

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ К ПАНАЛЛЕРГЕНАМ

**Желтикова Т.М., Ахапкина И.Г., Антропова А.Б.,
Конищева А.Ю., Мазурина С.А., Мокроносова М.А.**

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Резюме. Паналлергены – молекулы, преимущественно белков различных семейств, ответственные за перекрестную реактивность к широкому спектру родственных и неродственных аллергенов. Клиническое значение сенсibilизации к молекулам некоторых паналлергенов, например nsLTP, парвальбуминов, белков хранения связано с тем, что могут развиваться тяжелые, генерализованные состояния, например nsLTP-синдром. Сенсibilизация к паналлергенам зависит от многих факторов: географического проживания, возраста, пищевых пристрастий, социально-экономических особенностей пациента. Цель исследования – выявить особенности сенсibilизации к различным молекулам паналлергенов у больных с аллергическими заболеваниями, проживающими в средней полосе России.

В мультиплексном иммуноферментном анализе были изучены сыворотки в общей сложности 556 больных с аллергическими заболеваниями. Были использованы 6 молекул профилинов, 2 молекулы полкальцинов, 12 – nsLTP и 7 молекул парвальбуминов.

Особенностями сенсibilизации пациентов средней полосы России к профилинам являются невысокая частота выявления IgE-аТ к ним (5-7%). При этом практически у всех пациентов с IgE-аТ к профилинам есть IgE-аТ как к Bet v 1 (PR-10), так и другим профилинам. В этой связи можно рассматривать Bet v 1 в качестве первичного сенсibilизатора. Особенность сенсibilизации к полкальцинам заключалась в низкой частоте выявления к ним IgE-аТ – всего 0,5% изученных сывороток. Особенностью IgE-ответа на nsLTP является также низкая частота выявления IgE-аТ (0,2-3%). При этом, как правило, ни молекулы nsLTP персика, ни даже яблок, которые часто едят в средней полосе России, не провоцируют развитие nsLTP-синдрома. Частота выявления IgE-аТ к парвальбуминам в сыворотках всех пациентов с аллергическими реакциями не высока и составляет 7-10%. Тогда как частота выявления IgE-аТ к парвальбуминам в сыворотках пациентов с аллергией на рыбу очень высока и достигает 63-90%. Как правило, выявляют IgE-аТ сразу ко всем молекулам, т. е. к парвальбуминам всех исследуемых видов рыб.

Характер сенсibilизации к профилинам, полкальцинам, nsLTP и парвальбуминам у пациентов, проживающих в средней полосе России, имеет свои особенности. Одним из первичных сенсibilизаторов у пациентов с сенсibilизацией на пыльцу ветроопыляемых деревьев является Bet v 1 (гомолог PR-10), IgE-аТ к которому выявляли у 42% пациентов. Частота выявления IgE-аТ к различным молекулам паналлергенов была невысока и составляла: к профилинам – 5-7%, полкальцинам – 0,5%, nsLTP – 0,2-3%, и парвальбуминам – 7-10%.

Ключевые слова: аллергия, паналлергены, профилины, полкальцины, парвальбумины, nsLTP, молекулярная аллергодиагностика

Адрес для переписки:

Желтикова Татьяна Михайловна
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова»
105064, Россия, Москва, Малый Казенный пер., 5а.
Тел.: 8 (916) 195-59-86.
E-mail: t-zheltikova@yandex.ru

Address for correspondence:

Tatiana M. Zheltikova
Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera
5a Malyy Kazenny Lane
Moscow
105064 Russian Federation
Phone: +7 (916) 195-59-86.
E-mail: t-zheltikova@yandex.ru

Образец цитирования:

Т.М. Желтикова, И.Г. Ахапкина, А.Б. Антропова,
А.Ю. Конищева, С.А. Мазурина, М.А. Мокроносова
«Современные проблемы сенсibilизации к
паналлергенам» // Российский иммунологический
журнал, 2024. Т. 27, № 4. С. 907-912.
doi: 10.46235/1028-7221-16598-MPO

