



СЕРОПРЕВАЛЕНТНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ОТНОШЕНИИ *BORRELIELLA BURGDORFERI SENSU LATO*

Д.И. Гречишкина¹, Р.Р. Баимова¹, Е.Г. Рябико¹, О.П. Михеенко², Н.К. Токаревич¹

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия

²Центр гигиены и эпидемиологии в Калининградской области, Калининград, Россия

Seroprevalence of residents of the Kaliningrad region against *Borrelia burgdorferi sensu lato*

D.I. Grechishkina¹, R.R. Baimova¹, E.G. Riabiko¹, O.P. Mikheenko², N.K. Tokarevich¹

¹Saint-Petersburg Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after Pasteur, Saint-Petersburg, Russia

²Center for Hygiene and Epidemiology in the Kaliningrad Region, Kaliningrad, Russia

Резюме

Введение: иксодовый клещевой боррелиоз является одной из наиболее значимых природно-очаговых инфекций в Российской Федерации. Калининградская область относится к регионам с высоким уровнем заболеваемости иксодовым клещевым боррелиозом, что обусловлено климато-географическими особенностями, наличием обширных лесных массивов и высокой рекреационной нагрузкой. Сероэпидемиологические исследования являются важной составляющей эпидемиологического надзора и позволяют получить более объективную информацию о распространенности иксодового клещевого боррелиоза среди населения.

Цель: определение уровней серопревалентности практически здорового населения Калининградской области к *Borrelia burgdorferi sensu lato*.

Материалы и методы: методом иммуноферментного анализа исследовано 847 сывороток крови доноров на наличие специфических IgG-антител к *B. burgdorferi s.l.* Статистическая обработка выполнена с использованием программы R.

Результаты: общий уровень серопревалентности составил 4,13 % [95 % ДИ: 2,99–5,69]. Выявлены значительные колебания показателя по административным территориям: максимальные значения зарегистрированы в Пионерском (8,99 %), Светлогорском (6,74 %), Черныховском (6,02 %) и Багратионовском (5,71 %) округах, минимальные – в Зеленоградском (0,76 %) и Советском (1,52 %) округах. Установлена статистически значимая тенденция к нарастанию серопревалентности с возрастом ($p=0,033$): наименьшие показатели выявлены у детей до 17 лет (1,94 %), наибольшие – в группах 45–59 лет (6,45 %) и старше 75 лет (6,06 %). Различий по полу не обнаружено ($p=0,426$).

Заключение: полученные данные свидетельствуют об активной циркуляции *B. burgdorferi s.l.* на территории Калининградской области и неравномерности распределения эпидемического риска. Выявлены приоритетные территории и возрастные группы риска, что обосновывает необходимость дифференцированного подхода к планированию профилактических мероприятий.

Ключевые слова: иксодовый клещевой боррелиоз, серопревалентность, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, Калининградская область.

Abstract

Introduction. Lyme disease is one of the most significant natural-focal infections in the Russian Federation. The Kaliningrad region belongs to the regions with a high level of Lyme disease incidence, which is due to climatic and geographical features, the presence of vast forests, and high recreational load. Seroepidemiological studies are an important component of epidemiological surveillance and allow for obtaining more objective information about the prevalence of Lyme disease among the population.

The aim of the study was to determine the seroprevalence levels of the practically healthy population of the Kaliningrad region to *Borrelia burgdorferi sensu lato*.

Materials and methods. 847 blood serum samples of donors were examined by ELISA for the presence of specific IgG antibodies to *B. burgdorferi s.l.* Statistical processing was performed using the R program.

