

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra veterinárních disciplín



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Leptospiróza u psa

Bakalářská práce

Tereza Klimešová

Kynologie

MVDr. Romana Krejčířová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Leptospiróza u psa“ 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 21.04.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala MVDr. Romaně Krejčířové, Ph.D., za odborné vedení mé práce a trpělivost, Ing. Karlu Kubatovi, Ph.D., za pomoc s formátováním textu v dokumentu, Mgr. Tereze Garamszegi za řešení problémů s citacemi, Radce Dvořákové a Ing. Miroslavě Fridrichové za vyhledání odborných informací v knihovně Státního zdravotního ústavu. Děkuji také své rodině a přátelům, kteří mě podporovali i v těžkých chvílích.

Leptospiróza u psa

Souhrn

Leptospiróza je velmi závažné bakteriální onemocnění, které je téměř celosvětově rozšířené. Původcem onemocnění jsou patogenní spirochéty rodu *Leptospira*. K infekci je vnímavých mnoho druhů divokých a domácích zvířat včetně psů. Velmi důležitá je z epidemiologického hlediska i skutečnost, že v různých geografických oblastech se během určitého časového období může spektrum převažujících sérovarů leptospir postupně proměňovat.

Onemocnění se přenáší několika způsoby. Jedná se o přímý kontakt s infikovaným jedincem, častěji však dochází k nakažení nepřímo, při kontaktu s kontaminovanou vodou a půdou, nebo potravou.

Leptospiry dlouhodobě přetrvávají ve vlhkém a teplém prostředí, při spíše neutrálním či mírně zásaditém pH. Málo odolné jsou proti vyschnutí. Přežívají snadno v bahně, ve vodách potoků a řek, v orgánech a tkáních živých i mrtvých zvířat a jejich sekretech.

U psů leptospiróza probíhá převážně v subklinické formě, některé sérovary však vyvolávají rovněž onemocnění s akutním klinickým projevem. V těchto případech obvykle dochází k selhání převážně ledvin a jater. Postižení se však týká organismu jako celku, velmi často onemocnění končí úhynem zvířete.

Diagnostika onemocnění vychází z anamnézy, možnosti kontaktu pacienta s hlodavci nebo jejich močí, často v souvislosti s prostředím, ve kterém se pes pohybuje a s jeho pracovním využitím. Důležité je rovněž klinické vyšetření, posouzení zdravotního stavu a projevu příznaků. Základem pro potvrzení či vyloučení onemocnění leptospirózou je provedení laboratorních testů. Sem patří zejména sérologické vyšetření včetně provedení mikroskopického aglutinačního testu jako tzv. zlatého standardu, běžně je prováděn PCR test ze vzorku moči, či kultivace původce.

Při terapii onemocnění jsou používána především antibiotika, která umožní zneškodnění původce v organismu. Při včasném zahájení léčby je velmi pravděpodobné úplné uzdravení pacienta, někdy však při neodpovídající terapii může být původce dlouhodobě z organismu vylučován, v tomto případě se jedná o nosičství a další šíření nákazy.

Základem pro snížení rizika onemocnění leptospirózou je prevence. Sem spadá kontrola zamoření lokality hlodavci s následující důslednou deratizací, zabránění kontaktu zvířete s močí hlodavců a omezení jeho pohybu v rizikovém prostředí. Nejdůležitější součástí preventivních opatření je však profylaxe, pravidelně prováděná vakcinace psa.

Leptospiróza v České republice je typické onemocnění s přírodní ohniskovostí, vzestup jejího výskytu souvisí často s přírodními kalamitami, jako jsou povodně.

Klíčová slova: pes, leptospira, rezervoár, žloutenka, patogeneze

Leptospirosis in dogs

Summary

Leptospirosis is a very serious bacterial disease that is almost worldwide. The pathogenic spirochetes of the genus *Leptospira* are the causative agent of the disease. Many species of wild and domestic animals, including dogs, are susceptible to infection. Very important from an epidemiological point of view is the fact that in different geographical areas the spectrum of predominant leptospira serovars may change gradually over time.

The disease is transmitted in several ways. This involves direct contact with an infected individual, but more often infection occurs indirectly, through contact with contaminated water and soil or food.

