

DOI: <https://doi.org/10.17816/EID109070>

Циркуляция возбудителя возвратной клещевой лихорадки *Borrelia miyamotoi* в природном очаге Томской области

О.В. Воронкова, Л.В. Лукашова, М.Р. Карпова, Е.Н. Ильинских, А.Г. Семенов, И.Е. Есимова, Е.А. Мотлохова, Н.А. Чернышов, И.Н. Ильянова

Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Знания об инфекционном потенциале возбудителя возвратной клещевой лихорадки *Borrelia miyamotoi* и роли данного патогена в формировании этиологической структуры трансмиссивных природно-очаговых инфекций в ряде регионов остаются неполными. В их числе Томская область, на территории которой в 2021 г. заболеваемость иксодовым клещевым боррелиозом составила 15,7 на 100 тыс. населения, что в 3,6 раза превысило общероссийский показатель.

Цель исследования — обобщение и анализ эпидемиологических данных, а также результатов собственных клинических наблюдений и лабораторных исследований, проведённых в 2015–2021 гг., свидетельствующих о циркуляции на территории Томской области возбудителя возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi*.

Материалы и методы. Проанализированы эпидемиологические данные о проявлении природных очагов клещевых инфекций на территории Томской области за период 2015–2021 гг. Приведено описание клинического наблюдения лихорадочной инфекции, обусловленной инфицированием *B. miyamotoi*, как пример гиподиагностики возвратной клещевой лихорадки. Верификацию этиологического варианта боррелиоза осуществляли с помощью метода полимеразной цепной реакции в реальном времени. Выделение ДНК и выявление генетических маркеров *B. miyamotoi* проводили с использованием наборов серии «РеалБест» (АО «Вектор-Бест», Новосибирск) с последующим секвенированием нуклеиновой кислоты по последовательностям генов *23SrRNA*, *gfpQ* и *recA* *B. miyamotoi*. Исследовали иксодовых клещей (*Ixodes persulcatus*, *Ixodes pavlovskyi*, *Dermacentor reticulatus*), собранных на территории Томской области, на предмет заражённости *B. miyamotoi*. Выявление генетических маркеров патогенных боррелий осуществляли в индивидуальных образцах нуклеиновых кислот, выделенных из гомогенатов клещей, с использованием наборов серии «РеалБест» (АО «Вектор-Бест», Новосибирск).

Результаты. В 2016 г. в Томской области выявлен первый подтверждённый молекулярно-генетическим методом клинический случай боррелиоза, вызванного *B. miyamotoi*. За период 2015–2021 гг. частота инфицирования *B. miyamotoi* клещей рода *Ixodes* в Томской области, составила до 7%, клещей рода *Dermacentor* — до 3%.

Заключение. В природных очагах Томской области циркулирует возбудитель возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi*, что требует дальнейшего мониторинга эпизоотической ситуации и изучения роли данного патогена в формировании этиологической структуры трансмиссивных природно-очаговых инфекций.

Ключевые слова: иксодовый клещевой боррелиоз; возвратная клещевая лихорадка; *Borrelia miyamotoi*.

Как цитировать

Воронкова О.В., Лукашова Л.В., Карпова М.Р., Ильинских Е.Н., Семенов А.Г., Есимова И.Е., Мотлохова Е.А., Чернышов Н.А., Ильянова И.Н. Циркуляция возбудителя возвратной клещевой лихорадки *Borrelia miyamotoi* в природном очаге Томской области // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2022. Т. 27, № 1. С. 15–22. DOI: <https://doi.org/10.17816/EID109070>

DOI: <https://doi.org/10.17816/EID109070>

Distribution of the causative agent of relapsing tick-borne fever *Borrelia miyamotoi* in natural focus in the Tomsk region

Olga V. Voronkova, Larisa V. Lukashova, Maria R. Karpova, Ekaterina N. Ilyinskikh, Albert G. Semenov, Irina E. Esimova, Elizaveta A. Motlokhova, Nikita A. Chernyshov, Irina N. Ilyanova

Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Knowledge about the infectious potential of the causative agent of recurrent tick-borne fever *Borrelia miyamotoi* and the role of this pathogen in the etiological structure formation of transmissible natural focal infections in a number of regions remains incomplete. Among them is the Tomsk region where in 2021 the incidence of ixodic tick-borne borreliosis was 15.7 per 100,000 population, which is 3.6 times higher than the all-Russian indicator.

AIMS: This study aimed to summarize and analyze epidemiological data, as well as the results of our own clinical observations and laboratory studies conducted in 2015–2021 confirming the distribution of the causative agent of relapsing tick-borne fever *B. miyamotoi* in the Tomsk region.

