



УДК 577.2.01

Циркуляция *Borrelia miyamotoi* в природных очагах Прибайкалья

И. В. Войцеховская^{1, 2}, И. В. Козлова^{1, 3}, О. В. Сунцова¹, О. В. Лисак¹,
Е. К. Дорощенко¹, Ю. П. Джигоев^{1, 3}

¹ Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека
СО РАМН, Иркутск

² Иркутский государственный университет, Иркутск

³ Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск
E-mail: virina_2013@mail.ru

Аннотация. В статье приведён анализ научной литературы по проблеме иксодовых клещевых боррелиозов, связанных с *Borrelia miyamotoi*, представлены результаты рекогносцировочных исследований по поиску очагов *B. miyamotoi* на территории Прибайкалья. ДНК *B. miyamotoi* обнаружена в клещах двух видов (*I. persulcatus*, *H. concinna*) на территории Эхирит-Булагатского, Иркутского, Качугского районов Иркутской области. ДНК *B. miyamotoi* в клещах выявляется реже, чем ДНК боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. Показана возможность инфицирования клещей двумя видами боррелий – *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi* s. l.

Ключевые слова: иксодовый клещевой боррелиоз, *B. miyamotoi*, генетическая вариабельность, природный очаг

Введение

Иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ) – природно-очаговые трансмиссивные заболевания, занимающие по широте распространения и уровню заболеваемости значительное место среди природно-очаговых инфекций [8; 9; 16]. Возбудителями ИКБ являются спирохеты комплекса *Borrelia burgdorferi* sensu lato (s. l.), которые передаются человеку клещами рода *Ixodes*. Помимо боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. не так недавно в клещах рода *Ixodes* выявлены спирохеты нового вида – *Borrelia miyamotoi*, генетически относимые к клещевым возвратным лихорадкам [29]. В последние годы в научной литературе отмечается, что ДНК *B. miyamotoi* выявляется в крови больных людей с рецидивирующими признаками лихорадки, возникающей после присасывания иксодовых клещей. Отсутствие патогномичных симптомов, а также схожесть проявлений инфекции, вызванной *B. miyamotoi*, с безэритемными формами ИКБ, лихорадочными формами клещевого энцефалита и другими заболеваниями, возникающими после присасывания клеща, значительно осложняют их клиническую дифференциальную диагностику. Очаги ИКБ на территории Иркутской области обследуются начиная с

1994 г. Встречаемость же *B. miyamotoi* в иксодовых клещах на территории России на сегодняшний день мало изучена, а информация о наличии очагов данной инфекции на территории Прибайкалья на момент проведения наших исследований полностью отсутствовала.

ИКБ протекают в острой, а чаще в хронической форме, и представляют серьёзную опасность для здоровья человека, поскольку проявляются в виде множественных органных повреждений. Наличие мигрирующей эритемы при ИКБ является достаточным критерием для постановки диагноза, диагностика безэритемных форм зачастую затруднена. Боррелиоз поддается терапии антибиотиками на ранней стадии заболевания, при переходе в хроническую стадию лечение становится более длительным и сложным, поэтому актуальной проблемой является своевременная диагностика заболевания. Следует отметить, что отсутствие патогномичных симптомов при боррелиозе *B. miyamotoi*, типичных для ИКБ (таких как эритема или первичный аффект) и совпадение проявлений инфекции *B. miyamotoi* с проявлениями клещевого энцефалита и безэритемных форм ИКБ значительно осложняют их клиническую дифференциальную диагностику. Критерии лабораторной диагностики патологических состояний, связанных с инфицированием *B. miyamotoi*, до сих пор не определены. В связи с этим необходима оценка эпидемиологической ситуации на территории Иркутской области.

Цель работы – анализ научной литературы по проблеме ИКБ, связанных с *B. miyamotoi*, изучение распространения данного возбудителя в природных очагах Прибайкалья, сравнительный анализ частоты встречаемости боррелий комплекса *B. burgdorferi s. l.* и *B. miyamotoi* в различных видах иксодовых клещей.

Боррелии, возбудители иксодовых и аргасовых клещевых боррелиозов, относятся к порядку *Spirochaetales*, семейству *Spirochaetaceae*, роду *Borrelia*. Насчитывается более 30 видов боррелий, переносимых клещами и вызывающих заболевания у животных и человека [9; 17; 37].

