

Современная одежда для защиты людей от присасывания иксодовых клещей: история, проблемы, перспективы

Шашина Н. И., доктор биологических наук, Ахметшина М. Б.,
ФБУН НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора,
117246, Научный проезд, 18, Москва, Россия

Кратко изложена история отечественных разработок и промышленного производства специальной одежды для защиты людей от нападения и присасывания иксодовых клещей. Описаны свойства современной отечественной и импортной защитной одежды, указаны российские нормативные документы и требования к одежде такого назначения. Приведены результаты оценки эффективности различных действующих веществ и моделей одежды в природных очагах клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов в Тюменской и Иркутской областях на таежных клещах, являющихся основными переносчиками наиболее значимых в эпидемиологическом отношении инфекций, связанных с клещами, на территории Российской Федерации. Доказаны высокие защитные свойства современных моделей защитной одежды отечественного производства в отношении клещей рода *Ixodes*. Сформулировано мнение авторов о направлении дальнейшего поиска путей повышения эффективности и безопасности одежды такого назначения.

Ключевые слова: иксодовые клещи, клещевой энцефалит, клещевые боррелиозы, профилактика клещевых инфекций, защитная одежда, пиретроиды.

Современная неспецифическая (дезинфекционная) профилактика природноочаговых клещевых инфекций направлена на предотвращение присасывания клещей к людям. При этом особенно важна индивидуальная защита людей, поскольку стало очевидно, что все способы борьбы с популяциями клещей в природных биотопах связаны с риском загрязнения окружающей среды. Дезинфекционные технологии XX века предусматривали использование с этой целью репеллентов. Однако отпугивание иксодовых клещей в большинстве случаев не бывает полным: хотя бы единичные особи проползают обработанные репеллентами зоны на одежде и коже [9]. Несмотря на многочисленные научные поиски в разных частях мира, химикам и биологам не удалось найти репеллента более эффективного, чем диэтилтолуамид (ДЭТА), который широко применяется в мире с 50-х годов прошлого века.

Основным достижением неспецифической профилактики XXI века является разработка более эффективных средств на основе пиретроидов для индивидуальной защиты от клещей. Эта группа инсектоакарицидов характеризуется быстрым убивающим членистоногих действием, обусловленным различными нарушениями проводимости нервных волокон [8].

Материалы и методы. Результаты данной работы получены в ходе экспериментов на природных популяциях таежных клещей *Ixodes persulcatus* Sch. в Тюменской и Иркутской областях. Районы испытаний являются природными очагами клещевого энцефалита (КЭ) и иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ). Использованы методы, разработанные сотрудниками НИИ Дезинфектологии и вошедшие в утвержденные документы Роспотребнадзора: Методические рекомендации [4], Руководство [6], а также в ГОСТ Р [1].

Сразу после установления в 30-х годах прошлого века роли таежных клещей в передаче возбудителя КЭ на основе изучения их биологии в общих чертах были определены способы индивидуальной защиты людей от их нападения [5]. Однако промышленный выпуск специальной одежды для защиты профессиональных контингентов людей от нападения иксодовых клещей был осуществлен в СССР только в 1970-е годы. Первый защитный костюм был разработан сотрудником Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. Н. Марциновского Лидией Ивановной Жуковой [2]. Защитный эффект этого костюма в отношении клещей основан на предотвращении проникновения клещей к телу человека (манжеты и текстильные молнии на брюках, манжеты на ру-

кавах и эластичная лента по краю капюшона, мелкосетчатое полотно рубашки). Существенным недостатком костюма было то, что клещи длительное время оставались на нем живыми и продолжали совершать попытки проникнуть под одежду. Таким образом, обязательными оставались частые само- и взаимоосмотры для снятия прицепившихся и ползающих по костюму клещей, что снижало производительность труда и эффективность защиты. Химических средств, подходящих для обработки ткани костюма с целью отпугивания или уничтожения клещей, не было, репелленты недостаточно хорошо отпугивали кровососов и пачкали одежду, а применявшиеся в те годы хлор- и фосфорорганические акарициды действовали на клещей медленно (сутками), что позволяло клещам присасываться к человеку.