© Желтикова Т.М. и соавт., 2024
Эта статья распространяется по лицензии
Creative Commons Attribution 4.0

For citation:

T.M. Zheltikova, I.G. Akhapkina, A.B. Antropova,
A.Yu. Konishcheva, S.A. Mazurina, M.A. Mokronosova
“Modern problems of sensitization to panallergens”, Russian
Journal of Immunology/Rossiyskiy Immunologicheskii
Zhurnal, 2024, Vol. 27, no. 4, pp. 907-912.
doi: 10.46235/1028-7221-16598-MPO

© Zheltikova T.M. et al., 2024
The article can be used under the Creative
Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.46235/1028-7221-16598-MPO

MODERN PROBLEMS OF SENSITIZATION TO PANALLERGENS

Zheltikova T.M., Akhapkina I.G., Antropova A.B., Konishcheva A.Yu., Mazurina S.A., Mokronosova M.A.

Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Abstract. Pan-allergens are molecules, mainly proteins of various families, responsible for cross-reactivity to a wide range of related and unrelated allergens. The clinical significance of having sensitization to some pan-allergens, for example, nsLTP, parvalbumins, storage proteins grows from the fact that severe, generalized reactions can develop, for example, nsLTP syndrome. Sensitization to pan-allergens depends on many factors, such as geographical location, age, food preferences, socioeconomic characteristics of the patient. The aim of the study is to identify the pattern of the sensitization to various molecules of pan-allergens in patients with allergic diseases living in the central part of Russia.

We analyzed the sera of a total of 556 patients with allergic diseases in a multiplex enzyme immunoassay. Six profilin molecules, 2 polcalcin molecules, 12 – nsLTP, and 7 parvalbumin molecules were used.

The frequency of IgE-ab to profilins in patients in central Russia is low (5-7%). At the same time, almost all patients with IgE-ab to profilins have IgE-ab to Bet v 1 (PR-10) and concomitantly to other profilins. In this regard, Bet v 1 can be considered as a primary sensitizer. The peculiarity of sensitization to polcalcins and LTPs was the low frequency of detection of IgE-ab to them (from 0.2% to 3%). At the same time, neither the nsLTP molecules of a peach, nor even apples, which are often consumed in central Russia, provoke the development of nsLTP syndrome. The detection rate of IgE-ab to parvalbumin in the sera of all patients with allergic reactions is also relatively not high and is 7-10%. Whereas the frequency of detection of IgE-ab to parvalbumins in the sera of patients with fish allergy is very high and reaches 63-90%. As a rule, IgE-ab are detected to all molecules, i.e., for parvalbumins of all studied fish species.

The sensitization profile to profilins, polcalcins, nsLTP and parvalbumins in patients living in central Russia has its own unique characteristics. One of the primary sensitizers in patients with sensitization to pollen of wind-pollinated trees is Bet v 1 (PR-10 homologue), IgE-ab to which was detected in 42% of patients. The detection rate of IgE-ab for various molecules of pan-allergens in general was low as follows: profilins – 5-7%, polcalcins – 0.5%, nsLTP – 0.2-3%, and parvalbumins – 7-10%.

Keywords: allergy, pan-allergens, profilins, polcalcin, parvalbumin, nsLTP, allergy molecular diagnostics

Введение

Паналлергены – молекулы, преимущественно белков различных семейств, ответственные за перекрестную реактивность к широкому спектру родственных и неродственных аллергенов. Часто это минорные аллергены. Однако есть и исключения, например Bet v 1. Сенсibilизация к паналлергенам, как правило, протекает как ко- или полисенсibilизация, причем моносенсibilизация паналлергеном формируется редко. Сенсibilизация к паналлергенам зависит от многих факторов: географического проживания, возраста, пищевых пристрастий, социально-экономических особенностей пациента.