MATERIALS AND METHODS: Epidemiological data on the manifestation of the natural foci of tick-borne infections were analyzed in the Tomsk region for the period 2015–2021. A clinical case of febrile infection caused by *B. miyamotoi* infection is described as an example of underdiagnosis of relapsing tick-borne fever. Verification of the etiological variant of borreliosis was carried out using real-time PCR. DNA extraction and detection of *B. miyamotoi* genetic markers were performed using RealBest series kits (Vector-Best, Novosibirsk), followed by nucleic acid sequencing of *B. miyamotoi* 23SrRNA, *glpQ*, and *recA* gene sequences. Ixodid ticks (*Ixodes persulcatus*, *Ixodes pavlovskyi*, *Dermacentor reticulatus*) collected from the Tomsk region were studied for infestation with *B. miyamotoi*. The detection of genetic markers of pathogenic *Borrelia* was carried out in nucleic acid samples isolated from tick homogenates using kits of the RealBest series (Vector-Best, Novosibirsk).

RESULTS: In 2016, the first clinical case of borreliosis caused by *B. miyamotoi* was confirmed by molecular genetic methods in the Tomsk region. During the period 2015–2021, the infection rate of *B. miyamotoi* ticks of the genus *Ixodes* in the Tomsk region was up to 7%, ticks of the genus *Dermacentor* — up to 3%.

CONCLUSION: The results of this study demonstrated the distribution of the causative agent of relapsing tick-borne fever *B. miyamotoi* in the natural foci of the Tomsk region, which requires further monitoring of the epizootic situation and study of the role of this pathogen in the formation of the etiological structure of transmission natural focal infections.

Keywords: tick-borne borreliosis; tick-borne relapsing fever; *Borrelia miyamotoi*.

To cite this article

Voronkova OV, Lukashova LV, Karpova MR, Ilyinskikh EN, Semenov AG, Esimova IE, Motlokhova EA, Chernyshov NA, Ilyanova IN. Distribution of the causative agent of relapsing tick-borne fever *Borrelia miyamotoi* in natural focus in the Tomsk region. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2022;27(1):15–22. DOI: <https://doi.org/10.17816/EID109070>

ОБОСНОВАНИЕ

Иксодовые клещи являются переносчиками целого ряда возбудителей инфекционных заболеваний человека: вируса клещевого энцефалита (КЭ), боррелий иксодового клещевого боррелиоза (ИКБ), анаплазм гранулоцитарного анаплазмоза, риккетсий сибирского клещевого тифа и др. [1]. Одно из первых мест по уровню заболеваемости среди природно-очаговых инфекций занимает ИКБ. Благодаря развитию молекулярно-генетических методов исследования, наряду с возбудителями классического ИКБ — спирохетами видовой подгруппы *Borrelia burgdorferi sensu lato*, в природных очагах всё чаще стали выявлять возбудителей так называемого нового боррелиоза — *Borrelia miyamotoi* [2]. Впервые *B. miyamotoi* обнаружена в иксодовых клещах в Японии в 1995 г. В России первые публикации об инфекции, вызванной *B. miyamotoi*, датированы 2004 г., когда в крови 25 больных ИКБ, проживающих в Республике Удмуртия, была выделена ДНК патогена [3, 4].

К настоящему времени уже имеются некоторые данные об экологии и эпидемиологической роли *B. miyamotoi* на отдельных территориях, однако знания об инфекционном потенциале нового вида боррелий остаются далеко неполными. Клиническая картина возвратной клещевой лихорадки, вызванной *B. miyamotoi*, отличается от таковой при ИКБ [4–7]. Сходная с другими бактериальными и вирусными клещевыми инфекциями симптоматика обуславливает трудности клинической дифференциальной диагностики заболевания, вызванного *B. miyamotoi*.

В настоящее время существуют методы специфической лабораторной диагностики возвратной клещевой лихорадки, ассоциированной с *B. miyamotoi*, например с применением полимеразной цепной реакции (ПЦР) с детекцией ДНК возбудителя, иммуноблоттинга (планарный биочип) для выявления специфических антител к антигенам GlpQ, Vlp15/16, Vlp18, Vsp1, Vlp5, а также метода ELISPOT (Enzyme-Linked ImmunoSpot) для определения высвобождения гамма-интерферона Т-лимфоцитами при их контакте со специфическими антигенами *B. miyamotoi* [8, 9]. Однако эти методы широко не внедрены в алгоритмы диагностического поиска, поскольку циркуляция и распространённость *B. miyamotoi* на отдельных территориях исследована недостаточно. В их числе и Томская область, на территории которой в 2021 г. заболеваемость ИКБ в 3,6 раза превысила общероссийский показатель [10]. При высокой частоте беззрительных форм ИКБ (до 70%) отсутствует настороженность врачей в отношении иных (кроме Лайм-боррелиоза) этиологических вариантов клещевого боррелиоза, что приводит к гиподиагностике возвратной клещевой лихорадки.

