

<https://doi.org/10.52420/usmumb.10.2.e00162>

<https://elibrary.ru/JNYGYU>

Обзор

Психические расстройства при клещевом боррелиозе (болезни Лайма): литературный обзор

Максим Олегович Абдулкин ✉

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

✉ vmeda-nio@mil.ru

Аннотация. Клещевой боррелиоз (болезнь Лайма), вызываемый спирохетой *Borrelia burgdorferi*, представляет собой мультисистемное инфекционное заболевание, передающееся через укусы иксодовых клещей. Помимо классических проявлений (мигрирующей эритемы, артрита, кардита) болезнь ассоциируется с широким спектром нейropsychиатрических нарушений. Одним из ключевых механизмов развития психических расстройств у пациентов с боррелиозом является нейровоспаление, вызываемое реакцией иммунной системы на персистенцию *Borrelia burgdorferi* в тканях головного мозга через гематоэнцефалический барьер. Нейровоспаление, как известно, приводит к активации микроглии, высвобождению провоспалительных цитокинов (интерлейкина 6, фактора некроза опухоли) и нарушению баланса нейротрансмиттерных систем, что в теории может провоцировать депрессию, тревожные расстройства и когнитивные нарушения. В обзоре систематизированы современные данные о патогенезе, клинических особенностях, диагностике и терапии психических расстройств при боррелиозе. Установлено, что до 20 % пациентов после антибактериальной терапии сталкиваются с постлечебным синдромом болезни Лайма, характеризующимся хронической усталостью, когнитивным дефицитом и устойчивой психопатологической симптоматикой. Ключевыми механизмами развития психических нарушений являются нейровоспаление, вызываемое проникновением боррелий через гематоэнцефалический барьер, дисбаланс нейромедиаторов (серотонина, дофамина) и аутоиммунные процессы, связанные с молекулярной мимикрией антигенов возбудителя и тканей хозяина. Особое внимание уделено эпидемиологическим аспектам: в эндемичных регионах ежегодно регистрируется до 476 тыс. (США) и 8 тыс. (Россия) случаев заражения соответственно, при этом нейropsychиатрические осложнения часто остаются недиагностированными из-за ограниченной чувствительности серологических тестов (иммуноферментного анализа, вестерн-блота) на поздних стадиях. Диагностика требует интеграции методов нейровизуализации (магнитно-резонансной и (или) позитронно-эмиссионной то-

мографии), оценки провоспалительных маркеров в ликворе и применения психометрических шкал (опросника депрессии Бека, шкалы оценки депрессии Гамильтона, шкалы оценки тревожности Гамильтона). Лечение включает в себя антибиотики (доксциклин, цефтриаксон) в сочетании с психофармакотерапией (антидепрессантами, нейролептиками). Подчеркивается необходимость междисциплинарного подхода с участием инфекционистов, неврологов и психиатров для улучшения прогноза. Перспективы исследований связаны с изучением биомаркеров хронического нейровоспаления и разработкой персонализированных схем терапии.

Ключевые слова: болезнь Лайма, психические расстройства, депрессия, тревожность, когнитивные нарушения, *Borrelia burgdorferi*

Для цитирования: Абдулкин МО. Психические расстройства при клещевом боррелиозе (болезни Лайма): литературный обзор. *Вестник УГМУ*. 2025;10(2):e00162. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.2.e00162>. EDN: <https://elibrary.ru/JNYGYU>.

Mental Disorders in Tick-Borne Borreliosis (Lyme Disease): A Literature Review

Maxim O. Abdulkin ✉

Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

✉ vmeda-nio@mil.ru

Abstract. Tick-borne borreliosis (Lyme disease) caused by the spirochaete *Borrelia burgdorferi* is a multisystem infectious disease transmitted through the bites of *Ixodes* ticks. In addition to the classic manifestations (erythema migrans, arthritis, carditis), the disease is associated with a wide range of neuropsychiatric disorders. One of the key mechanisms of the development of mental disorders in patients with borreliosis is neuroinflammation caused by the immune system's response to the persistence of *Borrelia burgdorferi* in brain tissues through the blood-brain barrier. Neuroinflammation is known to lead to activation of microglia, release of pro-inflammatory cytokines (interleukin 6, tumor necrosis factor) and imbalance of neurotransmitter systems, which, in theory, can provoke depression, anxiety disorders and cognitive impairment. This review systematizes modern data on the pathogenesis, clinical features, diagnosis and therapy of mental disorders in borreliosis. It has been found that up to 20 % of patients after antibiotic therapy experience post-treatment Lyme disease syndrome, characterized by chronic fatigue, cognitive deficits, and persistent psychopathological symptoms. The key mechanisms of the development of mental disorders are neuroinflammation caused by the penetration of borrelia through the blood-brain barrier, an imbalance of neurotransmitters (serotonin, dopamine) and autoimmune processes associated with the molecular mimicry of antigens of the pathogen and host tissues. Special attention is paid to epidemiological aspects: in endemic regions, up to 476,000 (USA) and