Leptospire persist for long periods in moist and warm environments, at a rather neutral or slightly alkaline pH. They are poorly resistant to desiccation. They survive readily in mud, in the waters of streams and rivers, and in the organs and tissues of living and dead animals and their secretions.

In dogs, leptospirosis is predominantly subclinical, but some serovars also cause disease with an acute clinical manifestation. In these cases, renal and hepatic failure usually occurs. However, the organism as a whole is affected and very often the disease ends in the death of the animal.

Diagnosis of the disease is based on the history, the possibility of contact of the patient with rodents or their urine, often in connection with the environment in which the dog moves and its working use. Clinical examination, assessment of health and manifestation of symptoms are also important. Laboratory tests are essential to confirm or exclude leptospirosis. This includes serological testing, including the microscopic agglutination test as the gold standard, and PCR testing of a urine sample or culture of the causative organism.

Antibiotics are mainly used in the treatment of the disease to render the causative organism harmless. If treatment is initiated in time, a complete recovery of the patient is very likely, but sometimes, if the treatment is inadequate, the causative organism may be eliminated from the body for a long time, in which case it is a carrier and further spread of the infection.

Prevention is the key to reducing the risk of leptospirosis. This includes control of rodent infestation of the site, followed by thorough deworming, prevention of contact of the animal with rodent urine and restriction of its movement in the risk environment. However, the most important part of preventive measures is prophylaxis, regular vaccination of the dog.

Leptospirosis in the Czech Republic is a typical disease with a natural outbreak, the rise in its incidence is often related to natural calamities such as floods.

Keywords: dog, *Leptospira*, reservoir, jaundice, pathogenesis

Obsah

1	Úvod	2
2	Cíl práce	3
3	Literární rešerše	4
3.1	Původce onemocnění	4
3.1.1	Vnímavé druhy zvířat.....	6
3.2	Způsob nakažení	8
3.3	Odolnost leptospir	9
3.4	Leptospiróza u psa	10
3.4.1	Klinické příznaky	10
3.4.2	Diagnostika onemocnění	13
3.4.3	Terapie	15
3.4.4	Prevence a profylaxe	15
3.4.5	Vakcinace	16
3.5	Zoonotický potenciál leptospirózy	20
3.6	Nákazová situace v České republice.....	22
3.7	Nákazová situace v Evropě	26
4	Závěr	28
5	Literatura	29

1 Úvod

Leptospiróza je velmi nebezpečné bakteriální onemocnění zvířat i lidí, které je rozšířené prakticky po celém světě. Původcem onemocnění jsou spirochéty rodu *Leptospira*. Poprvé bylo toto onemocnění popsáno Adolfem Weilem v roce 1886, z tohoto důvodu bylo dříve označováno jako Weilova choroba (Adler 2015a).

Onemocnění může často probíhat asymptomaticky, právě tato skutečnost nebo přítomnost nespecifických klinických příznaků a obtížná diagnostika v minulosti vedly k tomu, že bylo onemocnění někdy zaměňováno s jinými (van de Maele et al. 2008).

Leptospiróza je nejrozšířenější zoonózou, početná ohniska tohoto onemocnění se objevují zejména v zemích tropického a subtropického pásma. Vznik onemocnění není však vázán pouze na tyto geografické oblasti, vzestup výskytu nákazy v zemích mírného pásma, například v Evropě, často souvisí s přírodními událostmi, jako jsou povodně. Je to dáno vlastnostmi původce a jeho nároky na životní podmínky (World Health Organization 2003).

Rezervoárovými hostiteli jsou domácí i volně žijící zvířata. Infekce má u nich většinou chronický průběh, často bez typických symptomů. Leptospiry perzistují v ledvinových kanálcích a jsou vylučovány močí do okolního prostředí. K infekci dochází přímo, kontaktem mezi zvířaty nebo i transplacentárně z matky na vyvíjející se plody, nebo nepřímým přenosem prostřednictvím kontaminované vody, půdy či potravy. Nejdůležitějším rezervoárovým organismem jsou drobní savci, zejména hlodavci (Dziezyc 2000).

U psů infekce probíhá převážně asymptomaticky, některé sérovary však, například *L. icterohaemorrhagiae* a *L. canicola*, mohou vyvolat onemocnění s těžkým průběhem, často s fatálním koncem. Typické jsou v tomto případě příznaky žloutenky a poškození ledvin. Těžký průběh bývá zjištěn zejména u nevakcinovaných psů (André-Fontaine 2006).

