

ЗАРАЖЕНІСТЬ КЛІЩІВ, ВІДІБРАНИХ ВІД ЛЮДЕЙ В УКРАЇНІ, ЗБУДНИКАМИ ДЕЯКИХ БАКТЕРІОЗІВ

М.І. Шкільна, М.А. Андрейчин, С.С. Подобівський, Л.Я. Федонюк, В.О. Панічев, О.Л. Івахів, Н.Ю. Вишневецька, О.М. Марчук, М.М. Корда, І.М. Кліщ

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м.Тернопіль, Україна

Ключові слова: ДНК; *V. burgdorferi*; *A. phagocytophilum*; *B. miyatotoi*; *Babesia spp.*; кліщі; діагностика.

Буковинський медичний вісник. Т.24, № 1 (93). С. 195-201.

DOI:
10.24061/2413-0737.
XXIV.1.93.2020.26

E-mail: korda@tdmu.edu.ua, klishch@tdmu.edu.ua, fedonyuklj@tdmu.edu.ua, andreychyn@tdmu.edu.ua, shkilnami@tdmu.edu.ua, podobivskiy@tdmu.edu.ua, olivakhiv@ukr.net, vyshnevaska@tdmu.edu.ua, vpanychev9@gmail.com, olyamarch@ukr.net

Актуальність. Кліщові бактеріози становлять серйозну медико-соціальну проблему. Часто іксодові кліщі заражені кількома збудниками природно-осередкових інфекційних хвороб людини одночасно: кліщовий енцефаліт, Лайм-бореліоз, гранулоцитарний анаплазмоз, моноцитарний ерліхіоз, бабезіоз. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) у режимі реального часу дозволяє за єдиною методикою ідентифікувати відразу декілька збудників в одному кліщі.

Мета роботи — встановити частоту природного зараження кліщів *V. burgdorferi s. l.*, *A. phagocytophilum*, *B. miyatotoi* та *Babesia spp.*, відібраних від мешканців Тернопільської області, використовуючи метод (ПЛР) у реальному часі.

Матеріал і методи. Дослідили 1226 кліщів, відібраних від людей, з них 1179 — отримали від мешканців Тернополя та області, 47 — від жителів інших областей України. ДНК *V. burgdorferi s. l.*, *B. miyatotoi*, *A. phagocytophilum* та *Babesia spp.* визначали за допомогою ПЛР у режимі реального часу.

Результати. Ідентифіковано 1 226 кліщів: 1 212 *Ixodes ricinus*, 12 *Dermacentor reticulatus* і 2 *Rhipicephalus sanguineus*. При ідентифікації кліщів *I. ricinus* за статтю і стадією розвитку відзначено, що самок було 32,3%, самців — 0,9%, личинок — 2,6%, у 10,6% кліщів не були встановлені стадії розвитку і стать; більшу частину — 53,5% досліджених кліщів *I. ricinus* склали німфи. ДНК *V. burgdorferi s. l.*, *B. miyatotoi*, *A. phagocytophilum* та *Babesia spp.* визначили в 36,0% кліщів, у тому числі у 32% — детектовано ДНК одного збудника, у 4% — декількох одночасно.

Висновки. Вперше в Україні при ідентифікації кліщів виявлено наявність особин трьох видів — *I. ricinus*, *D. reticulatus* і *R. sanguineus*, домінували екземпляри *I. ricinus* (98,9%). У кліщах роду *I. ricinus* переважали німфи (53,5%) і дорослі особини (33,2%). 19,2% кліщів були заражені бореліями генокомплексу *V. burgdorferi s. l.*, 14,7% — *A. phagocytophilum*, 1,7% — *B. miyatotoi*, 0,3% — *Babesia spp.* Серед 441 кліща, в яких виявлено збудники трансмісивних бактеріозів, переважали *V. burgdorferi s. l.* (53,5%) і *A. phagocytophilum* (40,8%), у 3,8% особин — виявлено ДНК декількох бактерій одночасно.

Ключевые слова: ДНК; *V. burgdorferi*; *A. phagocytophilum*; *B. miyatotoi*; *Babesia spp.*; клещи; диагностика.

Буковинський медичний вісник. Т.24, № 1 (93). С. 195-201.

ЗАРАЖЕННОСТЬ КЛЕЩЕЙ, ОТОБРАННЫХ ОТ ЛЮДЕЙ В УКРАИНЕ, ВОЗБУДИТЕЛЯМИ НЕКОТОРЫХ БАКТЕРИОЗОВ

М.И. Шкільна, М.А. Андрейчин, С.С. Подобивский, Л.Я. Федонюк, В.А. Панічев, О.Л. Івахів, Н.Ю. Вишневецька, О.М. Марчук, М.М. Корда, И.Н. Клищ

Актуальность. Клещевые бактериозы представляют серьезную медико-социальную проблему. Часто иксодовые клещи заражены несколькими возбудителями природно-очаговых инфекционных болезней человека одновременно: клещевой энцефалит, Лайм-боррелиоз, гранулоцитарный анаплазмоз, моноцитарный эрлихиоз, бабезиоз. ПЦР в режиме реального

Оригінальні дослідження

времени позволяет по единой методике идентифицировать сразу несколько возбудителей в одном клеще.