В настоящее время происходит переосмысление, переоценка общепринятых представлений о клинической значимости различных аллергенных молекул, в том числе и паналлергенов: профилинов, тропомиозинов, полкальцинов и др. Аллергические реакции на паналлергены различны: от орального синдрома до тяжелых, медленно развивающихся системных реакций

вплоть до анафилаксии. К таким белкам относятся белки хранения, белки, неспецифические переносчики липидов (nsLTP), тропомиозины, парвальбумины и др. К другим белкам развиваются локальные, преимущественно, местные, оральные симптомы (профилины, PR-10 и др.). Однако не все так однозначно. В настоящее время в научных публикациях появляются данные о тяжелых анафилактических реакциях у пациентов с моносенсibilизацией к Bet v 1-гомологам (PR-10), которые сразу после физической нагрузки пили яблочный сок [2, 3, 5, 8]. Происходит переосмысление клинического значения сенсibilизации к профилинам. Так, и у пациентов с моносенсibilизацией к профилину, проживающих в районах с высокой экспозицией пыльцы, были зарегистрированы тяжелые аллергические реакции [5].

Таким образом, актуальность исследования обусловлена фрагментарностью данных, а то и их отсутствием, о сенсibilизации пациентов, проживающих в средней полосе России, к раз-

личным молекулам пищевых и ингаляционных аллергенов, в том числе и паналлергенов.

Цель исследования – оценить особенности сенсibilизации к молекулам ингаляционных и пищевых паналлергенов у пациентов в средней полосе России.

Материалы и методы

Всего было исследовано 556 сывороток больных с аллергопатологией от 6 до 58 лет. Среди пациентов 256 мужчин (46%) и 300 женщин (54%) в возрасте от 5 до 58 лет. Эти сыворотки были исследованы на выявление IgE-аТ к профилинам, полкальцинам, nsLTP. Для изучения частоты выявления IgE-аТ к парвальбуминам были использованы 440 сывороток пациентов (из них 211 мужчины (48%) и 229 женщины (52%)) в возрасте от 7 до 52 лет с аллергопатологией. Все пациенты были с диагнозами «атопический дерматит» и/или «аллергический ринит» и/или «бронхиальная астма», «атопический фенотип» и/или «пищевая аллергия». Критерии исключения пациентов из исследования: прием цитостатиков или системных стероидов на момент взятия сыворотки крови. В сыворотках пациентов с использованием диагностикума – аллергочипа ALEX² (MacroArrayDX, Вена, Австрия), выявляли IgE – аТ к 300 аллергенам (120 экстрактов и 180 молекул), а также общие IgE-аТ.

Работа одобрена Локальным советом по этике при ФГБНУ НИИ вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова. Выписка из протокола № 8 от 22 ноября 2022 г.

Статистическую обработку количественных данных выполняли с помощью статистических формул программы Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

В сыворотках крови 556 пациентов были изучены IgE-аТ к профилинам, полкальцинам и неспецифическим белкам переноса липидов (nsLTP). Была изучена частота выявления IgE-аТ к 6 молекулам профилинов растительного происхождения: Bet v 2 (береза), Cuc m 2 (мускусная дыня), Nev b 8 (латекс), Mer a 1 (пролесник многолетний), Phl p 12 (timoфеевка), Pho d 2 (финиковая пальма). Частота выявления IgE-аТ к профилинам у обследованных пациентов невысока и варьирует от 5% до 7% (рис. 1). При этом практически у всех пациентов есть IgE-аТ как к Bet v 1 (гомолог PR-10), так и другим профилинам. При анализе профиля сенсibilизации к профилинам у пациентов только с сенсibilизацией к пыльце,

частота выявления IgE-аТ к профилинам была выше и варьировала от 11% до 17%.

