

Спектр IgE-сенсibilизации к компонентам аллергенов у взрослых пациентов с atopическим дерматитом: опыт применения отечественного алергочипа

Е.В. Смольников^{1, 2}, О.Г. Елисютина^{1, 2}, В.О. Складорова^{1, 2}, В.С. Южанинова², Е.С. Феденко²

¹ НМИЦ алергологии и иммунологии, Москва, Россия;

² Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Аннотация

Обоснование. Молекулярная алергодиагностика позволяет охарактеризовать спектр сенсibilизации, опосредованной иммуноглобулином Е, к отдельным компонентам алергенов. Данные о применении отечественных мультиплексных платформ у взрослых пациентов с atopическим дерматитом ограничены.

Цель исследования — изучить спектр сенсibilизации, опосредованной иммуноглобулином Е, к компонентам алергенов и определить его связь с клинико-лабораторными характеристиками взрослых пациентов с atopическим дерматитом с помощью отечественного алергочипа.

Методы. В одноцентровое ретроспективное поперечное исследование включили 38 взрослых пациентов с atopическим дерматитом, обследованных в 2024–2025 гг. Анализировали образцы из банка сывороток и медицинскую документацию. Алергенспецифические иммуноглобулины Е определяли методом мультиплексного анализа с использованием отечественного алергочипа ProAllergy, включавшего 36 экстрактов и 64 молекулярных компонента алергенов. Положительным считали результат при уровне алергенспецифических IgE $\geq 0,35$ kU/L. Оценивали связь тяжести atopического дерматита, уровня общего иммуноглобулина Е и числа компонентов с положительным специфическим иммуноглобулином Е у больных atopическим дерматитом с наличием или отсутствием бронхиальной астмы.

Результаты. Наиболее часто выявлялись специфические иммуноглобулины Е к Bet v 1 — у 30 (78,9%) пациентов, Fel d 1 — у 16 (42,1%), Phl p 1 — у 12 (31,6%), Art v 1 — у 11 (28,9%). Среди компонентов пищевых алергенов наиболее часто выявлялись специфические иммуноглобулины Е к белкам семейства PR-10: Dau с 1 — у 15 (39,5%) пациентов, Cor a 1.04 — у 14 (36,8%), Api g 1 — у 11 (28,9%), Fra a 1 — у 7 (18,4%). Индекс SCORAD коррелировал с числом компонентов с положительным специфическим иммуноглобулином Е ($r_s = 0,34$; $p = 0,034$) и уровнем общего иммуноглобулина Е ($r_s = 0,52$; $p < 0,001$). При учете уровня общего иммуноглобулина Е статистически значимой корреляции между индексом SCORAD и числом компонентов с положительным специфическим иммуноглобулином Е не выявлено ($r_s = 0,04$; $p = 0,830$). Число компонентов с положительным специфическим иммуноглобулином Е было выше у пациентов с сочетанием atopического дерматита и бронхиальной астмы: 13 [6; 19] против 4 [2; 7] ($p_{\text{скадр}} = 0,009$) без бронхиальной астмы.

Заключение. Для взрослых пациентов с atopическим дерматитом был характерен неоднородный профиль IgE-сенсibilизации с преобладанием специфического иммуноглобулина Е к Bet v 1 и гомологичным белкам семейства PR-10. Число компонентов с положительным специфическим иммуноглобулином Е было связано с уровнем общего иммуноглобулина Е и наличием бронхиальной астмы. При учете уровня общего иммуноглобулина Е статистически значимой связи этого показателя с индексом SCORAD не выявлено.

Ключевые слова: atopический дерматит; молекулярная алергодиагностика; алергенспецифический иммуноглобулин Е; алергочип; ProAllergy; SCORAD; бронхиальная астма; PR-10.

Как цитировать: Смольников Е.В., Елисютина О.Г., Складорова В.О., Южанинова В.С., Феденко Е.С. Спектр IgE-сенсibilизации к компонентам алергенов у взрослых пациентов с atopическим дерматитом: опыт применения отечественного алергочипа // Российский алергологический журнал. 2026. Т. 23, № 3. С. 328–339. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17153> EDN: YQWFRN

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17153>

EDN: YQWFRN

Spectrum of IgE sensitization to allergen components in adults with atopic dermatitis: experience with a domestically developed allergen microarray

Evgeniy V. Smolnikov^{1, 2}, Olga G. Elisyutina^{1, 2}, Victoria O. Sklyarova^{1, 2}, Valeria S. Yuzhaninova², Elena S. Fedenko²

¹ State Research Center of Allergology and Immunology of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia;

² RUDN University, Moscow, Russia

Abstract

BACKGROUND: Molecular allergy diagnostics enables characterization of immunoglobulin E sensitization to individual allergen components. Data on the use of domestically developed multiplex platforms in adults with atopic dermatitis remain limited.

AIM: To characterize the spectrum of immunoglobulin E sensitization to allergen components and assess its associations with clinical and laboratory characteristics in adults with atopic dermatitis using a domestically developed allergen microarray.

METHODS: This single-center retrospective cross-sectional study included 38 adults with atopic dermatitis examined in 2024–2025. Serum bank samples and medical records were analyzed. Allergen-specific immunoglobulin E was measured using the ProAllergy multiplex allergen microarray, comprising 36 allergen extracts and 64 molecular allergen components. A specific immunoglobulin E result ≥ 0.35 kU/L was considered positive. Associations among atopic dermatitis severity, total immunoglobulin E level, and the number of components with positive specific immunoglobulin E were assessed, along with differences in these parameters between patients with and without asthma.

RESULTS: Specific immunoglobulin E to Bet v 1 was detected most frequently, in 30 patients (78.9%), followed by Fel d 1 in 16 (42.1%), Phl p 1 in 12 (31.6%), and Art v 1 in 11 (28.9%). Among food allergen components, specific immunoglobulin E to PR-10 family proteins was detected most frequently: Dau c 1 in 15 patients (39.5%), Cor a 1.04 in 14 (36.8%), Api g 1 in 11 (28.9%), and Fra a 1 in 7 (18.4%). The SCORAD index correlated with the number of components with positive specific immunoglobulin E ($r_s = 0.34$; $p = 0.034$) and with total immunoglobulin E level ($r_s = 0.52$; $p < 0.001$). When total immunoglobulin E was taken into account, the partial correlation between the SCORAD index and the number of components with positive specific immunoglobulin E was not statistically significant ($r_s = 0.04$; $p = 0.830$). The number of components with positive specific immunoglobulin E was higher in patients with AD and concomitant asthma than in those without asthma: 13 [6; 19] versus 4 [2; 7] ($p_{adj} = 0.009$).

CONCLUSION: Adults with atopic dermatitis showed a heterogeneous immunoglobulin E sensitization profile, with predominance of specific immunoglobulin E to Bet v 1 and homologous PR-10 family proteins. The number of components with positive specific immunoglobulin E was associated with total immunoglobulin E level and the presence of asthma. After accounting for total immunoglobulin E, no statistically significant association between this parameter and the SCORAD index was observed.

Keywords: atopic dermatitis; molecular allergy diagnostics; allergen-specific immunoglobulin E; allergen microarray; ProAllergy; SCORAD; asthma; PR-10.

To cite this article: Smolnikov EV, Elisyutina OG, Sklyarova VO, Yuzhaninova VS, Fedenko ES. Spectrum of IgE sensitization to allergen components in adults with atopic dermatitis: experience with a domestically developed allergen microarray. *Russian Journal of Allergy*. 2026;23(3):328–339. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17153> EDN: YQWFRN

Submitted: 14.08.2026 Accepted: 19.09.2026 Published online: 19.09.2026

© 2026 PH "ABV-Press". All rights reserved

Обоснование

Молекулярная аллергодиагностика позволяет определять аллергенспецифические иммуноглобулины E (sIgE) к отдельным компонентам аллергенов, уточнять источник первичной сенсибилизации и выявлять перекрестную реактивность между структурно родственными белками. Метод мультиплексного анализа обеспечивает одновременное определение сенсибилизации к широкому набору аллергенных компонентов и может быть особенно информативным у пациентов с противоречивыми результатами традиционного аллергологического обследования [1, 2]. В мировой практике используются различные коммерческие мультиплексные тест-системы [3].

