



¹ Научно-клинический центр аллергологии и иммунологии

² Ассоциация детских аллергологов и иммунологов России

³ Медицинский университет «Реавиз», Москва

⁴ Академия постдипломного образования Федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства

⁵ Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова

Оценка эффективности стирки с паром в элиминации клещей домашней пыли *Pyroglyphidae*

С.С. Масальский, к.м.н.¹⁻³, Ю.В. Рамазанова^{1,2}, Ю.С. Смолкин, д.м.н., проф.^{1,2,4}, О.Ю. Смолкина¹, Т.М. Желтикова, д.б.н.⁵

Адрес для переписки: Сергей Сергеевич Масальский, masalsky@live.com

Для цитирования: Масальский С.С., Рамазанова Ю.В., Смолкин Ю.С. и др. Оценка эффективности стирки с паром в элиминации клещей домашней пыли *Pyroglyphidae*. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (51): 24–30.

DOI 10.33978/2307-3586-2023-19-51-24-30

Элиминация антигенов клещей домашней пыли остается трудно решаемой задачей современной аллергологии. Стирка постельного и нательного белья при высоких температурах традиционно считается эффективным методом борьбы с членистоногими и используется для уничтожения пироглифных и чесоточных клещей.

Цель исследования – оценить эффективность элиминации клещей при стирке тканей в стиральных машинах с функцией подачи пара.

Материал и методы. Использовали пять стиральных машин с функцией подачи пара True Steam и Spa Steam и три вида текстиля – бязь, байку и махровую ткань.

Для оценки эффективности элиминации клещей при стирке на образцы ткани наносили культуру клещей домашней пыли, выращенную в лабораторных условиях. Использовались клещи домашней пыли семейства *Pyroglyphidae* (Acariformes, Astigmata) *Dermatophagoides farina*.

В каждой из пяти стиральных машин стирали по три образца каждого вида текстиля, всего 45 единиц образцов. По окончании стирки образцы ткани отправляли в лабораторию, где под бинокулярным микроскопом МБС-10 подсчитывали количество оставшихся особей.

Результаты. Все клещи в образцах ткани погибли. Численность клещей после стирки без моющего средства достоверно уменьшилась более чем на два порядка – с 200 до единичных экземпляров ($p < 0,001$). В разных тканях после стирки количество членистоногих варьировалось от 0 до 13 шт./5 см². Средняя численность составляла около 2 шт./5 см².

При анализе частоты выявления клещей после стирки наибольшие значения получены на образцах бязи (67% (10 из 15)). На образцах байковой и махровой ткани клещей обнаруживали в 40% (6 из 15) и 33% (5 из 15) случаев соответственно ($p = 0,003$).

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о том, что обработка паром и стирка при высоких температурах эффективно элиминируют клещей домашней пыли с разных типов текстиля. Однако плотные ткани после стирки могут сохранять большее количество особей.

Полагаем, что стирку с паром следует рассматривать как альтернативу использованию моющих средств, если избавление от клещевых аллергенов является приоритетной целью стирки.

Ключевые слова: клещи домашней пыли *Pyroglyphidae*, текстиль, элиминация клещей, стиральные машины с функцией подачи пара



Введение

Роль клещей домашней пыли в развитии аллергических заболеваний несомненна. При анализе сенсибилизации в когорте МААС (Великобритания) гиперчувствительность к клещам домашней пыли наряду с таковой к антигенам тимофеевки и кошки была ассоциирована с развитием респираторных заболеваний и астмы [1]. В 1964 г. две исследовательские группы, одну из которых возглавлял голландский ученый Р. Вурхорст, другую – японский ученый С. Осима, независимо друг от друга описали клещей семейства *Pyroglyphidae* как источник антигенных детерминант, вызывающих аллергические реакции [2].

Ранние обострения аллергических заболеваний при нахождении в домашних условиях достаточно давно связывали с домашней пылью. Так, еще в 1698 г. английский врач и ученый Дж. Флойер в «Трактате об астме» описывал больного, у которого приступы удушья возникали при подметании пола или уборке постели.

Считается, что пироглифные клещи попали в дома после domestikации (одомашнивания) диких птиц, а далее – с пером, используемым для наполнения подушек и перин. Предполагается, что после этого произошла смена органического субстрата питания клещей с эпидермиса и пера животных на частицы кожи людей [3].

