



ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РИККЕТСИЙ ГРУППЫ КЛЕЩЕВОЙ ПЯТНИСТОЙ ЛИХОРАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СТРАН БАЛТИЙСКОГО РЕГИОНА

И.А. Кармоков¹, Э.С. Халилов², Н.К. Токаревич¹

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

² Северо-Западная противочумная станция, Санкт-Петербург, Россия

Species diversity of spotted fever group rickettsia in the territory of northwestern Russia and the baltic region countries

I.A. Karmokov¹, E.S. Khalilov², N.K. Tokarevich¹

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

² North-West Plague Control Station, Saint-Petersburg, Russia

Резюме

Риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки — это группа облигатных внутриклеточных грамотрицательных бактерий, принадлежащих к роду *Rickettsia*. Они широко распространены и способны вызывать заболевания у большого числа видов позвоночных животных и человека, заражая их, в основном, через присасывание клещей.

Цель: выявить видовое разнообразие риккетсий группы клещевой пятнистой лихорадки, циркулирующих на территории северо-запада России и стран Балтийского региона, путем анализа научной литературы.

Материалы и методы: данные для этого обзора были получены из статей, опубликованных в журналах, включенных в наукометрические базы PubMed и Google Scholar, с 1 января 1979 г. до 31 января 2025 г.

Результаты: по результатам проведенного анализа было выявлено 7 патогенных видов риккетсий группы клещевой пятнистой лихорадки, обнаруженных в иксодовых клещах, собранных с растительности, на территории северо-запада России и стран Балтийского региона: *R. helvetica*, *Candidatus R. tarasevichiae*, *R. raoultii*, *R. slovaca*, *R. monacensis*, *R. aeschlimannii* и *R. tamurae*. Основными резервуарами данных видов риккетсий в очагах являются клещи рода *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* и *Amblyomma*.

Клиническая картина нозологических форм клещевых риккетсиозов, вызываемых этими видами риккетсий, складывается из нескольких групп симптомов: кожных (кожная сыпь, некротический струп на месте присасывания клеща), гриппоподобных (лихорадка, головная боль, утомляемость, недомогание, озноб, кашель, головокружение), симптомов со стороны опорно-двигательной системы (миалгия, артралгия), желудочно-кишечных (тошнота, рвота, диарея, анорексия) и других (лимфаденопатия, конъюнктивит, отёк, менингит).

Заключение: полученные результаты свидетельствуют о существовании природных очагов клещевых риккетсиозов на территории северо-запада России и стран Балтийского региона, а также о значительном видовом разнообразии риккетсий группы клещевой пят-

Abstract

The spotted fever group rickettsia is a group of obligate intracellular, Gram-negative bacteria belonging to the genus *Rickettsia*. They are widely distributed and capable of causing disease in a large number of vertebrate species, including humans, primarily transmitted through tick bites.

The study's objective was to identify the species diversity of spotted fever group rickettsia circulating in the territory of northwestern Russia and the countries of the Baltic region by analyzing scientific literature.

Materials and methods. Data for this review were obtained from articles published in journals indexed in scientometric databases such as PubMed and Google Scholar, covering the period from January 1, 1979, to January 31, 2025.

Results. The analysis revealed seven pathogenic species of spotted fever group rickettsia detected in ixodid ticks collected from vegetation in northwestern Russia and the Baltic region: *R. helvetica*, *Candidatus R. tarasevichiae*, *R. raoultii*, *R. slovaca*, *R. monacensis*, *R. aeschlimannii* and *R. tamurae*.

The primary reservoirs of these rickettsia species in natural foci are ticks of the genus: *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* and *Amblyomma*.

The clinical picture of these forms of tick-borne rickettsioses includes several symptom groups: dermatological (skin rash, necrotic eschar at the tick bite site); flu-like (fever, headache, fatigue, malaise, chills, cough and dizziness); musculoskeletal (myalgia, arthralgia); gastrointestinal (nausea, vomiting, diarrhea, anorexia) and other symptoms (lymphadenopathy, conjunctivitis, edema, meningitis).

Conclusion. The findings confirm the existence of natural foci of tick-borne rickettsioses in northwestern Russia and the Baltic region, highlight the significant species diversity of spotted fever group rickettsia in these areas, and justify the need for ongoing monitoring of tick prevalence of these pathogens.

нистой лихорадки в этих очагах, и обосновывают целесообразность проведения постоянного мониторинга за зараженностью клещей данными патогенами.

Ключевые слова: *Rickettsia* spp., риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки, клещевые риккетсиозы, иксодовые клещи, Северо-Западный федеральный округ, Балтийский регион.

Введение

Риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки (КПЛ, Spotted Fever Group (SFG)) — это группа облигатных внутриклеточных грамотрицательных бактерий, принадлежащих к роду *Rickettsia* семейства *Rickettsiaceae* порядка *Rickettsiales* [1]. *Rickettsia* spp. SFG ответственны за множество «новых» заболеваний, представляющих значительный риск для здоровья людей и вызывающих проблемы общественного здравоохранения во многих странах мира [2].

Риккетсии группы КПЛ широко распространены и способны вызывать заболевания у большого числа видов позвоночных животных и человека, заражая их, в основном, через присасывание клещей. Другими кровососущими членистоногими, способными выступать в качестве переносчиков, являются вши, комары и блохи [2]. На территории северо-запада России и стран Балтийского региона основными переносчиками риккетсий группы КПЛ являются клещи рода *Ixodes* и *Dermacentor*. *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus* и *Dermacentor reticulatus* — основные виды клещей, определяющие эпидемиологию риккетсиозов и представляющие наибольший интерес на данной территории, т.к. северо-запад России и территория стран Балтийского региона располагаются в зоне пересечения ареалов этих 3 видов клещей [3]. Данные виды клещей способны также выступать в качестве резервуарных хозяев благодаря способности риккетсий передаваться как вертикальными (трансовариально и трансфазово), так и горизонтальными (от инфицированных хозяев к клещам и наоборот) путями [4, 5].

После присасывания инфицированного клеща риккетсии, содержащиеся в слюне, попадают в дерму и мелкие кровеносные сосуды, вызывая развитие первичной инфекции. Слюна клещей обладает иммуномодулирующими свойствами, способствующими усилению передачи клещами патогенов, включая риккетсий. Кроме того, иммуномодулирующие соединения, содержащиеся в слюне, способствуют выживанию риккетсий и снижают провоспалительные иммунные реакции дендритных клеток и NK-клеток в месте заражения. При некоторых нозологических формах клещевых риккетсиозов риккетсии могут активно размножаться в месте присасывания клеща, вызы-

Key words: *Rickettsia* spp., spotted fever group rickettsia, tick-borne rickettsioses, ixodid ticks, North-Western Federal District, the Baltic Region.

вая васкулит и тромбоз мелких сосудов, которые приводят к некротическим поражениям эпидермиса и дермы и формированию первичного аффекта (некротического струпа). При попадании в системный кровоток риккетсии проникают в эндотелиальные клетки сосудов и размножаются в цитоплазме. Последующее разрушение этих клеток приводит к периваскулярной инфильтрации Т-лимфоцитами и макрофагами. Прогрессирующее повреждение эндотелиальных клеток в дальнейшем способно привести к появлению интоксикации, характерной эритематозной сыпи, диссеминированному васкулиту, кожному некрозу, пневмониту, менингоэнцефалиту и полиорганной недостаточности [6].

Классификацию изолятов риккетсий на уровне рода, группы и вида принято осуществлять на основании нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S рРНК (*rrs*) и фрагментов 4 белок-кодирующих генов: *gltA*, *ompA*, *ompB*, а также гена D [7]. Чтобы отнести изолят к риккетсиям группы КПЛ, он должен либо обладать геном *ompA*, либо соответствовать как минимум 2 из следующих критериев: гомология нуклеотидных последовательностей фрагментов *rrs*, *gltA*, *ompB* и гена D с фрагментами генов представителей этой группы должна составлять $\geq 98,8$, $\geq 92,7$, $\geq 85,8$ и $\geq 82,2\%$ соответственно. Для классификации в качестве нового представителя *Rickettsia* spp. SFG изолят должен соответствовать не более чем 1 из следующих критериев: уровень гомологии нуклеотидных последовательностей фрагментов *rrs* и *gltA* с известными видами составляет $\geq 99,8$ и $\geq 99,9\%$ соответственно, а также, если возможно амплифицирование, $\geq 98,8$, $\geq 99,2$ и $\geq 99,3\%$ для генов *ompA* и *ompB* и гена D соответственно [7].