Nejúčinnějším způsobem, jak snížit riziko onemocnění u psů je prevence. Ta spočívá v kontrole prostředí, ve kterém se pes pohybuje, v pravidelně prováděných asanačních zásazích, zejména deratizaci. Nejúčinnějším způsobem, jak zabránit vzniku onemocnění u psa, či alespoň eliminovat jeho těžký průběh, je imunoprophylaxe. V současné době je k dispozici celá škála vakcín od různých výrobců (Sykes et al. 2011).

2 Cíl práce

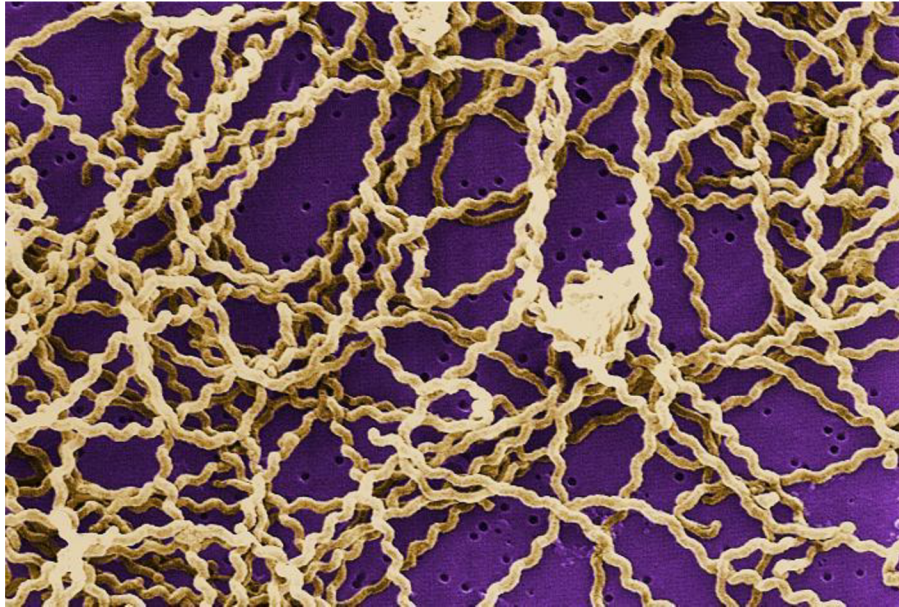
Cílem bakalářské práce bylo na základě studia aktuální odborné literatury zpracovat literární rešerši na téma Leptospiróza u psa.

3 Literární rešerše

Historicky byla leptospiróza rozpoznána jako nemoc psů dříve, než byla známa u jiných živočišných druhů, včetně lidí. V roce 1852 bylo onemocnění popsáno u psů jako „psí tyfus“. Téměř o padesát let později v roce 1898 byla publikována rozsáhlá klinická studie o onemocnění, které postihlo psy během výstavy ve městě Stuttgart a bylo nazváno „Stuttgartská nemoc“ (Arent et al. 2022). V roce 1886 německý lékař Adolf Weil z Heidelbergu popsal u lidí onemocnění doprovázené vysokými horečkami, těžkým ikterem, zvětšením sleziny a zánětem ledvin (Adler 2015a). Nemoc následně dostala název Weilova nemoc (Arent et al. 2022). Dlouho se nedařilo izolovat původce onemocnění, etiologie leptospirózy byla až do začátku 20. století neznámá. Izolaci organismů ze sladké vody poprvé uskutečnili v roce 1914 Wolbach a Binger z katedry bakteriologie lékařské fakulty Harvardské univerzity, kteří je nazvali *Spirocheta biflexa*, ale jako původce Weilovy choroby byl původce poprvé izolován z krve horníků v roce 1915 na lékařské fakultě univerzity Kyushu ve Fukuoka (Inada & Ido 1915). V roce 1931 profesori Klarenbeek a Schüffner izolovali leptospiry z moči psa postiženého nefritidou v Nizozemsku. Kmen byl pojmenován jako *Leptospira canicola* (Schüffner 1934; Levett 2001).

