

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Lymfská borelióza u psa domácího**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Erika Grittnerová**

**Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kubík, Ph.D.**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Lymfská borelióza u psa domácího" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.4.2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Štěpánovi Kubíkovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu při studiu.

# Lymfská borelióza u psa domácího

## Souhrn

Lymfská borelióza je multiorgánové onemocnění vyvolané spirochetami skupiny uváděné jako *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Vektorem jejich přenosu jsou klíšťata rodu *Ixodes*. Na našem území je to klíšťe obecné (*Ixodes ricinus*). Mezi hlavní rezervoáry patří společně s klíšťaty především hlodavci, hmyzožravci a vysoká zvěř. Borelióza je v současnosti nejčastěji diagnostikovaná infekce přenášená klíšťaty v mírném pásu severní polokoule a vlivem změny klimatu posledních let se dá předpokládat, že se bude nadále objevovat čím dál častěji. V České republice je v posledních letech hlášeno 3500 až 4000 případů ročně. Největší riziko nákazy je v listnatých a smíšených lesích, v husté a vysoké vegetaci a v lokalitách podél vodních toků. Borelie se do těla hostitele dostávají se slinami klíšťete a dále se šíří krví a lymfou do cílových orgánů, což je nejčastěji nervový systém, klouby, myokard, kosterní svaly, oči a kůže. Onemocnění se u psů projevuje většinou asymptomaticky nebo nespecifickými příznaky, které mohou napodobovat celou řadu jiných onemocnění. Nejčastějšími klinickými příznaky jsou kulhání, zvýšená teplota, bolestivost kloubů a svalů, apatie, nechutenství a zvětšené mízní uzliny. Diagnostika boreliózy je poměrně složitá a je založena na posouzení klinických projevů, epidemiologické anamnéze a laboratorním vyšetření. K průkazu borelií v organismu se využívají přímé nebo nepřímé metody důkazu přítomnosti bakterií. Nejčastěji používanou přímou metodou důkazu je polymerázová řetězová reakce (PCR), která zkoumá přítomnost boreliové DNA ve vzorku. Nepřímé metody důkazu prokazují přítomnost specifických protilátek v krevním séru. Nejspolehlivější se zdá být kombinace ELISA testu a Western blotového vyšetření. Léčba spočívá v podávání antibiotik po dobu několika týdnů. Základem prevence je včasné odstranění klíšťete nebo ještě lépe opatření, která zamezí jeho přísátí. Tato opatření spočívají v použití různých akaricidních přípravků. V současnosti je pro psy také k dispozici vakcína, která ovšem není zařazena v základním vakcinačním schématu.

**Klíčová slova:** lymfská borelióza, *Borrelia burgdorferi*, klíšťe, pes domácí

# Dog Lyme Disease

## Summary

Lyme borreliosis is a multi-organ disease caused by spirochetes of the *Borrelia burgdorferi sensu lato* group. These bacterias are transmitted by ticks of genus *Ixodes*, in the Czech Republic by *Ixodes ricinus*. The main reservoirs including the ticks are rodents, insectivores and deers. Lyme disease is the most diagnosed infection transmitted by ticks in the temperate zone of the northern hemisphere. It is supposed that due to climate change in recent years it will appear more often. In the Czech Republic it is reported 3500 to 4000 cases per year in recent years. The greatest risk of infection is in deciduous and mixed forests, dense and tall vegetation and at locations along watercourses. *Borrelia* gets into the host body with a saliva of the tick and spreads through blood or lymph to target organs such as the nervous system, joints, myocardium, skeletal muscles, eyes and skin. In dogs the lyme disease manifests usually asymptotically or by non-specific symptoms that can simulate a variety of other diseases. The most common clinical signs are lameness, fever, joint and muscle pains, lethargy, loss of appetite and swollen lymph nodes. Diagnosis of the lyme borreliosis is relatively complicated and it is based on an assessment of clinical signs, epidemiological history and laboratory tests. For detection of borrelia in the organism it is used direct or indirect methods. The most commonly used direct method is a polymerase chain reaction (PCR) that examines the presence of borrelia DNA in a sample. Indirect methods examine the presence of specific antibodies in a blood serum. Combination of ELISA test and Western blot seems to be the most reliable of them. Treatment consist in antibiotic therapy for several weeks. The basis of prevention is early removal of tick and measures to prevent its bite. These measures consist in using various acaricidal preparations. Currently for dogs it is available vaccine that however is not included in the basic vaccination schema.

**Keywords:** Lyme disease, *Borrelia burgdorferi*, tick, dog

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Cíl práce.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Historie.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Původce lymské boreliózy.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Rezervoár lymské boreliózy.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Způsoby nákazy.....</b>	<b>14</b>
3.4.1 Klíšťata rodu <i>Ixodes</i> .....	14
3.4.2 Morfologie klíštěte.....	15
3.4.3 Životní cyklus klíštěte.....	16
<b>3.5 Výskyt lymské boreliózy.....</b>	<b>19</b>
3.5.1 Výskyt v České republice.....	19
3.5.2 Výskyt ve světě.....	23
<b>3.6 Projevy lymské boreliózy u psů.....</b>	<b>25</b>
<b>3.7 Diagnostika.....</b>	<b>28</b>
<b>3.8 Léčba.....</b>	<b>31</b>
<b>3.9 Prevence.....</b>	<b>32</b>
3.9.1 Odstranění klíštěte.....	34
3.9.2 Vakcinace.....	35
<b>4. Závěr.....</b>	<b>37</b>
<b>5. Seznam použité literatury.....</b>	<b>38</b>

# 1. Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku lymfské boreliózy, která se v současnosti vyskytuje téměř po celém světě. Je to onemocnění, které může ohrozit zdraví domácích zvířat i člověka. Způsobují ho spirochety rodu *Borrelia*. Pro přenos musí existovat vztah mezi hostitelem, vektorem a patogenem. Přenašeči jsou klíšťata rodu *Ixodes*, v České republice je to klíště obecné (*Ixodes ricinus*). Pro udržení boreliózy jsou důležitá rezervoárová zvířata, která působí jako dlouhodobý zdroj infekce pro další organismy. Nejčastěji jsou to hlodavci, hmyzožravci a vysoká zvěř. Největším rizikem nákazy jsou oblasti, které jsou vhodné pro přežívání klíšťat. Ty se nejčastěji vyskytují v lesích, hustých travnatých oblastech a v lokalitách podél vodních toků. Borelie se do těla hostitele dostávají spolu se slinami klíštěte a šíří se krví dále do organismu, kde mohou napadat různé orgány. Borelióza se u psů často projevuje asymptomaticky, ale pokud se projeví, příznaky bývají nespecifické a lze je snadno zaměnit za jiné onemocnění. Diagnostika je značně obtížná, i proto bychom měli dbát na dostatečnou prevenci, která spočívá především v zamezení kontaktu klíštěte a psa nebo jeho včasném odstranění.

## 2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je shrnutí všech poznatků o problematice lymfské boreliózy u psů. Podrobněji se zabývá původcem onemocnění (*Borrelia* spp.), přenašeči (klíšťata rodu *Ixodes*), projevem onemocnění, diagnózou, léčbou, možnou prevencí a výskytem v České republice a ve světě.



### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Historie

Příznaky lymské boreliózy jsou popisovány různými autory již z přelomu devatenáctého až dvacátého století (Křupka a kol., 2009). Patrně první zmínka o tomto onemocnění pochází z roku 1883, kdy dermatolog Alfred Buchwald popsal atrofické chronické onemocnění kůže označované jako *acrodermatitis chronica atrophicans*. Několik let poté byly popsány další kožní projevy se vztahem k přisátému klíšťeti – *erythema migrans* a lymfocytom (Bartůněk a kol., 2013). Neurologické projevy choroby byly poprvé popsány ve 20. letech 20. století (Prokeš, 2015). V následujících letech bylo prezentováno mnoho teorií o příčinách tohoto onemocnění, ale pátrání po původci bylo neúspěšné (Bartůněk a kol., 2013).

K zásadnímu obratu došlo až v roce 1976. Onemocnění dostalo jméno podle městečka Old Lyme ve státě Connecticut v USA, kde bylo v tento rok popsáno revmatologem dr. Allenem Steerem. Projevilo se výskytem juvenilní artritidy u dětí (Prokeš, 2015) v oblastech s rozšířením klíšťat druhu *Ixodes dammini*, dnes popisovaným jako *Ixodes scapularis* (Svoboda a kol., 2001).

V USA v roce 1982 byl Williamem Burgdorferem objeven ve střevním traktu klíšťat *Ixodes dammini* původce onemocnění – spirocheta, která byla následně pojmenována *Borrelia burgdorferi* (Prokeš, 2015).

Jako samostatná nozologická jednotka byla lymská borelióza přijata v roce 1987 v New Yorku na III. mezinárodní konferenci věnované této problematice (Prokeš, 2015).

U psů byla infekce poprvé zaznamenána na počátku 80. let (Berrada et Telford, 2009).

Od roku 1985 je toto onemocnění registrováno i v České republice (Svoboda a kol., 2001).

#### 3.2 Původce lymské boreliózy

Lymská borelióza je způsobena skupinou bakterií z řádu Spirochaetales, která je uváděná jako druhová skupina *Borrelia burgdorferi sensu lato (s.l.)* (Křupka a kol., 2014).

Borelie jsou taxonomicky řazeny takto:

Říše: *Bacteria*

Kmen: *Spirochaetes*

Třída: *Spirochaetes*

Řád: *Spirochaetales*

Čeleď: *Spirochaetaceae*

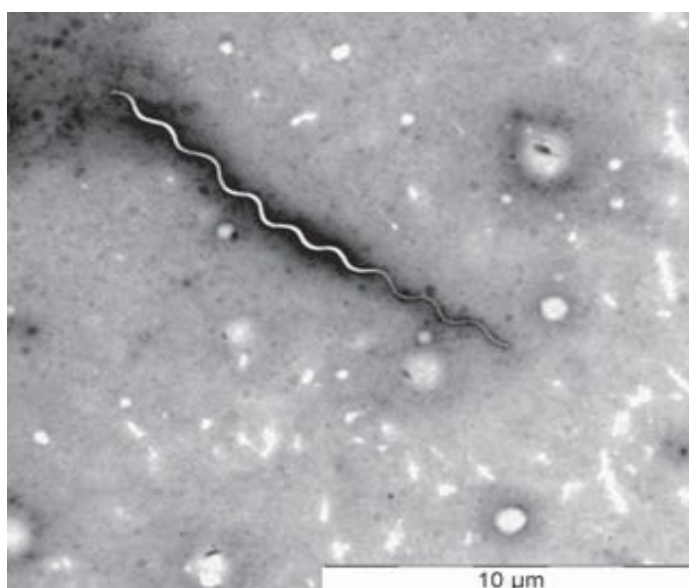
Rod: *Borrelia*

(Bednář a kol., 1999).

V současnosti tato skupiny zahrnuje více než 11 druhů. Z popsaných druhů jsou na eurasijském kontinentu nejčastěji patogenní *Borrelia burgdorferi sensu stricto (s.s.)*, *Borrelia garinii* a *Borrelia afzelii*, vzácněji také *Borrelia valaisiana* a *Borrelia lusitaniae* (Křupka a kol., 2009). V České republice se vyskytuje zejména *B. garinii* a *B. afzelii* (Bolehovská a kol., 2009). Na severoamerickém kontinentu je původcem onemocnění pouze jeden druh, a to *B. burgdorferi s.s.*, která byla do Ameriky pravděpodobně přenesena z Evropy (Křupka a kol., 2009). Tato genotypová rozmanitost souvisí s rozdíly mezi projevy onemocnění v Evropě a USA (Svoboda a kol., 2001). Počet patogenních borelií není konečný, prováděné výzkumy prokazují nové druhy, u kterých nebyla patogenita dosud prokázána. Stále jsou také popisovány druhy zcela nové (Křupka a kol., 2014).