Все известные виды рода *Borrelia* весьма схожи морфологически. Это грам-отрицательные палочки, имеющие под световым микроскопом вид извитой спирали. Спираль состоит из протоплазматического цилиндра с цитоплазматической мембраной, покрытой пептидогликановым слоем. К концам боррелии прикреплены фибриллы (жгутики), число которых у разных штаммов может составлять от 4 до 11. Жгутики состоят из белка флагеллина и располагаются под трёхслойной наружной оболочкой, на поверхности которой находится комплекс липопотеидов. Жгутики и подвижность боррелий считаются основными условиями для инвазии в организм человека. Боррелии являются облигатными анаэробами, требующими особых условий для культивирования *in vitro* [14].

В настоящее время выделяют две большие самостоятельные группы боррелий [21], штаммы которых независимо от источника выделения и географического происхождения, морфологически сходны.

Первая – это боррелии комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato (s.l.)*, которые являются возбудителями ИКБ и представляют собой подвижную

спирохету длиной 20–30 мкм и шириной 0,2–0,3 мкм [17]. Своё название боррелии этой группы получили в честь В. Бургдорфера, изолировавшего в 1982 г. спирохету от клеща *Ixodes scapularis* (*I. dammini*) [34]. В комплекс *B. burgdorferi* s. l. входит 18 геновидов [39], четыре из которых являются патогенными для человека, а именно: *B. burgdorferi* sensu stricto (s. s.), *B. afzelii*, *B. garinii* [19; 36] и *B. spielmanii* [23]. Как известно, циркуляция возбудителей ИКБ осуществляется благодаря обмену между клещами-переносчиками и резервуарными хозяевами-позвоночными. Возбудители, клещи-переносчики и популяции позвоночных животных, поддерживающие их существование, образуют сложные трёхчленные паразитарные системы, характеризующиеся разветвлёнными связями между всеми составляющими [1].

ИКБ – группа этиологически самостоятельных полисистемных инфекционных природноочаговых зоонозных заболеваний, которые характеризуются большим полиморфизмом клинических проявлений с преимущественным поражением кожи, нервной системы, опорно-двигательного аппарата и сердца, нередко принимающих хроническое, рецидивирующее течение [5]. Данная группа инфекционных заболеваний является наиболее распространённой из всех передаваемых иксодовыми клещами инфекций. В США ежегодно регистрируется около 16 тыс. случаев заболеваний [27], в Западной и Центральной Европе – 50 тыс. [32], в России – от 10 до 12 тыс. [10]. Ареал на территории России простирается от Балтийского до Тихоокеанского побережья. Данное заболевание зарегистрировано на 68 административных территориях РФ [10]. Отмечается весенне-летняя сезонность заболеваемости; пик её приходится на июль – август, что связано с активностью клеща *I. persulcatus* – основного переносчика боррелий [2].

Результаты исследований и клинических наблюдений последних лет позволяют предполагать, что от вида боррелий может зависеть характер органных поражений у пациента. Так, получены данные о существовании ассоциации между *B. garinii* и неврологическими проявлениями, *B. burgdorferi* s. s. и Лайм-артритом, *B. afzelii* и хроническим атрофическим дерматитом, однако данная гипотеза остается спорной.

В последние годы появились сообщения о возможности одновременно присутствия боррелий разных групп и прочих патогенных для человека микроорганизмов: вируса клещевого энцефалита (ВКЭ), *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia muris* и др. в организме мелких грызунов и в клещах [3; 5; 7; 22].

Вторая группа – это боррелии клещевых возвратных лихорадок (КВЛ, F, tick-born relapsing fever, TBRF), передающиеся преимущественно аргасовыми клещами и являющиеся этиологическим агентом аргасового клещевого боррелиоза (АКБ) или клещевой возвратной лихорадкой (КВЛ) [35]. Типичными возбудителями КВЛ являются *B. duttonii*, *B. parkeri*, *B. turicatae*, *B. hermsii* и др. [12].