Атопический дерматит (АтД) в большинстве случаев характеризуется IgE-сенсибилизацией к широкому спектру аллергенов, хотя она не всегда является клинически значимой. При этом определение IgE к экстрактам аллергенов не позволяет уточнить первичную и перекрестную сенсибилизацию. Компонентная аллергодиагностика может дополнить традиционное обследование и уточнить профиль IgE-сенсибилизации к компонентам аллергенов, однако ее клиническая значимость при АтД изучена недостаточно [4]. Использование мультиплексных платформ у пациентов с АтД позволяет охарактеризовать IgE-сенсибилизацию к отдельным компонентам пыльцевых, эпидермальных, пищевых и грибковых аллергенов [5–7]. Взрослые пациенты с АтД независимо от тяжести наиболее часто (63,5% случаев) были сенсибилизированы к пищевым белкам семейства PR-10, тогда как только у 35,5% пациентов выявлялись sIgE к любому пищевому аллергену животных, причем чаще при тяжелом АтД (51,4%), чем при легкой/умеренной тяжести заболевания (27,7%). Сенсибилизация к аллергенам коровьего молока была более частой у пациентов с тяжелой формой АтД [7]. У детей с АтД определялась значительная взаимосвязь между уровнем общего IgE и количеством выявленных аллергенов: так, результаты регрессионного анализа показали, что при среднем общем уровне IgE 1528 МЕ/мл количество положительных sIgE к аллергенам варьировало от 0 до 32 на одного пациента [8]. По данным литературы, профиль IgE-сенсибилизации к компонентам аллергенов может зависеть от возраста, географического региона, тяжести заболевания и наличия других сопутствующих аллергических заболеваний [2, 5, 6].

В России разработан мультиплексный аллергочип ProAllergy, опыт применения которого у взрослых пациентов с респираторной аллергией продемонстрировал возможность выявления широкого спектра IgE-сенсибилизации как к экстрактам, так и к компонентам аллергенов [9]. Вместе с тем данные о применении этой платформы у взрослых пациентов с АтД отсутствуют.

Цель исследования — изучить спектр IgE-сенсибилизации к компонентам аллергенов и определить его связь с клинико-лабораторными характеристиками взрослых пациентов с АтД с помощью отечественного аллергочипа.

Методы

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое ретроспективное поперечное исследование с использованием образцов из банка сывороток и анализом данных медицинской документации 38 взрослых пациентов с АтД.

Условия проведения

Исследование проведено на базе клиники ГНЦ ФГБУ «НМИЦ аллергологии и иммунологии» ФМБА России (Москва).

Продолжительность исследования

В исследование включали образцы сыворотки крови и клинические данные пациентов, обследованных в 2024–2025 гг.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст 18 лет и старше;
- установленный диагноз АтД;
- наличие образца сыворотки крови, результатов оценки тяжести заболевания по индексу SCORAD (Scoring Atopic Dermatitis, оценка степени тяжести атопического дерматита) и определения уровня общего IgE, полученных в рамках одного обследования.

Критерий исключения — отсутствие полного объема клинических данных, необходимых для исследования, или образца сыворотки крови.

Описание медицинского вмешательства

В рамках настоящего исследования медицинские вмешательства не проводили. Анализ выполняли с использованием ранее собранных образцов сыворотки крови и данных медицинской документации. Образцы сыворотки крови хранили в банке биологических образцов клиники ГНЦ ФГБУ «НМИЦ аллергологии и иммунологии» ФМБА России.

Для оценки спектра IgE-сенсибилизации к компонентам аллергенов исследовали образцы сыворотки крови 38 пациентов с АтД. Количественное определение sIgE проводили методом мультиплексного анализа с использованием отечественного биологического микрочипа ProAllergy в лаборатории «Юнимед Лабораториз» (Москва).

Аллергочип включал 100 аналитических позиций: 36 экстрактов аллергенов и 64 молекулярных компонента. При оценке профиля IgE-сенсибилизации и статистическом анализе учитывали результаты определения sIgE только к 64 молекулярным компонентам аллергенов. Результаты определения sIgE к 36 экстрактам аллергенов не включали.

Результаты выражали в кU/L. Положительным считали результат при уровне sIgE $\geq 0,35$ кU/L. Уровень sIgE 0,35–0,69 кU/L расценивали как низкий (1-й класс); 0,70–3,49 кU/L — как

умеренный (2-й класс); 3,50–17,49 kU/L — как высокий (3-й класс); $\geq 17,50$ kU/L — как очень высокий (4-й класс).

При анализе учитывали клинические характеристики пациентов, наличие сопутствующих аллергических заболеваний и результаты ранее проведенного аллергологического обследования.

Основной исход исследования

Основным исходом исследования являлся спектр IgE-сенситизации к компонентам аллергенов, оцениваемый по частоте определения уровня $\text{slgE} \geq 0,35$ kU/L к отдельным компонентам аллергенов.

Дополнительные исходы исследования

Дополнительными исходами являлись число молекулярных компонентов с положительным slgE (аллергенных компонентов) у каждого пациента, связь этого показателя с тяжестью АтД по индексу SCORAD и уровнем общего IgE. Отдельно оценивали взаимосвязь уровня общего IgE и индекса SCORAD. Также сравнивали значения индекса SCORAD и число выявленных аллергенных компонентов у пациентов с АтД и бронхиальной астмой (БА) и без нее. Дополнительно проводили исследовательский иерархический кластерный анализ молекулярных компонентов аллергенов.

Методы регистрации исходов

Диагноз АтД, значения индекса SCORAD и уровня общего IgE, а также сведения о наличии сопутствующих аллергических заболеваний получали из медицинской документации. Для описательной характеристики выборки степень тяжести АтД определяли ретроспективно на основании зарегистрированного значения индекса SCORAD: менее 25 баллов — легкая; 25–50 баллов — среднетяжелая; более 50 баллов — тяжелая [10]. Для исследования использовали ранее собранные образцы сыворотки крови, отобранные из банка биологических образцов при наличии соответствующих клинических данных в медицинской документации.

Дополнительно проводили описательный анализ сведений медицинской документации о ранее выявленной IgE-сенситизации. Учитывали документированные положительные результаты кожного тестирования и/или определения slgE к экстрактам и молекулярным компонентам аллергенов с использованием различных лабораторных тест-систем. Полученные данные использовали только для общей характеристики выборки. Сопоставление диагностических методов и количественных результатов не проводили. Данные о производителях и аналитических характеристиках ранее использованных тест-систем в медицинской документации представлены не во всех случаях.

Определение аллергенспецифических IgE проводили с использованием отечественного биологического микрочипа ProAllergy (регистрационное удостоверение № РЗН 2024/23841

от 17 октября 2024 г.). Регистрацию результатов иммунохимической реакции выполняли с помощью анализатора биологических микрочипов LuxScan 10K-A (CapitalBio, Китай). Полученные данные обрабатывали с использованием программного обеспечения MAPIX (Innopsys, Франция). Результаты определения slgE выражали в kU/L. Число выявленных аллергенных компонентов среди 64 компонентов, представленных на аллергочипе, рассчитывали индивидуально для каждого пациента. Результаты определения slgE к 36 экстрактам аллергенов slgE не учитывали.

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки. Предварительный расчет размера выборки не проводили. В исследование включили все доступные образцы сыворотки крови и клинические данные пациентов, обследованных в 2024–2025 гг. и отвечавших критериям включения.

