

Клинико-эпидемиологические проявления очагов иксодового клещевого боррелиоза в Томской области

О. В. Воронкова^{*1}, Е. Н. Ильинских¹, А. А. Рудиков^{1,2}, Т. Н. Полторацкая³,
И. Е. Есимова¹, Л. В. Лукашова¹, М. Р. Карпова¹

¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Томск

²Управление Роспотребнадзора по Томской области, г. Томск

³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области», г. Томск

Резюме

Актуальность. По официальным данным, в 2020 г. в России иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ) занял лидирующую позицию по распространенности и частоте регистрации среди инфекций, передаваемых клещами. На долю ИКБ приходилось 38,5% от всех случаев природно-очаговых трансмиссивных инфекций. В Томской области на протяжении многих лет средний многолетний показатель заболеваемости ИКБ превышает российский более чем в 3 раза. **Цель.** Определить особенности клинико-эпидемиологических проявлений очагов ИКБ в Томской области и обозначить приоритетные направления для проведения проблемно-ориентированных исследований в области экологии, эпидемиологии и клиники боррелиозной инфекции в Томской области. **Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили данные формы федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционной и паразитарной заболеваемости» за 2015–2020 гг. Изучены данные о 713 случаях заболевания ИКБ и более 125 тыс. обращений в медицинские организации области по поводу присасывания клещей. За шестилетний период исследованы на наличие ДНК боррелий 1200 экз. иксодовых клещей, собранных в естественных биотопах Томской области (роды *Ixodes* и *Dermacentor*). Детекцию ДНК боррелий проводили методом ПЦР в режиме реального времени. **Результаты.** Высокая численность иксодовых клещей в природных биотопах (до 200,0 экз./км на высоте эпидемиологического сезона), несоблюдение мер личной профилактики определяет стабильно высокий показатель обращаемости населения Томской области в медицинские организации по поводу присасывания клещей. Количество обращений ежегодно составляет в среднем 20,8 тыс. По результатам ежегодного исследования методом ПЦР клещей, снятых с людей, установлено, что ДНК боррелий была выявлена в среднем в 40% образцов; в среднем 3,7% проб крови лиц, пострадавших от присасывания клеща, оказались положительными. В 2015–2019 гг. наиболее часто в тканях иксодовых клещей выявлялись *B. garinii* и *B. afzelii*. С 2020 г. в перечень видов патогенных боррелий, подлежащих мониторингу на территории Томской области, был включен *Borrelia miyamotoi* – спонтанная инфицированность клещей рода *Ixodes* составила 3%. Максимальные значения как по числу заболевших ИКБ, так и по плотности заражений на 10 000 га (90–110 случаев) зафиксированы на юге Томской области (Асиновский, Кожевниковский, Кривошеинский, Томский, Шегарский районы, г. Томск). В эпидемическом сезоне 2020 г. количество лабораторно подтвержденных случаев безэритемной формы ИКБ более чем в 2,5 раза превысило число заболеваний с кожными проявлениями. **Заключение.** Большая численность иксодовых клещей в природных биотопах, высокая степень их инфицированности патогенными спирохетами свидетельствуют о наличии активных природных очагов ИКБ в Томской области. Изучение разнообразия патогенных боррелий во взаимосвязи с видовым разнообразием переносчиков, анализ клинических проявлений при разных этиологических вариантах клещевых боррелиозов (моно- и микст-инфекции), а также разработка алгоритма дифференциально-диагностического поиска и модели прогноза исходов инфекционного процесса при ИКБ и микст-инфекциях должны стать приоритетными направлениями проблемно-ориентированных научных исследований.

Ключевые слова: иксодовый клещевой боррелиоз, природный очаг, клинико-эпидемиологические проявления
Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Воронкова О. В., Ильинских Е. Н., Рудиков А. А. и др. Клинико-эпидемиологические проявления очагов иксодового клещевого боррелиоза в Томской области. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2022;21(4): 70-79. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-4-70-79>

* Для переписки: Воронкова Ольга Владимировна, д. м. н., доцент, заведующая кафедрой биологии и генетики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 634003, г. Томск, ул. Дальне-Ключевская, 5-41. +7 (3822) 901-101 доб. 1945, +7 9059904746, Voronkova-ov@yandex.ru. © Воронкова О.В. и др.

Clinical and Epidemiological Manifestations of Ixodic Tick-Borne Borreliosis Foci in the Tomsk regionOV Voronkova^{*1}, EN Ilyinskikh¹, AA Rudikov^{1,2}, TN Poltoratskaya³, IE Esimova¹, LV Lukashova¹, MR Karpova¹¹Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation²Department of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) in the Tomsk Region, Tomsk, Russian Federation³Center of Hygiene and Epidemiology in the Tomsk region, Tomsk, Russian Federation**Abstract**

Relevance. According to official data, in 2020 in Russia, Ixodic tick-borne borreliosis took the leading position in the prevalence and registration frequency among tick-borne infections, which amounted to 38.5% of all cases of natural focal transmissible infections. In the Tomsk region for many years, the average long-term incidence of Ixodic tick-borne borreliosis exceeds the Russian one by more than 3 times. **Aim.** Identify features the features of the clinical and epidemiological manifestations of the Ixodic tick-borne borreliosis foci in the Tomsk region; to identify priority areas for carrying out problem-oriented research in the field of ecology, epidemiology and the clinic of borreliosis infection in the Tomsk region. **Materials and methods.** The material for the study was the data of the federal statistical observation form «Information on infectious and parasitic morbidity» for the 2015-2020. The materials of 713 cases of Ixodic tick-borne borreliosis disease and more than 125 thousand appeals to medical organizations of the region regarding the tick bites, registered in official registration forms, were studied. As part of the annual epidemiological monitoring for a six-year period, 1200 specimens of Ixodid ticks collected in natural biotopes of the Tomsk region were examined for the presence of Borrelia DNA, depending on their genus (Ixodes and Dermacentor). DNA detection of Borrelia burgdorferi sensu lato complex (B. burgdorferi, B. garinii, B. afzelii) and B. miyamotoi was performed by real-time PCR. **Results.** The high number of ixodid ticks in local areas of natural biotopes (up to 200.0 specimens/km at the height of the epidemiological season), as well as the failure to comply with personal prevention measures, determines a consistently high rate of referral of the population of the Tomsk region to medical organizations due to tick bites. The number of requests annually averages 20.8 thousand. As a result of an annual study using PCR tests of ticks taken from people who applied to emergency prevention centers, Borrelia DNA was detected on average in 40% of samples; blood samples from individuals affected by tick bites were positive on average in 3.7% of cases. In the period 2015-2019 spirochetes B. garinii and B. afzelii were most often found in the tissues of ixodid ticks. Since 2020, the species Borrelia miyamotoi has been included in the list of pathogenic borrelia species to be monitored in the Tomsk region – spontaneous infection of ticks (Ixodes) was 3%. The maximum values both in the number of patients with ixodic tick-borne borreliosis and in the density of infections per 10,000 hectares (90-110 cases) are observed in the south of the Tomsk region (Asinovskiy, Kozhevnikovskiy, Krivosheinskoy, Tomskiy, Shegarskiy districts, the city of Tomsk). In the epidemic season of 2020, the number of laboratory-confirmed cases of non-erythema ixodic tick-borne borreliosis was more than 2.5 times higher than the number of diseases with skin manifestations. **Conclusion.** The large number of ixode mites in natural biotopes, the high degree of their infection with pathogenic spirochetes indicate the presence of active natural foci of ixodic tick-borne borreliosis in the Tomsk region. The study of the genotypic diversity of pathogenic borrelias in relation to the species diversity of vectors, the analysis of the clinical manifestations of different etiological variants of tick-borne borreliosis (mono- and mixed infections), as well as the development of an algorithm for differential diagnostic search and a model for predicting the outcomes of the infectious process in tick-borne borreliosis and mixed infections are priority directions of problem-oriented scientific research in Tomsk region.

