

Оценка спектра сенсибилизации детей с бронхиальной астмой в Москве и Московской области

Н.Г. Колосова¹, <https://orcid.org/0000-0001-5071-9302>, kolosovan@mail.ru

А.Р. Денисова^{1✉}, <https://orcid.org/0000-0003-0917-6048>, Anita_D@mail.ru

В.Д. Денисова^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-4033-6380>, veronikad_91@list.ru

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119435, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 19

² Научно-исследовательский клинический институт детства; 141009, Россия, Московская обл., Мытищи, ул. Коминтерна, д. 24а, стр. 1

Резюме

Введение. Патогенетической характеристикой atopической бронхиальной астмы является хроническое аллергическое воспаление дыхательных путей, инициируемое контактом с причинно-значимыми аллергенами. Идентификация сенсибилизации является необходимым условием успешной терапии бронхиальной астмы.

Цель. Изучить возрастную динамику спектра сенсибилизации к аллергенам у детей с бронхиальной астмой, наблюдающихся в лечебных учреждениях Москвы и Московской области.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное одномоментное популяционное исследование спектра аллергической сенсибилизации бронхиальной астмы у 970 детей от 0 до 17 лет 11 мес., проживающих в Москве и Московской области, на основании медицинской документации.

Результаты. В исследуемой когорте детей с бронхиальной астмой оценка общего IgE проведена лишь у 37,11% (n = 360) пациентов, из них повышенный уровень IgE выявлен в 81% случаев (292 ребенка), что свидетельствует о преобладании фенотипа atopической бронхиальной астмы над неатопической. Анализ показал, что паттерны сенсибилизации различались в зависимости от возрастной группы. Бытовая сенсибилизация преобладала у большинства пациентов всех возрастов. У детей до 4 лет, наряду с бытовой сенсибилизацией, в 36% случаев отмечена также пищевая сенсибилизация, которая была самой высокой по сравнению с другими возрастными периодами. Обнаружено, что сенсибилизация бытовым и пыльцевым аллергеном значительно увеличивается с возрастом (p < 0,05). Перекрестная (к пыльце ветроопыляемых растений) сенсибилизация к пищевым аллергенам была низкой, но увеличивалась с раннего возраста и до 15–18 лет. Наиболее часто бронхиальная астма сочетается с аллергическим ринитом – 18% с постепенным нарастанием показателей к 18 годам. Сочетание бронхиальной астмы и atopического дерматита практически одинаково у детей до 14 лет.

Выводы. Установлено, что у детей с бронхиальной астмой, проживающих в Москве и Московской области, выявлено превалирование сенсибилизации к пищевым аллергенам до 4-летнего возраста, а у детей старше 5 лет – к бытовым, пыльцевым и эпидермальным аллергенам, что должно быть учтено при ведении этих пациентов.

Ключевые слова: аллергены, сенсибилизация, коморбидные заболевания, бронхиальная астма, дети

Для цитирования: Колосова НГ, Денисова АР, Денисова ВД. Оценка спектра сенсибилизации детей с бронхиальной астмой в Москве и Московской области. *Медицинский совет*. 2024;18(20):100–105. <https://doi.org/10.21518/ms2024-512>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Evaluation of the spectrum of sensitization in children with bronchial asthma in Moscow and Moscow region

Natalia G. Kolosova¹, <https://orcid.org/0000-0001-5071-9302>, kolosovan@mail.ru

Anita R. Denisova^{1✉}, <https://orcid.org/0000-0003-0917-6048>, Anita_D@mail.ru

Veronika D. Denisova^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-4033-6380>, veronikad_91@list.ru

¹ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 19, Bldg. 2, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119991, Russia

² Research Clinical Institute of Childhood; 24a, Bldg. 1, Comintern St., Mytishchi, Moscow Region, 141009, Russia

Abstract

Introduction. Chronic allergic respiratory inflammation triggered by contact with cause-significant allergens is the pathogenetic characteristic of atopical bronchial asthma. Identification of sensitization is essential for successful therapy of bronchial asthma.

Aim. To study age-related changes in the spectrum of sensitization to allergens in children with bronchial asthma followed up in healthcare facilities of Moscow and Moscow region.

Materials and methods. A total of 970 children aged 0 to 17 years 11 months residing in Moscow and Moscow region were include in the retrospective, cross-sectional, population-based study of the spectrum of allergic sensitization of bronchial asthma based on their medical records.