Цель исследования — обобщение и анализ эпидемиологических данных, а также результатов собственных клинических наблюдений и лабораторных исследований,

проведённых в 2015–2021 гг., свидетельствующих о циркуляции на территории Томской области возбудителя возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено обсервационное, одноцентровое, ретроспективное, выборочное, неконтролируемое исследование.

Материалом для исследования послужили эпидемиологические данные о проявлениях природных очагов клещевых инфекций на территории Томской области за период 2015–2021 гг., представленные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области». Наряду с этим в эпидемическом сезоне 2016 г. обследованы пациенты, госпитализированные в инфекционную клинику ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России с лихорадкой и наличием в анамнезе факта присасывания клеща.

Критерии соответствия

Критерии включения: пациенты, госпитализированные в инфекционную клинику с лихорадкой и наличием в анамнезе факта присасывания клеща.

Для анализа инфицированности переносчиков с помощью методов морфометрии были отобраны имаго клещей, относящихся к родам *Ixodes* (виды *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi*) и *Dermacentor* (вид *Dermacentor reticulatus*).

Условия проведения

Пациенты, принявшие участие в исследовании, находились на стационарном лечении в инфекционной клинике ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России.

Лабораторные исследования проведены на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России в Научно-образовательном центре молекулярной медицины.

Описание медицинского вмешательства

Обследование пациентов включало общеклинические лабораторные исследования и определение методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) концентрации иммуноглобулинов классов М (IgM) и G (IgG) к *B. burgdorferi sensu lato* и вирусу КЭ, а также антигена вируса КЭ (ИФА). Дополнительно у пациентов производили забор крови для последующего получения лейкоцитарной фракции и выявления генетических маркеров патогенных боррелий и вируса КЭ методом ПЦР.

Для выделения нуклеиновых кислот из лейкоцитарной фракции крови пациентов использовали наборы серии «РеалБест» (АО «Вектор-Бест», Новосибирск). В случае положительной находки наличие в крови пациента специфической ДНК *B. miyamotoi* подтверждали

секвенированием нуклеиновой кислоты по последовательностям генов *23SrRNA*, *glpQ* и *recA* *B. miyamotoi* с последующим филогенетическим анализом полученных нуклеотидных последовательностей.

Дополнительно было проведено исследование тканей иксодовых клещей, собранных на территории Томской области, на предмет заражённости патогенными боррелиями и вирусом КЭ. В 2016 г. исследовали 203 индивидуальных образца нуклеиновых кислот, выделенных из суспензий гомогенатов имаго иксодовых клещей *I. persulcatus* и *I. pavlovskyi*. В общей сложности 43 клеща были собраны «на флаг» с растительности, а 160 — сняты с людей, обратившихся на пункт серопротекции. В 2021 г. исследовано 46 индивидуальных образцов нуклеиновых кислот, выделенных из гомогенатов имаго иксодовых клещей *D. reticulatus*. Клещи были собраны на флаг в рекреационных зонах Томска в августе и сентябре 2021 г. Для выделения нуклеиновых кислот и выявления ДНК патогенных боррелий и РНК вируса КЭ использовали ПЦР-наборы серии «РеалБест» (АО «Вектор-Бест», Новосибирск).

Анализ в подгруппах не проводился.

Этическая экспертиза

Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (протокол № 9119/1 от 30.05.2022). От всех пациентов, принявших участие в исследовании, было получено информированное согласие.

Статистический анализ

Принципы расчёта размера выборки: размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных: для обработки полученных данных в ходе исследования применялось программное обеспечение MS Office Excel 2010 (Microsoft, США) для работы с электронными таблицами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Проанализированы эпидемиологические данные о проявлениях природных очагов клещевых инфекций на территории Томской области за период 2015–2021 гг., представленные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области».

Проведено обследование 29 пациентов, госпитализированных в инфекционную клинику ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России с лихорадкой и наличием в анамнезе факта присасывания клеща.

Исследованы 203 индивидуальных образца нуклеиновых кислот, выделенных из суспензий гомогенатов имаго клещей рода *Ixodes*, и 46 образцов — клещей рода *Dermacentor*.

Основные результаты исследования

Томская область является одним из самых больших в Российской Федерации эндемичных очагов КЭ и ИКБ [11]. В период 2015–2019 гг. в Томской области наиболее часто в тканях иксодовых клещей выявлялись спирохеты *Borrelia garinii* и *Borrelia afzelii*, в среднем показатель заражённости составил 19 и 12% соответственно [10, 12].