Borelie je mikroaerofilní (ke svému růstu potřebuje nízkou koncentraci kyslíku, avšak vyšší koncentrace je pro ni toxická), gramnegativní bakterie. Má tvar tenké a dlouhé spirály o rozměrech 0,2  $\mu\text{m}$  x 4 – 30  $\mu\text{m}$  se 4 – 15 pravidelně vzdálenými závití (Bolehovská a kol., 2009). Na bazálních discích umístěných v cytoplazmatické membráně na obou koncích buňky je umístěno 7 – 12 bičíků, které obtáčí tělo borelie pod vnější stěnou. *B. garinii* má 12 a *B. afzelii* 8 bičíků (Bartůněk a kol., 2013).

**Obrázek č. 1: *Borrelia burgdorferi* – spirální forma**

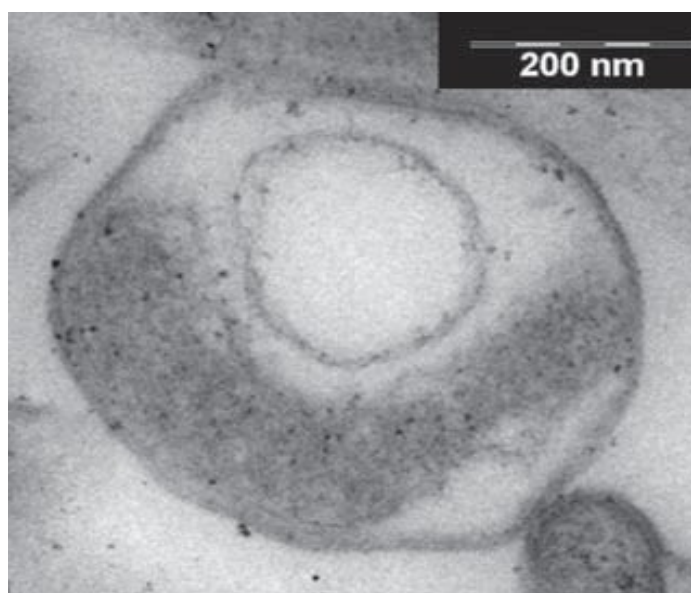


(převzato od Křupka a kol., 2009)

Borelie se pohybují natahováním a smršťováním nebo rotačním pohybem kolem své podélné osy (Bolehovská a kol., 2009), což je výhodné ve vysoce viskózním prostředí mezibuněčných prostor. Mohou vyvinout rychlost i vyšší než 2 mm za minutu (Křupka a kol., 2009). Rotace jim umožňuje snadný pohyb v mozkomíšním moku, v pojivových tkáních a v synoviální tekutině (Prokeš, 2015), a také vstup do buněk, kde mohou nadále přežít (Křupka a kol., 2009).

V případě nepříznivých vnějších podmínek, jako je nízké pH, nepříznivý osmotický tlak nebo nedostatek nutričních zdrojů, dovedou vytvářet cysty nebo odškrcují váčky obsahující složky cytoplazmy. Přečkají tak do příznivé změny podmínek a poté se přetransformují zpět na pohyblivé spirochety. Tímto způsobem se mohou ukrýt před působením imunitního systému hostitele nebo antibiotickou léčbou. Díky těmto cystickým formám se také komplikuje mikroskopický průkaz borelií (Křupka a kol., 2009).

**Obrázek č. 2: *Borrelia burgdorferi* – cystická forma**



(převzato od Křupka a kol., 2009)

Jednotlivé druhy se od sebe odlišují antigenními vlastnostmi, počtem plazmidů a vztahem k určitým orgánům (Bolehovská a kol., 2009).

*B. afzelii* je většinou spojována s postižením kůže, *B. garinii* s postižením centrálního nervového systému a *B. burgdorferi* s.s. s kloubním postižením (Stanek et al., 2012).

Borelie nejsou schopny žít ve vnějším prostředí a na svém hostiteli jsou tak zcela závislé. Z jeho organismu získávají enzymy pro syntézu aminokyselin, nukleotidů a mastných kyselin, které jim jinak chybí (Křupka a kol., 2009). Jejich vývojový cyklus během střídání různých hostitelů zajišťuje bohatá genetická výbava. Ta zahrnuje lineární chromozom a minimálně 21 plazmidů (lineárních a cirkulárních). Lineární chromozom kóduje základní proteiny nutné pro syntézu bílkovin. Plazmidy nesou geny, které zajišťují tvorbu všech Osp proteinů (povrchových proteinů) nutných pro přežití bakterie v hostiteli (Bartůněk a kol., 2013).

Borelie jsou vybaveny celou řadou antigenů. Jedny z nejdůležitějších jsou povrchové proteiny (Outer surface proteins, OspA až OspF), bičíkový flagelin (FlaA a FlaB) a VlsE antigen (Variable major like sequence E). Osp proteiny vyvolávají hostitelskou imunitní odpověď. Hlavním povrchovým proteinem je OspC, který je umístěn na cirkulárním plazmidu a je hlavním imunogenem v prvotní protilátkové odpovědi. OspA a OspB se nacházejí na

lineárním plazmidu. Bičík se skládá z proteinů FlaA a FlaB a je důležitý pro pohyblivost a chemotaxi. VlsE antigen je umístěn na lineárním plazmidu. Jeho funkcí je zamezit rozpoznání a odstranění borelie imunitním systémem hostitele tím, že po proniknutí do hostitelského organismu se neustále mění exprese tohoto proteinu (Bolehovská a kol., 2009).

### 3.3 Rezervoár lymské boreliózy

Rezervoárem infekce může být takový hostitel, v jehož organismu původce přetrvává a působí jako dlouhodobý zdroj infekce pro jiné organismy (Bartůněk a kol. 2013).

Společně s klíšťaty jsou rezervoárem onemocnění různé druhy volně žijících ptáků a savců, ale i domácí zvířata. Zdroji jsou především hlodavci, hmyzožravci a vysoká zvěř (Stanek et al., 2012). Infekce byla prokázána u více než 30 druhů volně žijících drobných savců a přibližně 50 druhů ptáků. U domácích zvířat byla infekce prokázána u psů, koček, koní, skotu a ovcí (Svoboda a kol., 2001).

Pro rozšiřování infekce je důležitá především vysoká zvěř. Migrující ptáci jsou významní při vytváření ohnisek nákazy v nových oblastech s dosud neinfikovanými klíšťaty (Madhav et al., 2004).

Rozmanitost obratlovců, kteří jsou přirozeně infikováni boreliemi, je ovlivněna životním cyklem klíšťat rodu *Ixodes*. Ze tří stádií klíštěte každé preferuje jiný druh hostitele. Larvy a nymfy nejčastěji sají krev na malých hlodavcích a ptácích, dospělci pak většinou na větších savcích včetně domácích zvířat. Klíšťata rodu *Ixodes* sají několik dnů, což přispívá k jejich šíření v souvislosti s pohybem hostitele (Bartůněk a kol., 2013).

*B. burgdorferi s.l.* pravděpodobně přetrvává v infikovaných hlodavcích po celou dobu jejich života, aniž by vyvolala onemocnění. Naproti tomu u psů, koní a ovcí vyvolává podobné symptomy jako u člověka (Bartůněk a kol., 2013).

### 3.4 Způsoby nákazy

Mimo *Acarina* (roztoci) byly borelie prokázány v těchto druzích hmyzu: *Diptera* (dvoukřídlí), *Aphaniptera* (blechy), *Aedes vexans* (komár útočný) a *Tabanidae* (ovádovití) (Prokeš, 2015). O přenosu boreliózy tímto hmyzem se dlouho diskutovalo, avšak v současnosti se uvádí jako možný přenos pouze nepřímý. To znamená, že pokud dojde k rozdrcení hmyzu na povrchu kůže, mohou tedy mikrooděrkami proniknout borelie, které se uvolnily z rozdrceného těla (Roháčová, 2006). Neschopnost rozšíření nákazy prostřednictvím tohoto hmyzu se vysvětluje tak, že borelie nejsou plně adaptovány na vnitřní prostředí hmyzu a přežívají zde jen několik dnů (Prokeš, 2015).

Hlavními a jedinými přímými přenašeči lymfské boreliózy tak jsou jen klíšťata rodu *Ixodes* (Prokeš, 2015).

Dále byl prokázán i přenos z matky na plod, což je ale u tohoto onemocnění velmi vzácné (Roháčová, 2006).

#### 3.4.1 Klíšťata rodu *Ixodes*

Přenašeči lymfské boreliózy mohou být všechna stádia klíšťat rodu *Ixodes* – larvy, nymfy a dospělci (Prokeš, 2015). Všechna tato stádia musí sát krev, jsou tedy obligátními ektoparazity (Volf a Horák, 2007).

Klíšťata se vyskytují téměř po celém světě v řadě druhů. Podle příslušnosti k druhu a klimatických podmínek mohou žít až 8 let (Roháčová, 2006).

Taxonomicky jsou rozdělena takto:

Říše: *Animalia* (živočichové)

Kmen: *Arthropoda* (členovci)

Podkmen: *Chelicerata* (klepítkatci)

Třída: *Arachnida* (pavoukovci)

Řád: *Ixodida* (klíšťata)

Čeleď: *Ixodidae* (klíšťatovití)

Rod: *Ixodes* (klíšťe)

(Roháčová, 2006)

V Evropě je hlavním vektorem boreliózy *Ixodes ricinus* (klíště obecné), které je zároveň nejčastěji se vyskytujícím klíštětem v České republice (Svoboda a kol., 2001).

V Severní Americe jsou to *Ixodes scapularis* (dříve uváděné jako *Ixodes dammini*) a *Ixodes pacificus*. *I. scapularis*, které je zde dominantním přenašečem, se vyskytuje převážně na Severovýchodě a Středozápadě USA, *I. pacificus* pak na Západě USA (Stanek et al., 2012).

V Asii jde o *Ixodes persulcatus* na východě (Svoboda a kol., 2001) a *Ixodes ovacus* (Prokeš, 2015).

### 3.4.2 Morfologie klíštěte

Tělo klíštěte je tvořeno jedním dílem (Roháčová, 2006). Velikost nenasátých klíšťat je 2,2 – 4,5 mm, samičky jsou větší než samci. Nymfy měří kolem 1 mm a larvy 0,8 mm (Svoboda a kol., 2000). Larvy mají tři páry nohou, nymfy a dospělci čtyři páry (Prokeš, 2015). Typickým morfologickým znakem dospělců je tvrdý štítek (scutum) na hřbetní straně těla. U samců tento štítek pokrývá téměř celé tělo. U samic zasahuje do třetiny těla, pokud není nasátá, zbytek těla je kožovitý a velmi elastický. Díky tomu může mnohonásobně zvětšit objem těla během sání, čímž získá potřebnou výživu pro tvorbu vajíček (Volf a Horák, 2007).

Hlavová část se skládá z hypostomu (chobotek, rypáček), pedipalp a chelicer (Roháčová, 2006). Hypostom je opatřen zahnutými zpětnými háčky, které klíštěti pomáhají udržet se během sání na hostiteli, a to po dobu několika dní (Volf a Horák, 2007). Po dobu sání vylučují klíšťata ze slinných žláz směs antikoagulačních, protizánětlivých a hemostatických látek, které dočasně deaktivují lokální zánětlivou reakci hostitele (Berrada et Telford, 2009).

