

**PROCENA POTENCIJALNOG I AKTUELNOG RIZIKA TRANSMISIJE  
UZROČNIKA LAJMSKE BOLESTI NA TERITORIJI BEOGRADA\*  
ASSESSMENT OF THE POTENTIAL AND ACTUAL RISK OF LYME DISEASE  
AGENT TRANSMISSION IN THE TERRITORY OF BELGRADE**

**Milutin Đorđević, Milena Krstić, Novica Stajković\*\***

*Na teritoriji Beograda na 16 lokaliteta (15 opitnih i jedan kontrolni) koji su pripadali različitim ekološkim kategorijama: parkovi (Topčider, Ušće, park Banovo brdo, Šumice, Hajd park), park-šume (Košutnjak, Zvezdara, SP Jajinci, Ada Ciganlija, Banjica) i šume (Avala, Lipovica, Bojčinska šuma, Manastirska šuma, Makiš) istraživana je potencijalna i aktuelni rizik transmisije *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Za kontrolni lokalitet uzeta je Šuplja Stena na kojoj se ne izvode hemijski tretmani. Jednom mesečno, od marta do oktobra 2012. godine, metodom flag-časa sakupljani su krpelji. Krpelji su determinisani do vrste. Svi krpelji *Ixodes ricinus* pregledani su u tamnom polju mikroskopa. Ukupno je prikupljeno 3.158 jedinki krpelja od čega 2.797 (88,6%) *I. ricinus*, 175 (5,5%) *Dermacentor reticulatus* i 186 (5,9%) *Rhipicephalus sanguineus*. Na šumskim lokalitetima sakupljeno je 1.102 *I. ricinus*, na lokalitetima park-šuma 730 i na lokalitetima parkova 569. Inficiranost krpelja *B. burgdorferi sensu lato* na lokalitetima šuma kretala se između 23,8 i 36,3%, na lokalitetima park-šuma 23,2 - 32,6% i na lokalitetima parkova 23,8 - 40,0%. Dvanaest lokaliteta je ispunjavalo uslove visokog potencijalnog rizika, a 3 umerenog. Sem Makiša, na lokalitetima šuma, aktuelni rizik je marta i aprila bio siguran, a u ostalim mesecima je bio promenljiv. Na lokalitetima park-šuma, siguran aktuelni rizik je registrovan 16 puta, moguć rizik 23 i ograničen jednom. Na lokalitetima koji pripadaju parkovskim površinama, siguran aktuelni rizik je ustanovljen 3 puta, moguć 30 i ograničen 7 puta. Na kontrolnom lokalitetu Šuplja Stena, aktuelni rizik transmisije *B. burgdorferi sensu lato* je registrovan svih meseci istraživanja.*

\* Rad primljen za štampu 14.10.2015.

\*\* Dr sc. vet. med. Milutin Đorđević, vanredni profesor, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija; dr sc. med. Milena Krstić, asistent; dr sc. med. Novica Stajković, naučni savetnik, Vojnomedicinska akademija, Beograd, Srbija

*Na teritoriji Beograda postoje povoljni uslovi za održavanje vektora lajmske bolesti i potencijalni i aktuelni rizik za transmisiju B. burgdorferi sensu lato.*

*Ključne reči: krpelji, Borrelia burgdorferi sensu lato, transmisija, potencijalni i aktuelni rizik*

#### Uvod / Introduction

Lajmska bolest je zoonoza koju izaziva spiroheta *Borrelia burgdorferi sensu lato*, a prenose krpelji, uglavnom iz kompleksa *Ixodes ricinus*. Iako je kao klinički entitet definisana davne 1977. u SAD-u, kod istraživača zbog svoje kompleksnosti kliničkog toka, antigene složenosti uzročnika i njegove cirkulacije u prirodi između različitih životinjskih vrsta i sredina, i danas predstavlja enigm. U Srbiji je prvi put otkrivena 1987. godine, vektor *Ixodes ricinus* je potvrđen 1992. godine, a rezervoar *Apodemus flavicollis* 1993. godine. Broj obolelih je kao i u drugim sredinama gde se ova bolest javila bio u stalnom porastu bez obzira na mere prevencije koje su preduzimate. U Beogradu se godišnje registrovalo između 84 i 270 novo obolelih osoba. Broj građana koji se obraćao za odstranjivanje krpelja je iz godine u godinu rastao i kretao se između 870 i 1450.

Prisustvo vektora, njegove zaraženosti sa *B. burgdorferi sensu lato* i broj obolelih je navelo epidemiologe da razrade monitoring praćenja i suzbijanja vektora (*I. ricinus*). Ovo je urađeno 1994. godine. Ovaj monitoring je shodno svetskim saznanjima obnavljan-modifikovan. Ove aktivnosti su sve više dobijale na značaju kada se saznalo da vakcine za ljude neće dugo još biti, i kada se prevenciji kao meri daje prednost u odnosu na sve ostale mere.