Results. Total IgE was only assessed in 37.11% (n = 360) of patients from the study cohort of children with bronchial asthma, of which an elevated IgE level was identified in 81% of cases (292 children), suggesting the prevalence of the atopical bronchial

asthma phenotype over non-atopic asthma phenotype. The analysis showed the changing patterns of allergen sensitization by age group. Most of the patients, irrespective of their age, showed sensitization to household allergens. In addition to household allergen sensitization, food sensitization was also reported in 36% in children under 4 years of age, which was the highest rate as compared to other age periods. Sensitization to household and pollen allergens was found to increase significantly as children age ($p < 0.05$). Cross-sensitization (to pollens produced from wind-pollinated plants) to food allergens was low, but increased from an early age up to 15–18 years. Allergic rhinitis (AR) is a very common comorbidity of asthma and accounts for 18% with a gradual increase in indicators by the age of 18. Children with concurrent asthma have almost the same incidence of developing atopic dermatitis up to age 18.

Conclusions. The prevalence of sensitization to food allergens has been established in children with asthma residing in Moscow and Moscow region under 4 years old, and the prevalence of sensitization to household, pollen and epidermal allergens – over 5 years old, which should be taken into account when managing these patients.

Keywords: allergens, sensitization, comorbid diseases, bronchial asthma, children

For citation: Kolosova NG, Denisova AR, Denisova VD. Evaluation of the spectrum of sensitization in children with bronchial asthma in Moscow and Moscow region. *Meditinskiy Sovet*. 2024;18(20):100–105. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-512>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Бронхиальная астма (БА) – это гетерогенное заболевание, которое определяется повторяющимися эпизодами хрипов, одышки, стеснения в груди и кашля, которые меняются со временем и интенсивностью, а также изменением показателей функции внешнего дыхания по обструктивному типу¹. Ее распространенность составляет около 5–10% во всем мире [1, 2]. В детском возрасте диагноз ставится на основании характерных симптомов и анамнеза, т. е. ≥ 3 эпизодов бронхиальной обструкции в течение 12 мес., наличия факторов риска развития БА при исключении других причин бронхиальной обструкции² [1, 2]. Атопия, генетическая предрасположенность к выработке избыточного количества антител иммуноглобулина Е (IgE) при воздействии аллергенов, выявляется у большинства детей с астмой [3].

Аллергическая сенсibilизация является одним из ключевых компонентов развития аллергии [4, 5]. С развитием современных технологий и точной медицины поиск биологических маркеров, которые могут помочь в лечении заболеваний, является основополагающим для различных областей медицины и может внести значительный вклад в эффективность аллергологической клинической практики [6]. Аллергическая сенсibilизация – это реакция гиперчувствительности на определенный антиген, которую можно оценить путем *in vivo* демонстрации связанного IgE и дегрануляции тучных клеток с помощью кожного прик-теста или *in vitro* тестов для выявления продукции специфических IgE к определенному аллергену [7].

Несомненно, что определение причинно-значимого аллергена у пациента с БА позволит создать гипоаллергенную среду, минимизировать риск обострений, предотвратить прогрессирование заболевания и, если это возможно, провести аллерген-специфическую иммунотерапию³.

Спектр сенсibilизации к тем или иным аллергенам имеет региональные особенности, что обусловлено как климатогеографическими, так и экологическими и этно-бытовыми характеристиками региона, в котором проживают

пациенты с астмой. У городских жителей выше значимость бытовой аллергии, стрессов, пассивного курения, а у сельских – выше значимость эпидермальной сенсibilизации (перхоть лошади, шерсть оленя в оленеводческих регионах) [8]. Кроме того, у пациентов с БА возможны различные паттерны сенсibilизации к аллергенам в зависимости от возраста, пола, региона и места проживания (городские или сельские условия), этнической принадлежности, семейной истории по атопии, наличия животных [9].

Поэтому **целью** данного исследования было оценить возрастные особенности спектра сенсibilизации к аллергенам у детей с БА, наблюдающихся в лечебных учреждениях Москвы и Московской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено ретроспективное одномоментное популяционное исследование спектра аллергической сенсibilизации БА у 970 детей от 0 до 17 лет 11 мес., проживающих в Москве и Московской области, на основании медицинской документации. Дизайн исследования не предполагал подбор участников, т. к. была включена сплошная выборка детей с БА, наблюдающихся в 2023–2024 гг. в Университетской детской клинической больнице Сеченовского центра материнства и детства, ГБУЗ «Детская городская поликлиника №32 ДЗМ», ГБУЗ Московской области «НИКИ детства МЗ МО». В исследовании использовались только деперсонализированные сведения о детях, прикрепленных к участвовавшим в исследовании медицинским организациям. Все пациенты и/или законные представители при прикреплении к медицинской организации подписывают «заявление о выборе медицинской организации», в котором отдельным пунктом прописано право медицинской организации осуществлять все действия (операции) с персональными данными (сбор, ввод, систематизацию, накопление, хранение (в электронном виде и бумажном носителе), уточнение, обновление, передачу, изменение, модификацию, использование, обезличивание, блокирование, уничтожение), а также право обрабатывать персональные данные посредством внесения их в электронную базу данных, включения в списки (реестры) и отчетные формы.

¹ Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2023. Available at: <https://ginasthma.org/2024-report>.

² Ibid.

³ Ibid.

Критерии включения: данные детей в возрасте от 0 до 17 лет 11 мес. с установленным диагнозом БА (в сочетании или без другого аллергического заболевания), включенных в реестры наблюдения педиатра и/или аллерголога-иммунолога.

Критерии не включения

Данные о пациентах иного возраста (старше 18 лет) и пациентах с неустановленным диагнозом БА.

Иммунологическое обследование заключалось в количественном определении специфических IgE в сыворотке крови к ингаляционным (пыльцевым, бытовым, плесневым, эпидермальным) и пищевым аллергенам методом иммунохемилюминесцентного анализа (ИХЛ). Концентрация IgE (МЕ/мл) к пищевым и респираторным аллергенам учитывалась по классам: 0 класс (0–0,34), I класс (0,35–0,69), II класс (0,7–3,49), III класс (3,5–17,4), IV класс (17,5–52,4), V класс (52,5–99,0), VI класс (>100).

Спектр сенсибилизации анализировали с учетом пола и возраста детей с БА, наличия сопутствующих аллергических заболеваний.

Анализ полученных данных выполнен с использованием пакета статистических программ SPSS версии 17.0 (IBM SPSS, США). Описание количественных переменных выполнено с указанием среднего арифметического и стандартного отклонения. Сравнение групп проводили при помощи критериев Манна – Уитни (в случае сравнения двух выборок) и Краскела – Уоллиса (≥ 3 выборок). Для оценки различий частотных признаков в группах использовали критерий χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ медицинской документации показал, что из включенных 970 детей с БА преобладают мальчики (74%) во всех возрастных периодах (табл.), оценка общего уровня IgE проведена лишь у 37,11% ($n = 360$) пациентов. Наименьшее количество обследованных наблюдается в раннем возрасте (0–4 года), существенно возрастает после 5 лет, что связано, по-видимому, с малой информативностью исследования общего IgE у детей до 4-летнего возраста. У обследованных детей повышенный уровень IgE выявлен в 81% случаев (292 человека), что свидетельствует о преобладании фенотипа атопической БА в детском возрасте над неатопической и согласуется с данными литературы [2]. Установление фенотипа БА является ключевым для выбора оптимальной терапии, позволяет обеспечить дифференцированный подход к лечению и определяет прогноз заболевания [10].

При оценке спектра сенсибилизации группы аллергенов были распределены по профилям: профиль А – бытовые аэроаллергены; профиль В – пыльца деревьев и трав; профиль С – аллергены животных; профиль D – грибковые аллергены и «молекулы наиболее распространенных пищевых аллергенов» и профиль Е – молекулы наиболее распространенных пищевых аллергенов.

В исследуемой когорте детей с БА распространенность сенсибилизации увеличивается в детском и до подрост-

● **Таблица.** Распределение детей по полу, возрасту и уровню общего IgE

● **Table.** Distribution of children by gender, age and total IgE level

Показатель	Возрастные группы				
	Все дети ($n = 970$; 0–18 лет)	0–4 года ($n = 22$)	5–9 лет ($n = 226$)	10–14 лет ($n = 420$)	15–18 лет ($n = 302$)
Пол					
женский	256 (26%)	6 (27%)	67 (30%)	102 (24%)	81 (27%)
мужской	714 (74%)	16 (73%)	159 (70%)	318 (76%)	221 (73%)
Возраст					
n	970	22	226	420	302
Median (IQR)	12,9 (9,8, 15,4)	4,0 (2,2, 4,4)	8,0 (7,0, 9,0)	12,4 (11,0, 13,8)	16,2 (15,6, 17,0)
Range	1,0, 18,0	1,0, 4,8	5,0, 10,0	10,0, 15,0	15,0, 18,0
Уровень IgE	37,11% (360)	22% ($n = 5$)	46% ($n = 104$)	37,14% ($n = 156$)	31,5% ($n = 95$)
Норма	68 (19%)	0 (0%)	19 (18%)	27 (17%)	22 (23%)
Повышен	292 (81%)	5 (100%)	85 (82%)	129 (83%)	73 (77%)
Исследование не проводилось/нет данных	610	17	122	264	207

кового возраста (рис. 1). Кроме того, паттерны сенсибилизации различались в зависимости от возрастной группы.

Бытовая сенсибилизация подтверждена у 41% ($n = 401$) пациентов, при этом отмечено значимое возрастание показателей у детей старше 5 лет. Среди причинных аллергенов преобладают аллергены домашней пыли (32%, $n = 312$) и клещей домашней пыли (28%, $n = 270$) (рис. 1).

Пыльцевая сенсибилизация выявлена у 52% ($n = 504$), при этом отмечено значимое увеличение показателей у детей после 5-летнего возраста. Среди причинных аллергенов преобладают аллергены пыльцы деревьев (32%, $n = 312$) и луговых трав (21%, $n = 206$) (рис. 1).

Эпидермальная сенсибилизация подтверждена у 28% ($n = 270$), преимущественно за счет детей старше 5 лет. Среди причинных аллергенов преобладают аллергены домашних животных (кошки и собаки).

Грибковая сенсибилизация выявлена у 6,6% ($n = 64$). Среди причинных аллергенов преобладают аллергены смеси плесени, в частности альтернарии. Сенсибилизация к плесени была низкой во всех возрастных группах.

Пищевая сенсибилизация подтверждена у 17% ($n = 162$), в возрасте до 4 лет она является ведущей и выявляется у 36% ($n = 8$). Среди причинных аллергенов преобладают аллергены белка коровьего молока. Перекрестная сенсибилизация к пыльцевым аллергенам составила 4,7% ($n = 46$) и выявлена преимущественно у детей старше 15 лет.

Следует отметить, что поливалентная (к нескольким группам аллергенов) сенсибилизация отмечена у большинства пациентов (41%, $n = 398$).

Пациенты, страдающие БА, подвержены риску развития сопутствующих заболеваний со схожим воспалительным

процессом. Так, в возрасте до 4 лет БА сочетается с аллергическим ринитом (АР) и атопическим дерматитом (АД), с 5 до 9 лет – АД становится меньше, но появляется поллиноз, и далее эта тенденция сохраняется до 18 лет (рис. 2).

Наиболее часто БА сочетается с АР (в 18% случаев), и при этом отмечается постепенное нарастание показателей до 18 лет (с 9,1 до 19%). Сочетание БА и АД практически одинаково у детей всех возрастных групп (3,5%), однако незначительно выше у детей первых 5 лет жизни.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование спектра сенсибилизации позволяет более подробно изучить механизмы, участвующие в развитии аллергических заболеваний, и в частности БА. Известно, что моноенсибилизированных лиц следует анализировать иначе, чем полиенсибилизированных, поскольку полиенсибилизация, по-видимому, связана с сохранением и тяжестью аллергических заболеваний [11]. Более того, аллергическая сенсибилизация играет прогностическую роль в развитии аллергии [12].

В большинстве случаев ($n = 81$) у пациентов, которым было проведено исследование общего уровня IgE, результат был выше референсных возрастных значений. Это согласуется с предыдущими исследованиями,

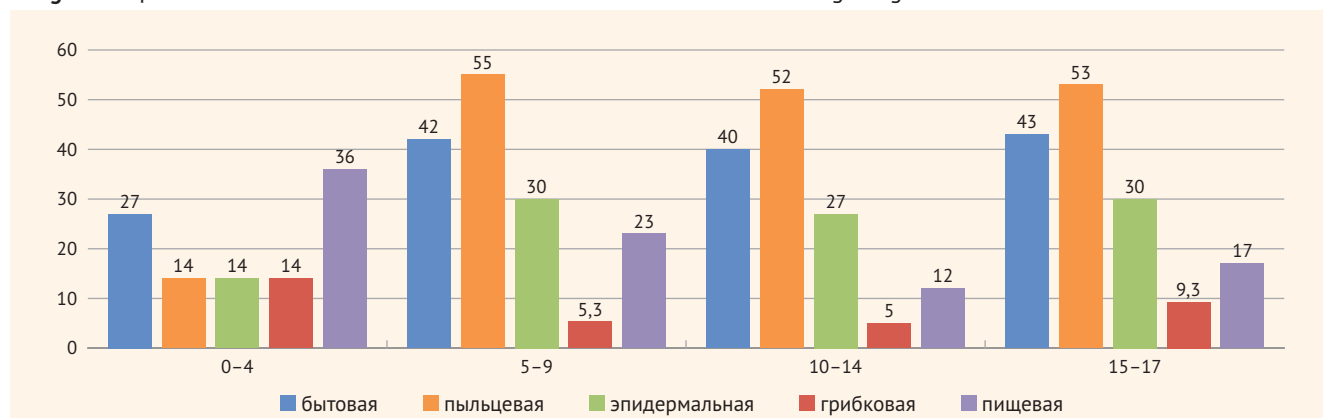
предполагающими, что общий IgE является характеристикой большинства аллергических заболеваний, включая астму [13]. Однако повышенные уровни не являются ни чувствительными, ни специфичными для диагностики аллергии и могут наблюдаться при различных состояниях, таких как паразитарная инвазия, иммунодефицитные состояния, инфекция вируса Эпштейна – Барр, ревматоидный артрит [14, 15].

Специфический IgE действует как начальный триггер для последовательности провоспалительных реакций у сенсибилизированных лиц, что приводит к симптомам аллергии, поражающим различные органы. Однако наличие аллерген-специфического IgE может также наблюдаться у людей, не имеющих аллергических заболеваний [16].

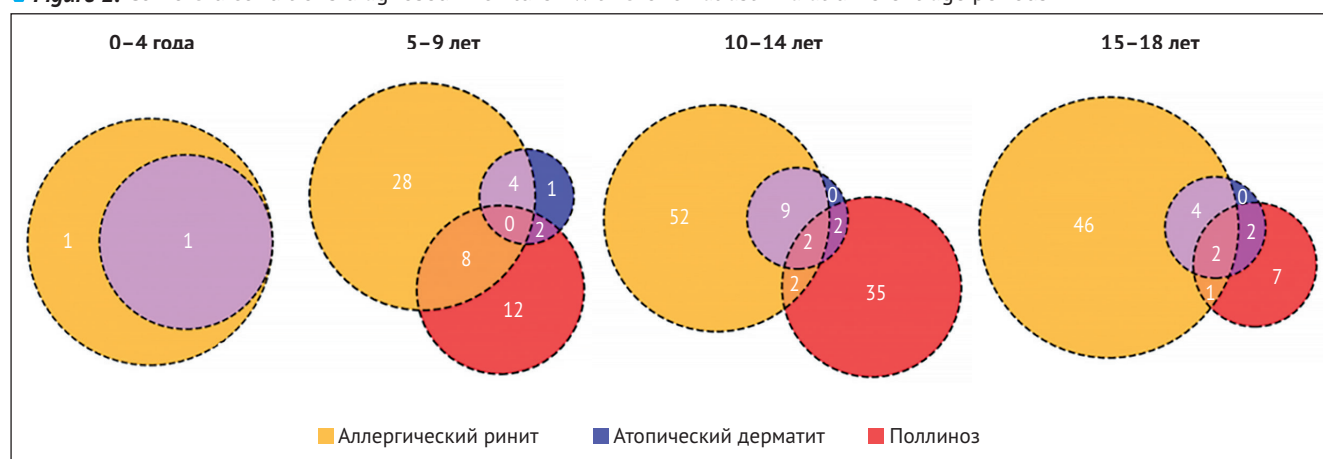
В нашем исследовании преобладала бытовая сенсибилизация у пациентов всех возрастов. Следует отметить, что у детей до 4 лет, наряду с бытовой сенсибилизацией, в большом проценте случаев (36%) отмечена также пищевая сенсибилизация, в то время как суммарно во всех возрастах она составила 17%.

В настоящем исследовании мы обнаружили, что сенсибилизация к бытовым и пыльцевым аллергенам значительно увеличивается у детей после 5-летнего возраста ($p < 0,05$). Эти результаты могут быть связаны с естественным течением атопических расстройств (атопический

● **Рисунок 1.** Спектр сенсибилизации у детей с бронхиальной астмой в зависимости от возраста
● **Figure 1.** Spectrum of sensitization in children with bronchial asthma according to age



● **Рисунок 2.** Коморбидные заболевания, диагностированные у детей с бронхиальной астмой в различные возрастные периоды
● **Figure 2.** Comorbid conditions diagnosed in children with bronchial asthma at different age periods



марш), когда воздействие аллергенов на открытом воздухе происходит в более позднем детстве.

Сенсибилизация к клещам была наиболее частым типом во всех группах, поскольку воздействие их происходит круглый год, а отсутствие должной уборки способствует их размножению. Наши данные согласуются с имеющимися результатами, полученными в аналогичных исследованиях [17, 18].

Высокая частота сенсибилизации к эпидермальным аллергенам указывает на частый контакт с домашними животными. Рост урбанизации способствовал аллергенности пылицы, в то время как образ жизни в помещении в современном обществе благоприятствует контакту с аллергенами домашних животных, особенно собак и кошек [19].

Связь между астмой и пищевой аллергией является спорной. Некоторые авторы предполагают, что частота пищевой сенсибилизации у детей-астматиков выше, чем можно было бы ожидать для населения в целом. Североамериканское исследование пациентов с астмой показало, что 45% были сенсибилизированы по крайней мере к одному из шести типов пищи, на которые они были протестированы (яйца, коровье молоко, соя, арахис, пшеница и рыба) [20].

