

© Коллектив авторов, 2025

Себекина О.В.¹, Ненашева Н.М.¹, Кондрашева Е.А.², Ли О.Ф.³

Оценка профиля сенсибилизации к аллергенным молекулам семейства тропомиозинов у пациентов Московского региона

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, г. Москва, Российская Федерация

² Общество с ограниченной ответственностью «Независимая лаборатория ИНВИТРО», 121059, г. Москва, Российская Федерация

³ Общество с ограниченной ответственностью «ИНВИТРО СПб», 192007, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Резюме

Введение. Тропомиозин принадлежит к семейству белков, включающих большое количество перекрестно реагирующих аллергенов. Большинство из них происходит от беспозвоночных (креветки, омары, крабы, морские ушки, трубачи, моллюски, клещи домашней пыли, тараканы и гельминты). Сенсибилизация к тропомиозинам может стать причиной системной аллергической реакции вплоть до анафилаксии после употребления морепродуктов. Выявление источника первичной сенсибилизации важно не только для оценки тяжести аллергической реакции, в дальнейшем оно позволяет персонализированно подбирать способы лечения и профилактики развития осложнений, прогнозировать развитие заболевания в долгосрочном периоде.

Цель исследования – провести оценку профиля сенсибилизации к отдельным аллергенным молекулам семейства тропомиозинов в четырех возрастных группах: 1-я – ранний детский возраст (от 1 года до 3 лет; $n = 260$); 2-я – дошкольники (4–6 лет; $n = 565$); 3-я – школьный возраст (7–17 лет; $n = 761$); 4-я – взрослые пациенты (18–80 лет; $n = 2639$) – и выявить самые распространенные аллергенные молекулы в каждой группе, которые, возможно, ассоциированы с клинической значимостью у пациентов Московского региона.

Материал и методы. Проведена оценка профиля сенсибилизации к 5 аллергенным молекулам семейства тропомиозинов по представленным биообразцам 4235 пациентов Московского региона с предположительными симптомами аллергии от 1 года до 80 лет. В представленных сыворотках определялась концентрация аллерген-специфических IgE-антител (sIgE) к тропомиозинам методом твердофазного иммуноферментного анализа на аллергочипе ALEX2 (Allergy Explorer2) лабораторией ИНВИТРО. Нами подробно описан молекулярный профиль IgE-сенсибилизации к отдельным тропомиозиновым молекулам во всех возрастных группах.

Результаты. Анализ показал, что сенсибилизация к молекулам тропомиозинов отмечается во всех четырех возрастных группах. К клещевым молекулам Der p 10 (*Dermatophagoides pteronyssinus*), и Blo t 10 (*Blomia tropicalis*) наибольшая сенсибилизация выявлена в 3-м возрастном периоде – в школьном возрасте (7–17 лет) – 2,56 и 2,68 % соответственно. Школьный период является уязвимым периодом, характеризующимся молекулярным спредингом (увеличением частоты и спектра сенсибилизаций). Наибольшая сенсибилизация к еще одной молекуле анизакиды Ani s 3 (*Anisakis simplex*) приходится на школьный возраст – в 2,68 % случаях, в 1-й, во 2-й и в 4-й возрастных когортах сенсибилизация к Ani s 3 была почти одинаковой: 1,58; 1,6; 1,54 % соответственно. Сенсибилизация к тропомиозину Pen m 1 (*Penaeus monodon*) черной тигровой креветки идентифицирована у 2,56 % пациентов школьного возраста. Сенсибилизация к молекуле американского таракана Per a 7 (*Periplaneta americana*) выявлена в группе дошкольников (с 4 до 6 лет) в 3 % случаях. Надо отметить, что самая низкая сенсибилизация по всем 5 молекулам тропомиозинов оказалась во взрослой группе (18–80 лет).

Заключение. Выборка пациентов из числа сдавших анализ ALEX2 на сенсибилизацию к множественным аллергенам и их компонентам предполагает, что у данной когорты пациентов были симптомы аллергии (этих пациентов направил доктор или они самосто-

Для корреспонденции

Себекина Оксана Владимировна –
кандидат медицинских наук,
доцент кафедры
аллергологии и иммунологии
ФГБОУ ДПО РМАНПО
Минздрава России,
Москва, Российская Федерация
E-mail: sebekin1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3508-9602>

ательно обратились для анализа на аллергочипе). По полученным данным содержание специфических IgE в сыворотке крови пациентов в возрасте от 1 года до 80 лет, обратившихся для проведения анализа ALEX2 к тропомиозинам, в московской популяции варьирует от 1,1 до 3 %. Углубленное изучение молекулярной аллергологии с описанием аллергенных молекул, в частности тропомиозинов, позволит расширить знания особенностей профиля сенсibilизации пациентов с аллергическими заболеваниями Московского региона.