Pro klíšťata je velmi důležitý smyslový orgán, tzv. Hallerův orgán, který slouží k vyhledávání hostitelů. Ten je umístěn na předním páru nohou a reaguje na termické, chemické a fyzikální stimuly (vibrace) (Volf a Horák, 2007).

Senzorické orgány umístěné na pedipalpách slouží k vyhledávání nejvhodnějšího místa k přísátí (Volf a Horák, 2007).

Klíšťata rodu *Ixodes* nemají oči (Volf a Horák, 2007).

**Obrázek č. 3: Vývojová stádia *Ixodes Ricinus*. Zleva: larva, nymfa, dospělá samička, dospělý samec.**



(převzato od Stanek et al., 2012)

### 3.4.3 Životní cyklus klíštěte

Klíšťata mají nepřímý vývoj a čtyřstupňový životní cyklus, který zahrnuje vajíčko, larvu, nymfu a dospělé (Stanek et al., 2012). Tento cyklus se též nazývá tříhostitelský, což znamená, že každé stádium kromě vajíček potřebuje ke svému vývoji jiného hostitele. Klíšťata nejsou hostitelsky specifická. Larvy a nymfy sají většinou na drobných hlodavcích, ptácích a ještěrkách. Nymfy dále vyhledávají i větší obratlovce. Dospělé samičky pak preferují především větší lesní zvěř nebo hospodářská a domácí zvířata. Samci většinou krev nesají (Volf a Horák, 2007). Na jednou hostiteli tak můžeme najít všechna vývojová stádia (Svoboda a kol., 2000).

Pro přenos infekce jsou důležití nejen dospělci, ale i larvy a nymfy. Vzhledem k jejich velikosti jsou však na kůži často přehlédnuty (Roháčová, 2006).

Klíšťata sají vždy jen jednou během jedné vývojové fáze. Nenakrmené klíště se přichytí na povrch kůže hostitele pomocí specializovaného ústního ústrojí, když zvíře prochází vegetací. Po několika dnech sání (u larvy přibližně 3 dny, u nymfy 4 dny a u dospělé samice 7 dní) klíště odpadne (Stanek et al., 2012). Než opustí hostitele, poslední den přísátí nasaje



velký objem krve (Berrada et Telford, 2009). Takto larvy a nymfy přečkají několik měsíců, během nichž dochází k přeměně na vyšší vývojové stádium (Stanek et al., 2012). V případě samice dochází k produkci vajíček a snášce, která může být jen jednou za život (Volf a Horák, 2007). Počet vajíček je přibližně 2000 (Stanek et al., 2012).

Ke kopulaci dochází na vegetaci nebo na hostiteli, kde je největší pravděpodobnost setkání obou pohlaví (Volf a Horák, 2007). Samec po kopulaci hyne, samička přežívá přes zimu do následujícího jara, kdy naklade vajíčka (Roháčová, 2006).

Délka životního cyklu se pohybuje mezi 2 a 6 roky, v závislosti na klimatu, dostupnosti hostitelů a diapauze ve vývoji (doba pozastavení vývoje bezobratlých nebo embrya, zejména při nepříznivých podmínkách) (Stanek et al., 2012).

V České republice trvá životní cyklus většinou 2 roky (Roháčová, 2006). Vlivem globálního oteplování se délka vývoje klíštěte zkracuje. Během teplého roku, který může být i srážkově pod normálem, stačí na celý vývoj klíštěte jen jeden rok (Hulínská a kol., 2009).

Přenos lymfské boreliózy nastane během sání klíštěte prostřednictvím jeho slin. Pro přenos *B. burgdorferi* s. s. prostřednictvím klíšťat *I. scapularis* a *I. pacificus* je potřeba, aby bylo klíště přisáté minimálně 36 hodin (Stanek et al., 2012). Pro přenos *B. afzelii* přes *I. ricinus* stačí doba kratší, udává se 24 hodin (Roháčová, 2012).

V roce 2013 proběhl výzkum, který nepotvrdil možný transovariální přenos *B. burgdorferi* ze samičky klíštěte (*I. scapularis*) na její potomstvo. Vzhledem k tomu nejsou larvární stadia důležitými vektory boreliózy (Rollend et al., 2013).

Životní cyklus těchto druhů klíšťat má odlišnou sezónnost. V případě *I. ricinus* a *I. persulcatus* se dospělci a nymfy stávají aktivní brzy na jaře a pokračují ve vyhledávání hostitele přibližně do poloviny léta, ve vlhčích oblastech i později. U *I. ricinus* může na podzim dojít k druhému vrcholu aktivity (Stanek et al., 2012).

Nymfy *I. scapularis* jsou aktivní od začátku léta do začátku podzimu. Dospělci se stávají aktivními až na podzim a zůstávají tak až do časného jara za předpokladu, že teploty nejsou příliš nízké (< 3 °C). Aktivita *I. pacificus* je spíše podobná jako u *I. ricinus* (Stanek et al., 2012).

U všech druhů jsou nymfy aktivní dříve než larvy, rozdíl mezi nimi bývají i 3 měsíce. To poskytuje čas pro nakažení hostitelů infekčními nymfami, a tak se později infikují larvy při sání na těchto hostitelích (Stanek et al., 2012).

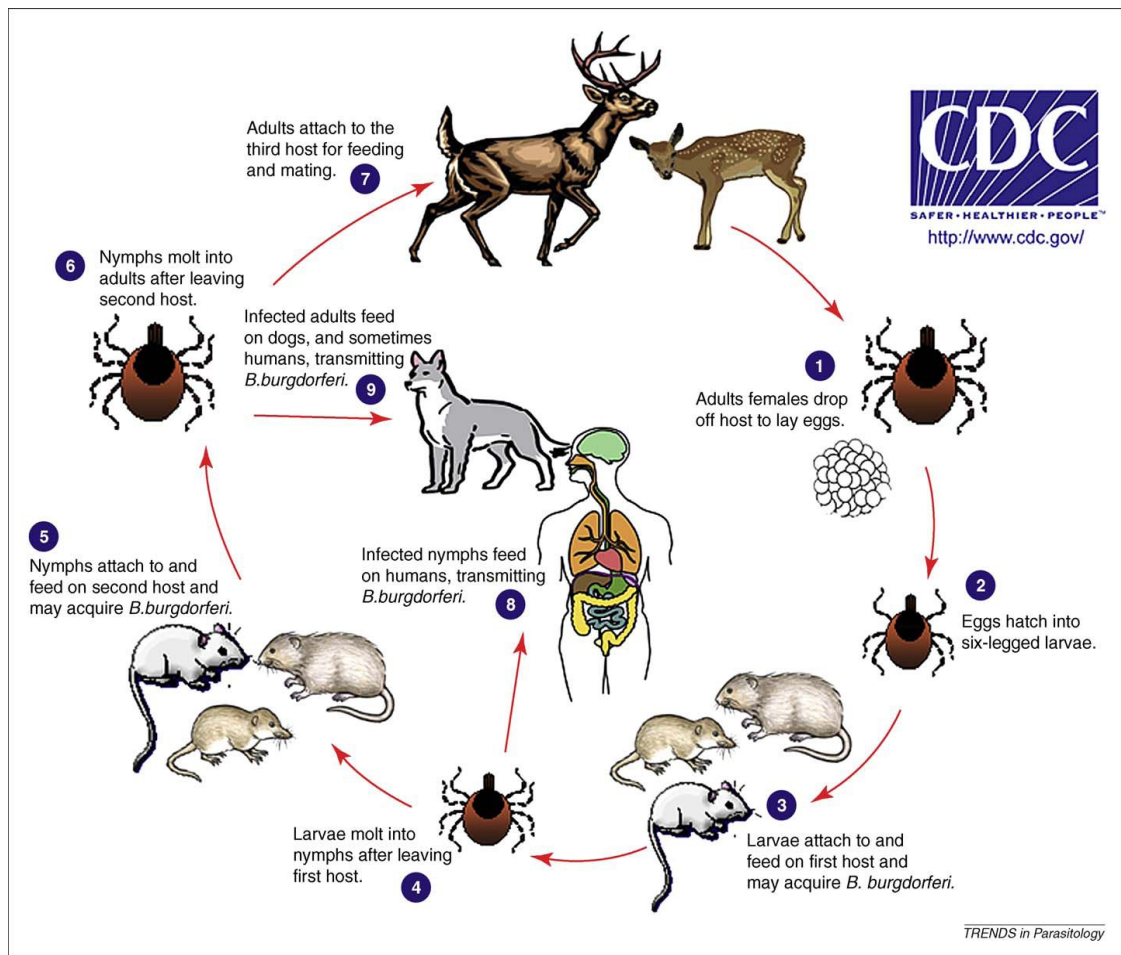
Typickými stanovišti klíšťat jsou listnaté a smíšené lesy s hustou travnatou vegetací a vrstvou rozkládající se vegetace na zemi, která poskytuje dostatečnou vlhkost důležitou pro přežití a vývoj klíštěte (minimální relativní vlhkost 80 %). Dále zde musí být dostatečné množství obratlovců nutných pro výživu (Stanek et al., 2012).

Dospělá klíšťata se většinou vyskytují ve vysokých trávách, bylinách a křovinách do výšky 60 cm, larvy a nymfy osídlují nižší patra (Svoboda a kol., 2000).

Za přenos infekce u člověka jsou zodpovědné většinou nymfy, zatímco psi bývají nakaženi převážně přes dospělá klíšťata (Little et al., 2010).

Protože klíště potřebuje tyto specifické podmínky pro přežití, neexistuje žádné riziko, že se po odpadnutí v interiéru bude schopno zase znovu přisát (Berrada et Telford, 2009).

**Obrázek č. 4: Vývojový cyklus udržuje *B. burgdorferi* v populaci klíšťat a umožňuje tak infekci lidí i psů.**



(převzato od Little et al., 2010)

### 3.5 Výskyt lymské boreliózy

Lymská borelióza je v současnosti nejrozšířenější nákazou, která se vyskytuje minimálně ve 43 zemích světa a na všech kontinentech kromě Jižní Ameriky a Antarktidy (Bolehovská a kol., 2009).

Jedná se o zoonózu s přírodní ohniskovostí (Prokeš, 2015).

V mírném pásu severní polokoule, hlavně na území Evropy a Severní Ameriky, patří mezi nejčastěji diagnostikované infekce přenášené členovci (Bartůněk a kol., 2013). Její výskyt je navíc na mnoha místech stále častější, což je způsobeno několika faktory. Nejvýznamějším z nich je zavedení citlivějších a účinnějších diagnostických metod a širší povědomí lékařů o projevech této infekce. Tím dochází k podchycení případů, které v minulosti nebyly diagnostikovány (Křupka a kol., 2009).

Dalším významným faktorem je změna klimatu posledních let, kdy na určitých místech nastávají mírné zimy, které způsobují masivní přežívání klíšťat (Křupka a kol., 2009).

Typická stanoviště pro přenos lymské boreliózy jsou po celém světě téměř stejná. Jsou to listnaté a smíšené lesy, méně pak jehličnaté, s křovinatým podrostem. Dále pak husté travinaté oblasti. Pro přežití klíšťat je důležitá dostatečná vlhkost (Stanek et al., 2012).