3.1 Původce onemocnění

Leptospiry jsou tenké, protáhlé, ohebné, spirálovitě stočené bakterie (viz Obr. 1). V průměru mají asi 0,1 μm a délku 6-20 μm (Faine et al. 1999; Adler & Moctezuma 2010; Levett 2015). Jedná se o gramnegativní bakterie (Faine et al. 1999; van de Maele et al. 2008) s výrazně zahnutými konci ve tvaru háčku nebo otazníku, podle kterých je lze dobře odlišit od ostatních spirochét (Faine et al. 1999; Picardeau et al. 2001). Připomínají tak tvar vývrtky (Faine et al. 1999). Při velkém zvětšení se v mikroskopu povrch spirochéty zdá načechraný a zrnitý (Bharti et al. 2003). Dva periplazmatické axiální bičíky (fibrily) umožňující pohyb bakterie jsou po jednom umístěny na obou koncích (Picardeau et al. 2001; Mohammed et al. 2011). Bičíky obvykle dosahují délky 15-18 μm a jsou tvořeny flagelinem FlaA a FlaB (Adler & Faine 2006; Lambert et al. 2012; Kučerová 2013). Leptospirální genom se skládá ze dvou kruhových chromozomů (Bharti et al. 2003). Pro leptospiry je typická dvojitá membránová struktura, ve které jsou cytoplazmatická membrána a buněčná stěna úzce spojeny a jsou překryty vnější membránou (Cullen et al. 2004; Mohammed et al. 2011). Vnější membrána je složena z lipopolysacharidů (André-Fontaine et al. 1992).



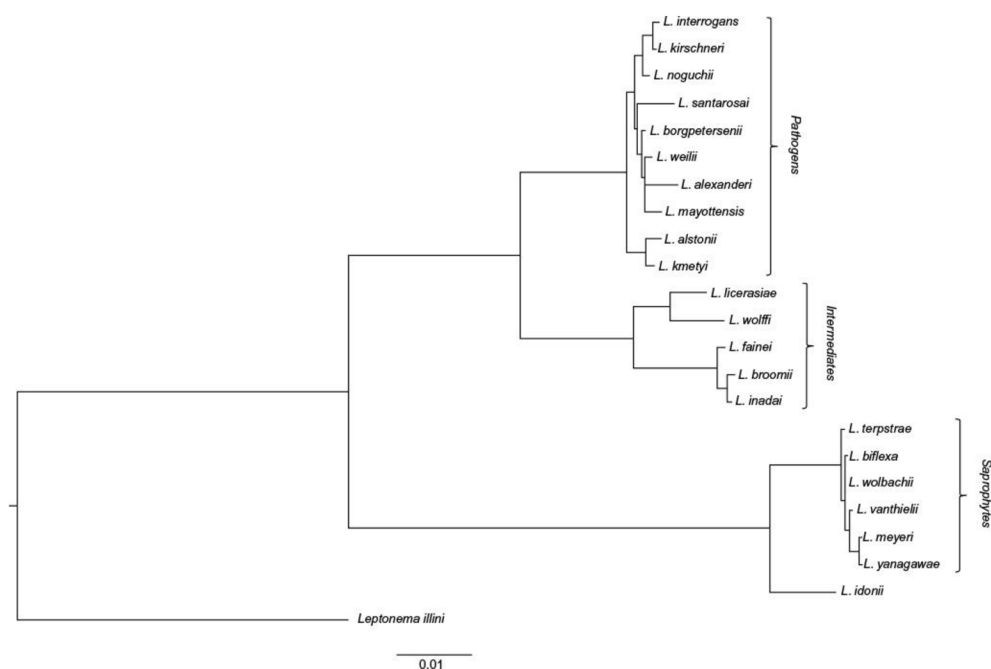
Obrázek 1: Spirochéty rodu *Leptospira* zobrazené elektronovou mikroskopií (Carr & Weyant 2016).

Leptospiry se rozmnožují výlučně v hostiteli (Johnson & Faine 1984). Doba pomnožení dělením leptospir je za optimálních podmínek 6-8 hodin. Inkubační doba závisí na infekční dávce, rychlosti růstu bakterií, jejich toxicitě a imunogenitě (Mohammed et al. 2011). V laboratorních podmínkách mohou přežít i několik měsíců. Leptospiry získávají energii oxidací organických látek, a jsou obligátně aerobní, což znamená, že jsou aktivní pouze v prostředí s dostatečnou koncentrací kyslíku (Faine et al. 1999; Ren et al. 2003).

