

УДК: 616.9:595.421Ixodidae-036.22-07(571.620)"2017/2023"

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КЛЕЩЕВЫХ ТРАНСМИССИВНЫХ ИНФЕКЦИЙ В ИКСОДОВЫХ КЛЕЩАХ, УДАЛЁННЫХ ПОСЛЕ ПРИСАСЫВАНИЯ К ЧЕЛОВЕКУ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ В ЭПИДЕМИЧЕСКИЙ СЕЗОН 2017-2023 ГГ.

Н.В. Белкина, А.Г. Драгомерецкая, О.Е. Троценко, Т.А. Аушева
ФБУН Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора,
г. Хабаровск, Российская Федерация

Мониторинг за показателями обилия, видового состава и инфицированности переносчиков возбудителями клещевых трансмиссивных инфекций (КТИ) является неотъемлемым элементом эпидемиологического надзора за данной группой заболеваний. В статье представлены результаты изучения инфицированности иксодовых клещей, удалённых после присасывания к человеку на территории Хабаровского края в 2017-2023 гг. Наибольшие показатели числа нападений клещей на человека и инфицированности возбудителями КТИ были зарегистрированы у вида *I. persulcatus*, что определяет его высокую эпидемиологическую значимость. Результаты исследования подтверждают необходимость соблюдения мер неспецифической профилактики КТИ в период активности иксодовых клещей при посещении территорий лесного фонда, парковых зон, зон сохранения естественных ландшафтов.
Ключевые слова: клещевые трансмиссивные инфекции, инфицированность, полимеразная цепная реакция, иксодовые клещи, Хабаровский край

IDENTIFICATION OF TICK-BORNE PATHOGENS IN IXODID TICKS REMOVED AFTER SUCTION ON HUMANS IN THE Khabarovsk Krai Territory During 2017-2023 Epidemic Seasons

N.V. Belkina, A.G. Dragomeretskaya, O.E. Trotsenko, T.A. Ausheva
FBUN Khabarovsk research institute of epidemiology and microbiology, Khabarovsk, Russian Federation

Monitoring the abundance, species composition and infection rate of tick-borne infections (TBI) carriers is an integral element of epidemiological surveillance over this group of diseases. The article presents results of evaluation of removed from humans ixodid ticks infection rate in the Khabarovsk krai from 2017 to 2023. The highest rates of tick attacks on humans and infection rate with TBI pathogens were recorded for *I. persulcatus* species, which determines its high epidemiological significance. The results of the study confirm a necessity of compliance with TBI nonspecific prevention measures during the period of ixodid ticks activity when visiting forests, park areas, natural landscape conservation areas.

Key words: tick-borne diseases, infection rate, polymerase chain reaction, ixodid ticks, Khabarovsk krai

В последнее десятилетие на территории Российской Федерации наблюдается устойчивая тенденция к повышению уровня заболеваемости населения клещевыми трансмиссивными инфекциями (КТИ), расширению их нозоареалов, регистрации микст-инфекций, а также появлению ранее неизвестных патогенов и новых нозологических форм болезней [9, 15, 21.]

В Хабаровском крае 16 из 19 административных территорий, за исключением Тугуро-Чумиканского, Аяно-Майского и Охотского районов, являются эндемичными по вирусному клещевому энцефалиту (ВКЭ). В природных очагах на территории края циркулируют возбудители ВКЭ, риккетсиозов – *R.sibirica* и *R.heilongjiangensis*, иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ) – боррелии комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato* и *Borrelia miyamotoi*, моноцитарного эрлихиоза человека (МЭЧ) – *Ehrlichia muris*, гранулоцитарного анаплазмоза человека (ГАЧ) – *Anaplasma phagocytophilum* [3, 7, 16]. Общность переносчиков возбудителей КТИ и прокормителей всех фаз иксодовых клещей является основой формирования на территории края сочетанных природных очагов, характеризующихся стойкостью и цикличностью функционирования.

В силу урбанизации и её социально-экономических последствий, таких как увеличение площади городов, присоединение к ним близлежащих населённых пунктов, а также роста численности городского населения, городские жители всё чаще подвергаются риску встречи с иксодовыми клещами на территориях городов [4, 8].