Клещи домашней пыли не паразитируют на людях. Они питаются слущенным эпителием кожи.

Клещи обитают в местах, где человек задерживается достаточно долгое время, чтобы оставить частицы эпидермиса [4].

Пироглифные клещи не способны нанести прямого вреда лицам, не обладающим специфической гиперчувствительностью к антигенам клещей. Однако при патологической гиперчувствительности к белкам этих паукообразных их вред здоровью в виде развития аллергических заболеваний несомненен. Мелкие и легкие частицы погибших членистоногих, их фекалии и яйца могут попадать с током воздуха в организм и сенсибилизировать его.

Описано около 30 аллергенов клещей домашней пыли. К мажорным относят аллергены клещей, пронумерованные как 1-й, 2-й и 23-й антигены, и они характерны именно для клещей, а вот белки тропомиозины (10-е семейство) являются антигенами, перекрестно реагирующими с антигенами тараканов, креветок и нематод [5].

При аллергических заболеваниях этиологической признана аллергенспецифическая иммунотерапия, эффективность которой поддерживается как международными, так и отечественными экспертами [6]. В Кохрейновских метаанализах доказана эффективность иммунотерапии аллергенами клещей при аллергическом рините и бронхиальной астме [7].

Одной из важнейших составляющих облечения состояния пациентов с аллергией на клещей домашней пыли являются элиминационные мероприятия, направленные на исключение контакта с причинно-значимым аллергеном. Несомненно, при проведении влажной уборки, использовании специальных чехлов для матрасов и подушек концентрация клещей пыли уменьшается [8, 9]. Однако особое значение отводится уходу за постельным бельем и нательной одеждой. Ежедневно в постели люди проводят не менее шести – восьми часов, поэтому закономерно, что пироглифные клещи в большом количестве выявляются именно в постельном белье.

Производители бытовой техники предлагают специальные устройства для уничтожения клещей, например пылесосы с ультрафиолетовыми лампами. Ультрафиолет снижает вылупляемость яиц клещей на 50%, но взрослых особей убивает не раньше чем через час. Клиническое значение ультрафиолетового облучения белья и мебели остается неясным, равно как и элиминация клещей домашней пыли с помощью ультразвука [10].

Эффективным методом борьбы с членистоногими традиционно считается стирка постельного белья при высоких температурах. Она используется для уничтожения пироглифных и чесоточных клещей.

Цель настоящего исследования – оценить степень элиминации клещей пыли из различных типов тканей, которые используются для изготовления постельного белья и полотенец, при цикле стирки без моющего средства.

Гипотетически обработка паром способна заменить стирку с моющим средством или уменьшить его количество, что может быть полезно для пациентов с контактно-аллергическим дерматитом на стиральный порошок.

Наиболее часто в производстве постельного белья используются три вида хлопчатобумажной ткани: бязь, байка и фротте (https://info.spim.ru/info/bed_linens/Plotnost-postelnogobelya_1506_41_article.html).

Бязь имеет высокую плотность – 110–125 г/м². Данный вид хлопчатобумажной ткани производится с помощью крестового переплетения нитей. Выделяют четыре вида бязи: необработанную (суровую, для одежды и мебели), отбеленную (постельную), набивную (для пошива халатов, детских и женских платьев), гладкокрашеную (без изнаночной стороны). В соответствии с российскими стандартами бязь на 100% должна состоять из хлопка. Этот вид ткани чаще применяется для изготовления постельного белья.

Байка – хлопчатобумажная ткань плотностью 360–380 г/м² с невысоким мягким ворсом с обеих сторон. Ранее байка изготавливалась исключительно из шерсти и имела коричневый цвет, позднее в ее состав стали добавлять хлопок и окрашивать в разные цветовые оттенки. При производстве байкового материала применяют саржевый вид плетения нитей. На первом этапе материал получается неаккуратным, поэтому требуется последующая обработка – очищение и окрашивание.