Onemocnění leptospiróza je způsobena zástupci rodu *Leptospira*. Leptospiry se řadí dle taxonomického zařazení do řádu *Spirochaetales*, čeledi *Leptospiraceae* (Faine et al. 1999; Mohammed et al. 2011; Arent et al. 2022). Před rokem 1989 byly leptospiry rozdělovány **sérologickými metodami** dle složení sacharidové složky bakteriálního lipopolysacharidu do tří sérologických skupin s příslušnými sérovary. Do rodu *L. interrogans* patřily všechny sérovary leptospir patogenních pro zvířata i člověka, dále intermediární leptospiry, které mohou být potenciálními patogeny a způsobují mírnou infekci, a do rodu *L. biflexa* všechny saprofytické sérovary leptospir, které se šíří do prostředí, obývají sladké vody a jsou nepatogenní (viz Obr. 2) (Faine & Stallman 1982; Adler & Moctezuma 2010; Levett 2015; Goarant 2016).

Leptospiry jsou klasifikovány do nejméně 12 patogenních a 4 saprofytických druhů (Levett 2001; Adler & Moctezuma 2010). Je známo více než 260 patogenních a více než 65 nepatogenních sérovarů leptospir (Levett 2001; Ko et al. 2009; Kučerová 2013). V současné době zahrnuje rod *Leptospira* 64 druhů s více než 300 sérovary (Vincent 2019; Arent et al. 2022). Příbuzné sérovary, které jsou antigenně podobné, jsou seskupeny do více než 25 séroskupin (Levett 2001; Michel et al. 2002; Sykes et al. 2011). Tato sérologická taxonomie je stále hojně využívána (Levett 2015). Séroskupiny sice v taxonomii nejsou umístěny, ale v počátku se osvědčily pro sérologickou diagnostiku a epidemiologii (Levett 2001; Levett 2015). Antigenně příbuzné sérovary mohou patřit k různým druhům rodu

Leptospira. Například kmeny sérovaru *L. icterohaemorrhagiae* mohou patřit ke dvěma různým druhům: *L. interrogans* a *L. inadai* (Levet 2001; André-Fontaine 2006).



Obrázek 2: Taxonomie rodu *Leptospira* (Goarant 2016)

Zavedení genetických technik vedlo k nové klasifikaci druhů (Arent et al. 2022). Leptospiry lze klasifikovat pomocí **genotypické klasifikace**, u které se rod *Leptospira* molekulárně rozděluje na základě příbuznosti s DNA do 21 druhů, z toho 13 patogenních. Genotypická klasifikace poskytuje užitečné taxonomické informace, ale je nezávislá na zavedené sérologické klasifikaci, se kterou jsou epidemiologové a lékaři blíže obeznámeni (Bharti et al. 2003). I když dřívější fenotypová klasifikace leptospir byla nahrazena genotypovou (Haapala et al. 1969; Brendle et al. 1974), používá se stále hojně starší označení sérovarů a séroskupin (Bharti et al. 2003). Výsledky sérologické diagnostiky s výsledky získanými molekulárně biologickými metodami ale vzájemně nesouvisí (Adler & Moctezuma 2010; Vijayachari & Sehgal 2006).

3.1.1 Vnímavé druhy zvířat

Zvířata, ve kterých leptospiry přežívají, se označují jako rezervoároví hostitelé (Bulach et al. 2006). Každý sérovar leptospir má jednoho nebo více rezervoárových hostitelů (Langston & Heuter 2003). Existuje řada známých vztahů mezi rezervoárovými hostiteli a konkrétními adaptovanými sérovary leptospir. Klasickým příkladem zvířat, která jsou přirozenými rezervoáry leptospirózy, jsou krysy, které působí jako hlavní přenašeči sérovarů *L. icterohaemorrhagiae* a *L. copenhageni*. Mezi další sérovary typické pro rezervoárové hostitele se řadí séroskupiny *L. pomona* a *L. tarassovi* u prasat, *L. hardjo* a *L. grippotyphosa*

u skotu, *L. bratislava* u koní, *L. hardjo* a *L. pomona* u ovcí a *L. ballum* u myši (Bharti et al. 2003; André-Fontaine 2006; Izurieta et al. 2008). U koček jsou nejrozšířenějšími izolovanými séroskupinami *L. canicola*, *L. sejroë*, *L. australis* a *L. icterohaemorrhagiae* (André-Fontaine 2006). Kočky jsou oproti psům méně náchylné k přirozeně se vyskytujícím i experimentálním infekcím (Langston & Heuter 2003; André-Fontaine 2006). Psi v Evropě jsou nejvíce vystaveni séroskupinám *L. icterohaemorrhagiae*, *L. grippotyphosa*, *L. australis*, *L. sejroë* a *L. canicola* (Ellis 2010).