Основными факторами, влияющими на расширение природных очагов КТИ и показатели заболеваемости населения, являются потепление климата, приводящее к увеличению численности переносчиков и прокормителей на северных границах их ареалов, антропогенный пресс, социально-экономические условия и недостаточная информированность населения о мерах профилактики этих инфекций [5, 14, 25, 26].

В связи с вышеизложенным, мониторинг за показателями обилия, видового состава и инфицированности переносчиков возбудителями КТИ является неотъемлемым элементом эпидемиологического надзора за данной группой инфекций.

Материалы и методы

В течение эпидемического сезона (апрель-октябрь) 2017-2023 гг. с целью мониторинга инфицированности переносчиков КТИ было исследовано 14868 напивавшихся иксодовых клещей, удалённых после присасывания к человеку на территории Хабаровского края (10944 экз. клещей рода *Ixodes*, 470 экз. рода *Dermacentor*, 1200 экз. рода *Haemaphysalis* и 2254 экз. без уточнения рода).

Гомогенизацию клещей проводили в гомогенизаторе TissueLyser LT (Германия). Клещей диспергировали в 250 мкл раствора для приготовления образцов (РПО). Выявление антигена вируса КЭ в клещах проводили иммуноферментным методом (ИФА) из 100 мкл суспензии клещей с использованием наборов серии «ВектоВКЭ-антиген» (АО «Вектор-Бест», г. Новосибирск). Выделение образцов суммарных нуклеиновых кислот из 100 мкл суспензии клещей проводили с использованием наборов серии «РеалБест» с последующей детекцией ДНК-маркера с использованием ПЦР-теста «РеалБест ДНК *Borrelia burgdorferi sensu lato*», «РеалБест ДНК *Borrelia miyamotoi*», «РеалБест ДНК *Anaplasma phagocytophilum/ Ehrlichia muris, E. chaffeensis*», «РеалБест ДНК *Rickettsia sibirica/Rickettsia heilongjiangensis*» (АО «Вектор-Бест», г. Новосибирск). Амплификацию нуклеиновых кислот проводили на термоциклере с флуоресцентной детекцией в режиме реального времени «CFX 96» («Bio-Rad», США).

Результаты и обсуждение

Для естественных и антропогенно-преобразованных биоценозов территорий Хабаровского края установлено распространение шести видов иксодовых клещей семейства *Ixodidae*, относящихся к трем родам: *Ixodes* (*I. persulcatus*, *I. pavlovskyi*), *Haemaphysalis* (*H. japonica*, *H. concinna*) и *Dermacentor* (*D. silvarum*, *D. reticulatus*). Для *I. persulcatus* характерна доминирующая численность и повышенная агрессивность, что предопределяет их высокую эпидемиологическую значимость в передаче возбудителей КТИ населению.

Первые имаго *I. persulcatus* в южных районах края появляются в конце марта – начале апреля. Продолжительность активности клещей в зависимости от климатических условий текущего года длится от 140 до 194 дней. Весь ход жизнедеятельности таёжного клеща (от личинки до имаго) определяется внешними условиями среды в весенне-летний период (температура, количество осадков, влажность воздуха). Климатические условия в зимний период меньше влияют на популяционные процессы, поскольку зимующие стадии хорошо адаптированы к зимовке в состоянии обязательной поведенческой диапаузы. Жизненный цикл клеща *I. persulcatus* в условиях Приамурья длится 2 года. В состоянии обязательной диапаузы голодные имаго переходят во второй половине эпидемического сезона, личинки и нимфы зимуют напивавшимися. Клещ встречается во всех районах края, за исключением Аяно-Майского и Охотского. Численность *I. pavlovskyi*, согласно данным мониторинга, относительно невысокая, поэтому эпидемиологическая значимость вида на территории Хабаровского края в настоящее время устанавливается.

Клещи рода *Dermacentor* (*D. silvarum* и *D. reticulatus*) широко распространены на территории Приамурья, обитают в различных растительных стадиях, многочисленны в кустарниковых зарослях, на опушках леса. Имаго паразитируют и зимуют на крупных позвоночных животных, в том числе домашних. Клещи менее агрессивны по отношению к человеку, относятся к видам с одногодичным циклом развития.