Ключевые слова: профиль сенсibilизации; аллергенные молекулы; тропомиозины

Статья получена 29.01.2025. Принята в печать 25.03.2025.

Для цитирования: Себекина О.В., Ненасheва Н.М., Кондрашева Е.А., Ли О.Ф. Оценка профиля сенсibilизации к аллергенным молекулам семейства тропомиозинов у пациентов Московского региона. Иммунология. 2025; 46 (3): 301–308. DOI: <https://doi.org/10.33029/1816-2134-2025-46-3-301-308>

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Концепция и дизайн исследования – Ненасheва Н.М., Себекина О.В.; сбор и обработка материала – Кондрашева Е.А., Ли О.Ф.; статистическая обработка – Себекина О.В.; написание текста – Себекина О.В.; редактирование – Ненасheва Н.М.

Sebekina O.V.¹, Nenasheva N.M.¹, Kondrasheva E.A.², Li O.F.³

Assessment of the sensitization profile to allergen molecules of the tropomyosin family among patients in the Moscow region

¹ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation, 125993, Moscow, Russian Federation

² Limited Liability Company «Independent Laboratory INVITRO», 121059, Moscow, Russian Federation

³ Limited Liability Company «INVITRO SPB», 192007, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. Tropomyosin belongs to a family of proteins that includes a large number of cross-reacting allergens, most of which originate from invertebrates such as shrimps, lobsters, crabs, mollusks, abalone, whelks, clams, house dust mites, cockroaches and helminths. Sensitization to tropomyosins can cause a systemic allergic reaction, including anaphylaxis, after eating seafood. Identifying the source of primary sensitization is important not only for assessing the severity of the allergic reaction, but also allows for further personalized selection of methods of treatment and prevention of complications, and to predict the development of the disease in the long term.

Aim of this study – to assess the profile of sensitization to individual allergenic molecules of the tropomyosin family in four age groups: 1st – early childhood (from 1 year to 3 years) ($n = 260$), 2nd – preschoolers (from 4 years to 6 years) ($n = 565$), 3rd – school age (from 7–17 years old) ($n = 761$), 4th – adult patients (from 18 years old – 80 years old) ($n = 2639$) and identify the most common allergenic molecules in each group that may be associated with clinical significance in patients of the Moscow region.

Material and methods. The profile of sensitization to five allergenic molecules of the tropomyosin family was assessed using the submitted biosamples of 4235 patients in the Moscow region with allergy symptoms from 1 to 80 years of age. In the submitted sera, the concentration of allergen-specific IgE antibodies (sIgE) was determined to molecules – tropomyosins by enzyme-linked immunosorbent assay on the ALEX2 allergy chip (Allergy Explorer 2). We have described in detail the molecular profile of IgE sensitization to individual tropomyosin molecules in all age groups.

Results. The analysis showed that sensitization to tropomyosin molecules is observed in all four age groups. The greatest sensitization to tick-borne molecules Der p 10 and Blo t 10 was detected in the 3rd age period – at school age (7–17 years) – 2.56 and 2.68 %, respectively. The school period is a vulnerable period, characterized by molecular spreading (an increase in

For correspondence

Oksana V. Sebekina – PhD,
Associate Professor of the Allergy
and Immunology Chair,
RMACE of the MOH of Russia,
Moscow, Russian Federation
E-mail: sebekin1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3508-9602>

the frequency and spectrum of sensitizations). The greatest sensitization to another anisakid molecule (Ani s 3) occurs at school age – in 2.68 % of cases; in the 1st, 2nd and 4th age cohorts, sensitization to Ani s 3 was almost the same: 1.58; 1.6; 1.54 % respectively. And also, sensitization to tropomyosin Pen m 1 (black tiger shrimp) showed that 2.56 % were identified at school age. Only sensitization to the American cockroach molecule Per a 7 was detected in a group of preschool children (from 4 to 6 years old) in 3 % of cases. It should be noted that the lowest sensitization for all five tropomyosin molecules was found in the adult group (from 18–80 years old).

Conclusion. According to our data, the frequency of sensitization to molecules – tropomyosins in the Moscow population (from 1–80 years) ranges from 1.1 to 3 %. An in-depth study of molecular allergology with a description of allergenic molecules, in particular tropomyosins, allows us to expand knowledge of the characteristics of the sensitization profiles of patients with allergic diseases in the Moscow region.