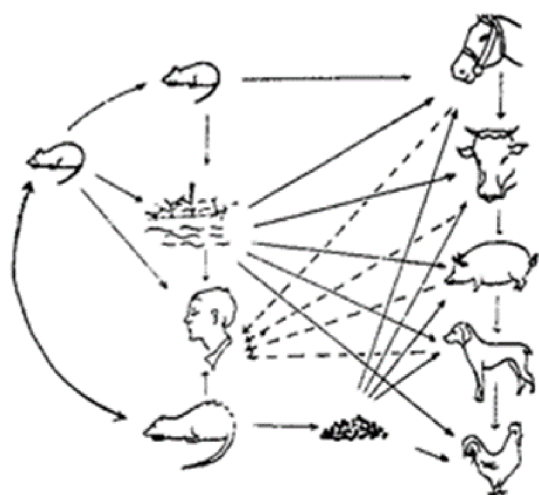
Celá populace jednoho druhu zvířat může být rezervoárovými hostiteli pro daný kmen *Leptospira*, zatímco jednotliví jedinci mohou být vnímaví i vůči jiným kmenům (Bulach et al. 2006). U infikovaných psů byly identifikovány různé příznaky onemocnění leptospirozou, ale žádný není výhradně spojen jen s jedním sérovarem (Adler & Moctezuma 2010; Miotto et al. 2016). Tradičně byla leptospiroza psů spojována hlavně se sérovary *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*, které pocházejí ze dvou různých séroskupin v rámci druhu *Leptospira interrogans*. Nyní se již ale ví, že psi jsou citliví a vysoce vnímaví na infekci daleko větší škálou sérovarů (Bulach et al. 2006; Adler & Moctezuma 2010; Miotto et al. 2016).

Obvykle se má za to, že leptospiroza u psů nejčastěji postihuje mladé dospělé, samce, psy velkých plemen nebo lovecké psy žijící ve venkovských oblastech. Výsledky studie Major et al. (2014) naznačují, že u štěňat je zvýšené riziko výskytu leptospirozy, přičemž 20,5 % psů v této studii je mladších jednoho roku. To může být způsobeno nadměrnou expozicí prostředí během procesu socializace nebo nedostatečnou úrovní imunity (Major et al. 2014). Některé studie skutečně potvrdily, že samci a pracovní psi jsou mezi pacienty s leptospirozou nadprůměrně zastoupeni (Ward et al. 2002; Ward et al. 2004). Zvýšené riziko u samců lze částečně vysvětlit zvýšenou venkovní aktivitou a jejich specifickým chováním, včetně čichání a olizování moči, což potenciálně podporuje přenos mezi psy (Pappas et al. 2008). Ward (2002) uvedl, že vyšší výskyt leptospirozy je u psů středního věku (mezi čtyřmi a deseti lety), podle Stokes a Forrester (2004) je to ve věku od čtyř do sedmi let. Psi středního věku a psi velkých plemen bývají obvykle více aktivní venku mimo své domácí prostředí oproti mladým nebo starým psům, což může zvyšovat jejich riziko onemocnění leptospirozou. Také u pracovních, pasteveckých a loveckých psů ve srovnání s doma chovanými psy mají vyšší riziko nákazy leptospirozou z důvodu jejich častějšímu kontaktu s volně žijícími zvířaty (Ward 2002; Stokes & Forrester 2004; Lau et al. 2017). Vyšší riziko je údajně i u nekastrovaných psů. Nejrizikovějším plemen je podle studie německý ovčák (Ward 2002). Jiné studie však uvedly podobnou séroprevalenci u psů velkých a malých plemen, obou pohlaví a všech věkových skupin (Stokes et al. 2007; Gautam et al. 2010). Kromě toho byl život v městském nebo příměstském prostředí označen za významný rizikový faktor pro rozvoj leptospirozy, který je výsledkem zvýšeného vzájemného působení mezi psy a volně žijícími zvířaty (Raghavan et al. 2011).