8,000 (Russia) cases are reported annually, while neuropsychiatric complications often remain undiagnosed due to the limited sensitivity of late-stage serological tests (ELISA, Western blot). Diagnosis requires the integration of neuroimaging techniques (magnetic resonance imaging, positron emission tomography), assessment of pro-inflammatory markers in cerebrospinal fluid, and the use of psychometric scales (the Beck Depression Inventory, the Hamilton Depression Rating Scale, and the Hamilton Anxiety Rating Scale). Treatment includes antibiotics (doxycycline, ceftriaxone) in combination with psychopharmacotherapy (antidepressants, antipsychotics). The need for an interdisciplinary approach involving infectious disease specialists, neurologists, and psychiatrists to improve prognosis is emphasized. Research prospects are related to the study of biomarkers of chronic neuroinflammation and the development of personalized therapy regimens.

Keywords: Lyme disease, mental disorders, depression, anxiety, cognitive impairment, *Borrelia burgdorferi*

For citation: Abdulkin MO. Mental disorders in tick-borne borreliosis (Lyme disease): A literature review. *USMU Medical Bulletin*. 2025;10(2):e00162. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.2.e00162>. EDN: <https://elibrary.ru/JNYGYU>.

© Абдулкин М. О., 2025 | © Abdulkin M. O., 2025

Введение

Клещевой боррелиоз (болезнь Лайма), вызываемый спирохетой *Borrelia burgdorferi*, остается одной из наиболее значимых трансмиссивных инфекций в Северном полушарии. Заболевание передается через укусы иксодовых клещей и характеризуется мультисистемным поражением, включая кожные, суставные, неврологические и кардиальные проявления. Несмотря на успехи в диагностике и антибактериальной терапии, болезнь Лайма продолжает представлять собой серьезную медицинскую проблему, особенно в эндемичных регионах, таких как США, страны Европы и отдельные территории России. По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний (англ. US Centers for Disease Control and Prevention), ежегодно в США регистрируется около 476 тыс. случаев заражения, а в России, например, в 2019 г. зафиксировано около 8 тыс. случаев иксодового клещевого боррелиоза.

Особую сложность представляет нейropsychиатрическая составляющая заболевания. Помимо классических неврологических осложнений (менингита, энцефалопатии, периферических нейропатий) инфекция ассоциируется с широким спектром психических расстройств: от депрессии и тревоги до когнитивных нарушений и психотических состояний [1]. Эти проявления не только ухудшают качество жизни пациентов, но и создают диагностические трудности, поскольку их часто ошибочно связывают с первичными психиатрическими патологиями. Например, у части больных после успешной антибактериальной терапии сохраняется постлечебный синдром болез-

ни Лайма, сопровождающийся хронической усталостью, болью и когнитивным дефицитом, что требует междисциплинарного подхода.

Цель работы — обобщение современных данных о взаимосвязи болезни Лайма и психических расстройств, рассмотрение основных клинических проявлений, механизмов их развития, существующих диагностических подходов и возможных методов лечения.

Материалы и методы

Обзор основан на анализе научных публикаций, представленных в базах данных PubMed, eLibrary.ru, Google Scholar. Поиск литературы проведен по ключевым словам: Lyme disease, neuroborreliosis, psychiatric disorders, mental health, inflammation, depression, anxiety, psychosis. Рассмотрены работы, посвященные психическим расстройствам, ассоциированным с болезнью Лайма, включая когортные исследования, клинические случаи, нейровизуализационные исследования и метаанализы. Основные критерии включения:

- 1) исследования, в которых диагностированная болезнь Лайма сопровождалась психическими расстройствами;
- 2) работы, содержащие данные о патофизиологии нейроборрелиоза;
- 3) публикации, в которых описываются методы диагностики и лечения психических расстройств при боррелиозе.

