

УДК 576.895.42

**ПОИСКОВАЯ АКТИВНОСТЬ ЗАРАЖЕННЫХ БОРРЕЛИЯМИ
ТАЕЖНЫХ КЛЕЩЕЙ IXODES PERSULCATUS**

© Р. Л. Наумов

В полевых экспериментах с имаго таежного клеща и в лабораторном эксперименте с нимфами показано, что присутствие боррелий в организме клеща усиливает его поисковую активность и усиливает подавляющее влияние высоких температур. Воздействие боррелий на активность усиливается с увеличением обилия боррелий в клещах.

В последние годы накопилось достаточно свидетельств о влиянии возбудителей трансмиссивных болезней на поведение их переносчиков. Причем это влияние может быть настолько значительным, что позволяет надеяться на разработку методов уничтожения преимущественно зараженных особей (Алексеев, Кондрашова, 1985). В экспериментах показано, что вирус клещевого энцефалита усиливает двигательную и поисковую активность таежных клещей (Алексеев, 1991). Именно поэтому, видимо, среди клещей, напавших на человека, или позвоночного-хозяина, доля зараженных вирусом клещевого энцефалита выше, чем среди клещей на растительности (Мельникова и др., 1997).

Сведения о влиянии боррелий (*Borrelia burgdorferi* s. lat.) на поведение клещей-переносчиков противоречивы, но большей частью свидетельствуют о подавлении активности клещей, в том числе и поисковой. Отмечены меньшая активность зараженных имаго *I. scapularis*, избегание вертикальных поверхностей и меньшая высота, на которую они поднимались для подстерегания хозяина (Lefcort, Durden, 1996). Но у нимф эти же авторы отметили усиление положительного фототаксиса и отсутствие избегания вертикальных поверхностей. Имеются данные об отсутствии различий в активности нападения на хозяина зараженных и незараженных нимф таежного клеща (Minogu, 1995). Ряд сведений о более высокой (в 2—10 и даже 100 раз) инфицированности имаго *I. scapularis*, *I. ricinus* и *I. persulcatus*, собранных с растительности, по сравнению с особями, снятыми на тех же участках с оленей, лошадей или людей (см.: Васильева, Наумов, 1996), дает основание предполагать подавление боррелиями поисковой активности и агрессивности клещей по отношению к хозяину.

Нами в трех полевых и лабораторном экспериментах получены результаты, позволяющие предположить обратное — стимулирующее влияние боррелий на поисковую активность таежных клещей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые эксперименты. В низкорослой тайге Западного Саяна трижды провели отлов клещей на хлопчатобумажные салфетки, 30 × 30 см, смоченные в центре 0.5 мл аттрактанта — смыва шерсти собаки (Наумов и др., 1997). 50 салфеток располагали в одну линию с интервалом 2.5 м по колею заброшенной дороги, ориентированной с севера на юг. Осмотр салфеток и сбор наползших клещей проводили 12—16 раз в час с 10 до 20 ч, передвигаясь по второй колею. Контролем служили клещи, собранные в тот же день на участках дороги, примыкающих к

опытному (контроль 1), клещи, напавшие на учетчика в ходе обследования последним салфеток (контроль 2), и клещи, собранные в радиусе 1.5 м вокруг салфеток после их сбора в 20 ч (контроль 3).

Лабораторный эксперимент. Нимф из лабораторной культуры F_1 , зараженных на фазе личинки кормлением на инфицированных белых мышах, поместили в ольфактометр с тем же аттрактантом (описание ольфактометра и работу с ним см.: Naumov, 1996). В ольфактометре нимфы разделялись на 3 категории, которые мы условно называем: 1) неактивные — оставшиеся в стартовой камере; 2) активные — переползшие в контрольную камеру и 3) агрессивные — переползшие в камеру с аттрактантом.

Всех собранных в поле и большую часть использованных в лабораторном эксперименте клещей исследовали на зараженность боррелиями путем темнопольного микроскопирования. Обилие боррелий рассчитывали на 100 полей зрения. Зараженность той или иной группы клещей оценивали в процентах зараженных особей (собственно зараженность) и средней геометрической обилия боррелий в зараженных особях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полевые эксперименты. Опыт 1 проведен 23 июня в теплый, пасмурный с прояснениями день. Полотно дороги сплошь покрыто невысокой, преимущественно злаковой растительностью. Нависающие над дорогой кроны деревьев хорошо закрывали ее от солнца, отдельные участки дороги были освещены солнцем 0.5—2 ч в интервале с 12 до 15 ч. Такая погода способствовала ровной суточной активности клещей, без заметного спада в полуденные и послеполуденные часы (12—17). Темпы наползания клещей как до, так и после 17 ч составили 7—8 особей в час.¹ Зараженность клещей, наползших до 17 ч, оказалась существенно и достоверно выше зараженности особей, наползших вечером — с 17 до 20 ч (табл. 1). Этот результат свидетельствовал о более высокой поисковой активности зараженных клещей, которые в среднем раньше реагировали на запах хозяина, быстрее двигались в его сторону и раньше достигали аттрактивных салфеток. Зараженность имаго, собранных на салфетках и в контроле, не различалась.