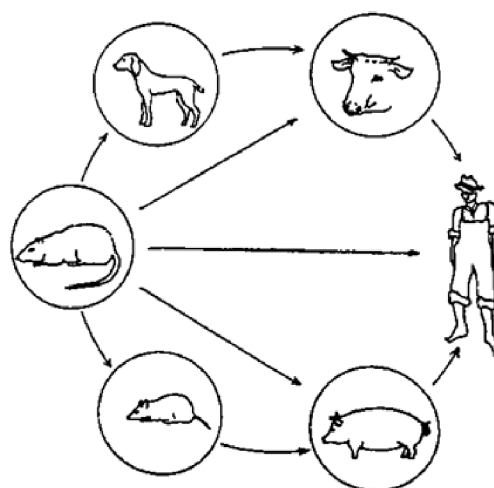
3.2 Způsob nakažení

Patogenní sérovary leptospir infikují široké spektrum domácích a divokých zvířat (Sykes et al. 2011). Každý známý druh hlodavce, vačnatce nebo savce včetně člověka může být rezervoárovým hostitelem pro patogenní leptospiry (Faine et al. 1999; Ganoza et al. 2010; Adler & Moctezuma 2010). Patogenní druhy rodu *Leptospira* byly izolovány ze stovek druhů savců, včetně netopýrů a ploutvonožců. Velcí býložravci jsou dalšími významnými zdroji infekce. Některé sérovary leptospir byly izolovány i z obojživelníků (Babudieri et al. 1973; Everard et al. 1988; Gravekamp et al. 1991; Haake & Levett 2015).

Za nejdůležitější rezervoárové hostitele pro patogenní leptospiry jsou považováni zejména drobní hlodavci a jiní malí savci (van de Maele et al. 2008; Adler & Moctezuma 2010; Mohammed et al. 2011; Haake & Levett 2015). Rezervoároví hostitelé jsou asymptomatickými přenašeči, klinické příznaky se u nich po infekci patogenními leptospirami obecně nevyvíjejí (Faine et al. 1999; Adler & Moctezuma 2010). Asymptomatictí rezervoároví hostitelé přenášejí bakterie zejména v proximálních renálních tubulech ledvin a v jaterní tkáni, u některých druhů zvířat jako je skot nebo prase, také v reprodukčním traktu. Bakterie jsou vylučovány močí po dobu několika měsíců nebo celoživotně. K přenosu infekce může docházet přímo ze zvířete na zvíře, či nepřímo prostřednictvím kontaminovaných materiálů v životním prostředí (viz Obr. 3 a 4) (Zitek & Beneš 1998; Stokes & Forrester 2004; Ganoza et al. 2010; Sykes et al. 2011). K přímému přenosu leptospirózy dochází nejčastěji přes porušenou kůži, někdy i při pokousání, přes sliznice a spojivku oka. Popsán byl i přenos transplacentární (Dziezyc 2000). Vrcholoví predátoři na vrcholu potravního řetězce, jako jsou masožravci a mrchožrouti, se mohou infikovat pozřením nakažené kořisti či mršinami (Ellis 2015).



Obrázek 3 (vlevo): Schéma přenosu *L. grippityphosa* (Zitek & Beneš 1998)



Obrázek 4 (vpravo): Schéma přenosu *L. icterohaemorrhagiae* (Zitek & Beneš 1998)

Po průniku kůží nebo sliznicí se leptospiry rychle šíří krví, kde se množí a dostávají se do cílových tkání, jako jsou játra a hlavně ledviny (Levett 2001; André-Fontaine 2006; Adler & Moctezuma 2010). Po období leptospirémie se leptospiry nacházejí v proximálních renálních tubulech a jsou vylučovány do vnějšího prostředí močí. Zde mohou přežívat týdny až měsíce ve stínu, teple a vlhku (Adler & Moctezuma 2010; Ellis 2015; Goarant 2016). Trvání a intenzita vylučování bakterií močí závisí na konkrétním sérovaru. Infekce sérovarem *L. canicola* obvykle vedou k dlouhodobému vylučování, které může trvat až dva roky. Psi infikovaní jinými sérovary obvykle vylučují leptospiry mnohem kratší dobu. Mezi predilekční tkáně se řadí také slezina a děloha, zejména za březosti, rovněž i nervová tkáň, často je postižen zrak (Dziezyc 2000; Langston & Heuter 2003).