Keywords: sensitization profile; allergenic molecules; tropomyosins

Received 29.01.2025. Accepted 25.03.2025.

For citation: Sebekina O.V., Nenasheva N.M., Kondrasheva E.A., Li O.F. Assessment of the sensitization profile to allergen molecules of the tropomyosin family among patients in the Moscow region. 2025; 46 (3): 301–8. DOI: <https://doi.org/10.33029/1816-2134-2025-46-3-301-308> (in Russian)

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interests. Authors declare no conflict of interests.

Authors' contribution. Concept and design of the study – Nenasheva N.M., Sebekina O.V.; collection and processing of material – Kondrasheva E.A., Li O.F.; statistical processing – Sebekina O.V.; text writing – Sebekina O.V.; editing – Nenasheva N.M.

Введение

Современная молекулярная аллергодиагностика позволила выделить клинически значимые семейства аллергенных компонентов. Тропомиозин – паналлерген, способный вызывать широкий спектр перекрестных IgE-опосредованных реакций [1]. Установлена высокая степень гомологии среди тропомиозинов различных беспозвоночных (ракообразные, моллюски, клещи домашней пыли и насекомые), что выступает в качестве молекулярной основы перекрестной реактивности к данным аллергенам [2]. Высокостабильные при термической обработке, они не теряют свойств аллергена даже при длительном нагревании и в процессе обработки под высоким давлением [3]. Тропомиозины имеют различные источники распространения: предположительный путь проникновения для анизакиды – желудочно-кишечный тракт, для тропомиозинов пироглифидных клещей и клещей амбарно-зернового комплекса – ингаляционный путь, для молекул черных тигровых креветок и американского таракана – чрескожно-оральный [4].

По Московскому региону отсутствуют данные о профиле сенсибилизации к тропомиозином у пациентов с предположительными симптомами аллергии в возрасте от 1 года до 80 лет, в связи с чем нами были проанализированы сыворотки пациентов на наличие аллерген-специфических IgE-антител (sIgE) к молекулам тропомиозинов на аллергочипе ALEX2 (Allergy Explorer2). Частота встречаемости сенсибилизации к тропомиозину клещей Der p 10 варьирует от очень высокой (до 80 % в Японии) до более низкой (до 10 %

в Европе) [5]. В некоторых регионах с высоким потреблением морепродуктов, таких как Сингапур и Вьетнам, распространенность аллергии на морепродукты у школьников составляет около 5 %.

Перекрестная реактивность между клещевыми молекулами и некоторыми молекулами моллюсков клинически значима [6], в связи с этим на практике необходимо представлять весь спектр сенсибилизации с учетом клинических симптомов пациента с атопией. Проведен ряд исследований по изучению сенсибилизации к тропомиозину анизакиды и его влиянию на клиническое течение аллергических заболеваний [7, 8]. Распространенность сенсибилизации к анизакиде значительно выше у пациентов, имеющих сенсибилизацию к клещам домашней пыли, в сравнении с пациентами без таковой (13,4 против 3,8 %). Это может быть связано с перекрестной реактивностью к аллергену клещей Der p 10 и риском развития, утяжеления аллергических заболеваний, таких как бронхиальная астма [9].

Таким образом, молекулярная оценка роли каждого тропомиозина в аллергической реакции позволит четко подобрать способы лечения и профилактики аллергического заболевания.

Цель данного исследования – провести оценку профиля сенсибилизации к отдельным аллергенным молекулам семейства тропомиозинов в четырех возрастных группах: 1-я – ранний детский возраст (от 1 года до 3 лет; $n = 260$); 2-я – дошкольники (4–6 лет; $n = 565$); 3-я – школьный возраст (7–17 лет; $n = 761$); 4-я – взрослые пациенты (18–80 лет; $n = 2639$) – и в каждой группе выявить самые распространенные аллергенные

молекулы, которые, возможно, ассоциированы с клинической значимостью у пациентов Московского региона. Настоящий анализ посвящен частоте сенсибилизации к тропомиозинам.

Материал и методы

Участники исследования. Пациенты, сдавшие анализ ALEX2 на сенсибилизацию к множественным аллергенам и их компонентам по направлению врача или самостоятельно с предположительными симптомами аллергии, в возрасте от 1–80 лет за 2022–2023 гг. были собраны в базу данных лаборатории ИНВИТРО Московского региона. В исследование вошли пациенты четырех возрастных групп: 1-я – ранний детский возраст (от 1 года до 3 лет; $n = 260$); 2-я – дошкольники (4–6 лет; $n = 565$); 3-я – школьный возраст (7–17 лет; $n = 761$); 4-я – взрослые пациенты (18–80 лет; $n = 2639$). Все пациенты, включенные в исследование, перед забором крови подписывали в лаборатории добровольное информированное согласие на манипуляцию и проведение лабораторного исследования. Наблюдательное ретроспективное исследование проводилось в соответствии с этическими принципами, заложенными в Хельсинкской декларации, ICH GCP, GPP.