АР, астма, АД и поллиноз являются аллергическими заболеваниями, которые могут быть опосредованы антителами IgE [12]. Аллергическая сенсибилизация играет важную роль в развитии этих заболеваний. Однако могут быть задействованы механизмы, не связанные с IgE, и их следует учитывать, особенно когда речь идет об объяснении появления аллергии у младенцев и маленьких детей [21]. Кроме того, можно предположить многофакторную этиологию развития БА у младенцев, например вирусные респираторные инфекции [22].

Термин «мультиморбидность» изначально использовался для обозначения наличия аллергических заболеваний, которые имеют одинаковое развитие: астма, ринит и АД.

Однако недавние исследования показывают, что астма, ринит, АД и IgE-опосредованная пищевая аллергия сопутствуют родственным химическим медиаторам воспаления, вырабатываемым лимфоцитами Т-хелперами 2 (Th2), имеют общие гены и даже демонстрируют схожие клинические характеристики [23].

Настоящее исследование выявило несколько ограничений. Хотя БА и АР, поллиноз имеют много общего и относятся к респираторным заболеваниям, дифференциальная диагностика могла привести к недооценке определенной информации.

Еще одним ограничением было измерение только тех компонентов аллергенов, которые доступны для диагностики в амбулаторной практике.

В заключение следует сказать, что исследования профиля аллергической сенсибилизации у пациентов с БА предлагают инструменты для более эффективной профилактики, диагностики и лечения заболевания [24, 25]. Детская астма обычно связана с эозинофилией, повышенным уровнем IgE в сыворотке и значительным уровнем сенсибилизации, что указывает на атопию.

ВЫВОДЫ

У детей с БА, проживающих в Москве и Московской области, выявлено превалирование сенсибилизации к пищевым аллергенам до 4-летнего возраста, в дальнейшем значимость пищевой сенсибилизации снижается. С возрастом в значительной степени выявляется увеличение спектра сенсибилизации, среди которой преобладают пыльцевые, бытовые и эпидермальные аллергены. Данные закономерности следует учитывать при ведении пациентов с БА. MC

Поступила / Received 08.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 25.10.2024

Принята в печать / Accepted 01.11.2024

Список литературы / References

1. Чучалин АГ, Авдеев СН, Айсанов ЗР, Белевский АС, Васильева ОС, Генне НА и др. *Бронхиальная астма: клинические рекомендации*. 2021. Режим доступа: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/359_2.
2. Генне НА, Колосова НГ, Кондюрина ЕГ, Малахов АБ, Ревякина ВА. *Национальная программа. Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика*. 6-е изд. М.: МедКом-Про; 2021. 228 с.
3. Meher BK, Pradhan DD, Mahar J, Sahu SK. Prevalence of Allergic Sensitization in Childhood Asthma. *Cureus*. 2021;13(5):e15311. <https://doi.org/10.7759/cureus.15311>.
4. Onell A, Whiteman A, Nordlund B, Baldracchini F, Mazzoleni G, Hedlin G et al. Allergy testing in children with persistent asthma: comparison of four diagnostic methods. *Allergy*. 2017;72(4):590–597. <https://doi.org/10.1111/all.13047>.
5. Konradsen JR, Fujisawa T, van Hage M, Hedlin G, Hilger C, Kleine-Tebbe J et al. Allergy to furry animals: New insights, diagnostic approaches, and challenges. *J Allergy Clin Immunol*. 2015;135(3):616–625. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2014.08.026>.
6. Muraro A, Lemanske RF Jr, Hellings PW, Akdis CA, Bieber T, Casale TB et al. Precision medicine in patients with allergic diseases: Airway diseases and atopic dermatitis-PRACTALL document of the European Academy of Allergy and Clinical Immunology and the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology. *J Allergy Clin Immunol*. 2016;137(5):1347–1358. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2016.03.010>.
7. Azad MB, Chan-Yeung M, Chan ES, Dytner AM, Kozyrskyj AL, Ramsey C, Becker AB. Wheezing patterns in early childhood and the risk of respiratory and allergic diseases in adolescence. *JAMA Pediatr*. 2016;170:393–395. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.4127>.
8. Aranda CS, Cocco RR, Pierotti FF, Sarinho E, Sano F, Porto A et al. Allergic sensitization pattern of patients in Brazil. *J Pediatr*. 2021;97(4):387–395. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.08.005>.
9. Шахова НВ, Камалтынова ЕМ, Лобанов ЮФ, Кашинская ТС. Распространенность аллергической и неаллергической бронхиальной астмы и спектр сенсибилизации среди детей дошкольного возраста, проживающих в городских условиях Алтайского края: популяционное одномоментное исследование. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2019;64(1):88–93. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-1-88-93>.
10. Shakhova NV, Kamaltynova EM, Lobanov YuF, Kashinskaya TS. The prevalence of allergic and non-allergic bronchial asthma and the spectrum of sensitization among children of preschool age living in urban areas of the Altai Territory: a momentary population study. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2019;64(1):88–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-1-88-93>.
11. Froidure A, Mouthuy J, Durham SR, Chanez P, Sibille Y, Pilette C. Asthma phenotypes and IgE responses. *Eur Respir J*. 2016;47(1):304–319. <https://doi.org/10.1183/13993003.01824-2014>.
12. Bousquet J, Anto JM, Akdis M, Auffray C, Keil T, Momas I et al. Paving the way of systems biology and precision medicine in allergic diseases: the MeDALL success story. *Allergy*. 2016;71(11):1513–1525. <https://doi.org/10.1111/all.12880>.
13. Bousquet J, Anto JM, Wickman M, Keil T, Valenta R, Haahtela T et al. Are allergic multimorbidities and IgE polysensitization associated with the persistence or re-occurrence of fetal type 2 signaling? The MeDALL hypothesis. *Allergy*. 2015;70(9):1062–1078. <https://doi.org/10.1111/all.12637>.
14. Rathoria E, Bansal U, Gupta A, Gupta NB, Ahuja R, Rathoria R. Study of serum IgE levels in childhood asthma in Barabanki region, India. *Int J Contemp Pediatr*. 2018;5:1755–1758. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20183369>.
15. Gupta N, Agarwal P, Sachdev A, Gupta D. Allergy Testing – An Overview. *Indian Pediatr*. 2019;56(11):951–957. <https://doi.org/10.1007/s13312-019-1652-x>.