Pro výskyt klíšťat jsou významné především oblasti podél vodních toků a to nejen v nižších nadmořských výškách. Nedávné studie dokazují, že se tak vyskytují i ve vyšších nadmořských výškách, a to až do 1200 m nad mořem (Bartůněk a kol., 2013).

#### 3.5.1 Výskyt v České republice

V České republice nakažení lymskou boreliózou podléhá povinnému hlášení (Bartůněk a kol., 2013).

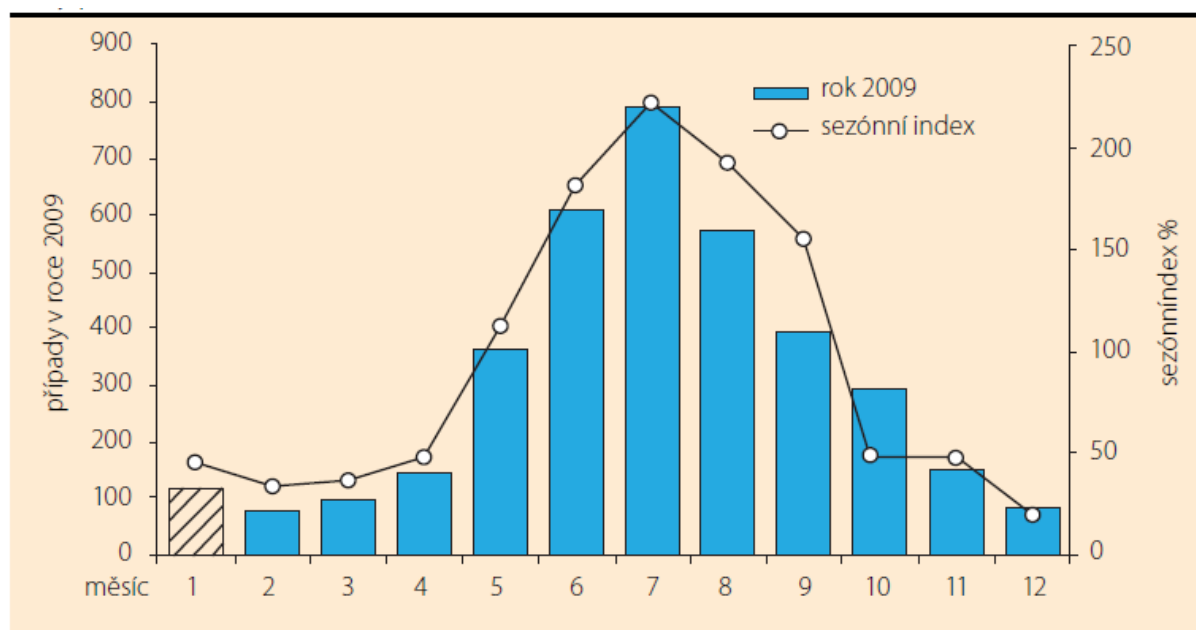
Toto onemocnění je zde registrováno od roku 1985 (Svoboda a kol., 2001).

V současnosti zde dochází k významným epidemiologickým změnám. Předpokládá se, že je to vlivem globálního oteplování, které způsobuje zvýšení aktivity rezervoárových zvířat i klíšťat. Další vliv má rozšiřování travnatých ploch a pokles zemědělské půdy, kdy dochází k růstu populace hlodavců, vysoké zvěře, bažantů a jiných u nás hnízdících ptáků (Hulínská a kol., 2009).

Česká republika je svým geografickým charakterem velmi vhodným biotopem pro výskyt klíštěte *Ixodes ricinus* (Bartůněk a kol., 2013). Tato klíšťata žijí na našem území převážně v nížinách a pahorkatinách, ve vyšších polohách se objevují méně často (Volf a Horák, 2007), vyskytují se do nadmořské výšky 600 – 700 m nad mořem (Svoboda a kol., 2000). Žijí především v listnatých a smíšených lesích s křovinatým podrostem (Volf a Horák, 2007).

Infekce má v České republice typický sezónní charakter, který souvisí s aktivitou klíšťat (Prokeš, 2015). Ta se vyskytují od března do listopadu, v závislosti na počasí. Největší aktivita spadá mezi květen až září (Volf a Horák, 2007). Maximum jejich výskytu je v červenci (Prokeš, 2015). Avšak za příznivých klimatických podmínek se s nimi můžeme setkat během celého roku (Svoboda a kol., 2000).

**Obrázek č. 5: Sezónní výskyt lymbské boreliózy v České republice během roku 2009, v porovnání s dlouhodobým průměrem (sezónní index %)**



(převzato od Prokeš, 2015)

Promořenost klíšťat a všech jejich vývojových stádií je v České republice poměrně velká, udává se přibližně 12 % (Roháčová, 2006). V závislosti na oblasti se značně liší,

rozpětí může být od 2 do 40 % (Svoboda a kol., 2000). Infikovanost jednotlivých vývojových stádií je taková: 6 % larev, 4 – 15 % nymf a 9 – 43 % dospělých klíšťat (Prokeš, 2015).

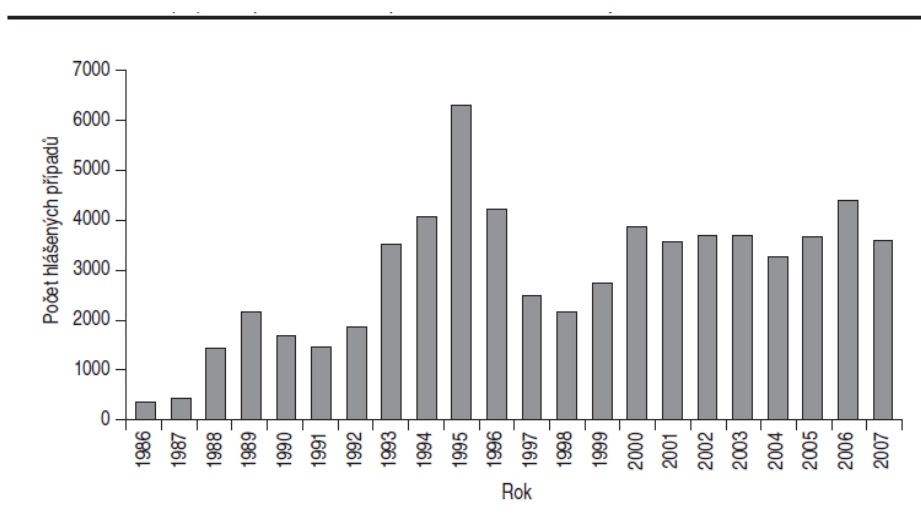
Od roku 2008 probíhá výzkum, kdy jsou každoročně vyšetřovány stovky klíšťat na přítomnost DNA rodu *Borrelia*. V letech 2008 – 2011 bylo otestováno celkem 492 klíšťat pocházejících z celé České republiky. Průměrná promořenost v rámci tohoto období byla 36 %. Největší riziko každoročně představoval červenec, kdy průměrná infikovanost dosáhla 67 %. Největší podíl nakažených klíšťat byl v kraji Královéhradeckém a Pardubickém (Pešák a kol., 2012).

Vzhledem k různé délce inkubační doby jednotlivých klinických projevů je lymská borelióza hlášena v průběhu celého roku. Tato inkubační doba vykazuje velké rozpětí, pohybuje se v rozmezí 1 až 300 dnů (Bartůněk a kol., 2013).

Na území České republiky je v posledních letech hlášeno 3500 – 4000 případů ročně (Prokeš, 2015).

Infekce vykazovala zvýšenou frekvenci v letech 1993 a 1994 a vrcholu dosáhla v roce 1995, kdy bylo v České republice hlášeno 6302 případů. Zvýšený výskyt souvisel s přemnožením klíšťat během těchto let. Od tohoto období četnost hlášených případů klesala, v roce 1998 bylo hlášeno pouze 2138 případů. Po té počet zase stoupl a vrcholu dosáhl v roce 2000, kdy bylo nahlášeno 3847 případů. Od tohoto roku výskyt mírně klesal. Od roku 2004 je znovu pozorován mírný vzestup. V roce 2011 bylo hlášeno 4834 případů (Bartůněk a kol., 2013).

**Obrázek č. 6: Počet hlášených případů lymské boreliózy v České republice (1986 – 2007)**

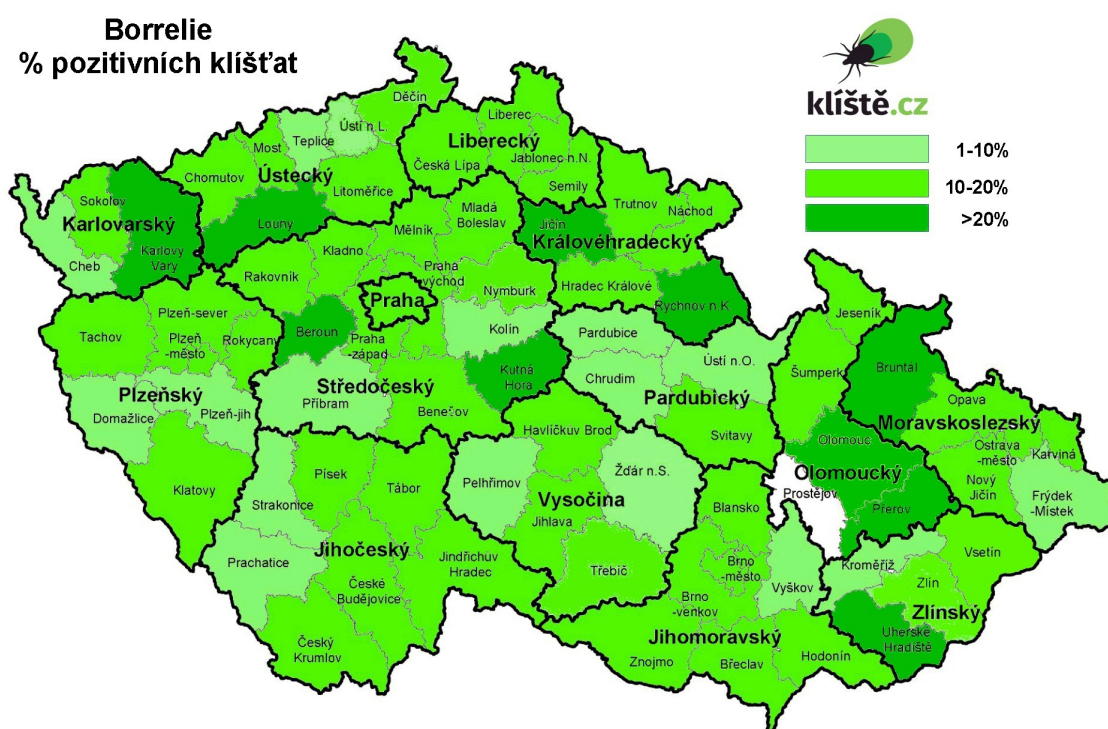


(převzato od Křupka a kol., 2009)

Celkově bylo od roku 1986 do roku 2011 hlášeno 80 841 případů (Bartůněk a kol., 2013).

Rozložení počtu hlášených případů v České republice je nerovnoměrné. Nejvyšší nárůst případů je v posledních letech ve Středočeském a Libereckém kraji a v kraji Vysočina. Příčinou nárůstu hlášených případů v kraji Vysočina a Libereckém je zvýšení průměrné roční teploty a také změna půdního fondu. V současnosti se v těchto krajích zvýšila plocha travnatého porostu a u lesních porostů podíl listnatých lesů (Bartůněk a kol., 2013).