АКБ – острое инфекционное заболевание из группы зоонозов, вызываемое боррелиями группы КВЛ, сопровождающееся лихорадочными рецидивирующими приступами и явлениями общей интоксикации. В качестве

переносчиков выступают аргасовые клещи, которые обитают в зонах пустынь, полупустынь и субтропиков [15].

Долгое время считалось, что боррелии данной группы переносятся в основном аргасовыми клещами рода *Ornithodoros* [35], однако в последнее время боррелии группы КВЛ обнаружены и у иксодовых клещей. Так, в ряде регионов нашей страны в иксодовых клещах были выявлены спирохеты вида *B. miyamotoi* [11; 13; 22]. Этот вид боррелий впервые был идентифицирован и изолирован из клещей *I. persulcatus* и из крови мышей *Apodemus argenteus* в Японии в 1995 г. [29]. Позднее *B. miyamotoi* была обнаружена в клещах вида *I. ricinus* в Германии и Швеции, а также *I. pacificus* и *I. scapularis* – в США [18; 25; 28; 40]. Также *B. miyamotoi* обнаружили у диких индеек [31]. К настоящему времени цикл трансмиссии *B. miyamotoi* в природе изучен недостаточно. Основным естественным резервуаром спирохет этого вида, очевидно, являются мелкие млекопитающие [18; 30]. По данным литературы, уровень зараженности клещей *B. miyamotoi* значительно ниже, чем боррелиями комплекса *B. burgdorferi* s. l. [20; 24; 26; 28; 38]. Однако в ряде регионов России этот показатель достигает 6,3 %, а в отдельных районах составляет 16 % [3; 6].

Клиническая картина заболевания, вызванного *B. miyamotoi*, описана только в единичных работах [4; 6]. Результаты клинических наблюдений свидетельствуют о том, что проявления заболевания, вызванного *B. miyamotoi*, имеют существенные отличия от «классического» ИКБ, ассоциированного с *B. burgdorferi* s. l. [4; 6]. Так, у инфицированных этими боррелиями людей в месте укуса клеща почти не наблюдается первичный аффект, отсутствует эритема, характерно многократное чередование различных по продолжительности периодов лихорадки и апирексии [10]. Недавно опубликованы данные о том, что причиной менингоэнцефалита у больного с иммуносупрессией явилась инфекция, вызванная боррелиями данного вида [33; 39], что еще раз подтверждает патогенность *B. miyamotoi* для человека.

Исследования показали, что надежным инструментом для выявления присутствия *B. miyamotoi* в иксодовых клещах являются молекулярно-биологические методы, в частности полимеразная цепная реакция (ПЦР), обладающая высокой специфичностью, чувствительностью и быстротой.

Материалы и методы

В 2009 г. на наличие ДНК *B. burgdorferi* s. l. и *B. miyamotoi* были исследованы образцы от 195 экз. клещей *I. persulcatus* и 57 экз. *Haemaphysalis concinna*, отловленных на флаг в природных очагах на территории трёх районов Иркутской области.

Суммарные нуклеиновые кислоты экстрагировали из клещей с помощью набора «Рибо-преп» (AmpliSens, ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва). ДНК боррелий выявляли методом двухраундовой полимеразной цепной реакции (ПЦР), как описано в [16]. Выявление ДНК боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. проводили с использованием праймеров, соответст-

вующих консервативным участкам генов 5S и 23S рРНК. Для выявления ДНК *B. miyamotoi* использовали праймеры, направленные к гену *p66*.

Результаты и обсуждение

Для сравнительного анализа частоты встречаемости ДНК *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi* s. l. было проведено одновременное выявление нуклеиновых кислот данных возбудителей в голодных имаго клещей, собранных с растительности на флаг на территории трёх административных районов Иркутской области: Иркутского, Качугского и Эхирит-Булагатского. ДНК боррелий *B. miyamotoi*, как и ДНК *B. burgdorferi* s.l., была обнаружена в иксодовых клещах, отловленных на территории всех трёх обследуемых районов (рис.).



