

Эпидермальная аллергия у детей

С.И. Барденикова¹, О.Б. Довгун², Э.Э. Локшина¹, Л.А. Шавлохова¹, Н.И. Багирова¹, Г.Б. Кузнецов¹

¹ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 127473, Москва, Российской Федерации

²ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира» ДЗМ, 107014, Москва, Российской Федерации.

Epidermal allergy in children

S.I. Bardenikova¹, O.B. Dovgun², E.E. Lokshina¹, L.A. Shavlokhova¹, N.I. Bagirova¹, G.B. Kuznetsov¹

¹Russian University of Medicine, 127473, Moscow, Russian Federation.

²St. Vladimir Children's City Clinical Hospital, 107014, Moscow, Russian Federation.

В статье обсуждаются проблемы аллергии на животных: распространенность в разных популяциях, аспекты географической и возрастной эпидемиологии. Рассматриваются наиболее частые виды эпидермальных аллергенов, их основные носители, возможные пути эпидермальной сенсибилизации, факторы риска и связь с наследственной предрасположенностью. Акцентируется внимание на отсутствии гипоаллергенных пород животных. Обсуждаются значимость животных аллергенов в развитии аллергических заболеваний и их клинические варианты, базовые вопросы верификации диагноза и возможности молекулярной аллергодиагностики. Уделено внимание научной дискуссии об иммуномодулирующем влиянии ранней экспозиции (пренатально и постнатально) животных аллергенов при владении домашними питомцами с конкурентной индукцией или развитием эпидермальной аллергии, или программированием иммунной толерантности. Авторы анализируют эффективность традиционных методов профилактики эпидермальной аллергии, базирующихся на устранении экспозиции или избегании причинных триггеров, а также рассматривают инновационные возможности формирования толерантности и контроля содержания животных аллергенов в окружающей среде, которые помогут решать проблемы долгосрочной профилактики и надежно оптимизировать прогноз.

Ключевые слова: аллергены животных, толерантность, сенсибилизация, эпидермальная аллергия, дети, перспективы.

Для цитирования: Барденикова С.И., Довгун О.Б., Локшина Э.Э., Шавлохова Л.А., Багирова Н.И., Кузнецов Г.Б. Эпидермальная аллергия у детей. РОС ВЕСТН ПЕРИНАТОЛ И ПЕДИАТРИИ 2025; 70:(6): 127–137. DOI: 10.21508/1027-4065-2025-70-6-127-137

The article discusses the problems of animal appearance: prevalence in different populations, aspects of geographic and age epidemiology. The most common types of epidermal allergens, their main carriers, possible pathways of epidermal sensitization, risk factors and connections with hereditary predisposition are considered. Attention is focused on the absence of hypoallergenic animal breeds. Cases of the occurrence of allergens in animals in the development of their diseases and their useful variants, basic issues of diagnosis verification and the possibilities of molecular allergy diagnostics are discussed. Attention is paid to the scientific discussion about the immunomodulatory effect of early exposure (prenatally and postnatally) to animal allergens in pet ownership with competitive induction or development of epidermal allergy, or programming of immune tolerance. The authors analyze the effectiveness of traditional methods of preventing epidermal allergies, based on eliminating exposure or avoiding causative triggers, and also consider innovative opportunities for developing tolerance and controlling the content of animal allergens in the environment, which will help solve the problems of long-term prevention and reliably optimize the prognosis.

Key words: animal allergens, tolerance, sensitization, children, epidermal allergy, perspectives.

For citation: Bardenikova S.I., Dovgun O.B., Lokshina E.E., Shavlokhova L.A., Bagirova N.I., Kuznetsov G.B. Epidermal allergy in children. ROS VESTN PERINATOLOGI I PEDIATRII 2025; 70:(6): 127–137 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2025-70-6-127-137

Аллергия на животных — актуальная проблема современной аллергологии и клинической иммунологии ввиду повсеместной распространенности аллергенов животных в окружающей человека среде и тесного контакта с ними в быту, в сельском хозяй-

стве и профессиональной деятельности. Затрагивая десятую часть населения планеты, она является третьей по частоте причиной респираторной аллергической патологии (после пыльцы и клещей домашней пыли), а среди больных астмой в промышленно раз-

© Коллектив авторов, 2025

Адрес для корреспонденции: Барденикова Светлана Ивановна (автор, ответственный за переписку) — к.м.н., доцент кафедры педиатрии Научно-образовательного института клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины; ORCID: 0000-0002-3428-0843 e-mail: s_bard@bk.ru

Локшина Эвелина Эдуардовна — к.м.н., проф. кафедры педиатрии Научно-образовательного института клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины; ORCID: 0000-0001-6006-7846

Шавлохова Лариса Аркадьевна — к.м.н., доцент кафедры педиатрии Научно-образовательного института клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины;

ORCID: 0009-0007-5914-987X

Багирова Наталья Ивановна — к.м.н., доцент кафедры педиатрии Научно-образовательного института клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины; ORCID: 0009-0001-3920-2430

Кузнецов Георгий Борисович — к.м.н., доцент кафедры педиатрии Научно-образовательного института клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины; ORCID: 0000-0002-8529-1518

127006, Россия, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

Довгун Оксана Борисовна — к.м.н., зав. отделением пульмонологии Детской городской клинической больницы святого Владимира;

ORCID: 0000-0001-6306-1546

107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3

вityх странах процент эпидермальной сенсибилизации вырастает до 30 [1]. Жизнь человека и животных тесно связаны генеалогией и эволюцией видов. Существуют значительные географические различия в распространенности эпидермальной аллергии, ассоциированные с интенсивностью воздействия аллергенов одомашненных животных на хозяина, что в свою очередь зависит от их вида, ареала обитания, климата, роли в природной среде, бытовых условий и семейных норм их содержания: в некоторых культурах питомцы спят в доме в одной постели с людьми, в других — являются исключительно дворовыми обитателями. Интересные факты: число семей, имеющих животных в доме, значительно варьирует в разных уголках планеты — в Испании это лишь 5% жилищ, а в Новой Зеландии — 65% домов; в среднем в Европе и США владельцами собак и кошек являются свыше 30% населения. Что касается РФ — в России, по данным Центра питания и благополучия животных, домашних питомцев имеют 56% семей, причем их популяция постоянно растет: в 2023 году численность кошек составила 49,2 млн, собак — 25,5 млн. Верно говорят, что «Россия в первую очередь кошачья страна» [1–3]. Самая высокая плотность домашних животных, бесспорно, регистрируется в мегаполисах.

В мире наиболее распространено владение кошками и собаками, именно они стали неотъемлемой частью человеческой цивилизации 6–7 млн лет назад. Это традиционные животные-компаньоны, которых человек приручил и содержит вблизи себя для охраны жилища и общения. В наши дни в цивилизованном мире быстрыми темпами растет популярность содержания «домашнего зоопарка» с экзотическими грызунами, амфибиями, рыбами, птицами и насекомыми — одновременно с этим множится распространенность аллергии на этих представителей животного мира [4]. Присутствие кошек/собак (хомяков и кроликов, морских свинок и хорьков, попугаев и канареек, аквариумных рыбок) в квартире (комнате, постели), уход за сельскохозяйственными животными (конюшня, загон для скота, ферма), досуг и общение в спорте (конкур и выездка лошадей, собачья и кошачья дрессура и выставки), профессиональная работа (зоопарк, зверинец, океанариум, цирк, виварий, ветлечебница) — все виды контакта нагружают иммунную систему специфическими животными аллергенами. В результате многие владельцы/контактеры сенсибилизируются более чем к одному виду живности одновременно. По литературным данным сенсибилизация к кошкам определяется практически повсеместно, и аллергия на кошек встречается в два раза чаще, чем аллергия на собак — ею страдает примерно каждый пятый житель планеты, причем в популяции людей с атопическим фенотипом гиперчувствительность к кошкам выявляется у 20–26% пациентов, к собакам — у 27% [5, 6]. Тем не менее,

значимость сенсибилизации к аллергенам животных недооценивают не только пациенты, в равной мере и врачи не вкладывают достаточного усердия и заботы в организацию адекватной профилактики экспозиции эпидермальных аллергенов. Вместе с тем, заслуживает пристального внимания неоспоримый факт приоритетного местопребывания современного человека в замкнутом пространстве жилого дома, рабочего офиса или учебных апартаментов, что составляет более 90% времени суток. В этих мало вентилируемых пространствах наблюдается высокая концентрация разнообразных бытовых аллергенов со значительной долей эпидермальных [7, 8].