Дизайн исследования. В наблюдательное ретроспективное исследование включены 4235 пациента Московского региона с предположительными симптомами аллергии, сдавшие кровь за 2022–2023 гг. на определение специфических IgE к 120 экстрактам и к 180 молекулам аллергенов в одном исследовании методом твердофазного иммуноферментного анализа на аллергочипе ALEX2 в лаборатории ИНВИТРО.

Мультиплексные тесты позволяют определить присутствие в биологическом образце сразу нескольких различных молекул аллергенов. По полученным данным содержания специфических IgE в сыворотке крови пациентов была создана база данных ИНВИТРО, которую лаборатория предоставила сотрудникам кафедры аллергологии и иммунологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Сотрудниками кафедры по результатам данных базы проанализирован IgE-профиль по 5 молекулам тропомиозинов в каждой возрастной группе и проведена статистическая обработка результатов с выявленной чувствительностью специфических IgE хотя бы к одной молекуле тропомиозина.

Процедура забора образцов и их подготовки для исследования. Образцы крови в объеме 5 мл взяты из локтевой вены одноразовой иглой в вакуумную пробирку с активатором свертывания натошак в утренние часы в медицинских офисах лаборатории ИНВИТРО у пациентов после подписания добровольного информированного согласия. Венозная кровь отстаивалась в пробирке при комнатной температуре в течение 20 мин до полного образования сгустка. После ретракции сгустка пробы центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин. Пробирка с сывороткой была промаркирована с указанием офиса лаборатории, ФИО пациента, даты забора.

Лабораторные исследования. Сыворотки всех 4235 пациентов с различными симптомами аллергии были протестированы на наличие аллерген-специфических IgE-антител. Для изучения молекулярного спектра IgE-сенсибилизации по представленным биобразцам проведено количественное определение sIgE-антител к 120 экстрактам и к 180 молекулам аллергенов в одном исследовании методом твердофазного иммуноферментного анализа на аллергочипе ALEX2 (MacroArray Diagnostics GmbH, Австрия) лабораторией ИНВИТРО, г. Москва. Результаты теста определялись количественно в стандартизованных единицах 0–50 kUA/L. В настоящее время в каждой возрастной группе нами проанализированы тропомиозины по частоте встречаемости, изучен подробный IgE-профиль по этим молекулам.

Статистическая обработка. Статистический анализ результатов проводился с применением пакета программ Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 10.0 for Windows. Для статистической обработки данных была сформирована таблица аллергочипа по 4235 пациентам. Полученные в ходе исследования данные прошли проверку на нормальное распределение с помощью критерия согласия Колмогорова–Смирнова. В случае нормального распределения данных использовали параметрические статистические методы, основанные на таких значениях, как средние арифметические значения (M) и стандартное отклонение ($M \pm SD$). В случае отличного от нормального распределения использовали стандартные методы непараметрической статистики в виде медианы и квартилей (Me [Q1; Q3]). Проводился анализ таблиц сопряженности: при ожидаемом значении частоты менее 5 использовался точный z -критерий Фишера. Различие групп полагали статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты

Для анализа структуры сенсибилизации были отобраны результаты с выявленной чувствительностью хотя бы к одному аллергену. Анализ сенсибилизации к аллергенным тропомиозинам, показал, что сенсибилизация отмечается ко всем молекулам-аллергенам этого важного семейства, представленным на мультиплексной панели. При этом наиболее распространенная чувствительность выявлена к молекуле Der p 10 в школьном возрасте (7–17 лет) у 20 (2,56 %) обследованных детей, в раннем возрасте сенсибилизация выявлена у 11 (1,9 %) детей. Наименьший процент чувствительности к молекуле европейского клеща домашней пыли Der p 10 обнаружен в когорте взрослых пациентов (рис. 1).

Положительный sIgE-ответ к Der p 10 предполагает множественную сенсибилизацию или перекрестную реактивность [6]. Наибольшая чувствительность к другой клещевой молекуле (амбарного клеща) Blo t 10 также была отмечена в школьном возрасте у 21 (2,68 %) ребенка. В группе дошкольников сенсибилизация выявлена у 9 (1,62 %) детей, во взрослой популяции – 43 (1,65 %) человека (рис. 2).