Цель работы — установить частоту естественного заражения клещей *B. burgdorferi s.l.*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi* та *Babesia spp.*, отобранных от жителей Тернопольской области, используя метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) в реальном времени.

Материал и методы. Исследовали 1 226 клещей, отобранных от людей, из них 1 179 — получили от жителей Тернополя и области, 47 — от жителей других областей Украины. ДНК *B. burgdorferi s.l.*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi* та *Babesia spp.* определяли с помощью ПЦР в режиме реального времени.

Результаты. Идентифицировано 1 226 клещей: 1 212 *Ixodes ricinus*, 12 *Dermacentor reticulatus* и 2 *Rhipicephalus sanguineus*. При идентификации клещей *Ixodes ricinus* по полу и стадии развития отмечено, что самок было 32,3%, самцов — 0,9%, личинок — 2,6%, в 10,6% клещей стадии и пол не установлены; большую часть — 53,5% исследованных клещей *I. ricinus* составили нимфы. ДНК *B. burgdorferi s.l.*, *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* и *Babesia spp.* определили в 36,0% клещей, в том числе в 32,0% — детектировано ДНК одного возбудителя, в 4,0% — несколько одновременно.

Выводы. Впервые в Украине при идентификации клещей, выявлено наличие особей трех видов — *I. ricinus*, *D. reticulatus* і *R. sanguineus*, доминировали экземпляры *I. ricinus* (98,9%). В клещах рода *I. ricinus* преобладали нимфы (53,5%) и взрослые особи (33,2%). 19,2% клещей заражены борелиями генокомплекса *B. burgdorferi s.l.*, 14,7% — *A. phagocytophilum*, 1,7% — *B. miyamotoi*, 0,3% — *Babesia spp.* Среди 441 инфицированных клещей преобладали *B. burgdorferi s.l.* (53,5%) и *A. phagocytophilum* (40,8%), в 3,8% особей — диагностировали ДНК нескольких бактерий одновременно.

Keywords: DNA;
B. burgdorferi;
A. phagocytophilum;
B. miyamotoi; *Babesia*
spp.; ticks; diagnosis.

Bukovinian Medical
Herald. V.24, № 1 (93).
P. 195-201.

INFECTION OF TICKS COLLECTED FROM HUMANS IN UKRAINE, BY CAUSATIVE AGENTS OF SOME BACTERIOSIS

M.I. Shkilna, M.A. Andreychyn, S.S. Podobivsky, L.Ya. Fedoniuk, V.A. Panychev, O.L. Ivakhiv, N.Yu. Vyshnevskaya, O.M. Marchuk, M.M. Korda, I.M. Klishch

Topicality. Tick-borne bacteriosis is a serious medical and social problem. Often, ixodic ticks are infected with several pathogens of human infectious diseases concurrently: tick-borne encephalitis, Lyme-borreliosis, granulocyte anaplasmosis, monocytic ehrlichiosis, babesiosis. Real-time PCR allows the identification of several pathogens in a single tick using a single method.

The aim of the study – to establish the frequency of natural infection of ticks with *B. burgdorferi s.l.*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi*, *Babesia spp.*, selected from the residents of Ternopil region, using the polymerase chain reaction (PCR) method.

Material and methods. 1226 ticks were examined: 1179 - received from residents of Ternopil and the region, 47 – from other regions of Ukraine. DNA *B. burgdorferi s.l.*, *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* and *Babesia spp.* was determined by real-time PCR. The study of tick infestation by pathogens of the above bacteriosis selected from humans was conducted for the first time in Ukraine.

Results. 1226 ticks have been identified: 1212 *Ixodes ricinus*, 12 *Dermacentor reticulatus* and 2 *Rhipicephalus sanguineus*. Identification of *Ixodes ricinus* ticks by sex and stage of development, noted that females were 32.3 %, males – 0.9 %, larvae – 2.6 %, 10.6 % of ticks were not identified; the largest part – 53.5 % of the studied ticks of *I. Ricinus* were nymphs. DNA of *B. burgdorferi s.l.*, *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* and *Babesia spp.* identified in 36.0 %

of ticks, including in 32.0 % the DNA of one pathogen was detected, in 4.0 % — several at the same time.