Položaj Beograda, veliki broj parkova, park-šuma i šuma, ptica, kućnih ljubimaca, pasa lualica, divljači i umereno-kontinentalna klima su optimalna sredina za dugotrajno održavanje iksodidnih krpelja. Procena rizika u početku je rađena na osnovu brojnosti krpelja po flag času, a zatim modifikovana entomološkim i ekološkim indeksom rizika, za svaki lokalitet, svakog meseca u toku sezone aktivnosti krpelja. U radu iznosimo rezultate koji se odnose na procenu potencijalnog i aktuelnog rizika transmisije *B. burgdorferi sensu lato* na lokalitetima Beograda.

#### Materijal i metode rada / Material and methods

Istraživanje je obavljeno u periodu od marta do oktobra meseca 2012. godine na 15 lokaliteta koji pripadaju različitim ekološkim celinama: šume (Avala, Lipovička šuma, Bojčinska šuma, Manastirska šuma, Makiš), park-šume (Košutnjak, Ada Ciganlija, Banjica, Zvezdara, SP Jajinci) i parkovi (Topčider, Hajd park, Šumice, Ušće, park Banovo brdo), a za kontrolni lokalitet uzeta je Šuplja Stena. Na svim lokalitetima, sem kontrolnog, dva puta u toku godine realizovani su hemijski tretmani. Lokaliteti su locirani na različitim nadmorskim visinama od

78 do 584 m. Jednom mesečno su metodom flag časa prikupljeni iksodidni krpelji, transportovani do laboratorije gde su determinisani do vrste. Svi krpelji koji su pripadali *I. ricinus* pregledani su u tamnom polju mikroskopa (uveličanje 400 x) na prisustvo *B. burgdorferi sensu lato* po metodi Kovalevsky i sar. (1996). Za procenu vrednosti potencijalnog rizika transmisije *B. burgdorferi sensu lato*, korišćeni su ekološki parametri: pogodnost staništa, veličina staništa i pristupačnost staništu koja su bodovana po metodologiji Schulze i sar. (1991). Vrednost ekološkog indeksa određivan je na osnovu sledećih ekoloških parametara:

1. Pogodnosti staništa – sastav biljne zajednice kao mesta za život krpelja *I. ricinus*.
2. Veličina staništa – predstavlja veličinu lokaliteta na kome se održava populacija *I. ricinus*.
3. Pristupačnost staništu – procena pristupačnosti staništu krpelja *I. ricinus* humanoj populaciji u riziku.

Ovi parametri su bodovani po unapred pripremljenoj skali od 1-5, gde zbir njihovih vrednosti predstavlja ključnu vrednost za ispitivani lokalitet, koja istovremeno određuje potencijalni rizik za transmisiju *B. burgdorferi sensu lato*. Ako je zbir bodovanja sva tri parametra manji od 6 bodova, radi se o niskom riziku transmisije *B. burgdorferi sensu lato*, ako je zbir između 6 i 10, onda je u pitanju umeren rizik transmisije i ako je zbir između 11 i 15 bodova, onda je u pitanju visok rizik transmisije uzročnika lajmske bolesti. Za procenu aktuelnog rizika transmisije *B. burgdorferi sensu lato*, na prethodna tri kriterijuma dodaju se još dva koja se odnose na:

1. Brojnost jedinki krpelja *I. ricinus* sakupljenih u toku 60 minuta ili jedan flag-čas.
2. Stepen inficiranosti krpelja *I. ricinus* sa *B. burgdorferi sensu lato*.

U skali, ako je zbir vrednosti bodova ispod 6 onda nema aktuelnog rizika, sada ni u budućnosti. Ako je vrednost između 6 i 10 nema aktuelnog rizika, ako je između 11 i 15 postoji ograničen rizik. Kada je vrednost dobijenih bodova između 16 i 20 postoji rizik (mogući rizik) i kada je postignuta vrednost bodova između 21 i 25 onda se radi o sigurnom riziku ili definitivnom riziku.

## Rezultati / Results

U toku 2012. godine od marta do oktobra na 15 ispitivanih lokaliteta koji pripadaju različitim ekološkim celinama: parkovi (Hajd park, Ušće, Šumice, park Banovo brdo, topčider), park-šume (Košutnjak, Zvezdara, Banjica, SP Jajinci, Ada Ciganlija) i šume (Avala, Lipovica, Bojčinska šuma, Manastirska šuma i Makiš) sprovedena su istraživanja prisustva iksodidnih krpelja medom flag-časa. ukupno je prikupljeno 3.158 jedinki krpelja od čega 2.797 (88,6%) *I. ricinus*, 175 (5,5%)

*Dermacentor reticulatus* (*D. reticulatus*) i 186 (5,9%) *Rhipicephalus sanguineus* (*Rh. sanguineus*) (tabela 1). *Ixodes ricinus* je otkrivan po svim lokalitetima, dok je *D. reticulatus* otkrivan na lokalitetima sa nižim nadmorskim visinama u priobalju reka. Zastupljenost *Rh. sanguineus* bilo je vezano za kretanje i prisustvo pasa lualica i kućnih ljubimaca.

