

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-116-121

УДК 579.88(470.44)

М.А. Кулагин, А.В. Казанцев, М.Г. Корнеев, Е.Н. Кондратьев

Выявление генетических маркеров возбудителей риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки на территории отдельных районов Саратовской области

ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация

На территории Российской Федерации ежегодно регистрируются случаи заболевания людей риккетсиозами группы клещевой пятнистой лихорадки / Spotted fever group (КПЛ / SFG), а также существуют эндемичные очаги риккетсиозов группы КПЛ, такие как сибирский клещевой тиф, Астраханская пятнистая лихорадка и Средиземноморская (Марсельская) лихорадка, что подчеркивает эпидемиологическую значимость данных инфекций. Саратовская область является эндемичным регионом для ряда природно-очаговых болезней (иксодовый клещевой боррелиоз, лихорадка Западного Нила и др.) и имеет климатические и ландшафтно-географические условия для распространения возбудителей инфекций, передаваемых при нападении клещей. Но данные о циркуляции возбудителей риккетсиозов группы КПЛ на этой территории до настоящего времени отсутствовали. **Цель** работы – выявление генетических маркеров возбудителей риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки в пробах клещей, собранных при проведении эпизоотологического мониторинга за природно-очаговыми инфекциями на территории Саратовской области. **Материалы и методы.** Для проведения исследования с территорий 10 районов Саратовской области и муниципального образования «Город Саратов» собрано 4582 экземпляра иксодовых и гамазовых клещей 14 видов, объединенных в 1055 проб. Для обнаружения генетических маркеров *Rickettsia* spp. SFG и *Rickettsia conorii* пробы исследованы методом ПЦР. **Результаты и обсуждение.** Генетические маркеры возбудителей риккетсиозов группы КПЛ обнаружены на территории Саратовской области впервые. Наличие ДНК *Rickettsia* spp. SFG установлено в 262 (26 %) пробах 11 видов клещей, собранных на всех обследуемых территориях. ДНК-маркеры *R. conorii* выявлены в 23 (2,3 %) объединенных пробах клещей двух видов, доставленных из трех районов области и г. Саратова. Полученные данные указывают на возможную циркуляцию возбудителей риккетсиозов группы КПЛ в Саратовской области и подчеркивают необходимость дальнейших исследований о распространении и определении разнообразия патогенных видов риккетсий, циркулирующих в регионе, и их связи с переносчиками.

Ключевые слова: риккетсии группы клещевых пятнистых лихорадок, КПЛ, риккетсиозы, *Rickettsia* spp. SFG, *Rickettsia conorii*, иксодовые клещи, гамазовые клещи.

Корреспондирующий автор: Кулагин Максим Андреевич, e-mail: rusrap@microbe.ru.

Для цитирования: Кулагин М.А., Казанцев А.В., Корнеев М.Г., Кондратьев Е.Н. Выявление генетических маркеров возбудителей риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки на территории отдельных районов Саратовской области. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2025; 3:116–121. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-116-121

Поступила 03.02.2025. Принята к публикации 03.06.2025.

M.A. Kulagin, A.V. Kazantsev, M.G. Korneev, E.N. Kondrat'ev

Detection of Genetic Markers of Rickettsioses Agents of the Tick-Borne Spotted Fever Group in Certain Districts of the Saratov Region

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation

Abstract. In the Russian Federation, human cases of the tick-borne spotted fever group (SFG) rickettsioses are reported annually, and endemic foci of SFG rickettsioses exist, including Siberian tick typhus, Astrakhan spotted fever and Mediterranean (Marseilles) fever, which highlights the epidemiological significance of these infections. The Saratov Region is an endemic one for several natural-focal diseases (Ixodidae tick-borne borreliosis, West Nile fever, etc.) and demonstrates climatic and landscape-geographical conditions favorable for the spread of tick-borne pathogens. However, until now, no data were available on the circulation of SFG rickettsiosis in this region. **The aim** of the work was to detect genetic markers of pathogens of tick-borne spotted fever group rickettsioses in tick samples collected during epizootiological monitoring of natural focal infections in the Saratov Region between 2021 and 2024. **Materials and methods.** For this study, 4582 specimens of Ixodidae ticks and gamasid mites belonging to 14 species were collected from 10 districts of the Saratov Region and municipal settlement "Saratov city", pooled into 1055 samples. PCR was used to detect genetic markers of *Rickettsia* spp. SFG and *Rickettsia conorii*. **Results and discussion.** Genetic markers of SFG rickettsioses have been detected for the first time in the Saratov Region. DNA of *Rickettsia* spp. SFG were identified in 262 (26 %) samples from 11 tick species, collected across all surveyed areas. DNA markers of *R. conorii* were found in 23 (2.3 %) pooled samples from two tick species, obtained from three districts of the region and the Saratov municipality. These findings suggest the potential circulation of SFG rickettsioses in the Saratov Region and emphasize the need for further studies of the distribution, diversity and vector associations of pathogenic *Rickettsia* species in the region.