Результаты и обсуждение

Клещевой боррелиоз, вызываемый бактериями рода *Borrelia*, является одним из наиболее распространенных заболеваний, передаваемых клещами. Спирохеты, к которым относятся боррелии, лептоспиры и трепонемы, более других бактерий склонны вызывать нейропсихиатрические расстройства. Например, *Treponema pallidum*, возбудитель сифилиса, может приводить к развитию нейросифилиса — состояния, характеризующегося выраженными психическими нарушениями [1]. Аналогично этому примеру клещевой боррелиоз также ассоциируется с повышенным риском развития психических расстройств. Болезнь Лайма, или системный боррелиоз, представляет собой инфекционное заболевание, вызываемое спиральной бактерией *Borrelia burgdorferi* и передающееся через укусы клещей рода *Ixodes* [2].

Клинические проявления заболевания варьируются в зависимости от стадии инфекции. На ранней локализованной стадии (3–30 дней после укуса) патогномоничным признаком является мигрирующая эритема — кольцевидное покраснение кожи диаметром до 50 см с просветлением в центре, наблюдаемое у 70–80 % пациентов. Сопутствующие симптомы включают в себя лихорадку, миалгии, артралгии и регионарную лимфаденопатию, что связано с гематогенной диссеминацией возбудителя [3, 4].

На ранней диссеминированной стадии (недели — месяцы) боррелии распространяются в органы-мишени. Нейроборрелиоз, встречающийся у 10–15 % пациентов, проявляется менингитом, радикулоневритом (синдромом Банн-варта) и поражением черепных нервов, чаще лицевого (параличом Белла). У детей преобладают асептический менингит и изолированный паралич лицевого нерва. Кардиальные осложнения (Лайм-кардит) включают в себя атриовентрикулярные блокады и миоперикардит, тогда как суставные поражения (Лайм-артрит) характеризуются асимметричным моноартритом крупных суставов.

Поздняя стадия Лайм-боррелиоза (месяцы — годы) ассоциирована с хроническим нейроборрелиозом, проявляющимся энцефалопатией, аксональной полиневропатией и рецидивирующим артритом [5]. Хронический атрофический акродерматит, чаще наблюдаемый в Европе, характеризуется истончением кожи и синюшными пятнами на конечностях.

Патофизиология заболевания обусловлена способностью *Borrelia burgdorferi* проникать через кожу, мигрировать в глубокие ткани и диссеминировать через кровь и лимфу. Спирохеты экспрессируют адгезины (например, ВВК32), связывающиеся с протеогликанами эндотелия и внеклеточного матрикса, что облегчает их проникновение через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Прямое повреждение тканей происходит за счет индукции провоспалительных цитокинов (интерлейкина 6, фактора некроза опухоли) и активации матриксных металлопротеиназ, разрушающих соединительную ткань. Важную роль в иммунной реакции играют аутоиммунные механизмы: молекулярная мимикрия между боррелиальным OspA и человеческим белком LFA-1* приводит к перекрестной реактивности антител, что способствует персистенции артрита. При нейроборрелиозе выявляются аутоантитела к аксональным антигенам (например, нейрональному белку S100), коррелирующие с тяжестью неврологических симптомов [5].

Персистенция боррелий в тканях связана с их способностью образовывать биопленки, менять поверхностные антигены (вариация VlsE**) и резистентность к фагоцитозу. Эти механизмы, наряду с замедленным иммунным ответом, объясняют хронизацию процесса и резистентность к терапии у части пациентов.

В исследованиях подчеркивается важность ранней диагностики и антибиотикотерапии для предотвращения осложнений, особенно при нейроборрелиозе, где своевременное лечение цефтриаксоном или доксициклином улучшает прогноз. Однако у 10–20 % пациентов сохраняются постлаймовские симптомы (усталость, когнитивные нарушения), патогенез которых

* OspA — липопроtein внешней поверхности А (англ. Outer-Surface Lipoprotein A). LFA-1 — антиген, ассоциированный с функцией лимфоцитов 1 (англ. Lymphocyte Function-Associated Antigen 1).

** VlsE — Vmp-подобный белок (англ. Vmp-Like Sequence).

остаётся дискуссионным и может быть связан с аутоиммунными процессами, а не персистенцией возбудителя [4, 5].

Развитие нейроборрелиоза может привести к широкому спектру неврологических и психиатрических нарушений, включая тревожные расстройства, депрессию, когнитивные дисфункции и даже психотические состояния [6, 7].