**Tabela 1.** Zastupljenost pojedinih vrsta iksodinih krpelja po ekološkim kategorijama staništa

**Table 1.** Representation of some kinds of *Ixodes ricinus* in regard to ecological category of habitat

Vrsta ekološke kategorije <i>Ecological categories of habitat</i>	Broj ispitanih lokaliteta / <i>Number of monitored sites</i>	Broj i vrste sakupljenih iksodidnih krpelja <i>Number and species of collected ixodid ticks</i>		
		<i>I. ricinus</i>	<i>D. reticulatus</i>	<i>Rh. sanguineus</i>
Park <i>Park</i>	5	569	60	11
Park-šuma <i>Park-forest</i>	5	730	42	43
Šuma <i>Forest</i>	5	1102	73	75
Šuma-kontrolni / <i>Forest-control</i>	1	396	0	57
UKUPNO / <i>TOTAL</i>	16	2797	175	186

*I.* – *Ixodes*, *D.* – *Dermacentor*, *Rh* – *Rhipicephalus*

U odnosu na ekološke kategorije lokaliteta, najveće prisustvo krpelja *I. ricinus* kao vektora lajmske bolesti bilo je otkriveno na lokalitetima koji pripadaju šumama (45,9%), zatim na lokalitetima park-šume (30,4%) i na kraju, na lokalitetima parkova (23,7%).

Vrednost flag-časa na lokalitetima šuma kretala se između 10 i 38,4 na lokalitetima park-šuma između 12,0 i 21,9 a na lokalitetima parkova 9,25-25,6. Inficiranost krpelja sa *B. burgdorferi sensu lato* na lokalitetima šuma kretala se između 23,8 i 36,3%, na lokalitetima park-šuma 23,2 -32,6% i na lokalitetima parkova 23,8-40,0% (tabela 2). Vrednost flag-časa na ispitivanim lokalitetima nije uvek u korelaciji sa inficiranošću krpelja sa *B. burgdorferi sensu lato*.

Na osnovu procene potencijalnog rizika, dobijeni su sledeći rezultati: 12 lokaliteta je ispunjavalo uslove visokog rizika transmisije *B. burgdorferi sensu lato*, a 3 lokaliteta umerenog rizika (tabela 3). Umerenom riziku je pripadao jedan lokalitet iz kategorije šuma (Makiš), i dva lokaliteta iz kategorije parkova (Ušće, park Banovo brdo). Sa niskim rizikom transmisije nije otkriven ni jedan lokalitet. Kontrolni lokalitet Šuplja Stena, pripadao je visokom potencijalnom riziku transmisije *B. burgdorferi sensu lato*. Procena aktuelnog rizika transmisije *B.*

*burgdorferi sensu lato* na lokalitetima šuma je varirala u toku sezone aktivnosti krpelja i na četiri lokaliteta: Avala, Bojčinska šuma, Lipovica i Manastirska šuma, kretala se između moguće i sigurne. Na svim lokalitetima šuma, sem Makiša, tokom marta i aprila meseca vrednost aktuelnog rizika je bila sigurna, a sledećih meseci se menjala (tabela 3). Tokom cele sezone na lokalitetu Manastirska šuma vrednost aktuelnog rizika je bila sigurna sve do oktobra meseca i kretala se između 21 i 24. Na lokalitetu Makiša, aktuelni rizik transmisije je samo u toku aprila bio siguran, a ostalih meseci od ograničenog do mogućeg. Na lokalitetima park-šuma, siguran aktuelni rizik je registrovan 16 puta, moguć rizik 23 i ograničen jednom. Na lokalitetu Košutnjak vrednost aktuelnog rizika je bila sigurna sve do oktobra i kretala se između 21 i 23. Na lokalitetima koji pripadaju parkovskim površinama, siguran aktuelni rizik je ustanovljen 3 puta, moguć 30 i ograničen 7 puta. Na kontrolnom lokalitetu Šuplja Stena, aktuelni rizik transmisije *B. burgdorferi sensu lato* je registrovan svih meseci istraživanja.

Tabela 2. Prikaz brojnosti krpelja *Ixodes ricinus* i njegove inficiranosti sa *Borrelia burgdorferi sensu lato* po ispitivanim lokalitetima teritorije Beograda u 2012. godini  
Table 2. Display of number of ticks *Ixodes ricinus* and its *Borrelia burgdorferi sensu lato* infection rate by contaminated sites of Belgrade region in 2012.

