; СФО – Siberian Federal District; ДВФО – Far Eastern Federal District.

Бытовые аллергены занимали значительную долю среди всех этиологически значимых аллергенов во всех федеральных округах России и оказались ведущими в большинстве регионов. В СЗФО регистрируется наименьшее число пациентов с сенсибилизацией к аллергенам домашней пыли ($p < 0,001$), а в ЮФО – к клещам домашней пыли ($p = 0,004$). Обращает на себя внимание тот факт, что в Кабардино-Балкарской Республике (СКФО) увеличился процент пациентов, сенсибилизированных к аллергенам кошки и собаки, и уменьшился – к аллергенам овцы вследствие урбанизации и вымирания народных промыслов. Относительная доля и структура бытовых аллергенов представлены в табл. 3 и на рис. 2.

Еще одним важным этиологическим фактором АЗ являются растительные аллергены, а именно аллергены пыльцы деревьев, сорных и злаковых трав. Отмечается прямая зависимость между преобладающими видами растений в регионе и характером сенсибилизации пациентов. Так, наименьшее число пациентов с сенсибилизацией к аллергенам сорных трав отмечается в СЗФО ($p < 0,001$). В ЮФО выявляется яркое доминирование сенсибилизации к аллергенам амброзии, полыни и других сорных трав как в структуре пыльцевой сенсибилизации в регионе ($p < 0,001$), так и, наряду с ситуацией в СКФО, в сравнительном отношении между федеральными округами ($p < 0,001$, $p = 0,001$

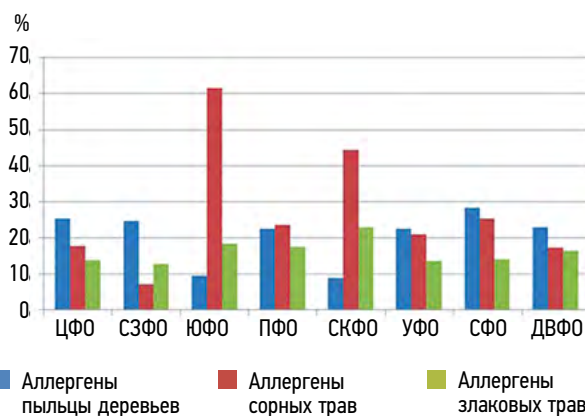


Рис. 3. Структура пыльцевых аллергенов в различных федеральных округах России.

Fig. 3. Structure of pollen allergens in different federal districts of Russia.

Примечание. ЦФО – Центральный федеральный округ; СЗФО – Северо-Западный федеральный округ; ЮФО – Южный федеральный округ; ПФО – Приволжский федеральный округ; СКФО – Северокавказский федеральный округ; УФО – Уральский федеральный округ; СФО – Сибирский федеральный округ; ДВФО – Дальневосточный федеральный округ.

Note. ЦФО – Central Federal District; СЗФО – Northwestern Federal District; ЮФО – Southern Federal District; ПФО – Volga Federal District; СКФО – North Caucasian Federal District; УФО – Ural Federal District; СФО – Siberian Federal District; ДВФО – Far Eastern Federal District.

соответственно). На фоне этого в ЮФО и СКФО наблюдается низкий процент сенсибилизации к древесным аллергенам по сравнению с другими регионами ($p < 0,001$ для обоих регионов). Обращает на себя внимание появление в Смоленской и Московской областях нового аллергена – амброзии, сорняка, не типичного для данных местностей, но который в настоящее время вносит вклад в спектр сенсибилизации. В Чувашской Республике, Республике Татарстан, Нижегородской области также увеличилось число пациентов, сенсибилизированных к амброзии. Доля и структура пыльцевых аллергенов представлены на рис. 3 и в табл. 4.

Данные о структуре и относительном проценте остальных типов аллергенов (пищевых, плесневых и инсектных) представлены в табл. 5. Отмечается низкая сенсибилизация пациентов к плесневым аллергенам в УФО ($p < 0,001$). Наибольшая доля ИА отмечается в СФО ($p = 0,001$), а наименьшая – в ЦФО ($p < 0,001$). СКФО показал самый низкий процент сенсибилизации к пищевым аллергенам ($p = 0,04$).