Рис. 1. Частота сенсibilизации к молекуле Der p 10 в различных возрастных группах пациентов



Рис. 2. Частота сенсibilизации к молекуле Blo t 10 в различных возрастных группах пациентов

При сравнительном анализе сенсibilизации к клещевым молекулам необходимо отметить схожесть частоты распространенности клещевой сенсibilизации во всех возрастных группах (рис. 3).

Сенсibilизация к следующей молекуле тропомиозина – аллергену анизакиды Ani s 3 – выявлена во всех четырех возрастных группах и также с тенденцией наибольшей частоты в школьном возрасте у 21 (2,68 %) ребенка. В 1-й возрастной группе сенсibilизация к Ani s 3 была выявлена у 4 (1,58 %) детей, во 2-й – у 9 (1,6 %) дошкольников, в 4-й группе – у 40 (1,54 %) человек (рис. 4).

Профиль сенсibilизации к тропомиозину Pen m 1 к аллергену черной тигровой креветки показал, что в школьном возрасте сенсibilизация идентифицирована у 19 (2,56 %) детей. В равных соотношениях оказалась частота сенсibilизации в раннем детском возрасте и дошкольном возрасте – у 4 (1,58 %) детей и у 9 (1,6 %) детей соответственно. Среди взрослых пациентов данная сенсibilизация была выявлена у 29 (1,1 %) пациентов (рис. 5).

По результатам анализа сенсibilизации к молекуле аллергена американского таракана Per a 7 были получены интересные данные. Так, в возрастной группе с 4 до 6 лет у 17 (3 %) дошкольников выявлена существенная

распространенность сенсibilизации к данной молекуле. Наименьшая чувствительность к Per a 7 отмечена в четвертой группе взрослых пациентов – у 41 (1,58 %) человека (рис. 6).

Обсуждение

Тропомиозин – паналлерген, достигающий до 80 % гомологии аминокислотных последовательностей у разных животных: гельминтов, моллюсков, ракообразных, насекомых, многих видов клещей (*Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, *Blomia tropicalis*). Перекрестная реактивность между клещевыми молекулами и некоторыми молекулами моллюсков клинически значима.

В настоящем исследовании проанализирована база данных лаборатории ИНВИТРО. Авторы не принимали участия в отборе пациентов. В связи с этим ограничением работы становится отсутствие сведений о характере аллергических заболеваний у обследованных пациентов, длительности их проживания в Московском регионе и клинической значимости выявленной сенсibilизации к молекулам тропомиозина.

Согласно нашим данным, содержание специфических IgE в сыворотке крови у группы пациентов, обратившихся для проведения анализа ALEX2 к молекулам

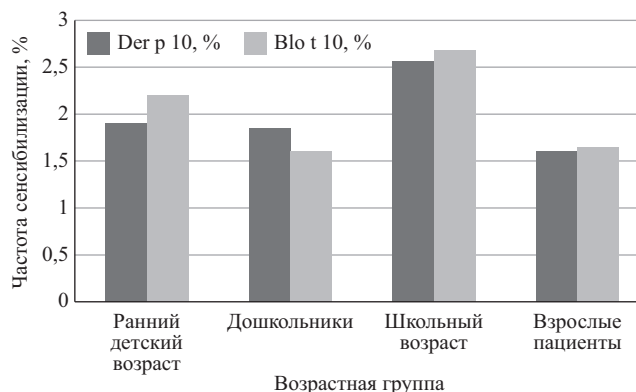


Рис. 3. Сравнительная частота сенсibilизации к молекулам Der p 10 и Blo t 10 в разных возрастных группах пациентов



Рис. 4. Частота сенсibilизации к молекуле Ani s 3 в разных возрастных группах пациентов



Рис. 5. Частота сенсibilизации к молекуле Pen m 1 в разных возрастных группах пациентов

тропомиозинам, в московской популяции варьирует от 1,1 до 3 %. Анализ сенсibilизации к аллергенным молекулам тропомиозинов показал, что сенсibilизация отмечается во всех четырех возрастных группах. Наиболее высокая и распространенная чувствительность к исследуемым молекулам семейства тропомиозинов, таких как аллерген европейского клеща домашней пыли (Der p 10) и амбарного клеща (Blo t 10), аллерген анизакиды (Ani s 3), аллерген черной тигровой креветки (Pen m 1), выявлена в школьном возрасте. Только повышенная сенсibilизация к молекуле американского таракана Per a 7 идентифицирована у дошкольников. В рутинной клинической практике диагностика аллергенов этого семейства затруднительна, но нередко очень важна. Алгоритмы диагностики разрабатываются исследователями всех стран для улучшения знаний в области молекулярной аллергологии [7].