Obradjeni lokaliteti / Monitored sites	Površina lokaliteta / Area of the site expressed (ha)	Skupljeno <i>Ixodes ricinus</i> Collected <i>Ixodes ricinus</i>	Vrednost Flag časa / Flag hours value	Pozitivni na B.b.s.l. i % / Positive for B.b.s.l. and %
Avala	489	307	38,4	81 (26,4)
Bojčinska šuma	630	207	25,8	66 (31,9)
Lipovička šuma	1273,8	278	34,7	101 (36,3)
Manastirska šuma	120	230	28,7	70 (30,4)
Makiš	380	80	10,0	19 (23,8)
Košutnjak	267	163	20,4	53 (32,5)
Zvezdara	137	175	21,9	57 (32,6)
SP Jajinci	100	133	16,6	33 (24,8)
Ada Ciganlija	90	96	12,0	24 (25,3)
Banjica	60	164	20,5	38 (23,2)
Topčider	35	205	25,6	82 (40,0)
Ušće	150	84	10,5	24 (28,5)
Šumice	7,65	74	9,25	20 (27,5)
Park Banovo brdo	4	88	11,0	21 (23,8)
Hajd park	8	118	14,7	30 (25,4)
Šuplja Stena	45	396	49,5	127 (32,1)

*B.b.s.l.*- *Borrelia burgdorferi sensu lato*

**Tabela 3.** Prikaz potencijalnog i aktuelnog rizika transmisije *Borrela burgdoferi sensu lato* po mesecima na lokalitetima Beograda u 2012. godini

**Table 3.** Display of potential and actual risk of *Borrela burgdoferi sensu lato* transmission, by months, at sites in Belgrade region in 2012.

Obradjeni lokaliteti / Monitored sites	PR	AKTUELNI RIZIK PO MESECIMA / ACTUAL RISK BY MONTHS							
		Mart March	April April	Maj May	Jun June	Jul July	August August	Septem. Septem.	Oktober October
Avala	13vr	21sr	22sr	22sr	20mr	20mr	20mr	20mr	20mr
Bojčinska šuma	14vr	23sr	22 sr	23sr	19mr	21sr	21sr	21sr	19mr
Lipovička šuma	13vr	22sr	22sr	20mr	21sr	21sr	20mr	21sr	18mr
Manastirska šuma	14vr	22sr	24sr	22sr	22sr	21sr	21sr	22sr	19mr
Makiš	10ur	11or	19sr	16mr	15or	17mr	17mr	18mr	12or
Košutnjak	14vr	21sr	22sr	23sr	21sr	21sr	21sr	22sr	19mr
Zvezdara	13vr	20mr	22sr	21sr	20mr	20mr	20mr	21sr	20mr
SP Jajinci	11vr	18mr	21sr	18mr	17mr	18mr	17mr	18mr	16mr
Ada Ciganlija	13vr	18mr	20mr	20mr	19mr	19mr	20mr	20mr	15or
Banjica	14vr	21sr	23sr	22sr	20mr	20mr	21sr	21sr	20mr
Topčider	11vr	21sr	21sr	20mr	18mr	18mr	18mr	20mr	18mr
Ušće	10ur	16mr	18mr	17mr	15or	15or	16mr	17mr	17mr
Šumice	13vr	20mr	20mr	19mr	19mr	19mr	18mr	18mr	13or
Park Banovo brdo	10ur	16mr	17mr	17mr	12or	15or	16mr	15or	12or
Hajd park	13vr	20mr	21sr	20mr	18mr	18mr	20mr	20mr	19mr
Šuplja Stena	14vr	24sr	23sr	23sr	22sr	22sr	22sr	22sr	22sr

PR – potencijalni rizik, vr – visok rizik, ur – umeren rizik, sr – siguran rizik, or – ograničen rizik, mr – moguć rizik /

PR – potential risk, vr – high risk, ur – moderate risk, sr – certain risk, or – limited risk, mr – possible risk, brdo – hill, šuma – forest

## Diskusija / Discussion

Lajmska bolest je multisistemsko oboljenje ljudi i životinja i od otkrića 1975. godine pa do danas broj obolelih ljudi je i pored svih saznanja u porastu. U SAD-u se u toku godine registruje oko 20.000 novoobolelih od lajmske bolesti (Kugeler i sar., 2015). U Kanadi je 2004. godine obolelo 40 osoba, a 2012. godine od lajma je obolelo 338 osoba (Lindsay i sar., 2015). U Srbiji broj obolelih ne opada, a to znači da postoje optimalni uslovi za održavanje uzročnika, vektora i rezervoara (Drndarević i sar., 1992; Stajković i sar., 1993; Čekanac i sar., 2010; Stajković i sar., 2011).

Zaražavanje uzročnikom lajmske bolesti nije uslovljeno svakim ubodom krpelja, a to zavisi od brojnih faktora, međutim, nije isključen rizik od obolevanja. Da li će doći do infekcije domaćina zavisi od ekspozicije u staništu krpelja, vrste i razvojnog stadijuma krpelja, vremena provedenog u koži domaćina, prisustva uzročnika u krpelju i endemičnosti područja (Mladenović i sar., 2010). Osobe koje obavljaju poslove na staništima krpelja su u većem riziku od zaražavanja i obolevanja u odnosu na osobe koje povremeno kontaktiraju sa staništima krpelja. Istraživanja Schwartz i Goldstein (1989) pokazuju da osobe koje provedu više od 30 sati napolju obavljajući određene aktivnosti su u riziku. Provera rizika kod ovih osoba se vrši detekcijom antitela na uzročnika lajmske bolesti u serumu. Prema dosadašnjim saznanjima najveći broj seropozitivnih slučajeva je otkriven kod šumskih radnika (Bartosik i sar., 2011; Chmielewska-Badora i sar., 2012). Istraživanje Chmielewska-Badora i sar. (2012) u tri regiona Poljske (Jablonna, Bychawka i Piotrowice) koja su sprovedena 2008. godine su pokazala da je seropozitivnost na uzročnika lajmske bolesti kod šumskih radnika iznosila 47,9%, a kod farmera 38,5%.