Key words: Ixodic tick-borne borreliosis; natural focus; clinical and epidemiological manifestations

No conflict of interest to declare.

For citation: Voronkova OV, Ilyinskikh EN, Rudikov AA, et.al. Clinical and epidemiological manifestations of ixodic tick-borne borreliosis foci in the Tomsk region. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2022;21(4): 70-79 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2022-21-4-70-79>

Введение

Иксодовые клещи (Ixodidae) являются переносчиками большого числа вирусов, бактерий и простейших, патогенных для человека и животных [1]. В Российской Федерации отмечается высокая зараженность иксодовых клещей боррелиями: спонтанная инфицированность клещей-переносчиков патогенными боррелиями может составлять от 10 до 70% [2]. По уровню заболеваемости иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ) занимает одно из первых мест среди природно-очаговых инфекций и представляет

собой актуальную проблему не только для России, но и для других стран [3–6].

По официальным данным, в 2020 г. в России ИКБ занял лидирующую позицию по распространенности и частоте регистрации среди инфекций, передаваемых клещами. На долю ИКБ приходилось 38,5% от всех случаев природно-очаговых трансмиссивных инфекций [2,7]. Одной из причин высокой заболеваемости является отсутствие специфической профилактики ИКБ. Тогда как заболеваемость клещевым энцефалитом (КЭ) имеет устойчивую тенденцию к снижению (в течение

* Voronkova Olga V., Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Division of Biology and Genetics, Siberian State Medical University, 634003, 5-41 Dalne-Klyuchevskaya str., Tomsk, Russia, +7 (3822) 901-101 доб. 1945, +7 9059904746, Voronkova-ov@yandex.ru. © Voronkova Olga V, et al.

десятилетнего периода заболеваемость снизилась в 2,2 раза, в том числе в связи с проведением экстренной профилактики), заболеваемость ИКБ остается высокой в подавляющем большинстве субъектов Российской Федерации. В их число входит и Томская область, в которой на протяжении многих лет регистрируются высокая обращаемость населения по поводу присасывания клещей и заболеваемость КЭ и ИКБ. Так, в 2020 г. в Томской области заболеваемость ИКБ составила 10,29 на 100 тыс. населения, что более чем в 3,5 раза превышает средний по России показатель [8].

С целью слежения за интенсивностью эпидпроцесса и прогнозирования развития ситуации в Томской области осуществляется ежегодный эпидемиологический мониторинг. При этом современная эпидемиологическая ситуация в отношении ИКБ, равно как и других клещевых инфекций, характеризуется рядом особенностей. Внедрение методов молекулярно-генетической диагностики и растущий объем информации о трансмиссивных инфекциях привели к пересмотру представлений о видовом разнообразии возбудителей и клинического полиморфизма боррелиозов. Синергическое воздействие потепления климата и трансформации хозяйственной деятельности человека способствует изменению границ ареалов отдельных видов клещей-переносчиков, которые становятся частью паразитарной системы и вовлекаются в процесс трансмиссии вирусных, бактериальных и протозойных патогенов, приобретая, таким образом, новое эпидемиологическое значение.

Цель настоящего исследования – анализ особенностей клинико-эпидемиологических проявлений очагов иксодового клещевого боррелиоза в Томской области с обозначением приоритетных направлений проблемно-ориентированных исследований в области экологии, эпидемиологии и клиники боррелиозной инфекции.

Материал и методы

Анализ параметров, характеризующих клинико-эпидемиологические проявления природных очагов на территории Томской области, проводился ретроспективно за шестилетний период (2015–2020 гг.). Материалом для исследования послужили данные формы федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционной и паразитарной заболеваемости» за анализируемый период. Изучены материалы 713 случаев заболевания ИКБ и более 125 тыс. обращений в медицинские организации области по поводу присасывания клещей, зарегистрированных в официальных учетных формах. Проведен анализ результатов исследования 15 749 клещей, снятых с людей (ПЦР-тесты), а также 39945 проб крови лиц, пострадавших от присасывания клещей, на наличие маркеров патогенных боррелий (ПЦР-тест (в первые три дня после присасывания) либо иммуноферментный анализ для выявления

специфических противоборрелиозных антител в крови (преимущественно на 21-й день)). В рамках ежегодного эпидемиологического мониторинга в 2015–2020 гг. исследованы на наличие ДНК боррелий 1200 экз. иксодовых клещей, собранных в естественных биотопах Томской области. Идентификацию клещей (принадлежность к родам *Ixodes* и *Dermacentor*) проводили с использованием методов морфометрии. Собранные образцы были исследованы методом ПЦР в режиме реального времени с предварительным выделением нуклеиновых кислот. В 2015–2019 гг. для выявления ДНК боррелий разных видов (*B. burgdorferi*, *B. garinii*, *B. afzelii*) были использованы наборы реагентов в составе комплектов для выделения, амплификации и детекции ДНК «GenPak Bbu PCR test», «GenPak Bga PCR test» и «GenPak Baf PCR test» производства ООО «Лаборатория Изоген» (регистрационное удостоверение № РЗН 2013/965 от 06.08.2013 г.). В 2020 г. для выявления ДНК боррелий комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato* и ДНК *Borrelia miyamotoi* были использованы наборы РеалБест ДНК *Borrelia burgdorferi s. l.* и РеалБест ДНК *Borrelia miyamotoi* производства АО «Вектор-Бест» (регистрационное удостоверение № РЗН 2017/6037 от 31.07.2017).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2016 и STATISTICA 6.0. Анализ проводили стандартными методами вариационной статистики, для характеристики эпидемических явлений использовали абсолютные показатели (частота встречаемости варианты), а также относительные интенсивные (на 100 тыс. населения) и экстенсивные (доля (%) в общей совокупности) показатели.

Результаты и обсуждение

Известно, что климатогеографические и биоценотические особенности территории являются экологическими факторами риска и определяют эпизоотический потенциал природного очага клещевых инфекций [1]. Большая часть территории Томской области расположена в лесной зоне в пределах ареала распространения иксодовых клещей. За период наблюдений (2015–2020 гг.) максимальная средняя сезонная численность иксодовых клещей на территории Томской области была зарегистрирована в 2015 г. и составила 57,7 экземпляров на 1 км учета. В этом же году отмечался самый высокий за шестилетний период показатель максимальной численности на высоте эпидемиологического сезона на отдельных территориях – 200,0 экз./км (рис. 1).