Риккетсии группы КПЛ, в зависимости от вида, способны вызывать инфекции различной степени тяжести: от опасных для жизни заболеваний (таких как пятнистая лихорадка Скалистых гор, вызываемая *Rickettsia rickettsii*) до доброкачественных лёгких форм без осложнений (например, риккетсиоз, вызываемый *R. helvetica*) [2]. Клиническая картина наиболее распространенных нозологических форм клещевых риккетсиозов складывается из нескольких групп симптомов: кожных (кожная сыпь, некротический струп на месте присасывания клеща), гриппоподобных (лихорадка,

головная боль, утомляемость, недомогание, озноб, кашель, головокружение), симптомов со стороны опорно-двигательной системы (миалгия, артралгия), гастроинтестинальных (тошнота, рвота, диарея, анорексия) и др. (лимфаденопатия, конъюнктивит, отёк) [2].

В настоящее время экологические (изменение климата) и социально-экономические (урбанизация и трансформация среды обитания клещей) факторы способствуют экспансии клещей на новые территории, увеличивая риск заражения риккетсиями, а также другими патогенами, переносимыми клещами, людей, проживающих на территориях, ранее являвшихся неземными [6, 8]. Реальная эпидемическая значимость клещевых риккетсиозов и их место среди других клещевых трансмиссивных инфекций в Российской Федерации остаются недооцененными из-за сохраняющихся трудностей лабораторной верификации в связи с отсутствием сертифицированных эффективных диагностических тест-наборов и значительным геновидовым многообразием риккетсий группы КПЛ, циркулирующих в природных очагах [9].

Цель исследования — выявить видовое разнообразие риккетсий группы КПЛ, циркулирующих на территории северо-запада России и стран Балтийского региона, путем анализа данных научной литературы.

Задачи исследования:

1. Проанализировать научные статьи, опубликованные в журналах, включенных в наукометрические базы PubMed и GoogleScholar, отражающие результаты молекулярно-генетических исследований клещей, собранных на территории стран Балтийского региона и северо-запада России за период с 1979 по 2025 г.
2. На основании проведенного анализа определить перечень видов риккетсий группы КПЛ, циркулирующих в иксодовых клещах на этих территориях.
3. Выявить основных переносчиков и резервуары для этих видов риккетсий.
4. Определить уровень зараженности клещей, собранных на анализируемых территориях, риккетсиями группы КПЛ, о котором сообщалось различными исследователями.
5. Кратко описать характерные клинические симптомы риккетсиоза, вызываемого данным видом риккетсий.

Материалы и методы исследования

Данные для настоящего обзора были получены из статей, опубликованных в журналах, включенных в наукометрические базы PubMed и Google

Scholar, с 1 января 1979 г. до 31 января 2025 г., с использованием поисковых терминов «Spotted fever group rickettsia», «SFG rickettsia», «rickettsia», «ticks» без языковых ограничений. Результаты поиска проходили первичную проверку на предмет пригодности для текущего исследования по названию и аннотации, а затем отобранные статьи проходили полнотекстовый анализ.

Исследование считалось подходящим, если оно описывало лабораторное обнаружение риккетсий группы КПЛ у клещей, собранных с растительности, на территории субъектов Северо-Западного федерального округа Российской Федерации (СЗФО) и стран Балтийского региона. Исследования, соответствующие любому из следующих критериев, были исключены: результаты исследования опубликованы без идентификации возбудителя с точностью до вида либо без географической привязанности; исследования, посвященные молекулярным или клеточным структурам и функциям, а также трансвариальной и трансфазовой передаче патогенов в лабораторных условиях; полный текст рукописи или ее ключевые ссылки недоступны.

Результаты исследования и обсуждение

По результатам проведенного анализа было выявлено 7 патогенных видов риккетсий группы КПЛ, обнаруженных в иксодовых клещах, собранных с растительности, на территории северо-запада России и стран Балтийского региона: *R. helvetica*, *Candidatus R. tarasevichiae*, *R. raoultii*, *R. slovacica*, *R. monacensis*, *R. aeschlimannii* и *R. tamurae*.

Видовое разнообразие риккетсий группы КПЛ, циркулирующих на территории северо-запада России и стран Балтийского региона, представлено на рисунке.

Rickettsia helvetica

Наиболее распространенным представителем риккетсий группы КПЛ на территории стран Балтийского региона и регионов северо-запада России является *R. helvetica*, впервые описанная в 1979 г. в Швейцарии [10, 11]. В течение 20 лет после открытия *R. helvetica* считалась непатогенной, однако в 1999 г. была доказана ее роль в развитии перикардита и внезапной сердечной смерти у 2 молодых людей в Швеции [12].

Основными переносчиками и резервуарами данного вида риккетсий являются иксодовые клещи рода *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma* и *Dermacentor* [2]. *R. helvetica* была выявлена в иксодовых клещах во всех странах Балтийского региона (уровень зараженности клещей в Германии составлял до 6,1% [13, 14], в Дании — до 4,2% [15, 16, 17], в Латвии — до 15,7% [18, 19], в Литве — 2,8% [19], в Норвегии — до 1,0% [20, 21], в Польше — до

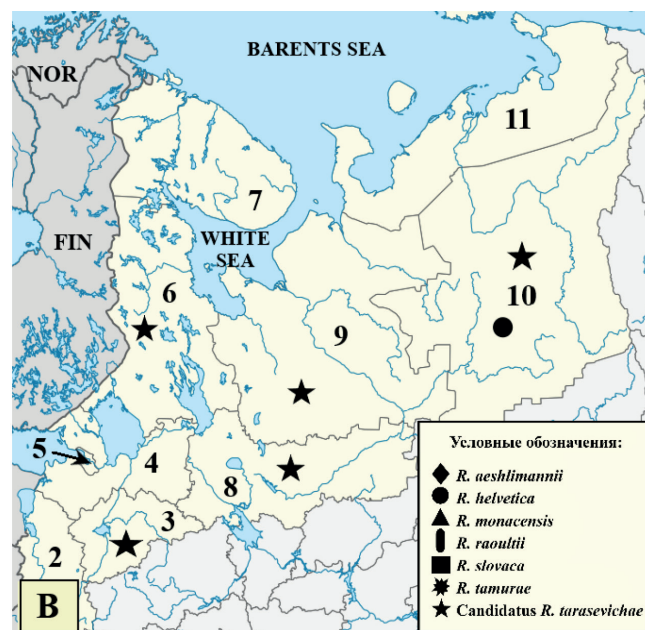


Рис. Видовое разнообразие возбудителей клещевых риккетсиозов в иксовых клещах, собранных на территории стран Балтийского региона (А) и северо-запада России (В): BLR – Беларусь, DEU – Германия, DNK – Дания, EST – Эстония, FIN – Финляндия, LTU – Литва, LVA – Латвия, NLD – Нидерланды, NOR – Норвегия, POL – Польша, RUS – Россия, SWE – Швеция, UKR – Украина; 1 – Калининградская область, 2 – Псковская область, 3 – Новгородская область, 4 – Ленинградская область, 5 – г. Санкт-Петербург, 6 – Республика Карелия, 7 – Мурманская область, 8 – Вологодская область, 9 – Архангельская область, 10 – Республика Коми, 11 – Ненецкий автономный округ

3,7% [22, 23, 24], в Финляндии – до 3,9% [25, 26, 27], в Швеции – до 5,0% [28, 29], в Эстонии – до 13,5% [30, 31]) и в некоторых субъектах СЗФО (в Калининградской области (1,3%) [32] и в Республике Коми (4,6%) [33]).

Риккетсиоз, вызываемый *R. helvetica*, характеризуется относительно легким клиническим течением, сопровождающимся лихорадкой, головной болью, миалгией и артралгией. Другими, реже встречающимися симптомами являются: пятнистая кожная сыпь, утомляемость, конъюнктивит и менингит [2, 34].