Key words: tick-borne spotted fever rickettsiae, rickettsioses, *Rickettsia* spp. SFG, *Rickettsia conorii*, Ixodidae ticks, gamasid mites.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors declare no additional financial support for this study.

Corresponding author: Maksim A. Kulagin, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Kulagin M.A., Kazantsev A.V., Korneev M.G., Kondrat'ev E.N. Detection of Genetic Markers of Rickettsioses Agents of the Tick-Borne Spotted Fever Group in Certain Districts of the Saratov Region. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2025; 3:116–121. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-116-121

Received 03.02.2025. *Accepted* 03.06.2025.

Kulagin M.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6423-1460>
Kazantsev A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1790-0411>

Korneev M.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-4355>
Kondrat'ev E.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1867-2684>

Иксодовые и, реже, гамазовые клещи играют важную роль в эпидемиологии целого ряда инфекционных заболеваний, опасных для человека. Они выступают в качестве переносчиков и природных резервуаров широкого спектра патогенных бактерий и вирусов, включая возбудителей клещевого энцефалита, Крымской геморрагической лихорадки, иксодового клещевого боррелиоза (болезни Лайма), анаплазмоза, эрлихиоза, бабезиоза и риккетсиозов [1–4]. В связи с эпидемиологической значимостью инфекций, передающихся при нападении клещей, остается актуальным проведение эпизоотологического мониторинга с целью контроля за циркулирующей возбудителей, а также понимания роли различных видов клещей как переносчиков и природных резервуаров возбудителей трансмиссивных инфекций [5, 6].

На территории Российской Федерации ежегодно регистрируются случаи заболевания людей риккетсиозами группы клещевой пятнистой лихорадки / Spotted fever group (КПЛ / SFG), а также существуют эндемичные очаги риккетсиозов группы КПЛ, такие как сибирский клещевой тиф, Астраханская пятнистая лихорадка и Средиземноморская (Марсельская) лихорадка, что подчеркивает эпидемиологическую значимость данных инфекций [6, 7].

Саратовская область является эндемичным регионом для ряда природно-очаговых болезней (иксодовый клещевой боррелиоз, лихорадка Западного Нила и др.), имеет климатические и ландшафтно-географические условия для распространения возбудителей инфекций, передаваемых при нападении клещей [8–11], и территориально граничит с регионами, где выявлена циркуляция риккетсий. Известно, что в 2019 г. был зафиксирован случай заболевания человека клещевым риккетсиозом, вызванным *Rickettsia slovaca*, на территории Воронежской области, а в клещах вида *Dermacentor reticulatus*, собранных в этом регионе, выявляли наличие ДНК *Rickettsia aeschlimannii*. Этот факт подчеркивает актуальность проблемы, особенно ввиду отсутствия настороженности как местных жителей, так и медицинского персонала в отношении риска заражения риккетсиозами группы КПЛ. Тем не менее данные о циркуляции возбудителей риккетсиозов группы КПЛ на территории Саратовской области до настоящего времени отсутствовали.

Цель работы – выявление генетических маркеров возбудителей риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки в пробах суспензий клещей,

собранных при проведении эпизоотологического мониторинга за природно-очаговыми инфекциями на территории Саратовской области.

Материалы и методы

В исследование включены объединенные суспензии клещей, собранных в рамках проведения эпизоотологического мониторинга территорий Александрово-Гайского, Воскресенского, Татищевского, Красноармейского, Вольского, Хвалынского, Советского, Ровенского и Энгельсского районов Саратовской области, Гагаринского административного района муниципального образования (МО) «Город Саратов», а также природного парка «Кумысная поляна», расположенного в зеленой зоне г. Саратова, в 2021–2024 гг.

Видовую принадлежность клещей определяли в соответствии с МР 3.1.0322-23 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах инфекционных болезней». Эктопаразитов объединяли в пулы по месту отлова, видовой и половой принадлежности, а также по стадиям развития и характеру питания.