Первые имаго клеща *H. concinna* появляются в конце апреля, период активности вида 127-197 дней. В Приамурье является массовым видом в широколиственных, лиственных лесах, в кустарниках, на вырубках леса. Полный цикл развития клеща длится 2 года. Агрессивность по отношению к человеку невысокая.

H. japonica - типичный дальневосточный вид, в Приамурье занимает ограниченную территорию, встречается, в основном, в южных районах края. Агрессивность по отношению к человеку низкая. Ареал укладывается в границы зоны хвойно-широколиственных лесов. При этом многочисленнее вид в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах на юге края, в том числе в Хабаровском районе. Обычен в кустарниках и на вырубках [12].

Среди клещей, удалённых после присасывания к человеку и доставленных на исследование в 2018-2023 гг., 87,6% (95% ДИ: 87,0-88,19%) составили клещи рода *Ixodes*, 8,6% (95% ДИ: 8,11-9,09%) – клещи рода *Haemaphysalis*, 3,8% (95% ДИ: 3,5-4,1%) – рода *Dermacentor* (рис. 1). Пик численности клещей родов *Ixodes* и *Haemaphysalis* приходился на май-июнь, клещей рода *Dermacentor* – на май, второй подъем показателей отмечался в сентябре-октябре. Необходимо отметить, что для клещей рода *Ixodes* было характерно резкое увеличение числа нападений от 700 случаев в апреле до 4438 случаев в мае-июне с последующим резким снижением до 1132 в июле и 190 в августе.

Активность эпидемического процесса КТИ оценивается по многим критериям, в том числе и по интенсивности контактов населения с переносчиками. Среднемноголетний показатель (СМП) обращаемости за период с 2017 по 2022 гг. на территории края составил 5561 случай. Учитывая возможность самостоятельного удаления присосавшихся клещей населением, фактическое число лиц, пострадавших от их нападений, вероятно, больше регистрируемого.

В результате исследования напивавшихся клещей на наличие антигена вируса клещевого энцефалита (КЭ) в 2017-2023 гг., положительный результат был получен в 1,5% (95% ДИ: 1,3-1,69%) (222 из 14868 проб) случаев. При этом статистически значимых различий показателей инфицированности клещей вирусом КЭ в многолетней динамике выявлено не было. Также не были отмечены статистически значимые различия в выявляемости антигена вируса КЭ в разные периоды эпидемического сезона.