**Obrázek č. 7: Výskyt infikovaných klíšťat v letech 2006 – 2014 v České republice v procentuálním zastoupení**



(získáno z <https://www.kliste.cz/cz/vse-o-klistatech/clanek/mapy-vyskytu-infikovanych-klisat-v-cr>; cit. 10.3.2016)

### 3.5.2 Výskyt ve světě

#### Severní Amerika

Lymfská borelióza se v Severní Americe vyskytuje od státu Texas na jihu USA až do východní Kanady (Ogden et al., 2005).

V USA je každým rokem hlášeno přibližně 15 000 – 20 000 případů (Bacon et al., 2007). V roce 2009 počet případů vzrostl téměř na 30 000 (13,4 případů na 100 000 obyvatel). Téměř 95 % těchto případů bylo hlášeno pouze z 12 států nacházejících se na Severovýchodě a Středozápadě země (Stanek et al., 2012).

Největší hustota výskytu klíštěte *Ixodes scapularis* v USA je v Severovýchodním regionu a na severu země, kde sousedí s Kanadou (Ogden et al., 2005).

V endemických oblastech je míra infekce u nymf *I. scapularis* asi 20 – 40 % (Daniels et al., 1998). Promořenost nymf západního vektora, *Ixodes pacificus*, je nižší (0 – 14 %) (Eisen et al., 2004). Infekce nymf na Jihu USA zatím nebyla prokázána (Wormser et al., 2006) a míra infekce u dospělých klíšťat je výrazně nižší, než na Severovýchodě USA (Oliver et al. 2000).

V roce 2009 proběhl v USA výzkum, který měl zjistit, ve kterých oblastech je největší výskyt *B. burgdorferi*. Podle tohoto výzkumu jsou borelie nejběžnější na Severovýchodě USA. Pozitivních výsledků z tohoto regionu bylo 11,6 %. Nejvíce případů bylo ze severovýchodního pobřeží a horního Středozápadu, kde byly v jednotlivých oblastech zaznamenány vysoce pozitivní výsledky – 44,1 % (Putham Country, New York), 43 % (Washburn County, Wisconsin) a 60,9 % (Todd Country, Minnesota). Vzorok, které byly dodány z jihovýchodní části země, byly pozitivní jen v 1 % případů. (Bowman et al., 2000).

V Kanadě je lymfská borelióza rozšířena v oblasti kolem severních břehů jezer Lake Ontario a Lake Erie a na jihovýchodním pobřeží Nového Skotska. Je pravděpodobné, že se kvůli změnám klimatu výskyt klíštěte rozšíří dále na sever (Ogden et al., 2005).

Podle výzkumu z roku 2005 bylo na borelie pozitivních 10,1 % klíšťat, která byla posbírána v Kanadě (Ogden et al., 2006).

## Eurasie

Klíště *Ixodes ricinus* se vyskytuje v celé Evropě (Medlock et al., 2003).

Typická stanoviště pro výskyt klíštěte se v jednotlivých zemích liší, ale obvykle zahrnují listnaté a smíšené lesy, vřesoviště, rašeliniště, pastviny a městské parky (Medlock et al., 2003).

Vlivem změny klimatu v Evropě se v posledních letech výskyt klíšťat rozšiřuje dále na sever a do vyšších nadmořských výšek. Tyto změny budou v budoucnu usnadňovat šíření lymfské boreliózy do oblastí, kde se dnes ještě nevyskytuje. Naopak na některých místech, kde bude klima příliš horké a suché, onemocnění vymizí (Lindgren et Jaenson, 2006).

Ve vyšších nadmořských výškách byla klíšťata nalezena v Alpách (Itálie, Švýcarsko, Rakousko), v České republice, ve Skotsku a Velké Británii (Gilbert, 2010). V sušších oblastech se klíšťata nevyskytují pod 600 m nad mořem (Papa et al., 2008).

V Evropě je každým rokem hlášeno přibližně 85 000 případů lymfské boreliózy (Steere, 2001).

Největší výskyt je hlášen z Rakouska, České republiky, Německa, Slovinska, Pobaltských států a Švédska (kde se nevyskytuje ve vnitrozemí, ale podél vodních toků, jezer a pobřeží) (Lindgren et Jaenson, 2006).

V mnoha evropských zemích se výskyt tohoto onemocnění v posledních letech zvýšil – například ve Slovinsku bylo v roce 2008 hlášeno 258 případů na 100 000 obyvatel a v roce 2009 už to bylo 315 případů na 100 000 obyvatel (Stanek et al. 2012).

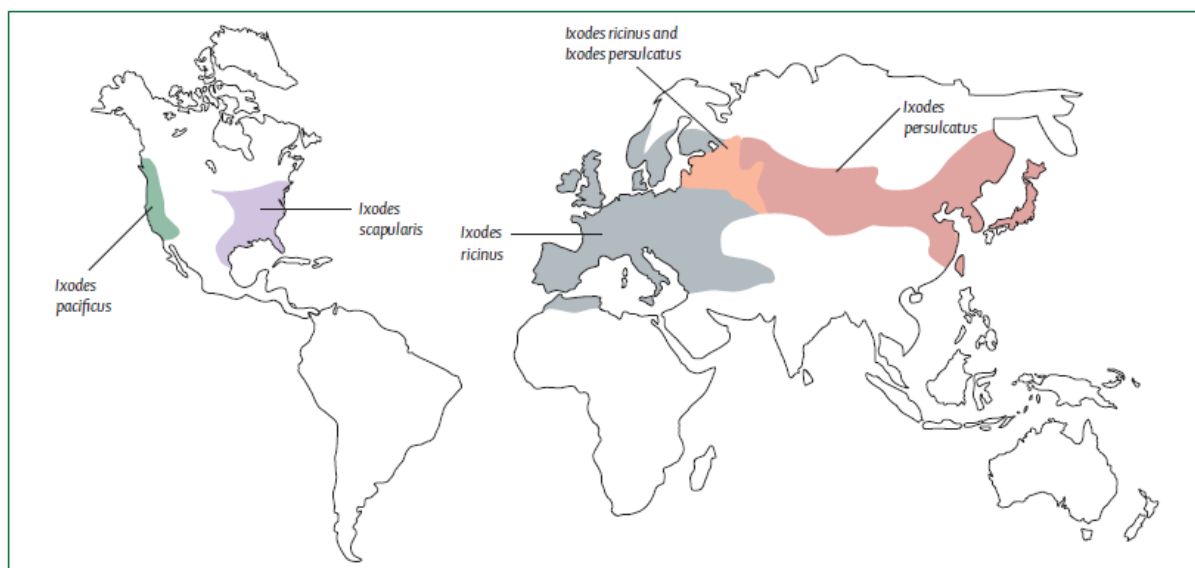
V některých zemích nejsou k dispozici dostatečné informace. Například ve Švédsku, kde se průměrný výskyt odhaduje na 464 případů na 100 000 obyvatel (Bennet et al. 2006).

Lymfská borelióza se v Asii vyskytuje v severní části. Borelie byly prokázány ve východních částech Ruska, v centrálním Mongolsku, na severovýchodě Číny, v Severní Koreji a v Japonsku (Masuzawa, 2004).

Borelióza se dále vyskytuje v části severní Afriky a v Turecku (Masuzawa, 2004).



**Obrázek č. 8: Rozšíření vektorů lymské boreliózy (klíšťata rodu *Ixodes*) ve světě**



(převzato od Stanek et al., 2012)

### 3.6 Projevy lymské boreliózy u psů

Vliv na vznik onemocnění má celá řada faktorů jako jsou imunologické vlastnosti organismu hostitele, ale také antigenní výbava borelií, jejich schopnost odolávat fagocytóze, schopnost pronikat do mozkových a epiteliálních buněk a schopnost vyvolat zánětlivou odpověď (Roháčová, 2012).

Borelie neprodukuje toxiny, proto je největší riziko poškození způsobeno ze zánětlivých reakcí hostitele (Stanek et al., 2012).

Pomocí hypostomu, který je uzpůsoben k proniknutí do kůže a sání krve, se klíšť zasekne hluboko do kůže a začne vylučovat sliny. V těch se nacházejí různé látky, které potlačují lokální imunitu hostitele, tiší bolest, brání uzavření krevních kapilár a srážení krve (enzym ixodin). Buňky hostitele na přítomnost klíšťete reagují produkcí histaminu, který je však ničen látkou obsaženou ve slinách klíšťete (Bolehovská a kol., 2009).

Pro příjem krve mají klíšťata uzpůsobené trávicí ústrojí, kde mají postranní laloky pro skladování krve. Borelie se vyskytují ve střevech klíšťat, kde jsou ukotveny pomocí proteinu

OspA. Během několika hodin, kdy klíště začne sát krev, dochází v jeho střevech k pomnožení spirochet, ke zvýšení teploty a snížení pH. Tím se sníží exprese proteinu OspA a zvýší exprese proteinu OspC. To umožní boreliím asi po 24 hodinách opustit epitel střev a dostat se do endolymfy a slinných žláz, kde se znovu pomnoží. Nasátou krev klíště zhušťuje a zpět do těla hostitele vrací přebytečnou vodu s boreliemi. K tomu dochází nejčastěji po 48 – 72 hodinách od přisátí (Bolehovská a kol., 2009), proto je riziko nákazy tím větší, čím déle je klíště přisáto. Udává se, že pokud je klíště odstraněno do 24 hodin po přisátí, je riziko nákazy minimální (Prokeš, 2015). V kůži v místě přisátí se borelie znovu pomnoží a šíří se dále kůží nebo se dostávají do krve a lymfy, což jim umožňuje další rozšíření do těla a napadání různých tkání (Svoboda a kol., 2001). Cílovými orgány jsou hlavně centrální a periferní nervový systém, klouby, myokard, kosterní svaly, oči a kůže (Prokeš, 2015). Borelie přežívají extracelulárně, ale jsou schopny prostupovat buňkami, které je následně mohou chránit před imunitní odpovědí hostitele. Běžně vstupují do fibroblastů, monocytů a endotelových buněk. Může docházet i k průniku hematoencefalickou bariérou do nervových a gliových buněk mozku (Bolehovská a kol., 2009).

U jednotlivých druhů borelií jsou ještě antigenní subtypy. Imunitní odpověď organismu hostitele je namířena proti subtypu, který vyvolal infekci. Proto po prodělaném onemocnění nezůstává imunita proti jiným subtypům a zvíře nebo člověk se tak mohou nakazit znovu (Roháčová, 2012).

## **Klinické příznaky**

Včasným odstraněním klíštěte můžeme významně zabránit nakažení lymfskou boreliózou. U psů nacházíme klíšťata většinou na místech s jemnou pokožkou, nejčastěji zespodu krku, na bříše, uších, nose a kolem očí. V místě přisátí se objeví zčervenání (erytrém), které později začne svědět. Neošetřené ranky mohou zhnisat. Časté drbání nebo pozůstatky klíštěte v rance mohou způsobit tvorbu granulomů, které vymizí až po několika měsících. S hypersenzitivní reakcí na přisáté klíště se setkáváme především u mladých zvířat (Svoboda a kol., 2000).

Onemocnění probíhá ve třech fázích:

- **Fáze časně lokalizované infekce:** U psů nejsou pozorovány žádné příznaky (u lidí erythema migrans) (Greene, 2012). Onemocnění se totiž často projeví až tehdy, když jsou spirochety rozšířeny do organismu (Littman et al., 2006).
- **Fáze časně diseminované infekce:** Během této fáze lze pozorovat klinické příznaky. Objevují se bolesti pohybového aparátu, různé neurologické, kardiovaskulární a renální obtíže (Greene, 2012). Nejčastěji se objevuje artritida, horečka, anorexie a lymfadenopatie (zduření uzlin) (Littman et al., 2006).
- **Fáze pozdní diseminované infekce:** Objevují se chronické obtíže. Často to jsou recidivující artritidy nebo chronické neurologické poruchy (Greene, 2012).