В исследование включено 4019 экземпляров иксодовых клещей 8 видов, объединенных в 985 проб: *Hyalomma scupense* (Schulze, 1919), *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776), *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794), *Rhipicephalus rossicus* (Yakimov et Kol-Yakimova, 1911), *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758), *Ixodes trianguliceps* (Birula, 1895), *Ixodes lividus* (Koch, 1844), *Haemophysalis punctata* (Canestrini et Fanzago, 1878), – и 563 экземпляра гамазовых клещей 6 видов, объединенных в 71 пробу: *Haemogamasus nidi* (Michael, 1892), *Laelaps agilis* (Koch, 1836), *Laelaps algericus* (Hirst, 1925), *Hyperlaelaps microti* (Ewing, 1933), *Eulaelaps stabularis* (Koch, 1839), *Myonyssus rossicus* (Bregetova, 1956) (таблица). Клещи *H. scupense* были собраны с крупного рогатого скота, *I. lividus* – в гнездах береговой ласточки (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)), пастбищные клещи (*D. marginatus*, *D. reticulatus*, *I. ricinus*, *R. rossicus*) – с помощью фланелевого флага, а также с собак. Гамазовые клещи и преимагинальные стадии иксодовых собраны при очесывании мелких млекопитающих.

Для инактивации поверхностной микрофлоры пул клещей промывали 96 % раствором этилового спирта, затем 0,15 М 0,9 % раствора натрия хлори-

да согласно МУ 1.3.2569-09 «Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I–IV групп патогенности». Гомогенизацию клещей осуществляли в 1000 мкл стерильного 0,9 % раствора натрия хлорида в пробирках Lysing Matrix I на гомогенизаторе FastPrep-24 5G (MP Biomedicals, США).

Для выделения нуклеиновых кислот использовали набор «РИБО-преп» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), работу выполняли согласно инструкции производителя. Постановку ПЦР на наличие генетических маркеров *Rickettsia* spp. SFG и *Rickettsia conorii* осуществляли с применением наборов реагентов «АмплиСенс® *Rickettsia* spp. SFG-FL» и АмплиСенс® *Rickettsia conorii*-FL (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия).

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v.4.7.0 (ООО «Статтех», Россия). Категориальные данные описаны с указанием абсолютных значений и процентных долей. Доверительные интервалы (95 % ДИ) для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера – Пирсона. Для оценки уровня зараженности клещей

использовали минимальный индекс инфицированности (МИИ) на 1000 эктопаразитов, который применяется при проведении исследований с объединенными пробами. Вычисляли МИИ и 95 % ДИ при помощи программного обеспечения EpiTools. Ausvet (Pooled prevalence for variable pool size and perfect tests) [12].