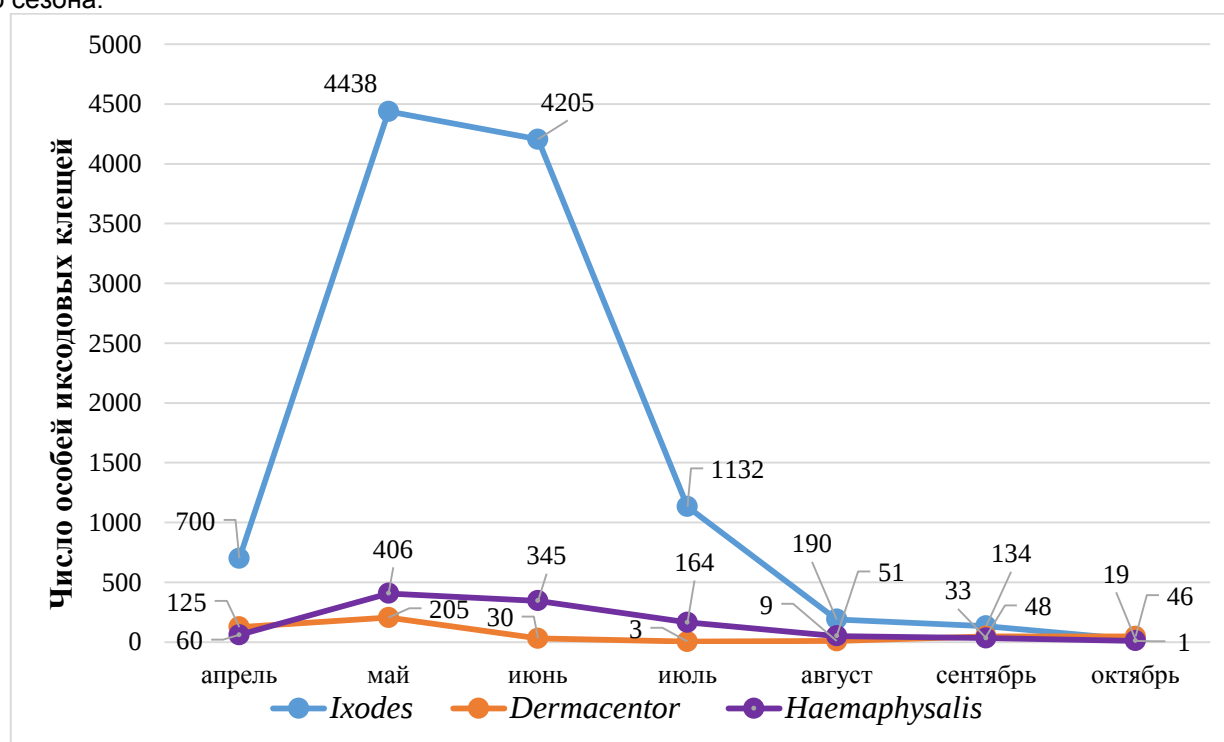


Рис. 1. Помесячная динамика численности иксодовых клещей в эпидемические сезоны 2018-2023 гг. (суммарно)

Генетический материал возбудителей ИКБ – боррелий комплекса *B.burgdorferi* s.l. был выявлен в 38,2% (95% ДИ: 36,97-39,43%), т.е. в 2497 из 6054 проб. С апреля по июль был отмечен статистически значимый рост показателей выявляемости ДНК *B. burgdorferi* s.l. ($t=3,06$, $p<0,002$), затем следовало снижение показателя к концу эпидемического сезона (рис.2).

Важно отметить, что инфицирование *B.burgdorferi* s.l. было выявлено нами у клещей родов *Ixodes*, *Dermacentor* и *Haemaphysalis*. Однако, L.Eisen et al. (2002, 2020) экспериментально подтвердили, что клещи родов *Dermacentor* и *Haemaphysalis* не способны передавать возбудителей ИКБ млекопитающим [26, 27]. Таким образом, основным вектором для возбудителей ИКБ являются клещи рода *Ixodes*.

В 2017-2023 гг. ДНК *B.miyamotoi* была обнаружена в 7,2% (95% ДИ: 6,02-8,37%) (133 из 1836 проб). Максимальный показатель инфицированности (10,2%; 95% ДИ: 7,8-12,6%) был отмечен в мае. Затем следовало статистически значимое снижение этих показателей до 1,8% (95% ДИ: 0,04-3,56%) ($t=5,52$, $p<0,001$) в июле с последующим снижением до 0 случаев в октябре (рис. 2).

В 2017-2023 гг. ДНК *A. phagocytophilum* была обнаружена в 6,2% (95% ДИ: 5,04-7,35%) (104 из 1674 проб). Показатели выявляемости достигли своих пиковых значений в июне, составив 9,7% (95% ДИ: 7,35-12,05%). Затем следовало постепенное снижение показателя выявляемости до 0 случаев в октябре.