Рис. Карта-схема расположения на территории Иркутской области природных очагов, в которых выявлена циркуляция *B. miyamotoi*

Генетический маркер (нуклеиновая кислота) *B. miyamotoi* обнаружен в клещах двух видов: *I. persulcatus* и *H. concinna*. В среднем ДНК боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. была выявлена в 24,6 % клещей *I. persulcatus* и в 14,0 % клещей *H. concinna*. Встречаемость ДНК *B. miyamotoi* в этих видах иксодовых клещей была значительно ниже. Она составила 3,6 % для *I. persulcatus* и 3,5 % – для *H. concinna* (табл.).

В целом полученные нами данные коррелируют с результатами выявления *V. miyamotoi* из разных видов иксодовых клещей, полученных в экосистемах природных очагов в различных странах мира. Так, в США в клещах *I. scapularis* *V. miyamotoi* обнаружена в 2 % случаев, *B. burgdorferi* s. l. – в 16 % [26]. В Германии инфицированность клещей *I. ricinus* *V. miyamotoi* составила 5 %, *B. burgdorferi* s. l. – 33 % [38]. В Швеции ДНК *V. miyamotoi* обнаружена в 0,7 % клещей *I. ricinus*, ДНК *B. burgdorferi* s. l. в 10 % [24]. В Чехии инфицированность клещей *I. ricinus* и *B. burgdorferi* s. l. *V. miyamotoi* составила 0,2 % и 30 % соответственно [20].

Таблица

Результаты исследования клещей, собранных на территории Иркутской области, на наличие ДНК *V. miyamotoi* и *B. burgdorferi* s.l

| Район сбора клещей | Вид клеща | Кол-во исследованных проб | Выявлена ДНК <i>V. miyamotoi</i> (абс./%) | Выявлена ДНК <i>B. burgdorferi</i> s. l. (абс./%) | Микст-инфицирование (абс./%) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|---|---|------------------------------|
| Эхирит-Булагатский | <i>I. persulcatus</i> | 74 | 4/5,4 | 22/29,7 | 1/1,3 |
| | <i>H. concinna</i> | 57 | 2/3,5 | 8/14,0 | – |
| Иркутский | <i>I. persulcatus</i> | 75 | 1/1,3 | 16/21,3 | – |
| Качугский | <i>I. persulcatus</i> | 46 | 2/4,3 | 10/21,7 | – |
| Всего | <i>I. persulcatus</i> | 195 | 7/3,6±1,33 | 48/24,6±3,08 | 1/0,5 |
| | <i>H. concinna</i> | 57 | 2/3,5±2,4 | 8/14,0±4,59 | – |

Частота встречаемости ДНК *B. burgdorferi* s. l. и *V. miyamotoi* на территории разных районов Иркутской области значительно варьировала. Наибольшие показатели зараженности клещей этими возбудителями отмечены на территории Эхирит-Булагатского района. В одном образце таёжного клеща из данного района одновременно обнаружена ДНК *B. burgdorferi* s. l. и *V. miyamotoi*.

Частота встречаемости ДНК боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. в клещах *I. persulcatus* была достоверно выше ($p \leq 0,01$), чем в клещах *H. concinna*, что ещё раз доказывает, что основным переносчиком данных видов спирохет на территории Прибайкалья является именно таёжный клещ. Клещам *H. concinna* на территории Иркутской области отводится роль дополнительного переносчика *B. burgdorferi* s.l.

В качестве переносчиков *V. miyamotoi* на территории Иркутской области, по всей видимости, могут рассматриваться клещи *I. persulcatus* и *H. concinna*.

Заключение

Таким образом, ДНК *V. miyamotoi* обнаружена в иксодовых клещах на территории трёх исследовавшихся районов Иркутской области. На территории Эхирит-Булагатского района она выявлена в двух видах клещей

I. persulcatus и *H. concinna*. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что ДНК *B. miyamotoi* в иксодовых клещах выявляется реже, чем ДНК комплекса боррелий комплекса *B. burgdorferi* s. l. В качестве переносчиков *B. miyamotoi* на территории Иркутской области, по всей видимости, могут рассматриваться клещи *I. persulcatus* и *H. concinna*.