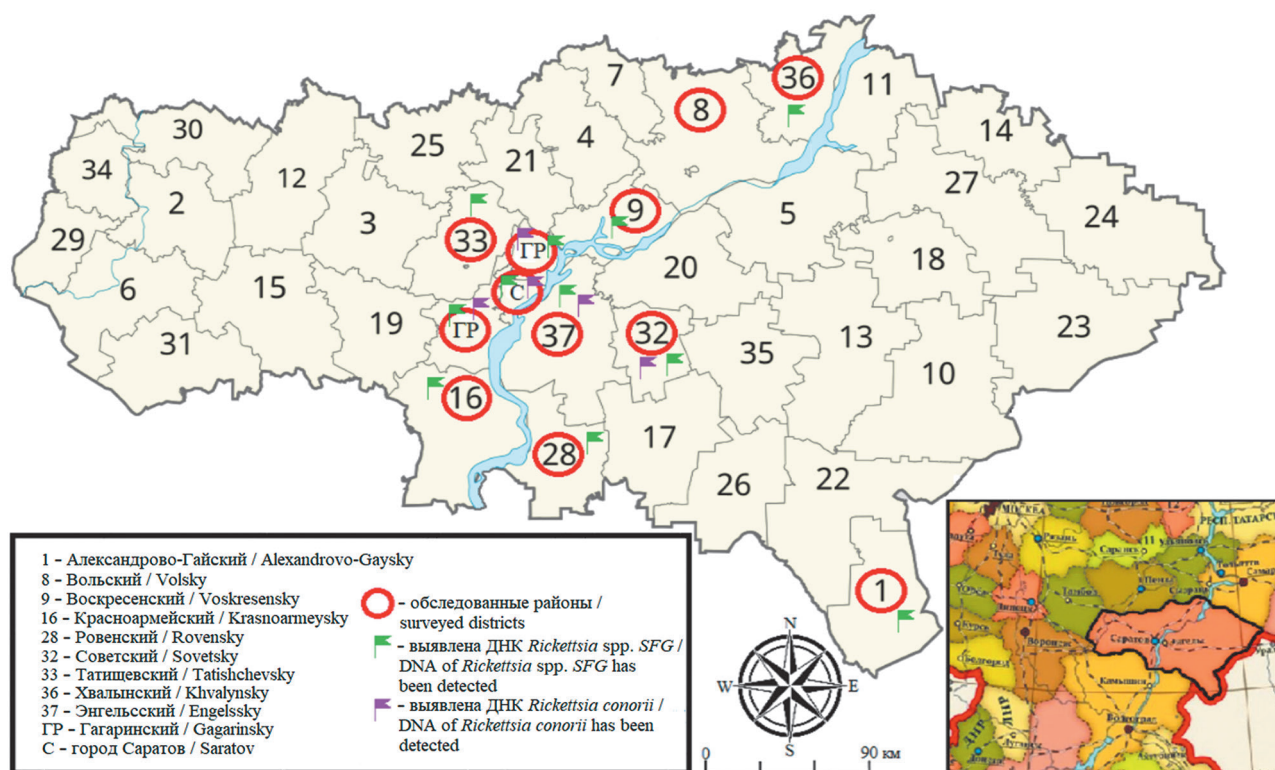
Результаты и обсуждение

Генетические маркеры возбудителей риккетсиозов группы КПЛ обнаружены на территории Саратовской области впервые. Методом ПЦР установлено наличие ДНК *Rickettsia* spp. SFG в клещах 11 видов: *H. scupense*, *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *R. rossicus*, *I. ricinus*, *I. trianguliceps*, *I. lividus*, *H. punctata*, *H. nidi*, *L. agilis*, *E. stabularis*. ДНК *Rickettsia* spp. SFG выявлена в 262 (26 %) образцах (таблица), собранных на территории Александрово-Гайского, Воскресенского, Татищевского, Красноармейского, Хвалынского, Советского, Ровенского, Энгельсского районов и Гагаринского административного района МО «Город Саратов», а также природного парка «Кумысная поляна», расположенного в зеленой зоне города (рисунок). На этот факт следует обратить

Результаты выявления генетических маркеров возбудителей риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки в пробах суспензий клещей, собранных на территории Саратовской области
Results of detection of genetic markers of rickettsial pathogens of the tick-borne spotted fever group in samples of tick suspensions collected in the Saratov Region

Вид клещей Species of ticks	Количество проб (экземпляров) Number of samples (specimens)	Количество положительных проб; % (95 % ДИ) <i>Rickettsia</i> spp. SFG Number of samples positive for <i>Rickettsia</i> spp. SFG; % (95 % CI)	Количество положительных проб; % (95 % ДИ) <i>Rickettsia conorii</i> Number of samples positive for <i>Rickettsia conorii</i> ; % (95 % CI)	МИИ <i>Rickettsia</i> spp. SFG (95 % ДИ) MII <i>Rickettsia</i> spp. SFG (95% CI)	МИИ <i>Rickettsia conorii</i> (95 % ДИ) MII <i>Rickettsia conorii</i> (95 % CI)
Иксодовые клещи / Ixodidae ticks					
<i>Hyalomma scupense</i>	518 (1702)	1; 0,2 (0,0–1,1)	0	0,6 (0,0–2,6)	–
<i>Dermacentor marginatus</i>	147 (1351)	117; 79,6 (72,2–85,8)	5; 3,4 (1,1–7,8)	213,9 (174,3–259,1)	3,8 (1,4–8,1)
<i>Dermacentor reticulatus</i>	114 (545)	54; 47,4 (37,9–56,9)	0	137,5 (104,8–175,8)	–
<i>Rhipicephalus rossicus</i>	168 (345)	64; 38,1 (30,7–45,9)	18; 10,7 (6,5–16,4)	209,3 (165,7–258,1)	54,0 (33,1–81,7)
<i>Haemophysalis punctata</i>	1 (15)	1; 100,0 (2,5–100,0)	0	783,5 (0,0–1000,0)	–
<i>Ixodes ricinus</i>	34 (36)	17; 50,0 (32,4–67,6)	0	481,0 (321,7–643,3)	–
<i>Ixodes lividus</i>	1 (23)	1; 100,0 (2,5–100,0)	0	631,4 (0,0–1000,0)	–
<i>Ixodes trianguliceps</i>	2 (2)	1; 50,0 (1,3–98,7)	0	500,0 (381,0–961,9)	–
Итого иксодовых клещей Total Ixodidae ticks	985 (4019)	256; 26,0 (23,3–28,8)	23; 2,3 (1,5–3,5)	80,7 (71,3–90,7)	5,8 (3,7–8,5)
Гамазовые клещи / Gamaside mites					
<i>Haemogamasus nidi</i>	24 (65)	2; 8,7 (1,0–27,0)	0	31 (5,2–92,7)	–
<i>Eulaelaps stabularis</i>	9 (17)	2; 22,2 (2,8–60,0)	0	121,5 (21,3–330,5)	–
<i>Laelaps agilis</i>	24 (173)	2; 8,3 (1,0–27,0)	0	11,6 (19,0–35,5)	–
<i>Hyperlaelaps microti</i>	1 (12)	0	0	–	–
<i>Myonyssus rossicus</i>	5 (7)	0	0	–	–
<i>Laelaps algericus</i>	8 (292)	0	0	–	–
Итого гамазовых клещей Total gamaside mites	71 (563)	6; 8,6 (3,2–17,5)	0	10,6 (4,2–21,4)	–
Итого клещей Total ticks	1056 (4582)	262; 24,8 (22,2–27,5)	23; 2,2 (1,4–3,3)	69,7 (61,8–78,3)	5,1 (3,3–7,4)

Note: MII – minimum index of infection.