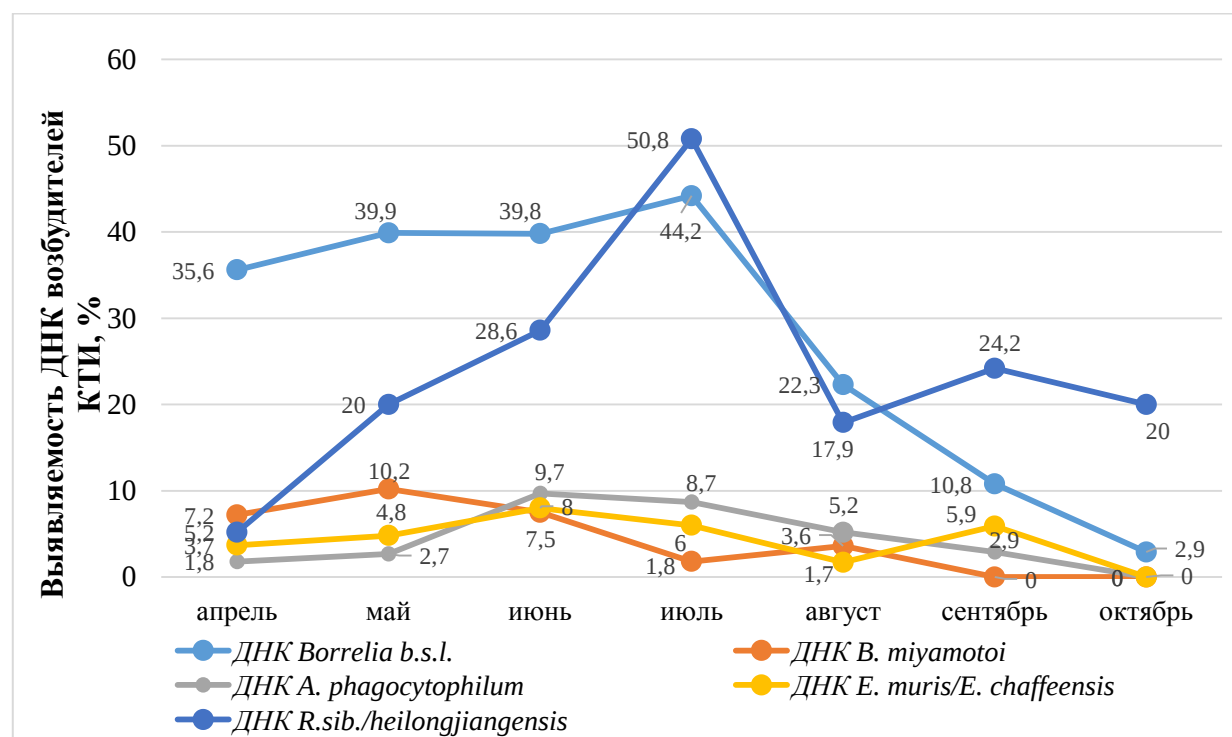


Рис. 2. Помесячная динамика удельного веса (в %) ДНК возбудителей КТИ, выявленных в иксодовых клещах в эпидемические сезоны 2017-2023 гг. (суммарно)

Генетический материал возбудителей МЭЧ был обнаружен в 6,2% (95% ДИ: 5,04-7,35%) (104 из 1674) проб. Статистически значимых различий выявляемости ДНК *E. muris/E. chaffeensis* в течение эпидемического сезона не обнаружено (рис. 2).

На наличие генетического материала возбудителей клещевых риккетсиозов (КР) (*R. sibirica* и *R. heilongjiangensis*) было исследовано 1513 экз. иксодовых клещей, удаленных после присасывания к человеку. ДНК *R. sibirica* была выявлена в 0,5% (95% ДИ: 0,15-0,85%) (7 из 1513 проб), ДНК *R. heilongjiangensis* была обнаружена в 23,5% (95% ДИ: 21,36-25,64%) (355 из 1513 проб). Максимальные показатели зараженности клещей *R. heilongjiangensis* были зафиксированы в июле и составили 50,8% (95% ДИ: 43,47-58,13%). К концу эпидемического сезона инфицированность клещей данным возбудителем снизилась до 20,0% (95% ДИ: 2,48-37,52%).

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев клещи были инфицированы возбудителем *R. heilongjiangensis*, что позволяет предполагать ведущую роль этого возбудителя в этиологии клещевых риккетсиозов у населения Хабаровского края.

В научной литературе имеются сведения о том, что доминирующим вектором для *R. heilongjiangensis* являются клещи *H. concinna* и *D. silvarum* [17, 18, 19, 24]. Результаты, полученные в ходе настоящего исследования, показали отсутствие статистически значимых различий между показателями инфицированности *R. heilongjiangensis* клещей родов *Ixodes* и *Dermacentor*. При этом показатель обнаружения ДНК возбудителя в клещах рода *Ixodes* был статистически значимо выше такового в клещах рода *Haemaphysalis* ($t=1,99$, $p<0,1$). В связи с этим считаем необходимым дальнейшее проведение исследований по определению на территории Хабаровского края лидирующего вектора для *R. heilongjiangensis*.

