

BORRELIA MIYAMOTOI В УКРАЇНІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Малова О.С.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

*Анотація. Проведено аналіз літературних джерел щодо поширення в Україні нового збудника кліщової поворотної лихоманки – *Borrelia miyamotoi*. Розглянуто основні клінічні прояви, методи діагностики та лікування захворювання, спричиненого *Borrelia miyamotoi*. Визначено необхідність подальшого вивчення розповсюдження *Borrelia miyamotoi* на різних територіях України, а також оцінки інфекційного потенціалу даного мікроорганізму.*

Ключові слова: *Borrelia miyamotoi*, поворотна лихоманка, кліщі, діагностика.

Вступ. *Borrelia miyamotoi* – це новий вид спірохети з роду *Borrelia*, який спричиняє розвиток у людини специфічного недугу – кліщової поворотної лихоманки. *B. miyamotoi* було вперше виділено у 1994 р. з кліщів *Ixodes persulcatus*, зібраних з рослинності на японському острові Хоккайдо в ендемічному щодо Лайм-бореліозу районі [1]. Про перші випадки захворювань у людей, викликаних даним збудником, стало відомо у 2011 році. В Європі *B. miyamotoi* переносять ті ж тверді кліщі, що і *Borrelia burgdorferi sensu lato* (збудника хвороби Лайма) – *Ixodes ricinus* та *I. persulcatus*. Дослідники вважають, що ці патогенні спірохети для підтримки свого існування у тваринному світі поділяють одні і ті ж самі резервуари: польових мишей, полівок, деякі види птахів тощо [2].

B. miyamotoi поширена у багатьох країнах Європи [3]. Крім того, є повідомлення про випадки захворювань, викликаних *B. miyamotoi*, в Австрії [4], Швеції [5], Нідерландах [6], Франції [7]. *B. miyamotoi* була виявлена в кліщах *I. ricinus*, знятих з людей і домашніх тварин, зібраних у паркових зонах і в лісах різних регіонів Польщі [8-11].

З огляду на існування на території України множинних природних вогнищ Лайм-бореліозу, на розповсюдження тих самих резервуарів і переносників *B. miyamotoi*, що і в Польщі, а також на можливість міграції тварин-господарів між сусідніми регіонами, проблема поширення *B. miyamotoi* є актуальною і для нашої країни. Існує необхідність удосконалення алгоритму діагностики кліщових інфекцій і підвищення обізнаності інфекціоністів і сімейних лікарів щодо нового патогенного збудника.

Мета дослідження. Проаналізувати доступну в науковій літературі інформацію щодо розповсюдження *B. miyamotoi* в Україні, розглянути основні клінічні прояви, методи діагностики та лікування захворювання, викликаного даним мікроорганізмом.

Матеріали та методи дослідження. Аналіз публікацій у вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях.

Результати та їх обговорення. Судячи з невеликої кількості інформації у вітчизняній науковій літературі щодо *B. miyamotoi*, вивчення поширення даного збудника на території України лише розпочато.

У Тернопільській області при дослідженні кліщів, знятих з людей, 1,7% *I. ricinus* (німфи і дорослі екземпляри) виявились зараженими *B. miyamotoi* [12]. Личинки *I. ricinus* також переносять *B. miyamotoi* і тим самим несуть небезпеку людині, інфікованість личинок є свідченням трансovarіальної передачі збудника [13]. Кліщі, заражені *B. miyamotoi*, були знайдені у парках Тернополя [14], у лісових біотопах двох погодно-географічних зон Тернопільської області (у Холодному Поділлі 8,7% обстежених кліщів були інфіковані, у Теплому Поділлі – 3,7%) [15].

За даними київських дослідників, 1,1% дорослих особин *I. ricinus*, зібраних у парках Києва у травні 2016 р., виявились зараженими *B. miyamotoi*. [16]. При аналізі 1366 екземплярів кліщів з Київської області специфічні фрагменти ДНК *B. miyamotoi* були знайдені у 24 пулах з 207 протестованих [17].

Повідомлення про зараження людей *B. miyamotoi* в Україні є поодинокими. Так, в Тернопільській області були обстежені працівники лісових господарств на наявність антитіл різних класів до *B. miyamotoi* і інших видів борелій. У третини осіб з антитілами до *B. burgdorferi s. l.* було виявлено антитіла класів IgM і/чи IgG до збудників кліщових поворотних гарячок (в тому числі *B. miyamotoi*) [18]. У сироватках крові 13,9 % пацієнтів Тернопільського обласного шкірно-венерологічного диспансеру, які страждають локалізованою склеродермією, методом імуноблоту було знайдено IgG одночасно до *B. miyamotoi* та *B. burgdorferi s. l.* [19].

Рецидивна лихоманка, викликана *B. miyamotoi*, проявляється гарячкою, втому, головним болем, ознобом, міалгією, артралгією, нудотою. Епізоди лихоманки можуть тривати від 2 до 5 днів із середнім інтервалом між епізодами 9 днів. Кількість епізодів залежить від своєчасності початку лікування [2]. На відміну від Лайм-бореліозу, пацієнти з бореліозом, спричиненим *B. miyamotoi*, зазвичай не мають специфічних уражень шкіри [4, 20].

B. miyamotoi може викликати повільно-прогресуюче ураження центральної нервової системи. Польські науковці описали випадок розвитку ретробульбарного неврити зорового нерва та демієлінізуючих змін головного мозку у пацієнта з підтвердженим зараженням *B. miyamotoi* [21], у Швеції було діагностовано менінгіт після інфікування *B. miyamotoi* у хворої, яка не мала імунологічних розладів [5].

При коінфікуванні хворого *B. miyamotoi* і *B. burgdorferi s. l.* відмічається більш важке протікання хвороби Лайма. У таких пацієнтів частіше виявляють виражені прояви

інтоксикаційного синдрому, лімфаденопатію, припухлість і біль у суглобах, свербіж шкіри, у тому числі поза місцями укусів кліщів [22].

Існує декілька методів діагностики інфекції, спричиненої *B. miyamotoi*. Перший з них – це аналіз крові або спинномозкової рідини хворого за допомогою тестів на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Для пошуку в біологічному матеріалі ДНК бактерій в якості мішеней використовують гени, що кодують 16S рРНК, білок флагеллін (flaB) або білок GlpQ (glpQ) [23]. Доцільним є розробка і застосування наборів для мультиплексного ПЛР-аналізу, який дозволяє виключити зараження іншими збудниками рецидивуючих лихоманок [24].

Серологічна діагностика інфікування *B. miyamotoi*, як правило, заснована на визначенні в сироватці крові хворих антитіл до високоімуногенного білка GlpQ, характерного для спірохет із групи поворотних лихоманок, але відсутнього у спірохет *B. burgdorferi s. l.* Однак є наукові свідчення того, що застосування лише одного цього антигену не забезпечує достатньої специфічності серологічних тестів, тому їх результати слід інтерпретувати з обережністю [25]. Більш достовірним є метод лінійного імуоблоту з використанням декількох високо-специфічних антигенів: GlpQ, VipA, FlaB [22].

В гострому періоді захворювання, викликаного *B. miyamotoi*, можна проводити пряме мікроскопічне дослідження мазка крові або спинномозкової рідини [26]. Існує також можливість культивування *B. miyamotoi* на спеціальних поживних середовищах. Успішне виділення спірохети *B. miyamotoi* на модифікованих середовищах Kelly-Pettenkorfer (МКР-F) і Barbour-Stoenner-Kelly (BSK) medium з крові описане в ряді наукових робіт [27, 28].

Лікування поворотної лихоманки, спричиненої *B. miyamotoi*, зазвичай проводять у відповідності до рекомендацій, розроблених для хвороби Лайма. Чутливість *B. miyamotoi* до доксицикліну, азитроміцину і цефтріаксону була підтверджена в дослідженнях нідерландських вчених [29].

Висновки та перспективи. Можливість інфікування *B. miyamotoi* слід враховувати у пацієнтів із лихоманкою, які зазнали нападу іксодових кліщів в регіоні, де зустрічається Лайм-бореліоз. Оскільки клінічні прояви поворотної гарячки, викликані *B. miyamotoi*, є неспецифічними, діагноз вимагає підтвердження молекулярно-генетичними і серологічними методами.