Были изучены IgE-аТ к 2 молекулам полкальцинов растительного происхождения – Aln g 4 (ольха) и Phl p 7 (timoфеевка). Частота выявления IgE-аТ к полкальцинам у обследованных пациентов невысока – всего 0,5% (n = 556) (рис. 1). При анализе больных только с сенсibilизацией к пыльце (n = 235), частота выявления IgE-аТ к полкальцинам не превышала 1,3%, что ниже, чем в северной и центральной Европе [5, 8]. Наиболее часто выявляли IgE-аТ к Bet v 1 (гомологу PR-10) мажорному, клинически значимому аллергену пыльцы березы – у 42% пациентов. Это сопоставимо с профилем сенсibilизации пациентов с аллергией на пыльцу деревьев в некоторых странах, в первую очередь в странах северной и центральной Европы [5].

Таким образом, географической особенностью профиля сенсibilизации пациентов средней полосы России к профилинам являются невысокая частота выявления IgE-аТ к ним (5-7%). При этом практически у всех пациентов с IgE-аТ к профилинам есть IgE-аТ как к Bet v 1 (PR-10), так и профилинам других растений. В этой связи можно рассматривать Bet v 1 в качестве первичного сенсibilизатора.

Были изучены IgE-аТ к 12 молекулам nsLTP: Act d 10 (киви), Api g 2, 6 (сельдерей), Ara h 9 (арахис), Art v 3 (полынь), Cor a 8 (фундук), Fra a 1+3 (земляника), Jug r 3 (грецкий орех), Pru p 3 (персик), Mal d 3 (яблоко), Sola l 6 (томаты), Vit v 1 (грейпфруты). Частота выявления IgE-аТ к молекулам nsLTP невысока и варьирует от 0,2% до 3% (рис. 2). Наиболее часто в 33% сывороток регистрировали IgE-аТ к молекуле земляники (Fra a 1+3). Однако это, по сути, две объединенные молекулы. Fra a 1 – это гомолог Bet v 1 (PR-10) и только Fra a 3 – nsLTP. В этой связи основной IgE-ответ идет, по-видимому, на Fra a 1 гомолог Bet v 1.

Таким образом, особенностью IgE-ответа наших пациентов является низкая частота выявления nsLTP-антител. При этом ни nsLTP персика, ни даже яблок, которые часто едят в средней полосе России не провоцируют развитие nsLTP-синдрома. Наиболее часто пациенты реагируют на PR-10 пыльцы березы (Bet v 1), который и в этих случаях также можно рассматривать, как первичный сенсibilизатор.

Из 440 сывороток в 48 (11%) были выявлены IgE-аТ против парвальбуминов. Всего в исследовании было использовано 7 молекул парвальбуминов: из сельди (*Clupea harengus*) – Clu h 1, карпа (*Cyprinus carpio*) – Cyp c 1, атлантической трески (*Gadus morhua*) – Gad m 1, лосося (*Salmo salar*) – Sal s 1, атлантической макрели (*Scomber*

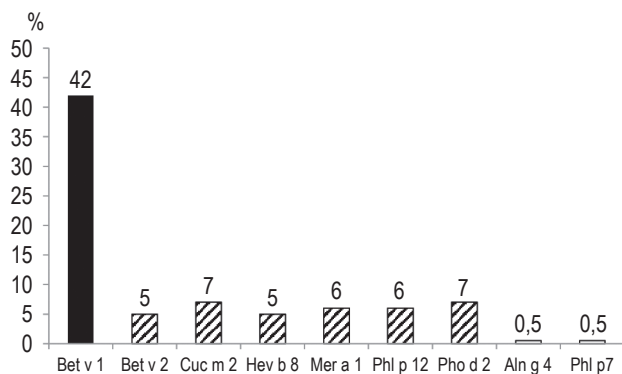


Рисунок 1. Частота выявления (%) IgE-aT к PR-10 (Bet v 1), профилинам (Bet v 2, Cuc m 2, Hev b 8, Mer a 1, Phl p 12, Pho d 2) и полкальцинам (Aln g 4, Phl p 7) у пациентов с респираторной аллергией (n = 556)