Важно отметить, что отдельная регистрация клещевых риккетсиозов, вызываемых *R. sibirica* и *R. heilongjiangensis*, в Хабаровском крае не проводится ввиду технической сложности лабораторной диагностики (необходимо исследование биологического материала от заболевших с использованием молекулярно-генетических методов). Диагноз в большинстве случаев устанавливается клинико-эпидемиологически. Поэтому все случаи клещевого риккетсиоза в Хабаровском крае регистрируются как сибирский клещевой тиф (СКТ), и определить соотношение числа заболевших вследствие инфицирования тем или иным патогеном в настоящее время не представляется возможным. Однако обнаружение *R. sibirica* лишь в 7 из 1513 проб (0,5%; 95% ДИ: 0,15-0,85%) иксодовых клещей, исследованных в 2017-2023 гг., позволяет предположить, что в подавляющем большинстве случаев заболевание было вызвано именно *R. heilongjiangensis* [2].

Также нередки случаи одновременного инфицирования клещей несколькими патогенами, что может быть причиной возникновения микст-инфекций у пострадавших от присасывания клеща людей. Доказано, что существование в одном клеще возбудителей вирусной и бактериальной этиологии не

вызывает взаимного отрицательного влияния возбудителей, которые находятся в состоянии симбиоза [4].

В результате исследований, проведенных в эпидемический сезон 2017-2023 гг., было выявлено микст-инфицирование иксодовых клещей возбудителями КТИ (табл. 1).

Таблица 1

**Микст-инфицирование иксодовых клещей разных родов
в 2017-2023 гг.**

№ пп	Маркеры возбудителей	Род клещей		
		<i>Ixodes</i>	<i>Dermacentor</i>	<i>Haemaphysalis</i>
1	ВКЭ+ <i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
2	ВКЭ+ <i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i>	+	-	-
3	ВКЭ+ <i>B.b.s.l.</i>	+	-	+
4	ВКЭ+ <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	-
5	ВКЭ+ <i>B.b.s.l.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
6	ВКЭ+ <i>R.h.</i>	+	-	-
7	<i>B.b.s.l.</i> + <i>R.h.</i>	+	+	+
8	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i>	+	-	-
9	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
10	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>A.ph.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
11	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>E.m./E.ch.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
12	<i>B.b.s.l.</i> + <i>A.ph.</i>	+	-	-
13	<i>B.b.s.l.</i> + <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	-
14	<i>B.b.s.l.</i> + <i>E.m./E.ch.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
15	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	-
16	<i>B.b.s.l.</i> + <i>A.ph.</i> + <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	-
17	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>A.ph.</i>	+	-	+
18	<i>B.b.s.l.</i> + <i>A.ph.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
19	<i>B.m.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	+
20	<i>B.m.</i> + <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	-
21	<i>A.ph.</i> + <i>E.m./E.ch.</i>	+	-	+
22	<i>E.m./E.ch.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
23	<i>A.ph.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	+
24	<i>B.b.s.l.</i> + <i>B.m.</i> + <i>A.ph.</i> + <i>E.m./E.ch.</i> + <i>R.h.</i>	+	-	-
Примечание: + – возбудитель обнаружен, - – возбудитель не обнаружен; <i>R.h.</i> – <i>Rickettsia heilongjiangensis</i> ; <i>B.b.s.l.</i> - <i>Borrelia burgdorferi</i> s.l.; <i>B.m.</i> – <i>Borrelia miyamotoi</i> ; <i>A.ph.</i> – <i>Anaplasma phagocytophilum</i> ; <i>E.m./E.ch.</i> – <i>Ehrlichia muris/E.chaffeensis</i> .				

Ежегодно выявляется сочетанное инфицирование клещей возбудителями *B.miyamotoi* и *B.burgdorferi* s.l. При этом значения Ct (порогового цикла реакции) ДНК *B.burgdorferi* s.l. в большинстве случаев значительно превышают Ct ДНК *B.miyamotoi*, что свидетельствует о более высоких концен-

трациях ДНК *B.burgdorferi* s.l. в исследуемом материале, и, следовательно, о более высоком уровне инфицирования клещей этим возбудителем [5].