Одновременно с клещами *Ixodes persulcatus* (Schulze, 1930) (таежный клещ) в Томской области встречается и численно доминирует на городских территориях *Ixodes pavlovskyi* (Pomerantsev, 1946) (клещ Павловского, птичий клещ) [9]. Кроме того, все чаще в природных биотопах, на городских

Рисунок 1. Динамика численности иксодовых клещей на территории Томской области в 2015–2020 годах
Figure 1. The dynamics of the number of Ixodic ticks in the Tomsk region in 2015–2020 (Specimen/km)



и сельских территориях стали выявлять клещей, принадлежащих к роду *Dermacentor*, в частности *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Луговой клещ *D. reticulatus* на территории Томской области впервые был обнаружен в 2005 г. и только в единичных экземплярах. С 2015 г. численность лугового клеща в природных биотопах Томской области ежегодно увеличивается; клещи стали появляться на территориях, на которых ранее они никогда не обнаруживались [10,11]. В настоящее время отсутствуют четкие представления о том, как происходит расширение ареала обитания лугового клеща, какую роль при изменении ареала имеют климатогеографические особенности местности, как меняется продолжительность жизни имагинальных фаз *D. reticulatus* при изменении ареала обитания. В связи с этим представляется актуальным изучение биологии и экологии данного вида клещей в сочетанных природных очагах, что важно не только с таксономической точки зрения, но и в соответствии с современными представлениями о роли хозяина в предопределенности патогенных свойств инфекционных агентов [1].

Высокая численность клещей на локальных участках природных биотопов, а также несоблюдение мер личной профилактики при посещении естественных лесных массивов определяет стабильно высокий показатель обращаемости населения Томской области в медицинские организации по поводу присасывания клещей. Количество обращений ежегодно составляет в среднем 20,8 тыс. В эпидемическом сезоне 2020 г. в медицинские организации Томской области обратились 25796 человек, что составило максимум за период наблюдений с 2015 г. В результате ежегодного

исследования с помощью ПЦР-тестов клещей, снятых с людей, обратившихся на пункты экстренной профилактики, ДНК боррелий выявлялась в среднем в 40% образцов; в среднем 3,7% проб крови лиц, пострадавших от присасывания клеща, оказались положительными (табл. 1).

Как известно, возбудителями ИКБ являются подвижные спиралевидные грамотрицательные бактерии, относящиеся к роду *Borrelia*, семейству *Spirochaetaceae*. Семейство разделяется на две большие подгруппы: возбудители Лайм-боррелиозов, объединённых в группу *B. burgdorferi sensu lato* (*B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii*, *B. afzelii*, *B. spielmanii* и др.), и возбудители возвратной клещевой лихорадки (*B. recurrentis*, *B. miyamotoi* и др.) [12]. Видовое разнообразие циркулирующих в природном очаге боррелий зависит от географического положения очага. Установлено, что *B. burgdorferi sensu stricto* широко распространена в Северной Америке, но реже встречается в Европе. *B. garinii* и *B. afzelii* преобладают в Европе и некоторых районах Азии, но отсутствуют в Северной Америке [12,13]. В Российской Федерации основное эпидемиологическое значение имеют *B. garinii* и *B. afzelii* [7,14,15]. Следует отметить, что в организме одного переносчика могут одновременно находиться несколько видов спирохет, при трансмиссии которых возможно развитие микст-вариантов инфекции.

На территории Томской области наибольшее эпидемиологическое значение имеют боррелии группы *B. burgdorferi sensu lato*, а именно *B. garinii* и *B. afzelii*. В связи с этим ежегодно специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» проводится исследование клещей

Таблица 1. Результаты ПЦР-индикации боррелий в иксодовых клещах, снятых с людей, и в пробах крови лиц, пострадавших от присасывания клещей**Table 1. Results of PCR indication of borrelia in ixodic ticks, taken from humans, and in blood samples of persons, affected by tick bite**

	Динамика по годам Yearly dynamics					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Всего исследовано клещей, экз. Total number of ticks studied, sp.	1780	1680	3162	2 629	3142	6498
Обнаружена ДНК боррелий, % Borrelia DNA detected, %	45,6	33,3	40,1	41,0	42,7	43,9
Всего исследовано образцов крови, ед. Total blood samples examined, units.	9366	6265	13669	9591	7975	10645
Обнаружена ДНК боррелий, % Borrelia DNA detected, %	5,3	2,8	3,0	3,8	2,3	4,7

р. *Ixodes* и р. *Dermacentor*, собранных в природных биотопах области и лесопарковых зонах г. Томска, на инфицированность патогенными боррелиями данных видов.

В 2015–2019 гг. наиболее часто в тканях иксодовых клещей выявлялись спирохеты *B. garinii* и *B. afzelii*, 19% и 12% соответственно (табл. 2).

Ежегодно незначительная часть исследованных клещей была инфицирована одновременно двумя видами боррелий. Регистрировалось совместное инфицирование клещей видами *B. afzelii* и *B. garinii* (в среднем 4,1% образцов), с 2017 г. по 2019 г. были зарегистрированы случаи микст-зараженности клещей видами *B. burgdorferi* и *B. afzelii* (в среднем в 1,5% образцов) (см. табл. 2).

С 2020 г. в перечень видов патогенных боррелий, подлежащих мониторингу на территории Томской области, был включен вид *Borrelia miyamotoi*. В результате проведенных исследований было обнаружено, что спонтанная инфицированность клещей рода *Ixodes* возбудителем клещевой возвратной лихорадки *B. miyamotoi* на территории Томской области в 2020 г. составила 3% (см. табл. 2).

Основанием для включения *B. miyamotoi* в программу мониторинга послужили эпидемиологические данные о распространении в Российской Федерации, и в том числе на территории Сибирского федерального округа патогенных спирохет данного вида. По данным литературы