Особенности течения аллергических заболеваний в различных федеральных округах России

По мнению большинства опрошенных главных внештатных специалистов, в России растет количество полисенсибилизированных пациентов. В ЦФО сенсибилизация к 2 и более аллергенам отмечается у 74 % пациентов с АЗ

Таблица 4. Одноосильные доли пылевых аллергенов в структуре сенсибилизации пациентов различных федеральных округов России
Table 4. Percentage of pollen allergens in the structure of sensitization of patients from different federal districts of Russia

| Федеральный округ | Частота сенсибилизации к аллергенам, % | | |
|-------------------|--|---------------------------------------|---------------|
| | деревьев | амброзии, полыни и других сорных трав | злаковых трав |
| Центральный | 25,4 | 17,8 | 13,75 |
| Северо-Западный | 24,8 | 7,2 | 12,9 |
| Южный | 9,5 | 61,7 | 18,5 |
| Приволжский | 22,3 | 23,6 | 17,6 |
| Северо-Кавказский | 9 | 44,5 | 22,9 |
| Уральский | 22,6 | 21,2 | 13,6 |
| Сибирский | 28,4 | 25,4 | 14 |
| Дальневосточный | 23 | 17,4 | 16,6 |

Таблица 5. Одноосильные доли пищевых, лекарственных и инсектных аллергенов в структуре сенсибилизации пациентов различных федеральных округов России

Table 5. Percentages of food, drug and insect allergens in the structure of sensitization of patients in different federal districts of Russia

| Федеральный округ | Частота сенсибилизации, % | | |
|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | к пищевым аллергенам | к плесневым аллергенам | к инсектным аллергенам |
| Центральный | 7,9 | 6,4 | 0,6 |
| Северо-Западный | 5,4 | 11,9 | 4 |
| Южный | 9,7 | 10,2 | 1,25 |
| Приволжский | 4,8 | 12 | 2 |
| Северо-Кавказский | 3,4 | 5,8 | 2,6 |
| Уральский | 8,9 | 1,8 | 3,3 |
| Сибирский | 4,2 | 7,6 | 8,1 |
| Дальневосточный | 5,1 | 9 | 2,3 |

(от 56 % в Орловской области до 96 % в Липецкой области). В СЗФО средняя доля полисенсибилизированных пациентов составила 62 % (от 36 % в Ленинградской области до 80 % в Новгородской области). В ЮФО полисенсибилизированными оказались 65 % пациентов, а в ПФО – 68,7 %. В УФО врачи-аллергологи отмечают полисенсибилизацию у 73,3 % пациентов. Сходные данные наблюдаются и в СФО и ДВФО, где полисенсибилизированными являются 71,5 и 69 % пациентов с АЗ соответственно.

Качество оказания специализированной аллергологической помощи в различных регионах России

В анкетах для главных внештатных специалистов регионов был предусмотрен ряд вопросов об организации аллергологической помощи населению, а именно о ее доступности и частоте проведения АСИТ. Были получены весьма негативные результаты.

Доступность специализированной помощи отражалась в числе дней ожидания приема врача-аллерголога. В ЦФО пациенты ждали консультации от 1 до 14 дней в зависимости от региона. Причем главные внештатные специалисты сообщают о нехватке врачей аллергологов-иммунологов в 50 % областей.

В СЗФО число дней ожидания приема варьирует от 2 до 30 в зависимости от региона и составляет в среднем 14 дней. Самый длительный период ожидания зарегистрирован в Калининградской и Архангельской областях – около 30 дней. В 57,1 % опрошенных областей СЗФО не хватает специалистов аллергологов-иммунологов.

Число дней ожидания приема в ЮФО составляет 10–14 в зависимости от региона. Но в данном федеральном округе о недостаточном количестве врачей аллергологов-иммунологов рапортуют 100 % главных внештатных специалистов.