Список литературы

1. Взаимоотношения компонентов паразитарных систем иксодовых клещевых боррелиозов на юге Западной Сибири / Н. Н. Ливанова [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2003. – № 5. – С. 581–590.
2. Воробьева Н. Н. Клиника, лечение и профилактика иксодовых клещевых боррелиозов / Н. Н. Воробьева. – Пермь : Урал-Пресс, 1998. – 136 с.
3. Выявление *Borrelia miyamotoi* в клещах *Ixodes persulcatus* на территории России / Н. В. Фоменко [и др.] // Паразитология. – 2010. – Т. 44, № 3. – С. 201–211.
4. Генодиагностика спектра инфекций, передающихся иксодовыми клещами / Н. М. Колясникова [и др.] // Вестн. УГМА. – 2010. – Т. 21. – С. 187–188.
5. Иксодовые клещевые боррелиозы (клиника, диагностика, лечение) / В. Н. Козько // ХГМУ. – 2005. – С. 99.
6. Исследование зараженности боррелиями таежных клещей на территории Новосибирского научного центра СО РАН / В. Ю. Богоярко [и др.] // Паразитология. – 2010. – Т. 44, № 6. – С. 543–556.
7. Комплексный подход к выявлению возбудителей инфекций, переносимых клещами, с помощью ПЦР-анализа с детекцией в режиме реального времени / Е. И. Бондаренко [и др.] // Сиб. мед. журн. – 2012. – Т. 111, № 4. – С. 33–36.
8. Коренберг Э. И. Инфекции группы Лайм-Боррелиоза – иксодовые клещевые боррелиозы в России / Э. И. Коренберг // Мед. паразит. – 1996. – № 3. – С. 14–18.
9. Коренберг Э. И. Иксодовые клещевые боррелиозы как группа заболеваний человека и главные итоги ее изучения в России / Э. И. Коренберг // Журн. инфекц. патологии. – 1997. – № 2–3. – С. 22–24.
10. Коренберг Э. И. Основные черты природной очаговости клещевых боррелиозов России / Э. И. Коренберг, Н. Б. Горелова, Ю. В. Ковалевский // Паразитология. – 2002. – № 3. – С. 177–191.
11. Коренберг Э. И. Природная очаговость болезней: исследования института Гамалея РАМН / Э. И. Коренберг. – М. : Русаки, 2003. – С. 99–121.
12. Покровский В. И. Руководство по инфекционным болезням / В. И. Покровский, К. М. Лобан. – М. : МГУ, 1986. – 464 с.
13. Пространственная и временная изменчивость зараженности клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* возбудителем болезни Лайма в Московской области / Ю. С. Коротков [и др.] // Паразитология. – 2008. – Т. 42, № 6. – С. 441–451.
14. Скрипченко Н. В. Клещевые инфекции у детей : руководство для врачей / Н. В. Скрипченко, Г. П. Иванова. – М. : Медицина, 2008. – 424 с.
15. Травина Н. С. Наличие ассоциаций возбудителей клещевых инфекций и связанные с ними проблемы практического здравоохранения / Н. С. Травина, С. М. Скрышник, Л. С. Карань // Нац. приоритеты России. Спец. вып. – 2011. – № 2(5). – С. 74–75.
16. Фоменко Н. В. Генетическая гетерогенность *Borrelia* spp. Западной Сибири : дис. ... канд. биол. наук / Н. В. Фоменко ; Науч. центр мед. экологии ВСНЦ СО РАМН. – Иркутск, 2008. – 131 с.