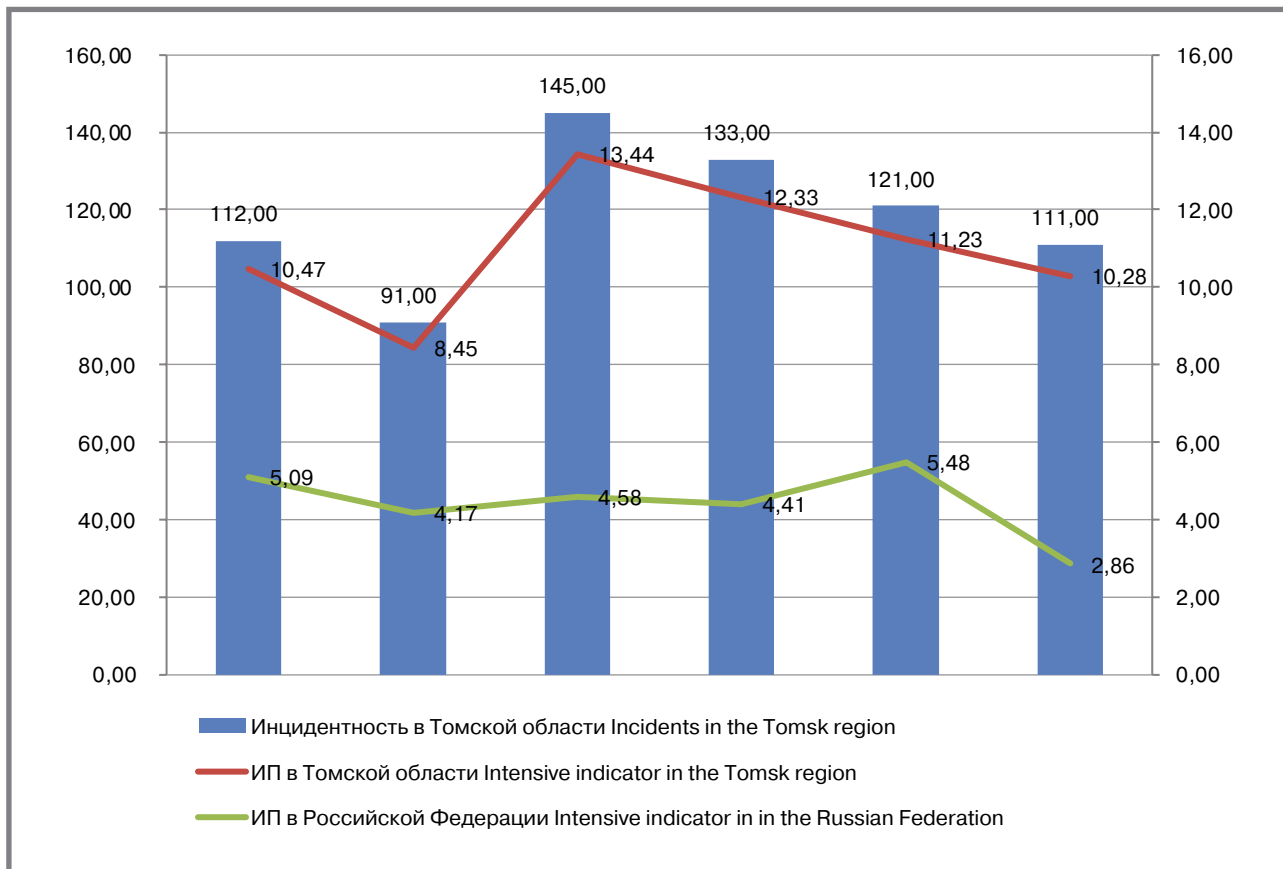
Таблица 2. Спонтанная зараженность иксодовых клещей патогенными боррелиями на территории Томской области**Table 2. Spontaneous infection of ixodic ticks with pathogenic borrelia in the Tomsk region**

		Результаты по годам Results by year					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Количество исследованных клещей, экз. Number of ticks examined, sp.		200	200	200	200	200	200
в том числе: including:	род <i>Ixodes</i> genus <i>Ixodes</i>	200	116	148	200	165	200
	род <i>Dermacentor</i> genus <i>Dermacentor</i>	**	84	52	**	35	**
		Зараженность клещей патогенными боррелиями, % Infection of ticks with pathogenic borrelia, %					
<i>B. afzelii</i>		18,5	11,2	11,0	15,0	4,5	**
<i>B. garinii</i>		22,0	14,7	20,5	23,5	18,0	**
<i>B. burgdorferi</i>		1,0	0,0	2,0	3,5	2,5	**
Боррелии комплекса <i>B. burgdorferi</i> s.l. Borrelia complex <i>B. burgdorferi</i> s.l.		**	**	**	**	**	46,5
<i>B. miyamotoi</i>		**	**	**	**	**	3,0
<i>B. afzelii</i> + <i>B. garinii</i>		3,0	6,0	4,0	6,0	1,5	**
<i>B. burgdorferi</i> + <i>B. afzelii</i>		0	0	1,5	2,0	1,0	**

Примечание: **параметр не исследовали.
Note: **the parameter has not been investigated.

Рисунок 2. Заболеваемость ИКБ в Томской области в 2015–2020 годах

Figure 2. The incidence of Ixodic tick-borne borreliosis in the Tomsk region in 2015–2020



Примечание: инцидентность – количество зарегистрированных случаев, интенсивный показатель (ИП) – количество случаев на 100 тыс. населения.

Note: the number of registered cases (incidence), intensive indicator – the number of cases per 100 thousand population

известно, что в природных биотопах Российской Федерации *B. miyamotoi* встречается на территории Удмуртской Республики (у 6,3% клещей рода *Ixodes*), в Рязанской области и Свердловской областях (2,9%), Республике Алтай (7,5%), в Иркутской области (10,4%), в Новосибирской области (2,8%), в Красноярском крае (5%), в Хабаровском крае (3,24%), в Амурской области (3,65%), в Приморском крае (8,5%) [15–20]. Установлено также, что эндемичные для *B. miyamotoi* районы частично совпадают с таковыми для возбудителей Лайм-боррелиоза (*B. burgdorferi* s.l.); обнаружены иксодовые клещи, инфицированные одновременно двумя видами спирохет [17,20,21].

Следует отметить, что ранее на территории Томской области уже были зарегистрированы случаи инфицирования клещей и первый подтвержденный случай возвратной клещевой лихорадки, вызванной *B. miyamotoi*. Данные получены в результате инициативного научного исследования, проведенного в эпидемический сезон клещевых инфекций 2016 г. Было исследовано 203 клеща и 15 образцов крови пациентов. Для детекции в исследуемых образцах ДНК *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi* s.l. был использован ПЦР-тест; для подтверждения видовой принадлежности

возбудителя было проведено секвенирование по участкам трех генов *B. miyamotoi*: *glpQ*, *23SrRNA*, *recA*. Из 43 клещей, собранных с растительности, ДНК *B. miyamotoi* была обнаружена в 4 особях (9,3%), все клещи принадлежали к виду *I. persulcatus*, при этом в 2 из них была обнаружена одновременно ДНК *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi* s.l. Только у одного из 15 обследованных пациентов с лихорадкой, развившейся в результате присасывания клеща, в крови была обнаружена ДНК *B. miyamotoi*. Полученные последовательности ДНК соответствовали последовательностям *B. miyamotoi*, которые депонированы в GenBank, KU845211.1. По участку последовательности гена *glpQ* было отмечено полное совпадение с последовательностью *glpQ* *B. miyamotoi*, выделенной из крови пациента в г. Хабаровске. По генам *23SrRNA* и *recA* соответствие с последовательностями *B. miyamotoi* составило 99% [22,23].

Как было отмечено выше, Томская область занимает лидирующую позицию по уровню заболеваемости ИКБ среди всех регионов Российской Федерации, эндемичных по клещевым природно-очаговым инфекциям. Интенсивные показатели заболеваемости ежегодно превышают российские в 2–3,6 раза (рис. 2).