Candidatus Rickettsia tarasevichiae

Другим распространенным на территории северо-запада России и некоторых стран Балтийского региона возбудителем клещевых риккетсиозов

является *Candidatus R. tarasevichiae*, впервые выявленный в 2003 г. в клещах *I. persulcatus*, собранных на территории Западной Сибири, Восточной Сибири и Южного Урала [35]. Однако патогенность для человека была доказана лишь спустя 10 лет [36].

Основными переносчиками и резервуарами *Candidatus R. tarasevichiae* являются клещи рода *Ixodes*, *Haemaphysalis* и *Dermacentor* [2]. Данный вид риккетсий обнаружен в иксовых клещах в Финляндии (уровень зараженности составил 3,1%) [27], Эстонии (0,06%) [31], а также в Архангельской (7,5%) [37], Вологодской (до 7,4%) [37, 38] и Новгородской (1,6%) областях [37], в Республике Карелия (7,7%) [39] и Республике Коми (3,0%) [33].

Риккетсиоз, вызываемый *Candidatus R. tarasevichiae*, также характеризуется относи-

тельно легким клиническим течением, сопровождающимся такими симптомами, как недомогание, миалгия и лихорадка, реже — ознобом, кашлем, головокружением, головной болью, утомляемостью, тошнотой, рвотой, анорексией, лимфаденопатией, сыпью и образованием струпа на месте присасывания клеща [2]. Однако на территории Восточной Сибири был зарегистрирован случай микстинфекции *R. sibirica* и *Candidatus R. tarasevichiae* с летальным исходом [40], где оба возбудителя были выявлены в крови и в головном мозге пациента.

Rickettsia raoultii

R. raoultii был впервые выделен в 2008 г. из клещей рода *Dermacentor*, собранных на территории России и Франции [41]. Этиологическая роль в развитии патологии человека была доказана в 2014 г. [42].

Основными переносчиками и резервуарами данного вида риккетсий являются клещи рода *Dermacentor*, однако *R. raoultii* выявляется также в иксодовых клещах рода *Haemaphysalis*, *Ixodes*, *Hyalomma* и *Rhipicephalus* [2]. Данный вид риккетсий обнаружен в иксодовых клещах, собранных на территории Германии (уровень зараженности составлял до 30,3%) [14, 43, 44], Латвии (до 5,6%) [18, 19], Литвы (4,1%) [19], Польши (до 44,4%) [19, 23], а также Калининградской области (10,2%) [32].

R. raoultii является возбудителем синдрома, характеризующегося появлением язв на коже головы и лимфаденопатией шеи, после присасывания клеща. В 2010 г. для обозначения этого синдрома был предложен термин «SENLAT» (scalp eschar and neck lymphadenopathy after tick bite) [45]. Ранее для обозначения этого синдрома использовался термин «TIBOLA» (tick-borne lymphadenopathy) или «DEBONEL» (*Dermacentor*-borne necrotic erythema and lymphadenopathy). Клиническая картина риккетсиоза, вызываемого *R. raoultii*, включает такие симптомы, как лихорадка, недомогание, миалгия, тошнота, головная боль, лимфаденопатия и развитие первичного аффекта (струпа на месте присасывания клеща), реже — появление сыпи, озноба, кашля, развитие утомляемости, рвоты, диареи и анорексии [2].

Rickettsia slovaca

Другим представителем риккетсий группы КПА, связанным с развитием синдрома «SENLAT», является *R. slovaca*. Данный вид риккетсий был впервые выделен в 1968 г. из клещей *Dermacentor marginatus* в Чехословакии [46]. В течение более 20 лет после открытия *R. slovaca* считалась непатогенной, однако в 1997 г. был зарегистрирован первый случай заражения человека во Франции [47].

Основными переносчиками и резервуарами *R. slovaca* являются иксодовые клещи рода *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus* и *Ixodes* [2]. Данный вид риккетсий был обнаружен в иксодовых клещах, собранных на территории Германии (уровень зараженности составлял до 0,8%) [14, 44].

Риккетсиоз, вызываемый *R. slovaca*, характеризуется относительно легким клиническим течением, сопровождающимся развитием лимфаденопатии, лихорадки и утомляемости, а также появлением первичного аффекта на месте присасывания клеща. Реже появляются головная боль, кожная сыпь и недомогание, развиваются кашель, миалгия, артралгия и конъюнктивит [2].

Rickettsia monacensis

Данный вид риккетсий был впервые выявлен в клещах *I. ricinus* в 2002 г. в Германии [48]. Патогенность *R. monacensis* была доказана в 2007 г. в Испании [49].

Основными переносчиками и резервуарами *R. monacensis* являются клещи рода *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus* и *Amblyomma* [2]. Этот вид риккетсий был выявлен в иксодовых клещах, собранных на территории некоторых стран Балтийского региона: в Германии (уровень зараженности составлял 0,3%) [13], Дании (0,03%) [16], Латвии (0,1%) [18], Польше (до 4,5%) [22, 23, 24, 50], Финляндии (0,3%) [26] и Эстонии (0,06%) [31].

Риккетсиоз, вызываемый *R. monacensis*, сопровождается развитием лихорадки, недомогания, лимфаденопатии, миалгии и артралгии, а также появлением пятнисто-папулезной сыпи. Реже появляются первичный аффект и головная боль [49, 51, 52].

Rickettsia aeschlimannii

R. aeschlimannii впервые была выделена из клещей *Hyalomma marginatum* в Марокко в 1997 г. [53]. Первый случай риккетсиоза, вызванного *R. aeschlimannii*, был диагностирован во Франции в 2002 г. у туриста, вернувшегося из Марокко [54].

Основными переносчиками и резервуарами данного вида риккетсий являются иксодовые клещи рода *Hyalomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Amblyomma* и *Ixodes* [2]. *R. aeschlimannii* наиболее распространена в странах Африки, однако этот вид риккетсий был выявлен в клещах *I. ricinus* и *D. reticulatus*, собранных с растительности, на территории Польши (уровень зараженности составил 54,5%) [50], а также в клещах, снятых с перелетных птиц на территории некоторых стран Балтийского региона, что свидетельствует о том, что перелетные птицы могут играть существенную роль в распространении

клещей, зараженных *R. Aeschlimannii*, на неэндемичные территории [55, 56].

Риккетсиоз, вызываемый *R. aeschlimannii*, сопровождается развитием таких симптомов, как лихорадка, миалгия, артралгия, тошнота, головная боль, лимфаденопатия, появлением пятнисто-папулезной сыпи и первичного аффекта, реже — появлением кашля, рвоты и диареи [54, 57, 58].

Rickettsia tamurae

Этот вид риккетсий был впервые выявлен в клещах *Amblyomma testudinarium* в 2006 г. в Японии [59]. Вопрос патогенности *R. tamurae* остается окончательно нерешенным, однако в 2011 г. в Японии был описан случай слабо выраженной воспалительной реакции на нижней конечности пациента на месте присасывания клеща. ДНК *R. tamurae* была выявлена в крови, соскобе с пораженного участка кожи и в удаленном клеще, а в сыворотке крови были обнаружены антитела к риккетсиям группы КПЛ [60].

Основными переносчиками и резервуарами *R. tamurae* являются иксодовые клещи рода *Ixodes*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis* и *Amblyomma* [2]. Данный вид риккетсий был обнаружен в клещах *D. reticulatus*, собранных с растительности на территории Польши (уровень зараженности составил 21,1%) [50].

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о существовании природных очагов клещевых риккетсиозов на территории северо-запада России и стран Балтийского региона, а также о значительном видовом разнообразии риккетсий группы КПЛ в этих очагах, и обосновывают целесообразность проведения постоянного мониторинга за зараженностью клещей данными патогенами. Такие исследования позволяют расширить наши знания о возбудителях инфекционных болезней, персистирующих в клещах, а также дополнительно аргументируют в пользу необходимости усиления неспецифической профилактики в отношении этих кровососущих членистоногих. Определение видов риккетсий группы КПЛ, циркулирующих в клещах и способных вызвать заболевание, целесообразно для уточнения клинического течения клещевых риккетсиозов и оптимизации лечения больных.