Методы статистического анализа данных. Нормальность распределения оценивали критерием Шапиро–Уилка. Количественные данные представлены как медиана [Q_1 ; Q_3], категориальные — как n (%). Группы пациентов с АтД и БА и без БА сравнивали по индексу SCORAD, числу выявленных аллергенных компонентов и уровню общего IgE с помощью критерия Манна–Уитни. Для межгрупповых различий рассчитывали оценку сдвига Ходжеса–Лемана с 95 % доверительным интервалом (ДИ). Значения p для 3 межгрупповых сравнений корректировали методом Бенджамини–Хохберга. Связи оценивали ранговой корреляцией Спирмена (r_s ; 95 % ДИ по Фишеру). Для оценки взаимосвязи между индексом SCORAD и числом выявленных аллергенных компонентов с учетом уровня общего IgE рассчитывали частную корреляцию Спирмена.

Уровень общего IgE для графиков логарифмировали ($\log_{10}$). Тесты были двусторонними, значимость определяли при $p < 0,05$. Для сравнений между группами с АтД и БА и без БА значения p корректировали методом Бенджамини–Хохберга. Для исследовательского корреляционного анализа поправку не вносили. Расчеты выполняли в программах GraphPad Prism 11, Python 3.13.5.

Иерархический кластерный анализ выполняли в программе ClustVis. Включили 36 пациентов, у которых уровень $\text{slgE} \geq 0,35$ kU/L определен хотя бы к 1 компоненту, и 26 молекулярных компонентов, встречавшихся не менее чем у 4 пациентов. Значения slgE преобразовывали как $\ln(x + 1)$, затем центрировали и масштабировали до единичной дисперсии по компонентам. Компоненты кластеризовали по корреляционному расстоянию методом средней связи; пациентов упорядочивали по профилю slgE без выделения кластеров. Обособленность кластеров оценивали средним коэффициентом силуэта; из решений с 2–5 кластерами выбирали двухкластерное как наиболее интерпретируемое. Результаты кластерного анализа рассматривали как исследовательские.

Результаты

Объекты (участники) исследования

Проанализированы данные 38 взрослых пациентов с АтД. Основные демографические и клинико-лабораторные характеристики представлены в табл. 1.

Сопутствующие аллергические заболевания зарегистрированы у большинства пациентов. Наиболее распространенным из них был аллергический ринит, выявленный у 86,8 % пациентов. БА диагностирована у 28,9 % пациентов (рис. 1).

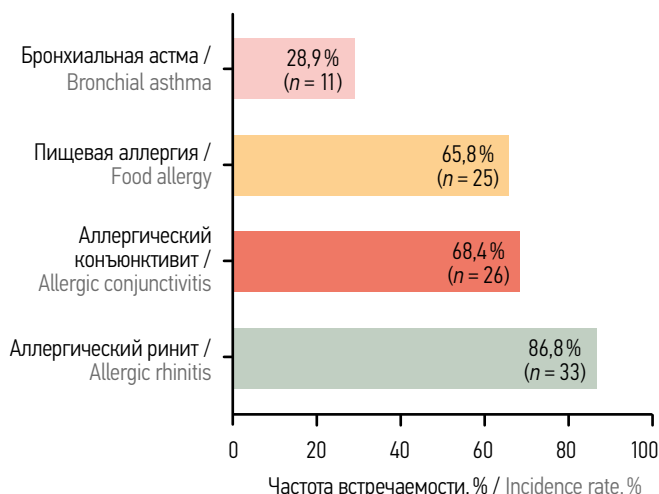


Рис. 1. Структура сопутствующих аллергических заболеваний у взрослых пациентов с atopическим дерматитом (n = 38).

Fig. 1. Structure of comorbid allergic diseases in adults with atopic dermatitis (n = 38).

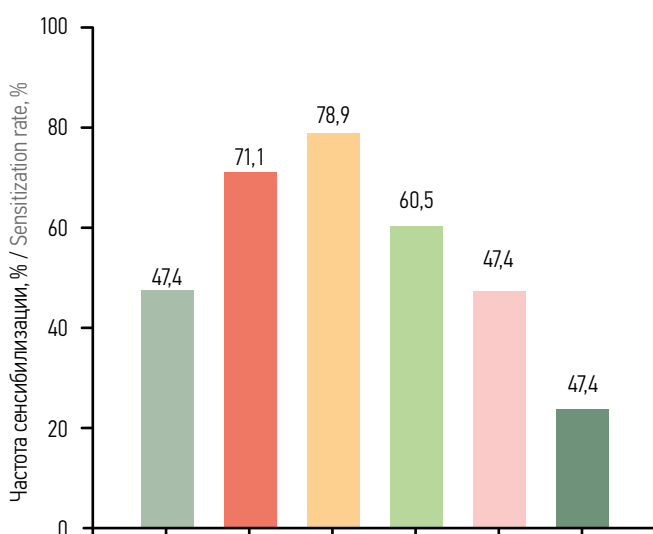


Рис. 2. Описательная характеристика документированной сенсibilизации, опосредованной иммуноглобулином E, к основным группам аллергенов у взрослых пациентов с atopическим дерматитом, по данным ранее проведенного кожного тестирования и/или определения специфического иммуноглобулина E с использованием различных тест-систем (n = 38).

Fig. 2. Descriptive characteristics of documented immunoglobulin E sensitization to major allergen groups in adults with atopic dermatitis, based on previously performed skin testing and/or specific immunoglobulin E determination using various test systems (n = 38).

По данным ранее проведенного аллергологического обследования, наиболее распространенной была сенсibilизация к аллергенам пыльцы деревьев, выявленная у 30 (78,9 %) пациентов. Сенсibilизация к грибковым аллергенам встречалась реже всего и определялась у 9 (23,7 %) пациентов (рис. 2).

Таблица 1. Демографические и клинико-лабораторные характеристики пациентов с atopическим дерматитом (АтД) (n = 38)

Table 1. Demographic and clinical-laboratory characteristics of patients with atopic dermatitis (AD) (n = 38)

Показатель Parameter	Значение Value
Медиана возраста [Q ₁ ; Q ₃], лет Median age [Q ₁ ; Q ₃], years	32 [25,5; 40,8]
Мужчины, n (%) Male, n (%)	23 (60,5)
Женщины, n (%) Female, n (%)	15 (39,5)
Медиана индекса SCORAD [Q ₁ ; Q ₃], баллы Median SCORAD index [Q ₁ ; Q ₃], points	17,5 [10,9; 58,1]
Медиана уровня общего IgE [Q ₁ ; Q ₃], МЕ/мл Median total IgE level [Q ₁ ; Q ₃], IU/mL	296 [104; 1050]
Легкая степень тяжести АтД, n (%) Mild AD, n (%)	20 (52,6)
Среднетяжелая степень АтД, n (%) Moderate AD, n (%)	6 (15,8)
Тяжелая степень АтД, n (%) Severe AD, n (%)	12 (31,6)

Примечание. SCORAD — оценка степени тяжести atopического дерматита; IgE — иммуноглобулин E.

Note. SCORAD — Scoring Atopic Dermatitis; IgE — immunoglobulin E.



Спектр IgE-сенситизации к компонентам ингаляционных аллергенов

При оценке сенситизации к пылевым компонентам наиболее часто выявлялись sIgE к Bet v 1 (белок семейства PR-10) — у 30 (78,9%) пациентов (рис. 3, *a*). sIgE к Phl p 1 (бета-экспансин) и Art v 1 (дефенсин) определялись у 12 (31,6%) и 11 (28,9%) пациентов соответственно (рис. 3, *b*, *c*). Для Bet v 1 преобладали 3-й и 4-й классы по уровню sIgE, для Phl p 1 и Art v 1 — 2-й класс.

В группе бытовых и эпидермальных аллергенов sIgE к Fel d 1 (утероглобину) определялись у 16 (42,1%) пациентов, что являлось наиболее частым результатом. sIgE к Can f 1 и Fel d 7 (липокалинам) выявлялись у 10 (26,3%) и 7 (18,4%) пациентов соответственно (рис. 3, *d*). sIgE к компонентам аллергенов клещей домашней пыли Der f 2 и Der p 2 (белки семейства NPC2) определялись реже — у 5 (13,2%) и 4 (10,5%) пациентов соответственно (рис. 3, *e*). Для Fel d 1 преобладали 3-й и 4-й классы по уровню sIgE, для Der f 2 и Der p 2 — 2-й и 3-й классы.