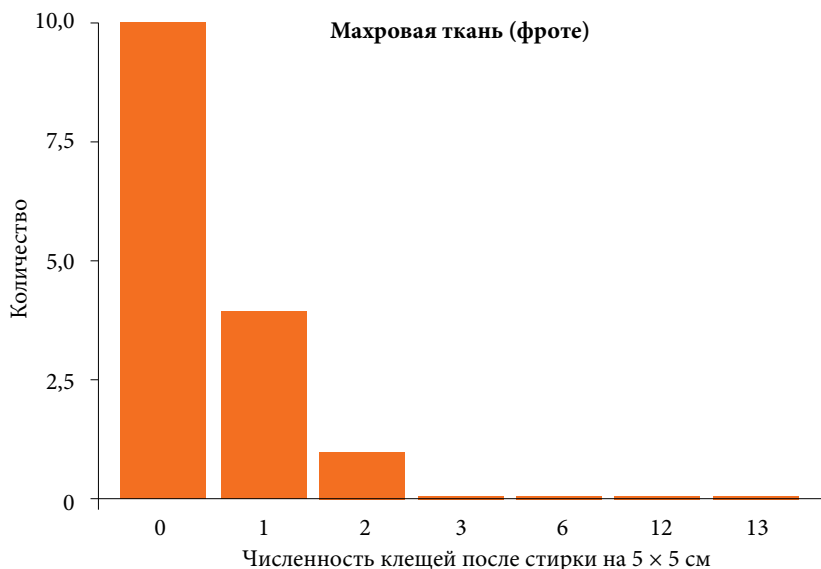
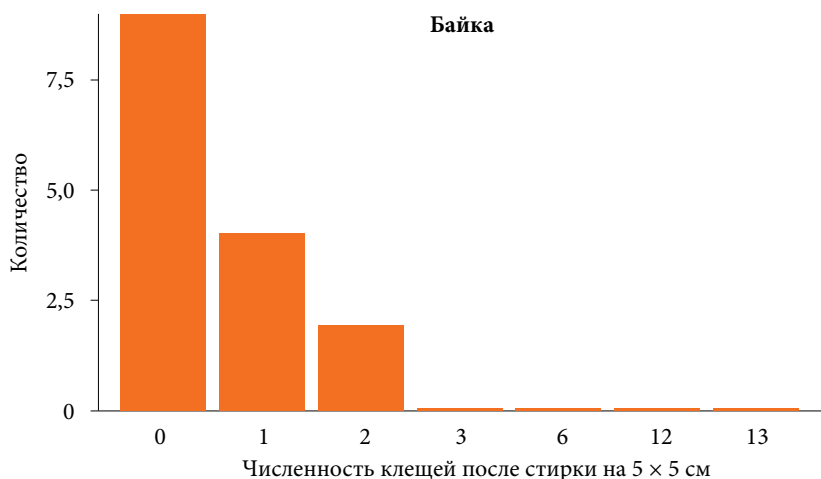
Махровая ткань – фротте, от французского слова «тереть». От других хлопковых тканей отличается особым переплетением нитей, в результате чего образуется ворс, который на самом деле является петельками из нитей основы. Изначально махровая ткань производилась исключительно из хлопка. В настоящее время допускается изготовление фротте из льна и бамбука. В некоторых случаях добавляют синтетические волокна, количество которых не должно превышать 20%.

Байковая и махровая ткани используются для производства полотенец. Плотность махровой ткани в белье достигает примерно 350–400 г/м².

Полагаем, что температура воды, обработка паром и структура ткани могут влиять на эффективность устранения клещей.

Материал и методы

В рамках исследования использовали пять моделей стиральных машин LG Electronics с функцией подачи пара True Steam и Spa Steam. В данных стиральных машинах установлены парогенераторы – нагревательные элементы, на которые посту-



Численность клещей после стирки в зависимости от типа ткани

пает небольшое количество воды. Вода преобразуется в пар, пар подается в барабан, в котором находится белье. Пар более глубоко проникает в ткань, и за счет воздействия высокой температуры потенциально происходит лучшая очистка ее от аллергенов.

В указанных машинах пар подается дважды – во время стирки и полоскания.

В обычных стиральных машинах с функцией подачи пара Spa Steam температура пара не превышает 75 °С, в стиральных машинах с функцией подачи пара True Steam температура достигает 100 °С.

Для стирки использовали программы «Паровой цикл. Гипоаллергенная» и «Паровой цикл.хлопок». Исследовали три вида ткани – бязь, байку и махровую ткань, так как они наиболее часто используются для изготовления постельных принадлежностей и различаются плотностью, а также структурой полотна.