В результате проведённого в 2016 г. исследования нами впервые был установлен факт инфицирования иксодовых клещей патогенными боррелиями, относящимися к виду *B. miyamotoi*, на территории Томской области. ДНК *B. miyamotoi* была обнаружена в 10 (6,25%) из 160 клещей рода *Ixodes*, снятых с людей, и в 4 (9,3%) из 43 клещей, собранных с растительности. В 2 образцах одновременно была обнаружена ДНК *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi sensu lato*, а в 1 образце — одновременно РНК вируса КЭ, а также ДНК *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi sensu lato*. В эпидемическом сезоне 2016 г. впервые был выявлен клинический случай боррелиоза, вызванного *B. miyamotoi*, подтверждённый с помощью молекулярно-генетических методов.

С 2020 г. вид *B. miyamotoi* был включён в перечень видов патогенных боррелий, подлежащих мониторингу на территории Томской области. Специалистами ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» установлено, что спонтанная инфицированность клещей рода *Ixodes* возбудителем клещевой возвратной лихорадки *B. miyamotoi* в 2020 г. составила 3%, в 2021 г. — 7% [10, 12].

В 2021 г. при исследовании инфицированности клещей рода *Dermacentor* генетические маркеры *B. miyamotoi* были обнаружены нами в 1 (2%) из 46 клещей *D. reticulatus*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о циркуляции в природных очагах Томской области возбудителя возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi*, что требует дальнейшего мониторинга эпизоотической ситуации и изучения роли данного патогена в формировании региональной структуры трансмиссивных природно-очаговых инфекций.

Обсуждение основного результата исследования

Полученные нами данные в Томской области в целом согласуются с результатами исследований, полученными при изучении инфицированности иксодовых клещей *B. miyamotoi* в других регионах. Циркуляция возбудителя возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi* была зарегистрирована в природных биотопах Республики Удмуртия (у 6,3% клещей рода *Ixodes*), в Рязанской и Свердловской областях (по 2,9%), Республике Алтай (7,5%), в Иркутской (10,4%) и Новосибирской (2,8%) областях, Красноярском

крае (5%), Хабаровском крае (3,24%), Амурской области (3,65%) и Приморском крае (8,5%). Установлено, что эндемичные районы для *B. miyamotoi* частично совпадают с таковыми для возбудителей ИКБ (*B. burgdorferi sensu lato*), при этом выявлены случаи микст-инфицирования иксодовых клещей двумя видами спирохет [13–17].

Известно, что клиническая картина боррелиоза, возбудителем которого является *B. miyamotoi*, отличается от таковой при Лайм-боррелиозе и характеризуется как возвратная клещевая лихорадка. Наряду с фебрильной лихорадкой волнообразного характера и выраженным общетоксическим синдромом для заболевания, вызванного *B. miyamotoi*, характерно быстрое вовлечение в патологический процесс внутренних органов с развитием пневмонии, гепатита, нефропатии, гастроэнтерита, миокардита и другой патологии [4–7]. Сходная с другими бактериальными и вирусными клещевыми инфекциями симптоматика обуславливает трудности клинической диагностики заболевания, вызванного *B. miyamotoi*. Отсутствие настороженности врачей в отношении разнообразных этиологических вариантов безэритемных форм клещевого боррелиоза нередко приводит к гиподиагностике возвратной клещевой лихорадки.

С одним из таких случаев мы столкнулись в своей практике и считаем необходимым привести в данной статье (ретроспективно) описание клинической ситуации.

Описание клинического случая

Больная В., 69 лет, доставлена в инфекционную клинику ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России 08.07.2016 бригадой скорой медицинской помощи после консультации терапевта и исключения диагноза пневмонии в приёмном отделении. При поступлении предъявляла жалобы на повышение температуры тела до 39°C с ознобом, слабость, умеренную головную боль без чёткой локализации и головокружение.

Из анамнеза заболевания. Выявлены следующие данные эпидемиологического анамнеза и анамнеза заболевания: 17.06.2016 на садово-огородном участке зафиксировано присасывание клеща в левую боковую поверхность живота; клещ находился на теле около 2 ч, удалён пациенткой самостоятельно; исследование клеща на наличие антигенов вируса КЭ и ДНК боррелий и постконтактной профилактики клещевых инфекций не проводили; фактов присасывания клещей в прошлом и ранее перенесённых клещевых инфекций не было. В период до 2012 г. пациентке регулярно проводили вакцинацию против КЭ. Дата заболевания — 08.07.2016.