Как продемонстрировано в таблице 1, наиболее подвержены микст-инфицированию возбудителями трансмиссивных инфекций клещи рода *Ixodes*, в единичных случаях – клещи рода *Dermacentor*. При этом многокомпонентное инфицирование (четырьмя и более возбудителями) отмечено только для клещей рода *Ixodes*. Интересно отметить, что за исследуемый период микст-инфицирование клещей в сочетании ВКЭ+А. *phagocytophilum* (n=222) не было обнаружено.

А.Н. Алексеев и соавт. (2008) считают, что хозяйственная деятельность человека может являться одним из факторов, увеличивающих векторную эффективность клещей, а тем самым и эпизоотическую напряженность очагов КТИ [1]. Существует мнение, что многообразие сочетаний различных возбудителей в одном клеще может быть связано с влиянием антропогенного пресса, приводящим к накоплению в переносчиках токсичных элементов, которые участвуют в процессах метаболизма и влияют на биологию и морфологию клещей. Это приводит к повышению восприимчивости клеща к возбудителям КТИ и увеличению числа клещей с аномалиями в экзоскелете [1, 11, 20]. В аномальных клещах возбудители КТИ выявляются чаще, чем в клещах с отсутствием морфологических отклонений от нормы. Кроме того, такие клещи становятся более агрессивными по отношению к человеку [11,13].

Заключение

Проведенные исследования подтверждают существование и активность на территории Хабаровского края сочетанных природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций и указывают на необходимость ежегодного эпидемиологического мониторинга за КТИ на эндемичных территориях.

Наибольшие показатели числа нападений на человека и инфицированности возбудителями КТИ были зарегистрированы у вида *I. persulcatus*, что определяет его высокую эпидемиологическую значимость. Исследованные клещи *I.persulcatus* были инфицированы 6 из 7 искомым патогенов, за исключением *R.sibirica*. Нередки случаи одновременного инфицирования клещей несколькими патогенами, что может быть причиной возникновения микст-инфекций у пострадавших от присасывания клеща людей.

Результаты исследования подтверждают необходимость соблюдения мер неспецифической профилактики КТИ в период активности иксодовых клещей при посещении территорий лесного фонда, парковых зон, зон сохранения естественных ландшафтов.

Литература:

1. Алексеев А.Н., Дубинина Е.В., Юшкова О.В. Функционирование паразитарной системы «клещ-возбудители» в условиях усиливающегося антропогенного пресса / СПб.: Инсанта, 2008. – 146 с.
2. Белкина Н.В., Драгомерецкая А.Г., Троценко О.Е. и др. Современная эпидемическая ситуация по клещевым риккетсиозам на территории Хабаровского края // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2021. – №40. – С. 103-108.
3. Беляев Е.А., Берсенев Ю.И., Качур А.Н., Керли Л. и др. Национальный парк «Зов тигра» / Владивосток: Дальнаука, 2014. —147 с.
4. Берлизова М.В., Лубова В.А., Курловская А.В., Леонова Г.Н. Иксодовые клещи как переносчики возбудителей природно-очаговых заболеваний в эпидемический сезон 2017 г. на территории Приморского края // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2018. – № 73. – С. 4-12.
5. Болотин Е.И. О некоторых дискуссионных моментах относительно функциональной организации природных очагов клещевого энцефалита // Паразитология. – 2006. – № 40. – С. 547-555.
6. Болотин Е.И. Особенности очагов клещевого энцефалита юга Дальнего Востока / Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – 96 с.
7. Воронок В.М., Румянцева Е.Е., Захарова Г.А., Бурухина Е.Г. и др. Современная эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Приморском крае // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41-42, № 1-2. – С. 122.
8. Ковальский А.Г., Полещук Д.Н., Светашева А.В., Драгомерецкая А.Г. и др. Состояние популяций переносчиков и резервуарных хозяев возбудителей клещевых трансмиссивных инфекций на территории г. Хабаровска и пригородной зоны в 2020 году // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2021. – №40. – С. 99-102.
9. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами / под ред. Гинцбурга А.Л., Злобина В.Н. – М.: Наука, 2013. – 463 с.
10. Коренберг Э.И. Юбилей теории академика Е.Н. Павловского о природной очаговости болезней (1939-2014 гг.) // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – Т. 80, № 1. – С. 9-16.
11. Коренберг Э.И., Сироткин М.Б., Ковалевский Ю.В. Общая схема циркуляции возбудителей иксодовых клещевых боррелиозов в природных очагах Евразии // Зоологический журнал. – 2016. – Т. 95, № 3. – С. 283-299.