Conclusions. For the first time in Ukraine ticks identification shows the presence of three species — *I. ricinus*, *D. reticulatus* and *R. sanguineus*, *I. ricinus* dominated (98.9 %). Ticks of the genus *I. ricinus* were dominated by nymphs (53.5 %) and adult individuals (33.2 %). 19.2 % of ticks are infected with *B. burgdorferi* s. l., 14.7 % — *A. phagocytophilum*, 1.7 % — *B. miyamotoi*, 0.3 % — *Babesia* sp. Among 441 infected ticks, *B. burgdorferi* s. l. (53.5 %) and *A. phagocytophilum* (40.8 %), in 3.8 % of individuals, the DNA of several bacteria simultaneously were diagnosed.

Вступ. В Україні ліси займають близько 16% території. Тернопільська область розташована в зоні з лісовими ландшафтами (загальна площа лісового фонду області становить 199,3 тис. га із змішано-широколистяними породами дерев), родючими ґрунтами, помірним континентальним кліматом і належить до областей, сприятливих до природно-осередкових хвороб [1]. Території іксодових кліщових бореліозів виявлено в 57 населених пунктах 14 районів нашої області та у м. Тернополі [2].

Іксодові кліщі (родина Ixodidae) є переносниками збудників таких природно-осередкових інфекційних хвороб людини, як кліщовий енцефаліт, Лайм-бореліоз (ЛБ), гранулоцитарний анаплазмоз, моноцитарний ерліхіоз, бабезіоз [3].

Найбільш поширеним захворюванням, яке передається кліщами на території Європи, є хвороба Лайма (ХЛ) (системний кліщовий бореліоз, ЛБ, хронічна мігруюча еритема) [4].

Відсутність чітких патогномічних симптомів при інфекційних хворобах, що передаються іксодовими кліщами, за винятком мігруючої еритеми у частини пацієнтів з ЛБ, диктує необхідність застосування методів специфічної лабораторної діагностики цих недуг. Найбільш перспективним та інформативним є виявлення нуклеїнових кислот збудників трансмісивних інфекцій за допомогою ПЛР у режимі реального часу,

що дозволяє за єдиною методикою ідентифікувати відразу декілька маркерів в одній пробі [5].

Мета роботи — встановити частоту природного зараження кліщів *B. burgdorferi sensu lato*, *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi* та *Babesia* spp., відібраних від мешканців Тернопільської області, використовуючи метод ПЛР у реальному часі.

Матеріал і методи. У лабораторії Центру із вивчення Лайм-бореліозу та інших інфекцій, що передаються кліщами, який функціонує при Тернопільському національному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, протягом 2017–2019 рр. дослідили 1226 кліщів, відібраних від людей, з них 1179 — отримали від мешканців Тернополя та області, 47 — від жителів інших областей України.

Кліщів ідентифікували за допомогою стереомікроскопічної системи SEO. ДНК *B. burgdorferi sensu stricto* (*B. burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii* та *B. garinii*), *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* та *Babesia* spp. визначали за допомогою ПЛР у режимі реального часу.

Вивчення зараження кліщів збудниками зазначених вище бактерозів, відібраних від людей, в Україні проводили вперше.

Результати дослідження та їх обговорення. Зі слів пацієнтів, у 233 (19,0%) випадках напади на них кліщів сталися в населених пунктах Тернопільської області, за винятком міста Тернополя, у 47 (3,8%) —

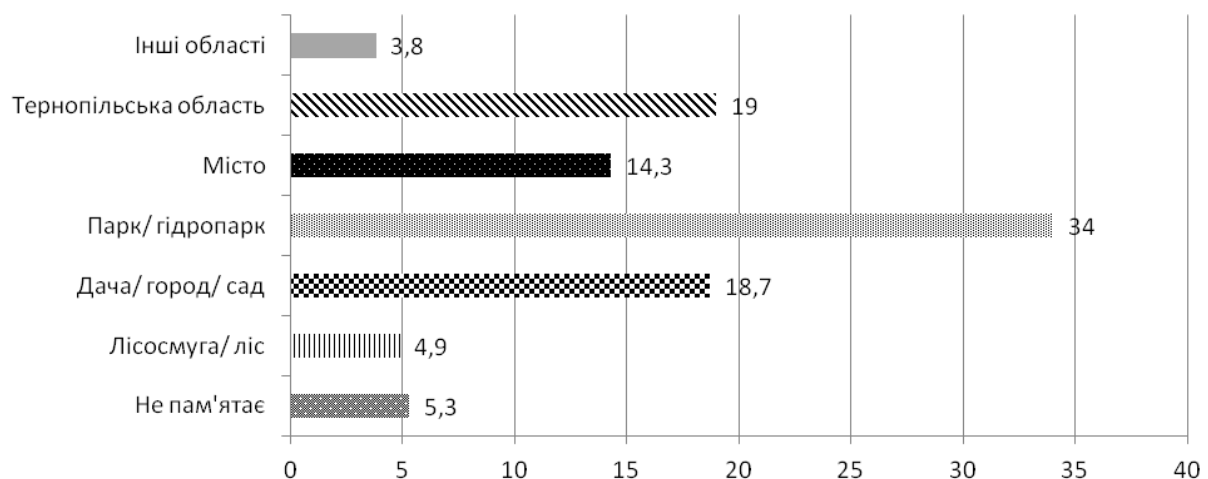


Рис. 1. Місцевість, де відбувались напади кліщів на людей, %

Оригінальні дослідження

в інших регіонах України. У Тернополі і в прилеглих селах зареєстровано 946 (77,2%) епізодів нападів кліщів на людей. У тому числі в 175 (14,3%) випадках нападів зазнали мешканці міста в місцях, розташованих за межами парків, у 417 (34,0%) — у паркових зонах, у 229 (18,7%) — кліщі здійснили свої напади на людей

на дачно-городніх ділянках міста і прилеглих до нього сіл, у 60 (4,9%) — території лісосмуги/лісу. Варто зазначити, що 65 (5,3%) потерпілих не пам'ятали або не могли чітко вказати місцевість, де на них напали кліщі (рис. 1).



Рис. 2. Результати ідентифікації кліщів *I. ricinus* (n=1226), відібраних від людей у 2017-2019 рр., за стадією розвитку і статтю

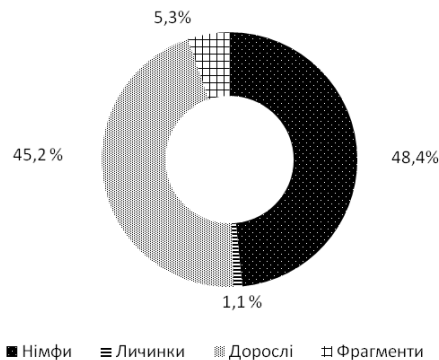


Рис. 3. Зараженість кліщів *I. ricinus* (n=438) на різних стадіях розвитку, відібраних у 2017-2019 рр. від людей, збудниками трансмісивних бактеріозів

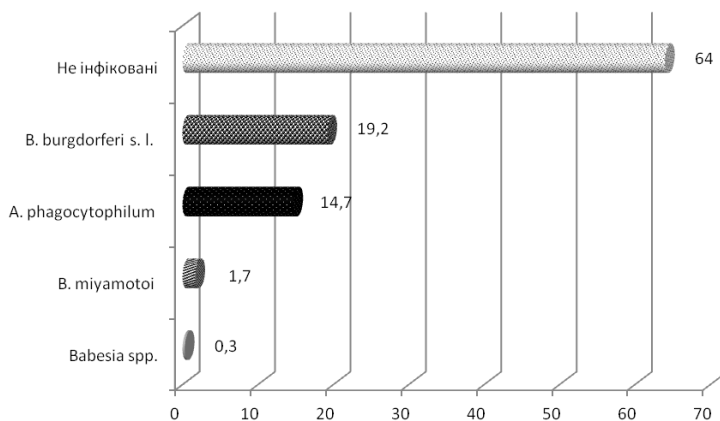


Рис. 4. Відсоток заражених кліщів (n=1226), відібраних від людей у 2017-2019 рр., збудниками трансмісивних бактеріозів

За період 2017–2019 рр. у лабораторії Центру із вивчення Лайм-бореліозу та інших інфекцій, що передаються кліщами, ідентифіковано 1226 кліщів: 1212 (98,9%) *Ixodes ricinus*, 12 (0,9%) *Dermacentor reticulatus* і 2 (0,2%) *Rhipicephalus sanguineus*.

Отримані нами дані збігаються з результатами науковців із Бельгії, у дослідженнях яких 99,0% кліщів, відібраних від людей, належали до роду *Ixodes ricinus* [6]. Водночас у подібних дослідженнях, проведених науковцями з Італії, відсоток кліщів зазначеного роду становив лише 59,5 [7]. Значно відрізняються результати останніх дослідників і щодо виявленої частки кліщів роду *Rhipicephalus sanguineus*. На противагу нашим результатам, в яких кліщі цього роду становили 0,2% від загальної кількості відібраних, за даними дослідників з Італії вони становили аж 21,4%. Щодо кліщів роду *Dermacentor reticulatus*, наші дані (0,9%) співзвучні з результатами вчених із Бельгії — 0,3% [6] і близькі до результатів дослідників із Польщі, які ідентифікували цих кліщів в 1,9% пацієнтів, котрі зазнали нападів [8].

При ідентифікації кліщів *Ixodes ricinus* за статтю і стадією розвитку відзначено, що самок було 391 (32,3%), самців — 12 (0,9%), личинок — 32 (2,6%), а в 128 (10,6%) кліщів не були встановлені стадії розвитку і стать. Слід зазначити, що більшу частину — 649 (53,5%) із 1212 досліджених кліщів *I. ricinus* становили німфи (рис. 2).

За даними літератури, в Італії серед усіх кліщів роду *I. ricinus*, які були відібрані від людей, німфи становили 41,0% [7], у Швеції — 70,0% [P. Lindblom], у Бельгії та Великій Британії — по 81,0% [7, 9].

Виявлення нуклеїнових кислот *B. burgdorferi sensu lato* (*B. burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii* та *B. garinii*), *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* та *Babesia* spp. у кліщах проводили в лабораторії Центру із вивчення Лайм-бореліозу. ДНК зазначених бактерій визначили в 441 (36,0%) кліща із 1226 досліджених, у тому числі у 392 (32%) — детектовано ДНК одного збудника, у 49 (4%) — декількох одночасно.

Проведений аналіз 441 зараженого кліща дозволив встановити, що 3 (0,7%) із них були особини *D. reticulatus*, решту 438 (99,3%) становили кліщі *I. ricinus*.

Доцільно зазначити, що серед заражених 438 кліщів *I. ricinus* домінували німфи і дорослі особини — 212 (48,4%) і 198 (45,2%) відповідно. Цікавим виявився той факт, що 5,3% обстежених кліщів склали фрагменти представників роду *I. ricinus*, які не були ідентифіковані за стадією розвитку і статтю, а 1,1% — личинки (рис. 3).

За даними детекції ДНК бактерій у ПЛР, зараженими бореліями генокомплексу *B. burgdorferi sensu lato*, були 236 (19,2%) кліщів із 1226 досліджених, що збігається з даними літератури, згідно з якими кількість кліщів, заражених *B. burgdorferi s. l.* в Європі коливається від 0,5 до 85,0%, у США — від 1,0 до 100,0%. Отримані нами результати співзвучні з даними науковців із Польщі, які у кліщах, відібраних від людей, виявили борелій генокомплексу *B. burgdorferi s. l.* в 15,3% досліджених [8]. ДНК *A. phagocytophilum* виявлено у 14,7% кліщів, відібраних від людей, *B. miyamotoi* — в 1,7%, а *Babesia* spp. — лише в 0,3% (рис. 4).

Генотипування борелій комплексу *B. burgdorferi sensu lato* в нашій роботі не проводили. Окремо, спільно з науковцями Державної Вищої школи ім. Папи Іоанна-Павла II (Біла Підляска, Польща), у 2018 році при дослідженні кліщів, відібраних із довкілля Тернопільської області, здійснили генотипування виявлених на території Тернопільщини *B. Burgdorferi sensu lato*, домінували *B. carinii* [10].

Вид *B. miyamotoi* генетично належить до групи борелій — збудників поворотних гарячок. *B. miyamotoi* все частіше виявляють у кліщах, відібраних у довкіллі північної півкулі світу. Ця спірохета була детектована науковцями Канади та США. Дані літератури інформують про наявність цієї борелії також у багатьох кра-

їнах Європи, зокрема в Чехії, Данії, Естонії, Франції, Німеччині, Нідерландах, Норвегії, Польщі, Румунії, Швеції та Швейцарії [11, 12, 13, 14]. Вивчення поширення даного виду спірохет на території України лише розпочато. Такі дослідження щодо розповсюдження кліщів, заражених цими бореліями на Західній Україні, і власне на Тернопільщині, не проводились.

Нами виявлено 21 кліща, зараженого *B. miyamotoi*, що становило 1,7% від загальної кількості (1226) кліщів. За даними літератури, у країнах Європи природна зараженість кліщів, відібраних із довкілля, *B. miyamotoi* досить різна: в Естонії — 0,4% [15], у Бельгії — 1,14%, у Нідерландах — 4,84% [16], у Франції — 3,0% [17]. У Німеччині цей показник коливається від 1,8 до 2,8% [18].

У 180 (14,7%) із 1226 кліщів виявлено ДНК *A. phagocytophilum*. Отримані нами результати співзвучні з даними науковців Італії, в яких відсоток позитивних результатів щодо даного збудника коливався від 1,6 до 19,9% у кліщів [19], відібраних із довкілля. Тоді, як зараженість кліщів, відібраних від потерпілих людей цієї країни, становила 10,5% [7].

У кліщах можуть бути декілька збудників трансмісивних інфекцій. У наших дослідженнях ДНК лише одного зі збудників: *B. burgdorferi sensu lato*, *B. miyamotoi*, *A. phagocytophilum* та *Babesia* spp. виявили в 394 (32,1%) із 1226 досліджених кліщів. Водночас 47 (3,8%) кліщів із загальної кількості обстежених мали збудників декількох інфекцій. Нами встановлено 6 типів різних комбінацій. Поєднання двійний мікст наявний у 45 кліщах, потрійний — у 2, відповідно (табл. 1).

Цікавим виявився той факт, що *B. Burgdorferi s. l.*

Таблиця 1
Відсоток різних поєднань збудників у заражених кліщах (n=441), відібраних від мешканців Тернопільщини, (абс.)