При поступлении. При объективном осмотре определены фебрильная температура (38,4°C), гипотензия (110/60 мм рт.ст. при рабочем уровне артериального давления 130/90 мм рт.ст.) и приглушение тонов сердца. Область присасывания клеща — без видимых изменений. Неврологической симптоматики не выявлено. На рентгенограмме органов грудной клетки обнаружен пневмофиброз.

Диагноз и лечение. С учётом эпидемиологических/анамнестических данных и клинического синдрома комплекса поставлен предварительный клинический диагноз клещевого энцефалита, лихорадочной формы, средней степени тяжести. Однократно введён иммуноглобулин против клещевого энцефалита (7 мл, титр геагглютинирующих антител 1/160) с дальнейшим назначением интерферона альфа-2b (Виферон) в суточной дозе 2 млн ЕД в течение 10 дней.

В процессе обследования зарегистрированы изменения гемограммы в виде лейкопении ($2,84 \times 10^9/\text{л}$) с нейтрофилёзом (82%) и тромбоцитопенией ($87 \times 10^9/\text{л}$). Результаты ИФА крови (4-е сут заболевания): IgM/IgG к антигенам вируса клещевого энцефалита — $\pm/+$, IgM/IgG к боррелиозным антигенам — отрицательно.

Исход. На фоне проводимой комплексной терапии с включением препаратов патогенетической и симптоматической направленности (инфузия 5% раствора декстрозы и меглюмина натрия сукцината, диклофенак) наблюдали положительную клиническую динамику: нормализацию температуры тела (на 2-е сут), улучшение общего самочувствия, исчезновение головной боли и головокружения (на 4-е сут), а также нормализацию уровня лейкоцитов и динамическое повышение сниженного на исходном этапе количества тромбоцитов (до $112 \times 10^9/\text{л}$) в клиническом анализе крови. Пациентка выписана из клиники в удовлетворительном состоянии с заключительным клиническим диагнозом: «Клещевой энцефалит, лихорадочная форма, средней степени тяжести».

Ретроспективный анализ. В дальнейшем в рамках инициативного исследования проведён ретроспективный ПЦР-анализ криоконсервированных образцов крови, взятых на этапе поступления больной в стационар. Результаты ПЦР-анализа крови: РНК вируса клещевого энцефалита — отрицательно, ДНК *B. burgdorferi sensu lato* — отрицательно, ДНК *B. miyamotoi* — положительно. В подтверждающем тесте методом секвенирования получены последовательности ДНК, соответствующие последовательностям *B. miyamotoi*, которые депонированы в GenBank, KU845211.1. Зарегистрировано полное совпадение последовательности гена *gIpQ* с последовательностью *gIpQ B. miyamotoi*, выделенной из образца крови пациента в Хабаровске. Соответствие с последовательностями *B. miyamotoi* по генам *23SrRNA* и *recA* составило 99% [18, 19].

Обсуждение. В данной ситуации имели место острое начало заболевания с фебрильной лихорадкой и интоксикационным синдромом, отсутствие эритемы в области присасывания клеща и изменения гемограммы, типичные для вирусной инфекции (лейкопения, тромбоцитопения). С учётом верифицированных IgM к антигенам вируса КЭ диагноз КЭ не вызвал сомнения. Предположения о вероятности развития боррелиоза *B. miyamotoi* со сходной симптоматикой и аналогичными сдвигами в гематологическом профиле при сомнительном результате серологического тестирования на КЭ не возникло, соответственно,

антибактериальная терапия не проводилась. Позитивная динамика состояния пациентки с регрессией лихорадки наступила в процессе применения интерферона альфа-2b с иммуномодулирующим действием и опосредованной антибактериальной активностью, а также лекарственных средств с дезинтоксикационным, антигипоксическим и антиоксидантным эффектом и нестероидного противовоспалительного препарата.

Заключение. Представленный случай демонстрирует целесообразность включения в диагностический алгоритм при клещевых инфекциях в реальной практике ПЦР-детекции *B. miyamotoi*, особенно в сложных клинических ситуациях с отсутствием специфических маркеров КЭ и ИКБ или при сомнительных результатах лабораторных исследований.