Results. The overall seroprevalence rate was 4.13 % [95 % CI: 2.99–5.69]. There were significant variations in the rate across administrative territories: the highest rates were observed in Pionersky (8.99 %), Svetlogorsky (6.74 %), Chernyakhovsky (6.02 %), and Bagrationovsky (5.71 %) districts, while the lowest rates were observed in Zelenogradsky (0.76 %) and Sovetsky (1.52 %) districts. A statistically significant trend towards increasing seroprevalence with age was established ($p=0.033$): the lowest rates were found in children under 17 years of age (1.94 %), and the highest rates were found in the 45–59 years of age group (6.45 %) and in the 75+ years of age group (6.06 %). No differences were found by gender ($p=0.426$).

Conclusion. The data obtained indicate the active circulation of *B. burgdorferi s.l.* in the Kaliningrad region and the uneven distribution of epidemic risk. Priority territories and age groups at risk have been identified, which justifies the need for a differentiated approach to planning preventive measures.

Key words: Lyme disease, seroprevalence, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, Kaliningrad Region.

Введение

Иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ) относится к числу наиболее значимых природно-очаговых инфекций на территории Российской Федерации, что обуславливает его высокую медико-социальную значимость [1, 2]. Этиологическими агентами ИКБ выступают спирохеты комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Основными переносчиками, обеспечивающими передачу возбудителя, являются клещи *Ixodes persulcatus* и *Ixodes ricinus*, широко распространенные на территории Российской Федерации [1, 3].

Согласно данным официальной статистики, Северо-Западный федеральный округ демонстрирует стабильно высокие показатели обращаемости за медицинской помощью по поводу присасывания клещей и заболеваемости ИКБ [4]. Однако, учитывая, что часть инфицированных может переносить заболевание в бессимптомной или стертой форме [5], данные официальной регистрации, вероятно, не в полной мере отражают реальную картину распространения ИКБ. Сероэпидемиологические исследования позволяют получить более объективную информацию о распространенности ИКБ среди населения и дополнить существующую систему эпидемиологического надзора [6].

Калининградская область, расположенная в южно-таежной ландшафтно-географической зоне и характеризующаяся наличием обширных лесных массивов, переувлажненных и заболоченных территорий, также является регионом с высоким уровнем заболеваемости ИКБ. Многолетний мониторинг демонстрирует устойчивый рост числа пострадавших от присасывания клещей и расширение ареала их распространения, включая городские пространства и пригородные рекреационные зоны [7]. Согласно исследованиям 2021 – 2022 гг., инфицированность основного переносчика в регионе — клещей *I. ricinus* — боррелиями комплекса *B. burgdorferi s.l.* составила 15,5% [8]. Специфические климато-географические условия, высокая рекреационная нагрузка, довольно высокий уровень зараженности клещей боррелиями обуславливают необходимость мониторинга эпидемиологической ситуации, ключевым показателем которой выступает серопревалентность населения в отношении ИКБ.

Цель исследования — определить уровни серопревалентности практически здорового населения Калининградской области в отношении *Borrelia burgdorferi sensu lato*.

Материалы и методы исследования

На наличие специфических иммуноглобулинов класса G (IgG) к *B. burgdorferi s. l.* в общей сложности было исследовано 847 сывороток крови доно-

ров, проживающих на территории Калининградской области.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии имени Пастера (протокол № 88 от 03.10.2023).

Забор крови производился в 2024 г. после получения информированного добровольного согласия. Образцы венозной крови отбирали в вакуумные контейнеры, центрифугировали для отделения сыворотки, которую затем переносили в стерильные пластиковые пробирки и хранили при температуре +4°C до момента исследования.

Выявление специфических IgG-антител к возбудителю иксодового клещевого боррелиоза проводили методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием коммерческой тест-системы «ЛаймБест-IgG» (АО «Вектор-Бест», г. Новосибирск). Постановка реакции и учет результатов осуществлялись строго в соответствии с инструкцией производителя.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы R (версия 4.5.2). Для описания полученных результатов рассчитывали абсолютные и относительные частоты. Для оценки точности выборочных долей рассчитывали 95% доверительные интервалы (ДИ) методом Уилсона. Сравнение категориальных переменных (пол, район проживания) выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона. Для оценки возрастного тренда серопревалентности использовали тест Кокрана — Армитажа. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В результате проведенного исследования IgG-антитела к *B. burgdorferi s. l.* были обнаружены у 35 жителей Калининградской области. Общий уровень серопревалентности составил 4,13% [95% ДИ: 2,99 – 5,69]. Были выявлены существенные различия между административными территориями региона по уровням серопревалентности (рис.).