První dvě fáze jsou akutní, vyvolané vlastním působením spirochet. Třetí fáze je chronická a uplatňují se při ní imunopatologické reakce organismu (Bolehovská a kol., 2009).

U většiny psů se neobjeví žádné klinické příznaky. Uvádí se až 95 % asymptomatických psů. Naproti tomu u lidí se bez klinických příznaků objeví přibližně 10 % (Littman et al., 2006).

Objevení klinických příznaků je pravděpodobnější u mladších psů (Fritz et Kjemtrup, 2003).

Kromě toho u psů chybí některé klinické příznaky, které jsou hlášeny u lidí (Fritz et Kjemtrup, 2003). Charakteristickým příznakem lymfské boreliózy u lidí je erythema migrans, typická vyrážka, která se objevuje u 70 – 80 % případů v místě kousnutí klíštěte a je doprovázena příznaky podobnými chřipce (Bacon et al., 2008). U psů však není známo, že by se tato vyrážka vyskytovala (Littman et al., 2006). Další pro člověka typické příznaky, které se u psů vyskytují vzácně, jsou chronická artritida a onemocnění centrální nervové soustavy (Svoboda a kol., 2001).

Borelióza se u psa projevuje akutní nebo subakutní artritidou. Psi začínají náhle kulhat a objeví se výrazná bolestivost. Artritida postihuje jeden nebo více kloubů (většinou zápěstí či nárt) (Fritz et Kjemtrup, 2003). Postižen bývá ten kloub, který je nejbližší místu kousnutí

klíštětem (Littman et al., 2006). Artritida se projevuje opuchnutím postiženého kloubu, zvýšenou teplotou a bolestivostí při manipulaci s postiženou končetinou. Toto může být doprovázeno horečkou, apatií, nechutenstvím, nechutí k pohybu a zvětšenými mízními uzlinami (Svoboda a kol., 2001).

Klinické příznaky boreliózy, většinou kulhání a nechutenství, se u psů objevují 2 – 5 měsíců po infekci. Onemocnění probíhá v několika epizodách jako kulhání trvající několik dnů, po té kulhání spontánně vymizí (Fritz et Kjemtrup, 2003).

Pokud seřadíme jednotlivé příznaky podle jejich frekvence, bývá nejčastěji pozorováno kulhání, bolestivost kloubů a svalů, následuje deprese, letargie a nechutenství. Horečka bývá pozorována výjimečně (Svoboda a kol., 2001).

Vzácnými klinickými příznaky jsou srdeční blok, selhání ledvin a neurologické změny jako křeče, zvýšená agresivita a jiné změny chování (Svoboda a kol., 2001). Syndrom glomerulonefritidy, označován jako lymská nefropatie (selhání ledvin), se může vyvinout u chronicky nemocných psů. Psi, kteří jím trpí, často nereagují dobře na léčbu a takové případy jsou obvykle fatální (Littman et al., 2006).

U uzdravených psů může přetrvávat mírná polyartritida (Appel et al., 1993).

Asymptomatictí psi zůstávají pravděpodobně infekční i několik let (Svoboda a kol., 2001).

### **3.7 Diagnostika**

Diagnostika boreliózy je poměrně komplikovaná a diagnóza by měla být stanovena na základě zvážení jak klinických příznaků, tak laboratorních výsledků (Křupka a kol., 2014). Běžné laboratorní nálezy jsou nespecifické, hodnoty krevního obrazu jsou většinou normální, stejně jako zánětlivé parametry (Roháčová, 2006).

Pro průkaz lymské boreliózy u psa jsou důležitá čtyři kritéria:

1. Pobyť v endemické oblasti s infikovanými klíšťaty.
2. Přítomnost typických klinických příznaků.
3. Pozitivní výsledek sérologického vyšetření, přítomnost protilátek v krevním séru.
4. Rychlá reakce na správnou terapii antibiotiky.

Jedno nebo dvě kritéria sama nestačí pro potvrzení diagnózy (Svoboda a kol., 2001).

Při diagnostice musíme vyloučit jiná onemocnění, která mají podobné symptomy. Mohou to být revmatické, infekční nebo autoimunitní artritidy, osteopatie, degenerativní onemocnění kloubů, ehrlichóza či bakteriální endokarditida (Svoboda a kol., 2001).

Postižení kloubů poznáme podle toho, že jsou zduřelé a šlachové pochvy ztluštělé. Je poškozena chrupavka a kostní tkáň a vzniká nadměrné množství synoviální tekutiny. Vlivem zánětlivé reakce organismu můžou vznikat v játrech, ledvinách a srdci nekrotická ložiska (Svoboda a kol., 2001).

K průkazu borelií v organismu se využívají přímé nebo nepřímé metody důkazu přítomnosti bakterií. Výběr vyšetřovaného materiálu se provádí podle místa, kde onemocnění probíhá nebo podle klinických příznaků (Křupka a kol., 2009).

### **Přímé metody:**

Mezi přímé metody patří kultivace borelií, elektronová mikroskopie, histologie a metody PCR (polymerázová řetězová reakce) (Prokeš, 2015). Mikroskopické a kultivační metody obvykle neposkytují dostatečnou citlivost. Důvodem je špatná mikroskopická viditelnost borelií a jejich nízká hustota v tkáních (Křupka a kol., 2009).

Kultivace je jediná metoda prokazující živé borelie v organismu (Wright a kol., 2012). Ty mohou být kultivovány in vitro pomocí vzorků z kůže, krve, mozkomíšního moku nebo synoviální tekutiny. Získání testů kultivace trvá několik týdnů, proto se tato metoda izolace běžně nepoužívá (Vaňousová a Hercogová, 2008).

Přínosem by mohla být nová mikroskopická metoda podle Larssona a Bergstroma, která je založena na dvoufázové centrifugaci spirochet z krve nebo z nasátých klíšťat. První centrifugace zbaví krev erytrocytů a většina spirochet zůstane v plazmě. Ta je poté přenesena do nové zkumavky a znovu centrifugována. Následně je pelet rozetřen na podložní sklo a obarven nebo je provedena kultivace a PCR reakce (Bartůněk a kol., 2013).

Metodou používanou pro přímý důkaz boreliové DNA je polymerázová řetězová reakce (PCR). Vzorky se odebírají z krve, mozkomíšního moku, moči, synoviální tekutiny a kůže pacientů (Vaňousová a Hercogová, 2008). Vysoká specifita je uváděna u kůže a synovie, menší u mozkomíšního moku a nejnižší u krve a moči (Křupka a kol., 2014). U synoviální tekutiny je citlivost vyšetření až 90 % (Prokeš, 2015). Tato metoda je velmi citlivá, ale pro svojí nákladnost není rozšířená (Křupka a kol., 2009).

## **Nepřímé metody:**

Přímý průkaz borelií je kvůli jejich náročné kultivaci málo spolehlivý, proto jsou laboratorní metody založené na nepřímých sérologických metodách prokazujících specifické protilátky (Křupka a kol., 2014).

Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) doporučuje dvoustupňové sérologické testování, kdy se jako základní test použije ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) test nebo podobný (IFA – indirent fluorescent antibody assay), a teprve potom následuje specifitější Western blot k potvrzení diagnózy v případě, že jsou základní testy pozitivní nebo nejednoznačné (Wright a kol., 2012). ELISA testy mají ale poměrně nízkou specifitu, proto je při podezření na lymskou boreliózu vhodnější provádět Western blotové vyšetření vždy (Křupka a kol., 2014).

ELISA test detekuje specifické protilátky třídy IgM a IgG. Tvorba protilátek je u lymské boreliózy poměrně pozdní. Tvorba IgM protilátek začíná mezi 2. - 4. týdnem, IgG mezi 4. - 8. týdnem (Prokeš, 2015). Během zvýšení protilátek typu IgG, se současně snižuje IgM protilátky (Schánilec et al, 2010). U většiny psů se tvorba IgG protilátek vyskytuje před nástupem klinických příznaků, proto je běžné, že protilátky IgM nejsou zachyceny a jsou rovnou detekovány až protilátky typu IgG (Fritz et Kjemtrup, 2003). Protilátky jsou vyšetřovány nejčastěji z krve, ale možné je použít i mozkomíšní mok, synoviální tekutinu nebo pupečnickovou krev (Roháčová, 2012).

Problémem při hodnocení sérologických testů je významný podíl falešných pozitiv. Je třeba brát v úvahu možnost zkřížených reakcí. Ty mohou nastat především s jinými nepatogenními typy borelií nebo s jinými spirochetami (treponemy, leptospiry). Falešné pozitivní výsledky může dát i autoimunitní onemocnění nebo herpetická infekce (Vaňousová a Hercogová, 2008). Tyto falešné pozitivy mohou být do určité míry eliminovány pomocí Western blotových testů (nebo podobných imunoblotových testů), které detekují protilátky proti jednotlivým antigenům (Roháčová, 2012). Laboratoře, které používaly kombinaci ELISA testu a Western blotu, měly citlivost a specifitu průměrně 95 % (Bartůnek a kol., 2013).

Při vyhodnocování sérologických testů je nutné pamatovat na možnou časovou prodlevu mezi nástupem infekce a tvorbou protilátek, proto při podezření na boreliózu je v případě

negativního výsledku vhodné test po několika týdnech opakovat (Křupka a kol., 2009). Negativní výsledek testu může být také způsoben podáním antibiotik na počátku onemocnění (Wright a kol., 2012).

Sérologické testy neodliší akutně probíhající infekci od infekce, která již proběhla (Prokeš, 2015). Protilátky mohou zůstat zvýšeny až po dobu několika let (Schánilec et al., 2010).

Diagnóza boreliózy nemůže být postavena jen na séropozitivitě nebo pozitivitě PCR. Je to průnik anamnestických údajů, klinických příznaků pacienta a výše popsanych metod. Proto by se neměla léčit séropozitiva, ale klinické příznaky pacienta (Prokeš, 2015).

Některá pracoviště nabízejí vyšetření odstraněného mrtvého nebo živého klíštěte na přítomnost DNA borelií. Toto vyšetření ale není moc spolehlivé, protože může být riziko infekce ovlivněno mnoha faktory, jako je doba přisátí klíštěte, patogenita bakteriálního kmene nebo genotyp a stav imunitního systému napadeného (Křupka a kol., 2014).

K rychlému průkazu pohyblivých spirochet v klíštěti lze použít světelnou mikroskopii v zástinu. Pomocí této metody se hodnotí infikovanost jednotlivých stádií klíšťat a promořenost klíšťat v různých lokalitách (Bartůněk a kol., 2013).

### **3.8 Léčba**

U lymfské boreliózy lze rozdělit léčbu na kauzální pomocí antibiotik a symptomatickou. Při symptomatické jsou léčiva vybírána podle klinických příznaků, například antirevmatika nebo analgetika (Bolehovská a kol., 2009).

Na rozdíl od člověka má lymfská borelióza u psů velmi dobrou prognózu. Ve většině případů probíhá subklinicky a lze ji úspěšně léčit antibiotiky (Svoboda a kol., 2001).