Районы Саратовской области, на территории которых проводили сбор клещей

Districts of the Saratov Region where ticks were collected

особое внимание, поскольку Кумысная поляна является популярным рекреационным местом, расположенным в городской зеленой зоне. Посетители этой территории подвержены риску нападения клещей и потенциального заражения риккетсиями при присасывании.

Генетические маркеры *R. conorii* выявлены в 23 (2,3 %) пробах клещей двух видов: *R. rossicus* (10,7 %) и *D. marginatus* (3,4 %), – собранных на территории Советского и Энгельсского районов, г. Саратова и Гагаринского административного района МО «Город Саратов» Саратовской области.

Наибольшая частота встречаемости маркеров возбудителей клещевых пятнистых лихорадок в нашем исследовании выявлена в суспензиях клещей *D. marginatus* (79,6 %), *D. reticulatus* (47,4 %) и *R. rossicus* (38,1 %), что согласуется с результатами других исследователей [13, 14]. Данные виды клещей имеют особое эпидемиологическое значение ввиду широкого распространения в природных биотопах Саратовской области и выявления в них возбудителей иксодового клещевого боррелиоза, арбовирусных инфекций и туляремии [15, 16].

Также необходимо обратить внимание на то, что при исследовании проб суспензий клещей *I. ricinus* доля положительных на наличие ДНК *Rickettsia* spp. SFG составила 50 %. Этот вид клещей ассоциирован с возбудителями не только риккетсиозов группы КПЛ, но и ряда других инфекционных болезней, передача которых возможна благодаря роли *I. ricinus* в качестве переносчиков [3].

В 2018–2020 гг. в Чехии, Бельгии и Литве описаны случаи выявления ДНК *Rickettsia vini* в клещах *I. lividus*, паразитирующих в гнездах береговой ласточки (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) [17, 18]. На территории Саратовской области данный вид клещей впервые был обнаружен в 2012 г. [19]. В нашем исследовании генетические маркеры *Rickettsia* spp. SFG также выявлены и в клещах данной систематической группы, что указывает на их потенциальную роль как резервуаров и переносчиков патогенных видов риккетсий на территории Саратовской области.

В результате работы обнаружены генетические маркеры *Rickettsia* spp. SFG в клещах *H. scupense*. В 2024 г. в Пакистане в клещах этого вида, снятых с верблюдов, выявлена ДНК *Rickettsia aeschlimannii* [20]. Нуклеотидные последовательности полученных образцов имели полную генетическую схожесть с последовательностями ДНК *R. aeschlimannii*, выявленной в клещах *H. marginatum*, собранных на территории Ставропольского края и Республики Крым [21, 22]. Для уточнения видовой и подвидовой принадлежности требуется проведение секвенирования.

В литературных источниках представлена информация об атипичном представителе группы КПЛ, *Rickettsia akari*, циркулирующем в гамазовых клещах [4, 23]. В нашем исследовании не выявлена ДНК возбудителей риккетсиозов группы КПЛ в клещах *H. microti*, *M. rossicus*, *L. algericus*, что может говорить либо о недостаточном объеме выборки исследованных клещей, либо о их незначительной роли в циркуляции патогенных риккетсий.

Выявление генетических маркеров *Rickettsia* spp. *SFG* в некоторых видах иксодовых и гамазовых клещей, собранных на территории различных районов Саратовской области, свидетельствует о возможной циркуляции данных возбудителей в регионе.

Таким образом, в результате проведенной работы впервые на территории Саратовской области в материале от клещей выявлены генетические маркеры возбудителей риккетсиозов группы КПЛ. ДНК *Rickettsia* spp. обнаружена в 26 % образцов, ДНК *Rickettsia conorii* – в 2,3 %. Не исключено, что на территории области, помимо *R. conorii*, циркулируют другие патогенные виды риккетсий.

Полученные данные указывают на необходимость дальнейших исследований, направленных на изучение видового разнообразия риккетсий, уточнения их распространения на территории региона и ассоциации с различными видами переносчиков.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии дополнительного финансирования при проведении данного исследования.