В настоящее время существует множество исследований, подтверждающих связь между болезнью Лайма и развитием психических расстройств. Например, часть пациентов с боррелиозом испытывает тревожно-депрессивные симптомы даже после проведения антибактериальной терапии [8]. У некоторых людей с боррелиозом Лайма после лечения сохраняются или рецидивируют симптомы, в т. ч. усталость, боль и когнитивные нарушения. Эти симптомы описываются в рамках конкретного состояния, которое называют постлечебным синдромом болезни Лайма. Вышеописанные хронические симптомы нарушают функционирование пациента и влияют на качество жизни [9]. Более того, часть исследований с применением нейровизуализационных методов демонстрирует изменения в структурах головного мозга, особенно в области лобных долей и лимбической системы, ответственных за эмоции, память и поведение [10].

Одним из ключевых механизмов развития психических расстройств у пациентов с боррелиозом является нейровоспаление, вызываемое реакцией иммунной системы на персистенцию *Borrelia burgdorferi* в тканях головного мозга через ГЭБ [11]. Нейровоспаление, как известно, приводит к активации микроглии, высвобождению провоспалительных цитокинов (интерлейкина 6, фактора некроза опухоли) и нарушению баланса нейротрансмиттерных систем, что в теории может провоцировать депрессию, тревожные расстройства и когнитивные нарушения. Эти повреждения ГЭБ подтверждаются исследованиями, в которых выявлены повышенные уровни провоспалительных маркеров в спинномозговой жидкости у пациентов с нейроборрелиозом [12].

Кроме того, имеются клинические свидетельства того, что болезнь Лайма может провоцировать развитие психотических состояний, включая шизофреноподобные расстройства и маниакальные состояния. Например, в некоторых клинических кейсах описаны случаи психозов, развившихся на фоне инфицирования *Borrelia burgdorferi* [13]. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода к диагностике пациентов с впервые возникшими психическими расстройствами, особенно если у них в анамнезе имелись эпизоды укусов клещей или проживание в эндемичных по боррелиозу районах. В России в 2013–2019 гг. ежегодно регистрировалось от 5,7 тыс. (2013) до 8 тыс. (2019) случаев иксодового клещевого боррелиоза (ИКБ). Высокий уровень эпидемической опасности по заболеванию характерен для Вологодской, Кировской, Свердловской, Томской областей и Республики Тыва; выше среднего — Костромской области, Пермского края, Калужской области, Москвы, Республики Алтай, Красноярского края, Республики Хакасии,

Кемеровской, Сахалинской, Калининградской, Новосибирской, Ярославской областей, Приморского края [14].

Проблема психических расстройств при болезни Лайма также связана с диагностическими трудностями. Серологические тесты, такие как иммуноферментный анализ и вестерн-блот, не всегда дают достоверные результаты, особенно при поздних и хронических формах заболевания [15]. В связи с этим пациенты могут в течение длительного времени получать симптоматическое лечение у психиатров, тогда как истинная причина их состояния остается невыявленной. Своевременная диагностика и лечение клещевого боррелиоза улучшают прогноз заболевания и качество жизни, что также актуально для других инфекций, таких как инфекция вируса иммунодефицита человека [16].

Болезнь Лайма является наиболее распространенной трансмиссивной бактериальной инфекцией в Северном полушарии, с наибольшей распространенностью в США и Европе [17, 18]. В Европе частота заболеваемости колеблется от 0,001 % до 0,100 % населения в зависимости от эндемичности региона [19].

Возбудитель заболевания, *Borrelia burgdorferi*, обладает высокой способностью к инвазии тканей, включая нервную систему. При попадании в организм бактерия распространяется гематогенно и лимфогенно, преодолевая ГЭБ [20]. В результате развивается нейроборрелиоз, который может проявляться как менингит, энцефалопатия или периферическая нейропатия [21].

По данным исследования Б. Э. Фэллона и др. (*англ.* В. А. Fallon et al.), у лиц с боррелиозом Лайма были более высокие показатели любых психических расстройств, а также попыток самоубийства и смерти в результате этого акта по сравнению с лицами без боррелиоза Лайма [22]. Депрессия является одним из наиболее частых психических расстройств у пациентов с болезнью Лайма [23]. Также зафиксирована распространенность генерализованного тревожного расстройства, симптомов панического расстройства и обсессивно-компульсивного расстройства [24, 25].