Hlavním cílem léčby je odstranění borelií z organismu pomocí antibiotik. Vzhledem ke schopnosti borelií přežít intracelulárně se používají antibiotika, která dobře pronikají do buněk a tkání (Bolehovská a kol., 2009). Antibiotika užívaná k léčbě boreliózy, například doxycyklin nebo amoxycilin, působí velmi rychle, většinou už během prvního až druhého dne. Přesto je vzhledem ke schopnosti spirochet přežít v organismu a k jejich pomalému

rozmnožování vhodné užívat antibiotika po delší dobu. Psi s opakujícími se epizodami onemocnění reagují velmi dobře na stejná antibiotika ve vhodné dávce (Svoboda a kol., 2001).

Nedoporučuje se léčit asymptomatické pacienty, kteří jsou séropozitivní, protože se ani takto nezbavíme borelií přetrvávajících v organismu. Antibiotika se tedy, přestože nezbaví tělo všech borelií, používají k omezení množství infekceschopných borelií, a to napomáhá k vymizení klinických příznaků (Svoboda a kol., 2001).

Délka léčby je u psů doporučována po dobu nejméně jednoho měsíce. Čím dříve se s léčbou začne, tím je účinnější. Ve většině případů stačí jeden antibiotický cyklus (Littman et al., 2009).

Pro minimalizaci nežádoucích účinků se doporučuje doprovázet léčbu antibiotiky podáváním probiotik (Vaňousová a Hercogová, 2008).

Dlouhodobé podávání antibiotik u přetrvávající formy boreliózy je neúčinné. V těchto případech je vhodné použít léčbu symptomatickou (Křupka a kol., 2014).

V České republice se preventivní podávání antibiotik po přisátí klíštěte neprovádí (Bolehovská a kol., 2009).

Někdy se k léčbě používají kortikoidy, čímž se ovšem snižuje rychlá odpověď na léčbu antibiotiky (Svoboda a kol., 2001).

### **3.9 Prevence**

Prevence lymské boreliózy není snadná. Zmapovat všechna ohniska nákazy a rezervoárová zvířata je prakticky nemožné (Svoboda a kol., 2001).

Základem prevence je zabránit klíšťatům v přisátí. Vyhnout se klíštěcímu kousnutí zabraňuje nejen nakažení lymskou boreliózou, ale i dalšími onemocněními, jako je například babesióza, ehrlichióza nebo klíšťová encefalitida. Riziko nákazy se dá snížit úpravou prostředí (odstranění křovin atd.), produkty zabraňujícími sání klíšťat na zvířatech a vakcinací (Fritz et Kjemtrup, 2003).

Účinné může být zaměření se na rezervoárová zvířata. V USA se používají krmné boxy pro volně žijící zvířata (především pro drobné savce a vysokou zvěř), které obsahují akaricidní látku. Ta se při krmení zvířete přenáší na jeho tělo (Fritz et Kjemtrup, 2003).



Další možností je aplikovat akaricidy plošně v některých oblastech. Je možné tak vytvořit překážku mezi lesem a oblastí, kde se běžně vyskytují lidé a domácí zvířata (Fritz et Kjemtrup, 2003). Toto použití chemikálií je však nákladné, krátkodobé a nespecifické. Přestože současné typy akaricidů jsou méně toxické pro životní prostředí i pacienty, než tomu bylo dříve (Berrada et Telford, 2009), stále mohou být toxické pro některé organismy, především pro vodní organismy a včely (Jaenson et al., 1991).

Výskyt klíšťat v městských parcích, na zahradě a ve výběhu psa můžeme částečně eliminovat odstraněním vysokých travin a křovinatých porostů (Svoboda a kol., 2000).

Ochrana psů může být zajištěna obojky impregnovanými permethrinem nebo amitrazem, dále pak roztoky obsahujícími látky fipronil, permethin nebo selamectin (Fritz et Kjemtrup, 2003). Akaricidní přípravky ve formě spreje nebo spot-on „kapky za krk“ chrání psy po dobu několika týdnů. Tyto přípravky je nejlépe používat opakovaně od předjaří až do počátku zimy. Lze doporučit Frontline, Petosan, Exspot a další, z obojků pak například Kiltix (Svoboda a kol., 2000).

Obojek je třeba použít v těsném kontaktu s pokožkou. Chemické látky mohou být během koupání nebo plavání z kůže odplaveny (Littman et al, 2006).

V období výskytu klíšťat by měli majitelé své psy prohlédnout po každé návštěvě rizikové oblasti. Včasným odstraněním klíštěte mohou zabránit většině onemocnění přenášených klíšťaty, protože mezi přichycením klíštěte a následným přenosem patogenů musí být delší doba (Fritz et Kjemtrup, 2003). Vyčesáváním srsti mohou být odstraněna ještě nepřichycená klíšťata (Svoboda a kol., 2001).

V zájmu vlastní ochrany je vhodné při odstraňování klíšťat používat rukavice, aby se zabránilo přenosu infekce drobnými oděrkami v kůži (Svoboda a kol., 2000).

Další účinnou metodou prevence je informovat širokou veřejnost o možnosti nákazy lymfskou boreliózou, například prostřednictvím vysílání nebo tištěných letáků s informacemi o rizikových oblastech, obdobích výskytu klíšťat a o osobních preventivních opatření. Kromě toho i dát do hlubšího povědomí informace o klinických příznacích, léčbě a možném očkování psů (Lindgren et Jaenson, 2006).

## **Doporučená preventivní opatření pro lidi**

- Vyhýbání se oblastem, kde jsou přítomna klíšťata.
- Ve stanovištích, kde jsou klíšťata přítomna, nosit oblečení s dlouhými rukávy a nohavicemi. Je vhodné zastrčit košili do kalhot a nohavice do bot, případně i do ponožek.
- Nosit světlé oblečení, aby byly klíšťata snadno vidět.
- Používat repelenty a vždy postupovat podle pokynů na etiketě výrobku.
- Při pobytu v oblasti se průběžně kontrolovat.
- Pokud možno nechodit vysokou trávou a křovinami, na stezce se držet uprostřed cesty.
- Po návratu z oblasti si důkladně zkontrolovat celé tělo (Fritz et Kjemtrup, 2003).

### **3.9.1 Odstranění klíštěte**

Včasné odstranění klíštěte výrazně sníží riziko nákazy boreliózou, protože k přenosu infekce dochází až po 24 hodinách po přisátí nebo i později. S přisátým klíštětem nejprve několik minut pohybujeme všemi směry, poté ho opatrně odstraníme pomocí pinzety nebo jiného speciálního nástroje a ranku důkladně vydezinfikujeme. Nedoporučuje se přichycené klíště potírat alkoholem, éterem nebo olejem, protože byl zjištěn výrazný nárůst uvolněných spirochet před jeho úhynem (Svoboda a kol., 2000). Ze stejného důvodu se nedoporučuje mačkání klíštěte během mechanického odstraňování nebo spalování. Klíště tak může prasknout a tím se uvolní spirochety do poranění (Needham, 1985).

K odstranění klíštěte se doporučují různé mechanické pomůcky. Ty se od sebe liší ve způsobu zachycení a odstraňování klíštěte. Klíšťata mohou být zachycena pomocí drážky ve tvaru „V“, provázku nebo protilehlých čelistí nástroje. Jakmile je klíště uchopeno, může být odstraněno tahem nebo kroucením. Bylo testováno 5 různých pomůcek s ohledem na způsob odstranění klíštěte a případné poškození ústního ústrojí nebo těla klíštěte. Nejlépe hodnocen byl nástroj s otvorem na zachycení ve tvaru „V“ a metodou odstraňování pomocí kroucení (Duscher et al., 2012).

**Obrázek č. 9: Různé mechanické nástroje určené pro odstranění klíšťete:**

- a) vytáčecí pinzeta (protilehlé čelisti, odstranění kroucením)**
- b) „háček“ (drážky ve tvaru „V“, odstranění kroucením)**
- c) „laso“ (provázek, odstranění kroucením)**
- d) pinzeta (protilehlé čelisti, odstranění tahem)**
- e) „karta“ (drážky ve tvaru „V“, odstranění tahem)**



(převzato od Duscher et al., 2012)

### **3.9.2 Vakcinace**

Vakcinace pro humánní potřeby zatím není v Evropě k dispozici. V USA byla vyvinuta látka pod názvem Lymetrix, která ale byla později z trhu stažena pravděpodobně pro možné vedlejší účinky (Roháčová, 2006). Ve veterinární medicíně je k dispozici vakcína pro psy, kočky a koně (Prokeš, 2015).

Očkování se obecně doporučuje pro psy s vysokým rizikem nakažení, kteří žijí nebo navštěvují oblasti s vysokým množstvím infikovaných klíšťat (Day et al., 2016). Majitelé, kteří se pro něj rozhodnou by si měli uvědomit, že vakcinace proti borelióze nesníží riziko

nákazy ostatními nemocemi přenášenými klíšťaty. Proto by neměli vynechat ostatní preventivní opatření proti klíšťatům (Berrada et Telford, 2009).

U vakcinovaných psů může stále dojít k nákaze, protože ochrana může být neúplná a v průběhu času slábne (Little et al., 2010). Rozsah účinnosti vakcíny se odhaduje na 50 až 85 % (Littman et al., 2006).

Vakcína proti borelióze není součástí základního vakcinačního schématu. První vakcinace by se měla provádět od 12 týdnů stáří štěňat nebo až po dokončení vakcinačního schématu proti základním infekčním onemocněním. Druhá dávka se podává za 2 – 4 týdny po první aplikaci. Doporučuje se revakcinovat každý rok, nejlépe vždy těsně před sezónou klíšťat (Day et al., 2016).

Vakcína obsahuje umrtvené borelie. Antigen ve vakcíně je po aplikaci do organismu rozpoznán jako cizí a je aktivována řada obranných mechanismů organismu. Tím dojde k tvorbě specifických protilátek proti antigenním proteinům obsaženým ve vakcinačních kmenech borelií. Tyto specifické protilátky zabraňují následnému rozvinutí infekce (<http://www.bioveta.cz>).

V USA obsahují vakcíny umrtvené buňky *B. burgdorferi s. s.*, v Evropě zahrnují i *B. garinii* a *B. afzelii* (Day, 2001).

V České republice je v současnosti registrováno několik vakcín proti lymfské borelióze pro psy. Běžně k dostání je vakcína s názvem Merilym od firmy Merial (<http://mevet.cz>) a Biocan B od firmy Bioveta, která obsahuje umrtvené buňky *B. afzelii* a *B. garinii*. K dostání je také nová vakcína Borrelym 3 od Biovety, která navíc obsahuje i buňky *B. burgdorferi s. s.* (<http://www.bioveta.cz>).

## 4. Závěr

V současnosti je lymfská borelióza jednou z nejrozšířenějších nákaz na severní polokouli. Dá se předpokládat, že se vlivem změny klimatu bude objevovat čím dál častěji. Tyto změny postihnou i Českou republiku, která je velmi vhodnou oblastí pro výskyt tohoto onemocnění a jednou z nejvíce zamořených oblastí.

Borelióza se často nemusí projevit vůbec nebo nespecifickými příznaky, které mohou simulovat jiné onemocnění. Diagnostika je poměrně obtížná, proto bychom při podezření na nákazu měli zvážit několik faktorů – epidemiologickou anamnézu, klinické příznaky, laboratorní výsledky a následnou správnou reakci na antibiotika.

Je nutné dbát na prevenci. Používáním akaricidních přípravků, ale i pravidelnými prohlídkami psa a následným včasným odstraněním klíštěte se dá zamezit přenosu boreliózy i jiných nemocí přenášených klíšťaty. V současnosti je pro psy k dispozici vakcína.