Ландшафтно-зональные условия, гигротермический режим и динамика антропогенной трансформации лесных формаций значительно различаются на отдельных территориях Томской области. В северной подзоне (Александровский, Верхне-Кетский и Каргасокский районы, г. Стрежевой) наблюдается спорадический уровень заболеваемости ИКБ, где плотность заражения колеблется от 0,5 до 1,1%. В средней подзоне (Колпашевский, Парабельский, Первомайский, Молчановский и Чаинский районы) количество случаев заражений составляет от 2 до 9 % от общей заболеваемости (плотность заражения 0,8–4,2 % от всей территории указанных районов).

Максимальные значения как по числу заболевших ИКБ, так и по плотности заражений на 10 000 га (90–110 случаев) наблюдаются на юге Томской области (Асиновский, Кожевниковский, Кривошеинский, Томский и Шегарский районы, г. Томск). Количество обращений по поводу присасывания клещей ежегодно составляет 70–80% от общего числа, число заражений – до 85% (рис. 3).

В структуре заболеваемости ИКБ 2015–2020 гг. доля детей составила в среднем 18%. Наибольшее число заболевших ИКБ приходилось на возрастную группу 60 лет и старше – в среднем 30,6% от общего числа случаев.

Известно, что клиническая картина ИКБ, особенности его течения и исходы зависят от видовой принадлежности и генотипических особенностей возбудителя. Так, патогномичный признак ИКБ – кольцевидная мигрирующая эритема – наиболее часто наблюдается при инфицировании боррелиями видовой подгруппы *B. burgdorferi sensu lato*, в частности *B. afzelii* (до 90% случаев), тогда как при инфицировании *B. garinii* эритема выявляется примерно у 40% пациентов, но характерным является преимущественное поражение нервной системы. Для инфекции, обусловленной *B. burgdorferi sensu stricto*, типично поражение опорно-двигательного аппарата с длительным хроническим течением [12,13]. Отсутствие мигрирующей эритемы характерно и для возвратных клещевых лихорадок, одним из возбудителей которых является *B. miyamotoi* [24–26]. В литературе описаны единичные клинические случаи клещевой возвратной лихорадки с кожными проявлениями в виде кольцевой мигрирующей эритемы, но специалисты объясняют этот факт одновременным заражением *B. miyamotoi* и *B. burgdorferi s.l.* Так, исследование 70 ПЦР-подтвержденных случаев инфицирования *B. miyamotoi* в г. Екатеринбурге выявило 5 случаев с мигрирующей эритемой, один из которых верифицирован наличием в крови ДНК боррелий группы *B. burgdorferi s.l.* [27]. Коинфекция *B. miyamotoi*

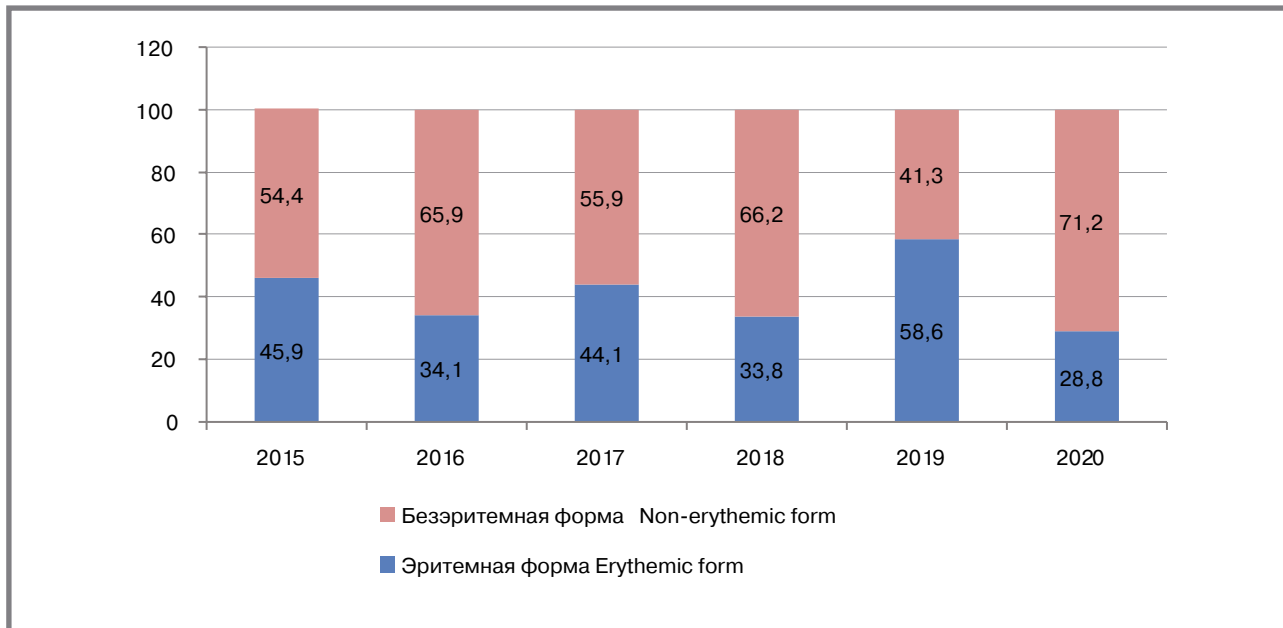
Рисунок 3. Ранжирование районов Томской области по среднегодовому показателю заболеваемости ИКБ в 2015–2020 годах на 100 тыс. населения

Figure 3. Ranking of districts of the Tomsk region according to the average annual incidence of Ixodic tick-borne borreliosis in 2015–2020 per 100 ths population



Рисунок 4. Клиническая характеристика ИКБ в Томской области в 2015–2020 годах

Figure 4. Clinical characteristics of Ixodic tick-borne borreliosis in the Tomsk region in 2015–2020



и *B. burgdorferi* задокументирована и в отчетах из США, Японии и Нидерландов [28–31].

В Томской области наибольшее количество лабораторно подтвержденных случаев ИКБ в 2015–2020 гг. не сопровождалось развитием мигрирующей эритемы, за исключением 2019 г. (рис. 4). В эпидемическом сезоне 2020 г. количество случаев безэритемной формы ИКБ превысило более чем в 2,5 раза число заболеваний с кожными проявлениями. Факт обнаружения инфицированных *B. miyamotoi* клещей, тенденция к увеличению доли безэритемных форм ИКБ, а также ранее подтвержденный случай возвратной клещевой лихорадки дают основание предполагать участие этого возбудителя в этиологии клещевых инфекций на территории Томской области, как это установлено ранее в Сибирском федеральном округе.