Следует отметить, что в Томской области большинство лабораторно подтверждённых случаев ИКБ за период 2015–2021 гг. не сопровождалось развитием мигрирующей эритемы. В эпидемическом сезоне 2020 г. безэритемная форма ИКБ встречалась более чем в 2,5 раза чаще, чем эритемная, в 2021 г. — в 2,4 раза чаще [10, 12]. Данное обстоятельство, приведённый клинический случай, а также факт обнаружения генетических маркеров *B. miyamotoi* в тканях иксодовых клещей дают основание предполагать участие этого возбудителя в этиологии клещевых инфекций на территории Томской области и определяют необходимость внедрения современных методов лабораторной диагностики и повышения информированности практикующих врачей по вопросам профилактики, дифференциальной диагностики и лечения различных этиологических вариантов иксодовых клещевых боррелиозов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие методов молекулярно-генетической диагностики и растущий объём информации о трансмиссивных инфекциях как в России, так и за рубежом привели к пересмотру представлений о видовом разнообразии возбудителей ИКБ. Несмотря на это, в большинстве регионов Российской Федерации, эндемичных по клещевым инфекциям, молекулярно-генетические и серологические методы специфической верификации *B. miyamotoi* не включены в программы диагностического поиска при лихорадочных клещевых инфекциях. Результаты проведённых нами исследований свидетельствуют о циркуляции в природных очагах Томской области возбудителя возвратной клещевой лихорадки *B. miyamotoi*, что тре-

бует дальнейшего мониторинга эпизоотической ситуации и изучения роли данного патогена в формировании региональной структуры трансмиссивных природно-очаговых инфекций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 22-15-20010 (<https://rscf.ru/project/22-15-20010/>) и средств Администрации Томской области.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: М.Р. Карпова, Л.В. Лукашова — концепция исследования, подготовка рукописи; А.Г. Семенов, И.Е. Есимова, Е.А. Мотлохова, Н.А. Чернышов, И.Н. Ильянова — проведение лабораторных исследований; О.В. Воронкова — сбор данных, подготовка рукописи; Е.Н. Ильинских — анализ данных, подготовка рукописи.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных в журнале Эпидемиологии и инфекционные болезни.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study project was supported by the Russian Science Foundation under grant № 22-15-20010 (<https://rscf.ru/project/22-15-20010/>) and funded by the Administration of the Tomsk Region.

Competing interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Authors' contribution. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). M.R. Karpova, L.V. Lukashova — research concept, manuscript preparation; A.G. Semenov, I.E. Esimova, E.A. Motlokhova, N.A. Chernyshov, I.N. Ilyanova — laboratory research; O.V. Voronkova — data collection, preparation of the manuscript; E.N. Ilyinskikh — data analysis, preparation of the manuscript.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript in Epidemiology and infection disease journal.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. Москва, 2013. 464 с.
2. Рудакова С.А., Пеньевская Н.А., Блох А.И., и др. Обзор эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам

в Российской Федерации в 2010–2020 гг. и прогноз на 2021 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 2. С. 52–61. doi: 10.21055/0370-1069-2021-2-52-61

3. Платонов А.Е., Карань Л.С., Колясникова Н.М., и др. Таксономическая позиция и генетическое разнообразие вида боррелий