Эпидермальные аллергены, их носители и условия экспозиции

Эпидермальная аллергия — это аллергическая реакция, вызванная обладающими высоким аллергизирующим потенциалом протеинами эпидермального происхождения: из покровных тканей (эпидермис\перхоть, волосы, перья) и, главное, из экскретов (пот, моча, кал, слюна) домашних и фермерских животных, птиц и самого человека. Основным носителем эпидермальных аллергенов является перхоть/эпидермис, причем, иммуностимулирующий эффект аллергена из эпителия (кошки, в частности) в 5 раз выше аллергена из ее шерсти [1]. Человеком широко используется шерсть и мех, а также мясо и молоко животных. Безусловно, в результате термической и химической обработки содержание нативных (водорастворимых) аллергенных протеинов снижается, потому дубленые мех, шкура или кожа и крашеная шерсть в вещах и изделиях (подушки, перины и матрасы из натуральной шерсти и пуха, ковры, детские игрушки) реже вызывают аллергию, особенно при качественной обработке (кашемир, шерсть альпака, мериноса).

Аллергия на сельскохозяйственные животных — лошадей, овец, коз, коров, свинок, верблюдов — чаще развивается как профессиональная (риск выше, если они дикие или бездомные), но может формироваться в процессе бытового общения: так, сенсибилизация к перхоти лошади распространена у пользователей гужевого транспорта, любителей верховой езды и лиц, занимающихся конным спортом, у пациентов реабилитационной иппотерапии. Описаны эксклюзивные случаи сенсибилизации при контакте с тематическими изделиями — щетки, смычки для инструментов, антикварная мебель. Впрочем, конский волос широко используется при изготовлении матрасов, ковров, войлока; не следует забывать и о лечебно-профилактических сыворотках, которые готовят гипериммунизацией лошадей-производителей специфическими антигенами. Наконец, многие современные косметические и лечебные средства (амбра, мускус, коллаген, кератин, воск и жиры, экстракты в составе шампуней, духов, крема, пудры,

мази и суппозиториев, пищевых биологически активных веществ) содержат потенциально реактогенные животные компоненты [9].

Иммунологической активностью обладают перо (курицы, утки, гуся, индейки, попугая, голубя) и пух птиц в подушках и перинах, одеялах и одежде (зимние пуховики) [10]. Однако истинная аллергия на само птичье перо встречается гораздо реже, чем принято считать, она варьирует в диапазоне 0,5–14% благодаря адекватной обработке коммерческих изделий: механическому удалению грубой сухой пыли, стирке и сушке (при $T=125^{\circ}\text{C}$), биотоксичной химической чистке [11]. Оперение птиц, как и шерсть животных, попутно может «хранить» в себе широкий микс видовых аллергенов пылевых клещей, микротрибов, бактерий, паразитов, насекомых. Именно потому сенсибилизация с верификацией положительных кожных аллергопроб с экстрактами перьев, где содержатся не только белки птичьей сыворотки и помета, но и аллергены разнообразных естественных сателлитов, регистрируется у 43% обследуемых, тесно контактирующих с перьевым покровом птиц. Так, у орнитологов и владельцев попугаев, канареек и домашних перин клинические реакции вызывают аллергены пылевых клещей, живущих и питающихся в птичьих перьях. Ко всему, у пациентов с сенсибилизацией к куриному перу нередко наблюдается пищевая аллергия на яйцо (желток/белок/мясо) [12]. Наконец, в список носителей животных аллергенов следует внести эпидермис и мочу мелких грызунов — «спутников» человеческого жилища, обитающих внутри или ищущих приют вблизи особенно старых, ветхих домов [1, 13].

Известно, что волос и эпидермис человека вызывают аллергические симптомы; при этом развитие аллергии возможно, как на собственные волосы, так и на волосы натуральные постороннего человека (например, у парикмахеров) или на искусственные. В данной ситуации основная причина кроется не в самом человеческом волосе, обладающем идентичным собственной коже (нереактогенным) кератином, а в непереносимости неправильно подобранных косметических средств личной гигиены и ухода за волосами. Модифицирующее влияние на белковую структуру волос могут оказывать шампуни, кондиционеры, лаки, краски, ароматизаторы и консерванты искусственных тресс из морских водорослей, клей в париках и металл фиксирующих микроколец при наращивании прядей волос. Ко всему, волосы человека являются уникальным носителем и переносчиком гетерогенных аэроаллергенов [14, 15]. Изменить антигенныйность волос могут системные медикаменты, вредные профессиональные или бытовые химикаты и их токсические метаболиты. Вместе с тем, нельзя игнорировать и противостояние «встревоженной» агрессивными контактами самой иммунной системы (в частности, кожного барьера),

отвечающей протестной суперзащитой с развитием аллергического повреждения собственных тканей организма.

Помимо сказанного, активные эпидермальные аллергены в большом количестве находятся в атмосферном воздухе и пыли вблизи объектов содержания животных: конюшен, загонов и ферм, птицеводческих хозяйств, зверосовхозов, скотоводческих пунктов, кожевенных фабрик. Именно потому в зоне серьезного риска по развитию аллергических заболеваний находятся не только люди, профессионально занятые работой с животными, но и проживающие на данной территории или по соседству, особенно имеющие склонность к атопии [16]. Высоки шансы сенсибилизации у сотрудников зоопарков, цирков, ветлечебниц и вивариев, так, эпидермальная аллергия развивается у 23–47% персонала медицинских лабораторий [17, 18]. Ко всему следует добавить, что шерстяная/перьевая «шуба» животных служит прекрасной биологической средой обитания не только клещей домашней пыли, бактерий, но и накопления колossalной массы случайных носителей аллергенов иного происхождения, например, ландшафтных пыльцевых зерен и микроспор атмосферной плесени с продуктами их жизнедеятельности. В результате, обитающие в пуховых недрах «добровольные партнеры», являются дополнительными источниками самостоятельного сенсибилизирующего антигенного ресурса.

Очевидна потенциальная аллергизирующая способность как прямых, так и непрямых бытовых контактов с животными, к тому же, равно опасно как постоянное (совместное проживание в квартире), так и эпизодическое общение (транспорт, школа, офис, дома держателей животных). Важно знать, что появление клинических симптомов аллергии не всегда связано с непосредственной коммуникацией с животными — половина пациентов с эпидермальной сенсибилизацией никогда не содержали питомцев в доме. Средствами пассивного переноса аллергенов в среду, где животных нет, являются одежда, обувь, волосы и предметы обихода владельцев; более того, их распространению в жилых помещениях и социальных учреждениях способствуют системы центральной вентиляции. Посему у сенсибилизованных лиц симптомы аллергии могут возникнуть в общественных местах при явном отсутствии животных, но с достаточной концентрацией их аллергенных протеинов — в цирке, зоопарке, ипподроме, даже при ношении одежды из меха или пуха, и, наконец, в квартире, где когда-то жили животные [5, 7, 8].

Известно, что животные в процессе гигиенического ухода за собой вылизыванием (груминг) очищают покровы от грязи и удаляют отлинявшие волоски шерсти вместе с эпидермисом. Между тем, шерсть и перхоть, пропитанные слюной, содержащей продуцируемый слюнными железами глав-

ный кошачий аллерген *Fel d 1*, являются удобным посредником распространения в окружающей среде, аэродинамического распределения в пространстве этих чрезвычайно «летучих» чешуек малых размеров и веса, которые легче микролещей домашней пыли, и их фиксации на поверхностях пола и мебели. Так, аллергены кошки ассоциированы со взвешенными в воздушной среде мельчайшими (до 5 мкм) фрагментами пыли, собачьи же в два раза крупнее (более 9 мкм). При уборке помещений аллергенные носители в виде частиц слущенной кожи животных поднимаются и долго кружат в атмосфере комнаты, медленно оседая и накапливаясь в бытовой пыли, пассивно переносятся на одежду или потоком воздуха, обнаруживаются в автомобилях, на разных этажах общественных учреждений, в домах без кошек. Очевидно, что уровни пороговой концентрации животных аллергенов, способные инициировать как аллергический ответ (так и толерантность), весьма индивидуальны. Вполне вероятно, что такие мизерные антигенные нагрузки могут быть недостаточны для быстрой первичной сенсибилизации, однако даже низкие дозы аллергенов суммируются при передвижении в пространстве. К тому же, для уже гиперчувствительных пациентов концентрации, провоцирующие обострение аллергического заболевания, весьма индивидуальны [8].

Эффекты иммуномодуляции при владении животными

Аллергия на животных характеризуется наследственной предрасположенностью. Семейная отягощенность в нескольких поколениях выявляется у 50% таких пациентов, главным образом, по отцовской линии, она способствует развитию сенсибилизации и перерастает в атопическое заболевание при определенном образе жизни, точнее — реализуется в условиях тесного контакта с животными [1]. Мнения ученых о влиянии содержания животных в доме на здоровье ребенка и рисках генерации аллергических заболеваний весьма противоречивы [16, 19–21]. До недавнего времени было принято считать, что раннее и длительное воздействие эпидермальных аллергенов (в том числе *in utero*) является индуктором развития астмы при наличии наследственного отягощения [16, 20, 22]. Показано, что у детей, контактирующих с животными в течение первого года жизни, в 2–3 раза выше вероятность развития сенсибилизации и аллергии к животному эпидермису в сравнении с детьми, которые начали общаться с ними в более позднем возрасте; при этом, эпизодические контакты опаснее владения питомцами в собственной квартире [1, 7, 16, 19, 22–24]. Однако другие исследования демонстрируют прямо противоположный эффект: ранний контакт с аллергенами животных влечет за собой ограничение эволюции аллергии в позднем возрасте, что особенно важно для детей с семейной

историей атопии; причем сдерживание формирующейся сенсибилизации сохраняется во взрослой жизни и распространяется на аллергены иного происхождения [22, 25].

Показано, что пренатальное воздействие домашних животных положительно влияет на иммунный статус ребенка еще до рождения; впрочем, материнский IgE не проникает через плаценту, однако плод способен самостоятельно продуцировать IgE-антитела уже на 11-й неделе гестации, поэтому реактивный иммунный ответ регистрируется уже у новорожденного. Доказано, что экспонирование эпидермальных аллергенов в дородовом периоде и раннем детстве (профессиональная материнская экспозиция, контакты внутри и вне дома) коррелирует с достоверно низким формированием специфической сенсибилизации и уровнями общего IgE (на 28% ниже) в будущем [20, 21, 26–28]. Интересно, что младенцы, растущие рядом или в фермерском хозяйстве в течение первого полугодия жизни и косвенно контактирующие с домашними скотом и птицами, менее склонны к развитию аллергии, поскольку, подвергаясь воздействию микробов, их иммунная система постоянно и интенсивно «тренируется», приобретая в итоге конкурентной борьбы с потенциальными триггерами «разумную» толерантность [27]. По всей видимости, микробный механизм защитного антиаллергического эффекта является ключевым: животные радикально изменяют микробную экологию дома, активно способствуя проникновению бактерий с воздухом, водой, почвой. Именно потому в бытовой пыли жилища владельцев домашних питомцев (собак, особенно) наблюдается разнообразный спектр таксонов бактерий, коррелирующих с уличными типами [19, 29, 30]. Одновременно со сменой домашнего микробного пейзажа энергично меняется микробиота внутри человека с ведущими линиями бактериальной колонизации желудочно-кишечного тракта: под воздействием иммунных модификаторов (бактериальные эндотоксины, грибковые бета-глюканы) формируется ранний кишечный микробиом и реализуется модуляция созревающей иммунной системы младенца с развитием адекватной толерантности к многообразным аллергенным стимулам. Конкурентная индукция определяющего T1-фенотипа иммунного ответа при подавлении T2 программирования может способствовать профилактике будущих аллергических заболеваний ребенка. Более того, как показывает практика, одновременное содержание в доме двух и более животных оказывает значительно более мощное иммуномодулирующее действие и благоприятствует защите от аллергии посредством громадного разнообразия бактериальной флоры в среде обитания (эффект «мини-фермы») и индукции толерантности к широкому спектру совокупного потенциала внутренних и внешних аллергенов [21, 25, 28, 31]. Так, владение

кошками снижает риск развития сенсибилизации к аллергенам клещей домашней пыли, а собаками — ингибитирует формирование гиперчувствительности к травам. В итоге шансы специфической сенсибилизации и аллергических заболеваний существенно падают.

Практический интерес представляет колоколообразная кривая зависимости уровня специфической сенсибилизации от дозы экспозиции эпидермальных аллергенов: самая высокая гиперчувствительность коррелирует с низким, но постоянным уровнем воздействия аллергена, а экстремальная нагрузка вызывает транзиторную гиперпродукцию IgE, сменяющуюся выработкой регуляторного цитокина IL-10 с образованием аллерген-специфических блокирующих IgG4-антител — «свидетелей» пластичной адаптации иммунитета и формирования толерантности на фоне успешной модификации Т2-клеточного ответа [8, 28, 31–33]. Таким образом, иммуномодулирующий эффект владения домашними животными зависит от времени и уровня воздействия животных аллергенов на организм ребенка: максимальная польза оказывается при ранней экспозиции в период активного становления иммунитета. Поздние контакты у пациентов с атопическим семейным анамнезом увеличивают риск приобретения аллергического фенотипа, а у ребенка с уже сформированной сенсибилизацией к эпидермальным аллергенам, способствуют прогрессированию аллергического заболевания и снижению эффективности проводимой терапии [21, 29, 30, 32]. Однако пороговая доза причинного аллергена, которая инициирует клинические проявления аллергии, строго индивидуальна, а иммуномодулирующий эффект начинает работать у людей с атопией независимо и латентно, задолго до старта клинической манифестации.

Патогенетические основы клинического полиморфизма

Итак, повышенная чувствительность организма к аллергенам животных может стать или самостоятельной инициирующей причиной аллергических реакций, или весомым стимулом аллергопатологии в числе совокупности бытового антигенного разнообразия. Наиболее распространенные клинические синдромы аллергии на животных могут быть вызваны различными типами иммунных реакций: аллергический ринит, аллергический конъюнктивит, бронхиальная астма опосредуются преимущественно реакциями гиперчувствительности немедленного типа (атопические); замедленные Т-клеточные реакции IV типа играют главную роль в развитии контактного (ослюнение, укус, царапина) дерматита/крапивницы и регистрируются у владельцев кошек, собак, шиншилл, хорьков, ежей; иммунокомплексный механизм (III тип) лежит в основе формирования аллергического альвеолита/пневмонита [8]. Не исключен

и клинический вариант опасной для жизни аллергической реакции в виде анафилаксии, описаны уникальные случаи анафилактического шока на царапины или укусы карликового хомячка, песчанок, мышей, зафиксированы единичные факты анафилаксии на укус лошади, а также на инъекции фармсубстанций с примесью белков животного происхождения [34–36]. Кстати, уместно заодно упомянуть о случаях генерализованной (перекрестной) реакции на человеческую семенную плазму у сенсибилизованных к аллергену собаки Can f5 пациентов [37]. Важно понимать, что фенотипическое разнообразие клинических вариантов и полиморфизм течения от субклинических до ярко выраженных форм обусловлены мощностью прессинга окружающих агрессивных средовых факторов на индивидуально наследуемые генетические маркеры уязвимости, в то же время, эффект линейно не зависит от концентрации аллергенов в рабочей атмосфере. Следует заметить, что клинический ответ на экспозицию аллергенов данной группы может проявиться в любое время года, ибо провоцируется как постоянной циркуляцией причинных аллергенов в окружающей среде, так и случайными контактами, причем, клинические вариации не коррелируют с видом и уровнем сенсибилизирующих животных аллергенов [38].

Главные аспекты диагностики эпидермальной аллергии

Верификация диагноза эпидермальной аллергии базируется на детальном сборе анамнеза (клинического, экологического) и хронологии появления клинических симптомов вслед за экспозицией носителей причинных аллергенов, значимость которых подтверждается положительными аллергопробами (*in vivo* или *in vitro*) при скрининговом обследовании, констатирующими специфическую сенсибилизацию. Наиболее широко используются кожные тесты (скарификационные, прик-тесты) или определение специфических IgE в сыворотке крови; результаты методов сопоставимы в 94–100% случаев [1, 5]. Положительный специфический ответ может или подтверждать роль эпидермальных аллергенов в развитии аллергической болезни, или указывать на высокий риск развития аллергического заболевания, демонстрируя латентную сенсибилизацию при отсутствии сопровождения клиническими симптомами. Компонентная диагностика (Immpo-CAP) предоставляет возможность не только глубоко проанализировать фактический профиль гиперчувствительности, определить значимые аллергены уже в низких концентрациях и в образце, взятом у пациента, а также различить первичную сенсибилизацию, коссенсибилизацию, разобраться с перекрестной реaktivностью, опосредованной гомологией белковых последовательностей в структуре эпидермальных аллергенов разных животных [38–40].

Так, при использовании в диагностике экстрактов нельзя различить перекрестно-реактивные аллергены, например, Fel d 4 (кошки), Equ c 1 (лошади) и Can f 6 (собаки), которые проявляют сходство за счет паналлергенов (сывороточных альбуминов и, в большей степени, некоторых липокалинов) — маркеров кросс-реактивности [41–43]. Диагностическая панель к эпидермальным аллергенам (ImmunoCAP) дает возможность определить сенсибилизацию к широкому кругу домашних и сельскохозяйственных животных, где в спектр бытовых аэроаллергенов помимо шерсти и эпителия кошки и собаки, включены аллергены домашних грызунов (эпителий морской свинки, эпителий кролика, хомяка, крысы, мыши). Однако, определяя клиническую значимость идентифицированных животных аллергенов, нужно понимать сложность вычленения их непосредственного влияния из спектра замысловатого бытового микса. Следует напомнить, что диагностические тесты в виде провокационной экспозиции аллергенов интраназально и ингаляционно в педиатрической практике не применяются.

Основные продуценты аллергенов у многих животных сегодня полностью определены, выделены и хорошо изучены главные (высокомолекулярные, полные) антигены — потенциально мощные генераторы иммунной реакции, наиболее значимые мажорные и минорные применяются в молекулярной диагностике [8, 33, 44–46]. Так, в настоящее время идентифицированы и зарегистрированы в номенклатуре Всемирной организации здравоохранения восемь аллергенов кошки (лат. *Felis domesticus*). Большой мажорный аллерген Fel d1 (утероглобин) производится железистой тканью слюнных, сальных, половых, анальных и слезных желез, он является видоспецифичным белком — его производит весь род кошачьих независимо от породы, пола, возраста и массы тела, длины шерсти, условий содержания в помещении или на улице. Впрочем, уровень Fel d 1 индивидуален, вариабелен у разных особей в разные сезоны года, более того, концентрация зависит от возраста животного: у котят и старых животных уровень аллергена ниже, чем у половозрелых особей, у котов его содержание выше, чем у кошек или кастрированных животных (выработка падает в 3–5 раз). Занятно, слюнные железы наших сибирских кошек производят наименьшее количество Fel d 1. Более 90% больных с аллергией на кошек имеют IgE-антитела к этому гликопротеину, потому их определение используется в качестве маркера истинной, первичной сенсибилизации. Интересно, что у людей с IgE-гиперчувствительностью к Fel d 1 встречается перекрестная аллергия на собаку и лошадь, а также другие виды редких крупных кошачьих (сибирский тигр, лев, ягуар, леопард). К минорному аллергену Fel d 2 (альбумин), содержащемуся в сыворотке, перхоти и слюне, чувствительны 25% людей с аллергией на кошек. Весьма любопытно, в когорте сенсиби-

лизированных к нему пациентов, при употреблении в пищу мяса свиньи (особенно сырого или недоваренного) описан синдром пищевой аллергии «кошка—свинина», опосредованный перекрестной реакцией между сывороточными альбуминами этих животных, проявляющийся оральным аллергическим синдромом с зудом в полости рта, высыпаниями на коже в виде крапивницы или ангиоотека, реже анафилаксией [47, 48]. Известны также случаи жизнеугрожающей отсроченной системной анафилактической реакции на красное мясо млекопитающих вследствие синтеза сенсибилизованными к кошачьим аллергенам лицами IgE-антител к молекуле альфа-гал дисахарида — «альфа-гал синдром» [49]. Другой кошачий аллерген Fel d 4 — внеклеточный белок липокалин, в организме он выполняет функции транспортера активных молекул, в частности феромона, регулирующего посредством химических сигналов популяционное и половое поведение.

Аллергены собак (лат. *Canis familiaris*) идентифицированы в количестве семи — Can f 1–7, обнаружены в слюне, шерсти и перхоти. Can f 1 и Can f 2 принадлежат к семейству липокалинов — это главные мажорные маркеры первичной сенсибилизации; при этом, первый — распознается у 50–90% пациентов с повышенной чувствительностью к собакам, причем, его концентрация в эпидермисе разных пород неодинакова; последний — имеет гомологию с кошачьим аллергеном Fel d 4. Can f 3 — сывороточный альбумин, является минорным аллергеном, и ввиду высокой идентичности белковой структуры способен перекрестно реагировать с альбуминами других пушных животных. Can f 5 представлен только у самцов собак простатическим калликреином — андроген-связывающим белком, экспрессируемым в предстательной железе кобелей [37].

Обследование Российской когорты детей с вероятной аллергопатологией на сенсибилизацию к отдельным молекулам животных аллергенов продемонстрировало гораздо более высокую распространенность по сравнению с европейцами — 58,21% против 30%, причем к аллергенам кошек выше, чем к аллергенам собак (соответственно — 84,62% и 59,19%), а гиперчувствительность к мажорным аллергенам составила: к Fel d 1 — 90,91%, к Can f 1 — 73,29%; подобные тенденции зависят от условий содержания домашних питомцев, длительности контакта и тяжести аллергического заболевания [40].

Современные парадигмы профилактики и лечения аллергии на животных

Бесспорно, кардинальным методом лечения и профилактики эпидермальной аллергии признано полное устранение экспозиции или избегание контактов с «причинными» животными, либо контроль содержания их аллергенов в окружающей среде [1, 33, 50]. Потенциальным владельцам рекомендуется

не заводить домашних питомцев, предварительно не убедившись в отсутствии аллергии, а при рождении в семье малыша-атопика целесообразно подождать приобретать животных, пока младенец подрастет хотя бы до двухлетнего возраста [7]. При этом важно понимать, что вопреки бытующему мнению, пород собак и кошек, не вызывающих аллергию, не существует, даже лысые без шерсти/подшерстка. Безусловно, отсутствие шерсти у питомца снижает скорость распространения в помещении биопродуктов его жизнедеятельности и препятствует концентрации пыли на нем самом, но такие животные больше потеют, а их кожные железы секреторно гораздо активнее; более того, общение с ними не исключает воздействие других аллергенов, в частности слюны [45, 51]. Считается лишь частично доказанным положительное влияние кастрации на уровень аллергичности животных ввиду разнообразия экскретов.

Если аллергия у владельца уже развилась, а животное живет с аллергиком под одной крышей, рациональной мерой будет подыскать любимцу новый дом. Однако на практике, наличие аллергии выясняется лишь спустя какое-то время после приобретения и совместного проживания с домашним питомцем. Показательна статистика работы приютов для животных в разных странах мира, где среди причин лишения домашних животных кровя и заботы в 5% случаев указано «развитие аллергии» у домохозяев [52]. Важно знать, что после удаления животного из дома снижение концентрации специфических аллергенов происходит крайне медленно, они сохраняются в помещении более 1,5 лет. Наконец, существуют исключительные обстоятельства, когда вовсе нельзя расстаться с преданным другом — собаки-поводыри. Очевидно, что рекомендации по отселению животного из дома должны быть в каждом случае индивидуальными, учитывающими разносторонние аспекты, включая возможность эффективного контроля прямых и косвенных контактов.

В случаях игнорирования запрещающих рекомендаций, когда животное остается в квартире, регламентируется соблюдение важных правил для обеспечения безопасного «сожительства» и общения с домашними любимцами: необходимо содержать их подальше от детской спальни, убрать все коллекторы пыли, ежедневно делать влажную уборку, использовать воздухоочистители и пылесосы с воздушными HEPA-фильтрами (класса P13, H14), улавливающими взвешенные частицы размером до 0,1–0,3 микрона, контролировать вентиляцию и циркуляцию воздуха в доме, регулярно менять и стирать одежду, мыть руки после тактильного общения с питомцем. В этой ситуации самого питомца необходимо регулярно стричь в зоопарик-махерской, часто мыть (2–3 раза в неделю), применяя специальные разрушающие аллергены лосьоны

и удаляющие их шампуни [6, 45]. Впрочем, исследования доказывают лишь кратковременную эффективность подобных физических методов профилактики, уровень кошачьих аллергенов после мытья возвращается к исходному уже через 24 часа [5, 53]. Чтобы избавиться от специфического запаха животных выделений, надлежит чаще менять наполнитель кошачьего туалета, осторожно применения дезодорирование, а также систематически тщательно стирать подстилку, на которой спит животное; при этом все санитарно-гигиенические мероприятия должны проводиться здоровыми родственниками пациента-аллергика. Важно кормить питомца качественной пищей, поскольку здоровое животное меньше линяет и производит перхоти.

Между тем, все эти меры применимы лишь к содержанию собственных животных в персональном жилье. В реальной жизни не исключены прямые и непрямые контакты с питомцами, принадлежащими родственникам, соседям, друзьям, или невольное общение с животными-пассажирами в транспорте, или многочасовая коммуникация в публичном помещении (офис, школа, детский сад) с анонимными держателями животных. Нельзя забывать, что эпидермальные аллергены относятся к аэроаллергенам и потому легко распространяются в неограниченном пространстве современного города. Посему, физические методы, направленные на снижение содержания аллергенов животных в воздухе, безусловно важны, но не оправданы практикой, поскольку не исключают экспозицию вне дома. Таким образом, очевидна невозможность абсолютно полной элиминации эпидермальных аллергенов из окружающей аллергика среды.

Для минимизации клинических проявлений эпидермальной аллергии (назальных и глазных симптомов, кожной сыпи) целесообразно профилактическое применение антигистаминных препаратов перед предполагаемым контактом: визит в гости к владельцам домашних питомцев, посещение культурно-зрелищных мероприятий в цирке, зоопарке, зоосаде, зоотеатре, дельфинарии, океанариуме; однако, фармсредства способны лишь временно облегчить симптомы [1]. Наряду с ними снизить воздействие животных аллергенов помогают технические средства индивидуальной защиты глаз (плотно прилегающие очки), носа (противопылевые маски-респираторы, улавливающие до 98% аэроаллергенов в фильтруемом воздухе), гипоаллергенная одежда (в случаях дерматологических проявлений); впрочем, эти меры должны использоваться в дополнение к базовым средствам контроля. Таким образом, перечисленные профилактические мероприятия не рассматриваются как исключительные, заменяющие радикальную элиминацию причинных аллергенов, поскольку каждый из них в отдельности или вместе не решают проблему долгосрочной перспективы.

Альтернативные возможности и реальные перспективы

Поскольку стратегии избегания аллергенов дают временный и ограниченный эффект, для повышения шансов безопасного сосуществования пациентов с уже верифицированной эпидермальной аллергией с животными, важны альтернативные возможности. Наука активно разрабатывает все новые способы защиты гиперчувствительных к животным аллергенам людей и ищет способы понизить аллергенность самих питомцев, включая редактирование генов, ответственных за выработку белков-аллергенов [5, 45, 54, 55].

В настоящее время в мире уже имеется опыт успешного применения болезнь-модифицирующей аллерген-специфической иммунотерапии (АСИТ) при аллергии на кошек и собак, в том числе, сублингвальной (СЛИТ). Известно, что лечебные зарубежные вакцины являются моноаллергенными, то есть содержат только один рекомбинантный главный кошачий Fel d 1, что для гарантированного защитного иммунного ответа недостаточно, потому сегодня в антигенный состав препарата справедливо вводятся и другие специфические аллергены животного. Следует заметить, что в Российской Федерации данные импортные вакцины не зарегистрированы, а коммерческие водно-солевые эпидермальные аллергены отечественного производства предназначены исключительно для диагностических целей.

Российские ученые разработали генно-инженерную вакцину «против аллергии на кошку» на основе аллерготропина (конъюгат модифицированного аллергена и иммуномодулятора полиоксидония), она является инновационным препаратом и содержит все клинически значимые кошачьи аллергены. Наполняет оптимизмом долгожданная новость — вакцина прошла третий этап доклинических исследований и после клинических испытаний будет зарегистрирована и доступна к применению [56]. Введение пациенту возрастающих доз причинного аллергена позволяет добиться десенсибилизации и устойчивой толерантности, обеспечивая длительную защиту за счет образования IgG4-антител, конкурентно блокирующих связывание специфических IgE-протеинов с Fc ϵ -рецептором на поверхности mastоцитов и базофилов [5]. Важно, что метод демонстрирует одновременное снижение гиперчувствительности и на других «пушистых» животных, таких как кролик, лошадь, мышь, крыса, хомяк, корова [57]. Недавно в США продемонстрирован способ лечения аллергии на кошек с помощью моноклональных (человеческих, рекомбинантных) блокирующих IgG4-антител против основных аллергенов кошки, способных быстро связывать иммунодомinantный кошачий Fel d 1 до взаимодействия со

специфическими рецепторами эфекторных клеток, предотвращая ранний иммунный ответ [58].

Еще одна попытка ученых ослабить аллергическую реакцию человека на эпидермальные аллергены — иммунизация самих кошек против их же мажорного аллергена Fel d 1. Разработана и протестирована вакцина, индуцирующая синтез в организме кошки специфических IgG-автоантител, нейтрализующих молекулу Fel d 1 *in situ*, снижая аллергенность кошачьих секретов [59]. Наконец, обнадеживающие результаты продемонстрированы в пилотном исследовании по лечению аллергии на кошку методом уникального снижения до 50% экспозиции в шерсти и перхоти основного кошачьего аллергена с помощью вводимых в корм блокирующих IgY-антител, полученных путем обработки яичного желтка в пище доминирующими аллергеном Fel d 1; в результате, не нарушая физиологии животного, поликлональные яичные антитела IgY против Fel d 1 (анти-Fel d 1 IgY) эффективно нейтрализуют главный триггер на пути от его производства в организме кошки до активации эфекторных клеток аллергии в организме человека [60].

Заключение

Атопия снижает возможность адаптации организма в среде обитания. Эволюционная биологическая доктрина об «искусстве побеждать» в ослабленном состоянии базируется на понятии гандикапа (форы), то есть уравновешивания шансов путем преимущественного права слабого по силе участника. В состязании «иммунитет / внешняя среда» жизнь предоставляет разумный временной бонус (*in utero* и далее — в первые 6–12 месяцев после рождения) формирующейся иммунной системе малыша, дабы успеть выработать толерантность к потенциально сильным эпидермальным аллергенам, одновременно модулируя развитие раннего кишечного микробиома, кардинально влияющего на иммунный ответ. Важно, что иммуномодулирующий эффект владения домашними животными зависит от длительности и уровня воздействия животных аллергенов на пластичный иммунитет ребенка: максимальная выгода при ранней экспозиции. Одновременно представляется перспективным внедрение новых биотехнологий борьбы с отклонениями иммунитета с помощью средств стимуляции антиген-специфического иммунного ответа, индукции регуляторных Т-клеток (T reg) или использования пробиотиков. Полезные корректиры могут внести и усовершенствованные лабораторные технологии, выявляя аллергенные молекулы из индивидуальных образцов от домашнего питомца конкретного пациента и определяя антитела в низких концентрациях даже у малышей, что сделает элиминацию ранней и эффективной.

Очевидно, что для организации результативной элиминации чрезвычайно важно знание общего

профиля сенсибилизации владельца с гиперчувствительностью к эпидермальным аллергенам включительно. При этом, динамическое отслеживание эпидермальной сенсибилизации у детей с индивидуальным риском позволяет прицельно прогнозировать развитие заболевания, а массовый мониторинг пациентов с уже реализованной аллергопатологией представляет особый интерес для возможности предвидения нежелательных событий в масштабе здоровья целой популяции. Авторы статьи недавно опубликовали результаты анализа 30-летнего

динамического наблюдения когорты пациентов-аллергиков, констатирующего тенденцию относительной стабилизации роста уровней эпидермальной сенсибилизации в наши дни [61]. Безусловно, оптимизировать прогноз помогает профессиональная информированность врачей и партнерство родителей, разумно меняющих условия содержания животных в доме (осознанный выбор, регуляция оптимальной численности, адекватный уход), причем наглядность ежегодного мониторинга сенсибилизации существенно повышает комплаенс.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Мачарадзе Д.Ш., Беридзе В.Д. Аллергия к домашним животным: особенности диагностики и лечения. Лечебный врач. 2009; 11: 72–75. [Macharadze D.Sh., Beridze V.D. Pet Allergies: Diagnosis and Treatment. Lechashhij vrach. 2009; 11: 72–75. (in Russ.)]
2. Gusareva E.S., Bragina E.J., Deeva E.V., Kazakevich N.V., Puzyrev V.P., Ogorodova L.M., et al. Cat is a major allergen in patients with asthma from west Siberia, Russia. Allergy. 2006; 61(4): 509–510. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2006.01034.x
3. Новости в России и мире [TASS Russian News Agency (in Russ.)]. <https://tass.ru/novosti-partnerov/20499757> \ Ссылка активна на 10.11.2025
4. Diaz-Perales A., González de Olano D., Perez-Gordo M., Pastor-Vargas C. Allergy to Uncommon Pets: New Allergies but the Same Allergens. Frontiers in Immunology. 2013; 4: 492. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00492
5. Dávila I., Domínguez-Ortega J., Navarro-Pulido A., Alonso A., Antolín-Amérigo D., González-Mancebo E., et al. Consensus document on dog and cat allergy. Allergy. 2018; 73(6): 1206–1222. DOI: 10.1111/all.13391
6. Satyraj E., Wedner H.J., Bousquet J. Keep the cat, change the care pathway: A transformational approach to managing Fel d 1, the major cat allergen. Allergy. 2019; 74(107): 5–17. DOI: 10.1111/all.14013
7. Ahlbom A., Backman A., Bakke J., Foucard T., Halken S., Kjellman N.I.M., et al. Pets Indoors — A Risk Factor For or Protection Against Sensitisation/Allergy. Indoor Air. 1998; 8(4): 219–235. DOI: 10.1111/j.1600-0668.1998.00003
8. Konradsen J.R., Fujisawa T., van Hage M., Hedlin G., Hilger C., Kleine-Tebbe J., et al. Allergy to furry animals: New insights, diagnostic approaches, and challenges. J Allergy Clin Immunol. 2015; 135(3): 616–25. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.08.026
9. Rosada E., Lis K., Bartuzi Z., Ukleja-Sokolowska N. Sensitization to Horse Allergens—Molecular Analysis Based on the Results of Multiparameter Tests. Int J Mol Sci. 2025; 26(4): 1447. DOI: 10.3390/ijms26041447
10. Kilpiö K., Mäkinen-Kiljunen S., Haahtela T., Hannukseila M. Allergy to feathers. Allergy. 1998; 53(2): 159–164. DOI: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03864.x
11. Kawada T., Kuroyanagi J., Okazaki F., Taniguchi M., Nakayama H., Suda N., et al. An Integrative Evaluation Method for the Biological Safety of Down and Feather Materials. Internat J of Molecular Sciences. 2019; 20(6): 1434. DOI: 10.3390/ijms20061434, 20, 6, (1434)
12. Bausela B.A., Esteban M.M., Alzamora F.M., Marcos C.P., Ojeda Casas J.A. Egg protein sensitization in patients with bird feather allergy. Allergy, 1991; 46(8): 614–618. DOI: 10.1111/j.1398-9995.1991.tb00632.x
13. Liccardi G., Baldi G., Ciccarelli A., Cutajar M., D'Amato M., Gargano D., et al. Sensitization to rodents (mouse/rat) in urban atopic populations without occupational exposure living in Campania district (Southern Italy): a multicenter study. Multidisciplinary Respir Med. 2013; 8: 30. DOI: 10.1186/2049-6958-8-30
14. Karlsson A.-S., Renström A. Human hair is a potential source of cat allergen contamination of ambient air. 2005; 60(7): 961–964. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2005.00796.x
15. Uter W., Strahwald J., Hallmann S., Johansen J.D., Havmose M.S., Kezic S., et al. Systematic review on skin adverse effects of important hazardous hair cosmetic ingredients with a focus on hairdressers. Contact Dermatitis. 2023; 88(2): 93–108. DOI: 10.1111/cod.14236
16. Hugg T.T., Jaakkola M.S., Ruotsalainen R., Pushkarev V., Jaakkola J.J.K. Exposure to animals and the risk of allergic asthma: a population-based cross-sectional study in Finnish and Russian children. Environ Health 2008; 6: 7: 28. DOI: 10.1186/1476-069X-7-28
17. Васютина М.Л., Бреднева О.Г., Иванов С.А., Салминьши Д.А., Галаудза М.М. Аллергия на лабораторных животных: недооцененная проблема. Лабораторные животные для научных исследований. 2019; 4: 1. [Vasyutina M.L., Bredneva O.G., Ivanov S.A., Salmin'sh D.A., Galagudza M.M. Allergy to laboratory animals: an underestimated problem. Laboratornie zhivotnie dlya nauchnikh issledovanii. 2019; 4: 1. (in Russ.)]. DOI: 10.29296/2618723X-2019-04-01
18. Kang S-Y., Won H-K., Park S-Y., Lee S.M., Lee S.P. Prevalence and diagnostic values of laboratory animal allergy among research personnel. Asian Pac J Allergy Immunol. 2025; 43(1): 34–39. DOI: 10.12932/AP-220321-1094
19. Carlsen K., Roll S., Carlsen K., Mowinkel P., Wijga A.H., Brunekreef B., et al. Does pet ownership in infancy lead to asthma or allergy at school age? Pooled analysis of individual participant data from 11 European birth cohorts. GALEN WP 1.5 ‘Birth Cohorts’ working group. Meta-Analysis. PLoS One. 2012; 7(8): e43214. DOI: 10.1371/journal.pone.0043214
20. Ji X., Yao Y., Zheng P., Hao C. The relationship of domestic pet ownership with the risk of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. Front Pediatr. 2022; 10: 953330. DOI: 10.3389/fped.2022.953330
21. Hesselmar B., Hicke-Roberts A., Lundell A.C., Adlerberth I., Rudin A., Saalman R., et al. Pet-keeping in early life reduces the risk of allergy in a dose-dependent fashion. PLoS One. 2018; 13(12): e0208472. DOI: 10.1371/journal.pone.0208472
22. Apelberg B.J., Aoki Y., Jaakkola J.J.K. Systematic review: exposure to pets and risk of asthma and asthma-like symptoms. J Allergy Clin Immunol. 2001; 107(3): 455–460. DOI: 10.1067/mai.2001.113240