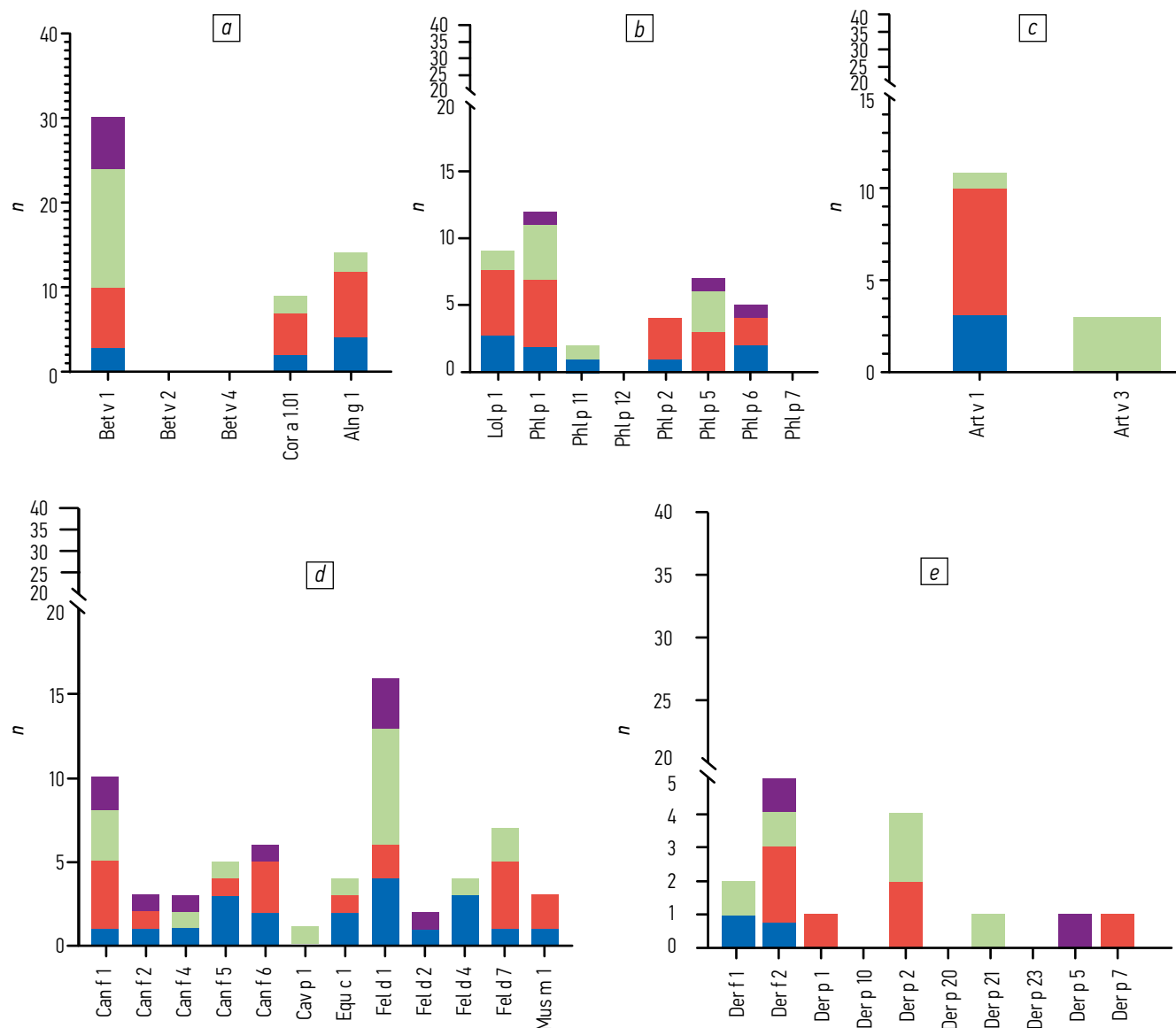


Рис. 3. Распределение положительных результатов определения специфического иммуноглобулина Е к компонентам ингаляционных аллергенов по классам: *a* — аллергенов пыльцы деревьев; *b* — аллергенов пыльцы злаковых трав; *c* — аллергенов пыльцы полыни; *d* — эпидермальных аллергенов; *e* — аллергенов клещей домашней пыли ($n = 38$). Цветом обозначены классы sIgE: фиолетовым — 4-й класс ($>17,5$ kU/L), зеленым — 3-й класс (3,5–17,49 kU/L), красным — 2-й класс (0,7–3,49 kU/L), синим — 1-й класс (0,35–0,69 kU/L).

Fig. 3. Distribution of positive specific immunoglobulin E results to inhalant allergen components by class: *a* — tree pollen allergen; *b* — grass pollen allergen; *c* — mugwort pollen allergen; *d* — epidermal allergen; *e* — house dust mite allergen ($n = 38$). Colors indicate sIgE classes: purple, class 4 ($>17,5$ kU/L); green, class 3 (3,5–17,49 kU/L); red, class 2 (0,7–3,49 kU/L); and blue, class 1 (0,35–0,69 kU/L).

Спектр IgE-сенсibilизации к компонентам пищевых аллергенов

Среди компонентов аллергенов фруктов и овощей наиболее часто обнаруживались sIgE к белкам семейства PR-10: Dau c 1 — у 15 (39,5%) пациентов, Api g 1 — у 11 (28,9%) и Fra a 1 — у 7 (18,4%). sIgE к Mal d 3 (неспецифический белок — переносчик липидов, nsLTP) и Pru p 1 (PR-10) определялись у 3 (7,9%) пациентов в каждом случае, к Pru p 3 (nsLTP) — у 2 (5,3%). Для Dau c 1, Api g 1 и Fra a 1 преобладали 1-й и 2-й классы по уровню sIgE (рис. 4, а).

sIgE к компоненту аллергена пшеницы Tri a 14 (nsLTP) выявлены у 3 (7,9%) пациентов, к Tri a 19 (омега-5-глиадин) — не выявлены (рис. 4, б).

В группе компонентов аллергенов орехов и бобовых наиболее часто обнаруживались sIgE к Cor a 1.04 (PR-10) — у 14 (36,8%) пациентов. sIgE к Gly m 6 (11S-глобулин) выявлены у 1 (2,6%) пациента. sIgE к Cor a 9, Ara h 1, Ara h 2, Ara h 6, Ana o 3 и Pis v 1, относящимся к белкам хранения, не выявлены (рис. 4, с).

При оценке компонентов аллергенов рыбы sIgE к бета-парвальбуминам Gad m 1 и Clu h 1 определялись у 7 (18,4%)

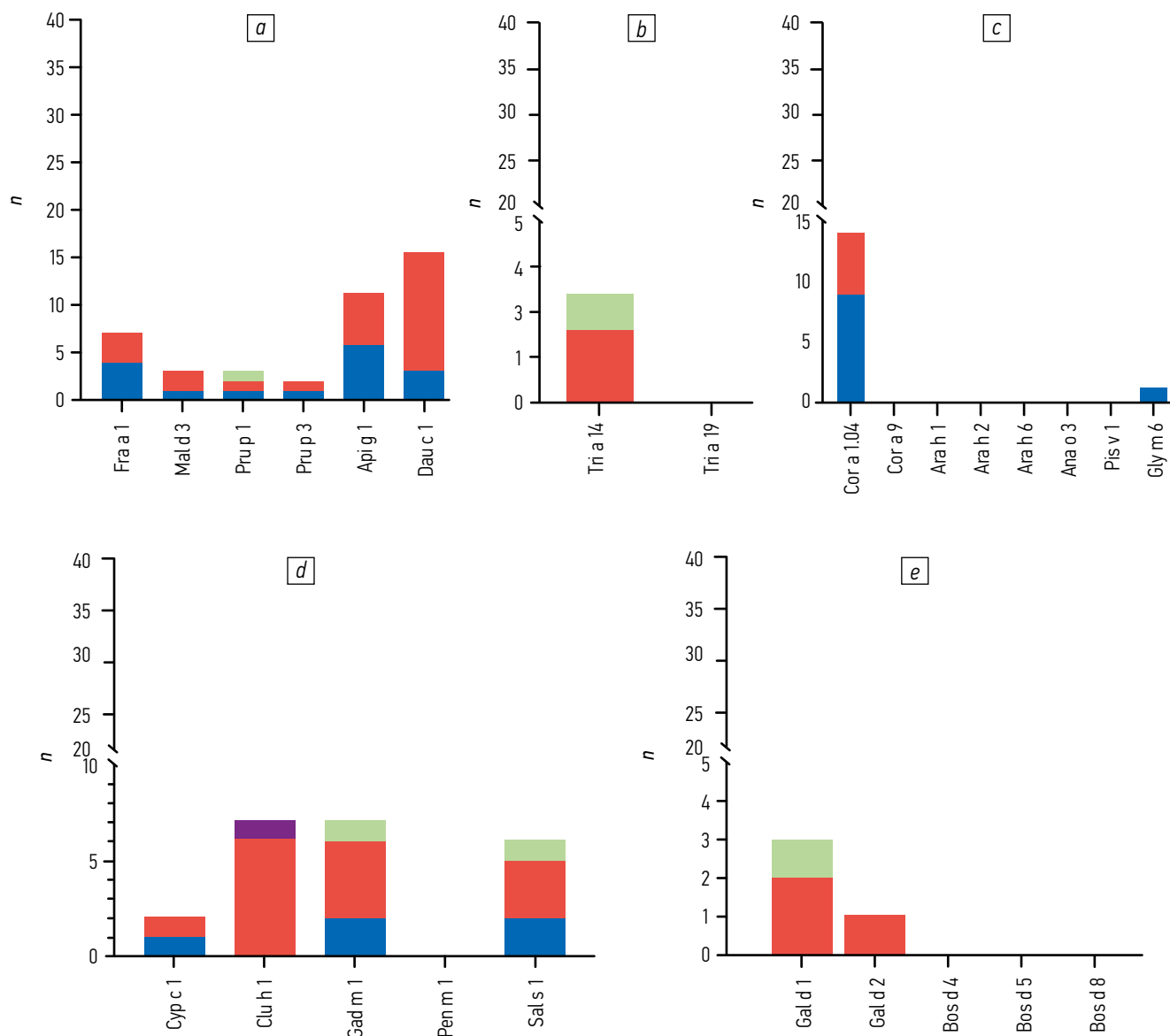


Рис. 4. Распределение положительных результатов определения специфического иммуноглобулина Е к компонентам пищевых аллергенов по классам: *а* — аллергенов фруктов и овощей; *б* — аллергенов злаков; *с* — аллергенов орехов и бобовых; *д* — аллергенов рыбы и креветки; *е* — аллергенов куриного яйца и коровьего молока ($n = 38$). Цветом обозначены классы sIgE: фиолетовым — 4-й класс ($>17,5$ kU/L), зеленым — 3-й класс (3,5–17,49 kU/L), красным — 2-й класс (0,7–3,49 kU/L), синим — 1-й класс (0,35–0,69 kU/L).

Fig. 4. Distribution of positive specific immunoglobulin E results to food allergen components by class: *a* — fruit and vegetable allergen; *b* — cereal allergen; *c* — nut and legume allergen; *d* — fish and shrimp allergen; *e* — hen's egg and cow's milk allergen ($n = 38$). Colors indicate sIgE classes: purple, class 4 ($>17,5$ kU/L); green, class 3 (3,5–17,49 kU/L); red, class 2 (0,7–3,49 kU/L); and blue, class 1 (0,35–0,69 kU/L).

пациентов в каждом случае, к Sal s1 — у 6 (15,8%), к Сур с 1 — у 2 (5,3%). Для этих компонентов преобладал 2-й класс по уровню sIgE. sIgE к тропомиозину креветки Pen m 1 не обнаружены (рис. 4, d).

sIgE к компонентам аллергенов куриного яйца Gal d 1 (овомукоид) и Gal d 2 (овальбумин) выявлены у 3 (7,9%) и 1 (2,6%) пациента соответственно. sIgE к компонентам аллергенов коровьего молока Bos d 4 (альфа-лактальбумин), Bos d 5 (бета-лактоглобулин) и Bos d 8 (казеин) не выявлены (рис. 4, e).

Взаимосвязь между тяжестью atopического дерматита, уровнем общего IgE и числом выявленных аллергенных компонентов

Индекс SCORAD положительно коррелировал с числом выявленных аллергенных компонентов ($r_s = 0,34$; 95% ДИ 0,02–0,60; $p = 0,034$) и уровнем общего IgE ($r_s = 0,52$; 95% ДИ 0,23–0,73; $p = 0,0008$) (рис. 5, a). Положительная корреляция также отмечена между уровнем общего IgE и числом аллергенных компонентов ($r_s = 0,45$; 95% ДИ 0,15–0,68; $p = 0,004$) (рис. 5, b). При учете уровня общего IgE частная корреляция Спирмена между индексом SCORAD и числом выявленных аллергенных компонентов была статистически незначимой ($r_s = 0,04$; $p = 0,830$).

Тяжесть atopического дерматита и число выявленных аллергенных компонентов у больных atopическим дерматитом в зависимости от наличия или отсутствия бронхиальной астмы

Atopический дерматит в сочетании с БА отмечен у 11 (28,9%) пациентов, у 27 (71,1%) пациентов — АтД без БА. Медиана индекса SCORAD у пациентов с сочетанием АтД и БА составила 54,2 [12,2; 80,9] балла, у пациентов без БА — 16,5 [10,5; 45,4] балла. Оценка межгруппового сдвига составила 25,9 балла (95% ДИ –54,6...+2,2; $p_{\text{с корр}} = 0,215$). В то же время медиана числа выявленных аллергенных компонентов у пациентов с сочетанием АтД и БА была статистически значимо выше, чем у пациентов без БА: 13 [6; 19] и 4 [2; 7] соответственно. Оценка межгруппового сдвига составила 7 компонентов (95% ДИ 3–12; $p_{\text{с корр}} = 0,009$) (рис. 6). Уровень общего IgE между группами статистически значимо не различался: 271 [202; 1280] МЕ/мл у пациентов с АтД и БА против 321 [89; 712] МЕ/мл у пациентов без БА. Оценка межгруппового сдвига составила 102 МЕ/мл (95% ДИ –254...+800; $p_{\text{с корр}} = 0,327$).

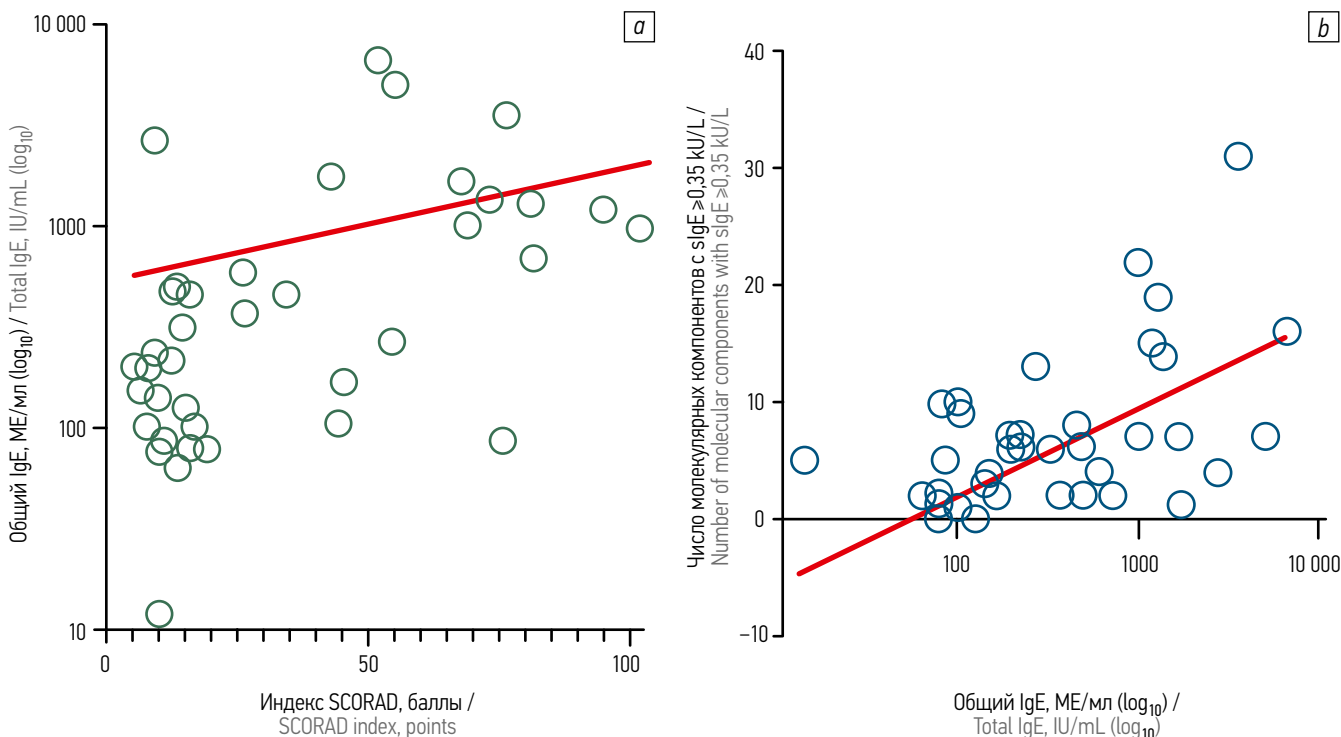


Рис. 5. Взаимосвязь между индексом SCORAD и уровнем общего иммуноглобулина E (IgE) (a), а также уровнем общего IgE и числом выявленных аллергенных компонентов (b). Представлены коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s), 95% доверительные интервалы и значения p . Красным цветом показана линия линейной регрессии, приведенная для наглядного отображения направления связи.

Fig. 5. Association between the SCORAD index and total immunoglobulin E (IgE) level (a), and between total IgE level and the number of detected allergen components (b). Spearman's rank correlation coefficients (r_s), 95% confidence intervals, and p values are shown. The red line represents the linear regression line and is shown to illustrate the direction of the association.

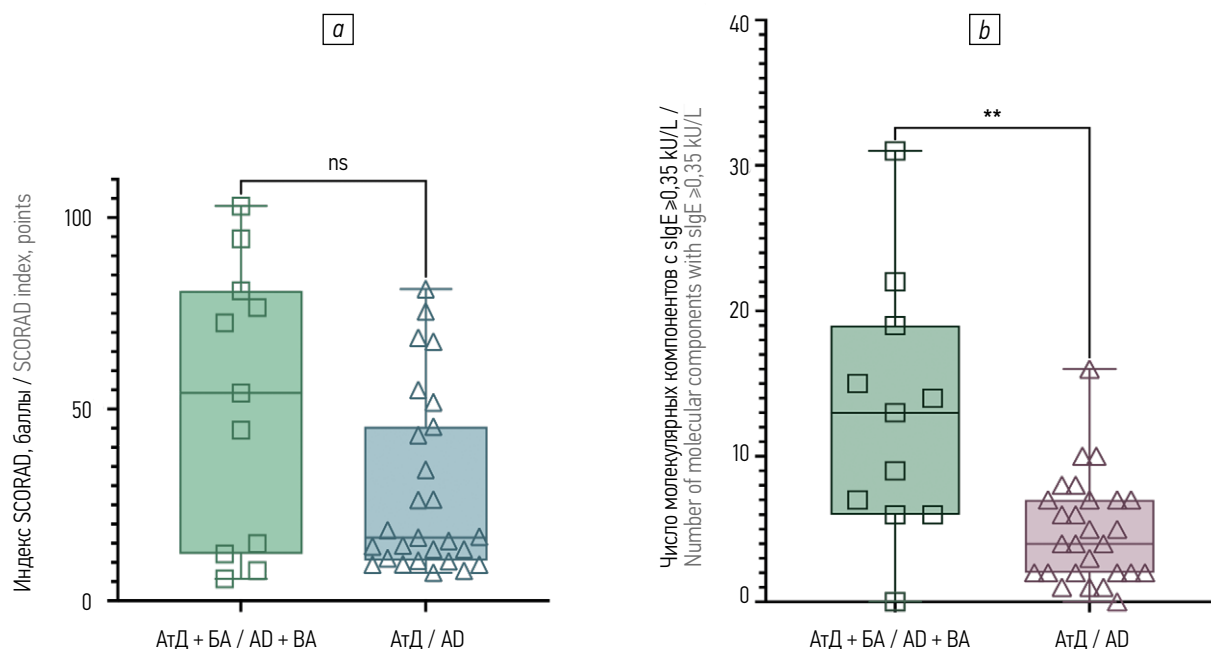


Рис. 6. Сравнение индекса SCORAD (а) и числа выявленных аллергенных компонентов (б) у пациентов с atopическим дерматитом (АтД) в зависимости от наличия бронхиальной астмы (БА). Для сравнения групп применяли критерий Манна–Уитни. Приведены разницы медиан (Ходжеса–Лемана) и 95 % доверительные интервалы. ** $p_{\text{скорр}} < 0,01$; sIgE — специфический иммуноглобулин E.

Fig. 6. Comparison of the SCORAD index (a) and the number of detected allergen components (b) in patients with atopic dermatitis (AD) according to the presence of asthma (BA). Groups were compared using the Mann–Whitney U test. Median differences (Hodges–Lehmann estimate) and 95 % confidence intervals are shown. ** $p_{\text{adj}} < 0.01$; sIgE — specific immunoglobulin E.

Кластерный анализ компонентов аллергенов

Наибольшее значение среднего коэффициента силуэта среди рассмотренных решений получено при разделении молекулярных компонентов на 2 кластера — 0,33. Поэтому для дальнейшей интерпретации использовали двухкластерное решение. Первый кластер преимущественно объединял белки семейства PR-10: Bet v 1, Cor a 1.01, Cor a 1.04, Aln g 1, Fra a 1, Api g 1 и Dau c 1. В этот же кластер вошел компонент аллергена пыльцы тимфеовки Phl p 2. Второй кластер имел гетерогенный состав и включал компоненты эпидермальных аллергенов, аллергенов клещей домашней пыли, рыб, пыльцы злаковых и сложноцветных трав, а также грибковых аллергенов. Значение коэффициента силуэта указывало на невысокую обособленность выделенных кластеров, поэтому результаты кластерного анализа рассматривали как исследовательские (рис. 7).

Обсуждение

В ходе исследования с использованием отечественного аллергочипа ProAllergy охарактеризован спектр IgE-сенсibilизации к компонентам аллергенов у взрослых пациентов с АтД. Наиболее часто определялись sIgE к компонентам пыльцевых и эпидермальных аллергенов. Среди отдельных компонентов аллергенов преобладали Bet v 1, Phl p 1, Art v 1 и Fel d 1. Среди компонентов

растительных пищевых аллергенов наиболее часто выявлялись sIgE к белкам семейства PR-10: Dau c 1, Cor a 1.04, Api g 1 и Fra a 1. У части пациентов выявлялись sIgE к бета-парвальбуминам рыб Gad m 1, Clu h 1 и Sal s 1. Полученные результаты в целом согласуются с данными исследований, проведенных с использованием других мультиплексных платформ, в которых у взрослых пациентов с АтД также отмечался широкий спектр IgE-сенсibilизации к компонентам пыльцевых, эпидермальных и пищевых аллергенов [5].

Преобладание sIgE к Bet v 1 и одновременное выявление sIgE к гомологичным растительным пищевым белкам свидетельствуют о значительной представленности PR-10-ассоциированной сенсibilизации в исследуемой выборке. Это предположение поддерживается редким определением или отсутствием sIgE к белкам хранения и неспецифическим белкам — переносчикам липидов. В ранее проведенном исследовании у взрослых пациентов с АтД IgE-сенсibilизация к пищевым компонентам семейства PR-10 также являлась одним из наиболее распространенных вариантов пищевой сенсibilизации [7]. Вместе с тем выявление sIgE свидетельствует о наличии сенсibilизации, но не подтверждает клинически значимую пищевую аллергию. Поэтому результаты исследования с использованием аллергочипа необходимо интерпретировать с учетом анамнеза и клинических проявлений при употреблении соответствующих пищевых продуктов [5, 9].

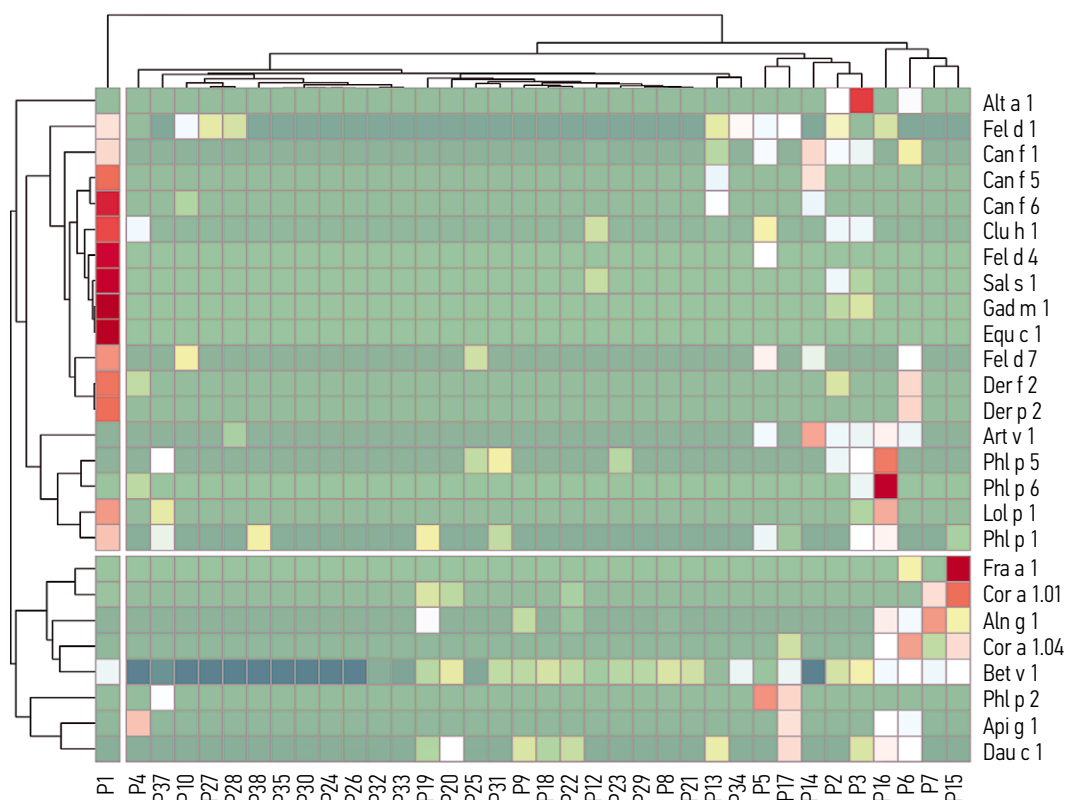


Рис. 7. Результаты иерархического кластерного анализа 26 молекулярных компонентов аллергенов у 36 взрослых пациентов с atopическим дерматитом. По оси Y — молекулярные компоненты, по оси X — пациенты. Интенсивность окраски отражает стандартизованные значения специфического иммуноглобулина E (синий — низкие, красный — высокие). Горизонтальная белая линия разделяет 2 кластера компонентов.

Fig. 7. Hierarchical cluster analysis of 26 molecular allergen components in 36 adults with atopic dermatitis. The Y-axis shows molecular components and the X-axis shows patients. Color intensity reflects standardized specific immunoglobulin E values (blue — low, red — high). The horizontal white line separates the two clusters of components.

Слабая положительная корреляция между индексом SCORAD и числом выявленных аллергенных компонентов при парном анализе не сохранялась при учете уровня общего IgE ($r_s = 0,04$; $p = 0,83$). Это позволяет предположить, что наблюдаемая связь тяжести АТД с этим показателем в значительной степени объясняется уровнем общего IgE. При этом уровень общего IgE положительно коррелировал как с индексом SCORAD, так и с числом выявленных аллергенных компонентов. Такая структура взаимосвязей согласуется с предположением о том, что при более высоком уровне общего IgE положительный результат определения sIgE может регистрироваться для большего числа компонентов. Высокий уровень общего IgE также ассоциирован с менее благоприятным течением АТД [11]. Вместе с тем полученные данные дополняют результаты I. Mittermann и соавт.: у 179 пациентов с АТД (53 с тяжелым и 126 со среднетяжелым течением) авторы наблюдали более широкий профиль IgE-сенситизации при тяжелом АТД. При этом уровень общего IgE также был выше у пациентов с тяжелым течением (медиана 480 МЕ/мл против 130 МЕ/мл), однако его влияние при сравнении групп не учитывалось [12]. В нашей

работе связь тяжести АТД с числом компонентов с положительным sIgE при учете уровня общего IgE не сохранялась, что позволяет предположить, что наблюдаемая связь может частично объясняться уровнем общего IgE. Следует учитывать, что общий IgE не является специфическим маркером активности АТД, а поперечный дизайн исследования не позволяет установить причинно-следственные взаимосвязи между тяжестью заболевания, уровнем общего IgE и широтой профиля IgE-сенситизации.

У пациентов с сочетанием АТД и БА число выявленных аллергенных компонентов было статистически значимо выше, чем у пациентов без БА. При этом уровень общего IgE между группами статистически значимо не различался. Однако отсутствие статистически значимого различия по уровню общего IgE между группами не позволяет исключить его возможное влияние на полученный результат. Обнаруженное различие может отражать atopический фенотип при сочетанном поражении кожи и дыхательных путей. Статистически значимых различий по индексу SCORAD между группами не выявлено. Учитывая небольшое число пациентов с АТД и БА и отсутствие многофакторного анализа,

полученный результат следует рассматривать как исследовательский и требующий подтверждения на большей выборке.

По результатам иерархической кластеризации выделен кластер, преимущественно включавший Bet v 1 и гомологичные белки семейства PR-10. Такое объединение соответствует структурному родству и перекрестной IgE-реактивности этих компонентов. Вместе с тем коэффициент силуэта составил 0,33, что свидетельствует о невысокой обособленности кластеров. Поэтому выделенные группы компонентов нельзя рассматривать как устойчивые кластеры, а результаты кластерного анализа следует считать предварительными.

Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Одно-центровый ретроспективный дизайн и небольшой объем выборки ограничивают возможность обобщения полученных результатов. Использование образцов из банка сывороток могло сопровождаться смещением отбора, поскольку в исследование включали пациентов, имевших полный набор необходимых клинических и лабораторных данных. Клиническую значимость выявленной IgE-сенсibilизации не оценивали с учетом анамнеза реакций на соответствующие аллергены и результатов провокационных тестов.

Число компонентов с положительным sIgE могло зависеть от уровня общего IgE, фиксированного порога положительности, состава исследуемой панели и наличия перекрестной IgE-реактивности между структурно родственными компонентами. Это следует учитывать при интерпретации установленных взаимосвязей. Прямое сопоставление результатов ProAllergy с другой стандартизированной мультиплексной платформой не проводили.

Небольшой объем выборки, в том числе малое число пациентов с АтД и БА, не позволил провести многофакторный анализ связи наличия БА с числом выявленных аллергенных компонентов. Корреляционный анализ носил исследовательский характер и выполнялся без поправки на множественные сравнения. Результаты кластерного анализа ввиду небольшого объема выборки и невысокой обособленности кластеров следует рассматривать как исследовательские. Поперечный характер исследования не позволяет установить причинно-следственные связи и оценить прогностическое значение выявленных особенностей IgE-сенсibilизации к компонентам аллергенов.