Потенциально пациенты с наличием специфических IgE-антител к Der p 10 имеют более высокий риск развития аллергических реакций к морепродуктам, паразитам и насекомым, поэтому важно учитывать, что при выявлении сенсibilизации к молекулам тропомиозина клинические проявления могут различаться в зависимости от идентифицированной молекулы тропомиозина, которая действует как первичный сенсibilизатор.

Тропомиозин клещей Der p 10 имеет высокую степень перекрестной реактивности с этим белком других беспозвоночных, а также с тропомиозином человека. Ранняя и своевременная идентификация молекул семейства тропомиозинов позволит избежать ошибок при назначении аллерген-специфической терапии [10, 11].

Так, известно, что при выявлении специфических IgE-антител только к Der p 10 аллерген-специфическую терапию не проводят. При положительных результатах определения специфических IgE-антител к Der p 10 можно рассмотреть различные схемы терапии, включая контроль окружающей среды или медикаментозное лечение. Полученные данные позволяют систематизировать знания о сенсibilизации населения Московского региона, помогают при постановке точ-



Рис. 6. Частота сенсibilизации к молекуле Per a 7 в разных возрастных группах пациентов

ного диагноза, разработке наиболее эффективных мер профилактики аллергического заболевания и рекомендаций по подбору элиминационных мероприятий (избеганию аллергенов, включая коррекцию питания, бытовых условий и профессиональной деятельности). Кроме того, результаты данного исследования имеют статистическое значение: накопление данных о сенсibilизации пациентов позволит выявить региональные и сезонные особенности распространения аллергенов, что важно для эпидемиологического анализа и в будущем составлению карты сенсibilизации пациентов с аллергическими заболеваниями.

Заключение

Многофакторность развития и распространения гиперчувствительности является не только медицинской проблемой, но и научно-технологической и, соответственно, экономической. Поэтому систематический мониторинг структурных и количественных изменений уровней сенсibilизации к тем или иным аллергенам является основой эпидемиологических исследований в молекулярной иммунологии и аллергологии [12]. Современные тесты *in vitro* в аллергологии не имеют противопоказаний для проведения и позволяют более точно установить причинно-значимый аллерген [13]. Сегодня отмечен рост популярности морепродуктов в рационе многих стран и увеличение числа случаев аллергических реакций. Молекулы аллергенов, содержащиеся в морепродуктах, включая тропомиозин, являются одной из наиболее частых причин тяжелых анафилактических реакций во всем мире. Но есть сложности диагностики и проблема доступности тест-систем для выявления сенсibilизации к этой группе аллергенов. Необходимо углубленно исследовать механизмы аллергических процессов, что является основой для разработки высокоэффективных лекарственных средств контроля аллергии и создания усовершенствованных алгоритмов аллерген-специфической иммунотерапии [14]. В данном исследовании проанализировано содержание специфических IgE в сыворотке крови к 5 молекулам тропомиозинов, представленных

на мультиплексном чипе ALEX2 у пациентов, обратившихся в лабораторию ИНВИТРО за 2022–2023 гг. с предположительными симптомами аллергии. Наличие IgE-антител к этим белкам отмечается в четырех возрастных группах (ранний детский возраст, дошкольный и школьный возраст, взрослые). Особенно интересен третий (школьный) период, который характеризу-

ется увеличением частоты и спектра сенсибилизации, что отражает особенность профиля IgE, специфичных к молекулам тропомиозинов в возрасте 7–17 лет. Необходимо отметить, что тропомиозины являются клинически значимыми белками, поэтому анализ и оценка данных молекул позволит выбрать дальнейшую тактику ведения пациентов с аллергическими заболеваниями.