В настоящее время представления о клинической картине боррелиоза, возбудителем которого являются *B. miyamotoi*, исходят из ограниченного числа зарегистрированных случаев заболевания – в России преимущественно в Европейской части, на Урале, в Сибирском федеральном округе [16,24–26,32]. В большой степени это обусловлено недостаточным уровнем диагностики данного вида боррелиоза. Молекулярно-генетические и серологические методы верификации *B. miyamotoi* стали доступны относительно недавно, но еще не включены на большинстве территорий в программу диагностического поиска при лихорадочных клещевых инфекциях. Заражение *B. miyamotoi* не имеет явных отличительных признаков, у пациентов появляется лихорадка, сопровождающаяся неспецифическими гриппоподобными симптомами, такими как озноб, усталость, головная боль, миалгии и артралгии. Хотя *B. miyamotoi* входит в группу

возбудителей возвратной лихорадки, случаи с характерными повторяющимися эпизодами лихорадки были единичными, что может быть связано с ранним началом приема антимикробных препаратов [32,33]. Несмотря на то, что уже имеются некоторые данные об экологии и эпидемиологической роли *B. miyamotoi* на отдельных территориях, знания о его инфекционном потенциале остаются неполными. Этим определяется актуальность дальнейшего изучения геновидовых особенностей популяции патогенных боррелий для детализации ареала их распространения и организации эпидемического надзора на территории Российской Федерации. Изучение клинко-патогенетических аспектов ИКБ в зависимости от генотипических особенностей возбудителя представляется перспективным направлением.

Заключение

Большая численность иксодовых клещей в природных биотопах, высокая степень их инфицированности патогенными спирохетами, геновидовое разнообразие боррелий и высокие показатели заболеваемости населения свидетельствуют о наличии активных природных очагов ИКБ в Томской области. Факт обнаружения в клещах генетических маркеров *B. miyamotoi* дает основание предполагать участие этого возбудителя в этиологии клещевых инфекций на территории Томской области, как это было установлено ранее на других территориях Сибирского федерального округа. В связи с этим на пунктах экстренной профилактики необходимо проводить детальное исследование клеща или крови пострадавшего на все нозологические формы клещевых инфекций, включая разные этиологические варианты спирохетозов.

Современные мировые исследования в области экологии и эпидемиологии инфекций, передаваемых иксодовыми клещами, сосредоточены не только на изучении геновидового разнообразия патогенов, но и на выяснении и уточнении роли отдельных видов клещей-переносчиков в поддержании циркуляции возбудителей старых и новых инфекций на отдельных территориях, в том числе с целью эпидемиологического районирования нозоареалов природно-очаговых заболеваний. Проведение проблемно-ориентированных исследований эколого-эпидемиологических и клинико-патогенетических особенностей ИКБ в Томской области необходимо для научного обоснования профилактических и противозидемических мероприятий. Приоритетными направлениями таких исследований являются: изучение этиологической структуры и генотипического

разнообразия штаммов возбудителей ИКБ во взаимосвязи с видовым разнообразием переносчиков и их ландшафтно-географической приуроченностью; изучение эпидемиологической значимости клещей *Dermacentor reticulatus* как неотъемлемой составляющей активного природного очага трансмиссивных инфекций; изучение клинического полиморфизма клещевых боррелиозов (моно- и микст-вариантов), их клинико-патогенетических особенностей в зависимости от вида и генетической вариативности возбудителей; разработка алгоритма дифференциально-диагностического поиска и модели прогноза исходов инфекционного процесса при ИКБ и микст-инфекциях.

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

Литература

1. Коренберг Э. И., Помелова В. Г., Осин Н. С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: ООО Комментарий; 2013.
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. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2021-2-52-61>
3. Vandekerckhove O., De Buck E., Van Wijngaerden E. Lyme disease in Western Europe: an emerging problem? A systematic review Acta Clin Belg. 2021. Vol. 76, № 3. P. 244–252. doi: 10.1080/17843286.2019.1694293
4. Madison-Antenucci S., Kramer L.D., Gebhardt L.L., Kauffman E. Emerging Tick-Borne Diseases Clin Microbiol Rev. 2020. Vol. 33, № 2. e00083–18. doi: 10.1128/CMR.00083-18
5. Yamaji K., Aonuma H., Kanuka H. Distribution of tick-borne diseases in Japan: Past patterns and implications for the future. J Infect Chemother. 2018. Vol. 24, № 7. P. 499–504. doi: 10.1016/j.jiac.2018.03.012
6. Perfil'yeva Y.V., Shapiyeva Z.Z., Ostapchuk Y.O., et al. Tick-borne pathogens and their vectors in Kazakhstan - A review Ticks Tick Borne Dis. 2020. Vol. 11, № 5:101498. doi: 10.1016/j.ttbdis.2020.101498
7. Государственный доклад Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году», 2021. Доступно на: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18266. Ссылка активна на 6 декабря 2021.
8. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Томской области в 2020 году», 2021. Доступно по: <http://70.rosпотребнадзор.ru/documents/regional/>. Ссылка активна на 6 декабря 2021
9. Панкина Т. М., Романенко В. Н., Истраткина С. В. и др. Акарологическая ситуация юга Томской области. Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. Т. 4, № 24. С. 67–76.
10. Romanenko V., Leonovich S. Long-term monitoring and population dynamics of ixodid ticks in Tomsk city (Western Siberia) Exp Appl Acarol. 2015. Vol. 66, №1. P. 103–118. doi: 10.1007/s10493-015-9879-2
11. Романенко В. Н., Соколенко В. В., Максимова Ю. В. Локальное формирование высокой численности клещей *Dermacentor reticulatus* (Parasitiformes, Ixodidae) в Томске. Паразитология. 2017. Т. 51, № 4. С. 345–353.
12. Кашуба Э. А., Дроздова Т. Г., Ханипова Л. В. и др. Иксодовые клещевые боррелиозы (обучающий модуль). Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение. 2014. Т. 4, № 9. С. 57–81.
13. Янковская Я. Е., Чернобровкина Т. Я., Кошкин М. И. Современное состояние проблемы иксодовых клещевых боррелиозов. Архивъ внутренней медицины. 2015. № 6. С. 21–27. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2015-0-6-21-27>
14. Коренберг Э. И., Нефедова В. В., Горелова Н. Б. и др. Этиологическая структура южно-таежных сочетанных природных очагов иксодовых клещевых боррелиозов. Вестник РАМН. 2011. № 10. С. 10–15.
15. Рудакова С. А., Теслова О. Е., Канешова Н. Е. и др. Геновидовое разнообразие боррелий в иксодовых клещах на территории юга Западной Сибири. Проблемы особо опасных инфекций 2019. № 4. С. 92–96. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-4-92-96>
16. Колясников Н. М., Сарксян Д. С., Топоркова М. Г. и др. Эпидемиологические и клинические аспекты безретикулярных форм иксодовых клещевых боррелиозов в России. Журнал Медицина. 2018. Т. 2, № 22. С. 59–60.
17. 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, № 10. P. 1816–1822. DOI: 10.3201/eid1710.101474
18. 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 and Tick-borne Diseases. 2016. Vol. 7, № 2. P. 394–397. doi: 10.1016/j.ttbdis.2015.12.016
19. 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. Т. 4, № 74. С. 10–14. DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.10-14
20. Takano A., Toyotane K., Konnai S., et al. Tick surveillance for relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Hokkaido, Japan PLoS One. 2014. Vol. 9, № 8. e104532. doi: 10.1371/journal.pone.0104532
21. Платонов А. Е., Koetsveld J., Колясников Н. М. и др. Микробиологическое подтверждение этиологии иксодового клещевого боррелиоза в безретикулярной форме – инфекции, вызываемой *Borrelia miyamotoi* Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2017. Т. 16, № 1. С. 29–35. DOI: 10.31631/2073-3046-2017-16-1-29-35
22. Кондратова А. М., Карпова М. Р., Бондаренко Е. И. и др. Первый подтвержденный случай клещевой возвратной лихорадки, вызванный *Borrelia miyamotoi*, в Томской области. Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения: материалы XI съезда ВНПОЭМП, Москва, 16–17 ноября 2017 года. СПб.: ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, 2017. С. 212–213.
23. 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. Сборник трудов. Т. 2. – Тамбов: ООО «Юлис», 2017. С. 338–339.
24. Сарксян Д. С., Малеев В. В., Платонов А. Е. Дифференциальная диагностика иксодового клещевого боррелиоза, вызванного *Borrelia miyamotoi*. Инфекц. бол. 2012. Т. 10, № 4. С. 41–45.
25. 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.
26. Багаутдинова Л. И., Сарксян Д. С., Дударев М. В. и др. Клинический полиморфизм заболевания, вызываемого *Borrelia miyamotoi* Прак. мед. 2013. Т. 71, № 5. С. 125–130
27. Karan L., Makenov M., Kolyasnikova N., et al. Dynamics of Spirochetemia and Early PCR Detection of *Borrelia miyamotoi*. Emerg Infect Dis. 2018. Vol. 24, № 5. P. 860–867. doi: 10.3201/eid2405.170829
28. Sato K., Takano A., Konnai S., et al. Human infections with *Borrelia miyamotoi* Japan. Emerg Infect Dis. 2014. Vol. 20, № 8. P. 1391–1393. doi: 10.3201/eid2008.131761
29. Lee S.H., Vigliotti J.S., Vigliotti V.S., et al. DNA sequencing diagnosis of off-season spirochetemia with low bacterial density in *Borrelia burgdorferi* and *Borrelia miyamotoi* infections Int J Mol Sci. 2014. № 15. P. 11364–86.
30. Molloy P.J., Telford S.R., Chowdhry H.R., et al. *Borrelia miyamotoi* disease in the northeastern United States: a case series Ann Intern Med. 2015. № 163. P. 91–98
31. Vagstad A., Jahfari S., de Wever B., et al. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in The Netherlands Ticks Tick Borne Dis. 2017. Vol. 8, № 3. P. 370–374. doi: 10.1016/j.ttbdis.2016.12.012
32. Сарксян Д. С., Малеев В. В., Платонов А. Е. и др. Рецидивирующее (возвратное) течение заболевания, вызванного *Borrelia miyamotoi* Терапевтический архив. 2015. Т. 87, № 11. С. 18–25. DOI: 10.17116/terarkh2015871118-25
33. Telford S.R., Goethert H.K., Molloy P.J., et al. *Borrelia miyamotoi* Disease: Neither Lyme Disease Nor Relapsing Fever Clin Lab Med. 2015. Vol. 35, № 4. P. 867–82. doi: 10.1016/j.cll.2015.08.002