17. Фоменко Н. В. Иксодовые и аргасовые клещевые боррелиозы / Н. В. Фоменко // Инфекции, передаваемые клещами в Сибирском регионе. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. – Вып. 30. – С. 197–214.
18. A relapsing fever group spirochete transmitted by *Ixodes scapularis* ticks / G. A. Scoles [et al.] // Vect. Borne. Zoonotic. Dis. – 2001. – Vol. 1(1), N 1. – P. 21–34.
19. Availability of Lyme disease vaccine // Centers for Disease Control and Prevention Morbid. Mortal. Weekly Rep. – 1999. – Vol. 48(36). – P. 35–43.
20. *Borrelia burgdorferi* induces chemokines in human monocytes / H. Sprenger [et al.] // Infect. Immun. – 1997. – Vol. 65. – P. 4384–4388.
21. Caimano M. The genus *Borrelia* / M. Caimano // The Prokaryotes. – 2006. – Vol. 7. – P. 236–293.
22. Delineation of *Borrelia burgdorferi* sensu stricto, *Borrelia garinii* sp. nov., and group VS461 associated with Lyme borreliosis / G. Baranton [et al.] // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1992. – Vol. 42(43). – P. 378–383.
23. Detection of a *Borrelia miyamotoi* sensu lato relapsing-fever group spirochete from *Ixodes pacificus* in California / J. Mun [et al.] // J. Med. Entomol. – 2006. – Vol. 43 (10), N 1. – P. 120–123.
24. Detection of relapsing fever in human blood samples from Israel using PCR targeting the glycerophosphodiester phosphodiesterase (GlpQ) gene / T. Halperin [et al.] // Acta. Trop. – 2006. – Vol. 98. – P. 189–195.
25. Epidemiology of European Lyme borreliosis / S. O'Connell [et al.] // Zentbl. Bakteriolog. – 1998. – Vol. 287(3). – P. 229–240.
26. Etiology of tick-borne febrile illnesses in adult residents of North-Eastern Poland: report from a prospective clinical study / A. Grzeszczuk [et al.] // Int. J. Med. Microbiol. – 2006. – Vol. 296, suppl. 40. – P. 242–249.
27. Fraenkel C. Determination of novel *Borrelia* genospecies in Swedish *Ixodes ricinus* ticks / C. Fraenkel, U. Garpmo, J. Berglund // J. Clin. Microbiol. – 2002. – Vol. 40, N 9. – P. 3308–3312.
28. Fukunaga M. The flagellin gene of *Borrelia miyamotoi* sp. nov. and its phylogenetic relationship among *Borrelia* species / M. Fukunaga, Y. Koreki // FEMS Microbiol. Lett. – 1995. – Vol. 134(2–3). – P. 255–258.
29. Genetic and phenotypic analysis of *Borrelia miyamotoi* sp. nov., isolated from the ixodid tick *Ixodes persulcatus*, the vector for Lyme disease in Japan / M. Fukunaga // Int. J. Syst. Bacteriol. – 2005. – Vol. 45(4). – P. 804–810.
30. Guidelines for the diagnosis of tick borne bacterial diseases in Europe / P. Brouqui [et al.] // Clin. Microbiol. Infect. – 2004. – Vol. 10 (12). – P. 1108–1132.
31. High prevalence *Borrelia miyamotoi* infection among [corrected] wild turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Tennessee / M. C. Scott [et al.] // J. Med. Entomol. – 2010. – Vol. 47(6). – P. 1238–1242.
32. Humans infected with relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi*, Russia / A. E. Platonov [et al.] // Emerg. Infect. Dis. – 2011. – Vol. 17. – P. 1816–1823.
33. Meningoencephalitis from *Borrelia miyamotoi* in an immunocompromised patient / J. L. Gugliotta [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2013. – Vol. 368, N 3. – P. 240–245.
34. Molecular typing of *Borrelia burgdorferi* sensu lato: taxonomic, epidemiological and clinical implications / G. Wang [et al.] // Clin. Microbiol. Rev. – 1999. – Vol. 12 (4). – P. 633–653.
35. Monoclonal antibodies for identification of *Borrelia afzelii* sp. nov. associated with late cutaneous manifestations of Lyme borreliosis / M. M. Canica [et al.] // Scand. J. Infect. Dis. – 1993. – Vol. 25(4). – P. 441–448.

36. Niche partitioning of *Borrelia burgdorferi* and *Borrelia miyamotoi* in the same tick vector and mammalian reservoir species / A. G. Barbour [et al.] // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* – 2009. – Vol. 81(6), N 6. – P. 1120–1131.
37. Paster B. J. Phylogenetic foundation of spirochetes / B. J. Paster, F. E. Dewhirst // *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* – 2000. – Vol. 2. – P. 341–344.
38. Postexposure treatment with doxycycline for the prevention of tick-borne relapsing fever / T. Hasin [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2006. – Vol. 355. – P. 148–155.
39. Postic D. Multilocus sequence analysis of atypical *Borrelia burgdorferi* sensu lato isolates—description of *Borrelia californiensis* sp nov., and genomospecies 1 and 2 / D. Postic, M. Garnier, G. Baranton // *Int. J. Med. Microbiol.* – 2007. – Vol. 297(4). – P. 263–271.
40. Richter D. Relapsing fever-like spirochetes infecting European vector tick of Lyme disease agent / D. Richter, D. Schlee, F. Matuschka // *Emerg. Infect. Dis.* – 2003. – Vol. 9 (6), N 6. – P. 697–701.