■ Литература

1. EAACI Molecular Allergy User's Guide 2.0. *Pediatr. Allergy Immunol.* 2023; 34 (28). 386 p. DOI: <https://doi.org/10.1111/pai.13854>
2. Papia F., Bellia C., Uasuf C.G. Tropomyosin: A panallergen that causes a worldwide allergic problem. *Allergy Asthma Proc.* 2021; 42 (5): 145–51. DOI: <https://doi.org/10.2500/aap.2021.42.210057>
3. Мокроносова М.А., Желтикова Т.М. Клинико-иммунологические особенности сенсибилизации к тропомиозинам. *Российский аллергологический журнал.* 2021; 18 (1): 73–8. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1399>
4. Sousa-Santos A.C., Moreno A.S., Santos A.B. et al. Parasite infections, allergy and asthma: A role for tropomyosin in promoting type 2 immune responses. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2020; 181 (3): 221–7. DOI: <https://doi.org/10.1159/000504982>
5. Коровкина Е.С. Мокроносова М.А. Аллергия к клещам домашней пыли с позиций молекулярной аллергологии. *Медицинская иммунология.* 2012; 14 (4-5): 279–88. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/allergiya-k-klesham-domashney-pyli-s-pozitsiy-molekulyarnoy-allergologii> (дата обращения: 24.12.2024)
6. Asero R., Pravettoni V., Scala E., Villalta D. House dust mite-shrimp allergen interrelationships. *Curr. Allergy Asthma Rep.* 2020; 20 (4): 9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11882-020-0902-2>
7. Ровицкая В.А., Федорова О.С., Камалтынова Е.М. Тропомиозины гельминтов: формирование сенсибилизации и связь с аллергической патологией. *Российский Аллергологический Журнал.* 2023; 20 (1): 52–62. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1594>
8. Viñas M., Postigo I., Suñén E., Martínez J. Urticaria and silent parasitism by Ascaridoidea: Component-resolved diagnosis reinforces

- the significance of this association. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020; 14 (4): e0008177. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008177>
9. Verga M.C., Pastorino R., Casani A. et al. Prevalence, molecular characterization, and clinical relevance of sensitization to Anisakis simplex in children with sensitization and/or allergy to Dermatophagoides pteronyssinus. *Eur. Ann Allergy Clin. Immunol.* 2017; 49 (6): 270–5. DOI: <https://doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.26>
 10. Liu X., Zheng P., Zheng S.G., Zhai Y., Zhao X., Chen Y., Cai C., Wu Z., Huang Z., Zou X., Liao C., Sun B. Co-sensitization and cross-reactivity of Blomia tropicalis with two Dermatophagoides species in Guangzhou, China. *J. Clin. Lab. Anal.* 2019; 33 (9): 229–81. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcla.22981>
 11. Luo W., Chen H., Cheng L., Cui Y., Guo Y., Gao Z., Guan K., Han K., Hong H., Ji K., Li J., Liu G., Meng J., Sun J.L., Tao A., Tang W., Wang H., Wang X., Wei J., Shao X., Xiang L., Tsui S.K., Zhang H., Yu Y., Zhao L., Huang Z., Gan H., Zhang J., Zheng X., Zheng P., Huang H., Hao C., Zhu R., Sun B. Chinese expert consensus on allergen component resolved diagnosis. *Pediatr. Allergy Immunol.* 2024; 35 (11): 142–72. DOI: <https://doi.org/10.1111/pai.14272>
 12. Ахлупкина И.Г. Профиль сенсибилизации к ингаляционным аллергенам в Московском регионе. *Иммунология.* 2024; 45 (4): 465–72. DOI: <https://doi.org/10.33029/1816-2134-2024-45-4-465-472>
 13. Невская Л.В., Капитанова В.К., Петрова Н.Э. Сравнительный анализ современных методов диагностики аллергических реакций немедленного типа. *Иммунология.* 2020; 41 (4): 363–9. DOI: <https://doi.org/10.33029/0206-4952-2020-41-4-363-369>
 14. Гущин И.С. Сомнения и надежды в учении об аллергии. *Иммунология.* 2023; 44 (4): 471–80. DOI: <https://doi.org/10.33029/0206-4952-2023-44-4-471-480>

■ References

1. EAACI Molecular Allergy User's Guide 2.0. *Pediatr. Allergy Immunol.* 2023; 34 (28). 386 p. DOI: <https://doi.org/10.1111/pai.13854>
2. Papia F., Bellia C., Uasuf C.G. Tropomyosin: A panallergen that causes a worldwide allergic problem. *Allergy Asthma Proc.* 2021; 42 (5): 145–51. DOI: <https://doi.org/10.2500/aap.2021.42.210057>
3. Mokronosova M.A., Zheltikova T.M. Clinical and immunological characteristics of sensitization to tropomyosins. *Russian allergological journal.* 2021; 18 (1): 73–8. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1399> (in Russian)
4. Sousa-Santos A.C., Moreno A.S., Santos A.B., et al. Parasite infections, allergy and asthma: A role for tropomyosin in promoting type 2 immune responses. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2020; 181 (3): 221–7. DOI: <https://doi.org/10.1159/000504982>
5. Korovkina E.S., Mokronosova M.A. House dust mite allergy in view of molecular allergology. *Medical Immunology.* 2012; 14 (4-5): 279–88. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/allergiya-k-klesham-domashney-pyli-s-pozitsiy-molekulyarnoy-allergologii> (date of access: 24.12.2024) (in Russian)
6. Asero R., Pravettoni V., Scala E., Villalta D. House dust mite-shrimp allergen interrelationships. *Curr. Allergy Asthma Rep.* 2020; 20 (4): 9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11882-020-0902-2>
7. Rovitskaya V.A., Fedorova O.S., Kamaltynova E.M. Tropomyosins of the helminthes: Sensitization and association with allergic diseases. *Russian allergological journal.* 2023; 20 (1): 52–62. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA1594> (in Russian)
8. Viñas M., Postigo I., Suñén E., Martínez J. Urticaria and silent parasitism by Ascaridoidea: Component-resolved diagnosis reinforces the significance of this association. *PLoS Negl Trop Dis.* 2020; 14 (4): e0008177. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008177>