Список литературы

- Salman M., Tarrés-Call J., editors. Ticks and Tick-Borne Diseases: Geographical Distribution and Control Strategies in the Euro-Asia Region. London, UK: CABI Publishing; 2013. P. 6–26.
- Parola P., Paddock C.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T., Abdad M.Y., Stenos J., Bitam I., Fournier P.E., Raoult D. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clin. Microbiol. Rev.* 2013; 26(4):657–702. DOI: 10.1128/CMR.00032-13.
- Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: Комментарий; 2013. С. 52–3.
- Еремеева М.Е., Муни-Родригес К. Осповидный риккетсиоз – редкое, но не исчезающее заболевание: обзор литературы и новые направления. *Инфекция и иммунитет.* 2020; 10(3):477–85. DOI: 10.15789/2220-7619-RAR-1294.
- Осмоловский А.А., Субботина И.А. Роль иксодовых клещей в распространении и циркуляции возбудителей клещевых инфекций и инвазий на территории Белорусского Поозерья. *Ветеринария сегодня.* 2024; 13(1):78–86. DOI: 10.29326/2304-196X-2024-13-1-78-86.
- Краснова Е.И., Вяжневич А.Н., Проворова В.В., Кузнецова В.Г., Хохлова Н.И., Хохлова З.А. Клещевые риккетсиозы в России: актуальные вопросы диагностики. *Лечащий врач.* 2023; 23(10):82–7. DOI: 10.51793/OS.2023.26.10.013.
- Рудаков Н.В., Пеневская Н.А., Кумпан Л.В., Блох А.И., Шпынов С.Н., Транквиловский Д.В., Штрек С.В. Эпидемиологическая ситуация по риккетсиозам группы клещевой пятнистой лихорадки в Российской Федерации в 2012–2021 гг. и прогноз на 2022–2026 гг. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2022; (1):54–63. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-54-63.
- Sayfullin R.F., Pereokopskaya N.E., Karan L.S., Zvereva N.N., Sayfullin M.A. Autochthonous case of *Rickettsia slovaca* infection in Russia. *Emerg. Infect. Dis.* 2021; 27(10):2736–8. DOI: 10.3201/eid2710.204621.
- Kartashov M.Y., Shvalov A.N., Krivosheina E.I., Svirin K.A., Loktev V.B. *Rickettsia aeschlimannii* isolate Voronezh-1 outer membrane protein B (*ompB*) gene, partial cds. [Электронный ресурс]. NCBI GenBank. Номер доступа: ON721213.1 (дата обращения 12.01.2025).
- Кресова У.А., Гаранина С.Б. Клинико-эпидемиологическая характеристика и лабораторное подтверждение первого случая иксодового клещевого боррелиоза на территории Саратовской области. *Здоровье населения и среда обитания.* 2012; (4):19–21.
- О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году по Саратовской области. Материалы государственного доклада. Саратов: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области; 2024. 205 с.
- Sergeant, ESG. EpiTools Epidemiological Calculators. Ausvet. [Электронный ресурс]. URL: <http://epitools.ausvet.com.au> (дата обращения 09.10.2024).
- Якубовский В.И., Иголкина Я.П., Тикунов А.Ю., Панов В.В., Якименко В.В., Жабыкпаева А.Г., Епихина Т.И., Пар В.А. Генетическая вариабельность риккетсий в клещах *Dermacentor* spp. на территории Западной Сибири и Северного Казахстана. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология.* 2023; 41(3):25–34. DOI: 10.17116/molgen20234103125.
- Рудаков Н.В., Самойленко И.Е. Риккетсии и риккетсиозы группы клещевой пятнистой лихорадки. *Инфекционные болезни. Новости. Мнения. Обучение.* 2017; (2):43–8. DOI: 10.24411/2305-3496-2017-00033.
- Поршаков А.М., Корнеев М.Г., Матросов А.Н. Исторические аспекты изучения отряда клещей Ixodida Саратовской области. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни.* 2020; (1):42–52. DOI: 10.33092/0025-8326mp2020.1.42-52.
- Турцева М.А., Кресова У.А., Матросов А.Н., Чекашов В.Н., Поршаков А.М., Яковлев С.А., Шарова И.Н., Красовская Т.Ю., Кузнецов А.А., Князева Т.В., Мокроусова Т.В., Шербакова С.А., Котоманова В.Г., Сантылова О.А. Новые данные о распространении иксодовых клещей и переносимых ими возбудителей природно-очаговых инфекций в Саратовской области. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2009; (4):40–4. DOI: 10.21055/0370-1069-2009-4(102)-40-44.
- Matulaityte V., Paulauskas A., Bratchikov M., Radzijeuskaja J. New record of *Rickettsia vini* in *Ixodes lividus* ticks from Lithuania. *Ticks Tick Borne Dis.* 2020; 11(3):101372. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101372.
- Nováková M., Heneberg P., Heylen D.J.A., Medvecký M., Muñoz-Leal S., Smajs D., Literák I. Isolated populations of *Ixodes lividus* ticks in the Czech Republic and Belgium host genetically homogeneous *Rickettsia vini*. *Ticks Tick Borne Dis.* 2018; 9(3):479–84. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.12.018.
- Корнеев М.Г., Поршаков А.М., Яковлев С.А. Первая находка иксодового клеща *Ixodes lividus* Koch, 1844 (Ixodidae) в Саратовской области. *Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье.* 2018; (15):76–7.
- Ullah S., Alouffi A., Khan M., Khan M., Tila H., Tanaka T., da Silva Vaz I. Jr, Almutairi M.M., Ali A. Molecular detection of *Rickettsia aeschlimannii*, candidate *Rickettsia shennongii*, *Rickettsia* sp. and *Coxiella burnetii* in ticks collected from camels. *Sci. Rep.* 2024; 14(1):22129. DOI: 10.1038/s41598-024-73663-7.
- Shpynov S., Rudakov N., Tochkov Y., Matushchenko A., Tarasevich I., Raoult D., Fournier P.E. Detection of *Rickettsia aeschlimannii* in *Hyalomma marginatum* ticks in western Russia. *Clin. Microbiol. Infect.* 2009; 15(2):315–16. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2008.02256.x.
- Kartashov M.Yu., Tikhonov S.N., Mikryukova T.P., Kovalenko I.S., Ternovoi V.A., Barinova O.Yu., Netesov S.V. Genotyping of rickettsial isolates circulating in the Crimean Peninsula. *Mol. Genet. Microbiol. Virol.* 2018; 33(2):110–7. DOI: 10.3103/S0891416818020088.
- Еремеева М.Е., Стуржеон М.М., Уиллард Д.К., Карпати С.Э., Мадан А., Даш Г.А. Генетическое типирование *Rickettsia akari*. *Инфекция и иммунитет.* 2020; 10(3):497–505. DOI: 10.15789/2220-7619-MTO-1295.