Болезнь Лайма может приводить к нарушениям памяти, концентрации внимания и исполнительных функций, что особенно заметно у пожилых пациентов [26]. Нейровизуализационные исследования показывают гипометаболизм в височных и лобных долях и диффузный гипометаболизм коры больших полушарий [27].

В редких случаях у пациентов с боррелиозом наблюдаются психотические симптомы, включая галлюцинации, параноидный бред и шизофреноподобные состояния [28]. Возможным механизмом развития психических расстройств при болезни Лайма является выброс провоспалительных цитокинов, которые вызывают хроническое воспаление в центральной нервной системе [29]. Возможно, что при боррелиозе происходит перекрестная ре-

акция антител с нейроантигенами, что может привести к поражению нейронов и развитию нейропсихиатрических симптомов [30].

Основные методы диагностики боррелиоза включают в себя:

- 1) серологические тесты (иммуноферментный анализ, вестерн-блот), диагностику спинномозговой жидкости на наличие антител к возбудителю методом полимеразной цепной реакции [31];
- 2) нейровизуализацию (магнитно-резонансную томографию, позитронно-эмиссионную томографию) для выявления воспалительных процессов в головном мозге при нейроборрелиозе [32].

Диагностика психических расстройств, связанных с болезнью Лайма, требует комплексного подхода. Обследование психического состояния может включать в себя общий психиатрический осмотр и, например, набор некоторых шкал и тестов: краткая шкала оценки психического статуса (*англ.* Mini-Mental State Examination), опросник депрессии Бека (*англ.* Beck Depression Inventory), шкалу оценки депрессии Гамильтона (*англ.* Hamilton Rating Scale for Depression), шкалу оценки тревожности Гамильтона (*англ.* Hamilton Anxiety Rating Scale) и др.

Для лечения боррелиоза и нейроборрелиоза рекомендуется использовать такие антибиотики, как доксициклин, цефтриаксон; также возможно применение амоксициллина и азитромицина. Средняя предпочтительная продолжительность приема антибиотиков составляет 14–21 день (в зависимости от проявления боррелиоза) [33]. Терапия психических расстройств при боррелиозе включает в себя антибактериальную терапию и симптоматическое лечение в виде использования антидепрессантов для коррекции тревожно-депрессивной симптоматики, а также атипичных нейролептиков при психотических симптомах либо для аугментации антидепрессантов.

Заключение

Болезнь Лайма представляет собой не только инфекционное, но и нейропсихиатрическое заболевание. Влияние *Borrelia burgdorferi* на центральную нервную систему за счет вероятного нейровоспаления приводит к широкому спектру психических проявлений. К наиболее частым осложнениям относят проявления депрессивной и тревожной симптоматики, а также когнитивные нарушения и психотические проявления. Основные механизмы этих нарушений включают в себя нейровоспаление, дисбаланс нейромедиаторов и аутоиммунные процессы. Диагностика психиатрических проявлений боррелиоза остается сложной задачей, требующей комплексного подхода инфекциониста, невролога и психиатра. Современные методы терапии включают в себя антибиотики, психофармакологические препараты и иммунотерапию. Дальнейшие исследования необходимы для разработки более эффективных стратегий диагностики и лечения психических расстройств при болезни Лайма.