Литература

1. 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, vol. 26, no. 4, pp. 657-702. DOI: 10.1128/CMR.00032-13
2. Zhang Y.Y., Sun Y.Q., Chen J.J., Teng A.Y., Wang T., Li H., Hay S.I., Fang L.Q., Yang Y., Liu W. Mapping the global distribution of spotted fever group rickettsiae: a systematic review with modelling analysis. Lancet Digit Health, 2023, vol. 5, no. 1. DOI: 10.1016/S2589-7500(22)00212-6
3. Filippova N. A. History of the species range of ixodid ticks, vectors of pathogens with natural nidality (Acari, Ixodidae), as a prerequisite of their intraspecific biodiversity. Entomological Review, 2017, vol. 97, no. 2, pp. 255–275. DOI: 10.1134/S0013873817020117
4. Kloc A., Wójcik-Fatla A., Paprzycki P., Panasiuk L. Transovarial transmission of *Rickettsia* spp., *Francisella*-like endosymbionts, and *Spiroplasma* spp. in *Dermacentor reticulatus* ticks. Ticks Tick Borne Dis, 2024, vol. 15, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2024.102421
5. Fongsaran C., Jirakanwisal K., Tongluan N., Latour A., Healy S., Christofferson R.C., Macaluso K.R. The role of cofeeding arthropods in the transmission of *Rickettsia felis*. PLoS Negl. Trop. Dis., 2022, vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pntd.0010576
6. Kim H.K. *Rickettsia*-Host-Tick Interactions: Knowledge Advances and Gaps. Infect Immun, 2022, vol. 90, no. 9. DOI: 10.1128/iai.00621-21
7. Fournier P.E., Dumler J.S., Greub G., Zhang J., Wu Y., Raoult D. Gene sequence-based criteria for identification of new rickettsia isolates and description of *Rickettsia heilongjiangensis* sp. nov. J Clin Microbiol, 2003, vol. 41, no. 12, pp. 5456-5465. DOI: 10.1128/JCM.41.12.5456-5465.2003
8. Tokarevich N.K., Tronin A.A., Blinova O.V., Buzinov R.V., Boltenkov V.P., Yurasova E.D., Nurse J. The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and the incidence of tick-borne encephalitis in the north of European Russia. Global Health Act, 2011, vol. 4, no. 1. DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448
9. Рудаков Н.В., Штрек С.В., Блох А.И., Пенъевская Н.А. Щучинова Л.Д. Возможности серологической верификации сибирского клещевого тифа с использованием тест-системы для выявления антител к *Rickettsia conorii* // Клиническая лабораторная диагностика. 2019. Т. 64, № 9. С. 553–559. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-9-553-559
10. Burgdorfer W., Aeschlimann A., Peter O., Hayes S.F., Philip R.N. *Ixodes ricinus*: vector of a hitherto undescribed spotted fever group agent in Switzerland. Acta Trop, 1979, vol. 36, no. 4, pp. 357-367. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/44100/>
11. Beati L., Péter O., Burgdorfer W., Aeschlimann A., Raoult D. Confirmation that *Rickettsia helvetica* sp. nov. is a distinct species of the spotted fever group of rickettsiae. Int J Syst Bacteriol, 1993, vol. 43, no. 3, pp. 521-526. DOI: 10.1099/00207713-43-3-521
12. Nilsson K., Lindquist O., Pålsson C. Association of *Rickettsia helvetica* with chronic perimyocarditis in sudden cardiac death. Lancet, 1999, vol. 354, no. 9185, pp. 1169-1173. DOI: 10.1016/S0140-6736(99)04093-3
13. Blazejak K., Janeczek E., Strube C. A 10-year surveillance of *Rickettsiales* (*Rickettsia* spp. and *Anaplasma phagocytophilum*) in the city of Hanover, Germany, reveals *Rickettsia* spp. as emerging pathogens in ticks. Parasit Vectors, 2017, vol. 10, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-017-2537-2
14. Silaghi C., Hamel D., Thiel C., Pfister K., Pfeffer M. Spotted fever group rickettsiae in ticks, Germany. Emerg Infect Dis, 2011, vol. 17, no. 5, pp. 890-892. DOI: 10.3201/eid1705.101445
15. Kantsø B., Svendsen C.B., Jensen P.M., Vennestrom J., Kroghelt K.A. Seasonal and habitat variation in the prevalence of *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks from Denmark. Ticks Tick Borne Dis, 2010, vol. 1, no. 2, pp. 101-103. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.01.004
16. Jensen B.B., Andersen N.S., Wölfel S., Chen M., Paarup H.M., Olesen C.R., Fournier P.E., Jensen P.M., Skarphedinsson S. Rickettsiosis in Denmark: A nation-wide survey. Ticks Tick

Borne Dis, 2023, vol. 14, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2023.102236

17. Kjær L.J., Klitgaard K., Soleng A., Edgar K.S., Lindstedt H.E.H., Paulsen K.M., Andreassen Å.K., Korslund L., Kjelland V., Slettan A., Stuen S., Kjellander P., Christensson M., Teräsväinän M., Baum A., Jensen L.M., Bødker R. Spatial patterns of pathogen prevalence in questing *Ixodes ricinus* nymphs in southern Scandinavia, 2016. *Sci Rep*, 2020, vol. 10, no. 1. DOI: 10.1038/s41598-020-76334-5

18. Capligina V., Seleznova M., Akopjana S., Freimane L., Lazovska M., Krumins R., Kivrane A., Namina A., Aleinikova D., Kimsis J., Kazarina A., Igumnova V., Bormane A., Ranka R. Large-scale countrywide screening for tick-borne pathogens in field-collected ticks in Latvia during 2017-2019. *Parasit Vectors*, 2020, vol. 13, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-020-04219-7

19. Radzijeuskaja J., Paulauskas A., Aleksandraviciene A., Jonauskaitė I., Stanko M., Karbowiak G., Petko B. New records of spotted fever group rickettsiae in Baltic region. *Microbes Infect*, 2015, vol. 17, no. 11-12, pp. 874-878. DOI: 10.1016/j.micinf.2015.09.006

20. Hvidsten D., Frafjord K., Gray J.S., Henningsson A.J., Jenkins A., Kristiansen B.E., Lager M., Rognerud B., Slåtve A.M., Stordal F., Stuen S., Wilhelmsson P. The distribution limit of the common tick, *Ixodes ricinus*, and some associated pathogens in north-western Europe. *Ticks Tick Borne Dis*, 2020, vol. 11, no. 4. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101388

21. Quarsten H., Skarpaas T., Fajs L., Noraas S., Kjelland V. Tick-borne bacteria in *Ixodes ricinus* collected in southern Norway evaluated by a commercial kit and established real-time PCR protocols. *Ticks Tick Borne Dis*, 2015, vol. 6, no. 4, pp. 538-544. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2015.04.008

22. Dyczko D., Błażej P., Kiewra D. The influence of forest habitat type on *Ixodes ricinus* infections with *Rickettsia* spp. in south-western Poland. *Curr Res Parasitol Vector Borne Dis*, 2024, vol. 6. DOI: 10.1016/j.crpvbd.2024.100200

23. Polsomboon N.S., Ergunay K., Bourke B.P., Reinbold-Wasson D.D., Caicedo-Quiroga L., Kirkitadze G., Chunashvili T., Tucker C.L., Linton Y.M. Nanopore-based metagenomics reveal a new *Rickettsia* in Europe. *Ticks Tick Borne Dis*, 2024, vol. 15, no. 2. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2023.102305

24. Kowalec M., Szewczyk T., Welc-Falęciak R., Siński E., Karbowiak G., Bajer A. *Rickettsiales* Occurrence and Co-occurrence in *Ixodes ricinus* Ticks in Natural and Urban Areas. *Microb Ecol*, 2019, vol. 77, no. 4, pp. 890-904. DOI: 10.1007/s00248-018-1269-y

25. Sormunen J.J., Andersson T., Aspi J., Bäck J., Cederberg T., Haavisto N., Halonen H., Hänninen J., Inkinen J., Kulha N., Laaksonen M., Loehr J., Mäkelä S., Mäkinen K., Norkko J., Paavola R., Pajala P., Petäjä T., Puisto A., Sippola E., Snickars M., Sundell J., Tanski N., Uotila A., Vesilähti E.M., Vesterinen E.J., Vuorenmäa S., Ylönen H., Ylönen J., Klemola T. Monitoring of ticks and tick-borne pathogens through a nationwide research station network in Finland. *Ticks Tick Borne Dis*, 2020, vol. 11, no. 5. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101449

26. Sormunen J.J., Penttinen R., Klemola T., Hänninen J., Vuorinen I., Laaksonen M., Sääksjärvi I.E., Ruohomäki K., Vesterinen E.J. Tick-borne bacterial pathogens in southwestern Finland. *Parasit Vectors*, 2016, vol. 9. DOI: 10.1186/s13071-016-1449-x

27. Pakanen V.M., Sormunen J.J., Sippola E., Blomqvist D., Kallio E.R. Questing abundance of adult taiga ticks *Ixodes persulcatus* and their *Borrelia* prevalence at the north-western part of their distribution. *Parasit Vectors*, 2020, vol. 13, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-020-04259-z

28. Jaenson T.G.T., Wilhelmsson P. First records of tick-borne pathogens in populations of the taiga tick *Ixodes persulcatus* in Sweden. *Parasit Vectors*, 2019, vol. 12, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-019-3813-0

29. Wallménius K., Pettersson J.H., Jaenson T.G., Nilsson K. Prevalence of *Rickettsia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, and *Coxiella burnetii* in adult *Ixodes ricinus* ticks from 29 study areas in central and southern Sweden. *Ticks Tick Borne Dis*, 2012, vol. 3, no. 2, pp. 100-106. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2011.11.003

30. Vikentjeva M., Geller J., Bragina O. Ticks and Tick-Borne Pathogens in Popular Recreational Areas in Tallinn, Estonia: The Underestimated Risk of Tick-Borne Diseases. *Microorganisms*, 2024, vol. 12, no. 9. DOI: 10.3390/microorganisms12091918

31. Katargina O., Geller J., Ivanova A., Värvi K., Tefanova V., Vene S., Lundkvist Å., Golovljova I. Detection and identification of *Rickettsia* species in *Ixodes* tick populations from Estonia. *Ticks Tick Borne Dis*, 2015, vol. 6, no. 6, pp. 689-694. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2015.06.001

32. Kartashov M.Yu., Volchev E.G., Krivosheina E.I., Svirin K.A., Ternovoi V.A., Loktev V.B. Genotyping of *Borrelia*, *Rickettsia* and *Anaplasma* in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks in the Kaliningrad region. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*, 2024, vol. 101, no. 2, pp. 227–236. DOI: 10.36233/0372-9311-503

33. Kartashov M.Y., Glushkova L.I., Mikryukova T.P., Korabelnikov I.V., Egorova Y.I., Tupota N.L., Protopopova E.V., Konovalova S.N., Ternovoi V.A., Loktev V.B. Detection of *Rickettsia helvetica* and *Candidatus R. tarasevichiae* DNA in *Ixodes persulcatus* ticks collected in Northeastern European Russia (Komi Republic). *Ticks Tick Borne Dis*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 588-592. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.04.001

34. Nilsson K., Elfving K., Pahlson C. *Rickettsia helvetica* in patient with meningitis, Sweden, 2006. *Emerg Infect Dis*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 490–492. DOI: 10.3201/eid1603.090184

35. Shpynov S., Fournier P.E., Rudakov N., Raoult D. "Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*" in *Ixodes persulcatus* ticks collected in Russia. *Ann N Y Acad Sci*, 2003, vol. 990, no. 1, pp. 162-172. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2003.tb07358.x

36. Jia N., Zheng Y.C., Jiang J.F., Ma L., Cao W.C. Human infection with *Candidatus Rickettsia tarasevichiae*. *N Engl J Med*, 2013, vol. 369, no. 12, pp. 1178-1180. DOI: 10.1056/NEJMc1303004

37. Ereemeeva M.E., Oliveira A., Moriarity J., Robinson J.B., Tokarevich N.K., Antyukova L.P., Pyanyh V.A., Emeljanova O.N., Ignatjeva V.N., Buzinov R., Pyankova V., Dasch G.A.. Detection and identification of bacterial agents in *Ixodes persulcatus* Schulze ticks from the northwestern region of Russia. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2007, vol. 7, no. 3, pp. 426-436. DOI: 10.1089/vbz.2007.0112

38. Ereemeeva M.E., Oliveira A., Robinson J.B., Ribakova N., Tokarevich N.K., Dasch G.A. Prevalence of bacterial agents in *Ixodes persulcatus* ticks from the Vologda Province of Russia. *Ann N Y Acad Sci*, 2006, vol. 1078, pp. 291-298. DOI: 10.1196/annals.1374.054

39. Bugmyrin S.V., Romanova L.Y., Belova O.A., Kholodilov I.S., Bespyatova L.A., Chernokhaeva L.L., Gmyl L.V., Klimentov A.S., Ivannikova A.Y., Polienko A.E., Yakovlev A.S., Ieshko E.P., Gmyl A.P., Karganova G.G. Pathogens in *Ixodes persulcatus* and *Ixodes ricinus* ticks (Acari, Ixodidae) in Karelia (Russia). *Ticks Tick Borne Dis*, 2022, vol. 13, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2022.102045

40. Rudakov N., Samoylenko I., Shtrek S., Igoikina Y., Rar V., Zhirakovskaya E., Tkachev S., Kostyrykina T., Blokhina I., Lentz P., Tikunova N. A fatal case of tick-borne rickettsiosis caused by mixed *Rickettsia sibirica* subsp. *sibirica* and "Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*" infection in Russia. *Ticks Tick Borne Dis*, 2019, vol. 10, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2019.101278

41. Mediannikov O., Matsumoto K., Samoylenko I., Drancourt M., Roux V., Rydkina E., Davoust B., Tarasevich I., Brouqui P., Fournier P.E. *Rickettsia raoultii* sp. nov., a spotted

fever group rickettsia associated with *Dermacentor* ticks in Europe and Russia. *Int J Syst Evol Microbiol*, 2008, vol. 58, no. 7, pp. 1635-1639. DOI: 10.1099/ijss.0.64952-0

42. Jia N., Zheng Y.C., Ma L., Huo Q.B., Ni X.B., Jiang B.G., Chu Y.L., Jiang R.R., Jiang J.F., Cao W.C. Human infections with *Rickettsia raoultii*, China. *Emerg Infect Dis*, 2014, vol. 20, no. 5, pp. 866-868. DOI: 10.3201/eid2005.130995

43. Kohn M., Krücken J., McKay-Demeler J., Pachnicke S., Krieger K., von Samson-Himmelstjerna G. *Dermacentor reticulatus* in Berlin/Brandenburg (Germany): Activity patterns and associated pathogens. *Ticks Tick Borne Dis*, 2019, vol. 10, no. 1, pp. 191-206. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2018.10.003

44. Pluta S., Hartelt K., Oehme R., Mackenstedt U., Kimmig P. Prevalence of *Coxiella burnetii* and *Rickettsia* spp. in ticks and rodents in southern Germany. *Ticks Tick Borne Dis*, 2010, vol. 1, no. 3, pp. 145-147. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.04.001

45. Angelakis E., Pulcini C., Waton J., Imbert P., Socolovschi C., Edouard S., Dellamonica P., Raoult D. Scalp eschar and neck lymphadenopathy caused by *Bartonella henselae* after Tick Bite. *Clin Infect Dis*, 2010, vol. 50, no. 4, pp. 549-551. DOI: 10.1086/650172

46. Rehacek J. *Rickettsia slovaca*, the organism and its ecology. *Acta Sci. Nat. Brno.*, 1984, vol. 18, pp. 1-50.

47. Raoult D., Berbis P., Roux V., Xu W., Maurin M. A new tick-transmitted disease due to *Rickettsia slovaca*. *Lancet*, 1997, vol. 350, no. 9071, pp. 112-113. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)61814-4

48. Simser J.A., Palmer A.T., Fingerle V., Wilske B., Kurtti T.J., Munderloh U.G. *Rickettsia monacensis* sp. nov., a Spotted Fever Group *Rickettsia*, from Ticks (*Ixodes ricinus*) Collected in a European City Park. *Appl Environ Microbiol*, 2002, vol. 68, no. 9, pp. 4559-4566. DOI: 10.1128/AEM.68.9.4559-4566.2002

49. Jado I., Oteo J.A., Aldámiz M., Gil H., Escudero R., Ibarra V., Portu J., Portillo A., Lezaun M.J., García-Amil C., Rodríguez-Moreno I., Anda P. *Rickettsia monacensis* and human disease, Spain. *Emerg Infect Dis*, 2007, vol. 13, no. 9, pp. 1405-1407. DOI: 10.3201/eid1309.060186

50. Dunaj J., Drewnowska J., Moniuszko-Malinowska A., Swiecicka I., Pancewicz S. First metagenomic report of *Borrelia americana* and *Borrelia carolinensis* in Poland – a preliminary study. *Ann Agric Environ Med*, 2021, vol. 28, no. 1, pp. 49-55. DOI: 10.26444/aaem/118134

51. Madeddu G., Mancini F., Caddeo A., Ciervo A., Babudieri S., Maida I., Fiori M.L., Rezza G., Mura M.S. *Rickettsia monacensis* as cause of Mediterranean spotted fever-like illness, Italy. *Emerg Infect Dis*, 2012, vol. 18, no. 4, pp. 702-704. DOI: 10.3201/eid1804.111583

52. de Sousa R., Dos Santos M.L., Cruz C., Almeida V., Garrote A.R., Ramirez F., Seixas D., Manata M.J., Maltez F. Rare Case of Rickettsiosis Caused by *Rickettsia monacensis*, Portugal, 2021. *Emerg Infect Dis*, 2022, vol. 28, no. 5, pp. 1068-1071. DOI: 10.3201/eid2805.211836

53. Beati L., Meskini M., Thiers B., Raoult D. *Rickettsia aeschlimannii* sp. nov., a new spotted fever group rickettsia associated with *Hyalomma marginatum* ticks. *Int J Syst Bacteriol*, 1997, vol. 47, no. 2, pp. 548-554. DOI: 10.1099/00207713-47-2-548

54. Raoult D., Fournier P.E., Abboud P., Caron F. First documented human *Rickettsia aeschlimannii* infection. *Emerg. Infect. Dis*, 2002, vol. 8, no. 7, pp. 748–749. DOI: 10.3201/eid0807.010480

55. Movila A., Alekseev A.N., Dubinina H.V., Toderas I. Detection of tick-borne pathogens in ticks from migratory birds in the Baltic region of Russia. *Med Vet Entomol*, 2013, vol. 27, no. 1, pp. 113-117. DOI: 10.1111/j.1365-2915.2012.01037.x

56. Capligina V., Salmane I., Keišs O., Vilks K., Japina K., Baumanis V., Ranka R. Prevalence of tick-borne pathogens

in ticks collected from migratory birds in Latvia. *Ticks Tick Borne Dis*, 2014, vol. 5, no. 1, pp. 75-81. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2013.08.007

57. Igolkina Y., Rar V., Krasnova E., Filimonova E., Tikunov A., Epikhina T., Tikunova N. Occurrence and clinical manifestations of tick-borne rickettsioses in Western Siberia: First Russian cases of *Rickettsia aeschlimannii* and *Rickettsia slovaca* infections. *Ticks Tick Borne Dis*, 2022, vol. 13, no. 3. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2022.101927

58. Mokrani N., Parola P., Tebbal S., Dalichaouche M., Aouati A., Raoult D. *Rickettsia aeschlimannii* infection, Algeria. *Emerg Infect Dis*, 2008, vol. 14, no. 11, pp. 1814-1815. DOI: 10.3201/eid1411.071221

59. Fournier P.E., Takada N., Fujita H., Raoult D. *Rickettsia tamurae* sp. nov., isolated from *Amblyomma testudinarium* ticks. *Int J Syst Evol. Microbiol*, 2006, vol. 56, no. 7, pp. 1673–1675. DOI: 10.1099/ijss.0.64134-0

60. Imaoka K., Kaneko S., Tabara K., Kusatake K., Morita E. The first human case of *Rickettsia tamurae* infection in Japan. *Case Rep. Dermatol*, 2011, vol. 3, no. 1, pp. 68–73. DOI: 10.1159/000326941

References

1. 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, vol. 26, no. 4, pp. 657-702. DOI: 10.1128/CMR.00032-13

2. Zhang Y.Y., Sun Y.Q., Chen J.J., Teng A.Y., Wang T., Li H., Hay S.I., Fang L.Q., Yang Y., Liu W. Mapping the global distribution of spotted fever group rickettsiae: a systematic review with modelling analysis. *Lancet Digit Health*, 2023, vol. 5, no. 1. DOI: 10.1016/S2589-7500(22)00212-6

3. Filippova N. A. History of the species range of ixodid ticks, vectors of pathogens with natural nidality (Acari, *Ixodidae*), as a prerequisite of their intraspecific biodiversity. *Entomological Review*, 2017, vol. 97, no. 2, pp. 255–275. DOI: 10.1134/S0013873817020117

4. Kloc A., Wójcik-Fatla A., Paprzycki P., Panasiuk L. Transovarial transmission of *Rickettsia* spp., *Francisella*-like endosymbionts, and *Spiroplasma* spp. in *Dermacentor reticulatus* ticks. *Ticks Tick Borne Dis*, 2024, vol. 15, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2024.102421

5. Fongsaran C., Jirakanwisal K., Tongluan N., Latour A., Healy S., Christofferson R.C., Macaluso K.R. The role of cofeeding arthropods in the transmission of *Rickettsia felis*. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 2022, vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pntd.0010576

6. Kim H.K. *Rickettsia*-Host-Tick Interactions: Knowledge Advances and Gaps. *Infect Immun*, 2022, vol. 90, no. 9. DOI: 10.1128/iai.00621-21

7. Fournier P.E., Dumler J.S., Greub G., Zhang J., Wu Y., Raoult D. Gene sequence-based criteria for identification of new rickettsia isolates and description of *Rickettsia heilongjiangensis* sp. nov. *J Clin Microbiol*, 2003, vol. 41, no. 12, pp. 5456-5465. DOI: 10.1128/JCM.41.12.5456-5465.2003

8. Tokarevich N.K., Tronin A.A., Blinova O.V., Buzinov R.V., Boltenkov V.P., Yurasova E.D., Nurse J. The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and the incidence of tick-borne encephalitis in the north of European Russia. *Global Health Act*, 2011, vol. 4, no. 1. DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448

9. Rudakov N.V., Shtrek S.V., Bloh A.I., Pen'evskaya N.A., Schuchinova L.D. Vozmozhnosti serologicheskoi verifikatsii sibirskogo kleschevogo tifa s ispol'zovaniem test-sistemy dlya vyyavleniya antitel k *Rickettsia conorii*. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2019, vol. 64, no. 9, pp. 553–559. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-9-553-559 (In Russian)