References

- Salman M., Tarrés-Call J., editors. Ticks and Tick-Borne Diseases: Geographical Distribution and Control Strategies in the Euro-Asia Region. London, UK: CABI Publishing; 2013. P. 6–26.
- Parola P., Paddock C.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T., Abdad M.Y., Stenos J., Bitam I., Fournier P.E., Raoult D. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clin. Microbiol. Rev.* 2013; 26(4):657–702. DOI: 10.1128/CMR.00032-13.
- Korenberg E.I., Pomelova V.G., Osin N.S. [Natural Focal Infections Transmitted by Ixodidae Ticks]. Moscow: “Commentary”; 2013. P. 52–3.
- Eremeeva M.E., Muniz-Rodriguez K. [Rickettsial pox – a rare but not extinct disease: review of the literature and new trends]. *Infektsiya i Immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2020; 10(3):477–85. DOI: 10.15789/2220-7619-RAR-1294.
- Osmolovsky A.A., Subbotina I.A. [Role of Ixodidae ticks in tick-borne pathogen spread and circulation in the Belarusian Lakeland]. *Veterinariya Segodnya [Veterinary Science Today]*. 2024; 13(1):78–86. DOI: 10.29326/2304-196X-2024-13-1-78-86.
- Krasnova E.I., Vyazhevich A.N., Provorova V.V., Kuznetsova V.G., Khokhlova N.I., Khokhlova Z.A. [Tick-borne rickettsioses in Russia: current issues in diagnosis]. *Lechashchiy Vrach [The practitioner]*. 2023; 26(10):82–7. DOI: 10.51793/OS.2023.26.10.013.