Bbs+Brm	Bbs+Aph	Brm+Aph	Bbs+Brm+Aph	Bbs+Bab	Bbs+Aph+Bab
1,4 (6)	7,0 (31)	1,1 (5)	0,2 (1)	0,7 (3)	0,2 (1)

Примітки: Bbs – *B. burgdorferi sensu lato*; Brm – *B. miyamotoi*; Bab – *Babesia* spp.; Aph – *A. phagocytophilum*.

була наявна в усіх шістьох комбінаціях. Другою за поширенням була *A. phagocytophilum* – 84,4% усіх мікст-заражень.

Отримані нами дані щодо зараженості кліщів декількома збудниками співзвучні з результатами науковців із Румунії та Бельгії, в яких кількість інфікованих кліщів становила – 3,7 і 3,9 % відповідно. Тоді як дослідники з Італії отримали дещо вищий показник – 5,7 % [6].

Таким чином, проблема поєднаної зараженості кліщів декількома збудниками трансмісивних бактеріозів є надзвичайно актуальною для практичної медицини. Саме тому серед науковців наявне припущення, що будь-яку хворобу, яка виникла в результаті нападу кліща, необхідно розглядати як потенційну мікст-інфекцію [20].

Висновки.

1. Вперше в Україні при ідентифікації кліщів, відібраних від людей у 2017–2019 рр., виявлено наявність особин трьох видів — *I. ricinus*, *D. reticulatus* і *R. sanguineus*, домінували екземпляри *I. ricinus* (98,9%).

2. Із кліщів роду *I. ricinus* різних стадій розвитку переважали німфи (53,5%) і дорослі особини (33,2%).

3. 19,2% кліщів, відібраних від людей, були заражені бореліями генокомплексу *B. burgdorferi s. l.*, 14,7% — *A. phagocytophilum*, 1,7% — *B. miyamotoi*, 0,3% — *Babesia* spp.

4. Серед 441 кліща, в яких виявлено збудники трансмісивних бактеріозів, переважали *B. burgdorferi s. l.* (53,5%) і *A. phagocytophilum* (40,8%), у 47 (3,8%) особин — виявлено ДНК декількох бактерій одночасно.

5. Одночасна зараженість кліщів декількома збуд-

Оригінальні дослідження

никами трансмісивних бактеріозів може спричинити те, що інфікування людей кількома бактеріями при укусі одним кліщем значно ускладнюватиме клінічну діагностику захворювання у них, оскільки будуть розвиватися ко-інфекції.

Список літератури

1. Климнюк ІС, Романюк ЛБ, Кравець НЯ. Деякі аспекти епідеміології та діагностики Лайм-бореліозу. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2017;3 (70): 147-53.
2. Шкільна МІ. Лайм-бореліоз у працівників лісових господарств Тернопільської області. *Інфекційні хвороби.* 2016; 1(83): 36-40.
3. Тетерин ВЮ, Коренберг ЭИ, Нефедова ВВ. Клинико-лабораторная диагностика инфекций, передающихся иксодовыми клещами, в Пермском крае. *Эпидемиология и инфекционные болезни.* 2013;4:11-15.
4. Michelet L, Delannoy S, Devillers E, et al. High-throughput screening of tick-borne pathogens in Europe. *Front Cell Infect Microbiol.* 2014;4:103.
5. Бондаренко ЕИ, Тимофеев ДИ, Фоменко НВ. Комплексный подход к выявлению возбудителей инфекций, переносимых клещами, с помощью ПЦР-анализа с детекцией в режиме реального времени. *Сибирский медицинский журнал.* 2012; № 4: 33-36.
6. Lernout T, Regge NDe, Tersago K, et al. Prevalence of pathogens in ticks collected from humans through citizen science in Belgium. *Parasites Vectors.* 2019; 12:550.
7. Otranto D, Dantas-Torres F, Giannelli A, et al. Ticks infesting humans in Italy and associated pathogens. *Parasites Vectors.* 2014;7:328.
8. Gałęziowska E, Rzymowska J, Najda N, et al. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in ticks removed from skin of people and circumstances of being bitten – research from the area of Poland, 2012–2014. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine.* 2018; 25 (1): 31-35.
9. Cull B, Pietzsch ME, Hansford KM, et al. Surveillance of British ticks: an overview of species records, host associations, and new records of *Ixodes ricinus* distribution. *Ticks Tick Borne Dis.* 2018; 9: 605-14.
10. Weiner M, Ĺukiewicz-Sobczak W, Tokarska-Rodak M, et al. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in ticks from Ternopil region in Ukraine. *J Vet Res.* 2018; 62: 275-80.
11. Iwabu-Itoh Y, Bazartseren B, Naranbaatar O, et al. Tick surveillance for *Borrelia miyamotoi* and phylogenetic analysis of isolates in Mongolia and Japan. *Ticks Tick Borne Dis.* 2017; 8 (6): 850-57.
12. Dibbernardo A, Cote T, Ogden NH, et al. The prevalence of *Borrelia miyamotoi* infection, and co-infections with other *Borrelia* spp. in *Ixodes scapularis* ticks collected in Canada. *Parasit Vectors.* 2014; 7(1):183.
13. Wagemakers A, Jahfari S, Wever BDe. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in the Netherlands. *Ticks Tick Borne Dis.* 2017; 8 (3):370-74.
14. Crowder CD, Carolan HE, Rounds MA, et al. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in *Ixodes* ticks in Europe and the United States. *Emerg. Infect. Dis.* 2014; 20: 1678-82.
15. Geller J, Nazarova L, Katargin O, et al. Detection and genetic characterization of relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Estonian ticks. *Plos one.* 2012; 7(12): e51914.
16. Cochez C, Heyman P, Heylen D, et al. The presence of *Borrelia miyamotoi*, a relapsing fever spirochaete, in questing *Ixodes ricinus* in Belgium and in the Netherlands. *Zoonoses and Public Health.* 2015; 62(5): 331-33.
17. François Cosson J, Michelet L, Chotte J, et al. Genetic characterization of the human relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in vectors and animal reservoirs of Lyme disease spirochetes in France. *Parasites & Vectors.* 2014; 7:233.
18. Venczel R, Knoke L, Pavlovic M, et al. A novel duplex real-time PCR permits simultaneous detection and differentiation of *Borrelia miyamotoi* and *Borrelia burgdorferi sensu lato*. *Infection.* 2016; 44: 47-55.
19. Corrain R, Drigo M, Fenati M, et al. Study on ticks and tick-borne zoonoses in public parks in Italy. *Zoonoses and Public Health.* 2012; 59: 468-76.
20. Любезнова ОН, Бондаренко АЛ, Карань ЛС. Зараженность клещей *Ixodes persulcatus* возбудителями различных заболеваний в эндемичном регионе европейской части России. *Актуальная инсектология.* 2014; 2 (3): 49-52.