10. Burgdorfer W., Aeschlimann A., Peter O., Hayes S.F., Philip R.N. *Ixodes ricinus*: vector of a hitherto undescribed spotted fever group agent in Switzerland. *Acta Trop*, 1979, vol. 36, no. 4, pp. 357-367. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/44100/>
11. Beati L., Péter O., Burgdorfer W., Aeschlimann A., Raoult D. Confirmation that *Rickettsia helvetica* sp. nov. is a distinct species of the spotted fever group of rickettsiae. *Int J Syst Bacteriol*, 1993, vol. 43, no. 3, pp. 521-526. DOI: 10.1099/00207713-43-3-521
12. Nilsson K., Lindquist O., Pålsson C. Association of *Rickettsia helvetica* with chronic perimyocarditis in sudden cardiac death. *Lancet*, 1999, vol. 354, no. 9185, pp. 1169-1173. DOI: 10.1016/S0140-6736(99)04093-3
13. Blazejak K., Janecek E., Strube C. A 10-year surveillance of *Rickettsiales* (*Rickettsia* spp. and *Anaplasma phagocytophilum*) in the city of Hanover, Germany, reveals *Rickettsia* spp. as emerging pathogens in ticks. *Parasit Vectors*, 2017, vol. 10, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-017-2537-2
14. Silaghi C., Hamel D., Thiel C., Pfister K., Pfeffer M. Spotted fever group rickettsiae in ticks, Germany. *Emerg Infect Dis*, 2011, vol. 17, no. 5, pp. 890-892. DOI: 10.3201/eid1705.101445
15. Kantso B., Svendsen C.B., Jensen P.M., Vennestrom J., Krogfelt K.A. Seasonal and habitat variation in the prevalence of *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks from Denmark. *Ticks Tick Borne Dis*, 2010, vol. 1, no. 2, pp. 101-103. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.01.004
16. Jensen B.B., Andersen N.S., Wölfel S., Chen M., Paarup H.M., Olesen C.R., Fournier P.E., Jensen P.M., Skarphedinsson S. Rickettsiosis in Denmark: A nation-wide survey. *Ticks Tick Borne Dis*, 2023, vol. 14, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2023.102236
17. Kjær L.J., Klitgaard K., Soleng A., Edgar K.S., Lindstedt H.E.H., Paulsen K.M., Andreassen Å.K., Korslund L., Kjelland V., Slettan A., Stuen S., Kjellander P., Christensson M., Teräsväin M., Baum A., Jensen L.M., Bødker R. Spatial patterns of pathogen prevalence in questing *Ixodes ricinus* nymphs in southern Scandinavia, 2016. *Sci Rep*, 2020, vol. 10, no. 1. DOI: 10.1038/s41598-020-76334-5
18. Capligina V., Selezanova M., Akopjana S., Freimane L., Lazovska M., Krumins R., Kivrane A., Namina A., Aleinikova D., Kimsis J., Kazarina A., Igumnova V., Bormane A., Ranka R. Large-scale countrywide screening for tick-borne pathogens in field-collected ticks in Latvia during 2017-2019. *Parasit Vectors*, 2020, vol. 13, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-020-04219-7
19. Radzijeuskaja J., Paulauskas A., Aleksandraviciene A., Jonauskaitė I., Stanko M., Karbowiak G., Petko B. New records of spotted fever group rickettsiae in Baltic region. *Microbes Infect*, 2015, vol. 17, no. 11-12, pp. 874-878. DOI: 10.1016/j.micinf.2015.09.006
20. Hvidsten D., Frafjord K., Gray J.S., Henningsson A.J., Jenkins A., Kristiansen B.E., Lager M., Rognerud B., Slåtsve A.M., Stordal F., Stuen S., Wilhelmsson P. The distribution limit of the common tick, *Ixodes ricinus*, and some associated pathogens in north-western Europe. *Ticks Tick Borne Dis*, 2020, vol. 11, no. 4. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101388
21. Quarsten H., Skarpaas T., Fajls L., Noraas S., Kjelland V. Tick-borne bacteria in *Ixodes ricinus* collected in southern Norway evaluated by a commercial kit and established real-time PCR protocols. *Ticks Tick Borne Dis*, 2015, vol. 6, no. 4, pp. 538-544. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2015.04.008
22. Dyczko D., Błażej P., Kiewra D. The influence of forest habitat type on *Ixodes ricinus* infections with *Rickettsia* spp. in south-western Poland. *Curr Res Parasitol Vector Borne Dis*, 2024, vol. 6. DOI: 10.1016/j.crpvbd.2024.100200
23. Polsomboon N.S., Ergunay K., Bourke B.P., Reinbold-Wasson D.D., Caicedo-Quiroga L., Kirkitadze G., Chunchashvili T., Tucker C.L., Linton Y.M. Nanopore-based metagenomics reveal a new *Rickettsia* in Europe. *Ticks Tick Borne Dis*, 2024, vol. 15, no. 2. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2023.102305
24. Kowalec M., Szweczyk T., Welc-Falęciak R., Siński E., Karbowiak G., Bajer A. *Rickettsiales* Occurrence and Co-occurrence in *Ixodes ricinus* Ticks in Natural and Urban Areas. *Microb Ecol*, 2019, vol. 77, no. 4, pp. 890-904. DOI: 10.1007/s00248-018-1269-y
25. Sormunen J.J., Andersson T., Aspi J., Bäck J., Cederberg T., Haavisto N., Halonen H., Hänninen J., Inkinen J., Kulha N., Laaksonen M., Loehr J., Mäkelä S., Mäkinen K., Norkko J., Paavola R., Pajala P., Petäjä T., Puisto A., Sippola E., Snickars M., Sundell J., Tanski N., Uotila A., Vesilähti E.M., Vesterinen E.J., Vuorenmaa S., Ylönen H., Ylönen J., Klemola T. Monitoring of ticks and tick-borne pathogens through a nationwide research station network in Finland. *Ticks Tick Borne Dis*, 2020, vol. 11, no. 5. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2020.101449
26. Sormunen J.J., Penttinen R., Klemola T., Hänninen J., Vuorinen I., Laaksonen M., Sääksjärvi I.E., Ruohomäki K., Vesterinen E.J. Tick-borne bacterial pathogens in southwestern Finland. *Parasit Vectors*, 2016, vol. 9. DOI: 10.1186/s13071-016-1449-x
27. Pakanen V.M., Sormunen J.J., Sippola E., Blomqvist D., Kallio E.R. Questing abundance of adult taiga ticks *Ixodes persulcatus* and their *Borrelia* prevalence at the north-western part of their distribution. *Parasit Vectors*, 2020, vol. 13, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-020-04259-z
28. Jaenson T.G.T., Wilhelmsson P. First records of tick-borne pathogens in populations of the taiga tick *Ixodes persulcatus* in Sweden. *Parasit Vectors*, 2019, vol. 12, no. 1. DOI: 10.1186/s13071-019-3813-0
29. Wallménius K., Pettersson J.H., Jaenson T.G., Nilsson K. Prevalence of *Rickettsia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, and *Coxiella burnetii* in adult *Ixodes ricinus* ticks from 29 study areas in central and southern Sweden. *Ticks Tick Borne Dis*, 2012, vol. 3, no. 2, pp. 100-106. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2011.11.003
30. Vikentjeva M., Geller J., Bragina O. Ticks and Tick-Borne Pathogens in Popular Recreational Areas in Tallinn, Estonia: The Underestimated Risk of Tick-Borne Diseases. *Microorganisms*, 2024, vol. 12, no. 9. DOI: 10.3390/microorganisms12091918
31. Katargina O., Geller J., Ivanova A., Värvi K., Tefanova V., Vene S., Lundkvist Å., Golovljova I. Detection and identification of *Rickettsia* species in *Ixodes* tick populations from Estonia. *Ticks Tick Borne Dis*, 2015, vol. 6, no. 6, pp. 689-694. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2015.06.001
32. Kartashov M.Yu., Volchev E.G., Krivosheina E.I., Svirin K.A., Ternovoi V.A., Loktev V.B. Genotyping of *Borrelia*, *Rickettsia* and *Anaplasma* in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks in the Kaliningrad region. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*, 2024, vol. 101, no. 2, pp. 227-236. DOI: 10.36233/0372-9311-503
33. Kartashov M.Y., Glushkova L.I., Mikryukova T.P., Korabelnikov I.V., Egorova Y.I., Tupota N.L., Protopopova E.V., Konovalova S.N., Ternovoi V.A., Loktev V.B. Detection of *Rickettsia helvetica* and *Candidatus R. tarasevichiae* DNA in *Ixodes persulcatus* ticks collected in Northeastern European Russia (Komi Republic). *Ticks Tick Borne Dis*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 588-592. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.04.001
34. Nilsson K., Elfving K., Pålsson C. *Rickettsia helvetica* in patient with meningitis, Sweden, 2006. *Emerg Infect Dis*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 490-492. DOI: 10.3201/eid1603.090184
35. Shpynov S., Fournier P.E., Rudakov N., Raoult D. "Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*" in *Ixodes persulcatus* ticks collected in Russia. *Ann N Y Acad Sci*, 2003, vol. 990, no. 1, pp. 162-172. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2003.tb07358.x
36. Jia N., Zheng Y.C., Jiang J.F., Ma L., Cao W.C. Human infection with *Candidatus Rickettsia tarasevichiae*. *N Engl*

J Med, 2013, vol. 369, no. 12, pp. 1178-1180. DOI: 10.1056/NEJMc1303004

37. Ereemeeva M.E., Oliveira A., Moriarity J., Robinson J.B., Tokarevich N.K., Antukova L.P., Pyanyh V.A., Emeljanova O.N., Ignatjeva V.N., Buzinov R., Pyankova V., Dasch G.A. Detection and identification of bacterial agents in *Ixodes persulcatus* Schulze ticks from the northwestern region of Russia. Vector Borne Zoonotic Dis, 2007, vol. 7, no. 3, pp. 426-436. DOI: 10.1089/vbz.2007.0112