Второй отлов проведен 29 июня при ясной жаркой погоде на более открытом участке дороги, освещаемом солнцем с 12 до 16—17 ч. На дороге встречались незаросшие или очень слабо заросшие травянистой растительностью щебнистые участки колеи и обочины. Они особенно сильно прогревались солнцем. Высокая температура и низкая влажность вызвали дневной спад активности клещей: днем темпы наползания клещей на салфетки были в 2.5 раза ниже, чем вечером (табл. 1). В этих условиях зараженность клещей, наползших на салфетки днем, была существенно и достоверно ниже, чем вечером. Эти результаты могут свидетельствовать об угнетающем влиянии боррелий на поисковую активность клещей, т. е. противоположном результатам первого опыта. Зараженность группы клещей с салфеток не отличалась от зараженности клещей, собранных вокруг салфеток по окончании опыта (табл. 1, контроль 3). На соседнем участке дороги (контроль 1) зараженность имаго была в 1.5 раза выше, что может быть связано с неравномерностью распределения зараженных клещей в природе.

Третий отлов проведен 3 июля в условиях еще более высокой температуры и при более длительном воздействии прямых солнечных лучей — с 12 до 17—18 ч. Дорога, где площадь щебнистых, плохо заросших травой участков была выше, чем при втором отлове, прогрелась так, что еще в 20 ч, через 2—3 ч после захода солнца за гребень

¹ Малое число клещей, наползавших во всех опытах на салфетки до 12 ч (в это время в ясные дни клещам характерен суточный пик активности), объясняется тем, что клещам требовалось время, чтобы ощутить запах, прийти в возбуждение и начать движение в сторону салфеток. Кроме того, утренним часам характерен штиль или очень слабый ветер вниз по распадку — вдоль дороги.

Таблица 1

Зараженность боррелиями клещей, наползающих на аттрактивные салфетки

Table 1. Indices of the borrelia infection in ticks moving to attractive serviett

Дата и t °С в полдень	Период сбора клещей (часы)	Число клещей за период	Среднее число клещей в час	Зараженные клещи		Средняя геометриче- ская обилия боррелий
				число	%	
23 июня, 26°	10—12	1	1	0		
	12—17	35	7	17	48.6 ± 8.4	
	17—20	16	8	3	18.8 ± 9.8	
	Итого	52		20	38.5 ± 6.7	40.9 ± 1.6
29 июня, 30°	Контроль 1	74		28	37.8 ± 5.6	23.5 ± 1.3
	10—12	6	3	3	50 ± 20.4	
	12—17	27	5.4	2	7.4 ± 4.8	
	17—20	45	12.9	10	22.2 ± 6.2	
	Итого	78		15	19.2 ± 4.5	57.6 ± 1.6
	Контроль 1	72		25	34.4 ± 5.6	16.6 ± 1.4
3 июля, 32°	Контроль 3	45		9	20 ± 6	13.2 ± 1.6
	10—12	10	5	0	0	
	12—17	12	2.4	2	17 ± 10.8	
	17—20	33	9.4	5	15 ± 6.2	
	Итого	55		7	12.7 ± 4.5	110.4 ± 1.8
	Контроль 2	22		6	27.3 ± 9.5	26.6 ± 2.2
Контроль 3	98		23	27.3 ± 4.3	18.5 ± 1.5	

Примечание. Контроль 1 — клещи, собранные до и после опытного участка; контроль 2 — клещи, напавшие на учетчика в ходе обследования салфеток; контроль 3 — клещи, собранные вокруг салфеток по окончании опыта.

горы, камни хранили тепло, легко ошутимое рукой. Дневная активность клещей была подавлена еще сильнее, чем при втором отлове: темпы наползания клещей на салфетки днем были в 4 раза ниже, чем вечером. Но и вечером активность клещей была очень низкой. При втором отлове на салфетки наползало 78 клещей, а после окончания опыта в 20 ч там, где были салфетки, поймано еще 45 особей. При третьем отлове собрано соответственно 55 и 98 клещей. Если считать, что вылов двумя методами был полным, то при втором отлове на салфетки наползало 63 % клещей, а при третьем — вдвое меньше (36 %).

При третьем отлове зараженность наползших на салфетки клещей не менялась в течение дня, но оказалась вдвое ниже, чем в контроле 3. При третьем отлове в отличие от двух других собрано значительное (22 особи) число клещей с учетчика (табл. 1, контроль 2). Это обусловлено наличием на обочине кустарников, нависающих над колеей, по которой ходил учетчик. Зараженность клещей в контроле 2 не отличалась от зараженности клещей в контроле 3.