Заключение

С использованием аллергочипа ProAllergy охарактеризован спектр IgE-сенсibilизации к молекулярным компонентам аллергенов у взрослых пациентов с АтД. Для исследованной выборки был характерен неоднородный профиль IgE-сенсibilизации с частым определением sIgE к Bet v 1 и гомологичным белкам семейства PR-10.

Число выявленных аллергенных компонентов положительно коррелировало с уровнем общего IgE и было выше у пациентов с АтД и сопутствующей БА. При учете уровня общего IgE связь этого показателя с индексом SCORAD становилась статистически незначимой, что может частично объясняться уровнем общего IgE. Вместе с тем результаты определения sIgE не позволяют самостоятельно оценить клиническую значимость сенсibilизации к отдельным компонентам аллергенов. Для подтверждения выявленных закономерностей необходимы исследования на более крупных выборках с учетом клинических проявлений аллергии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

Источники финансирования. Исследование проведено при поддержке ООО «Медицинские технологии», г. Москва. Это не повлияло на мнение авторов.

Раскрытие интересов. О.Г. Елисютин является членом редакционной коллегии Российского аллергологического журнала, Е.С. Феденко является заместителем главного редактора Российского аллергологического журнала, однако они не имеют отношения к решению о публикации данной статьи. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Авторы заявляют об отсутствии иных конфликтов интересов.

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

О.Г. Елисютин — концепция и дизайн исследования, анализ клинических данных пациентов, сбор и анализ источников литературы, написание текста статьи; В.О. Склярова, В.С. Южанинова — сбор источников литературы; Е.С. Феденко — концепция и дизайн исследования, анализ источников литературы, редактирование статьи.

Этическая экспертиза. Работа выполнена в соответствии с действующей версией Хельсинкской декларации и одобрена локальным этическим комитетом ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА России (протокол № 16 от 16.12.2025).

Генеративный искусственный интеллект. Генеративный искусственный интеллект при подготовке данной рукописи, включая текст, иллюстрации и иные представленные материалы, не использовался.

Funding source. The study was supported by Medical Technologies, Moscow. This did not influence the authors' opinions.

Disclosure of interests. O.G. Elisyutina is a member of the Editorial Board of the Russian Journal of Allergy, and E.S. Fedenko is Deputy Editor-in-Chief of the Russian Journal of Allergy. Neither was involved in the decision regarding the publication of this article. The article underwent the journal's standard peer-review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

Authors' contribution. All authors confirm that they meet the international ICMJE authorship criteria. All authors made substantial contributions to the conception of the study, conduct of the work, and preparation of the manuscript, and read and approved the final version before publication. The main contributions were distributed as follows: E.V. Smolnikov,

O.G. Elisyutina — conceptualization, analysis of clinical data, literature search and analysis, drafting of the manuscript; V.O. Sklyarova, V.S. Yuzhaninova — analysis of clinical data, manuscript editing; E.S. Fedenko — conceptualization, literature analysis, manuscript editing.

Ethics approval. The study was conducted in accordance with the current revision of the Declaration of Helsinki and was approved by the local ethic committee of the National Research Center — Institute of Immunology, Federal Medical-Biological Agency of Russia (Protocol No. 16 dated December 16, 2025).

Generative AI. Generative artificial intelligence was not used in the preparation of this manuscript, including the text, illustrations, or any other materials presented.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Dramburg S, Hilger C, Santos AF, et al. EAACI Molecular Allergy User's Guide 2.0. *Pediatr Allergy Immunol.* 2023;34(Suppl 28):e13854. doi: 10.1111/pai.13854 EDN: EIEHFO
2. Elisyutina O, Lupinek C, Fedenko E, et al. IgE-reactivity profiles to allergen molecules in Russian children with and without symptoms of allergy revealed by micro-array analysis. *Pediatr Allergy Immunol.* 2021;32(2):251–263. doi: 10.1111/pai.13354 EDN: ZEPOYP
3. Ansotegui IJ, Melioli G, Canonica GW, et al. A WAO — ARIA — GA²LEN consensus document on molecular-based allergy diagnosis (PAMD@): update 2020. *World Allergy Organ J.* 2020;13(2):100091. doi: 10.1016/j.waojou.2019.100091 EDN: NQMMAZ
4. Błażowska M, Nowowiejska-Purpurowicz J, Tomasiak-Łozowska M, et al. The significance of component-resolved diagnostics in atopic dermatitis. *Front Immunol.* 2026;17:1711854. doi: 10.3389/fimmu.2026.1711854 EDN: TIVQAR
5. Čelakovská J, Bukač J, Cermáková E, et al. Analysis of results of specific IgE in 100 atopic dermatitis patients with the use of multiplex examination ALEX2 — Allergy Explorer. *Int J Mol Sci.* 2021;22(10):5286. doi: 10.3390/ijms22105286 EDN: BVURIH
6. Wassmann-Otto A, Heratizadeh A, Wichmann K, Werfel T. Microarray analysis confirms ImmunoCAP-fluorescence enzyme immunoassay results on specific IgE in patients with atopic dermatitis and suspected birch pollen-related food allergy. *Int Arch Allergy Immunol.* 2022;183(8):814–823. doi: 10.1159/000522525 EDN: DDSSID
7. Röckmann H, van Geel MJ, Knulst AC, et al. Food allergen sensitization pattern in adults in relation to severity of atopic dermatitis. *Clin Transl Allergy.* 2014;4(1):9. doi: 10.1186/2045-7022-4-9
8. Ott H, Weißmantel S, Kennes LN, et al. Molecular microarray analysis reveals allergen- and exotoxin-specific IgE repertoires in children with atopic dermatitis. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2014;28(1):100–107. doi: 10.1111/jdv.12083
9. Sebekina OV, Nenasheva NM, Peredelskaya MYu. Evaluation of the sensitization spectrum in patients with respiratory allergies in the Moscow region using the domestic allergy chip. *Russian Journal of Allergy.* 2026;23(1):45–55. (In Russ.) doi: 10.36691/RJA17117 EDN: BGDUXA
10. Kunz B, Oranje AP, Labrèze L, et al. Clinical validation and guidelines for the SCORAD index: consensus report of the European Task Force on Atopic Dermatitis. *Dermatology.* 1997;195(1):10–19. doi: 10.1159/000245677
11. Kiiski V, Karlsson O, Remitz A, Reitamo S. High serum total IgE predicts poor long-term outcome in atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol.* 2015;95(8):943–947. doi: 10.2340/00015555-2126
12. Mittermann I, Wikberg G, Johansson C, et al. IgE sensitization profiles differ between adult patients with severe and moderate atopic dermatitis. *PLoS One.* 2016;11(5):e0156077. doi: 10.1371/journal.pone.0156077

Об авторах / Authors' info

* **Смольников Евгений Валентинович;**

* **Evgeniy V. Smolnikov, MD;**

адрес: Россия, 115522, Москва, Каширское ш., д. 24;

address: 24 Kashirskoe shosse, Moscow, Russia, 115522;

ORCID: 0000-0003-1302-4178; eLibrary SPIN: 4874-8100; e-mail: qwertil2010@yandex.ru

Елисютина Ольга Гурьевна, д-р мед. наук;

Olga G. Elisyutina, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-4609-2591; eLibrary SPIN: 9567-1894; e-mail: el-olga@yandex.ru

Склярова Виктория Олеговна;

Victoria O. Sklyarova, MD;

ORCID: 0009-0002-9035-1674; e-mail: viktoriefedotova3@gmail.com

Южанинова Валерия Сергеевна;

Valeria S. Yuzhaninova, MD;

ORCID: 0009-0009-6943-947X; e-mail: qwwwv1@yandex.ru

Феденко Елена Сергеевна, д-р мед. наук, профессор;

Elena S. Fedenko, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0003-3358-5087; eLibrary SPIN: 5012-7242; e-mail: efedks@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку

* Corresponding author