38. Ereemeeva M.E., Oliveira A., Robinson J.B., Ribakova N., Tokarevich N.K., Dasch G.A. Prevalence of bacterial agents in *Ixodes persulcatus* ticks from the Vologda Province of Russia. Ann N Y Acad Sci, 2006, vol. 1078, pp. 291-298. DOI: 10.1196/annals.1374.054

39. Bugmyrin S.V., Romanova L.Y., Belova O.A., Kholodilov I.S., Bespyatova L.A., Chernokhaeva L.L., Gmyl L.V., Klimentov A.S., Ivannikova A.Y., Polienko A.E., Yakovlev A.S., Ieshko E.P., Gmyl A.P., Karganova G.G. Pathogens in *Ixodes persulcatus* and *Ixodes ricinus* ticks (Acari, Ixodidae) in Karelia (Russia). Ticks Tick Borne Dis, 2022, vol. 13, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2022.102045

40. Rudakov N., Samoylenko I., Shtrek S., Igolkina Y., Rar V., Zhirakovskaia E., Tkachev S., Kostyrykina T., Blokhina I., Lentz P., Tikunova N. A fatal case of tick-borne rickettsiosis caused by mixed *Rickettsia sibirica* subsp. *sibirica* and "Candidatus *Rickettsia tarasevichiae*" infection in Russia. Ticks Tick Borne Dis, 2019, vol. 10, no. 6. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2019.101278

41. Mediannikov O., Matsumoto K., Samoylenko I., Drancourt M., Roux V., Rydkina E., Davoust B., Tarasevich I., Brouqui P., Fournier P.E. *Rickettsia raoultii* sp. nov., a spotted fever group rickettsia associated with *Dermacentor* ticks in Europe and Russia. Int J Syst Evol Microbiol, 2008, vol. 58, no. 7, pp. 1635-1639. DOI: 10.1099/ijs.0.64952-0

42. Jia N., Zheng Y.C., Ma L., Huo Q.B., Ni X.B., Jiang B.G., Chu Y.L., Jiang R.R., Jiang J.F., Cao W.C. Human infections with *Rickettsia raoultii*, China. Emerg Infect Dis, 2014, vol. 20, no. 5, pp. 866-868. DOI: 10.3201/eid2005.130995

43. Kohn M., Krücken J., McKay-Demeler J., Pachnicke S., Krieger K., von Samson-Himmelstjerna G. *Dermacentor reticulatus* in Berlin/Brandenburg (Germany): Activity patterns and associated pathogens. Ticks Tick Borne Dis, 2019, vol. 10, no. 1, pp. 191-206. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2018.10.003

44. Pluta S., Hartelt K., Oehme R., Mackenstedt U., Kimmig P. Prevalence of *Coxiella burnetii* and *Rickettsia* spp. in ticks and rodents in southern Germany. Ticks Tick Borne Dis, 2010, vol. 1, no. 3, pp. 145-147. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.04.001

45. Angelakis E., Pulcini C., Waton J., Imbert P., Socolovschi C., Edouard S., Dellamonica P., Raoult D. Scalp eschar and neck lymphadenopathy caused by *Bartonella henselae* after Tick Bite. Clin Infect Dis, 2010, vol. 50, no. 4, pp. 549-551. DOI: 10.1086/650172

46. Rehacek J. *Rickettsia slovaca*, the organism and its ecology. Acta Sci. Nat. Brno., 1984, vol. 18, pp. 1-50.

47. Raoult D., Berbis P., Roux V., Xu W., Maurin M. A new tick-transmitted disease due to *Rickettsia slovaca*. Lancet, 1997, vol. 350, no. 9071, pp. 112-113. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)61814-4

48. Simser J.A., Palmer A.T., Fingerle V., Wilske B., Kurtti T.J., Munderloh U.G. *Rickettsia monacensis* sp. nov., a Spotted

Fever Group *Rickettsia*, from Ticks (*Ixodes ricinus*) Collected in a European City Park. Appl Environ Microbiol, 2002, vol. 68, no. 9, pp. 4559-4566. DOI: 10.1128/AEM.68.9.4559-4566.2002

49. Jado I., Oteo J.A., Aldámiz M., Gil H., Escudero R., Ibarra V., Portu J., Portillo A., Lezaun M.J., García-Amil C., Rodríguez-Moreno I., Anda P. *Rickettsia monacensis* and human disease, Spain. Emerg Infect Dis, 2007, vol. 13, no. 9, pp. 1405-1407. DOI: 10.3201/eid1309.060186

50. Dunaj J., Drewnowska J., Moniuszko-Malinowska A., Swiecicka I., Pancewicz S. First metagenomic report of *Borrelia americana* and *Borrelia carolinensis* in Poland — a preliminary study. Ann Agric Environ Med, 2021, vol. 28, no. 1, pp. 49-55. DOI: 10.26444/aaem/118134

51. Madeddu G., Mancini F., Caddeo A., Ciervo A., Babudieri S., Maida I., Fiori M.L., Rezza G., Mura M.S. *Rickettsia monacensis* as cause of Mediterranean spotted fever-like illness, Italy. Emerg Infect Dis, 2012, vol. 18, no. 4, pp. 702-704. DOI: 10.3201/eid1804.111583

52. de Sousa R., Dos Santos M.L., Cruz C., Almeida V., Garrote A.R., Ramirez F., Seixas D., Manata M.J., Maltez F. Rare Case of Rickettsiosis Caused by *Rickettsia monacensis*, Portugal, 2021. Emerg Infect Dis, 2022, vol. 28, no. 5, pp. 1068-1071. DOI: 10.3201/eid2805.211836

53. Beati L., Meskini M., Thiers B., Raoult D. *Rickettsia aeschlimannii* sp. nov., a new spotted fever group rickettsia associated with *Hyalomma marginatum* ticks. Int J Syst Bacteriol, 1997, vol. 47, no. 2, pp. 548-554. DOI: 10.1099/00207713-47-2-548

54. Raoult D., Fournier P.E., Abboud P., Caron F. First documented human *Rickettsia aeschlimannii* infection. Emerg. Infect. Dis, 2002, vol. 8, no. 7, pp. 748–749. DOI: 10.3201/eid0807.010480

55. Movila A., Alekseev A.N., Dubinina H.V., Toderas I. Detection of tick-borne pathogens in ticks from migratory birds in the Baltic region of Russia. Med Vet Entomol, 2013, vol. 27, no. 1, pp. 113-117. DOI: 10.1111/j.1365-2915.2012.01037.x

56. Capligina V., Salmane I., Keišs O., Vilks K., Japina K., Baumanis V., Ranka R. Prevalence of tick-borne pathogens in ticks collected from migratory birds in Latvia. Ticks Tick Borne Dis, 2014, vol. 5, no. 1, pp. 75-81. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2013.08.007

57. Igolkina Y., Rar V., Krasnova E., Filimonova E., Tikunov A., Epikhina T., Tikunova N. Occurrence and clinical manifestations of tick-borne rickettsioses in Western Siberia: First Russian cases of *Rickettsia aeschlimannii* and *Rickettsia slovaca* infections. Ticks Tick Borne Dis, 2022, vol. 13, no. 3. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2022.101927

58. Mokrani N., Parola P., Tebbal S., Dalichaouche M., Aouati A., Raoult D. *Rickettsia aeschlimannii* infection, Algeria. Emerg Infect Dis, 2008, vol. 14, no. 11, pp. 1814-1815. DOI: 10.3201/eid1411.071221

59. Fournier P.E., Takada N., Fujita H., Raoult D. *Rickettsia tamurae* sp. nov., isolated from *Amblyomma testudinarium* ticks. Int J Syst Evol. Microbiol, 2006, vol. 56, no. 7, pp. 1673–1675. DOI: 10.1099/ijs.0.64134-0

60. Imaoka K., Kaneko S., Tabara K., Kusatake K., Morita E. The first human case of *Rickettsia tamurae* infection in Japan. Case Rep. Dermatol, 2011, vol. 3, no. 1, pp. 68–73. DOI: 10.1159/000326941

Авторский коллектив:

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

Халилов Эрик Серкалиевич — биолог вирусологической лаборатории Северо-Западной противочумной станции; тел.: 8(812)714-91-04, e-mail: erik.khalilov@yandex.ru

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