Наиболее высокий уровень серопревалентности зарегистрирован в Пионерском городском округе — 8,99% [4,63 – 16,75], что более чем в 2 раза превышает среднеобластной показатель. Также относительно высокие значения отмечены в Светлогорском (6,74% [3,13 – 13,94]), Черняховском (6,02% [2,60 – 13,34]) и Багратионовском (5,71% [2,24 – 13,79]) городских округах. В г. Калининграде уровень серопревалентности в целом соответствовал общеобластному — 4,65% [1,82 – 11,36].

Напротив, минимальные показатели выявлены в Зеленоградском — 0,76% [0,13 – 4,17] и Советском городских округах — 1,52% [0,42 – 5,36]. В Гурьевском и Балтийском округах уровни серопре-

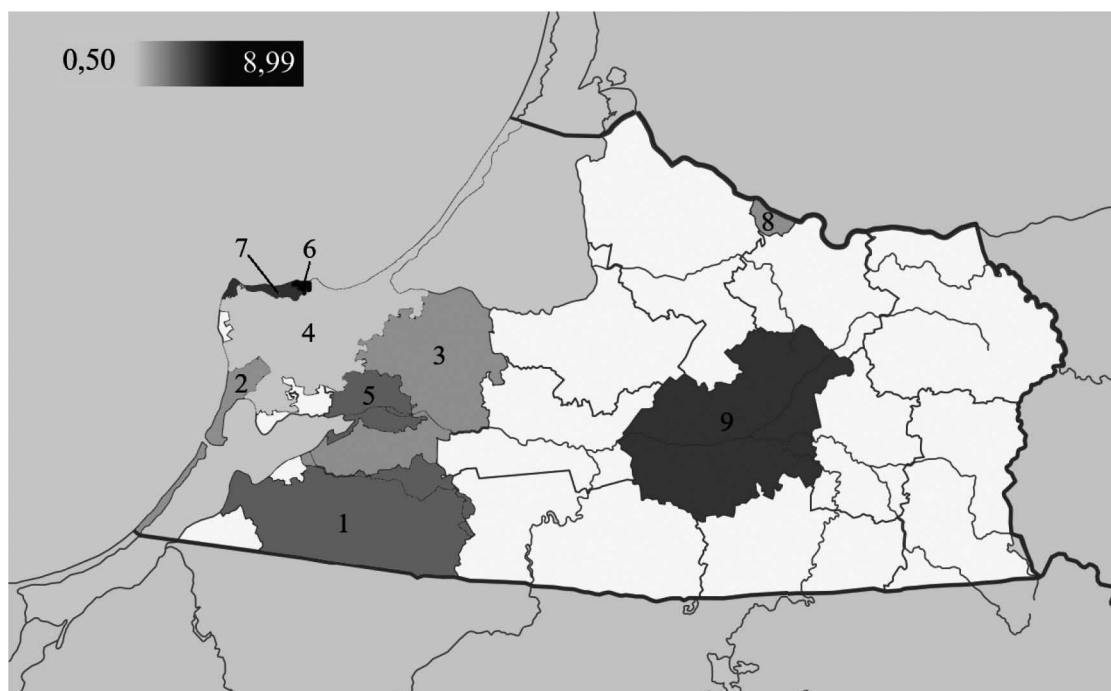


Рис. Уровень серопревалентности к *B. burgdorferi* s. l. среди лиц, проживающих в различных муниципальных образованиях Калининградской области: 1 — Багратионовский г.о., 2 — Балтийский г.о., 3 — Гурьевский г.о., 4 — Зеленоградский г.о., 5 — г. Калининград, 6 — Пионерский г.о., 7 — Светлогорский г.о., 8 — Советский г.о., 9 — Черняховский г.о.