U endemskim područjima lajma između 0,5 i 5% osoba koje su imale ubod krpelja oboli od ove bolesti. Ukoliko je krpelj zaražen i sa kože se odstrani pre 24 časa, verovatnoća da do zaražavanja dođe je mala. Procena rizika od vremena provedenog krpelja u koži domaćina se izračunava preko skutelnog indeksa (Gray i sar., 2005; Meiners i sar., 2006). Rizik od obolevanja vezan je i sa načinom i stručnosti odstranjivanja krpelja. Istraživanje sprovedeno na VMA (Mladenović i sar., 2010) u periodu 2000 - 2007. godine kod 3.126 osoba koje su se javile za odstranjivanje krpelja, kliničke manifestacije lajma ispoljile su 19 (0,6%). Kod osoba kod kojih je krpelj nestručno odstranjen (829) obolelo je 17 (2,05%), dok je kod osoba kod kojih je krpelj stručno odstranjen, a njih je bilo 2297, obolele su 2 (0,09%).

Procena rizika od cirkulacije i transmisije uzročnika lajmske bolesti *B. burgdorferi sensu lato* je teška kada se ima u vidu njen cirkulatorni put preko brojnih životinjskih vrsta i različitih sredina. Jedan broj istraživača pokušava da rizik od lajmske bolesti dovede u vezu sa brojnošću otkrivenih krpelja (Supergan i Karbowski, 2009). Navedeni autori smatraju da staništa na kojima je otkriveno preko 50 jedinki krpelja za jedan čas predstavljaju veoma visok rizik, staništa sa 26-50 visok rizik, staništa sa 11-25 krpelja srednji, 4-10 krpelja limitirani i staništa sa 1-3 krpelja mali rizik. Tako je formirana skala rizika na osnovu brojnosti krpelja. U SAD-u u periodu 2004-2007. godine, sprovedeno je istraživanje na 344 staništa i sa 94 lokaliteta prikupljeno je 5.332 lutke *Ixodes scapularis*. Prosečna gustina na 1000 m<sup>2</sup> iznosila je 3,8 (Diuk-Wasser i sar., 2012). Na osnovu dobijenih rezultata formirana je mapa rizika. Svi lokaliteti sa 0,3 zaraženih lutaka na 1000 m<sup>2</sup> uzročnikom lajma pripadali su malom riziku, a lokaliteti sa preko 0,3 na 1000m<sup>2</sup> visokom riziku.

Imajući u vidu da za lajmsku bolest ne postoji vakcina, istraživači insistiraju na merama prevencije koje se odnose na: promene na staništu vektora, individualnu