Таким образом, сведения о зараженности клещей наползающих на салфетки на запах хозяина в начале и в конце отлова дают очень противоречивые представления о влиянии боррелий на поисковую активность имаго таежных клещей. Согласно данным опыта 1 это влияние существенно и положительно, опыта 2 — существенно и отрицательно, опыта 3 — влияние отсутствует.

Однако следует учитывать, что второй и особенно третий отловы были проведены в дискомфортных для клещей условиях — при высокой, а в опыте 3 — близкой к пороговой температуре. Трудно представить, что влияние боррелий на

Таблица 2

Реакция нимф таежного клеща из зараженной лабораторной культуры на аттрактант (результаты ольфактометрии)

Table 2. Reaction of the taiga tick nymphs taken from a laboratory culture onto an attractant (results of the olphactometry)

Группа клещей	Число клещей	Число исследованных клещей			Средняя геометрическая обилия боррелий
		всего	зараженных	% зараженных	
Неактивные	22	22	19	86 ± 7.4	9.4 ± 1.3
«Активные»	33	30	22	73 ± 8.1	15.3 ± 1.3
«Агрессивные»	45	30	25	83 ± 6.9	23.8 ± 1.3

поведение клещей, если оно вообще существует, ограничивается лишь влиянием на их поисковую активность. По нашему мнению, высокая температура сильнее подавляет активность именно зараженных боррелиями особей. Это предположение объясняет полученные в опытах 2 и 3 результаты. 29 июня, тогда была существенно подавлена дневная активность клещей вообще, а зараженных — в особенности, доля зараженных особей возросла вечером, когда отступила жара, ранее сдерживавшая их активность сильнее, чем активность незараженных. 3 июля действие жары, подавляющей активность клещей, было еще сильнее и продолжительнее. Зараженность клещей, наползавших на салфетки днем или вечером, не различалась и, главное, была вдвое ниже, чем у клещей, собранных по окончании работы салфеток (контроль 3). Зараженность клещей, напавших на учетчика (контроль 2), не отличалась от контроля 3 (табл. 1). Эти особи поднялись на растительность еще утром (или ночью) при более низких температурах и находились там в состоянии пассивного ожидания. Для нападения на проходящего мимо них человека им не требовалась поисковая активность и горизонтальные передвижения. Все эти клещи были собраны до полудня.

Приведенные выше объяснения могли бы показаться несколько натянутыми, если бы не сведения об обилии боррелий в клещах. Во всех трех отловах средняя геометрическая обилия боррелий в зараженных клещах существенно и достоверно выше в группах, отловленных на салфетках, чем в любом контроле. Причем различия эти возрастают с увеличением дневной температуры. Значит, в условиях, когда активность клещей существенно подавлена высокой температурой, преодолеть это воздействие удается главным образом высокозараженным особям.

Лабораторный эксперимент проведен на нимфах из лабораторной культуры зараженных клещей с тем же аттрактантом, что и полевые опыты. Нимфы после линьки 40 дней содержались при комнатной температуре, затем 8 мес — в холодильнике на «зимовке» и 2.5 мес снова при комнатной температуре. К концу этого срока активность нимф была подавлена, чем и объясняется низкая реакция на аттрактант — 58 % (45 особей, переползших в камеру с аттрактантом из 78, покинувших стартовую камеру). Судя по нашим предыдущим исследованиям, об аттрактивности образца можно судить, если доля неактивных особей (остающихся в стартовой камере) не превышает 20 %. В нашем случае доля неактивных составила 22 % — чуть выше порогового значения, что и обусловило низкий показатель аттрактивности образца.

Зараженность нимф всех трех категорий (неактивные, «активные» и «агрессивные») достоверно не различалась (табл. 2). Однако и здесь, как и в полевых опытах, обилие боррелий в зараженных «агрессивных» нимфах (переползших в камеру с аттрактантом) было достоверно и в 1.6 раза выше, чем в «активных», и в 2.5 раза выше, чем в неактивных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные материалы, на наш взгляд, дают достаточные основания для утверждения, что у нимф и имаго таежного клеща зараженность боррелиями усиливает поисковую активность. Это усиление возрастает с увеличением пораженности особей боррелиями. Высокая температура подавляет активность взрослых клещей, причем сильнее — зараженных особей. Кроме того, использованный нами показатель — средняя геометрическая обилия боррелий в зараженных клещах, — оказался в некоторых отношениях более информативен, чем зараженность клещей (% зараженных особей).