Figure 1. Frequency (%) of IgE-aT to PR-10 (Bet v 1), profilins (Bet v 2, Cuc m 2, Hev b 8, Mer a 1, Phl p 12, Pho d 2) and polcalcins (Aln g 4, Phl p 7) in patients with respiratory allergies (n = 556)

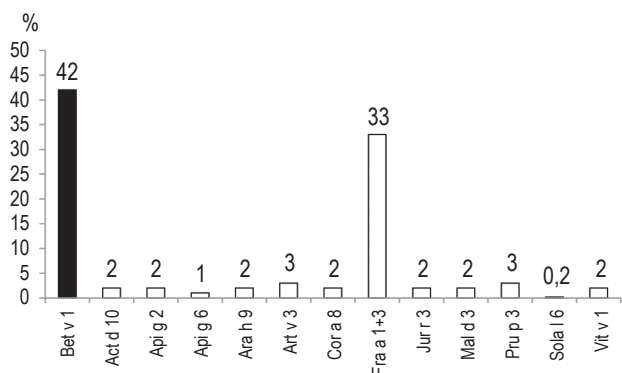


Рисунок 2. Частота выявления (%) IgE-aT к PR-10 (Bet v 1) и nsLTP у пациентов с респираторной аллергией (n = 556)

Figure 2. Frequency (%) of IgE-aT to PR-10 (Bet v 1) and nsLTP in patients with respiratory allergies (n = 556)

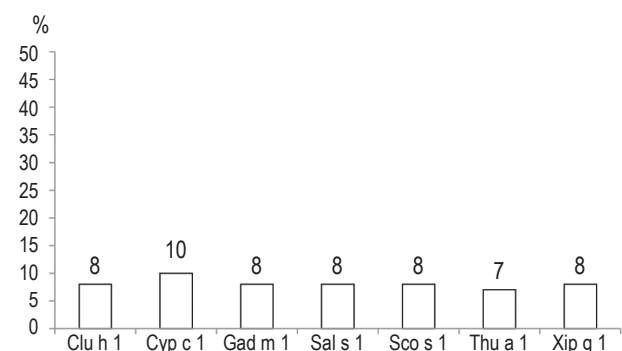


Рисунок 3. Частота выявления (%) IgE-aT к парвальбуминам у пациентов с респираторной аллергией (n = 440)

Figure 3. Frequency (%) of IgE-aT to parvalbumins in patients with respiratory allergies (n = 440)

scombrus) – Sco s 1, тунца (*Thunnus albacares*) – Thu a 1, рыбы-меч (*Xiphias gladius*) – Xip g 1.

Частота выявления IgE-aT к парвальбуминам в сыворотках всех пациентов с аллергическими реакциями не высока и составляет 7-10% (рис. 3). Тогда как частота выявления IgE-aT к парвальбуминам в сыворотках пациентов с аллергией на рыбу очень высока и достигает 63-90%. Как правило, выявляют IgE-aT сразу ко всем молекулам, т. е. к парвальбуминам всех исследуемых видов рыб. Концентрация IgE-aT к парвальбуминам варьирует от 0,3 kU_A/L до 49,13 kU_A/L. При этом у 44% пациентов (21 из 48) выявляют очень высокие концентрации IgE-aT к парвальбуминам – больше 15 kU_A/L.

Профилины, полкальцины, парвальбумины и nsLTP-белки, паналлергены, ответственные за перекрестную реактивность. Клиническое значение сенсibilизации к молекулам nsLTP и парвальбуминам связано с тем, что могут развиваться тяжелые, генерализованные состояния, например, nsLTP-синдром [5, 8, 9]. Однако в настоящее время пересматривают значение сенсibilизации к профилинам и полкальцинам, которую ранее считали не имеющей большого клинического значения. Поступает все больше сведений о тяжелых, системных аллергических реакциях на эти белки [1, 9]. Однако особенность сенсibilизации к этим белкам зависит от разных факторов, в том числе и климато-географических, социально-экономических и т.д. [1, 7].