References

- Korenberg EI, Pomelova VG, Osin NS. *Prirodno-ochagovye infekcii, peredayushchiesya iksokovymi kleshchami*. M.: OOO Kommentarij; 2013 (In Russ).
- Rudakova SA, Penkevskaya 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
- Vandekerckhove O, De Buck E, Van Wijngaerden E. Lyme disease in Western Europe: an emerging problem? A systematic review. *Acta Clin Belg*. 2021;76(3):244–52. doi: 10.1080/17843286.2019.1694293
- Madison-Antenucci S, Kramer LD, Gebhardt LL, Kauffman E. Emerging Tick-Borne Diseases. *Clin Microbiol Rev*. 2020;33(2):e00083–18. doi: 10.1128/CMR.00083-18
- Yamaji K, Aonuma H, Kanuka H. Distribution of tick-borne diseases in Japan: Past patterns and implications for the future. *J Infect Chemother*. 2018;24(7):499–504. doi: 10.1016/j.jiac.2018.03.012
- Perfil'yeva YV, Shapiyeva ZZ, Ostapchuk YO, et al. Tick-borne pathogens and their vectors in Kazakhstan - A review. *Ticks Tick Borne Dis*. 2020;11(5):e101498 (In Russ). doi: 10.1016/j.ttbdis.2020.101498
- Gosudarstvennyy doklad Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ej i blagopoluchiya cheloveka «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2020 godu», 2021 (In Russ). Available at: https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18266. Accessed: 6 Dec. 2021.
- Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Tomskoj oblasti v 2020 godu», 2021 (In Russ). Available at: <http://70.rosпотреbnadzor.ru/documents/regional/>. Accessed: 6 Dec. 2021.
- Pankina TM, Romanenko VN, Istratkina SI, et al. Acarological situation in the south part of tomsk region. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2013;4 (24): 67–76 (In Russ).
- Romanenko V, Leonovich S. Long-term monitoring and population dynamics of ixodid ticks in Tomsk city (Western Siberia). *Exp Appl Acarol*. 2015;66(1):103–18. (In Russ). doi: 10.1007/s10493-015-9879-2
- Romanenko VN, Sokolenko VV, Maksimova YV. Local formation of high population density of *Dermacentor reticulatus* ticks (Parasitiformes, Ixodidae) in Tomsk. *Parazitologiya*. 2017;51(4):345–353. (In Russ).
- Kashuba EA, Drozdova TG, Khanipova LV, et al. Lyme borreliosis (teaching module). *Infectious diseases: News, Opinions, Training*. 2014;4(9):57–81 (In Russ).
- Yankovskaya YD, Chernobrovkina TY, Koskin M.I. Status update on the problem of Ixodic Lyme disease. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2015;(6):21–27 (In Russ.). <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2015-0-6-21-27>
- Korenberg EI, Nefedova VV, Gorelova NB, et al. Etiological structure of complex ixodes tick-borne borreliosis natural foci of Southern taiga. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2011;10:10–15 (In Russ).
- 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.). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-4-92-96>
- Kolyasnikova NM, Sarksyas DS, Toporkova MG, et al. Epidemiological and clinical aspects of non-erythematous forms of ixodic tick-borne borreliosis in Russia. *Medial*. 2018;(2):59–60 (In Russ.).
- 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. (In Russ.). doi: 10.3201/eid1710.101474
- Khasnatdinov MA, Danchinova GA, Takano A, et al. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in *Ixodes persulcatus* in Irkutsk city and its neighboring territories, Russia. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 2016;7(2):394–397 (In Russ.). doi: 10.1016/j.ttbdis.2015.12.016
- Leonova GN, Lubova VA, Ivanis VA. Monitoring causative agents of tick-borne infections in Primorsky Krai (2014–2018). *Pacific Medical Journal*. 2018;(4):10–14 (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.10-14>
- Takano A, Toyomane K, Konnai S, et al. Tick surveillance for relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Hokkaido, Japan. *PLoS One*. 2014;9(8):e104532. doi: 10.1371/journal.pone.0104532
- Platonov AE, Koetsveld J, Kolyasnikova NM, et al. Microbiological Evidence of Etiology «Ixodes Tick-Borne Borreliosis without Erythema Migrans» – Infection Caused by *Borrelia miyamotoi*. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2017;16(1):29–35 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2017-16-1-29-35>
- Kondranova AM, Karpova MR, Bondarenko EI, et al. Pervyj podtverzhdenyj sluchaj kleshchevoj vozvratnoj lihoradki, vyzvannyj *Borrelia miyamotoi*, v Tomskoj oblasti. Obespechenie epidemicheskogo blagopoluchiya: vyzovy i resheniya: materialy XI s'ezda VNPOEMP, Moscow, 2017 Nov 16–17. Saint-Petersburg Pasteur Institute, 2017. P. 212–213 (In Russ).
- Aleksandrov GO, Karpova MR, Potockaya YA, et al. Opredelenie *Borrelia miyamotoi* – vozбудitel'ya kleshchevoj vozvratnoj lihoradki v kleshchah i krovi pacienta v Tomskoj oblasti Molekulyarnaya diagnostika. *Sbornik trudov*. – Vol. 2. – Tambov: OOO «Yulis», 2017. – P. 338–339 (In Russ).
- Sarksyas DS, Maleyev VV, Platonov AE. A differential diagnosis of ixodes tick borreliosis caused by *Borrelia miyamotoi*. *Infectious Diseases*. 2012;10(4):41–45 (In Russ).
- Krasnova EI, Savelyeva MV, Khokhlova NI, et al. Features of clinical manifestations and laboratory diagnosis of tick-borne relapsing fever caused by *Borrelia miyamotoi* in the Novosibirsk Region. *Epidemiologiya i infekcionnye bolezni. Aktual'nye voprosy*. 2017;(2):16–21 (In Russ).
- Bagautdinova LI, Sarksyas DS, Dudarev MV, et al. Clinical polymorphism of a disease, caused by *Borrelia miyamotoi*. *Prakticheskaya medicina*. 2013;71(5):125–130. (In Russ)
- Karan L, Makenov M, Kolyasnikova N, et al. Dynamics of Spirochetemia and Early PCR Detection of *Borrelia miyamotoi*. *Emerg Infect Dis*. 2018;24(5):860–867. doi: 10.3201/eid2405.170829
- Sato K, Takano A, Konnai S, et al. Human infections with *Borrelia miyamotoi*, Japan. *Emerg Infect Dis*. 2014;20(8):1391–1393. doi: 10.3201/eid2008.131761
- Lee SH, Vigliotti JS, Vigliotti VS, et al. DNA sequencing diagnosis of off-season spirochetemia with low bacterial density in *Borrelia burgdorferi* and *Borrelia miyamotoi* infections. *Int J Mol Sci*. 2014;15:11364–86.
- Molloy PJ, Telford SR, Chowdri HR, et al. *Borrelia miyamotoi* disease in the northeastern United States: a case series. *Ann Intern Med*. 2015;163:91–98.
- Wagemakers A, Jahfari S, de Wever B, et al. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in The Netherlands. *Ticks Tick Borne Dis*. 2017;8(3):370–374. doi: 10.1016/j.ttbdis.2016.12.012
- Sarksyas DS, Maleev VV, Platonov AE, et al. Relapsing (recurrent) disease caused by *Borrelia miyamotoi*. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2015;87(11):18–25. (In Russ.). doi: 10.17116/terarkh2015871118-25
- Telford SR, Goethert HK, Molloy PJ, et al. *Borrelia miyamotoi* Disease: Neither Lyme Disease Nor Relapsing Fever. *Clin Lab Med*. 2015;35(4):867–82. doi: 10.1016/j.cll.2015.08.002