В других федеральных округах число дней ожидания приемов распределилось следующим образом: в ПФО –

от 2 до 30 дней (в среднем 7–14 дней), в СКФО – от 1 до 7 дней (в среднем 1–2 дня), в УФО – от 7 до 30 дней (в среднем 7–14 дней), в СФО – от 1 до 30 дней (в среднем 7–10 дней), в ДВФО – от 1 до 14 дней (в среднем 7 дней).

Что касается АСИТ, то отмечается низкий процент ее назначения во всех федеральных округах России, несмотря на то что она считается «золотым стандартом» лечения респираторной аллергии у взрослых и детей [5]. Основными причинами неназначения патогенетического метода лечения считались удаленность места проведения процедуры для подкожной АСИТ, слишком высокая цена для сублингвальной АСИТ, отсутствие специалистов в месте проживания пациента и низкая комплаентность пациентов.

По данным анкетирования главных внештатных специалистов ЦФО, АСИТ в этом регионе назначается только в 24,1 % случаев. Реже всего АСИТ назначается в СЗФО – 12 %.

По данным анкетирования ЮФО, патогенетическая терапия респираторных АЗ в этом регионе назначалась в 28,3 % случаев. В ПФО АСИТ использовалась только у 27,5 % пациентов. В СКФО АСИТ назначалась также недостаточно – 20,5 % пациентов. Подкожная иммунотерапия в этом регионе была проведена 76,1 % пациентов, а сублингвальная – 23,9 % пациентов. Значительное преобладание инъекционного метода объясняется отсутствием до недавнего времени сублингвальных форм иммунотерапии самого значимого для региона аллергена – пыльцы сорных трав. По данным анкетирования главных внештатных специалистов УФО, АСИТ назначается только в 34,6 % случаев. В СФО патогенетическая терапия применялась у 21,5 % пациентов, а в ДВФО – у 25 % пациентов.

Организация пыльцевого и экологического мониторинга в различных регионах России

Анкетирование главных внештатных аллергологов-иммунологов выявило неоправданно низкую заинтересованность в проведении пыльцевого и экологического мониторинга в регионах. Так, пыльцевой и экологический мониторинг в ЦФО проводится только в Московском регионе, а в ЮФО – только в Ростовской области. В СЗФО пыльцевой состав воздуха контролируется в Ленинградской области и Республике Коми, а экологический мониторинг доступен только в Ленинградской и Калининградской областях. В ПФО пыльцевой мониторинг реализован в Республике Татарстан, Нижегородской области, Саратовской области, а экологический мониторинг – в Республике Татарстан, Оренбургской области, Чувашской Республике, Саратовской области. Пыльцевой и экологический мониторинг в СКФО проводится только в Ставропольском крае. В УФО аэропаллинологический мониторинг организован только в Свердловской области, экологический – в Свердловской и Челябинской областях. Исследование пыльцевого состава воздуха в СФО проводится в Алтайском крае и Иркутской области. Экологический мониторинг в данном регионе доступен в Иркутской и Томской областях. Пыльцевой мониторинг в ДВФО не проводится вовсе, а экологический реализован только в Приморском крае.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

В ходе исследования выявлены значительные расхождения в структуре АЗ и спектре этиологически значимых аллергенов в различных регионах России, отражающие климатогеографические особенности регионов: в УФО обнаружено наименьшее число случаев АР среди изучаемых регионов и преобладание БА над другими формами респираторной аллергии, выявлена низкая сенсibilизация к плесневым аллергенам; в ЮФО БА регистрируется реже, чем в других регионах, также отмечается низкая сенсibilизация к аллергенам клеща домашней пыли и древесным аллергенам и высокая – к аллергенам амброзии, полыни и других сорных трав; в ПФО чаще регистрируется АтД и ПА; в ДВФО в структуре АЗ заметна роль АтД; в СЗФО отмечается высокий процент ПА на фоне более низкой сенсibilизации к аллергенам домашней пыли и пыльце сорных трав, чем в других округах; в СКФО ПА и сенсibilизация к древесным и пищевым аллергенам диагностируется реже всего, но на данной территории активна сенсibilизация к аллергенам сорных трав; в СФО отмечается низкий процент ПА и высокий – ИА. Во всех федеральных округах России выявлены низкая доступность специализированной помощи и недостаточное назначение патогенетической АСИТ. Отмечается рост респираторных форм аллергии, полисенсibilизации и полиорганности аллергического поражения.

Обсуждение основного результата исследования

Данные, полученные от главных внештатных специалистов в различных регионах России, согласуются с результатами зарубежных исследований.

На организм человека постоянно воздействуют те или иные средовые факторы, вызывающие определенные физиологические реакции и включающие адаптационные механизмы. Рост распространенности астмы и других АЗ, который констатирует мировое медицинское сообщество, с большой вероятностью является следствием активирующего воздействия факторов окружающей среды на геном предрасположенных лиц [6–8]. Известно, что пациенты с АЗ, в частности с БА, обладают высокой чувствительностью к погодным условиям. Так, примерно у половины из них наблюдается ухудшение функции внешнего дыхания при снижении температуры воздуха, а среди проживающих в местах с высокой влажностью и частыми туманами чаще встречается аллергия к плесневым грибам и бактериальным аллергенам. По этой причине регистрируется большее количество случаев БА по сравнению с засушливыми или горными регионами [9, 10].

Бытовые аллергены широко распространены в структуре сенсibilизации как в Европе, так и в Азии [11, 12]. Большую роль в столь широкой распространенности

данного типа аллергенов играет образ жизни современного человека. Особенно это касается экономически развитых регионов, где люди могут находиться в помещении до 80 % времени [13]. Однако распространенность сенсibilизации к бытовым аллергенам в России превышает таковую в Европе, это может быть связано с предпочтением проведения в России аллергологического обследования с помощью кожного тестирования, для которого длительное время используются водно-солевые аллергены смеси домашней пыли, ввиду отсутствия аллергенов изолированно клещей домашней пыли. В состав смеси домашней пыли входят не только клещи домашней пыли, но и грибковые и эпидермальные аллергены, аллергены тараканов [11].

Помимо температурных условий, абсолютной и относительной влажности на заболеваемость населения АЗ и их течение влияет характер растительности в данной местности, высота над уровнем моря, продолжительность солнечного сияния – все те факторы, которые принято рассматривать как климатические особенности различных регионов [14–16]. Еще один важный аспект распространения АЗ – особенности пищевого рациона, традиционных наборов продуктов и способов их приготовления, а также влияние на национальную кухню соседних регионов и обогащение ее новыми, непривычными для коренных жителей составляющими.

Особую роль в развитии аллергии и формировании спектра аллергенов играет загрязнение окружающей среды. Его негативное воздействие усиливает тканевую гиперреактивность слизистой оболочки дыхательных путей, нарушает мукоцилиарный клиренс, что повышает агрессивность типичных аэроаллергенов [17, 18]. В результате параллельно с растущим отрицательным антропогенным влиянием на экологию растет количество АЗ в наиболее благополучных регионах. Такая тенденция, возможно, связана с повышением уровня жизни, приводящим к усиленному воздействию множественных традиционных и нетрадиционных сенсibilизирующих агентов и факторов риска [6, 19, 20].

Появление в регионах новых аллергенов, не свойственных данной местности, вероятно связано с изменением движения воздушных масс, с которыми пыльца переносится на значительные расстояния [21].

Ограничения исследования

Несмотря на масштабность проведенного исследования, мы понимаем, что при использовании только данных официальной документации и отчетности главных внештатных специалистов возникает ряд существенных ограничивающих факторов, а именно:

- наличие информации лишь о тех пациентах, которые обращаются за медицинской помощью;
- отсутствие обязательной регистрации всех аллергических патологий;
- ошибки в формулировании диагнозов, влекущие за собой их неправильный учет;

- недостаточный эпидемиологический контроль АЗ из-за отсутствия во многих регионах врачей-аллергологов;
- отсутствие лабораторных и функциональных методов обследования, необходимых для постановки точного диагноза и определения этиологически значимого аллергена.