Результаты. Существенный прогресс в решении задачи защиты людей от иксодовых клещей был достигнут в ходе разработки и после начала мирового промышленного производства новой группы инсектоакарицидов. Пиретроиды значительно быстрее проникают через хитиновые покровы клещей и вызывают у них нарушение проводимости нервных волокон, приводящее к параличу конечностей и не позволяющее удерживаться на одежде или коже человека. Все виды современной специальной одежды, предназначенной для защиты от иксодовых клещей и других членистоногих, основаны на применении тканей, обработанных различными пиретроидами. В настоящее время на практике реализуются два различных подхода к разработке и производству такой одежды. Сначала в США [13, 14] и позже в Европе [12] начали применять специальные аэрозольные средства на основе пиретроида перметрина для обработки одежды и спецодежды, изготовленной из тканей, при производстве обработанных этим же пиретроидом. Перметрин – один из первых пиретроидов, не содержащий циан-группу в альфа-положении между спиртовой и кислотной компонентами. Такие средства для обработки одежды и саму защитную одежду производят и продают для населения и военнослужащих в Америке и Европе уже около 25 лет для защиты от наиболее эпидемиологически опасных видов данных территорий: клеща белохвостых оленей *I. scapularis* Say. в Америке и европейского лесного клеща *I. ricinus* L. в Европе. Защитная одежда состоит из майки, рубашки и брюк, которые полностью изготовлены из обработанных перметрином тканей, в том числе и трикотажных (майка), предназначенных для непосредственного контакта с кожей человека.

На территории России в дополнение к ареалу клеща *I. ricinus* (запад европейской части страны) расположен огромный ареал таежного клеща *I. persulcatus* (восток европейской части, Урал, Сибирь, Дальний Восток). Здесь разрабатывают, изготавливают и применяют средства для обработки одежды, а также одежду, изготовленную из тканей, содержащих циперметрин [7, 8, 9]. Циперметрин – пиретроид, сходный по структуре с перметрином, но имеющий циан-группу в альфа-положении между спиртовой и кислотной компонентами. Такие средства для обработки одежды и одежду производят и продают для населения и специалистов, работающих на территории природных очагов клещевых инфекций, уже 10 лет. Защитная одежда российского производства состоит из рубашки и брюк, которые предназначены для применения в качестве «верхней одежды», надеваемой на белье.

Плюсом зарубежных разработок является использование существенно менее токсичного перметрина по сравнению с циперметрином. В целом оба вещества обладают слабой кумулятивной активностью при повторном введении в желудок, слабым сенсibiliзирующим действием, не оказывают канцерогенного, мутагенного эффекта, а также не влияют на репродуктивную функцию теплокровных животных.

Преимуществом российской продукции являются более высокие защитные свойства аэрозольных средств и акарицидных тканей в отношении клещей рода *Ixodes*. В России приняты три нормативных показателя [6], характеризующие эффективность акарицидных средств для обработки одежды или ткани с акарицидными свойствами: 1) максимальная высота подъема самок по обработанной ткани ($MV_{cp} \leq 50$ см); 2) среднее время наступления «нождауна» (отпадение с ткани в результате наступления паралича конечностей ($KT_{cp} \leq 5,0$ мин); 3) индекс изменения средней скорости присасывания самок после контакта с обработанной тканью в течение – KT_{cp} ($ИСП_{cp} \leq 1,1$). Сумма этих трех показателей характеризует защитный эффект различных тканей с акарицидным действием. Многолетние данные для таежных клещей, полученные нами в Тюменской и Иркутской областях, приведены в таблице. Перметрин и циперметрин наносили на хлопчатобумажную ткань (бязь) из расчета 1 мл 1%-ного раствора вещества на 100 см² ткани. Одновременно проведено сравнение акарицидного действия защитных костюмов Insect blocker (фирмы «Коламбия», США), изготовленных из тканей, пропитанных перметрином, и костюмов «БИОСТОП» (АО «ФПГ Энергоконтракт»,