Circulation of *Borrelia miyamotoi* in Natural Foci of the Baikal Region

I. V. Voytsekhovskaya^{1,2}, I. V. Kozlova^{1,3}, O. V. Suntsova¹,
O. V. Lisak¹, E. K. Doroschenko¹, Yu. P. Dzhioev^{1,3}

¹Research Center of Family Health and Human Reproduction Problems SB RAMS, Irkutsk

²Irkutsk State University, Irkutsk

³Irkutsk State Medical University, Irkutsk

Abstract. This article provides an analysis of the scientific literature on the issue of TBE associated with *Borrelia miyamotoi* and the results of reconnaissance studies to find foci of *B. miyamotoi* in the Baikal region. DNA of *B. miyamotoi* found in two species of ticks (*I. persulcatus*, *H. concinna*) in the three examined areas of Irkutsk region: Ekhirit-Bulagatsky, Irkutsky and Kachugsky. In the ticks DNA of *B. miyamotoi* were detected less frequently than DNA of *B. burgdorferi* I. complex. Was shown the possibility of infection of ticks with *Borrelia* of two species – *B. miyamotoi* and *B. burgdorferi* I.

Keywords: ixodid tick-borne borreliosis, *Borellia miyamotoi*, genetic variability, natural focus.

Войцеховская Ирина Владимировна
студент

Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16
Иркутский государственный университет
664033, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 24–18–55
e-mail: virina_2013@mail.ru

Voytsekhovskaya Irina Vladimirovna
Student

Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS
16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk,
tel.: (3952) 24–18–55
e-mail: virina_2013@mail.ru

Козлова Ирина Валерьевна
доктор медицинских наук
руководитель лаборатории
Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16

Kozlova Irina Valeryevna
Doctor of Sciences (Medicine)
Head of Laboratory
Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS

*Иркутский государственный
медицинский университет
664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1
тел.: (3952) 33–39–52
e-mail: diwerhoz@rambler.ru*

*16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
Irkutsk State Medical University
1, Krasnogo Vosstania st., Irkutsk,
664003
tel.: (3952) 33–39–52
e-mail: diwerhoz@rambler.ru*

*Сунцова Ольга Владимировна
кандидат биологических наук
научный сотрудник
Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16
тел.: (3952) 33–39–52
e-mail: Olga_syntsova@list.ru*

*Suntsova Ol'ga Vladimirovna
Candidate of Sciences (Biology)
Research Scientist
Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS
16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 33–39–52
e-mail: Olga_syntsova@list.ru*

*Лисак Оксана Васильевна
младший научный сотрудник
Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16
тел.: (3952) 33–39–52
e-mail: lisak.lisa@rambler.ru*

*Lisak Oksana Vasilyevna
Junior Research Scientist
Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS
16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 33–39–52
e-mail: lisak.lisa@rambler*

*Дорощенко Елена Константиновна
кандидат биологических наук
научный сотрудник
Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16
тел.: (3952) 33–39–52
e-mail: doroshchenko-virus@mail.ru*

*Doroschenko Yelena Konstantinovna
Candidate of Sciences (Biology)
Research Scientist
Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS
16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 33–39–52
e-mail: doroshchenko-virus@mail.ru*

*Джзиев Юрий Павлович
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Научный центр проблем здоровья семьи
и репродукции человека СО РАМН
664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16
Иркутский государственный
медицинский университет
664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1
тел.: (3952) 33–39–52
e-mail: alanir07@mail.ru*

*Dhziev Yuri Pavlovich
Candidate of Sciences (Biology)
Senior Research Scientist
Scientific Centre of the Family Health
and Human Reproduction Problems
SB RAMS
16, Timiryazev st., Irkutsk, 664003
Irkutsk State Medical University
1, Krasnogo Vosstania st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 33–39–52
e-mail: alanir07@mail.ru*