7. Rudakov N.V., Pen'evskaya N.A., Kumpan L.V., Blokh A.I., Shpynov S.N., Trankvilevsky D.V., Shtrek S.V. [Epidemiological situation on tick-borne spotted fever group rickettsioses in the Russian Federation in 2012–2021, prognosis for 2022–2026]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2022; (1):54–63. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-54-63.
8. Sayfullin R.F., Perekopskaya N.E., Karan L.S., Zvereva N.N., Sayfullin M.A. Autochthonous case of *Rickettsia slovaca* infection in Russia. *Emerg. Infect. Dis.* 2021; 27(10):2736–8. DOI: 10.3201/eid2710.204621.
9. Kartashov M.Y., Shvalov A.N., Krivosheina E.I., Svirin K.A., Loktev V.B. *Rickettsia aeschlimannii* isolate Voronezh-1 outer membrane protein B (*ompB*) gene, partial cds. (Cited 12 Jan 2025). [Internet]. NCBI GenBank. Access number: ON721213.1.
10. Kresova U.A., Garanina S.B. [Characterization of clinical-epidemiological presentation and laboratory confirmation of the first case of Ixodidae tick-borne borreliosis in the territory of the Saratov Region]. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya* [Public Health and Life Environment]. 2012; (4):19–21.
11. [On the State of Sanitary-Epidemiological Welfare of the Population in the Russian Federation in 2023 by the Saratov Region. Materials of the State Report]. Saratov: Administration of the Federal Service for Surveillance on Consumers Rights Protection and Human Wellbeing in the Saratov Region; 2024. 205 p.
12. Sergeant, ESG. EpiTools Epidemiological Calculators. Ausvet. (Cited 9 Oct 2024). [Internet]. Available from: <http://epitools.ausvet.com.au>.
13. Yakubovsky V.I., Igolkina Ya.P., Tikunov A.Yu., Panov V.V., Yakimenko V.V., Zhabykpaeva A.G., Epikhina T.I., Rar V.A. [Genetic diversity of rickettsia in *Dermacentor* spp. ticks on the territory of Western Siberia and Northern Kazakhstan]. *Molekulyarnaya Genetika, Mikrobiologiya i Virusologiya* [Molecular Genetics, Microbiology and Virology]. 2023; 41(3):25–34. DOI: 10.17116/molgen20234103125.
14. Rudakov N.V., Samoylenko I.E. [Rickettsiae and spotted fever group rickettsioses]. *Infektsionnye Bolezni: Novosti. Mneniya. Obuchenie* [Infectious Diseases: News, Opinions, Training]. 2017; (2):43–8. DOI: 10.24411/2305-3496-2017-00033.
15. Porshakov A.M., Korneev M.G., Matrosov A.N. [Historical aspects of the study of the order Ixodida in the Saratov Region]. *Meditinskaya Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni* [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]. 2020; (1):42–52. DOI: 10.33092/0025-8326mp2020.1.42-52.
16. Turtseva M.A., Kresova U.A., Matrosov A.N., Chekashov V.N., Porshakov A.M., Yakovlev S.A., Sharova I.N., Krasovskaya T.Yu., Kuznetsov A.A., Knyazeva T.V., Mokrousova T.V., Scherbakova S.A., Kotomanova V.G., Santylova O.A. [The new data on distribution of Ixodic ticks and agents of natural-focal infections transferred by them in Saratov Region]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2009; (4):40–4. DOI: 10.21055/0370-1069-2009-4(102)-40-44.
17. Matulaityte V., Paulauskas A., Bratchikov M., Radzijeuskaja J. New record of *Rickettsia vini* in *Ixodes lividus* ticks from Lithuania. *Ticks Tick Borne Dis.* 2020; 11(3):101372. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101372.
18. Nováková M., Heneberg P., Heylen D.J.A., Medvecký M., Muñoz-Leal S., Šmajs D., Literák I. Isolated populations of *Ixodes lividus* ticks in the Czech Republic and Belgium host genetically homogeneous *Rickettsia vini*. *Ticks Tick Borne Dis.* 2018; 9(3):479–84. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.12.018.
19. Korneev M.G., Porshakov A.M., Yakovlev S.A. [The first finding of the *Ixodes lividus* Koch tick, 1844 (Ixodidae) in the Saratov Region]. *Entomologicheskie i Parazitologicheskie Issledovaniya v Povolzhie* [Entomological and Parasitological Research in the Volga Region]. 2018; (15):76–7.
20. Ullah S., Alouffi A., Khan M., Khan M., Tila H., Tanaka T., da Silva Vaz I. Jr, Almutairi M.M., Ali A. Molecular detection of *Rickettsia aeschlimannii*, *candidate Rickettsia shennongii*, *Rickettsia* sp. and *Coxiella burnetii* in ticks collected from camels. *Sci. Rep.* 2024; 14(1):22129. DOI: 10.1038/s41598-024-73663-7.
21. Shpynov S., Rudakov N., Tohkov Y., Matushchenko A., Tarasevich I., Raoult D., Fournier P.E. Detection of *Rickettsia aeschlimannii* in *Hyalomma marginatum* ticks in western Russia. *Clin. Microbiol. Infect.* 2009; 15(2):315–16. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2008.02256.x.
22. Kartashov M.Yu., Tikhonov S.N., Mikryukova T.P., Kovalenko I.S., Ternovoi V.A., Barinova O.Yu., Netesov S.V. Genotyping of rickettsial isolates circulating in the Crimean Peninsula. *Mol. Genet. Microbiol. Virol.* 2018; 33(2):110–7. DOI: 10.3103/S0891416818020088.
23. Ereemeeva M.E., Sturgeon M.M., Willard J.K., Karpathy S.E., Madan A., Dasch G.A. [Molecular typing of *Rickettsia akari*]. *Infektsiya i Immunitet* [Infection and Immunity]. 2020; 10(3):497–505. DOI: 10.15789/2220-7619-MTO-1295.

Authors:

Kulagin M.A., Kazantsev A.V., Korneev M.G., Kondrat'ev E.N. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Об авторах:

Кулагин М.А., Казанцев А.В., Корнеев М.Г., Кондратьев Е.Н. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru.