

© Коллектив авторов, 2020

УДК: 616-08-039.71

DOI 10.21886/2219-8075-2020-11-4-24-31

Возможности и эффективность элиминации аллергенов домашних животных: мифы и реальность

А.Н. Пампура¹, Н.Б. Мигачева², Е.Е. Варламов³, А.И. Асманов⁴

¹Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева,
Москва, Россия

²Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

В настоящее время сенсibilизация к ингаляционным аллергенам домашних животных абсолютно правомерно считается одним из ключевых факторов риска развития аллергического ринита и бронхиальной астмы, а также в значительном степени определяет формирование тяжелых форм атопического дерматита и респираторных аллергозов. Особое значение имеет тот факт, что в отличие от других триггеров элиминация аллергенов домашних животных зачастую связана с внутренним сопротивлением со стороны пациентов. Различные аспекты рассматриваемой проблемы связаны с огромным количеством безосновательных утверждений, ведущих к неадекватной профилактике и терапии, а также негативно отражающиеся на социальной активности больных и их семей.

В статье изложены современные данные о распространенности сенсibilизации, свойствах и клиническом значении аллергенов домашних животных, изложены подходы к проведению элиминационных мероприятий.

Ключевые слова: аллергия, кошка, собака, профилактика.

Для цитирования: Пампура А.Н., Мигачева Н.Б., Варламов Е.Е., Асманов А.И. Возможности и эффективность элиминации аллергенов домашних животных: мифы и реальность. *Медицинский вестник Юга России*. 2020;11(4):24-31. DOI 10.21886/2219-8075-2020-11-4-24-31.

Контактное лицо: Александр Николаевич Пампура, apampura1@mail.ru.

The capacity and effectiveness elimination domestic animals allergens: myths and realities

A.N. Pampura¹, N.B. Migacheva², E.E. Varlamov¹, A.I. Asmanov¹

¹Clinical Research Institute of Pediatrics, Moscow, Russia

²Samara State Medical University, Samara, Russia

At present, sensitization to airborne allergens in domestic animals is absolutely rightly considered one of the key risk factors for the development of allergic rhinitis and bronchial asthma, as well as largely determines the development of severe forms of atopic dermatitis and respiratory allergosis. Of particular importance is the fact that, unlike other triggers, the elimination of allergens in domestic animals is often associated with internal resistance from patients. Various aspects of this problem are associated with a large number of baseless statement that lead to inadequate prevention and therapy, as well as negatively affecting the social activity of patients and their families. The article presents the current data on the prevalence of sensitization, the properties and clinical significance of the allergens of domestic animals, outlines approaches to conducting elimination activities.

Keywords: allergy, cat, dog, prevention.

For citation: Pampura A.N., Migacheva N.B., Varlamov E.E., Asmanov A.I. The capacity and effectiveness elimination domestic animals' allergens: myths and realities. *Medical Herald of the South of Russia*. 2020;11(4):24-31. DOI 10.21886/2219-8075-2020-11-4-24-31.

Corresponding author: Alexander N. Pampura, apampura1@mail.ru.

Искренняя любовь и привязанность значительной части общества к домашним питомцам, влияние их присутствия в жилищах на развитие сенсibilизации и модуляцию врожденного иммунного ответа, вклад релевантных ингаляционных аллергенов в формирование аллергических заболеваний у человека привели к созданию множества неоднозначных и зачастую противоречивых рекомендаций о пользе и о вреде контактов с животным с точки зрения развития аллергии.

Широкая распространенность домашних питомцев в современном мире хорошо известна. Так, по данным онлайн-опроса более 27 000 человек из 22 стран — более половины (56%) населения в мире — имеют хотя бы одного домашнего питомца (включая собак, кошек, птиц, рыб и других). Владельцев кошек и собак больше всего (в среднем по всему миру — 23% и 33% соответственно). По данным этого опроса, в РФ 57% владельцев жилищ являются собственниками кошек и 27% — собак¹.

Наряду с общепризнанными домашними питомцами (кошками и собаками) всё более популярными становятся и другие животные (морские свинки, хорьки, песчанки, мыши, кролики, хомяки, обезьяны, шиншиллы и т.д.).

Представления о значении ингаляционных аллергенов домашних животных в большинстве случаев базируются на оценке частоты сенсibilизации к релевантным аллергенам в популяции и среди больных с аллергическими заболеваниями. Необходимо отметить, что эти данные зависят от множества факторов, таких как особенности национального уклада в отношении к домашним животным, географического расположения, возраста обследуемых, методов оценки и т.д. Например, распространенность сенсibilизации к аллергенам кошки в популяции варьируется от 15% на юге Европы и до 30% на Севере Европы [1,2,3]. В США у детей в возрасте от 1 до 5 лет сенсibilизация к аллергену кошки составляла 5%, а у взрослых — 12% [4]. В азиатских странах распространенность сенсibilизации к кошке варьировалась от 12,2% в Шри-Ланке, до 30% в Чжэнчжоу (район Китая) [5,6].

В настоящее время сенсibilизация к ингаляционным аллергенам домашних животных считается одним из ключевых факторов риска развития аллергического ринита/бронхиальной астмы и в значительной степени определяет развитие тяжелых форм atopического дерматита и респираторных аллергозов. Значительная доля atopиков (около 20 – 40 %) чувствительны к кошачьим аллергенам [7]. Необходимо отметить, что развитие персистирующего аллергического ринита зачастую является одним из первых признаков сенсibilизации к пушным животным. Причем фиксация этого диагноза бывает крайне затруднительна в связи с целым рядом обстоятельств. Так, зачастую при проживании с релевантным домашним животным, симптомы, обусловленные постоянной экспозицией ингаляционного аллергена, могут быть нерезко выраженными. У части пациентов интенсивность клинического ответа уменьшается в условиях постоянной высокой экспозиции релевантного аллергена. Например, пациенты, сенсibilизированные

к аллергенам кошки, могут быть толерантны даже к экспозиции Fel d 1 выше 44 мкг/г пыли, однако у них возникают тяжелые респираторные симптомы после периода времени без воздействия релевантного аллергена. В ряде случаев клинические проявления аллергического ринита интерпретируются как проявления других хронических воспалительных заболеваний ЛОР органов (аденоидит, тонзиллит, синусит); возможны определенные сложности и при возникновении у детей повторных ОРВИ, в частности, связанных с сезонными факторами. Кроме того, зачастую пациенты или их родители сознательно отрицают контакты с животными, наличие связи развития симптомов с экспозицией животных аллергенов. Существуют и очевидные проблемы в диагностике сенсibilизации к ингаляционным аллергенам пушных животных. Так, коммерческие экстракты аллергенов для кожного тестирования содержат различные количества компонентов; ряд белков, прежде всего, относящихся к минорным аллергенам может отсутствовать; возможна контаминация экстрактов [8]. Более того, в Российской Федерации до настоящего времени практикуется использование кожного аллготестирования с самостоятельно приготовленным экстрактами аллергенов конкретного животного, что абсолютно неприемлемо.

При этом в отличие от других причин, вызывающих у больных симптомы аллергических заболеваний, в случае гиперчувствительности к аллергенам домашних животных элиминация последних зачастую связана с сопротивлением со стороны больных и их родственников, считающих домашних питомцев полноценными членами семьи. Различные аспекты рассматриваемой проблемы связаны с огромным количеством безосновательных утверждений, ведущих к неадекватной профилактике и терапии, а также негативно отражающиеся на социальной активности больных и их семей. Проблема присутствия в жилых помещениях пушных животных приобрела особую значимость в период пандемии COVID-19, когда важная роль домашних питомцев в жизни многих семей стала очевидна.

При рассмотрении различных возможных эффектов удаления домашних животных можно выделить по меньшей мере 3 типовые ситуации:

- у ребенка отсутствует IgE-опосредованная сенсibilизация к релевантным аллергенам;
- имеет место IgE-опосредованная сенсibilизация к аллергенам пушных животных и отсутствуют аллергические заболевания;
- присутствует как IgE-опосредованная сенсibilизация к аллергенам пушных животных, так и аллергические заболевания (прежде всего респираторного тракта).

Необходимо отметить, что в подавляющем большинстве исследований оценивается наличие сенсibilизации — специфических IgE к аллергенам животных. Тогда как аллергия к последним определяется как появление воспроизводимых симптомов, индуцированных экспозицией соответствующих триггеров в дозах, к которым толерантны неаллергики, а патогенез этих реакций опосредуется иммунными механизмами. В реальных условиях

¹ <http://www.gfk.com/global-studies/global-studiespet-ownership>

реакции к ингаляционным аллергенам животных могут возникать при определенных ситуациях: ингаляция при прямом контакте с животным, ингаляция при непрямом контакте с контаминированным окружением, контактно через кожу.

Рассмотрение первой ситуации с позиции первичной профилактики, непосредственно связано с разработкой «гигиенической гипотезы», привлекавшей внимание специалистов к обратной взаимосвязи между частотой инфекционных заболеваний, а также контактов с животными в раннем детстве и риском развития аллергических заболеваний, в том числе атопического дерматита [9]. Результаты масштабных проспективных исследований немецких когорт LISA и GINI показали, что ранний контакт ребенка с высокой концентрацией эндотоксина в составе домашней пыли или с домашними животными может оказывать защитный эффект в отношении развития у него аллергии и атопического дерматита [10,11]. В частности, в проспективном когортном исследовании было продемонстрировано сохранение формирующейся на первом году жизни толерантности к экспозиции аллергенов кошки вплоть до 18-летнего возраста [12]. Более того, результаты проведенного в Европе проспективного многоцентрового исследования показали снижение риска развития атопического дерматита в первые 2 года жизни у детей, матери которых систематически контактировали с кошкой во время беременности [13].

Систематический обзор наблюдательных исследований, проведенных до 2007 года, не выявил доказательств того, что наличие в доме кошки или собаки с рождения ребенка может усиливать риск развития у него атопического дерматита [14]. В то же время в нескольких рандомизированных, в том числе плацебо-контролируемых исследованиях была продемонстрирована обратная взаимосвязь между исключением контакта в раннем возрасте с бытовыми и эпидермальными аллергенами и частотой развития атопического дерматита и респираторной аллергии [15,16]. Эти наблюдения даже привели к формированию идеи о возможности профилактики аллергии с помощью контакта с домашними животными. Однако последующие исследования выявили некоторые противоречия в полученных результатах [17]. Так, было отмечено, что ранний контакт с кошкой у детей, имевших дефект эпидермального барьера, был ассоциирован с атопическим дерматитом [9], а высокие концентрации эндотоксина в домашней пыли, напротив, не приводили к ожидаемому снижению частоты атопического дерматита у детей [18].

Различия в дизайне проводимых исследований, сложности в измерении концентрации изучаемого аллергена и контроле соблюдения комплаенса участниками исследований не дают возможности большинству современных систематических обзоров сделать однозначные выводы и требуют проведения дополнительных интервенционных вмешательств. Так, Lodge C.J. и соавторы, изучавшие взаимосвязь перинатального контакта с домашними животными в городских условиях с риском аллергии и астмы, отметили невозможность проведения мета-анализа в связи с гетерогенностью продолжительности наблюдений и оценки конечных исходов наблюдения [19].

Тем не менее, более поздний мета-анализ более 20 проспективных когортных исследований подтвердил защитный эффект раннего контакта с домашними животными вообще и с собаками (но не с кошками), в частности, в отношении риска развития атопического дерматита в детском возрасте [20]. Систематический обзор 2015 г., включивший 7 РКИ с общим количеством участников более 3000 детей, изучавших использование защитных чехлов с целью устранения контакта с клещами домашней пыли для профилактики атопического дерматита, не выявил доказательств эффективности таких вмешательств, в том числе в сочетании с другими элиминационными мероприятиями [21]. Таким образом, имеющиеся в настоящее время данные не позволяют рекомендовать ограничение контакта с ингаляционными аллергенами домашних животных в раннем возрасте в качестве метода профилактики АТД в общей популяции. Однако представляется целесообразным рекомендовать всем детям из группы риска (наличие наследственной отягощенности по аллергическим заболеваниям) соблюдение стандартных гигиенических мероприятий без устранения домашних животных при их наличии, но не заводить новых животных в случае их отсутствия в семье. В случае явных клинических признаков нарушения структурно-функциональных свойств кожного барьера (выраженная сухость кожи, ихтиоз, ладонная исчерченность), вероятно, надо рассмотреть максимальное снижение экспозиции животных и ингаляционных аллергенов.

Вторая типичная ситуация — наличие sIgE к аллергенам пушных животных при отсутствии аллергических заболеваний, встречается достаточно часто. Так, в немецком исследовании, sIgE к кошке обнаружены у 7% из более чем 7000 здоровых взрослых [22]. Однако в реальной практике крайне сложно выделить данную группу субъектов и проводить вторичную профилактику. В связи с чем, контролируемые исследования, оценивавшие эффективность удаления домашних пушных животных среди субъектов с наличием сенсибилизации с точки зрения профилактики аллергических заболеваний, отсутствуют.

Ведение пациентов с аллергическими заболеваниями и сенсибилизацией к аллергенам пушных животных включает в себя выявление соответствующих специфических IgE, влияние этого воздействия на симптомы и максимально персонализированные рекомендации по контролю воздействия

Оценка взаимосвязи IgE-опосредованной сенсибилизации к аллергенам пушных животных и аллергическими заболеваниями достаточно сложна и требует значительных усилий. Например, при определении клинического значения sIgE к кошке в отношении развития бронхиальной астмы необходимо учитывать наличие сенсибилизации к компонентам, присутствие sIgE к аллергенам других млекопитающих, климат, sIgE к другим ингаляционным аллергенам, присутствие и уровень экспозиции аллергенов клещей домашней пыли и плесени, размеры жилых помещений и т.д.

Связь снижения уровня ингаляционных аллергенов и клинических симптомов оценить крайне сложно. Вместе с тем, Björnsdóttir U.S. и соавторы, продемонстрировали, что уменьшение уровня Fel d 1 в доме всего на 6.8 % от базового значительно снижает интенсивность симптомов аллергического ринита [23].

Предложен ряд элиминационных мероприятий, использование которых в определенной степени может снизить экспозицию ингаляционных аллергенов млекопитающих. Наиболее изучены возможности элиминационных мероприятий в отношении кошек.

Условно можно выделить несколько подходов к снижению экспозиции аллергенов:

- ограничения в расположении животного и попадании его аллергенов в помещение
- снижение количества аллергенов, высвобождаемых животным
- удаление возможных коллекторов пыли и продуктов жизнедеятельности животных
- элиминация аллергенов пушных животных с поверхностей и из воздуха

Общепризнано, что при установлении клинической значимости сенсibilизации к аллергенам пушных животных лучше найти новый дом питомцу. При выполнении этого условия надо осознавать, что для снижения концентрации аллергенов ниже уровня способного вызвать обострение аллергического заболевания необходимо промежуток времени до 6 месяцев. Однако надо признать, что сроки, позволяющие снизить экспозицию ингаляционных аллергенов, значительно варьируются.

Если удалить животное невозможно, то необходимо исключить доступ домашнего питомца в спальную и другие жилые помещения, особенно содержащие коллекторы пыли. Если это возможно, то животное можно содержать на открытом воздухе. Это, безусловно, не относится к использованию в качестве жилищ для животных балкона. Определенный смысл имеет переобедание после нахождения в зоне/помещении с повышенным уровнем аллергенов.

Регулярное купание пушных животных в домашних условиях в определенной степени влияет на количество аллергенов, выделяемых во внешнюю среду. Так, купание кошек уменьшает количество Fel d 1 на коже и мехе, но эффект не длится долго: количество Fel d 1 возвращается к исходному уровню всего за 2 дня [24,25].

Аналогичным образом количество Fel d 1 в окружающем воздухе восстанавливается в пределах 24 ч. Таким образом, мытье кошки обладает малой эффективностью. [26]. Возможно, более эффективно купание собак (не реже 2 раз в неделю) с целью снижения Can f 1. Вместе с тем, это также достаточно спорное утверждение.

Хороший уход и полноценное питание животных снижает количество аллергенов, попадающих во внешнюю среду. В частности, увеличение количества аллергенов наблюдается при различных поражениях кожи, у старых животных и т.д.

Активно разрабатываются эпигенетические подходы к снижению уровня аллергенов у животных. Например, с этой целью кошек кормят желтком, содержащим индуцированные количества анти-Fel d1 IgY. Последний представляет собой птичий иммуноглобулин, аналогичный IgG млекопитающих, который продуцируется в естественных условиях. IgY транспортируется и накапливается в желтке, тем самым передавая пассивный иммунный ответ потомству. Показано, что IgY - анти-Fel d1 дозозависимо блокирует Fel d1, когда добавляет-

ся к слюне кошек. Коммерческий продукт кошачий корм (обогащенный IgY — анти-Fel d1), исходя из данных производителя способен вызвать снижение концентрации Feld1 на шерсти и чешуйках кожи у 97 % кошек. Через три недели специализированной диеты количество аллергена на шерсти животных начинало достоверно снижаться, достигая к 10 неделе в среднем 47 % (33 – 71 %). [27,28,29]. Вместе с тем, до настоящего времени эти исследования не позволяют оценить эффективность предложенной диеты для реальной клинической ситуации.

Рекомендуется удаление всевозможных коллекторов пыли. В частности, убираются ковры, минимизируется количество мягкой мебели; используются различные покрывала, наматрасники, наволочки, ткани для подушек с порами размером менее 6 μm .

Для удаления аллергенов с поверхностей проводится влажная уборка полов, мытье стен и различных поверхностей. Эти мероприятия должны проводиться в комплексе со снижением концентрации аллергенов в воздухе. С этой целью используются разнообразные фильтрующие технологии в пылесосах и системах вентиляции и кондиционирования воздуха. В настоящее время наиболее распространены HEPA-фильтры.

В целом ряде исследований были оценены возможности использования различных устройств по очистке воздуха от Fel d 1, главного аллергена кошки, часть которого оседает на микрочастицах (менее 5 μm), и, соответственно, длительно циркулирующего в воздухе и обладающего способностью проникнуть в нижние дыхательные пути. Можно констатировать, что существует достаточно доказательств снижения уровня Fel d внутри помещений под действием фильтрации воздуха [30].

Для жилищ с принудительным кондиционированием воздуха системы, регулярные графики технического обслуживания и использование высокоэффективных систем одноразовых фильтров, по-видимому, являются лучшим выбором. Переносные очистители воздуха с HEPA-фильтрами являются оптимальными для очистки воздуха от Fel d 1 воздуха. В одном исследовании было описано значительное снижение количества ингаляционного Fel d1 при использовании воздухоочистителя в присутствии кошки. Несмотря на достоверное снижение концентрации Fel d1, вероятно, этот эффект возможен только при постоянном использовании воздухоочистителя и имеет определенные ограничения. [31]. Данные о клинической эффективности очистителей воздуха противоречивы. Так, при 3-хмесячном использовании очистителя воздуха у 20 детей с бронхиальной астмой обнаружено снижение неспецифической гиперреактивности бронхов и вариабельности PEF, при этом концентрация Fel d 1 в воздухе оставалась стабильной [32]. В то же время у 35 взрослых, сенсibilизированных к кошке аналогичное по длительности воздействие очистителя воздуха с HEPA фильтром, снижало концентрацию Fel d 1 в воздухе, однако не оказывало значимого воздействия на клиническое состояние пациентов [33].

Многообещающие результаты получены при использовании нового поколения HEPA-фильтров у пациентов с бронхиальной астмой, индуцируемой аллергеном кошки: резко сокращалась концентрация Fel d 1 в воздухе (36,3 до 4,70 нг/м^3 , на 60 % уменьшалась частота раннего

и позднего астматического ответа в сравнении плацебо-воздухоочистителями [34].

Рекомендуется еженедельная уборка с использованием пылесоса. Есть данные о более эффективном снижении уровня Fel d 1 при использовании пылесосов на водной основе в сравнении с традиционными «сухими» [35].

Важной составляющей мероприятий по снижению концентрации аллергенов в воздухе является создание системы вентиляции с целью увеличения скорости воздухообмена. Однако крайне сложно оценить возможные эффекты, связанные с изменением потоков воздуха в помещении. Вместе с тем, клинический опыт свидетельствует о том, что в недостаточно вентилируемых помещениях создается высокая концентрация аллергенов животного происхождения (или микст-аллергенов), что, как правило, проявляется в развитии симптомов аллергического заболевания.

В ночное время возможна работа прибора, создающего ламинарный поток воздуха в ближайшем окружении пациента. Эффективность данного устройства показана

в ряде исследований, однако имплементация данного действа в реальную жизнь сомнительна.

Таким образом, необходимость и эффективность элиминационных мероприятий в отношении пушных животных зависит от конкретной клинической ситуации (наличие сенсибилизации к релевантным аллергенам, в том числе компонентам; клинических проявлений при экспозиции последних; наличия аллергических заболеваний и т.д.), практической возможности контроля над уровнем аллергенов, приверженности семьи к рекомендациям врача. С учетом вышесказанного, на сегодня оптимальным представляется персонализация рекомендаций, связанных с элиминационными мероприятиями в отношении домашних питомцев.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Financing. The study did not have sponsorship.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. Authors declares no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ronmark E., Bjerg A., Perzanowski M., Platts-Mills T., Lundback B. Major increase in allergic sensitization in schoolchildren from 1996 to 2006 in northern Sweden. // *J Allergy Clin Immunol.* – 2009. – V.124. – P.357–363. DOI: 10.1016/j.jaci.2009.05.011
2. Linneberg A., Nielsen N.H., Madsen F., Frolund L., Dirksen A., Jorgensen T. Increasing prevalence of specific IgE to aeroallergens in an adult population: two cross-sectional surveys 8 years apart: the Copenhagen allergy study. // *J Allergy Clin Immunol.* – 2000. – V.106 – P.247–252. DOI: 10.1067/mai.2000.108312
3. Bousquet P.-J., Chinn S., Janson C., Kogevinas M., Burney P., Jarvis D. Geographical variation in the prevalence of positive skin tests to environmental aeroallergens in the European community respiratory health survey I. // *Allergy.* – 2007 – V.62(3) – P.301–309. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2006.01293.x
4. Salo P.M., Arbes S.J. Jr, Jaramillo R., Calatroni A., Weir C.H. et al. Prevalence of allergic sensitization in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2005–2006. // *J Allergy Clin Immunol.* – 2014 – V.134 – P.350–359. DOI: 10.1053/j.ajkd.2009.01.099
5. Senanayake M.P., de Silva R., Jayamanna M.D., Jayasinghe J.A., Ratnayaka D., et al. Identification of aero-allergen sensitization in children seeking treatment for bronchial asthma at a tertiary care hospital for children in Sri Lanka. // *Ceylon Med J.* – 2014 – V.59 – P.89. DOI: 10.4038/cmj.v59i3.7469-93.
6. Qi J., Zhao Y., Li W., Wang J., Zhang Y., Zhang Y. Analysis of allergens spectrum in children with allergic rhinitis in Zhengzhou district. // *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou JingWai Ke Za Zhi.* – 2015 – V.29 – P.404–406. (In Chinese). PMID: 26103656
7. Heinzerling L.M., Burbach G.J., Edenharter G., Bachert C., Bindslev-Jensen C., et al. GA(2)LEN skin test study I: GA(2) LEN harmonization of skin prick testing: novel sensitization patterns for inhalant allergens in Europe. // *Allergy.* – 2009 – V.64 – P.1498–1506. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2009.02093.x
8. Curin M., Reininger R., Swoboda I., Focke M., Valenta R., Spitzauer S. Skin prick test extracts for dog allergy diagnosis show considerable variations regarding the content of major

REFERENCES

1. Ronmark E., Bjerg A., Perzanowski M., Platts-Mills T., Lundback B. Major increase in allergic sensitization in schoolchildren from 1996 to 2006 in northern Sweden. *J Allergy Clin Immunol.* 2009;124: 357–363. DOI: 10.1016/j.jaci.2009.05.011
2. Linneberg A., Nielsen NH, Madsen F, Frolund L, Dirksen A, Jorgensen T. Increasing prevalence of specific IgE to aeroallergens in an adult population: two cross-sectional surveys 8 years apart: the Copenhagen allergy study. *J Allergy Clin Immunol.* 2000; 106:247–252. DOI: 10.1067/mai.2000.108312
3. Bousquet P-J, Chinn S, Janson C, Kogevinas M, Burney P, Jarvis D. Geographical variation in the prevalence of positive skin tests to environmental aeroallergens in the European community respiratory health survey I. *Allergy.* 2007;62(3):301–309. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2006.01293.x
4. Salo PM, Arbes SJ Jr, Jaramillo R, Calatroni A, Weir CH et al. Prevalence of allergic sensitization in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2005–2006. *J Allergy Clin Immunol.* 2014; 134:350–359. DOI: 10.1053/j.ajkd.2009.01.099
5. Senanayake MP, de Silva R, Jayamanna MD, Jayasinghe JA, Ratnayaka D, et al. Identification of aero-allergen sensitization in children seeking treatment for bronchial asthma at a tertiary care hospital for children in Sri Lanka. *Ceylon Med J.* 2014; 59:89–93. DOI: 10.4038/cmj.v59i3.7469-93.
6. Qi J, Zhao Y, Li W, Wang J, Zhang Y, Zhang Y. Analysis of allergens spectrum in children with allergic rhinitis in Zhengzhou district. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou JingWai Ke Za Zhi.* 2015;29:404–406. (In Chinese). PMID: 26103656
7. Heinzerling LM, Burbach GJ, Edenharter G, Bachert C, Bindslev-Jensen C, et al. GA(2)LEN skin test study I: GA(2) LEN harmonization of skin prick testing: novel sensitization patterns for inhalant allergens in Europe. *Allergy.* 2009;64:1498–1506. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2009.02093.x
8. Curin M, Reininger R, Swoboda I, Focke M, Valenta R, Spitzauer S. Skin prick test extracts for dog allergy diagnosis show considerable variations regarding the content of major and minor dog allergens. *Int Arch Allergy Immunol.* 2011;154(3):258–63. DOI: 10.1159/000321113

- and minor dog allergens. // *Int Arch Allergy Immunol.* – 2011 – V.154(3) – P.258-63. DOI: 10.1159/000321113
9. Flohr C., Yeo L. Atopic dermatitis and the hygiene hypothesis revisited. // *Curr Probl Dermatol* – 2011 – V.41 – P.1-34. DOI: 10.1159/000323290
 10. Gehring U., Bolte G., Borte M., Bischof W., Fahlbusch B., et al. Lifestyle-Related Factors on the Immune System and the Development of Allergies in Childhood. Exposure to endotoxin decreases the risk of atopic eczema in infancy: a cohort study. // *J Allergy Clin Immunol* – 2001 – V.108(5) – P.847-854. DOI: 10.1067/mai.2001.119026
 11. Zirngibl A., Franke K., Gehring U., von Berg A., Berdel D., et al. Exposure to pets and atopic dermatitis during the first two years of life. A cohort study. // *Pediatr Allergy Immunol.* – 2002 – V.13(6) – P.394-401. DOI: 10.1034/j.1399-3038.2002.01110.x
 12. Wegienka G., Johnsson C.C., Havstad S., Ownby D.R., Nicholas C., Zoratti E.M. Lifetime dog and cat exposure and dog- and cat-specific sensitization at age 18 years. // *Clin Exp Allergy* – 2011 – V.41(7) – P.979-986. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2011.03747.x
 13. Roduit C., Wohlgensinger J., Frei R., Bitter S., Bieli C. et al. Prenatal animal contact and gene expression of innate immunity receptors at birth are associated with atopic dermatitis. // *J Allergy Clin Immunol* – 2011 – V.127(1) – P.179-185. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.10.010
 14. Langan S.M., Flohr C., Williams H.C. The role of furry pets in eczema: a systematic review. // *Arch Dermatol* – 2007 – V.143(12) – P.1570-1577. DOI: 10.1001/archderm.143.12.1570
 15. Custovic A., Simpson B.M., Simpson A., Kissen P., Woodcock A. Effect of environmental manipulation in pregnancy and early life on respiratory symptoms and atopy during first year of life: a randomized trial. // *Lancet* – 2001 – V.358 – P.188-193. DOI: 10.1097/00006254-200201000-00010
 16. Koopman L.P., van Strien R.T., Kerkhof M., Wijga A., Smit H.A. et al. Placebo-controlled trial of house dust mite-impermeable mattress covers. // *Am J Respir Crit Care Med* – 2002 – V.166 – P.307-313. DOI: 10.1164/rccm.2106026
 17. Capristo C., Romei I., Boner A.L. Environmental prevention in atopic eczema dermatitis syndrome (AEDS) and asthma: avoidance of indoor allergens. // *Allergy* – 2004 – V.59(78) – P.53-60. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2004.00652.x
 18. Chen C.M., Sausenthaler S., Bischof W., Herbarth O., Borte M. et al. Perinatal exposure to endotoxin and the development of eczema during the first 6 years of life. // *Clin Exp Dermatol.* – 2010 – V.35 (3) – P.238-244. DOI: 10.1111/j.1365-2230.2009.03460.x
 19. Lodge C.J., Allen K.J., Lowe A.J., Hill D.J., Hosking C.S. et al. Perinatal cat and dog exposure and the risk of asthma and allergy in the urban environment: a systematic review of longitudinal studies. // *Clin Dev Immunol* – 2012 – V.2012 – P.1-10. DOI: 10.1155/2012/176484
 20. Pelucchi C., Galeone C., Bach J.F., La Vecchia C., Chatenoud L. Pet exposure and risk of atopic dermatitis at the pediatric age: a meta-analysis of birth cohort studies. // *J Allergy Clin Immunol.* – 2013 – V.132(3) – P.616-622. DOI: 10.1016/j.jaci.2013.04.009
 21. Bremner S.F., Simpson E.L. Dust mite avoidance for the primary prevention of atopic dermatitis: a systematic review and meta-analysis. // *Pediatr Allergy Immunol* – 2015 – V.26 – P.646-654. DOI: 10.1111/pai.12452
 22. Haftenberger M., Laußmann D., Ellert U., Kalcklösch M., Langan U. et al. Prevalence of sensitisation to aeroallergens and food llergens: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). // *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* – 2013 – V.56 – P.687-697. DOI: 10.3390/pharmacy6020052
 23. Björnsdóttir U.S., Jakóbinudóttir S., Runarsdóttir V., Juliusson S. The effect of reducing levels of cat allergen (Fel d 1) on clinical symptoms in patients with cat allergy. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2003;91:189-194. DOI: 10.1016/s1081-1206(10)62176-x
 9. Flohr C., Yeo L. Atopic dermatitis and the hygiene hypothesis revisited. *Curr Probl Dermatol.* 2011;41:1-34. DOI: 10.1159/000323290
 10. Gehring U., Bolte G., Borte M., Bischof W., Fahlbusch B., et al. Lifestyle-Related Factors on the Immune System and the Development of Allergies in Childhood. Exposure to endotoxin decreases the risk of atopic eczema in infancy: a cohort study. *J Allergy Clin Immunol.* 2001;108(5):847-854. DOI: 10.1067/mai.2001.119026
 11. Zirngibl A., Franke K., Gehring U., von Berg A., Berdel D., et al. Exposure to pets and atopic dermatitis during the first two years of life. A cohort study. *Pediatr Allergy Immunol.* 2002;13(6):394-401. DOI: 10.1034/j.1399-3038.2002.01110.x
 12. Wegienka G., Johnsson CC, Havstad S, Ownby DR, Nicholas C, Zoratti EM. Lifetime dog and cat exposure and dog- and cat-specific sensitization at age 18 years. *Clin Exp Allergy.* 2011;41(7):979-986. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2011.03747.x
 13. Roduit C, Wohlgensinger J, Frei R, Bitter S, Bieli C et al. Prenatal animal contact and gene expression of innate immunity receptors at birth are associated with atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol.* 2011;127(1):179-185. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.10.010
 14. Langan SM, Flohr C, Williams HC. The role of furry pets in eczema: a systematic review. *Arch Dermatol.* 2007;143(12):1570-1577. DOI: 10.1001/archderm.143.12.1570
 15. Custovic A, Simpson BM, Simpson A, Kissen P, Woodcock A. Effect of environmental manipulation in pregnancy and early life on respiratory symptoms and atopy during first year of life: a randomized trial. *Lancet.* 2001;358:188-193. DOI: 10.1097/00006254-200201000-00010
 16. Koopman LP, van Strien RT, Kerkhof M, Wijga A, Smit HA et al. Placebo-controlled trial of house dust mite-impermeable mattress covers. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:307-313. DOI: 10.1164/rccm.2106026
 17. Capristo C, Romei I, Boner AL. Environmental prevention in atopic eczema dermatitis syndrome (AEDS) and asthma: avoidance of indoor allergens. *Allergy.* 2004; 59(78):53-60. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2004.00652.x
 18. Chen CM, Sausenthaler S, Bischof W, Herbarth O, Borte M et al. Perinatal exposure to endotoxin and the development of eczema during the first 6 years of life. *Clin Exp Dermatol.* 2010; 35(3):238-244. DOI: 10.1111/j.1365-2230.2009.03460.x
 19. Lodge CJ, Allen KJ, Lowe AJ, Hill DJ, Hosking CS et al. Perinatal cat and dog exposure and the risk of asthma and allergy in the urban environment: a systematic review of longitudinal studies. *Clin Dev Immunol.* 2012;2012:1-10. DOI: 10.1155/2012/176484
 20. Pelucchi C, Galeone C, Bach JF, La Vecchia C, Chatenoud L. Pet exposure and risk of atopic dermatitis at the pediatric age: a meta-analysis of birth cohort studies. *J Allergy Clin Immunol.* 2013;132(3):616-622. DOI: 10.1016/j.jaci.2013.04.009
 21. Bremner SF, Simpson EL. Dust mite avoidance for the primary prevention of atopic dermatitis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Allergy Immunol.* 2015;26:646-654. DOI: 10.1111/pai.12452
 22. Haftenberger M, Laußmann D, Ellert U, Kalcklösch M, Langan U et al. Prevalence of sensitisation to aeroallergens and food llergens: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2013;56:687-697. DOI: 10.3390/pharmacy6020052
 23. Björnsdóttir US, Jakóbinudóttir S, Runarsdóttir V, Juliusson S. The effect of reducing levels of cat allergen (Fel d 1) on clinical symptoms in patients with cat allergy. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2003;91:189-194. DOI: 10.1016/s1081-1206(10)62176-x

23. Björnsdóttir U.S., Jakobinudóttir S., Runarsdóttir V., Juliusson S. The effect of reducing levels of cat allergen (Fel d 1) on clinical symptoms in patients with cat allergy. // *Ann Allergy Asthma Immunol.* – 2003 – V.91 – P.189–194. DOI: 10.1016/s1081-1206(10)62176-x
24. Carayol N., Birnbaum J., Magnan A., Ramadour M., Lanteaume A. et al. Fel d 1 production in the cat skin varies according to anatomical sites. // *Allergy.* – 2000 – V.55 – P.570–573. DOI: 10.1034/j.1398-9995.2000.00588.x
25. Avner DB, Perzanowski MS, Platts-Mills TA, Woodfolk JA. Evaluation of different techniques for washing cats: quantitation of allergen removed from the cat and the effect on airborne Fel d 1. // *J Allergy Clin Immunol.* – 1997 – V.100 – P.307–312.
26. [https://doi.org/10.1016/s0091-6749\(97\)70242-2](https://doi.org/10.1016/s0091-6749(97)70242-2)
27. Nageotte C., Park M., Havstad S., Zoratti E., Ownby D. Duration of airborne Fel d 1 reduction after cat washing. // *J Allergy Clin Immunol.* – 2006 – V.118 – P.521–522. DOI: 10.1016/j.jaci.2006.04.049
28. 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 – V.7(2) – P.68–73. <https://doi.org/10.1002/iid3.244>
29. Lanzarini N M, Bentes GA, Volotão EM, Pinto MA. Use of chicken immunoglobulin Y in general virology. // *Journal Of Immunoassay & Immunochemistry.* – 2018. – V.39 – P. 235–248. <https://doi.org/10.1080/15321819.2018.1500375>
30. Larsson A, Bålöw RM, Lindahl TL, Forsberg PO. Chicken antibodies: taking advantage of evolution--a review. // *Poultry Science.* – 1993;72:1807–1812. <https://doi.org/10.3382/ps.0721807>
31. Gherasim A, de Blay F. Does Air Filtration Work for Cat Allergen Exposure? // *Curr Allergy Asthma Rep.* – 2020 – V.20(6) – P.18. <https://doi.org/10.1007/s11882-020-00912-w>
32. Gore RB, Bishop S, Durrell B, Curbishley L, Woodcock A, Custovic A. Air filtration units in homes with cats: can they reduce personal exposure to cat allergen? // *Clin Exp Allergy.* – 2003 – V.33 – P.765–769. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2003.01678.x>
33. van der Heide S, van Aalderen WM, Kauffman HF, Dubois AE, de Monchy JG. Effects of air cleaners in homes of asthmatic children sensitized to pet allergens. // *J Allergy Clin Immunol.* – 1999 – V.104(2 Pt 1) – P.447–451. [https://doi.org/10.1016/s0091-6749\(99\)70391-x](https://doi.org/10.1016/s0091-6749(99)70391-x)
34. Wood R, Johnson E, Van Natta M, Chen P, Eggleston P. A placebo-controlled trial of a HEPA air cleaner in the treatment of cat allergy. // *Am J Respir Crit Care Med.* – 1998 – V.158 – P.115–120. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.158.1.9712110>
35. Gherasim A, Jacob A, Schoettel F, Domis N, de Blay F. Efficacy of air cleaners in asthmatics allergic to cat in ALYATEC® environmental exposure chamber. // *Clin Exp Allergy.* – 2019 – V.50 – P.1–10. <https://doi.org/10.1111/cea.13511>
36. Poole TB, King SP, Suphioglu C. Effectiveness of vacuuming and carpet washing in the removal of the major cat allergen, Fel d 1. // *Allergy* – 2020 – V.8. <https://doi.org/10.1111/all.14356>
24. Carayol N, Birnbaum J, Magnan A, Ramadour M, Lanteaume A et al. Fel d 1 production in the cat skin varies according to anatomical sites. // *Allergy.* – 2000;55:570–573. DOI: 10.1034/j.1398-9995.2000.00588.x
25. Avner DB, Perzanowski MS, Platts-Mills TA, Woodfolk JA. Evaluation of different techniques for washing cats: quantitation of allergen removed from the cat and the effect on airborne Fel d 1. // *J Allergy Clin Immunol.* – 1997;100:307–312.
26. [https://doi.org/10.1016/s0091-6749\(97\)70242-2](https://doi.org/10.1016/s0091-6749(97)70242-2)
27. Nageotte C, 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. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2006.04.049>
28. 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. <https://doi.org/10.1002/iid3.244>
29. Lanzarini N M, Bentes GA, Volotão EM, Pinto MA. Use of chicken immunoglobulin Y in general virology. // *Journal Of Immunoassay & Immunochemistry.* – 2018;39:235–248. <https://doi.org/10.1080/15321819.2018.1500375>
30. Larsson A, Bålöw RM, Lindahl TL, Forsberg PO. Chicken antibodies: taking advantage of evolution--a review. // *Poultry Science.* – 1993;72:1807–1812. <https://doi.org/10.3382/ps.0721807>
31. Gherasim A, de Blay F. Does Air Filtration Work for Cat Allergen Exposure? // *Curr Allergy Asthma Rep.* – 2020 14;20(6):18. <https://doi.org/10.1007/s11882-020-00912-w>
32. Gore RB, Bishop S, Durrell B, Curbishley L, Woodcock A, Custovic A. Air filtration units in homes with cats: can they reduce personal exposure to cat allergen? // *Clin Exp Allergy.* – 2003;33:765–769. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2003.01678.x>
33. van der Heide S, van Aalderen WM, Kauffman HF, Dubois AE, de Monchy JG. Effects of air cleaners in homes of asthmatic children sensitized to pet allergens. // *J Allergy Clin Immunol.* – 1999;104(2 Pt 1):447–451. [https://doi.org/10.1016/s0091-6749\(99\)70391-x](https://doi.org/10.1016/s0091-6749(99)70391-x)
34. Wood R, Johnson E, Van Natta M, Chen P, Eggleston P. A placebo-controlled trial of a HEPA air cleaner in the treatment of cat allergy. // *Am J Respir Crit Care Med.* – 1998;158:115–120. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.158.1.9712110>
35. Gherasim A, Jacob A, Schoettel F, Domis N, de Blay F. Efficacy of air cleaners in asthmatics allergic to cat in ALYATEC® environmental exposure chamber. // *Clin Exp Allergy.* – 2019;50:1–10. <https://doi.org/10.1111/cea.13511>
36. Poole TB, King SP, Suphioglu C. Effectiveness of vacuuming and carpet washing in the removal of the major cat allergen, Fel d 1. // *Allergy.* – 2020;8. <https://doi.org/10.1111/all.14356>

Информация об авторах

Пампура Александр Николаевич, д.м.н., заведующий отделом аллергологии и клинической иммунологии, Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева, Москва, Россия. e-mail: apampura1@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5039-8473.

Мигачёва Наталья Бегиевна, к.м.н., доцент кафедры педиатрии, Самарский государственный медицинский

Information about the authors

Aleksandr N. Pampura, Dr. Sci. (Med.), head of Department of Allergology and clinical immunology Clinical Research Institute of Pediatrics, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0001-5039-8473. e-mail: apampura1@mail.ru

Natal'ya B. Migachyova, Can. Sci. (Med.), docent Department of Pediatrics, Samara State Medical University, Samara, Russia. ORCID: 0000-0003-0941-9871. e-mail: nbmigacheva@gmail.com

университет, Самара, Россия. ORCID: 0000-0003-0941-9871. e-mail: nbmigacheva@gmail.com.

Варламов Евгений Евгеньевич, к.м.н., старший научный сотрудник отдела аллергологии и клинической иммунологии Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева, Москва, Россия. ORCID: 0000-0003-4295-725X. e-mail: evarlamov@pedklin.ru

Асманов Алан Исмаилович, к.м.н., руководитель научного отдела острой и хронической патологии уха, горла и носа обособленного структурного подразделения Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева, Москва, Россия. ORCID: 0000-0002-3116-6447. e-mail: asmanov@pedklin.ru.

Вклад авторов

А.Н. Пампура — разработка концепции статьи, интерпретация информации и обсуждение;

Н.Б. Мигачева — поиск и анализ исследований по теме статьи;

Е.Е. Варламов — сбор информации и подготовка статьи к печати;

А.И. Асманов — анализ баз данных и обсуждение результатов исследований.

Evgenii E. Varlamov, Can. Sci. (Med.), senior researcher of Department of Allergology and clinical immunology, Clinical Research Institute of Pediatrics, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0003-4295-725X. e-mail: evarlamov@pedklin.ru

Alan I. Asmanov, Can. Sci. (Med.), head of Department of Acute and chronic diseases of the ear, throat and nose Clinical Research Institute of Pediatrics, Moscow, Russia. ORCID: 0000-0002-3116-6447. e-mail: asmanov@pedklin.ru

Authors contribution

Aleksandr N. Pampura — development of the concept of the article, interpretation of information and discussion

Natal'ya B. Migachyova — search and analysis of studies on the topic of the article

Evgenii E. Varlamov — gathering information and preparing an article for printing

Alan I. Asmanov — analysis of databases and discussion of research results

Получено / Received: 15.10.2020

Принято к печати / Accepted: 21.10.2020