Список источников | References

1. Емельянов ВН, Кузин АА, Маркелов ВВ, Глушков АА. Эпидемиологическая характеристика нейросифилиса в Российской Федерации. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2024;(4):104–107. [Emelyanov VN, Kuzin AA, Markelov VV, Glushkov AA. Epidemiological characteristics of neurosyphilis in the Russian Federation. *Kremlin Medicine Journal*. 2024;(4): 104–107. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.48612/cgma/8rg6-xh5h-79dd>.
2. Белов БС, Ананьева ЛП. Болезнь Лайма: современные подходы к профилактике, диагностике и лечению (по материалам международных рекомендаций 2020 г.). *Научно-практическая ревматология*. 2021;59(5):547–554. [Belov BS, Ananyeva LP. Lyme disease: Modern approaches to prevention, diagnosis and treatment. *Rheumatology Science and Practice*. 2021;59(5):547–554. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.47360/1995-4484-2021-547-554>.
3. Guérin M, Shawky M, Zedan A, Octave S, Avalor B, Maffucci I, et al. Lyme borreliosis diagnosis: State of the art of improvements and innovations. *BMC Microbiology*. 2023;23(1):204. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02935-5>.
4. Bush LM, Vazquez-Pertejo MT. Tick borne illness — Lyme disease. *Disease-a-Month*. 2018;64(5):195–212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2018.01.007>.
5. Nadelman RB, Hanincová K, Mukherjee P, Liveris D, Nowakowski J, McKenna D, et al. Differentiation of reinfection from relapse in recurrent Lyme disease. *The New England Journal of Medicine*. 2012;367(20):1883–1890. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1114362>.
6. Dersch R, Fingerle V. Lyme borreliosis and Lyme neuroborreliosis — an update. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 2021;146(11):728–732. (In Germ.). DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1265-4397>.
7. Brodziński S, Nasierowski T. Psychosis in *Borrelia burgdorferi* infection — part I: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment of neuroborreliosis. *Psychiatria Polska*. 2019;53(3):629–640. (In Pol., Eng.). DOI: <https://doi.org/10.12740/PP/97336>.
8. Dersch R, Torbahn G, Rauer S. Treatment of post-treatment Lyme disease symptoms — a systematic review. *European Journal of Neurology*. 2024;31(7):e16293. DOI: <https://doi.org/10.1111/ene.16293>.
9. Zubcevic N, Mao C, Wang QM, Bose EL, Octavien RN, Crandell D, et al. Symptom clusters and functional impairment in individuals treated for Lyme borreliosis. *Frontiers in Medicine*. 2020;7:464. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00464>.
10. Garkowski A, Łebkowska U, Kubas B, Garkowska E, Rutka K, Gawarecka E, et al. Imaging of Lyme neuroborreliosis: A pictorial review. *Open Forum*

- Infectious Diseases*. 2020;7(10):ofaa370. DOI: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa370>.
11. Lindland ES, Solheim AM, Andreassen S, Bugge R, Eikeland R, Reiso H, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI shows altered blood-brain barrier function of deep gray matter structures in neuroborreliosis: A case-control study. *European Radiology Experimental*. 2023;7(1):52. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41747-023-00365-6>.
 12. Arnason S, Molewijk K, Henningsson AJ, Tjernberg I, Skogman BH. Brain damage markers neuron-specific enolase (NSE) and S100B in serum in children with Lyme neuroborreliosis — detection and evaluation as prognostic biomarkers for clinical outcome. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2022;41(7):1051–1057. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10096-022-04460-1>.
 13. Brodziński S, Nasierowski T. Psychosis in *Borrelia burgdorferi* infection — part II: Case reports. *Psychiatria Polska*. 2019;53(3):641–653. (In Pol., Eng.). DOI: <https://doi.org/10.12740/PP/92556>.
 14. Рудакова СА, Теслова ОЕ, Муталинова НЕ, Пенъевская НА, Блох АИ, Рудаков НВ, и др. Обзор эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2013–2022 гг. и прогноз на 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023;(2):75–87. [Rudakova SA, Teslova OE, Mutralinova NE, Pen'evskaya NA, Blokh AI, Rudakov NV, et al. Review of the epidemiological situation on ixodic tick-borne borrelioses in the Russian Federation in 2013–2022 and forecast for 2023. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2023;(2):75–87. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2023-2-75-87>.
 15. Leeftang MM, Ang CW, Berkhout J, Bijlmer HA, Van Bortel W, Brandenburg AH, et al. The diagnostic accuracy of serological tests for Lyme borreliosis in Europe: A systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases*. 2016;16:140. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-016-1468-4>.
 16. Емельянов ВН, Бурко ЮА, Горичный ВА, Маркелов ВВ. Эпидемиологические особенности распространения ВИЧ-инфекции у детей в Российской Федерации. *Клиническая патофизиология*. 2024;(2):20–25. [Emelyanov VN, Burko YuA, Gorichny VA, Markelov VV. Epidemiological features of the spread of HIV infection in children in the Russian Federation. *Clinical Pathophysiology*. 2024;30(2):22–25. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/SMXMMM>.
 17. Marques AR, Strle F, Wormser GP. Comparison of Lyme disease in the United States and Europe. *Emerging Infectious Diseases*. 2021;27(8):2017–2024. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2708.204763>.
 18. Bobe JR, Jutras BL, Horn EJ, Embers ME, Bailey A, Moritz RL, et al. Recent progress in Lyme disease and remaining challenges. *Frontiers in Medicine*. 2021;8:666554. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.666554>.