Для оценки эффективности элиминации клещей во время стирки на образцы тканей наносили культуру клещей. Культура клещей домашней пыли была выращена в лабораторных условиях. Использовались клещи домашней пыли семейства *Pyroglyphidae* (*Acariformes, Astigmata*) *Dermatophagoideis farina*. Культуру выращивали на утильных волосах из электробритв в термостатах при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности воздуха $75 \pm 3\%$. Навеска субстрата – $0,6 \pm 0,1$ г, численность клещей – 200 ± 15 шт., площадь заражения – 5 см^2 .

В каждой машине стирали по три образца каждого вида ткани, таким образом всего было выстирано 45 образцов.

По окончании стирки образцы маркировали, упаковывали и отправляли в лабораторию, где под биноклем МБС-10 подсчитывали количество оставшихся на поверхности тканей особей.

Анализировали различия между независимыми выборками, полученными из образцов разных тканей. Использовали критерии Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса. Для выявления эффективности элиминации в образцах до и после стирки применяли непараметрический W-критерий Уилкоксона. Различия между исходами оценивали с помощью хи-квадрат. Нормальность выборки проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка.

Значимым считали результат при $p < 0,05$.

Для анализа использовали язык R версии 4.1. Графическая оболочка для языка – JASP (версия 0.17).

Результаты

Элиминация клещей после стирки

Всего в опытах было исследовано три вида ткани. До стирки было заражено 45 образцов. Численность клещей в каждом образце составляла 200 ± 15 шт. После стирки единичные особи были выявлены в 21 (47%) образце.

Все клещи на образцах ткани погибли. Численность клещей после стирки без моющего средства достоверно уменьшилась более чем на два порядка – с 200 до



единичных экземпляров ($p < 0,001$). После стирки количество членистоногих в разных видах ткани варьировалось от 0 до 13 шт./5 см². В среднем количество особей составило около 2 шт./5 см². Медиана – 0 [0; 1]. При этом 34 (75%) образца содержали 0–1 шт./5 см², что является отличным показателем элиминации аллергена. Относительно высокое число (более пяти) экземпляров выявлено в четырех (6,7%) образцах. Ранговый тест Уилкоксона в зависимых группах до и после воздействия показал высокую степень достоверности между группами. Так, стирка на машинах с функцией подачи пара без моющего средства достоверно способствовала уменьшению концентрации клещей ($W = 1035$, $p < 0,001$).

Влияние типа ткани на элиминацию клещевых аллергенов

Анализ частоты выявления клещей после стирки (15 образцов каждого вида ткани) показал, что наиболее часто они обнаруживались на бязи – 67% (10 из 15) образцов, реже – на образцах байковой и махровой ткани – 40% (6 из 15) и 33% (5 из 15) соответственно. Однако достоверность анализа была невысокой: в парах «бязь – махровая ткань» (точный критерий Фишера составил 0,27, $p > 0,05$), «бязь – байка» (0,08, $p > 0,05$). Аналогичный результат получен и в паре «бязь – байка + махровая ткань» (0,11, $p > 0,05$).

Суммарно на всех образцах ткани из бязи определялись 56 экземпляров клещей, медиана на один образец – 2 [0; 4], из махровой ткани – шесть, медиана – 0 [0; 1], из байковой ткани – восемь экземпляров клещей, медиана – 0 [0; 1]. При этом на одном из образцов бязи было выявлено сразу 13 экземпляров клещей. Дисперсионный анализ в независимых группах показал значимые различия ($F = 6,79$, $p = 0,03$). Графически распределение представлено на рисунке.

При анализе частоты выявления клещей в образцах разных тканей (девять образцов на машину) установлено, что достоверных различий по частоте загрязненных образцов и общему количеству клещей не получено ($F = 1,15$, $p = 0,35$).

Обсуждение результатов

Клещи домашней пыли влияют на аллергика не только при вдыхании, вызывая ринит и астму, но и при контакте с поврежденной кожей, приводя к обострению атопического дерматита [11].

Стирка паром может элиминировать клещей без применения моющих средств. Так, в нашей работе обработка паром и режимы стирки с подачей пара True Steam и Spa Steam позволили эффективно и достоверно избавиться от клещевых аллергенов. Аналогичные работы проводились в других центрах, при этом целью многих из них было добиться результата без химического порошка – детергента, с которым многие пациенты связывают ряд симптомов.