Учитывая перечисленные факторы негативного влияния на получение истинных данных, нужно признать необходимость проведения более глубоких исследований эпидемиологической и этиологической картины АЗ на территории России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разнообразные факторы окружающей среды влияют на клиническое течение и этиопатогенетические механизмы АЗ. Особенности климата региона, в котором проживает пациент, будут определять спектр причинно значимых аллергенов, а также распространенность тех или иных форм аллергопатологии. Различные климато-географические регионы России отличаются друг от друга особенностями эпидемиологии, этиологии и клинического течения АЗ, что необходимо учитывать в разработке профилактических, диагностических и лечебных мероприятий на этих территориях. Однако масштабных исследований этого вопроса не проводилось.

Результаты нашей работы демонстрируют отчетливые различия в структуре АЗ и спектре сенсibilизации в различных федеральных округах страны. Повсеместно отмечается рост полисенсibilизации и полиорганности на фоне низкой доступности специализированной медицинской помощи и недостаточного назначения АСИТ.

Результаты исследования демонстрируют важность разработки специфических препаратов для диагностики и лечения в разных регионах страны с учетом ведущих аллергенов, проведения мероприятий по повышению доступности медицинской помощи и обоснованности назначения АСИТ. Учитывая выявленные зависимости клинико-эпидемиологических характеристик АЗ от климато-географических условий проживания пациента, необходимы более глубокие исследования по данной проблеме.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-15-00206 (<https://rscf.ru/project/24-15-00206/>).

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Е.В. Назарова – разработка

концепции, сбор, обработка материала, написание статьи; М.Р. Хаитов – разработка концепции, редактирование текста статьи.

Благодарности. Авторы выражают благодарность главным внештатным специалистам всех регионов России за активное участие в анкетировании и предоставление данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-15-00206 (<https://rscf.ru/project/24-15-00206/>).