zaštitu, redukciju vektora i rezervoara i drugim merama presecanja transmisije uzročnika (Jurišić i sar., 2010; Stanek i sar., 2012; Woordouw i sar., 2013; Richer i sar., 2014). Da bi se ove mere sprovele neophodno je proceniti rizik od zaražavanja i transmisije uzročnika lajmske bolesti. Veliki broj istraživača je sklon da pojedine razvojne stadijume krpelja odvojeno koristi za procenu ovog rizika. Najčešće je korišćena lutka, što se može pravdati njenim uspešnim kontaktom sa rezervoarima, veličinom i stepenom zaraženosti uzročnikom lajmske bolesti. Ovaj pristup je entomološki indeks rizika „broj lutaka *I. ricinus* inficiran sa *B. burgdorferi* dobijen u minuti flag uzorka“ (Mather i sar., 1996). Rezultati dobijeni preko entomološkog indeks rizika kod velikog broja istraživača su korelirali sa brojem obolelih od lajmske bolesti (Mather i sar., 1996; Walk i sar., 2009; Potkonjak i sar., 2013). Postoje brojni istraživači koji smatraju da entomološki rizik ne daje potpunu sliku rizika bez uvažavanja ostalih razvojnih oblika krpelja i sredine koja svojim biotičkim i abiotičkim faktorima povećava ili umanjuje uslove za rizik od lajmske bolesti. U tom smislu procena ekološkog rizika preko potencijalnog, koji se odnosi na stanište, sastav, veličinu i uređenost i aktuelnog na broj prikupljenih krpelja i njihovu zaraženost uzročnikom lajmske bolesti, daje kompletniju sliku ovog problema (Lauterbach i sar., 2013). Normalno, svaka procena rizika ovakve kompleksne bolesti je dragocena i pruža informaciju o delu rizika koga obrađuje. U proceni rizika od transmisije uzročnika lajmske bolesti u prirodnim uslovima, važi pravilo da on nije konstantna veličina, dakle, on je promenljiv na samom lokalitetu u okviru meseca, sezone pa i iz godine u godinu, što nameće njegovo stalno praćenje. U istraživanjima na 28 lokaliteta na teritoriji Beograda u 2011. godini, na 13 lokaliteta je dokazan visok potencijalni rizik, na ostalim srednji. Nije bilo lokaliteta sa malim. Aktuelni rizik je varirao iz meseca u mesec, ali je za šumske komplekse bio uvek visok (Stajković i Krstić, 2013). Ispitivanja koja su sprovedena u Vojvodini su pokazala da je na 8 od 12 lokaliteta ustanovljen potencijalni rizik, a da je na 3 ustanovljen definitivno aktuelni (Potkonjak i sar. 2013). Istraživanje rizika nije rađeno samo po urbanim sredinama. U toku 2007 i 2008. rizik je ispitivan i na lokalitetima Pasuljanskih livada, gde je ustanovljen visok potencijalni rizik marta, aprila, juna i avgusta 2007. godine, aktuelni rizik je ocenjen kao moguć (Jovanović, 2014). U 2008. godini vrednosti potencijalnog rizika se nisu menjale, a aktuelni rizik je varirao i kretao se između 16 i 18 (moguć). Ovakva situacija je evidentna za lokalitete gde ne postoje velika ekološka kolebanja i gde je dejstvo antropogenog faktora limitirano. Na teritoriji Beograda pored različitih ekoloških kategorija lokaliteta, nadmorskih visina, antropogenih aktivnosti usmerenih na staništa krpelja i hemijskog tretmana kako u toku suzbijanja komaraca, tako i u toku suzbijanja krpelja, procena vrednosti rizika je varijabilna. Tako u toku 2012. godine na svim lokalitetima koji su pripadali ekološkoj kategoriji šuma, sem Makiša, tokom marta, aprila i maja meseca sve do početka hemijskog tretmana registrovan je sigurni aktuelni rizik. Na lokalitetu Košutnjaka i Manastirske šume on se održava sve do oktobra. Ako se pored vrednosti po mesecima, april prednjači sa 11 lokaliteta na kojima je ustanovljena vrednost sigurnog aktuelnog rizika, dok u oktobru ovaj rizik nije ustanovljen ni na jednom lokalitetu. Na kontrolnom



lokalitetu Šuplja Stena u toku cele sezone, svih meseci ispitivanja ustanovljena je vrednost sigurnog aktuelnog rizika. Dobijeni rezultati ispitivanja pokazuju da na teritoriji Beograda postoje optimalni uslovi za održavanje vektora i cirkulaciju uzročnika lajmske bolesti.

#### Zaključak / *Conclusion*

Teritorija Beograda u ekološkom, faunističkom i florističkom sastavu predstavlja povoljnu sredinu za održavanje vektora lajmske bolesti i nesmetanu cirkulaciju *B. burgdorferi sensu lato*. U toku sezone aktivnosti iksodidnih krpelja na 12 od 15 ispitivanih lokaliteta ustanovljen je visok potencijalni rizik transmisije uzročnika lajmske bolesti, dok je na 10 ispitivanih lokaliteta jednom ili više puta ustanovljen siguran aktivni rizik od transmisije *B. burgdorferi sensu lato*. U cilju redukcije populacija iksodidnih krpelja, neophodno je sprovesti mere procene rizika i shodno njima razrađivati savremene mere prevencije.