Таблица

Средние показатели защитных свойств в отношении таежных клещей разных пиретроидов при нанесении на ткань и обработанных тканей защитной одежды

Пиретроид, защитная одежда	Показатели акарицидной активности		
	МВ, см	КТ, мин	ИСП
Перметрин	54,6	7,1	2,4
Циперметрин	32,6	3,8	0,9
Брюки Insect blocker	46,8	6,0	2,1
Брюки «БИОСТОП»	31,6	3,5	1,0

Россия), изготовленных из тканей, пропитанных циперметрином.

Судя по этим данным, циперметрин действует более быстро, чем перметрин. При этом перметрин оказывает действие на ускорение присасывания самок более чем в два раза [10]. Акарицидные свойства российских и зарубежных образцов защитной одежды соответствуют специфике действия перметрина и циперметрина, используемых при ее производстве. Таким образом, можно было бы сделать вывод, что зарубежные производители выбрали меньшую токсичность при меньшей эффективности, а российские – наоборот. Но это не так. При производстве российской защитной одежды снижают токсическое воздействие на человека за счет использования акарицидной ткани только на части костюма, а также за счет использования подкладки с этой тканью. Так, в костюме «Биостоп» (АО «ФПГ Энергоконтракт», Москва) поверхность из обработанной акарицидом ткани составляет 35–45% от всей поверхности. При этом нет контакта обработанной ткани с кожей человека под одеждой благодаря использованию подкладочной ткани, в которой при химико-аналитических исследованиях не обнаружено циперметрина. На модели *in vitro* с использованием подвижных клеток (сперматозоидов быка) не выявлено общетоксического и раздражающего действия подкладочной ткани.

Почему же в Америке и Европе предпочитают менее эффективный вариант в отличие от России? Причина, по нашему мнению, состоит в значительно более сложной биологической и эпидемиологической ситуации с клещевыми инфекциями в России. В России основным переносчиком является таежный клещ, ареал которого огромен и численность велика. На людей в подавляющем числе случаев нападают самки этого вида (нимфы примерно в 100 раз реже), которые одновременно заражены ИКБ и КЭ. Напротив, в США основным переносчиком является *I. scapularis*, и на людей часто нападают нимфы, зараженные возбудителями ИКБ (болезнь Лайма) при отсут-

ствии возбудителя КЭ. В Западной Европе в клещах обнаружены возбудители обеих инфекций, но у основного переносчика на людей нападают больше нимфы, чем самки. Несомненно, нимфы значительно менее устойчивы к действию акарицидов (в 10–12 раз), чем более крупные самки. Все это дает возможность американским и европейским производителям выбирать более мягкий, хотя и менее надежный способ защиты людей от клещей.

Приведенные данные, на наш взгляд, свидетельствуют о правильности выбора способа защиты людей от нападения клещей в России. Надежды на дальнейшее повышение эффективности специальной одежды для защиты от иксодовых клещей мы связываем в первую очередь с прогрессом химического синтеза, направленного на ускорение проникновения инсектоакарицидов, в частности пиретроидов, через покровы членистоногих. Это позволит создавать аэрозоли и ткани, эффективно защищающие людей от более широкого круга членистоногих, например клещей родов *Dermacentor* и *Hyalomma*. Дальнейшее снижение токсичности тканей, обработанных инсектоакарицидами, возможно при развитии технологий изготовления тканей, содержащих разные волокна с наружной и внутренней поверхности.

Заключение. В связи с опасностью для людей иксодовых клещей [3], а также по причине отсутствия эффективных вакцин в отношении всего комплекса болезней, связанных с этими переносчиками, предотвращение укусов клещей является предпочтительным методом профилактики клещевых болезней. Наиболее полная защита людей от риска присасывания клещей достигается применением специальной защитной одежды.

Список использованной литературы References

1. ГОСТ Р 12.4.296–2013 «Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных) Общие

технические требования. Методы испытаний». – М.: Стандартиформ, 2014.– 9 с.