- Borrelia miyamotoi* — возбудителя «нового» иксодового клещевого боррелиоза // Молекулярная диагностика – 2010: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Т. 2 / под ред. В.И. Покровского. Москва: ЭйВиДжи, 2010. С. 250–256.
4. Сарксян Д.С. Иксодовые клещевые боррелиозы — современное состояние проблемы // Инфекционные болезни. 2015. Т. 13, № 2. С. 61–67.
 5. Платонов А.Е., Малеев В.В., Карань Л.С., и др. Боррелиозные возвратные лихорадки: забытые и новые // Терапевтический архив. 2010. Т. 82, № 11. С. 74–80.
 6. Краснова Е.И., Савельева М.В., Хохлова Н.И., и др. Особенности клинических проявлений и лабораторной диагностики возвратной клещевой лихорадки, вызванной *Borrelia miyamotoi*, в Новосибирской области // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2017. № 2. С. 10–14.
 7. Kubiak K., Szczotko M., Dmitryjuk M. *Borrelia miyamotoi* — an emerging human tick-borne pathogen in Europe // *Microorganisms*. 2021. Vol. 9, N 1. P. 154. doi: 10.3390/microorganisms9010154
 8. Cutler S.J. Relapsing fever borreliae: a global review // *Clin Lab Med*. 2015. Vol. 35, N 4. P. 847–865. doi: 10.1016/j.cll.2015.07.001
 9. Стуколова О.А., Колясникова Н.М., Сарксян Д.С., и др. Разработка и использование планарного белкового биочипа для серологической диагностики клещевого боррелиоза, вызванного *Borrelia miyamotoi* // Молекулярная диагностика – 2017: сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18–20 апреля 2017 г. / под ред. В.И. Покровского. Москва: Юлис, 2017. С. 151–152.
 10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Томской области в 2021 году. Государственный доклад. Томск, 2022. 173 с.
 11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. Москва, 2021. 256 с.
 12. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Томской области в 2020 году. Государственный доклад. Томск, 2021. 187 с.
 13. Рудакова С.А., Теслова О.Е., Канешова Н.Е., и др. Генетическое разнообразие боррелий в иксодовых клещах на территории юга Западной Сибири // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 4. С. 92–96. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-92-96
 14. Колясникова Н.М., Сарксян Д.С., Топоркова М.Г., и др. Эпидемиологические и клинические аспекты безэритемных форм иксодовых клещевых боррелиозов в России // Журнал МедиАль. 2018. № 2. С. 59–60.
 15. Platonov A.E., Karan L.S., Kolyasnikova N.M., et al. Humans infected with the relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi*, Russia // *Emerg Infect Dis*. 2011. Vol. 17, N 10. P. 1816–1822. doi: 10.3201/eid1710.101474
 16. Khasnatinov M.A., Danchinova G.A., Takano A., et al. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in *Ixodes persulcatus* in Irkutsk city and its neighboring territories, Russia // *Ticks Tick Borne Dis*. 2016. Vol. 7, N 2. P. 394–397. doi: 10.1016/j.ttbdis.2015.12.016
 17. Леонова Г.Н., Лубова В.А., Иванис В.А. Мониторинг возбудителей клещевых инфекций на территории Приморского края в 2014–2018 гг. // Тихоокеанский медицинский журнал. 2018. № 4. С. 10–14. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.10-14
 18. Александров Г.О., Карпова М.Р., Потоцкая Ю.А., и др. Определение *Borrelia miyamotoi* — возбудителя клещевой возвратной лихорадки в клещах и крови пациента в Томской области // Молекулярная диагностика – 2017: сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18–20 апреля 2017 г. / под ред. В.И. Покровского. Москва: Юлис, 2017. С. 338–339.
 19. Кондранова А.М., Карпова М.Р., Бондаренко Е.И., и др. Первый подтвержденный случай клещевой возвратной лихорадки, вызванный *Borrelia miyamotoi*, в Томской области // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 450.

REFERENCES

1. Korenberg EI, Pomelova VG, Osin NS. Infections with natural foci transmitted by ixodid ticks. Moscow; 2013. 464 p. (In Russ).
2. Rudakova SA, Pen'evskaya NA, Blokh AI, et al. Review of the epidemiological situation on ixodic tick-borne borreliosis in the Russian Federation in 2010–2020 and prognosis for 2021. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2021;(2):52–61. (In Russ). doi: 10.21055/0370-1069-2021-2-52-61
3. Platonov AE, Karan' LS, Kolyasnikova NM, et al. Taxonomic position and genetic diversity of the borrelia species *Borrelia miyamotoi* — the causative agent of the “new” ixodic tick-borne borreliosis. *Molecular diagnostics – 2010: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Vol. 2. Ed. by V.I. Pokrovsky. Moscow: EhiViDzhi. P. 250–256. (In Russ).
4. Sarksyas DS. Ixodic tick-borne borreliosis — the current state of the problem. *Infectious diseases*. 2015;13(2):61–67. (In Russ).
5. Platonov AE, Maleev VV, Karan' LS, et al. Relapsing fever borrelios: forgotten and new ones. *Ther Arch*. 2010;82(11):74–80. (In Russ).
6. Krasnova EI, Savel'eva MV, Khokhlova NI, et al. Features of clinical manifestations and laboratory diagnostics of recurrent tick fever caused by *Borrelia miyamotoi* in the Novosibirsk region. *Epidemiology and infectious diseases*. 2017;(2):10–14. (In Russ).
7. Kubiak K, Szczotko M, Dmitryjuk M. *Borrelia miyamotoi* — an emerging human tick-borne pathogen in Europe. *Microorganisms*. 2021;9(1):154. doi: 10.3390/microorganisms9010154
8. Cutler SJ. Relapsing fever borreliae: a global review. *Clin Lab Med*. 2015;35(4):847–865. doi: 10.1016/j.cll.2015.07.001
9. Stukolova OA, Kolyasnikova NM, Sarksyas DS, et al. Development and use of a planar protein biochip for the serological diagnostics of tick-borne borreliosis caused by *Borrelia miyamotoi*. *Molecular Diagnostics – 2017: Proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference with International participation, April 18–20, 2017*. Ed. by V.I. Pokrovsky. Moscow: Yulis; 2017. P. 151–152. (In Russ).
10. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Tomsk region in 2021. The State report. Tomsk, 2022. 173 p. (In Russ).
11. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2020. The State report. Moscow; 2021. 256 p. (In Russ).

12. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Tomsk region in 2020. The State report. Tomsk, 2021. 187 p. (In Russ).