23. *Luo S., Sun Y., Hou J., Kong X., Wang P., Zhang Q., et al.* Pet keeping in childhood and asthma and allergy among children in Tianjin area, China. *PLoS One.* 2018; 13(5): e0197274. DOI: 10.1371/journal.pone.0197274
24. *Takkouche B., González-Barcala F.J., Etminan M., Fitzgerald M.* Exposure to furry pets and the risk of asthma and allergic rhinitis: a meta-analysis. *Allergy.* 2008; 63: 857–864. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2008.01732.x
25. *Wegienka G., Johnson C.C., Havstad S., Ownby D.R., Zoratti E.M.* Indoor pet exposure and the outcomes of total IgE and sensitization at age 18 years. *J Allergy Clin Immunol.* 2010; 126(2): 274–279. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.05.001
26. *Celedón J.C., Litonjua A.A., Ryan L., Platts-Mills T., Weiss S.T., Gold D.R., et al.* Exposure to cat allergen, maternal history of asthma, and wheezing in first 5 years of life. *Lancet.* 2002; 360: 781–782. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)09906-3
27. *Havstad S., Wegienka G., Zoratti E.M., Lynch S.V., Boushey H.A., Nicholas C., et al.* Effect of prenatal indoor pet exposure on the trajectory of total IgE levels in early childhood. *J Allergy Clin Immunol.* 2011; 128(4): 880–885.e4. DOI: 10.1016/j.jaci.2011.06.039
28. *Ownby D.R., Johnson C.C., Peterson E.L.* Exposure to dogs and cats in the first year of life and risk of allergic sensitization at 6 to 7 years of age. *Jama-J Am Med Assoc.* 2002; 288(8): 963–972. DOI: 10.1001/jama.288.8.963
29. *Dunn R.R., Fierer N., Henley J.B., Leff J.W., Menninger H.L.* Home Life: Factors Structuring the Bacterial Diversity Found within and between Homes. *PLoS One.* 2013; 8(5): e64133. DOI: 10.1371/journal.pone.0064133
30. *Fujimura K.E., Johnson C.C., Ownby D.R., Cox M.J., Brodie E.L., Havstad S.L., et al.* Man's best friend? The effect of pet ownership on house dust microbial communities. *J Allergy Clin Immunol.* 2010; 126(2): 410–412. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.05.042
31. *Platts-Mills T., Vaughan J., Squillace S., Woodfolk J., Sporik R.* Sensitization, asthma, and a modified Th2 response in children exposed to cat allergen: a population-based cross-sectional study. *Lancet.* 2001; 357: 752–756. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04168-4
32. *Lynch S.V., Wood R.A., Boushey H., Bacharier L.B., Bloomberg G.R., Kattan M., et al.* Effects of early-life exposure to allergens and bacteria on recurrent wheeze and atopy in urban children. *J Allergy Clin Immunol.* 2014; 134: 593–601. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.04.018
33. *An W., Li T., Tian X., Fu X., Li C., Wang Z., et al.* Allergies to Allergens from Cats and Dogs: A Review and Update on Sources, Pathogenesis, and Strategies. *Int J Mol Sci.* 2024; 25(19): 10520. DOI: 10.3390/ijms251910520
34. *Lim D.L., Chan R.M., Wen H., Van Bever H.P., Chua K.Y.* Anaphylaxis after hamster bites--identification of a novel allergen. *Clin Exp Allergy.* 2004; 34(7): 1122–1123. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2004.01992.x
35. *Watson J., Schobitz E., Davis J.* Gerbil bite anaphylaxis. *Am J Emerg Med.* 2018; 36(1): 171.e5–171.e6. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.10.040
36. *Guida G., Nebiolo F., Heffler E., Bergia R., Rolla G.* Anaphylaxis after a horse bite. *Allergy.* 2005; 60(8): 1088–1089. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2005.00837.x
37. *Basagaña M., Bartolome B., Pastor-Vargas C., Mattsson L., Lidholm J., Labrador-Horillo M.* Involvement of Can f 5 in a case of human seminal plasma allergy. *Int Arch Allergy Immunol.* 2012; 159(2): 143–146. DOI: 10.1159/000336388
38. *Asarnoj A., Hamsten C., Wadén K., Lupinek C., Andersson N., Kull I., et al.* Sensitization to cat and dog allergen molecules in childhood and prediction of symptoms of cat and dog allergy in adolescence: A BAMSE/McDALL study. *J Allergy Clin Immunol.* 2016; 137: 813–821. DOI: 10.1016/j.jaci.2015.09.052
39. *Schoos A.-M., Nwaru B., Borres M.* Component-resolved diagnostics in pet allergy: Current perspectives and future directions. *J Allergy Clin Immunol.* 2021; 147(4): 1164–1173. DOI: 10.1016/j.jaci.2020.12.640
40. *Жукалина Е.Ф., Пампура А.Н., Суровенко Т.Н., Медведева А.Д.* Профили молекулярной сенсибилизации к аллергенам пушных животных у пациентов Российской Федерации. *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского.* 2024; 103(2): 17–26. [Zhukalina E.F., Pamputra A.N., Surovenko T.N., Medvedeva A.D. Profiles of molecular sensitization to fur animal allergens in patients of the Russian Federation. *Pediatriya im. G.N. Speranskogo.* 2024; 103(2): 17–26. (in Russ.)]. DOI: 10.24110/0031-403X-2024-103-2-17-26
41. *Nilsson O.B., Binnmyr J., Zoltowska A., Saarne T., van Hage M., Grönlund H.* Characterization of the dog lipocalin allergen Can f 6: the role in cross-reactivity with cat and horse. *Allergy.* 2012; 67(6): 751–757. DOI: 10.1111/j.1398-995.2012.02826.x
42. *Vachová M., Panzner P., Vlas T., Vitovcová P.* Analysis of sensitization profiles in central european allergy patients focused on animal allergen molecules. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2020; 181 (4): 278–284. DOI: 10.1159/000505518
43. *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
44. *Пампура А.Н., Варламов Е.Е., Конюкова Н.Г.* Сенсибилизация к аллергенам домашних животных. *Российский вестник перинатологии и педиатрии.* 2018; 63(2): 22–26. [Pampura A.N., Varlamov E.E., Konyukova N.G. Sensitization to pet allergens. *Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii.* 2018; 63(2): 22–26 (in Russ.)]. DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-2-22-26
45. *Sparkes A.H.* Human allergy to cats: A review for veterinarians on prevalence, causes, symptoms and control. *J Feline Med Surg.* 2022; 24(1): 31–42. DOI: 10.1177/1098612X211036793
46. *Рябова К.А., Козлов Е.М., Трифонова Д., Галашин А.Р., Левшина А.Р., Дубовец А.А. и др.* Характеристика аллергенов кошки. *Иммунология.* 2023; 44(3): 368–378. [Ryabova K.A., Kozlov E.M., Trifonova D., Galashin A.R., Levshina A.R., Dubovets A.A. et al. Characteristics of cat allergens. *Immunologiya.* 2023; 44(3): 368–378 (in Russ.)]. DOI: 10.33029/0206-4952-2023-44-3-368-378
47. *Мокроносова М.А., Басс Е.А., Арефьева И.А., Желтикова Т.М.* Перекрестная реактивность между животными и пищевыми аллергенами у детей с атопией. *Иммунология.* 2015; 36(4): 231–233. [Mokronosova M.A., Bass E.A., Arefeva I.A., Zheltikova T.M. Cross-reactivity between animal and food allergens in children with atopy. *Immunologiya.* 2015; 36(4): 231–233. (in Russ.)]
48. *Posthumus J., James H.R., Lane C.J., Matos L.A., Platts-Mills T.A., Commins S.P.* Initial description of pork-cat syndrome in the United States. *Jonathon Posthumus, Hayley R James, Charles J Lane, A, Thomas A E Platts-Mills, Scott P Commins J Allergy Clin Immunol.* 2013; 131(3): 923–925. DOI: 10.1016/j.jaci.2012.12.665
49. *Gonzalez-Quintela A., Dam Larsen A., Vidal C., Linneberg A.* IgE antibodies to alpha-gal in the general adult population: relationship with tick bites, atopy, and cat ownership. *Clin Exp Allergy.* 2014; 44(8): 1061–1068. DOI: 10.1111/cea.12326
50. *Kalayci O., Miligkos M., Pozo Beltrán C.F., El-Sayed Z.A., Gómez R.M., Hossny E., et al.* The role of environmental allergen control in the management of asthma. *World Allergy Organization Journal* 2022; 15: 100634. DOI: 10.1016/j.waojou.2022.100634
51. *Lockey R.F.* The myth of hypoallergenic dogs (and cats). *J Allergy Clin Immunol.* 2012; 130(4): 910–911. DOI: 10.1016/j.jaci.2012.08.019
52. *Alberthsen C., Rand J., Morton J., Bennett P., Paterson M., Vankan D.* Numbers and Characteristics of Cats Admitted to

- Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA) Shelters in Australia and Reasons for Surrender. *Animals* (Basel). 2016; 6(3): 23. DOI: 10.3390/ani6030023
53. Nageotte Ch., Park M., Havstad S., Zoratti E., Ownby D. Duration of airborne Fel d 1 reduction after cat washing. *J Allergy Clin Immunol.* 2006; 118: 521–522. DOI: 10.1016/j.jaci.2006.04.049
54. Намазова-Баранова Л.С., Эфендиева К.Е., Левина Ю.Г., Вишнева Е.А., Алексеева А.А., Калугина В.Г., и др. Инновационные методы ведения пациентов с аллергией на кошек. Вопросы современной педиатрии. 2020; 19(4): 316–324. [Namazova-Baranova L.S., Efendieva K.E., Levina Yu.G., Vishnyova E.A., Alekseeva A.A., Kalugina V.G., et al. Innovative methods for managing patients with cat allergies. Voprosy' sovremennoj pediatrii. 2020; 19(4): 316–324. (in Russ.)]. DOI: 10.15690/vsp.v19i4.2136
55. Brackett N.F., Davis B.W., Adli M., Pomés A., Chapman M.D. Evolutionary biology and gene editing of cat allergen, Fel d 1. *CRISPR J.* 2022; 5: 213–223. DOI: 10.1089/crispr.2021.0101
56. Trifonova D., Curin M., Focke-Tejkl M., Liu Z., Borochova K., Gattinger P., et al. Recombinant Hypoallergenic Cat Allergy Vaccines. *Allergy.* 2025; 80(9): 2622–2635. DOI: 10.1111/all.16542
57. Liccardi G., Calzetta L., Saltzillo A., Billeri L., Lucà G., Rogliani P. Letter to the Editor: Can dog allergen immunotherapy reduce concomitant allergic sensitization to other furry animals? A preliminary experience. *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* 2017; 49(2): 92–96
58. Orengo J.M., Radin A.R., Kamat V., Badithe A., Ben L.H., Bennett B.L. et al. Treating cat allergy with monoclonal IgG antibodies that bind allergen and prevent IgE engagement. *Nat Commun.* 2018; 9(1): 1421. DOI: 10.1038/s41467-018-03636-8
59. Thoms F., Jennings G.T., Maudrich M., Vogel M., Haas S., Zeltins A. et al. Immunization of cats to induce neutralizing antibodies against Fel d 1, the major feline allergen in human subjects. *J Allergy Clin Immunol.* 2019; 144(1): 193–203. DOI: 10.1016/j.jaci.2019.01.050
60. Satyaraj E., Gardner C., Filipi I., Cramer K., Sherrill S. Reduction of active Fel d1 from cats using an antiFel d1 egg IgY antibody. *Immun Inflamm Dis.* 2019; 7(2): 68–73. DOI: 10.1002/iid3.244
61. Барденикова С.И., Локшина Э.Э., Довгун О.Б., Шавловская Л.А., Богданова Н.А., Серебровская Н.Б., Мстиславская С.А., Кузнецова Г.Б. Сенсибилизация к эпидермальным аллергенам у детей с аллергопатологияй: 30-летний мониторинг. РМЖ. Медицинское обозрение. 2024;8(3):118–123. Bardenikova S.I., Lokshina E.E., Dovgun O.B., Shavlokhova L.A., Bogdanova N.A., Serebrovskaya N.B., Mstislavskaya S.A., Kuznetsov G.B. Sensitization to epidermal allergens in children with allergic disorders: a 30-year follow-up study. Russian Medical Inquiry. 2024;8(3):118–123 (in Russ.). DOI: 10.32364/2587-6821-2024-8-3-1

Поступила: 01.09.25

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки исследования, о которых необходимо сообщить.

Received on: 2025.09.01

Conflict of interest:
The authors confirmed the absence of conflicts of interest and financial support for the research, which should be reported.