Необхідним є подальше вивчення поширення *B. miyamotoi* на різних територіях України, а також оцінка значення інфекційного потенціалу даного збудника в патології людини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fukunaga M., Takahasci Y., Tsuruta Y. et al. Genetic and phenotypic analysis of *Borrelia miyamotoi* sp. nov., isolated from the ixodid tick *Ixodes persulcatus*, the vector for Lyme disease in

- Japan. *Int J Syst Bacteriol.* 1995. № 45. P. 804–810. doi:10.1099/00207713-45-4-804
2. Krause P.J., Fish D., Narasimhan S., Barbour A.G. *Borrelia miyamotoi* infection in nature and in humans. *Clin Microbiol Infect.* 2015. № 21(7). P. 631-639. doi:10.1016/j.cmi.2015.02.006
 3. Kubiak K., Szczotko M., Dmitryjuk M. *Borrelia miyamotoi*-An Emerging Human Tick-Borne Pathogen in Europe. *Microorganisms.* 2021. № 9(154). doi: 10.3390/microorganisms9010154
 4. Tobudic S., Burgmann H., Stanek G. et al. Human *Borrelia miyamotoi* Infection, Austria. *Emerging Infectious Diseases.* 2020. № 26(9). P. 2201-2204. doi:10.3201/eid2609.191501
 5. Henningsson A.J., Asgeirsson H., Hammas B. et al. Two Cases of *Borrelia miyamotoi* Meningitis, Sweden, 2018. *Emerg Infect Dis.* 2019. № 25(10). P. 1965–1968. doi: 10.3201/eid2510.190416
 6. Hoonstra D., Koetsveld J., Sprong H. et al. *Borrelia miyamotoi* Disease in an Immunocompetent Patient, Western Europe. *Emerg Infect Dis.* 2018. № 24(9). P. 1770-1772. doi:10.3201/eid2409.180806
 7. Franck M., Ghozzi R., Pajaud J. et al. *Borrelia miyamotoi*: 43 Cases Diagnosed in France by Real-Time PCR in Patients With Persistent Polymorphic Signs and Symptoms. *Front Med (Lausanne).* 2020. № 7. P. 55. doi:10.3389/fmed.2020.00055
 8. Kowalec M., Szewczyk T., Welc-Falęciak R. et al. Ticks and the city - are there any differences between city parks and natural forests in terms of tick abundance and prevalence of spirochaetes?. *Parasit Vectors.* 2017. № 10. P.573. doi:10.1186/s13071-017-2391-2
 9. Liberska J., Michalik J., Dabert M. Exposure of dogs and cats to *Borrelia miyamotoi* infected *Ixodes ricinus* ticks in urban areas of the city of Poznań, west-central Poland. *Research Square.* 2022. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2088418/v1.
 10. Kubiak K., Szymańska H., Dmitryjuk M., Dzika E. Abundance of *Ixodes ricinus* Ticks (Acari: Ixodidae) and the Diversity of *Borrelia* Species in Northeastern Poland. *Int J Environ Res Public Health.* 2022. № 19(12). doi:10.3390/ijerph19127378
 11. Pawełczyk A., Bednarska M., Hamera A. et al. Long-term study of *Borrelia* and *Babesia* prevalence and co-infection in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks removed from humans in Poland, 2016-2019. *Parasit Vectors.* 2021. № 14(348). doi:10.1186/s13071-021-04849-5
 12. Шкільна М.І., Андрейчин М.А., Подобівський С.С., Федонюк Л.Я., Панічев В.О., Івахів О.Л., Вишнеvsька Н.Ю., Марчук О.М., Корда М.М., Кліщ І.М. Зараженість кліщів, відібраних від людей в Україні, збудниками деяких бактеріозів. *Буковинський медичний вісник.* 2020. Вип. 1, Т. 24. С. 195-201. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-073.XXIV.1.93.2020.26>
 13. Подобівський С.С., Федонюк Л.Я. Личинки *Ixodes ricinus*, їх морфофізіологічні особливості, сезонна активність та епідеміологія в умовах Тернопілля. *Наукові Горизонти.* 2019. № 6 (79). С. 15-20. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-79-6-15-20>

14. Паничев В.О. Зараженість кліщів у парках Тернополя. *Інфекційні хвороби*. 2020. № 4. С. 35-40. DOI :10.11603/1681-2727.2020.4.11894
15. Паничев В. О., Андрейчин М. А., Кравчук Ю. А., Даутов А. Г., Дубровська А. М. Зараженість кліщів у лісових біотопах Тернопільської області. *Інфекційні хвороби*. 2021. №2. С. 44–52. <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2021.2.12164>
16. Rogovskyu A., Batool M., Gillis D.C. et al. Diversity of *Borrelia* spirochetes and other zoonotic agents in ticks from Kyiv, Ukraine. *Ticks Tick Borne Dis*. 2018. № 9(2). P. 404-409. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.12.006.
17. Родина Н.С., Виноград Н.О., Гринчук Г.М., Могильна Л.О. Вивчення циркуляції збудників емерджентних інфекцій на території Київської області. *Актуальна інсектологія*. 2018. №6 (5). С. 106-107.
18. Шкільна М.І., Шах Д.С., Андрейчин М.А., Круз І.Д., Івахів О.Л., Корда М.М., Кліщ І.М., Запорожан С.Й. Лайм-бореліоз та кліщові поворотні гарячки у лісівників Тернопільщини. *Інфекційні хвороби*. 2020. №2(100). С. 22-30. DOI 10.11603/1681-2727.2020.2.11283
19. Штокайло К.Б., Шах Д.С., Круз І.Д., Андрейчин М.А., Шкільна М.І., Івахів О.Л., Корда М.М. Серологічна діагностика кліщових інфекцій у хворих на локалізовану склеродермію. *Інфекційні хвороби*. 2021. №3(105). С. 33-42. DOI 10.11603/1681-2727.2021.3.12490
20. Wagemakers A., Jahfari S., de Wever B. et al. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in The Netherlands. *Ticks Tick Borne Dis*. 2017. № 8(3). P. 370-374. doi:10.1016/j.ttbdis.2016.12.012
21. Fiecek B., Lewandowska G., Roguska U. et al. *Borrelia miyamotoi* DNA in a patient suspected of Lyme borreliosis. (Preprint). *Research Square*. 2019. <https://doi.org/10.21203/rs.2.15315/v2>
22. Штокайло К.Б., Шкільна М.І., Івахів О.Л., Кліщ І.М., Габор Г.Г., Смаглий З.В. Клінічні та імунологічні прояви поєднаних бореліозів у працівників лісових господарств Тернопільської області. *Медична та клінічна хімія*. 2021. Т. 23. №3. С. 19-25. DOI 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i3.12558
23. Sawczyn-Domańska A. Występowanie i chorobotwórczość krętków *Borrelia miyamotoi*. *Med Og Nauk Zdr*. 2021. № 27(4). P. 343-348. doi:10.26444/monz/144719
24. Dietrich E.A., Replogle A.J., Sheldon S.W., Petersen J.M. Simultaneous Detection and Differentiation of Clinically Relevant Relapsing Fever *Borrelia* with Semimultiplex Real-Time PCR. *J Clin Microbiol*. 2021. № 59(7). doi:10.1128/JCM.02981-2
25. Reiter M., Stelzer T., Schötta A.M. et al. Glycerophosphodiester phosphodiesterase identified as non-reliable serological marker for *Borrelia miyamotoi* disease. *Microorganisms*. 2020. № 8(12). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121846>

26. Boden K., Lobenstein S., Hermann B. et al. Borrelia miyamotoi–associated neuroborreliosis in immunocompromised person. *Emerg Infect Dis.* 2016. № 22(9). P. 1617–1620. <https://doi.org/10.3201/eid2209.152034>
27. Koetsveld J., Kolyasnikova N.M., Wagemakers A. et al. Development and optimization of an in vitro cultivation protocol allows for isolation of Borrelia miyamotoi from patients with hard tick-borne relapsing fever. *Clin Microbiol Infect.* 2017. № 23(7). P. 480–484. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.01.009>.
28. Replogle A.J., Sexton C., Young J. Isolation of Borrelia miyamotoi and other Borreliae using a modified BSK medium. *Sci Rep.* 2021. № 11(1). doi:10.1038/s41598-021-81252-1
29. Koetsveld J., Draga R.O.P., Wagemakers A. et al. In Vitro Susceptibility of the Relapsing-Fever Spirochete Borrelia miyamotoi to Antimicrobial Agents. *Antimicrob Agents Chemother.* 2017. № 61(9). doi:10.1128/AAC.00535-17