Профилины отвечают за перекрестную реактивность между пылью, латексом и растительной пищей [5]. В первую очередь сенсibilизация к профилинам ассоциируется с аллергией на пыльцу трав и на плоды растений семейства тыквенных (огурцы, тыквы, цукини, дыни, арбузы и т. д. Ранее его не считали клинически значимым аллергеном. Современные данные меняют эту ситуацию и убедительно подтверждают необходимость пересмотра ранее принятой парадигмы в отношении профилинов [10]. Полученные данные свидетельствуют о том, что в ряде случаев сенсibilизация к профилинам может проявиться в виде системных, жизнеугрожающих аллергических реакций. Профилины способны вызывать IgE-реакцию у 10-60% пациентов с аллергией на пыльцу [8]. Как правило, сенсibilизация к профилинам следует за сенсibilизацией к первичному, основному аллергенному компоненту пыльцы, часто это аллергены пыльцы трав. Однако, в зависимости от географических регионов, аллергены пыльцы березы могут действовать как первичные сенсibilизаторы [10]. В средней полосе России первичным сенсibilизатором также являются аллергены березы, в первую очередь Bet v 1.

Роль профилинов как пищевого аллергена долгое время недооценивали. В настоящее время до 50% пациентов с пищевой аллергией на растительную пищу имеют сенсibilизацию к профилинам [5, 8]. Так, например, в северо-западных регионах Испании, где частота выявления IgE-аТ к аллергенам пыльцы трав достигает 76% и выше, сенсibilизация к профилинам также высока – до 50% [1]. У пациентов в средней полосе России частота выявления IgE-аТ к профилинам, в том числе и березы (Bet v 2) невысока и варьирует от 5% до 7%. Тогда как частота выявления IgE-аТ к Bet v 1 достигает 42%.

Полкальцины – это белки, которые присутствуют только в пыльце деревьев и трав, но не фруктах и овощах, т. е. не связаны с пищевой аллергией в отличие от профилинов и nsLTP [5, 8]. Одним из наиболее клинически значимых полкальцинов является Phl p 7 из *Phleum pratense* (timoфеевка). Полкальцины, как и профилины, в некоторых регионах считаются второстепенными аллергенами. Частота выявления сенсibilизации к полкальцинам варьирует в разных странах от 5% до 46% [5, 8]. В нашем исследовании частота выявления пациентов с IgE-аТ к полкальцинам не превышала 0,5%. Сенсibilизация к полкальцинам в настоящее время рассматривают как маркер более длительной, медленной сенсibilизации и более тяжелого течения аллергических заболеваний.

nsLTP – неспецифические белки переноса липидов присутствуют в яблоках, персиках, абрикосах, вишне, сливе, груше, малине, клубнике и шелковице и т. д. Они являются клинически значимыми аллергенами и в основном находятся во внешних тканях, коже фруктов. Клиническое значение nsLTP связано с тем, что эти молекулы являются как пыльцевыми, так пищевыми аллергенами и провоцируют тяжелые, генерализованные состояния – nsLTP-синдром [8, 9]. Специфическим аспектом синдрома nsLTP является выраженные географические особенности в сенсibilизации. Тяжелые клинические проявления, вызванные IgE-аТ к nsLTP, обычно выявляют у пациентов, проживающих в регионах Средиземного моря. В центральной и северной Европе, как и средней полосе России, наиболее часто регистрируют легкие клинические проявления синдрома оральной аллергии, которые связаны с IgE-аТ на пыльцу березы (Bet v 1 и Bet v 2). Частота выявления IgE-аТ к nsLTP у наших пациентов была невысока и варьировала от 0,2% до 3,0%.

В разных странах распространенность пищевой аллергии на различные виды рыб варьирует от 10% до 40% среди пациентов с пищевой аллергией [5, 8]. Парвальбумин – мажорный аллерген рыб, обладающий высокой аллергенностью.