9. Verga M.C., Pastorino R., Casani A., et al. Prevalence, molecular characterization, and clinical relevance of sensitization to Anisakis simplex in children with sensitization and/or allergy to Dermatophagoides pteronyssinus. *Eur. Ann Allergy Clin. Immunol.* 2017; 49 (6): 270–5. DOI: <https://doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.26>
10. Liu X., Zheng P., Zheng S.G., Zhai Y., Zhao X., Chen Y., Cai C., Wu Z., Huang Z., Zou X., Liao C., Sun B. Co-sensitization and cross-reactivity of Blomia tropicalis with two Dermatophagoides species in Guangzhou, China. *J. Clin. Lab. Anal.* 2019; 33 (9): 229–81. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcla.22981>
11. Luo W., Chen H., Cheng L., Cui Y., Guo Y., Gao Z., Guan K., Han K., Hong H., Ji K., Li J., Liu G., Meng J., Sun J.L., Tao A., Tang W., Wang H., Wang X., Wei J., Shao X., Xiang L., Tsui S.K., Zhang H., Yu Y., Zhao L., Huang Z., Gan H., Zhang J., Zheng X., Zheng P., Huang H., Hao C., Zhu R., Sun B. Chinese expert consensus on allergen component resolved diagnosis. *Pediatr. Allergy Immunol.* 2024; 35 (11): 142–72. DOI: <https://doi.org/10.1111/pai.14272>
12. Akhupkina I.G. Sensitization profile to inhaled allergens in the Moscow region. *Immunologiya.* 2024; 45 (4): 465–72. DOI: <https://doi.org/10.33029/1816-2134-2024-45-4-465-472> (in Russian)
13. Nevskaya L.V., Kapitanova V.K., Petrova N.E. Comparative analysis of modern methods for diagnosing immediate allergic reactions. *Immunologiya.* 2020; 41 (4): 363–9. DOI: <https://doi.org/10.33029/0206-4952-2020-41-4-363-369> (in Russian)
14. Gushchin I.S. Doubts and hopes of allergology. *Immunologiya.* 2023; 44 (4): 471–80. DOI: <https://doi.org/10.33029/0206-4952-2023-44-4-471-480> (in Russian)

■ Сведения об авторах

Себекина Оксана Владимировна – канд. мед. наук, доцент каф. аллергологии и иммунологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Российская Федерация
E-mail: sebekin1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3508-9602>

Ненасева Наталья Михайловна – д-р мед. наук, проф., зав. каф. аллергологии и иммунологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Российская Федерация
E-mail: 1444031@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3162-2510>

Кондрасева Елена Анатольевна – директор департамента лабораторных технологий ООО «Независимая лаборатория ИНВИТРО», Москва, Российская Федерация
E-mail: ekondrasheva@invitro.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8240-5452>

Ли Ольга Феликсовна – зав. отд. ИФА, врач клинической лабораторной диагностики, ООО «ИНВИТРО СПб», Санкт-Петербург, Российская Федерация
E-mail: oli@invitro.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3646-8046>

■ Authors' information

Oksana V. Sebekina – PhD, Associate Professor of the Allergology and Immunology Chair, RMACPE, MOH of Russia, Moscow, Russian Federation
E-mail: sebekin1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3508-9602>

Natalya M. Nenasheva – MD, PhD, Prof., Head of the Allergology and Immunology Chair, RMACPE, MOH of Russia, Moscow, Russian Federation
E-mail: 1444031@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3162-2510>

Elena A. Kondrasheva – Head of the Laboratory Technologic Dept., LLC «Independent Laboratory INVITRO», Moscow, Russian Federation
E-mail: ekondrasheva@invitro.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8240-5452>

Olga F. Li – Head of the EIA Dept., Clinical Laboratory Diagnostics Physician, LLC «INVITRO SPB», Saint Petersburg, Russian Federation
E-mail: oli@invitro.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3646-8046>