REFERENCES

1. Fukunaga M, Takahashi Y, Tsuruta Y. et al. Genetic and phenotypic analysis of Borrelia miyamotoi sp. nov., isolated from the ixodid tick Ixodes persulcatus, the vector for Lyme disease in Japan. *Int J Syst Bacteriol.* 1995;45:804–810. doi:10.1099/00207713-45-4-804 <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-45-4-804> (Last accessed 20.12.2022).
2. Krause PJ, Fish D, Narasimhan S, Barbour AG. Borrelia miyamotoi infection in nature and in humans. *Clin Microbiol Infect.* 2015;21(7):631-639. doi:10.1016/j.cmi.2015.02.006 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4470780/>.
3. Kubiak K, Szczotko M, Dmitryjuk M. *Borrelia miyamotoi*-An Emerging Human Tick-Borne Pathogen in Europe. *Microorganisms.* 2021;9(1):154. doi: 10.3390/microorganisms9010154
4. Tobudic S, Burgmann H, Stanek G. et al. Human Borrelia miyamotoi Infection, Austria. *Emerging Infectious Diseases.* 2020; 26(9):2201-2204. doi:10.3201/eid2609.191501
5. Henningsson AJ, Asgeirsson H, Hammas B. et al. Two Cases of Borrelia miyamotoi Meningitis, Sweden, 2018. *Emerg Infect Dis.* 2019;25(10):1965–1968. doi: 10.3201/eid2510.190416
6. Hoornstra D, Koetsveld J, Sprong H. et al. Borrelia miyamotoi Disease in an Immunocompetent Patient, Western Europe. *Emerg Infect Dis.* 2018;24(9):1770-1772. doi:10.3201/eid2409.180806
7. Franck M, Ghozzi R, Pajaud J. et al. Borrelia miyamotoi: 43 Cases Diagnosed in France by Real-Time PCR in Patients With Persistent Polymorphic Signs and Symptoms. *Front Med (Lausanne).* 2020;7:55. doi:10.3389/fmed.2020.00055 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7059645/>.

8. Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R. et al. Ticks and the city - are there any differences between city parks and natural forests in terms of tick abundance and prevalence of spirochaetes? *Parasit Vectors*. 2017;10:573. doi:10.1186/s13071-017-2391-2 <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-017-2391-2>
9. Liberska J, Michalik J, Dabert M. Exposure of dogs and cats to *Borrelia miyamotoi* infected *Ixodes ricinus* ticks in urban areas of the city of Poznań, west-central Poland. *Research Square*. 2022. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2088418/v1
10. Kubiak K, Szymańska H, Dmitryjuk M, Dzika E. Abundance of *Ixodes ricinus* Ticks (Acari: Ixodidae) and the Diversity of *Borrelia* Species in Northeastern Poland. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12):7378. doi:10.3390/ijerph19127378 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9223791/> .
11. Pawełczyk A, Bednarska M, Hamera A. et al. Long-term study of *Borrelia* and *Babesia* prevalence and co-infection in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks removed from humans in Poland, 2016-2019. *Parasit Vectors*. 2021;14:348. doi:10.1186/s13071-021-04849-5 <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-04849-5>
12. Shkilna MI, Andreychyn MA, Podobivsky SS, Fedoniuk LYa, Panychev VA, Ivakhiv OL, Vyshnevskaya NYu, Marchuk OM, Korda MM, Klishch IM. Zarazhenist kliv zibranykh vid lyudey v Ukraine, zbudnykamy deyakykh bakterioziv. *Bukovinian Medical Herald*. 2020;24(1):195-201. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-073.XXIV.1.93.2020.26>
13. Podobivskiy S, Fedoniuk L. Lychynky *Ixodes ricinus*, yix morfofiziolohichni osoblyvosti, sezonna aktyvnist ta epidemiolohiia v umovakh Ternopillia. *Naukovi Horyzonty*. 2019;6(79):5-20. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-79-6-15-20>
14. Panychev VO. Zarazhenist klishchiv u parkakh Ternopolia. *Infektsiini khvoroby*. 2020;4: 35-40. DOI :10.11603/1681-2727.2020.4.11894
15. Panychev VO, Andreichyn MA, Kravchuk YuA, Dautov AH, Dubrovska AM. Zarazhenist klishchiv u lisovykh biotopakh Ternopilskoi oblasti. *Infektsiini khvoroby*. 2021;2:44–52. <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2021.2.12164>
16. Rogovskyy A, Batool M, Gillis DC. et al. Diversity of *Borrelia* spirochetes and other zoonotic agents in ticks from Kyiv, Ukraine. *Ticks Tick Borne Dis*. 2018;9(2):404-409. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2017.12.006.
17. Rodyna NS, Vynohrad NO, Hrynychuk HM, Mohylna LO. Study of the circulation of pathogens of emergent infections in the territory of Kyiv region. *Aktualna insektolohiia*. 2018;6(5): 106-107. <http://www.mif-ua.com/archive/article/46734> .Ukrainian.