Об авторах

- Ольга Владимировна Воронкова** – д. м. н., доцент, заведующая кафедрой биологии и генетики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 634003, г. Томск, ул. Дальне-Ключевская, 5-41. +7 (3822) 901-101 доб. 1945, +7 905-990-47-46, Voronkova-ov@yandex.ru. ORCID:0000-0001-9478-3429.
- Екатерина Николаевна Ильинских** – д. м. н., доцент, профессор кафедры инфекционных болезней и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. +7 903-954-88-17, infconf2009@mail.ru. ORCID:0000-0001-7646-6905.
- Андрей Анатольевич Рудиков** – начальник отдела эпидемиологического надзора, Управление Роспотребнадзора по Томской области; ассистент кафедры инфекционных болезней и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. +7 913-104-74-39, epid70@mail.ru.
- Татьяна Николаевна Полторацкая** – к.м.н., ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области», заведующая лабораторией паразитологических исследований - врач паразитолог, тел. 89069491887, e-mail: ptn077@bk.ru; ORCID:0000-0002-1992-4970.
- Ирина Евгеньевна Есимова** – д. м. н., ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, старший преподаватель кафедры биологии и генетики, +7906-199-1573, orevi@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7508-2878.
- Лариса Владимировна Лукашова** – д. м. н., доцент, заведующая кафедрой инфекционных болезней и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 89069557414, luni-april@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7119-391X.
- Мария Ростиславовна Карпова** – д. м. н., профессор, заведующая кафедрой микробиологии и вирусологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, тел. +7 906-947-91-61, e-mail: mrkarpova@mail.ru; ORCID: 0000-0002-7109-9955.

Поступила: 15.04.2022. Принята к печати: 07.07.2022.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- Olga V. Voronkova** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Division of Biology and Genetics, Siberian State Medical University, 634003, 5-41 Dalne-Klyuchevskaya str., Tomsk, Russia, +7 (3822) 901-101 доб. 1945, +7 905-990-47-46, Voronkova-ov@yandex.ru. ORCID:0000-0001-9478-3429.
- Ekaterina N. Ilyinskikh** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Siberian State Medical University, professor of the Division of Infectious Diseases and Epidemiology. +7 903-954-88-17, infconf2009@mail.ru. ORCID:0000-0001-7646-6905.
- Andrey A. Rudikov** – Head of the Department of Epidemiological Surveillance of Rosпотребнадзор in the Tomsk Region; Assistant of the Division of Infectious Diseases and Epidemiology of Siberian State Medical University. +7 913-104-74-39, epid70@mail.ru.
- Tatiana N. Poltoratskaya** – Cand. Sci. (Med.), Head of the laboratory of parasitological research, doctor of parasitology of Center for Hygiene and Epidemiology in Tomsk region. +7 906-949-18-87, ptn077@bk.ru. ORCID:0000-0002-1992-4970.
- Irina E. Esimova** – Dr. Sci. (Med.), senior lecturer of the of the Division of Biology and Genetics of Siberian State Medical University. +7 906-199-1573, orevi@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7508-2878.
- Larisa V. Lukashova** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Division of Infectious Diseases and Epidemiology of Siberian State Medical University. +7 906 955-74-14, luni-april@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-7119-391X.
- Maria R. Karpova** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Division of Microbiology and Virology of Siberian State Medical University. +7-906-947-91-61, mrkarpova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7109-9955.

Received: 15.04.2022. Accepted: 07.07.2022.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.