#### Literatura / *References*

1. Bartosik K, Sitarz M, Szymanska J, Buczek A. Tick bites on humans in the agricultural and recreational area in south-eastern Poland. *Ann Agricul Environ Med* 2011; 18: 151-7.
2. Chmielewska-Badora J, Moniusyko A, Żukiewicz-Sobezak W, Zwolinski J, Pratek J, Pancewicz S. Serological survey in persons occupationally exposed to tick-borne pathogens of co-infections with *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocitophilum*, *Bartonella* spp. and *Babesia microti*. *Ann Agricul Environ Med* 2012; 19, 2:271-4.
3. Čekanac R, Pavlović N, Gledović Z, Grgurević A, Stajković N, Lepšanović Z, Ristanović E. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* Ticks in Belgrade Area. *Vector-Borne Zoon Dis* 2010; 10, 5:447-52.
4. Diuk-Wasser AM, Hoen GA, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer AS, Rowland M, Cortinas R, Vourc'h G, Melton F, Hickling GJ, Tsao JI, Bunikis J, Barbour AG, Kitron U, Piesman J, Fish D. Human Risk of Infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme Disease Agent, in Eastern United States. *Am J Trop Med Hyg*, 2012; 86, 2:320-7.
5. Drndarević D, Lako B, Stojanović R, Stajković N, Obradović M, Živanović, B., Cekanac, R., Derković, V., Nanusević, N., Dmitrović, R. *Ixodes ricinus* dokazan vektor lajm borelioze i u Jugoslaviji. *Vojnosanit Preg* 1992; 49, 1:8-11.
6. Gray J, Stanek G, Kundi M, Kocianova E. Dimensions of engorging *Ixodes ricinus* as a measure of feeding duration. *Int J Med Microbiol* 2005; 295:567-72.
7. Jovanović N. Procena rizika transmisije uzročnika lajmske bolesti na intervidovskom vojnom poligonu «Pasuljanske livade» Magistrska teza. Fakultet Veretinarske Medicine, Beograd, 2014.
8. Jurišić DA, Petrović PA, Rajković VD, Nicin Dj S. The application of lambda cyhalotrin in tick control. *Exp Appl Acarol* 2010; 52:101-9.
9. Kovalevsky YV, Korenberg YI, Kutlina GV, Ustinova OA. Standards for screening of a ixodid tick nymphal preparation by dark-field microscopy in the foci of borrelioses. *Med Parazitol (Mosk)* 1996; 4: 18-21.
10. Kugeler JK, Farley MG, Forrester DJ, Mead SP. Geographic Distribution and Expansion of Human Lyme Disease, United States. *Emer Infect Dis*, 2015; 21, 8:1455-57.
11. Lauterbach R, Wells K, O'Hara BR, Kalko VKE, Swen C, Renner CS. Variable Strength of Forest Stand Attributes and Weather Conditions on the Questing Activity of *Ixodes ricinus* Ticks over Years in Managed Forests. *PLOS one* 2013; 8. 1:1-7.

12. Lindsay LR, Ogden NH, Schofield SW. Review of methods to prevent and reduce the risk of Lyme disease. *Pub Health Agency Can* 2015; 41-06.
13. Mather NT, Nicolson CM, Donnelly FE, Matyas TB. Entomological index for Human risk of Lyme disease. *Am J Epidemiol* 1996; 144, 11: 1066-9.
14. Meiners T, Hammer B, Gobel UB, Kahl O. Determining the tick scutal index allows assessment of tick feeding duration and estimation of infection risk with *Borrelia burgdorferi sensu lato* in a person bitten by an *Ixodes ricinus* nymph. *Int J Med Microbiol* 296 Suppl 2006; 40:103-7.
15. Mladenović J, Čekanac R, Stajković N, Krstić M. Rizik od pojave lajmske bolesti nakon uboda krpelja. *Vojnosanit Pregl* 2010; 67 (5):369-374.
16. Potkonjak A, Jurišić A, Petrović A, Nićin S, Rajković D, Lako B, Obrenović S. Entomološki i ekološki indeks rizika za pojavu lajmske bolesti na području Vojvodine, Srbije. *Vet Glasnik*, 2013; 67 (1-2): 3-14.
17. Richer ML, Brisson D, Melo R, Osfeld SR, Zeidner N, Gomes-Solecki M. Reservoir Target Vaccine Against *Borrelia burgdorferi*: A New Strategy to the Prevent Lyme Disease Transmission. *J Infect Dis* 2014; 209: 1972-80.
18. Schulze LT, Taylor CR, Taylor CG, Bosler EM. Lyme disease: A Proposed Ecological Index to Assess areas of Risk in the Northeastern United States. *Am J Publ Health*, 1991; 81, 6:714-8.
19. Schwartz BS, Goldstein MD. Lyme Disease. A Review for the Occupational Physician. *J Occup Med*, 1989; 31, 9: 735-41.
20. Stajković N, Obradović M, Lako B, Drndarević D, Dmitrović R, Đerković V, Đorđević D. Prva izolacija *Borrelia burgdorferi* u Jugoslaviji iz *Apodemus flavicollis*-a. *Glas med nauka SANU* 1993; 99-105.
21. Stajković N, Krstić M, Čekanac R, Marušić P, Lazić S, Mladenović J, Jadranin Ž. Enzootic circulation of *Borrelia burgdorferi* in Serbia. First International epizootiology days. Book of abstracts. April 6-9th Sijarinska spa, 2011; 38-9.
22. Stajković N, Krstić M. Assessment of the risk of Lyme disease vectors in Belgrade in 2011. Proceedings. Third international epizootiology days and XV Serbian epizootology days. Niška Spa 2013; 54-6.
23. Supergan M, Karbowski G. The estimation scale of and angerment with tick attacks on recreational towns areas. *Prgez Epideiol* 2009; 63, 1: 67-71.
24. Stanek G, Wormser GP, Gray J, Strle F. Lyme borreliosis. *Lancet* 2012; 379:461-73.
25. Walk TS, Xu G, Stull WJ, Rich MS. Correlation between Tick Density and Patogen Endemicity, New Hampshire. *Emer Infect Dis* 2009; 15, 4:585-7.
26. Woordouw JM, Tupper H, Onder O, Devevey G, Graves JC, Kemps DB, Brisson D. Reduction in Human Lyme Disease Risk Due to the Effects of Oral vaccination on Tick-to-Mouse and Mouse-to-Tick Transmission. *Vector-Borne Zoon Dis* 2013; 13, 4:203-14.