IgE-аТ на парвальбумины выявляют у 90-95% пациентов с аллергией на рыбу [5, 8]. Однако у разных видов рыб аллергенность парвальбуминов различна [11]. Парвальбумины содержатся в мускульной ткани и кожных покровах рыб и являются паналлергенами, ответственными за перекрестную реактивность между различными видами. В Международной номенклатуре аллергенов (Allergen Nomenclature) [12] представлены 22 молекулы парвальбуминов из 20 видов рыб. Эти белки устойчивы к действию высоких температур и пищеварительных ферментов. Однако аллергические реакции вызывают и термически обработанная рыба. Зачастую парвальбумины провоцируют не только оральный аллергический синдром, но и более тяжелые (в том числе системные) аллергические реакции, вплоть до анафилаксии [7]. В многочисленных исследованиях, проведенных в различных странах, было продемонстрировано, что сенсibilизация к одному и тому же пищевому продукту, в том числе и парвальбуминам рыб, в различных странах имеют различные клинические проявления [5, 8]. Безусловно, в основе этого феномена лежит как генетическая предрасположенность к развитию того или иного типа ответа на аллерген, так и социальные, экологические, культурные и экономические факторы [11]. Так, особенностями сенсibilизации у наших пациентов были невысокая частота выявления аллергии на рыбу (11%), в том числе и на парвальбумины, которая составляла 7-10%. При этом частота выявления IgE-аТ к парвальбуминам среди пациентов с аллергией на рыбу была очень высока и достигала 63-90%, что сопоставимо с данными других исследователей [5, 8]. Почти у половины пациентов с аллергией на рыбу (44%) выявляют очень высокие концентрации IgE-аТ к парвальбуминам.

Заключение

Таким образом, характер сенсibilизации к профилинам, полкальцинам, nsLTP и парвальбуминам у пациентов, проживающих в средней полосе России имеет свои особенности. Одним из первичных сенсibilизаторов у пациентов с сенсibilизацией на пыльцу ветроопыляемых деревьев является Bet v 1 (гомолог PR-10), IgE-аТ к которому выявляли у 42% пациентов. Частота выявления сенсibilизации к различным молекулам паналлергенов была невысока и составляла: к профилинам – 5-7%, полкальцинам – 0,5%, nsLTP – 0,2-3%, и парвальбуминам – 7-10%.