валентности также были ниже среднеобластных и составили 2,50% [0,69–8,66] и 3,49% [1,19–9,76] соответственно. Общий тест χ^2 не выявил статистически значимых различий между районами ($\chi^2 = 14,78$; $p = 0,064$).

При анализе гендерных различий установлено, что уровень серопревалентности у мужчин (4,98% [3,09–7,94]) был выше, чем у женщин (3,61% [2,32–5,57]), однако различия статистически не значимы ($\chi^2 = 0,63$; $p = 0,426$).

Анализ возрастной структуры серопозитивных лиц выявил отчетливую тенденцию к нарастанию доли лиц с антителами в старших возрастных группах. Наименьший уровень серопревалентности зарегистрирован в группе детей и подростков до 17 лет — 1,94% [0,83–4,46]. В группе 18–29 лет показатель составил 2,97% [1,02–8,37]. У лиц трудоспособного возраста 30–44 лет и 60–74 лет показатели составили 5,26% [2,69–10,04] и 4,73% [2,31–9,44] соответственно. Максимальные значения серопревалентности наблюдались в возрастных группах 45–59 лет — 6,45% [3,54–11,47] и 75 лет и старше — 6,06% [1,68–19,61]. Общий тест χ^2 не выявил статистически значимых различий между всеми возрастными группами ($\chi^2 = 6,52$; $p = 0,251$), однако тест Кокрана — Армитажа выявил статистически значимый линейный тренд увеличения доли серопозитивных лиц с возрастом ($\chi^2 = 4,54$; $p = 0,033$).

Обсуждение

Проведенное сероэпидемиологическое исследование позволило получить данные о распространности IgG-антител к *B. burgdorferi* s. l. среди практически здорового населения Калининградской области. Установленный нами уровень серопревалентности в Калининградской области демонстрирует более чем трёхкратное снижение по сравнению с данными 2011 г. (12,4%). Такое изменение может быть связано с различиями в дизайне исследований (разные группы населения, районы отбора проб) [9]. Полученный показатель практически идентичен значениям в соседней Польше (4,8%) и близок к показателям Чехии (4,7%), но значительно ниже, чем в некоторых других европейских странах, таких как Германия (9,4%) и Финляндия (8,9%) [5].

Различные уровни серопревалентности в муниципальных образованиях могут быть обусловлены комплексом факторов, включающих ландшафтно-географические особенности территорий, интенсивность рекреационной нагрузки, характер хозяйственного использования, а также локальные различия в инфицированности переносчиков.

Анализ возрастной динамики свидетельствует об отчетливом росте доли серопозитивных лиц с возрастом: минимальные значения зафиксированы у детей до 17 лет, максимальные — в старших возрастных группах. Данная тенденция

отражает как кумулятивный риск заражения ИКБ, так и длительную персистенцию антител к *B. burgdorferi* s.l. после перенесенной инфекции [10]. Высокие показатели у лиц среднего и пожилого возраста, вероятно, связаны с их многолетней рекреационной и профессиональной активностью в природных биотопах: работа на садово-огородных участках, сбор грибов и ягод, рыболовство, охота.

При анализе гендерных различий был установлен более высокий уровень серопревалентности у мужчин по сравнению с женщинами, однако различия не достигли уровня статистической значимости. Отсутствие значимых различий между мужчинами и женщинами может свидетельствовать о примерно равной степени их контакта с природными очагами у мужчин и женщин в условиях Калининградской области.

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить территории и группы населения с повышенным риском инфицирования. Полученные результаты могут служить научной основой для оптимизации системы эпидемиологического надзора и профилактики иксодового клещевого боррелиоза в Калининградской области.