15. Schimke LF, Sawalle-Belohradsky J, Roesler J, Wollenberg A, Rack A, Borte M et al. Diagnostic approach to the hyper-IgE syndromes: immunologic and clinical key findings to differentiate hyper-IgE syndromes from atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol*. 2010;126(3):611–7.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2010.06.029>.
16. Norbäck D, Zock JP, Plana E, Heinrich J, Tischer C, Jacobsen Bertelsen R et al. Building dampness and mold in European homes in relation to climate, building characteristics and socio-economic status: The European Community Respiratory Health Survey ECRHS II. *Indoor Air*. 2017;27(5):921–932. <https://doi.org/10.1111/ina.12375>.
17. Posa D, Hofmaier S, Arasi S, Matricardi PM. Natural Evolution of IgE Responses to Mite Allergens and Relationship to Progression of Allergic Disease: a Review. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2017;17(5):28. <https://doi.org/10.1007/s11882-017-0697-y>.
18. Трусова ОВ, Камаев АВ, Ляшенко НЛ, Макарова ИВ, Столярова ЕА. Сенсибилизация к бытовым аллергенам у детей с бронхиальной астмой и аллергическим ринитом в г. Санкт-Петербурге. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2021;(2):11–18. Режим доступа: <https://journal.adair.ru/originalnaya-statya/sensibilizatsiya-k-bytovym-allergenam-u-detey-s-bronhialnoy-astmoy-i-allergicheskim-rinitom-v-g-sankt-peterburge>. Trusova OV, Kamaev AV, Lyashenko NL, Makarova IV, Stolyarova EA. Sensitization to household allergens in children with bronchial asthma and allergic rhinitis in St. Petersburg. *Allergology and Immunology in Pediatrics*. 2021;(2):11–18. (In Russ.) Available at: <https://journal.adair.ru/originalnaya-statya/sensibilizatsiya-k-bytovym-allergenam-u-detey-s-bronhialnoy-astmoy-i-allergicheskim-rinitom-v-g-sankt-peterburge>.
19. Iweala OI, Nagler CR. The Microbiome and Food Allergy. *Annu Rev Immunol*. 2019;37:377–403. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-042718-041621>.
20. Caffarelli C, Garrubba M, Greco C, Mastroianni C, Povesi Dascola C. Asthma and Food Allergy in Children: Is There a Connection or Interaction? *Front Pediatr*. 2016;4:34. <https://doi.org/10.3389/fped.2016.00034>.
21. Pinart M, Benet M, Annesi-Maesano I, von Berg A, Berdel D, Carlsen KC et al. Comorbidity of eczema, rhinitis, and asthma in IgE-sensitized and non-IgE-sensitized children in MeDALL: a population-based cohort study. *Lancet Respir Med*. 2014;2(2):131–140. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(13\)70277-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(13)70277-7).
22. Chang TS, Lemanske RF Jr, Guilbert TW, Gern JE, Coen MH, Evans MD et al. Evaluation of the modified asthma predictive index in high-risk preschool children. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2013;1(2):152–156. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2012.10.008>.
23. Muraro A, Lemanske RF Jr, Castells M, Torres MJ, Khan D, Simon H-U et al. Precision medicine in allergic disease—food allergy, drug allergy, and anaphylaxis—PRACTALL document of the European Academy of Allergy and Clinical Immunology and the American Academy of Allergy, Asthma and Immunology. *Allergy*. 2017;72(7):1006–1021. <https://doi.org/10.1111/all.13132>.
24. Нилова МЮ, Туш ЕВ, Елисеева ТИ, Красильникова СВ, Халецкая ОВ, Попов КС, Новикова НА. Структура сенсибилизации к аэроаллергенам у детей с atopической бронхиальной астмой. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2019;(2):17–23. Режим доступа: <https://journal.adair.ru/allergologiya-i-immunologiya-v-pediatrii/arhiv-nomerov/struktura-sensibilizatsii-k-aeroallergenam-u-detey-s-atopicheskoy-bronhialnoy-astmoy>. Nilova MYu, Tush EV, Eliseeva TI, Krasilnikova SV, Khaletskaya OV, Popov KS, Novikova NA. Structure of sensitization to aeroallergens in children with atopic bronchial asthma. *Allergology and Immunology in Pediatrics*. 2019;(2):17–23. (In Russ.) Available at: <https://journal.adair.ru/allergologiya-i-immunologiya-v-pediatrii/arhiv-nomerov/struktura-sensibilizatsii-k-aeroallergenam-u-detey-s-atopicheskoy-bronhialnoy-astmoy>.
25. Лебедеенко АА, Семерник ОЕ, Янченко ВВ, Аляхнович НС, Рудякова ВС. Спектр пыльцевой сенсибилизации у детей с аллергическими заболеваниями, проживающими на территории Ростовской области. *Медицинский вестник Юга России*. 2023;14(1):50–55. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2023-14-1-50-55>. Lebedenko AA, Semernik OE, Yanchenko VV, Alyakhovich NS, Rudyakova VS. The spectrum of pollen sensitization in children with allergic diseases living in the Rostov region. *Medical Herald of the South of Russia*. 2023;14(1):50–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2023-14-1-50-55>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – Н.Г. Колосова, А.Р. Денисова
 Концепция и дизайн исследования – А.Р. Денисова
 Написание текста – Н.Г. Колосова
 Сбор и обработка материала – А.Р. Денисова, Н.Г. Колосова, В.Д. Денисова
 Обзор литературы – В.Д. Денисова
 Анализ материала – Н.Г. Колосова, А.Р. Денисова
 Статистическая обработка – А.Р. Денисова, Н.Г. Колосова
 Утверждение окончательного варианта статьи – Н.Г. Колосова, А.Р. Денисова