Список литературы / References

1. Alvarado M.I., Jimeno L., de la Torre F., Boissy P., Rivas B., Lázaro M.J., Barber D. Profilin as a severe food allergen in allergic patients overexposed to grass pollen. *Allergy*, 2014., Vol. 69, pp. 1610-1616.
2. Ansotegui I.J., Melioli G., Canonica G.W., Gómezd R.M., Jensen-Jarolime E., Motohiro Ebisawaf M., Luengog O., Caraballo L., Passalacqua G., Poulsen L.K., Eleonora Savik E., Zuberbierl T., Villam E., Oppenheimern J. WAO – ARIA – GA2LEN consensus document on molecular-based allergy diagnosis (PAMD@): Update 2020. *World Allergy Organ J.*, 2020, Vol. 13, no 2, 100091. doi: 10.1016/j.waojou.2019.100091.
3. Canonica G.W., Ansotegui I.J., Pawankar R., Schmid-Grendelmeier P., van Hage M., Baena-Cagnani C.T., Melioli G., Nunes C., Passalacqua G., Rosenwasser L., Sampson H., Sastre J., Bousquet J., Zuberbier T.A. WAO-ARIA-GA(2)LEN consensus document on molecular-based allergy diagnostics. *World Allergy Organ J.*, 2013, no. 6, pp. 1-16.
4. del Río R., Díaz-Perales A., Sánchez-García S., Escudero C., Ibáñez M.D., Méndez-Brea P., Barber D. Profilin, a change in the paradigm. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 2018, Vol. 28, pp. 1-12.
5. Dramburg S., Hilger C., Santos A.F., de Las Vecillas L., Aalberse R.C., Acevedo N., Aglas L., Altmann F., Arruda K.L., Asero R., Ballmer-Weber B., Barber D., Beyer K., Biedermann T., Bilo M.B. Molecular Allergology User's Guide 2.0. *Pediatr. Allergy Immunol.*, Vol. 34, Suppl 28, e13854. doi: 10.1111/pai.13854.
6. Larenas-Linnemann D., Michels A., Dinger H., Dinger H., Shah-Hosseini K., Mösges R., Arias-Cruz A., Ambriz-Moreno M., Bedolla Barajas M., Cerino Javier R., de la Luz Cid Del Prado M., Cruz Moreno Manuel A. Allergen sensitization linked to climate and age, not to intermittent-persistent rhinitis in a cross-sectional cohort study in the (sub)tropics. *Clin. Transl. Allergy*, 2014, no 4, pp. 1-20.
7. Liang J., Taylor S., Lopata B.J., Andreas L., Lee N.A. Effects of thermal treatment on the immunoreactivity and quantification of parvalbumin from Southern hemisphere fish species with two anti-parvalbumin antibodies. *Food Control*, 2020, Vol. 121, no. 15, 107675. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107675.
8. Matricardi P.M., Kleine-Tebbe J., Hoffmann H.J., Valenta R., Hilger C., Hofmaier S., Aalberse R.C., Agache I., Asero R., Ballmer-Weber B., Barber D., Beyer K., Biedermann T., Bilò M.B., Blank S., Bohle B., Bosshard P.P., Breiteneder H., Brough H.A., Caraballo L., Caubet J.C., Cramer R., Davies J.M., Douladiris N., Ebisawa M., Eigenmann P.A., Fernandez-Rivas M., Ferreira F., Gadermaier G. EAACI Molecular Allergology User's Guide. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 2016, Vol. 27, no. 23, pp. 1-250.
9. Ridolo E., Pucciarini F., Kihlgren P., Barone A., Nicoletta F., Peveri S., Montagni M., Incorvaia C. Lipid transfer protein syndrome: How to save a life through careful education. *World Allergy Organ J.*, 2022, Vol. 15, 100683. doi: 10.1016/j.waojou.2022.100683.
10. Villalta D., Asero R. Analysis of the allergenic profile of patients hypersensitive to pollen pan-allergens living in two distinct areas of Northern Italy. *Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol.*, 2011, Vol. 43, pp. 54-57.
11. Wai C.Y.Y., Leung N.Y.H., Leung A.S.Y., Wong G.W.K., Leung T.F. Seafood Allergy in Asia: Geographical Specificity and Beyond. *Front. Allergy*, 2021, no. 2, 676903. doi: 10.3389/falgy.2021.676903.
12. WHO/IUIS Allergen Nomenclature Home Page [Internet]. [cited 2023]. Available at: www.allergen.org.

Авторы:

Желтикова Т.М. — д.б.н., ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Ахлпкина И.Г. — к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Антропова А.Б. — к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Конищева А.Ю. — к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Мазурина С.А. — к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Мокроносова М.А. — д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова», Москва, Россия

Authors:

Zheltikova T.M., PhD, MD (Biology), Leading Research Associate, Head, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Akhapkina I.G., PhD (Biology), Leading Research Associate, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Antropova A.B., PhD (Biology), Leading Research Associate, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Konishcheva A.Yu., PhD (Medicine), Leading Research Associate, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Mazurina S.A., PhD (Biology), Leading Research Associate, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Mokronosova M.A., PhD, MD (Medicine), Professor, Leading Research Associate, Allergy Diagnostics Laboratory, Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation

Поступила 18.03.2024

Отправлена на доработку 19.03.2024

Принята к печати 02.04.2024

Received 18.03.2024

Revision received 19.03.2024

Accepted 02.04.2024