18. Shkilna MI, Shakh DS, Andreichyn MA, Kruz ID, Ivakhiv OL, Korda MM, Klishch IM, Zaporozhan SI. Laim-borelioz ta klishchovi povorotni hariachky u lisivnykiv Ternopilshchyny. Infektsiini khvoroby. 2020;2(100):22-30. DOI 10.11603/1681-2727.2020.2.11283. Ukrainian.
19. Shtokailo KB, Shakh DS, Kruz ID, Andreichyn MA, Shkilna MI, Ivakhiv OL, Korda MM. Serological diagnosis of tick-borne infections in patients with localized scleroderma. Infektsiini khvoroby. 2021;3(105):33-42. DOI 10.11603/1681-2727.2021.3.12490
20. Wagemakers A, Jahfari S, de Wever B. et al. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in The Netherlands. Ticks Tick Borne Dis. 2017;8(3):370-374. doi:10.1016/j.ttbdis.2016.12.012
21. Fiecek B, Lewandowska G, Roguska U. et al. *Borrelia miyamotoi* DNA in a patient suspected of Lyme borreliosis. (Preprint) 2019. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.2.15315/v2>
<https://assets.researchsquare.com/files/rs-5981/v2/97db86c8-e1a1-4d74-8c7c-216682d08850.pdf?c=1631828283>.
22. Shtokailo KB, Shkilna MI, Ivakhiv OL, Klishch IM, Habor HH, Smahlii ZV. Clinical and immunological manifestations of combined borreliosis in forestry workers of Ternopil region. Medychna ta klinichna khimii. 2021;23(3):19-25. DOI 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i3.12558
23. Sawczyn-Domańska A. Występowanie i chorobotwórczość krętków *Borrelia miyamotoi*. Med Og Nauk Zdr. 2021;27(4):343-348. doi:10.26444/monz/144719
24. Dietrich EA, Replogle AJ, Sheldon SW, Petersen JM. Simultaneous Detection and Differentiation of Clinically Relevant Relapsing Fever *Borrelia* with Semimultiplex Real-Time PCR. J Clin Microbiol. 2021;59(7): doi:10.1128/JCM.02981-20
https://journals.asm.org/doi/10.1128/JCM.02981-20?url_ver=Z3.
25. Reiter M, Stelzer T, Schötta AM. et al. Glycerophosphodiester phosphodiesterase identified as non-reliable serological marker for *Borrelia miyamotoi* disease. Microorganisms. 2020;8(12): <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121846>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7760085/> (Last accessed 20.12.2022).
26. Boden K, Lobenstein S, Hermann B. et al. *Borrelia miyamotoi*–associated neuroborreliosis in immunocompromised person. Emerg Infect Dis. 2016;22(9):1617–1620. <https://doi.org/10.3201/eid2209.152034>
27. Koetsveld J, Kolyasnikova NM, Wagemakers A. et al. Development and optimization of an in vitro cultivation protocol allows for isolation of *Borrelia miyamotoi* from patients with hard tick-borne relapsing fever. Clin Microbiol Infect. 2017;23(7):480–484. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.01.009>.
28. Replogle AJ, Sexton C, Young J. et al. Isolation of *Borrelia miyamotoi* and other *Borreliae* using a modified BSK medium. Sci Rep. 2021;11(1). doi:10.1038/s41598-021-81252-1
<https://www.nature.com/articles/s41598-021-81252-1> (Last accessed 20.12.2022).

29. Koetsveld J, Draga ROP, Wagemakers A. et al. In Vitro Susceptibility of the Relapsing-Fever Spirochete *Borrelia miyamotoi* to Antimicrobial Agents. *Antimicrob Agents Chemother.* 2017;61(9). doi:10.1128/AAC.00535-17 [https://journals.asm.org/doi/10.1128/AAC.00535-17?url_ver=.](https://journals.asm.org/doi/10.1128/AAC.00535-17?url_ver=)

***BORRELIA MIYAMOTOI* IN UKRAINE (REVIEW)**

Malova O.S.

*Abstract. An analysis of literary sources on the distribution of a new pathogen of tick-borne relapsing fever - *Borrelia miyamotoi* - in Ukraine was carried out. The main clinical manifestations, methods of diagnosis and treatment of the disease caused by *Borrelia miyamotoi* are considered. The need for further study of the distribution of *Borrelia miyamotoi* in different territories of Ukraine, as well as an assessment of the infectious potential of this microorganism, was determined.*

Key words: *Borrelia miyamotoi, relapsing fever, ticks, diagnosis.*

Малова Ольга Сергіївна, [ORCID 0000-0003-3504-6028](https://orcid.org/0000-0003-3504-6028), +380979248581, oljchik10@gmail.com