19. Vandekerckhove O, De Buck E, Van Wijngaerden E. Lyme disease in Western Europe: An emerging problem? A systematic review. *Acta Clinica Belgica*. 2021;76(3):244–252. DOI: <https://doi.org/10.1080/17843286.2019.1694293>.
20. Strnad M, Rudenko N, Rego ROM. Pathogenicity and virulence of *Borrelia burgdorferi*. *Virulence*. 2023;14(1):2265015. DOI: <https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2265015>.
21. Hudasch D, Konen FF, Möhn N, Grote-Levi L, Wurster U, Welte G, et al. Neuroborreliosis with encephalitis: A broad spectrum of clinical manifestations. *BMC Infectious Diseases*. 2025;25(1):182. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10588-0>.
22. Fallon BA, Madsen T, Erlangsen A, Benros ME. Lyme borreliosis and associations with mental disorders and suicidal behavior: A nationwide Danish cohort study. *The American Journal of Psychiatry*. 2021;178(10):921–931. DOI: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2021.20091347>.
23. Bransfield RC. Suicide and Lyme and associated diseases. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2017;13:1575–1587. DOI: <https://doi.org/10.2147/NDT.S136137>.
24. Bransfield RC, Goud Gadila SK, Kursawe LJ, Dwork AJ, Rosoklija G, Horn EJ, et al. Late-stage borreliosis and substance abuse. *Heliyon*. 2024;10(10):e31159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31159>.
25. Johnco C, Kugler BB, Murphy TK, Storch EA. Obsessive-compulsive symptoms in adults with Lyme disease. *General Hospital Psychiatry*. 2018;51:85–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2018.01.009>.
26. Brackett M, Potts J, Meihofer A, Indorewala Y, Ali A, Lutes S, et al. Neuropsychiatric manifestations and cognitive decline in patients with long-standing Lyme disease: A scoping review. *Cureus*. 2024;16(4):e58308. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.58308>.
27. Guedj E, Eldin C, Raoult D, Azorin JM, Belzeaux R. Functional neuroimaging in patients presenting with somatoform disorders: A model for investigating persisting symptoms after tick bites and post-treatment Lyme disease syndrome? *Médecine et Maladies Infectieuses*. 2019;49(2):150–156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2018.12.004>.
28. Petnicki-Ocwieja T, Kern A. Mechanisms of *Borrelia burgdorferi* internalization and intracellular innate immune signaling. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2014;4:175. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2014.00175>.
29. Rupprecht TA, Koedel U, Fingerle V, Pfister HW. The pathogenesis of Lyme neuroborreliosis: from infection to inflammation. *Molecular Medicine*. 2008;14:205–212. DOI: <https://doi.org/10.2119/2007-00091.Rupprecht>.
30. Lantos PM, Rumbaugh J, Bockenstedt LK, Falck-Ytter YT, Aguero-Rosenfeld ME, Auwaerter PG, et al. Clinical practice guidelines by the

- Infectious Diseases Society of America, American Academy of Neurology, and American College of Rheumatology: 2020 guidelines for the prevention, diagnosis, and treatment of Lyme disease. *Neurology*. 2021;96(6):262–273. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000011151>.
31. Rauer S, Kastenbauer S, Hofmann H, Fingerle V, Huppertz HI, Hunfeld KP, et al. Guidelines for diagnosis and treatment in neurology — Lyme neuroborreliosis. *German Medical Science*. 2020;18:Doc03. DOI: <https://doi.org/10.3205/000279>.
 32. Nadelman RB, Hanincová K, Mukherjee P, Liveris D, Nowakowski J, McKenna D, et al. Differentiation of reinfection from relapse in recurrent Lyme disease. *The New England Journal of Medicine*. 2012;367(20):1883–1890. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1114362>.
 33. Lantos PM, Rumbaugh J, Bockenstedt LK, Falck-Ytter YT, Aguero-Rosenfeld ME, Auwaerter PG, et al. Clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America (IDSA), American Academy of Neurology (AAN), and American College of Rheumatology (ACR): 2020 guidelines for the prevention, diagnosis and treatment of Lyme disease. *Clinical Infectious Diseases*. 2021;72(1):e1–e48. DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1215>.

Информация об авторах

Максим Олегович Абдулкин  — оператор научной роты Главного военно-медицинского управления, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9061-2475>

Information about the authors

Maxim O. Abdulkina  — Operator of the Scientific Company of the Main Military Medical Directorate, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9061-2475>