Заключение

В результате сероэпидемиологического исследования установлено, что общий уровень серопревалентности к боррелиям среди практически здорового населения Калининградской области составляет 4,13%, что свидетельствует об активной циркуляции возбудителя ИКБ на территории региона и постоянном контакте населения с инфицированными переносчиками.

Полученные данные свидетельствуют о неравномерном распределении эпидемического риска на территории области и обосновывают целесообразность разработки дифференцированных профилактических программ с учетом локальной эпидемической обстановки.

Литература

1. Коренберг, Э. И. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами / Э. И. Коренберг, В. Г. Помелова, Н. С. Осин. — Москва: Коммент, 2013. — 465 с.
2. Платонов, А. Е. Социально-экономическое бремя пяти природно-очаговых инфекций в Российской Федерации / А. Е. Платонов, Н. А. Авксентьев, М. В. Авксентьева [и др.] // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. — 2015. — Т. 8, № 1. — С. 47-56. — DOI: 10.17749/2070-0769-2015-8-1-047-056.
3. Кашуба, Э. А. Иксодовые клещевые боррелиозы (обучающий модуль) / Э. А. Кашуба, Т. Г. Дроздова, Л. В. Ханипова [и др.] // Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение. — 2014. — Т. 4, № 9. — С. 57–81.
4. Гречишкина, Д. И. Эпидемиологическая ситуация по иксодовому клещевому боррелиозу в Северо-Западном федеральном округе в 2014-2023 гг / Д. И. Гречишкина, Л. В. Лялина, Н. К. Токаревич // Национальные приоритеты России. — 2024. — Т. 55, № 4. — С. 116-121.
5. Angulo, F.J. Incidence of symptomatic Lyme borreliosis in nine European countries / F.J. Angulo, E. Colby, A.M. Lebech, P.E. Lindgren, A. Moniuszko-Malinowska, F. Strle [et al.] // International Journal of Infectious Diseases. — 2024. — Vol. 149. — P. 107242. — DOI: 10.1016/j.ijid.2024.107242.
6. Савицкая, Т. А. Серологический мониторинг в системе эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями в Республике Татарстан / Т. А. Савицкая, В. А. Трифонов, Е. В. Агафонова [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. — 2018. — № 1. — С. 15-20.
7. Барина, Г. М. Распространение клещевых инфекций в условиях изменений климата и проблема адаптации к ним населения Калининградской области / Г. М. Барина, Е. В. Краснов, Д. В. Гаева [и др.] // Проблемы региональной экологии. — 2022. — № 4. — С. 63-67.
8. Карташов, М. Ю. Генотипирование боррелий, риккетсий и анаплазм в клещах *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* в Калининградской области / М. Ю. Карташов, Е. Г. Волчев, Е. И. Кривошеина [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2024. — Т. 101, № 2. — С. 227–236. — DOI: 10.36233/0372-9311-503.
9. Токаревич, Н. К. Эколого-эпидемиологическая характеристика клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов (болезни Лайма) в Калининградской области / Н. К. Токаревич, А. А. Тронин, В. Н. Селюк, Т. П. Груничева, Е. А. Бабура // Инфекция и иммунитет. — 2011. — Т. 1, № 4. — С. 319–330.
10. Magnavita, N. Occupational Lyme Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis / N. Magnavita, I. Capitanelli, O. Ilesanmi, F. Chirico // Diagnostics (Basel). — 2022. — Vol. 12, № 2. — P. 296. — DOI: 10.3390/diagnostics12020296.