Более низкая зараженность клещей, снятых с хозяина, чем клещей с растительности, отмечавшаяся в литературе, объясняется, видимо, не снижением поисковой активности и агрессивности клещей, а другими причинами. Среди них могут быть причины как методического (Lefcort, Durden, 1996; Москвитина и др., 1995), так и поведенческого характера, в частности — меньшая высота, на которую поднимались зараженные имаго *I. scapularis* для ожидания хозяина (Lefcort, Durden, 1996). Возможны и другие причины, выяснение которых крайне желательно.

Результаты наших опытов позволяют надеяться, что усиление поисковой активности зараженных клещей — не случайный результат, а закономерное явление. Если это так, то разрабатываемые нами аттрактивно-акарицидные гранулы (Наумов и др., 1996; Наумов, 1997) приобретают дополнительное (кроме низких дозировок, хорошего акарицидного эффекта и безвредности для нецелевой фауны) преимущество — привлечение в первую очередь зараженных, т. е. эпидемически значимых особей клещей.

Приведенный материал показывает также, что при попытках выяснить в природе связь двух факторов (типа воздействие—эффект) можно легко получить самые неожиданные результаты благодаря маскирующему действию других факторов, влияние которых в этот момент или в этих условиях может быть доминирующим. В этом сложность полевых экспериментов, и это в ряде случаев служит источником ошибочных суждений и выводов.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность своим коллегам И. С. Васильевой, С. С. Гальченко, В. П. Гутовой и А. С. Ершовой за поддержку и участие в выполнении отдельных фрагментов работы.

Работа выполнена при поддержке программы «Интеграция», грант № 2.1-362 «Медико-биологический центр: Биология возбудителя и клиника болезни Лайма».

Список литературы

- Алексеев А. Н., Кондрашова З. Н. Организм членистоногих, как среда обитания возбудителей. Свердловск, 1985. 181 с.
- Васильева И. С., Наумов Р. Л. Паразитарная система болезни Лайма, состояние вопроса. Сообщ. 1. Возбудители и переносчики // Асагипа. 1996. № 4 (1—2). С. 53—75.
- Мельникова О. В., Ботвинкин А. Д., Данчинова Г. А. Сравнительные данные о зараженности вирусом клещевого энцефалита голодных и питавшихся таежных клещей (по результатам иммуноферментного анализа) // Мед. паразитол. 1997. № 1. С. 44—49.
- Москвитина Г. Г., Коренберг Э. И., Спилман Э. и др. О частоте генерализованной инфекции у взрослых голодных клещей рода *Ixodes* в очагах боррелиозов России и США // Паразитология. 1995. Т. 29, вып. 5. С. 353—360.
- Наумов Р. Л. Аттрактивно-акарицидные гранулы — акарицид нового поколения // Дезинфекционное дело. 1997. № 2. С. 18—21.
- Наумов Р. Л., Витлин Л. М., Папельницкая Н. П. Реакция таежных клещей на аттрактант. Сообщ. 3. Применение аттрактивно-акарицидных гранул в полевом эксперименте // Мед. паразитол. 1996. № 3. С. 22—24.
- Наумов Р. Л., Гутова В. П., Ершова А. С., Сабгайда Т. П. Реакция таежных клещей на аттрактант. Сообщ. 2. Темпы изъятия клещей из популяции // Мед. паразитол. 1997. № 1. С. 41—44.

- Alekseev A. N. Group and individual behavior of infected and noninfected arthropods-vector of diseases // Contr. from the Zool. Inst. St. Petersburg. 1991. № 2. 17 p.
- Lefcort Y., Durden L. A. The effect of infection with lyme disease spirochetes (*Borrelia burgdorferi*) on the phototaxis, activity and questing height of the tick vector *Ixodes scapularis* // Parasitology. 1996. Vol. 113, № 2. P. 97—103.
- Minoru N. *Ixodes persulcatus* and Lyme disease spirochete: comparison of development between infected and noninfected ticks // Jap. J. Sanit. Zool. 1995. Vol. 46, № 3. P. 241—247.
- Naumov R. L. Attractivity of mammal hair for female taiga tick *Ixodes persulcatus* Schulze // 1996. № 4 (1—2). H. 49—52.

ИМПитМ им. Е. И. Марциновского
Минздрава РФ, Москва, 119435

Поступила 8.04.1998

THE QUESTING ACTIVITY OF THE TAIGA TICKS *IXODES PERSULCATUS*
INFECTED WITH *BORRELIA*

R. L. Naumov

Key words: *Ixodes persulcatus*, *Borrelia burgdorferi*, questing activity.

SUMMARY

The infection with *Borrelia burgdorferi* s. l. increases the questing activity of adults and nymphs of the taiga tick *Ixodes persulcatus*. High temperature inhibits the moving and questing activities of the infected ticks in a greater extent than that in the non-infected ones. The more borreliae per a specimen of tick are present, the more tick's activity is affected.