Contribution of authors:

Concept of the article – Natalia G. Kolosova, Anita R. Denisova
 Study concept and design – Anita R. Denisova
 Text development – Natalia G. Kolosova
 Collection and processing of material – Anita R. Denisova, Natalia G. Kolosova, Veronika D. Denisova
 Literature review – Veronika D. Denisova
 Material analysis – Natalia G. Kolosova, Anita R. Denisova
 Statistical processing – Anita R. Denisova, Natalia G. Kolosova
 Approval of the final version of the article – Natalia G. Kolosova, Anita R. Denisova

Информация об авторах:

Колосова Наталья Георгиевна, к.м.н., доцент кафедры детских болезней Клинического института детского здоровья имени Н.Ф. Филатова, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119435, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 19; kolosovan@mail.ru
Денисова Анита Робертовна, к.м.н., доцент кафедры детских болезней Клинического института детского здоровья имени Н.Ф. Филатова, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119435, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 19; Anita_D@mail.ru
Денисова Вероника Дмитриевна, к.м.н., врач-пульмонолог Университетской детской клинической больницы Сеченовского центра материнства и детства, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119435, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 19; научный сотрудник отдела педиатрии, Научно-исследовательский клинический институт детства; 141009, Россия, Московская обл., Мытищи, ул. Коминтерна, д. 24а, стр. 1; veronikad_91@list.ru

Information about the authors:

Natalia G. Kolosova, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Department of Childhood Diseases of the Clinical Institute of Child Health named after N.F. Filatov, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 19, Bldg. 2, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119991, Russia; kolosovan@mail.ru
Anita R. Denisova, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Department of Childhood Diseases of the Clinical Institute of Child Health named after N.F. Filatov, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 19, Bldg. 2, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119991, Russia; Anita_D@mail.ru
Veronika D. Denisova, Cand. Sci. (Med.), Pulmonologist, University Children's Clinical Hospital, Sechenov Center for Motherhood and Childhood, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 19, Bldg. 2, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119991, Russia; Research Associate, Department of Paediatrics, Research Clinical Institute of Childhood; 24a, Bldg. 1, Comintern St., Mytishchi, Moscow Region, 141009, Russia; veronikad_91@list.ru