## 5. Seznam použité literatury

- Appel, M. J. G., Allan, S., Jacobson, R. H., Lauderdale, T. L., Chang, Y. F., Shin, S. J., Thomford, J. W., Todhunter, R. J., Summers, B. A. 1993. Experimental Lyme disease in dogs produces arthritis and persistent infection. *Journal of Infectious Diseases*. 167 (3). p. 651 – 654.
- Bacon, R. M., Kugeler, K. J., Griffith, K. S., Mead, P. S. 2007. Lyme Disease, United States, 2003 – 2005. *Morbidity and mortality weekly report*. 56 (23). p. 573 – 576.
- Bacon, R. M., Kugeler, K. J., Mead, P. S. 2008. Surveillance for Lyme Disease – United States, 1992 – 2006. *Morbidity and mortality weekly report*. 57 (10). p. 1 – 9.
- Bartůněk, P., Bojar, M., Calda, P., Diblík, P., Hercogová, J., Hoza, J., Hulínská, D., Janovská, D., Pícha, D., Valešová, M. 2013 . *Lymeská borelióza*. 4. přepracované a doplněné vydání. Grada Publishing. Praha. s. 157. ISBN: 978-80-247-4355-4.
- Bednář, M., Fraňková, V., Schindler, J., Souček, A., Vávra, J. 1999. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Marvil. s. 560. ISBN: 859-4-315-0528-0.
- Bennet, L., Halling, A., Berglund, J. 2006. Increased incidence of Lyme borreliosis in southern Sweden following mild winters and during warm, humid summers. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 25. p. 426 – 432.
- Berrada, Z. L., Telford, S. R. 2009. Burden of tick-borne infections on American companion animals. *Topics in companion animal medicine*. 24 (4). p. 175 – 181.
- Bolehovská, R., Plíšek, S., Plíšková, L., Čermáková, Z., Palička, V. 2009. Lymeská borelióza. *Klinická biochemie a metabolismus*. 17 (38). s. 24-28.

- Bowman, D., Little, S. E., Lorentzen, L., Shields, J., Sullivan, M. P., Carlin, E. P. 2009. Prevalence and geographic distribution of *Dirofilaria immitis*, *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis*, and *Anaplasma phagocytophilum* in dogs in the United States: Results of a national clinic-based serologic survey. *Veterinary Parasitology*. 160 (1 – 2). p. 138 – 148.
- Daniels, T. J., Boccia, T. M., Varde, S., Marcus, J., Le, J. H., Bucher, D. J., Falco, R. C., Schwartz, I. 1998. Geographic risk for Lyme disease and human granulocytic ehrlichiosis in Southern New York State. *Applied and Environmental Microbiology*. 64 (12). p. 4663 – 4669.
- Day, M. J. 2011. The immunopathology of canine vector-borne diseases. *Parasites & Vectors*. 4 (48).
- Day, M. J., Horzinek, M. C., Schultz, R. D., Squires, R. A. 2016. WSAVA Guidelines for the vaccination of dogs and cats. *The Journal of small animal practice*. 57 (1). p. 1 – 45.
- Duscher, G. G., Peschke, R., Tichy, A. 2012. Mechanical tools for the removal of *Ixodes ricinus* female ticks – differences of instruments and pulling or twisting? *Parasitology research*. 111 (4). p. 1505 – 1511.
- Eisen, R. J., Mun, J., Eisen, L., Lane, R. S. 2004. Life stage-related differences in density of questing ticks and infection with *Borrelia burgdorferi sensu lato* within a single cohort of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*. 41 (4). p. 768 – 773.
- Fritz, C. L., Kjemtrup, A. M. 2003. Lyme borreliosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 223 (9). p. 1261 – 1270.
- Gilbert, L. 2010. Altitudinal patterns of tick and host abundance: a potential role for climate change in regulating tick-borne diseases? *Oecologia*. 162 (1). p. 217 – 225.
- Greene, C. E. 2012. *Infectious Diseases of the Dog and Cat*. 4<sup>th</sup> edition. Elsevier Saunders. St. Louis. p. 1376. ISBN: 978-1-4160-6130-4.

Hulínská, D., Votýpka, J. A., Holinková, N., Kurzová, Z., Uherková, L., Baštová, K., Melter, O. 2009. Průkaz *Borrelia*, *Anaplasma*, *Bartonella* a *Rickettsia* sp. v klíšťatech *Ixodes ricinus* v roce 2007 a 2008 v pražských parcích. Zprávy epidemiologie a mikrobiologie (SZÚ, Praha). 18 (4). s. 167 – 171.

Jaenson, T., Fish, D., Ginsberg, H., Gray, J., Mather, T., Piesman, J. 1991. Methods for control of tick vectors of Lyme borreliosis. Scandinavian journal of infectious diseases. 77. p. 151 – 157.

Křupka, M., Raška, M., Weigl, E. 2009. Lymeská borelióza – biologie, patogeneze, diagnostika a léčba. Dermatologie pro praxi. 1. s. 20 – 23.

Křupka, M., Strojil, J., Raška, M. 2014. Současné možnosti diagnostiky, léčby a prevence lymeské boreliózy. Praktické lékárnictvo. 4 (2 – 3). s. 79 – 82.

Lindgren, E., Jaenson, T. G. 2006. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO.  
dostupné z: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/96819/E89522.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/96819/E89522.pdf)

Little, S. E., Heise, S. R., Blagburn, B. L., Callister, S. M., Mead, P. S. 2010. Lyme borreliosis in dogs and humans in the USA. Trends in parasitology. 26 (4). p. 213 – 218.

Littman, M. P., Goldstein, R. E., Labato, M. A., Lappin, M. R., Moore, G. E. 2006. ACVIM small animal consensus statement on Lyme disease in dogs: Diagnosis, treatment, and prevention. Journal of Veterinary Internal Medicine. 20 (2). p. 422 – 434.

Madhav, N. K., Brownstein, J. S., Tsao, J. I., Fish, D. 2004. A dispersal model for the range expansion of blacklegged tick (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology. 41 (5). p. 842 – 852.



- Masuzawa, T. 2004. Terrestrial distribution of the Lyme Borreliosis agent *Borrelia burgdorferi sensu lato* in east Asia. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 57 (6). p. 229 – 235.
- Medlock, J. M., Hansford, K. M., Bormane, A., Derdakova, M., Estrada-Peña, A., George, J. C., Golovljova, I., Jaenson, T. G. T., Jensen, J. K., Jensen, P. M., Kazimirova, M., Oteo, J. A., Papa, A., Pfister, K., Plantard, O., Randolph, S. E., Rizzoli, A., Santos-Silva, M. M., Sprong, H., Vial, L., Hendrickx, G., Zeller, H., Van Bortel, W. 2003. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasites & Vectors*. 6 (1). p. 1 – 11.
- Needham, G. R. 1985. Evaluation of five popular methods for tick removal. *Pediatrics*. 75 (6). p. 997 – 1002.
- Ogden, N. H., Bigras-Poulin, M., Barker, I. K., Lindsay, L. R., Maarouf, A., O'Callaghan, C. J., Smoyer-Tomic, K. E., Waltner-Toews, D., Charron, D. 2005. A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick *Ixodes scapularis*. *International Journal for Parasitology*. 35 (4). p. 375 – 389.
- Ogden, N. H., Trudel, L., Artsob, H., Barker, I. K., Beauchamp, G., Charron, D. F., Drebot, M. A., Galloway, T. D., O'Handley, R., Thompson, R. A., Lindsay, L. R. 2006. *Ixodes scapularis* Ticks Collected by Passive Surveillance in Canada: Analysis of Geographic Distribution and Infection with Lyme Borreliosis Agent *Borrelia burgdorferi*. *Journal of Medical Entomology*. 43 (3). p. 600 – 609.
- Oliver Jr., J. H., Clark, K. L., Chandler Jr., F. W., Tao, L., James, A. M., Banks, C. W., Huey, L. O., Banks, A. R., Williams, D. C., Durden, L. A. 2000. Isolation, cultivation, and characterization of *Borrelia burgdorferi* from rodents and ticks in the Charleston area of South Carolina. *Journal of clinical microbiology*. 38 (1). p. 120 – 124.
- Papa, A., Pavlidou, V., Antoniadis, A. 2008. Greek goat encephalitis virus strain isolated from *Ixodes ricinus*, Greece. *Emerging Infectious Diseases Journal*. 14 (2). p. 330 – 332.

Pešák, L., Vargová, L., Šerý, O., Lochman, J. 2012. Výskyt klíšťat infikovaných rodem *Borrelia* na území České republiky. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2012. ISBN: 978-80-7368-805-9.

Prokeš, Z. 2015. Lymeská borrelióza. Dermatologie pro praxi. 1 (2). s. 6.

Roháčová, H. 2006. Onemocnění přenášená klíšťaty. Interní medicína pro praxi. 6. s. 280 – 283.

Roháčová, H. 2010. Lymeská borrelióza – hodnocení laboratorních výsledků a indikace léčby. Medicína pro praxi. 7 (8 a 9). s. 344 – 346.

Roháčová, H. 2012. Lymeská borrelióza. Interní medicína pro praxi. 14 (5). s. 203 – 205.

Rollend, L., Fish, D., Childs, J. E. 2013. Transovarial transmission of *Borrelia* spirochetes by *Ixodes scapularis*: a summary of the literature and recent observations. Ticks and tick-borne diseases. 4 (1). p. 46 – 51.

Schánilec, P., Kybicová, K., Agudelo, C. F., Treml, F. 2010. Clinical and Diagnostic Features in Three Dogs Naturally Infected with *Borrelia* spp. ACTA VET. BRNO. 79 (2). p. 319 – 327.

Stanek, G., Wormser, G. P., Gray, J., Strle, F. 2012. Lyme borreliosis. The Lancet. 379 (9814). p. 461 – 473.

Steere, A. C. 2001. Lyme disease. The New England Journal of Medicine. 345. p. 115 – 125.

Svoboda, M., Senior, D. F., Doubek, J., Klineš, J. 2000. Nemoci psa a kočky – I. díl. Noviko a.s. Brno. s. 1014. ISBN: 80-902-595-2-9.

Svoboda, M., Senior, D. F., Doubek, J., Klimeš, J. 2001. Nemoci psa a kočky – II. díl. Noviko a.s. Brno. s. 1024. ISBN: 80-902-595-3-7.

Vaňousová, D., Hercogová, J. 2008. Lyme borreliosis treatment. Dermatologic Therapy. 21 (2). p. 101 – 109.

Volf, P., Horák, P. 2007. Paraziti a jejich biologie. Triton. Praha. s. 318. ISBN: 978-80-7387-008-9.

Wormser, G. P., Dattwyler, R. J., Shapiro, E. D., Halperin, J. J., Steere, A. C., Klempner, M. S., Krause, P. J., Bakken, J. S., Strle, F., Stanek, G., Bockenstedt, L., Fish, D., Dumler, J. S., Nadelman, R. B. 2006. The clinical assessment, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. Clinical Infectious Diseases. 43 (9). p. 1089 – 1134.

Wright, W. F., Riedel, D. J., Talwani, R., Gilliam, B. L. 2012. Diagnostika a léčba lymeské borreliózy. Medicína po promoci. 4.

dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/27980-diagnostika-a-lecba-lymeske-borreliozy>

<http://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-b-injekcni-suspenze.html>

<http://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/borrelym-3-injekcni-suspenze-pro-psy.html>

<http://mevet.cz/produkty/psi-a-kocky/>