12. Медико-экологический атлас Хабаровского края и Еврейской автономной области / Под ред. В.И. Волкова. – Хабаровск, 2005. – 110 с.
13. Мишаева Н.П., Горубнов В.А., Алексеев А.Н. Влияние тяжелых металлов на биологию иксодовых клещей и их зараженность возбудителями природно-очаговых инфекций // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2013. – Т. 9, № 1. – С. 83-86.
14. Любезнова О.Н., Бондаренко А.Л. Влияние климатических факторов на распространение клещевых инфекций на территории Кировской области // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2012. – Т. 63, № 2. – С. 48-51.
15. Платонов А.Е., Карань Л.С., Гаранина С.Б. Природно-очаговые инфекции в XXI веке в России // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2009. – № 2. – С. 30-35.
16. Романова А.П., Драгомерецкая А.Г., Троценко О.Е. и др. Ситуация по клещевым трансмиссивным инфекциям в Хабаровском крае в 2010-2019 гг. // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2020. – № 39. – С. 111-116.
17. Рудаков Н.В. Риккетсии и риккетсиозы: руководство для врачей / ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора. – Омск, 2016. – 424 с.
18. Рудаков Н.В., Шпынов С.В., Пенъевская Н.А., Блох А.И. и др. Особенности эпидемиологической ситуации по клещевым риккетсиозам в Российской Федерации в 2010 – 2019 гг. и прогноз на 2020 г. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – №1. – С. 61-68.
19. Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Самойленко И.Е., Оберт А.С. Клещевой риккетсиоз и риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки в России / Омск: ИЦ «Омский научный вестник», 2011. – 232 с.
20. Транквилевский Д.В., Царенко В.А., Жуков В.И. Современное состояние эпизоотологического мониторинга за природными очагами инфекций в Российской Федерации // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2016. – № 2. – С. 19-24.
21. Чичерина Г.С., Морозова О.В., Панов В.В. и др. Сравнительный анализ зараженности голых иксодовых клещей *Ixodes pavlovskyi* и *Ixodes persulcatus* вирусом клещевого энцефалита в зоне симпатрии их ареалов // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2015. – Т. 20, № 1. – С. 20-26.
22. Шпынов С.Н., Рудаков Н.В., Ястребов В.К. и др. Первое выявление *Rickettsia heilongjiangensis* в клещах *Haemaphysalis concinna* на территории России // Здоровье населения и среда обитания. – 2003. – № 12. – С. 16-20.
23. Ястребов В.К., Рудаков Н.В., Шпынов С.Н. Трансмиссивные клещевые природно-очаговые инфекции в Российской Федерации: тенденции эпидемического процесса, актуальные вопросы профилактики // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2012. – № 4. – С. 91-93.
24. Ястребов В.К., Хазова Т.Г. Оптимизация системы эпидемиологического надзора и профилактики клещевого вирусного энцефалита // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2012. – Т. 62, № 1. – С. 19-24.
25. Dantas-Torres F. Climate change, biodiversity, ticks and tick-borne diseases: The butterfly effect // International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife. – 2015. – №4, Vol. 3. – P. 452-461.
26. Eisen L., Lane R.S. Vectors of *Borrelia burgdorferi sensu lato* // Lyme borreliosis: biology, epidemiology and control. – Oxon, UK: CABI Publishing. – 2002. – P. 91-115.
27. Eisen L. Vector competence studies with hard ticks and *Borrelia burgdorferi sensu lato* spirochetes: a review // Ticks Tick Borne Dis. – 2020. – №3, Vol. 11. – P. 1877-1959.
28. Gray J.S., Dautel H., Estrada-Peña A., Kahl O., Lindgren E. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe // Interdiscip. Perspect. Infect. Dis. Published online 2009 Jan 4.

Сведения об ответственном авторе:

Белкина Надежда Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории клещевого энцефалита и других природно-очаговых инфекций отдела ПОИ ФБУН Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, e-mail: hniiet-poi.labke@bk.ru