13. Rudakova SA, Teslova OE, Kaneshova NE, et al. Genospecies diversity of borrelia in ixodes ticks of the West Siberia. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2019;(4):92–96. (In Russ). doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-92-96

14. Kolyasnikova NM, Sarkisyan DS, Toporkova MG, et al. Epidemiological and clinical aspects of non-erythemic forms of ixodic tick-borne borreliosis in Russia. *MediAl' J*. 2018;2(22):59–60. (In Russ).

15. Platonov AE, Karan LS, Kolyasnikova NM, et al. Humans infected with the relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi*, Russia. *Emerg Infect Dis*. 2011;17(10):1816–1822. doi: 10.3201/eid1710.101474

16. Khasnatinov MA, Danchinova GA, Takano A, et al. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in *Ixodes persulcatus* in Irkutsk city and its

neighboring territories, Russia. *Ticks Tick Borne Dis*. 2016;7(2): 394–397. doi: 10.1016/j.ttbdis.2015.12.016

17. Leonova GN, Lubova VA, Ivanis VA. Monitoring of pathogens of tick-borne infections on the territory of Primorsky Krai in 2014–2018. *Pacific Medical Journal*. 2018;4(74):10–14. (In Russ). doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.10-14

18. Alexandrov GO, Karpova MR, Pototskaya YuA, et al. Determination of *Borrelia miyamotoi* — the causative agent of tick-borne recurrent fever in the ticks and blood of a patient in the Tomsk region. *Molecular Diagnostics – 2017: Proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference with International participation, April 18–20, 2017*. Ed. by V.I. Pokrovsky. Moscow: Yulis; 2017. P. 338–339. (In Russ).

19. Kondrashova AM, Karpova MR, Bondarenko EI, et al. The first confirmed case of tick-borne recurrent fever caused by *Borrelia miyamotoi* in the Tomsk region. *Infection and Immunity*. 2017;(S):450. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Воронкова Ольга Владимировна**, д.м.н., доцент; адрес: Россия, 634050, Томск, Московский тракт, д. 2; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9478-3429>; eLibrary SPIN: 8005-8110; e-mail: Voronkova-ov@yandex.ru

Лукашова Лариса Владимировна, д.м.н., доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7119-391X>; eLibrary SPIN: 8196-9335; e-mail: luni-april@yandex.ru

Карпова Мария Ростиславовна, д.м.н., профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7109-9955>; eLibrary SPIN: 6935-7447; e-mail: mrkarpova@mail.ru

Ильинских Екатерина Николаевна, д.м.н., доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-6905>; eLibrary SPIN: 5245-5958; e-mail: infconf2009@mail.ru

Семенов Альберт Геннадьевич; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6382-8548>; eLibrary SPIN: 2003-5281; e-mail: albertgs@yandex.ru

Есимова Ирина Евгеньевна, д.м.н.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-2878>; eLibrary SPIN: 2245-6398; e-mail: orevi@mail.ru

Мотлохова Елизавета Андреевна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7409-3770>; eLibrary SPIN: 1166-6131; e-mail: emotlohova@gmail.com

Чернышов Никита Алексеевич; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4008-5606>; eLibrary SPIN: 7863-9900; e-mail: niki-rembo@mail.ru

Ильянова Ирина Николаевна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9225-5315>; eLibrary SPIN: 9184-3509; e-mail: irina_nt2013@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Olga V. Voronkova**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor; address: 2, Moscovski trakt, Tomsk, 634050, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9478-3429>; eLibrary SPIN: 8005-8110; e-mail: Voronkova-ov@yandex.ru

Larisa V. Lukashova, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7119-391X>; eLibrary SPIN: 8196-9335; e-mail: luni-april@yandex.ru

Maria R. Karpova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7109-9955>; eLibrary SPIN: 6935-7447; e-mail: mrkarpova@mail.ru

Ekatserina N. Ilyinskikh, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-6905>; eLibrary SPIN: 5245-5958; e-mail: infconf2009@mail.ru

Albert G. Semenov; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6382-8548>; eLibrary SPIN: 2003-5281; e-mail: albertgs@yandex.ru

Irina E. Esimova, MD, Dr. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-2878>; eLibrary SPIN: 2245-6398; e-mail: orevi@mail.ru

Elizaveta A. Motlokhova; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7409-3770>; eLibrary SPIN: 1166-6131; e-mail: emotlohova@gmail.com

Nikita A. Chernyshov; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4008-5606>; eLibrary SPIN: 7863-9900; e-mail: niki-rembo@mail.ru

Irina N. Ilyanova; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9225-5315>; eLibrary SPIN: 9184-3509; e-mail: irina_nt2013@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author