References

1. Klymniuk IS, Romaniuk LB, Kravets NYa. Deiaiki aspekty epidemiolohii ta diahnostryky Laim-boreliozu [Some aspects of the epidemiology and diagnosis of Lyme borreliosis]. *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu. Ser. Biol.* 2017;3 (70): 147-53. (in Ukrainian).
2. Shkilna MI. Laim-borelioz u pratsivnykiv lisovykh gospodarstv Ternopilskoi oblasti [Lyme borreliosis in forestry workers of Ternopil region]. *Infektsiini khvoroby.* 2016; 1(83): 36-40. (in Ukrainian).
3. Teterin VJu, Korenberg JeI, Nefedova VV. Kliniko-laboratornaja diagnostika infekcij, peredajushhihsja iksodovymi kleshhami, v permskom krae [Clinical and laboratory diagnosis of infections transmitted by Ixodes ticks in the Perm region]. *Epidemiologija i infekcionnye bolezni.* 2013;4:11-15. (in Russian).
4. Michelet L, Delannoy S, Devillers E, et al. High-throughput screening of tick-borne pathogens in Europe. *Front Cell Infect Microbiol.* 2014;4:103.
5. Bondarenko EI, Timofeev DI, Fomenko NV. Kompleksnyj podhod k vyjavleniju vozбудitelej infekcij, perenosimyh kleshhami, s pomoshh'ju PCR-analiza s detekciej v rezhime real'nogo vremeni [An integrated approach to identifying tick-borne infections by PCR analysis with real-time detection]. *Sibirskij medicinskij zhurnal.* 2012; № 4: 33-36. (in Russian).
6. Lernout T, Regge NDe, Tersago K, et al. Prevalence of pathogens in ticks collected from humans through citizen science in Belgium. *Parasites Vectors.* 2019; 12:550.
7. Otranto D, Dantas-Torres F, Giannelli A, et al. Ticks infesting humans in Italy and associated pathogens. *Parasites Vectors.* 2014;7:328.
8. Gałęziowska E, Rzymowska J, Najda N, et al. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in ticks removed from skin of people and circumstances of being bitten – research from the area of Poland, 2012–2014. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine.* 2018; 25 (1): 31-35.
9. Cull B, Pietzsch ME, Hansford KM, et al. Surveillance of British ticks: an overview of species records, host associations, and new records of *Ixodes ricinus* distribution. *Ticks Tick Borne Dis.* 2018; 9: 605-14.
10. Weiner M, Ĺukiewicz-Sobczak W, Tokarska-Rodak M, et al. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in ticks from Ternopil region in Ukraine. *J Vet Res.* 2018; 62: 275-80.
11. Iwabu-Itoh Y, Bazartseren B, Naranbaatar O, et al. Tick surveillance for *Borrelia miyamotoi* and phylogenetic analysis of isolates in Mongolia and Japan. *Ticks Tick Borne Dis.* 2017; 8 (6): 850-57.
12. Dibbernardo A, Cote T, Ogden NH, et al. The prevalence of *Borrelia miyamotoi* infection, and co-infections with other *Borrelia* spp. in *Ixodes scapularis* ticks collected in Canada. *Parasit Vectors.* 2014; 7(1):183.
13. Wagemakers A, Jahfari S, Wever BDe. *Borrelia miyamotoi* in vectors and hosts in the Netherlands. *Ticks Tick Borne Dis.* 2017; 8 (3):370-74.
14. Crowder CD, Carolan HE, Rounds MA, et al. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in *Ixodes* ticks in Europe and the United States. *Emerg. Infect. Dis.* 2014; 20: 1678-82.