References

1. Korenberg, E. I. Prirodno-ochagovye infekcii, peredayushchiesya iksodovymi kleshchami / E. I. Korenberg, V. G. Pomelova, N. S. Osin. — Moskva: Komment, 2013. — 465 s.
2. Platonov, A. E. Social'no-ekonomicheskoe bremya pyati prirodno-ochagovykh infekcij v Rossijskoj Federacii / A. E. Platonov, N. A. Avksent'ev, M. V. Avksent'eva [i dr.] // Farmakoekonomika. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya. — 2015. — T. 8, № 1. — S. 47-56. — DOI: 10.17749/2070-0769-2015-8-1-047-056.
3. Kashuba, E. A. Iksodovye kleshchevye borreliozy (obuchayushchij modul') / E. A. Kashuba, T. G. Drozdova, L. V. Hanipova [i dr.] // Infekcionnye bolezni: Novosti. Mneniya. Obucheniye. — 2014. — T. 4, № 9. — S. 57–81.
4. Grechishkina, D. I. Epidemiologicheskaya situatsiya po iksodovomu kleshchevomu borreliozu v Severo-Zapadnom federal'nom okruge v 2014-2023 gg / D. I. Grechishkina, L. V. Lyalina, N. K. Tokarevich // Nacional'nye prioritety Rossii. — 2024. — T. 55, № 4. — S. 116-121.
5. Angulo F.J., Colby E., Lebech A.M., Lindgren P.E., Moniuszko-Malinowska A., Strle F., Olsen J., Brestrich G., Vyse A., Shafquat M., Gould L.H., Kelly P.H., Pilz A., Halsby K., Moisi J.C., Stark J.H. Incidence of symptomatic Lyme borreliosis in nine European countries. International Journal of Infectious Diseases, 2024, vol. 149, pp. 107242. DOI: 10.1016/j.ijid.2024.107242.
6. Savickaya, T. A. Serologicheskij monitoring v sisteme epidemiologicheskogo nadzora za prirodno-ochagovymi infekciyami v Respublike Tatarstan / T. A. Savickaya, V. A. Trifonov, E. V. Agafonova [i dr.] // Epidemiologiya i infekcionnye bolezni. Aktual'nye voprosy. — 2018. — № 1. — S. 15-20.

7. Barinova, G. M. Rasprostranenie kleshchevyh infekcij v usloviyah izmenenij klimata i problema adaptacii k nim naseleniya Kaliningradskoj oblasti / G. M. Barinova, E. V. Krasnov, D. V. Gaeva [i dr.] // Problemy regional'noj ekologii. — 2022. — № 4. — S. 63-67.

8. Kartashov, M. YU. Genotipirovanie borrelij, rikketsij i anaplazm v kleshchah Ixodes ricinus i Dermacentor reticulatus v Kaliningradskoj oblasti / M. YU. Kartashov, E. G. Volchev, E. I. Krivosheina [i dr.] // Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii. — 2024. — T. 101, № 2. — S. 227–236. — DOI: 10.36233/0372-9311-503.

9. Tokarevich, N. K. Ekologo-epidemiologicheskaya harakteristika kleshchevogo encefalita i iksodovyh kleshchevyh borreliozov (bolezni Lajma) v Kaliningradskoj oblasti / N. K. Tokarevich, A. A. Tronin, V. N. Selyuk, T. P. Grunicheva, E. A. Babura // Infekciya i immunitet. — 2011. — T. 1, № 4. — S. 319–330.

10. Magnavita N., Capitanelli I., Ilesanmi O., Chirico F. Occupational Lyme Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 296. DOI: 10.3390/diagnostics12020296.

Авторский коллектив:

Гречишкина Дарья Игоревна — младший научный сотрудник лаборатории зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)644-63-81, e-mail: grechishkina@pasteurorg.ru

Баимова Регина Равиловна — младший научный сотрудник лаборатории зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)644-63-81, e-mail: baimova@pasteurorg.ru

Рябико Екатерина Геннадьевна — младший научный сотрудник лаборатории зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)644-63-81, e-mail: riabiko@pasteurorg.ru

Михеенко Ольга Петровна — главный врач Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области; тел.: 8(4012)53-81-45, e-mail: kdfbuz@cge39.ru

Токаревич Николай Константинович — заведующий лабораторией зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, д.м.н., профессор; тел.: 8(812)644-63-81, e-mail: tokarevich@pasteurorg.ru