В 2011 г. С.Ф. Chang и соавт. в целях борьбы с клещами домашней пыли на мягких игрушках оценили эф-

фект таких методов, как заморозка, сушка в горячем барабане сушильной машины и стирка с использованием натурального моющего средства – 0,2%-ного и 0,4%-ного эвкалиптового масла. Для этого были использованы 36 мягких игрушек, по 12 на каждый метод. Все три метода привели к значительному снижению живых клещей, в среднем на 95,1, 89,1 и 95,1% соответственно [12].

Y.J. Choi и соавт. изучали влияние температуры воды и режима полоскания при стирке в стиральной машине на эффективность удаления аллергенов клещей домашней пыли, перхоти собак и пылевых клещей. Наиболее эффективной оказалась стирка при 60 °С с функцией подачи пара. Режим полоскания также играл большую роль в удалении аллергенов, особенно при более низких температурах стирки – 30 и 40 °С [13]. Однако при стирке без порошка элиминация аллергенов животных была недостаточной. Было установлено, что аллергены кошек без моющего средства удаляются плохо [13]. Корейские ученые проанализировали способность стиральных и сушильных машин удалять аллергены животных с одежды. Коэффициент удаления аллергенов кошек и собак при стирке с моющим средством составил более 99,99%. После механической стирки без моющего средства показатели удаления были ниже как для аллергенов кошек, так и для аллергенов собак. Высокотемпературная сушка оказалась эффективной для удаления аллергенов собак, но менее эффективной для удаления аллергенов кошек.

Таким образом, для элиминации аллергенов с загрязненных постельных принадлежностей или одежды альтернативой детергенту могут быть представленные выше способы очистки.

Температурная обработка повышает эффективность элиминации аллергена. В нашей работе высокотемпературная обработка паром после стирки обеспечивала дополнительный эффект очищения. Даже на плотных тканях, таких как бязь, на которых клещи могут сохраняться после стирки, они погибали и их численность была несравнимо меньше (в самом загрязненном образце концентрация клещей снизилась в 15 раз).

До настоящего времени остается спорным вопрос о вреде использования детергентов и порошка для стирки белья. Прямой вред детергентов обусловлен риском развития аллергических болезней вследствие аллергических реакций непосредственно на компоненты порошка. Речь, в частности, идет о контактно-аллергическом дерматите, аллергическом рините и астме после вдыхания компонентов средства. Непрямой вред представлен повреждением естественных защитных факторов кожи, в том числе смыванием липидной пленки и разрушением межклеточных контактов, обеднением микробиоты.

В настоящее время гипотеза разрушения кожного барьера и облегчения проникновения аллергенов развивается в работах С.А. Akdis. Ученый связывает рост аллергических заболеваний на пыльцу и пищу



с разрушающим воздействием химикатов при попадании моющих средств и микропластика на кожу и в кишечник, после чего другие аллергены с большей вероятностью способны проникнуть в организм и вызвать аллергическую реакцию [14]. Считается, что порошок и мыло выступают проводниками для других видов аллергенов.

Однако пока не получено достаточно доказательств для отказа от применения гелей для душа и порошков для стирки, создаваемых химической промышленностью, в целях профилактики развития аллергических болезней [15].

В то же время установлено, что увеличенные концентрации детергентов при вдыхании и попадании на кожу играют значимую роль в развитии профессиональной аллергологической патологии у работающих на химических производствах [16].

Опыт авторов данного исследования также свидетельствует об обеспокоенности родителей пациентов, страдающих атопическим дерматитом. Некоторые из них в качестве причины обострения заболевания указывают использование средств для стирки. При этом они не связывают обострение кожного процесса с контактом с аллергенами клещей домашней пыли, эпителия животных и другими описанными триггерами.

Таким образом, существует определенная настороженность в отношении развития контактно-аллергического дерматита на моющие средства, поэтому необходимо более детальное изучение проблемы [17].

Химические аллергены не могут быть полноценными аллергенами, однако они являются признанными гаптенами. Химические аллергены демонстрируют свои потенциальные иммунологические свойства только после соединения с белками или белковоподобными субстанциями. Это означает, что гиперчувствительность будет проявляться в виде клеточных реакций непосредственно в коже, и специфические антитела могут не образовываться. В связи с этим специальных исследований крови для определения аллергии на порошок не создано, хотя в экспериментальных работах показано, что при контактах с подобными агрессивными средами активируются В-лимфоциты и вырабатываются антитела к гаптенно-белковым комплексам [18].

Контактно-аллергический дерматит может возникать в ответ на воздействие большинства химических соединений. Наиболее статистически вероятные эпизоды объединены в так называемый перечень аллергенов европейской серии. Этот перечень регулярно пересматривается профильным обществом по изучению контактного дерматита. В этом списке компоненты стирального порошка отсутствуют, что косвенно свидетельствует о редкости развития подобных случаев [19].

Не подтвердились реакции и на биоэнзимы – крупные белковые молекулы, синтезируемые бактериями и используемые для растворения белковых загрязнений. Поиск аллергии на энзим алкалазу в стираль-

ном порошке также не был успешен [20]. А. Sekkat и соавт. в течение 12 месяцев наблюдали группу рабочих, использовавших энзимсодержащие моющие средства для стирки одежды и отмывания сложных загрязнений, однако контактный дерматит у них не был зафиксирован [21].

В работе К. Sarlo и соавт. были проанализированы истории болезней 16 тыс. человек [22]. У 37 были обнаружены антитела против энзимов. При этом все пациенты с симптомами предполагаемой реакции на стиральный порошок были выявлены до 1970 г. У 14 лиц с антителами, которые наблюдались в 1980–2000-х гг., жалоб, связанных с использованием порошка и энзимов, не зафиксировано. Однако неясно, причина кроется в совершенствовании диагностики или более безопасном составе детергентов. Контактные реакции на бытовую химию могут быть связаны с консервантами. Изучение консерванта methylisothiazolinone показало, что после десяти минут стирки с коротким полосканием он не определялся в текстиле, поэтому не может вызвать нежелательной реакции [23].

Редкость аллергии на порошок доказали Е.М. Cornier и соавт. [24]. Из 2000 пациентов с атопическим дерматитом 6% было с экземой кистей. Связи между развитием патологии и использованием порошка не обнаружено.

Рабочая группа по изучению контактного дерматита дополнила представленные выше данные результатами своих наблюдений, однако пришла к аналогичным выводам [25].

Следует отметить, что кожная сыпь может наблюдаться после использования косметики и моющих средств. Большинство случаев связано с причинами, не зависящими от иммунологических специфических механизмов.

Чаще реакции на порошок – это химическое раздражение кожи вследствие недостаточного выполаскивания (простой раздражительный, ирритантный дерматит) или вообще не связанное с иммунологической реакцией на порошок, а являющееся следствием другой аллергии или вирусной инфекции.

Следовательно, аллергия на моющие средства – потенциально возможное, но крайне редкое явление в клинической практике. Патч- и прик-тесты с растворами порошка, которые не являются стандартизированной методикой диагностики, казуистически редко вызывают реакции. Чаще приходится сталкиваться со случаями неверного объяснения симптомов и простым раздражительным дерматитом.

Естественно, с развитием новых технологий и постоянным изменением состава порошка нельзя гарантировать, что вновь синтезированные химические соединения будут абсолютно безопасны, но на момент написания статьи можно констатировать, что аллергия на стиральный порошок актуальной проблемой аллергологии пока не является.

Наше исследование показало, что современные алгоритмы стирки с обработкой паром способны спра-



витель с клещевыми аллергенами на постельном белье. При их недоступности добавление моющего средства является вполне безопасным и значительно повышает эффективность удаления аллергенных триггеров. Согласно данным литературы, это особенно значимо при загрязнении тканей утероглобином кошек.

Клещи в отличие от других бытовых аллергенов, таких как аллергены собак и кошек, могут оставаться живыми при низкотемпературной стирке без детергента и переноситься и заражать одежду, жилище. В нашей работе показано более сложное очищение от клещей плотной хлопчатобумажной ткани, какой является бязь. Полученные результаты согласуются с данными L.G. Arlian и соавт. о влиянии на качество стирки типа ткани [26]. Ученые установили, что полиэстер отстирывался хуже хлопка, на более плотных одеялах из хлопка оставалось меньше клещей, чем на хлопковых рубашках из легкой ткани.

Заключение

Стиральные машины с функцией подачи пара эффективно элиминируют клещей домашней пыли с разных типов ткани. Пар и стирка при высоких температурах уничтожили практически всех клещей. Концентрация аллергена уменьшилась более чем в 15 раз. Однако плотные ткани способны сохранять большее количество аллергенов после стирки. Как следствие, стирку с паром можно использовать в качестве альтернативы применению моющих средств, если целью является избавление от клещевых аллергенов. Подобный метод позволяет добиться более полной элиминации релевантных аллергенов с постельных принадлежностей и нательной одежды.

Кроме того, альтернативные режимы стирки снижают количество используемых моющих средств для ухода за одеждой, предметами гигиены и постельным бельем, что может быть важно для аллергиков. 🌱

Литература

1. Wickman M., Lupinek C., Andersson N., et al. Detection of IgE reactivity to a handful of allergen molecules in early childhood predicts respiratory allergy in adolescence. *EBioMedicine*. 2017; 26: 91–99.
2. Трусова О.В., Камаев А.В., Ляшенко Н.Л., Макарова И.В. Клинико-anamnestические характеристики и результаты аллергологического обследования у детей с бронхиальной астмой и аллергическим ринитом при аллергии на клещей домашней пыли. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2021; 3 (66): 40–48.
3. Elbers A.R., Blaauw P.J., Heijmans J.F., Tielen M.J. Een oriënterend onderzoek naar de mijtenfauna in stofmonsters uit varkens- en pluimveestallen in Nederland. Eerste vondst van de huisstofmijt *Dermatophagoides evansi* in pluimvee-stalstof in West-Europa. *Tijdschr. Diergeneeskd.* 2000; 125 (22): 677–678.
4. Miller J.D. The role of dust mites in allergy. *Clin. Rev. Allergy Immunol.* 2019; 57 (3): 312–329.
5. Jiménez-Feijoo R., Pascal M., Moya R., et al. Molecular diagnosis in house dust mite-allergic patients suggests that Der p 23 is clinically relevant in asthmatic children. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 2020; 30 (2): 127–132.
6. Mitsias D.I., Херападаки Р., Makris M., Papadopoulos N.G. Immunotherapy in allergic diseases – improved understanding and innovation for enhanced effectiveness. *Curr. Opin. Immunol.* 2020; 66: 1–8.
7. Radulovic S., Calderon M.A., Wilson D., Durham S. Sublingual immunotherapy for allergic rhinitis. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2010; 2010 (12): CD002893.
8. Желтикова Т.М. Контроль и элиминация бытовых аллергенов: результаты международных исследований. *Consilium Medicum. Приложение «Педиатрия»*. 2011; 36: 12–15.
9. Owen S., Morganstern M., Hepworth J., Woodcock A. Control of house dust mite antigen in bedding. *Lancet*. 1990; 335 (8686): 396–397.
10. Lah E.F., Musa R.N., Ming H.T. Effect of germicidal UV-C light (254 nm) on eggs and adult of house dustmites, *Dermatophagoides pteronyssinus* and *Dermatophagoides farinae* (Astigmata: Pyroglyphidae). *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 2012; 2 (9): 679–683.
11. Смолкин Ю.С., Балаболкин И.И., Горланов И.А. и др. Согласительный документ АДАИР: atopический дерматит у детей – обновление 2019 (краткая версия). Часть 1. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2020; 60 (1): 4–25.
12. Chang C.F., Wu F.F., Chen C.Y., et al. Effect of freezing, hot tumble drying and washing with eucalyptus oil on house dust mites in soft toys. *Pediatr. Allergy Immunol.* 2011; 22 (6): 638–641.
13. Choi Y.J., Seong S., Lee K.S., et al. Effects of mechanical washing and drying on the removal of pet allergens. *Allergy Asthma Proc.* 2022; 43 (5): e25–e30.
14. Akdis C.A. Does the epithelial barrier hypothesis explain the increase in allergy, autoimmunity and other chronic conditions? *Nat. Rev. Immunol.* 2021; 21 (11): 739–751.
15. Xian M., Wawrzyniak P., Rückert B., et al. Anionic surfactants and commercial detergents decrease tight junction barrier integrity in human keratinocytes. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2016; 138 (3): 890–893.e9.
16. Hole A.M., Draper A., Jolliffe G., et al. Occupational asthma caused by bacillary amylase used in the detergent industry. *Occup. Environ. Med.* 2000; 57 (12): 840–842.
17. Сергеев Ю.В., Гусева Т.П., Стась Л.И., Сластущенская И.Е. Оценка переносимости средств бытовой химии у пациентов с аллергическими заболеваниями кожи и верхних дыхательных путей. *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. 2008; 4: 39–41.