15. Geller J, Nazarova L, Katargin O, et al. Detection and genetic characterization of relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Estonian ticks. *Plos one*. 2012; 7(12): e51914.
16. Cochez C, Heyman P, Heylen D, et al. The presence of *Borrelia miyamotoi*, a relapsing fever spirochaete, in questing *Ixodes ricinus* in Belgium and in the Netherlands. *Zoonoses and Public Health*. 2015; 62(5): 331–33.
17. François Cosson J, Michelet L, Chotte J, et al. Genetic characterization of the human relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in vectors and animal reservoirs of Lyme disease spirochetes in France. *Parasites & Vectors*. 2014; 7:233.
18. Venczel R, Knoke L, Pavlovic M, et al. Anovel duplex real-time PCR permits simultaneous detection and differentiation of *Borrelia miyamotoi* and *Borrelia burgdorferi sensu lato*. *Infection*. 2016; 44: 47-55.
19. Corrain R, Drigo M, Fenati M, et al. Study on ticks and tick-borne zoonoses in public parks in Italy. *Zoonoses and Public Health*. 2012; 59: 468-76.
20. Ljubeznova ON, Bondarenko AL, Karan' LS. Zarazhennost' kleshhej ixodes persulcatus vzbuditeljami razlichnyh zabojevanij v jendemichnom regione evropejskoj chasti Rossii [Infection of ticks ixodes persulcatus with pathogens of various diseases in the endemic region of the European part of Russia]. *Aktualna insektolohiia*. 2014; 2 (3): 49-52. (in Russian).

Відомості про авторів

Шкільна Марія Іванівна — канд. мед. наук, доцент каф. інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними та венеричними хворобами ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Андрейчин Михайло Антонович — доктор мед. наук, професор, академік НАМН України, зав. каф. інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними та венеричними хворобами ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Подобівський Степан Степанович — канд. біол. наук, доцент кафедри медичної біології ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського. Федонюк Лариса Ярославівна — доктор мед. наук, професор, завідувач каф. медичної біології ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Панічев Володимир Олександрович — асистент кафедри гігієни ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Івахів Олег Любомирович — канд. мед. наук, доцент каф. інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними та венеричними хворобами ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Вишневська Наталія Юріївна — канд. мед. наук, асистент каф. інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними та венеричними хворобами ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Марчук Ольга Михайлівна — провідний фахівець лабораторії ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Корда Михайло Михайлович — доктор мед. наук, професор, ректор ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Кліщ Іван Миколайович — доктор біол. наук, професор, проректор з наукової роботи ТНМУ ім. І. Я. Горбачевського.

Information about the authors

Shkilna M. I. — PhD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Dermatology and Venereology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Andreychyn M. A. — MD, Professor, academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Chief of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Dermatology and Venereology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Podobivsky S. S. — PhD (Biology), Associate Professor of the Department of the Medical Biology of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Fedoniuk L. Ya. — MD, Professor, Chief of the Medical Biology Department, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Panychev V. A. — assistant of the Department General Hygiene and Ecology I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Ivakhiv O. L. — PhD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases with Epidemiology, Dermatology and Venereology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Vyshnevskaya N. Yu. — MD, assistant of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Dermatology and Venereology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Marchuk O. M. — Senior expert ITRL (Interdepartmental Training and Research Laboratory, Sector of Experimental and Clinical Studies, the PCR laboratory) I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Korda M. M. — MD, Professor, Rector, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Klishch I. M. — DS (Biology), Professor, Vice-rector for scientific work, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University.

Надійшла до редакції 22.02.2020

Рецензент — проф. Москалюк В.Д.

© М.І. Шкільна, М.А. Андрейчин, С.С. Подобівський, Л.Я. Федонюк, В.О. Панічев, О.Л. Івахів, Н.Ю. Вишневська, О.М. Марчук, М.М. Корда, І.М. Кліщ, 2020