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

Authors' contribution. 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. E.V. Nazarova – concept development, collection, processing of material, article writing; M.R. Khaitov – concept development, correction of the text of the article.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the main freelance specialists of all regions of Russia for their active participation in the survey and provision of data.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. D'Amato G., Vitale C., Lanza M., D'Amato M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update // *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2016. Vol. 10, N 5. P. 434–474. doi: 10.1097/CM9.0000000000000861
2. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z. The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2007.
3. Пиловец Г.И. Метеорология и климатология. Москва: Инфра, 2013.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. Москва, 2023. Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/images/media/climate/rus-clim-annual-report.pdf>. Ссылка активна на 20.07.2024.
5. Российская ассоциация аллергологов и клинических иммунологов, Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов, Союз педиатров России. Аллергический ринит. Клинические рекомендации. 2024. Режим доступа: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/261_2. Ссылка активна на 20.07.2024.
6. Custovic A. Epidemiology of allergic diseases // *Middleton's Allergy Essentials*. 2017. P. 51–72. doi: 10.1016/B978-0-323-37579-5.00003-9
7. Pacheco S.E., Guidos-Fogelbach G., Annesi-Maesano I., et al. Climate change and global issues in allergy and immunology // *J Allergy Clin Immunol*. 2021. Vol. 148, N 6. P. 1366–1377. doi: 10.1016/j.jaci.2021.10.011
8. Хаитов М.Р. Роль респираторных вирусов в патогенезе бронхиальной астмы. *Иммунология*. 2003. Т. 24, № 1. С. 58.
9. Guarnieri G., Olivieri B., Senna G., Vianello A. Relative humidity and its impact on the immune system and infections // *Int J Molec Sci*. 2023. Vol. 24, N 11. P. 9456. doi: 10.3390/ijms24119456
10. Мачарадзе Д.Ш., Адаева Х.А., Муслимова А., Пешкин В.И. Некоторые внешние факторы и аллергические заболевания // *Астма и аллергия*. 2014. № 4. С 9–12.
11. Raulf M., Bergmann K.C., Kull S. et al. Mites and other indoor allergens – from exposure to sensitization and treatment // *Allergo J Int*. 2015. Vol. 24. P. 68–80. doi: 10.1007/s40629-015-0049-1
12. Emran H., Chieng C.S.E., Taib S., Cunningham A.C. House dust mite sensitization and association with atopic dermatitis in Brunei: allergen sensitization and allergic disease in Brunei // *Clin Transl Allergy*. 2019. Vol. 9. P. 1–4. doi: 10.1186/s13601-019-0304-5
13. Bergmann K.C. Frequency of sensitizations and allergies to house dust mites // *Allergo J Int*. 2022. Vol. 31, N 8. P. 279–283. doi: 10.1007/s40629-022-00229-2
14. Singh A.B., Kumar P. Climate change and allergic diseases: An overview // *Front Allergy*. 2022. Vol. 3. P. 964–987. doi: 10.3389/falgy.2022.964987
15. D'Amato G., Chong-Neto H.J., Ortega O.P.M., et al. The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens // *Allergy*. 2020. Vol. 75, N 9. P. 2219–2228. doi: 10.1111/all.14476
16. Luo W., Wang D., Zhang T. et al. Prevalence patterns of allergen sensitization by region, gender, age, and season among patients with allergic symptoms in mainland China: a four-year multicenter study // *Allergy*. 2021. Vol. 76, N 2. P. 589. doi: 10.1111/all.14597
17. Sánchez J., Sánchez A. Epidemiologic studies about food allergy and food sensitization in tropical countries. Results and limitations // *Allergol Immunopathol (Madr.)*. 2019. Vol. 47, N 4. P. 401–408. doi: 10.1016/j.aller.2018.11.001
18. Sözüner Z.C., Cevhertas L., Nadeau K., et al. Environmental factors in epithelial barrier dysfunction // *J Allergy Clin Immunol*. 2020. Vol. 145, N 6. P. 1517–1528. doi: 10.1016/j.jaci.2020.04.024
19. Lee P.H., Park S., Lee Y.G. et al. The impact of environmental pollutants on barrier dysfunction in respiratory disease // *Allergy Asthma Immunol Res*. 2021. Vol. 13, N 6. P. 850. doi: 10.4168/air.2021.13.6.850
20. Katelaris C.H., Lee B.W., Lopatin A. Prevalence and diversity of allergic rhinitis in regions of the world beyond Europe and North America // *Clin Exp Allergy*. 2012. Vol. 42. P. 186–207. doi: 10.1111/j.1365-2222.2011.03891.x
21. Visez N., Chassard G., Azarkan N. et al. Wind-induced mechanical rupture of birch pollen: Potential implications for allergen dispersal // *J Aerosol Sci*. 2015. Vol. 89. P. 77–84. doi: 10.1016/j.jaerosci.2015.07.005

REFERENCES

1. D'Amato G, Vitale C, Lanza M, D'Amato M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2016;10(5):434–474. doi: 10.1097/CM9.0000000000000861
2. Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z. The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2007.
3. Pilovets GI. Meteorology and climatology. Moscow: Infra, 2013. (In Russ.).
4. Report on the characteristics of the climate in the Russian Federation territory in 2022. Moscow, 2023. Available at: <https://meteoinfo.ru/images/media/climate/rus-clim-annual-report.pdf>. Accessed: 20.07.2024. (In Russ.).
5. Russian Association of Allergists and Clinical Immunologists, National Medical Association of Otorhinolaryngologists, Union of Pediatricians of Russia. Allergic rhinitis. Clinical guidelines. 2024. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/261_2. Accessed: 20.07.2024. (In Russ.).
6. Custovic A. Epidemiology of allergic diseases. *Middleton's Allergy Essentials*. 2017:51–72. doi: 10.1016/B978-0-323-37579-5.00003-9
7. Pacheco SE, Guidos-Fogelbach G, Annesi-Maesano I, et al. Climate change and global issues in allergy and immunology. *J Allergy Clin Immunol*. 2021;148(6):1366–1377. doi: 10.1016/j.jaci.2021.10.011
8. Khaitov MR. The role of respiratory viruses in bronchial asthma pathogenesis. *Immunologiya*. 2003;24(1):58. (In Russ.).
9. Guarnieri G, Olivieri B, Senna G, Vianello A. Relative humidity and its impact on the immune system and infections. *Int J Mol Sci*. 2023;24(11):9456. doi: 10.3390/ijms24119456
10. Macharadze DSh, Adaeva KhA, Muslimova A, Peshkin VI. Some external factors and allergic diseases. *Asthma and Allergy*. 2014;4:9–12. (In Russ.).
11. Raulf M, Bergmann KC, Kull S, et al. Mites and other indoor allergens—from exposure to sensitization and treatment. *Allergo J Int*. 2015;24(3):68–80. doi: 10.1007/s40629-015-0049-1
12. Emran H, Chieng CSE, Taib S, Cunningham AC. House dust mite sensitization and association with atopic dermatitis in Brunei: allergen sensitization and allergic disease in Brunei. *Clin Transl Allergy*. 2019;9:1–4. doi: 10.1186/s13601-019-0304-5
13. Bergmann KC. Frequency of sensitizations and allergies to house dust mites. *Allergo J Int*. 2022;31(8):279–283. doi: 10.1007/s40629-022-00229-2
14. Singh AB, Kumar P. Climate change and allergic diseases: An overview. *Front Allergy*. 2022;3:964–987. doi: 10.3389/falgy.2022.964987
15. d'Amato G, Chong-Neto HJ, Ortega OPM, et al. The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens. *Allergy*. 2020;75(9):2219–2228. doi: 10.1111/all.14476
16. Luo W, Wang D, Zhang T, et al. Prevalence patterns of allergen sensitization by region, gender, age, and season among patients with allergic symptoms in mainland China: a four-year multicenter study. *Allergy*. 2021;76(2):589. doi: 10.1111/all.14597
17. Sánchez J, Sánchez A. Epidemiologic studies about food allergy and food sensitization in tropical countries. Results and limitations. *Allergol Immunopathol (Madr.)*. 2019;47(4):401–408. doi: 10.1016/j.aller.2018.11.001
18. Sözüner ZC, Cevhertas L, Nadeau K, et al. Environmental factors in epithelial barrier dysfunction. *J Allergy Clin Immunol*. 2020;145(6):1517–1528. doi: 10.1016/j.jaci.2020.04.024
19. Lee PH, Park S, Lee YG, et al. The impact of environmental pollutants on barrier dysfunction in respiratory disease. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2021;13(6):850. doi: 10.4168/aaair.2021.13.6.850
20. Katelaris CH, Lee BW, Lopatin A. Prevalence and diversity of allergic rhinitis in regions of the world beyond Europe and North America. *Clin Exp Allergy*. 2012;42:186–207. doi: 10.1111/j.1365-2222.2011.03891.x
21. Visez N, Chassard G, Azarkan N, et al. Wind-induced mechanical rupture of birch pollen: Potential implications for allergen dispersal. *J Aerosol Sci*. 2015;89:77–84. doi: 10.1016/j.jaerosci.2015.07.005

ОБ АВТОРАХ

* **Назарова Евгения Валерьевна**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 115522, Москва, Каширское шоссе, д. 24;
ORCID: 0000-0003-0380-6205;
eLibrary SPIN: 4788-7407;
e-mail: evallergo@yandex.ru

Хайтов Муса Рахимович, д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. РАН;
ORCID: 0000-0003-4961-9640;
eLibrary SPIN: 3199-9803;
e-mail: mr.khaitov@nrcii.ru

AUTHORS' INFO

* **Evgeniia V. Nazarova**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 24, Kashirskoye shosse, 115522, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-0380-6205;
eLibrary SPIN: 4788-7407;
e-mail: evallergo@yandex.ru

Musa R. Khaitov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-4961-9640;
eLibrary SPIN: 3199-9803;
e-mail: mr.khaitov@nrcii.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author