18. Singleton H., Popple A., Gellatly N., et al. Anti-hapten antibodies in response to skin sensitization. *Contact Dermatitis*. 2016; 74 (4): 197–204.
19. Wilkinson M., Gonçalo M., Aerts O., et al. The European baseline series and recommended additions: 2019. *Contact Dermatitis*. 2019; 80 (1): 1–4.
20. White I.R., Lewis J., Alami A. Possible adverse reactions to an enzyme-containing washing powder. *Contact Dermatitis*. 1985; 13 (3): 175–179.
21. Sekkat A., Boghossian J., Cookman G.R. Risk assessment: a clinical study demonstrating the safety of a laundry detergent under paste use conditions / *Proceedings of 7th Pan African Conference of Dermatology*, 1995.
22. Sarlo K., Kirchner D.B., Troyano E., et al. Assessing the risk of type 1 allergy to enzymes present in laundry and cleaning products: evidence from the clinical data. *Toxicology*. 2010; 271 (3): 87–93.
23. Hofmann M.A., Giménez-Arnau A., Aberer W., et al. MI (2-methyl-4-isothiazolin-3-one) contained in detergents is not detectable in machine washed textiles. *Clin. Transl. Allergy*. 2018; 8: 1.
24. Cormier E.M., Sarlo K., Scott L.A., et al. Lack of type 1 sensitization to laundry detergent enzymes among consumers in the Philippines: results of a 2-year study in atopic subjects. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2004; 92 (5): 549–557.
25. Belsito D.V., Fransway A.F., Fowler J.F.Jr., et al. Allergic contact dermatitis to detergents: a multicenter study to assess prevalence. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2002; 46 (2): 200–206.
26. Arlian L.G., Vyszynski-Moher D.L., Morgan M.S. Mite and mite allergen removal during machine washing of laundry. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2003; 111 (6): 1269–1273.

Evaluation of the Effectiveness of Steam Washing to Eliminate House Dust Mites *Pyroglyphidae*

S.S. Masalskiy, PhD¹⁻³, Yu.V. Ramazanova^{1, 2}, Yu.S. Smolkin, MD, PhD, Prof.^{1, 2, 4}, O.Yu. Smolkina¹, T.M. Zheltikova, DBS⁵

¹ Scientific-Clinical Center of Allergology and Immunology

² Association of Pediatric Allergists and Immunologists Russia

³ Medical University 'Reaviz', Moscow

⁴ Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical-Biological Agency

⁵ I.I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera

Contact person: Sergey S. Masalskiy, masalsky@live.com

Elimination of antigens of house dust mites remains a difficult task of modern allergology.

Washing bed and underwear at high temperatures is traditionally considered the effective method of combating arthropods and is used to destroy pyroglyphic and scabies mites.

The aim of the study is to evaluate the effectiveness of tick elimination during the washing of fabrics in steam-powered washing machines.

Material and methods. *We used five washing machines with the steam supply function True Steam and Spa Steam and three types of textiles – calico, bike and terry cloth.*

To assess the effectiveness of tick elimination during washing, the culture of house dust mites grown in laboratory conditions was applied to fabric samples. House dust mites of the family Pyroglyphidae (Acariformes, Astigmata) Dermatophagoides farina were used.

In each of the five washing machines, three samples of each type of textile were washed, a total of 45 units of fabric samples. After washing, the tissue samples were sent to the laboratory, where the number of remaining individuals was counted under the MBS-10 binocular microscope.

Results. *All the ticks in the tissue samples died. The number of ticks after washing without detergent significantly decreased by more than two times – from 200 to single specimens ($p < 0.001$). In different fabrics after washing, the number of arthropods varied from 0 to 13 pcs./5 cm². The average number was about 2 pcs./5 cm².*

When analyzing the frequency of detection of ticks after washing, the highest values were obtained on calico samples (67% (10 out of 15)). On samples of flannelette and terry cloth, ticks were detected in 40% (6 out of 15) and 33% (5 out of 15) cases, respectively ($p = 0.003$).

Conclusion. *The results of the study indicate that steam treatment and washing at high temperatures effectively eliminate house dust mites from different types of textiles. However, dense fabrics after washing are able to retain a larger number of individuals.*

We believe that steam washing should be considered as an alternative to using detergents if getting rid of tick allergens is a priority goal of washing.

Keywords: *Pyroglyphidae house dust mites, textiles, tick elimination, washing machines with steam supply function*