2. Жукова Л. И. Костюм для механической одновременной защиты тела человека от иксодовых клещей и гнуса // Мед. паразитол.– 1975.– №1.– С. 4549.

3. Коренберг Э. И., Помелова В. Г., Осин Н. С. Природноочаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. – М: Медицина, 2013. – 463 с.

4. Методические рекомендации МР 3.5.0026-11 «Методические рекомендации по оценке эффективности и безопасности специальной одежды для защиты людей от членистоногих, вредящих здоровью человека. – М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 24 с.

5. Миронов В. С. Клещи как возможные переносчики весеннего энцефалита // Мед. паразитол. – 1938. – №3.– С. 415–435.

6. Руководство 4.2.2643-10 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности.– М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 615 с.

7. Шашина Н. И., Германт О. М. Биологические особенности таежного клеща *Ixodes persulcatus* (Ixodidae) и методы защиты людей от их нападения // Зоологический журнал.– 2010.– №1.– С. 115–120.

8. Шашина Н. И., Германт О. М. Современные методы и средства индивидуальной защиты людей от нападения иксодовых клещей. В сб.: Современные вопросы дезинфектологии. – М. ФБУН «НИИДезинфектологии» Роспотребнадзора, 2018. – С. 295–308.

9. Шестопалов Н. В., Шашина Н. И., Германт О. М. и др. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2019 г.)» // Дез. дело.– 2019.– 1.– С. 37–44.

10. Alekseev A. A., Chankina O. V., Dobrotvorsky A. K., Rukavischnikov A. V., Shashina N. I., Tkachev A. V. Susceptibility of the taiga tick *Ixodes persulcatus* Schulze to pyrethroids // Exp. appl. acarol.– 1994.– V. 18.– №4.– P. 233–240.

11. Banks S. D., Murray N., Wilder-Smith A., Logan J. G. Insecticide-treated clothes for the control of vector-borne diseases: a review on effectiveness and safety. // Med. Vet. Entomol. – 2014. –28(S1).– p. 14–25.

12. Faulde M. K. Long-lasting insecticide-treated textiles preventing from mosquito bite and mosquito-borne diseases. In: Benelli G., Mehlhorn H. Mosquito-borne diseases. Implications for public health, v. 10, 2018. – p. 281–303.

13. Schreck C. E., Mount G. A., Carlson D. A. Wear and wash persistence of permethrin used as clothing treatment for personal protection against the lone star tick (Acari: Ixodidae) // J. Med. Entomol.–1982.– V. 19.– P. 143–146.

14. Schreck C. E., Snoddy E. L., Spielman A. Pressurized sprays of permethrin or DEET on military clothing for personal protection against *Ixodes dammini* (Acari: Ixodidae) // J. Med. Entomol.–1986.– V. 23.– № 4.– P. 306–309.

Modern clothes to protect people from sucking ticks: history, problems and prospects

*Natalia Igorevna Shashina,
Doctor of Biology,*

*Marina Borisovna Akhmetshina
Scientific Research Disinfectology Institute
of Pospotrebnadzor,
Nauchny pr., 18, Moscow, 117246*

The history of domestic developments and the industrial production of special clothes for protecting people from attack and suction of Ixodid ticks is briefly described. The properties of modern domestic and foreign protective clothes are described, Russian regulatory documents and requirements for clothing for this purpose are indicated. The results of evaluating the effectiveness of various active substances and clothing models in the natural foci of tick-borne encephalitis and tick-borne borreliosis in the Tyumen and Irkutsk regions on Taiga ticks, which are the main vectors of the epidemiologically most significant infections associated with ticks in the Russian Federation, are presented. The high protective properties of modern models of protective clothing of domestic production in relation to ticks of the genus *Ixodes* are proved. The authors' opinion is formulated on the direction of further search for ways to improve the efficacy and safety of such designation of clothes.

Key words: Ixodid ticks, tick-borne encephalitis, tick-borne borreliosis, prevention of tick-borne infections, protective clothing, pyrethroids