**ENGLISH**

**ASSESSMENT OF THE POTENTIAL AND ACTUAL RISK OF LYME DISEASE AGENT TRANSMISSION IN THE TERRITORY OF BELGRADE**

**Milutin Đorđević, Milena Krstić, Novica Stajković**

In the territory of Belgrade, at 16 sites (15 of test and one control), which belong to different environmental categories such as: parks (Topcider, Hajd park, park Banovo brdo, Sumice, Usce), park-forests (Kosutnjak, Zvezdara, SP Jajinci, Banjica, Ada Ciganlija) and forests (Avala, Lipovica, Bojcinska forest, Manastirska forest, Makis), there were investigated potential and actual risk of transmission of *Borrelia burgdorferi sensu lato*.

Suplja Stena was taken as a control site, where no chemical treatment was performed. Once of month, from March to October 2012, ticks were collected by flag-hours (drag-and-drop) method. Ticks were determined by the species and all *Ixodes ricinus* were observed by a dark-field microscope. A total of 3,158 individual ticks were collected, out of which 2,797 (88,6%) were *Ixodes ricinus*, 175 (5,5%) *Dermacentor reticulatus* and 186 (5,9%) *Rhipicephalus sanguineus*. At forest sites there were collected 1,102 *Ixodes ricinus*, in park-forest regions 730 and in the parks 569. Infection rate of ticks by *B. burgdorferi* sensu lato at the forest sites ranged between 23,8 and 36,3%, in the park-forests region 23,2-32,6% and 23,8 to 40% in the parks. Twelve of the sites met the criteria for high potential risk and three of them for moderate risk. Except for Makis, at all the forest sites, the actual risk from March to April was certain, and in other months the risk varied. In the park-forest regions, the actual risk was registered 16 times, the possible risk 23 times, and the limited risk once. At the sites belonging to the park areas, certain actual risk was established 3 times, possible risk 30 times and the limited 7 times. At the control site Suplja Stena, the actual risk of transmission of *B. burgdorferi* sensu lato was registered during all the months of the research.

At the territory of Belgrade there are favorable conditions for maintaining vector Lyme disease and the potential and actual risk of transmission of *Borrelia burgdorferi* sensu lato.

Key words: ticks, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, transmission, potential and actual risk

РУССКИЙ

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО И АКТУАЛЬНОГО РИСКА ТРАНСМИССИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БОЛЕЗНИ ЛАЙМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГРАДА

Милутин Джорджевич, Милена Крстич, Новица Стайкович

На территории Белграда в 16 участках (15 экспериментальных и 1 контрольный), относящихся к различным экологическим категориям: парки (Топчидер, Ушче, Баново-брдо, Шумице, Гайд-парк), лесопарки (Кошутняк, Звездара, мемориальный парк Яинцы, Ада Циганлия, Баница) и леса (Авала, Липовица, Бойчинска шума, Манастирска шума, Макиш) исследован потенциальный и актуальный риск трансмиссии *Borrelia burgdorferi sensu lato*. В качестве контрольного участка выбрана Шупля-Стена, на территории которой не проводится химическая обработка. Клещи собирались один раз в месяц с марта по октябрь 2012 года по методу сбора на флаг. Клещи были определены по видам. Все клещи *Ixodes ricinus* осмотрены в темном поле микроскопа. Всего собрано 3.158 экземпляров клещей, среди которых 2.797 (88,6%) - *I. ricinus*; 175 (5,5%) - *Dermacentor reticulatus*; и 186 (5,9%) - *Rhipicephalus sanguineus*. На лесных участках собрано 1.102 *I. ricinus*; на участках лесопарков - 730; в парках - 569. Уровень инфицирования клещей *B. burgdorferi sensu lato* на лесных участках колебался между 23,8 и 36,3%; в лесопарках - 23,2 -32,6%; и в парках - 23,8-40,0%. Двенадцать участков соответствовало параметрам высокого потенциального риска, а 3 - умеренного потенциального риска. Кроме Макиша в категории лесных участков актуальный риск был отмечен в марте и апреле, а в остальные месяцы риск был изменчивым. На участках лесопарков активный актуальный риск зарегистрирован 16 раз, возможный риск - 23 раза и ограниченный риск - 1 раз. На участках, относящихся к категории парки, активный актуальный риск

отмечен 3 раза, возможный – 30 и ограниченный - 7. На контрольном участке Шупла-Стена актуальный риск трансмиссии *B. burgdorferi sensu lato* был отмечен в течение всех месяцев исследования.

На территории Белграда существуют благоприятные условия для поддержания векторов болезни Лайма и потенциальный и актуальный риск трансмиссии *B. burgdorferi sensu lato*.

Ключевые слова: клещи, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, трансмиссия, потенциальный и актуальный риск