Bylo zjištěno, že téměř 50 % potkanů, nutrií a ondatr je séropozitivních. Aby však jako rezervoáry účinně vylučovaly bakterie močí do prostředí, musí být leptospiry přítomné v kanálcích ledvin. V tomto ohledu je mezi jednotlivými druhy hlodavců rozdíl. Téměř 30 % potkanů a ondatr jsou přenašeči leptospir, konkrétně *L. icterohaemorrhagiae* u potkanů a *L. grippotyphosa* u ondatry (André-Fontaine & Baranton 2004).

3.3 Odolnost leptospir

Přežití patogenních leptospir v prostředí závisí na faktorech jako je pH a teplota. Bakterie jsou citlivé na sucho i velké teplo, kyseliny a dezinfekční prostředky (Faine et al. 1999). Optimální je pro ně prostředí s vysokou vlhkostí, proto je přílišná dehydratace nebo teploty vyšší než 50 °C zabíjí (Johnson & Faine 1984). Optimální teplota pro přežití leptospir je 28–30 °C (Faine et al. 1999). Vyhovuje jim prostředí s hodnotou pH 7,8 (Mohammed et al. 2011). Oblasti s vysokými srážkami a teplým klimatem proto pro přežití leptospir poskytují optimální prostředí (Adler 2015a).

Leptospiry jsou schopné přežít v alkalické půdě, bahně, potocích, řekách, orgánech a tkáních živých nebo mrtvých zvířat, ve zředěném mléce (Faine et al. 1999) a v kejdě skotu (Johnson & Faine 1984). V tekoucí vodě mohou přežít několik měsíců, ve stojaté vodě jen několik týdnů (Alexander et al. 1975). Například některé kmeny druhu *Leptospira kmetyi* přežijí čtyři dny i v mořské vodě (Saito et al. 2014). Ve vodních zdrojích se vyskytují jak patogenní, tak saprofytické kmeny rodu *Leptospira* (Adler & Moctezuma 2010; Wynwood et al. 2014).

Leptospiróza je považována za sezónní onemocnění. V Severní Americe je většina klinických případů diagnostikována během pozdního léta a časného podzimu (Prescott et al. 2002; Ward et al. 2004). Velmi významná je vyšší prevalence leptospirózy spojená s obdobím častějších srážek. (Faine et al. 1999; Ward et al. 2002). V USA a Kanadě byly zjištěny významné pozitivní korelace mezi počtem diagnostikovaných případů leptospirózy a vyššími průměrnými srážkami (Ward 2002).

3.4 Leptospiróza u psa

Ghneim et al. (2007) ve své práci potvrdili, že větší pravděpodobnost nakažení leptospirózou je rizikovější u psů, kteří žijí v blízkosti přírodních vodních zdrojů, přicházejí do kontaktu s kontaminovanou vodou a pijí ji.

Leptospiróza se vyskytuje jak v městských i venkovských lokalitách vyspělých a rozvojových zemí na celém světě (Bharti et al. 2003). Dříve byli za více ohrožené považováni hlavně psi, kteří žili ve venkovském prostředí nebo psi využívaní ke sportu (Mumford 1989). Později bylo ale zjištěno, že psi z městských oblastí mají vyšší pravděpodobnost pozitivního testu na leptospirózu ve srovnání se psy z venkovských oblastí (Alton et al. 2009; Raghavan et al. 2012; Smith et al. 2019; Ricardo et al. 2020). To je zřejmě způsobeno pronikáním volně žijících druhů do městských populací, kde působí jako rezervoároví hostitelé leptospir (Murray et al. 2020).

Různé země hlásily v posledním desetiletí opětovný výskyt leptospirózy psů, většinou v souvislosti se změnou výskytu patogenních sérovarů. Většina infekcí byla způsobena sérovary, které nebyly obsaženy v použitých vakcínách (Alton et al. 2009; Majetić et al. 2012). Kromě změn v sérovarech byla pozorována i změna u hostitelských druhů. U psů se zvýšilo riziko jejich kontaktu s volně žijícími živočichy jako jsou hlodavci a v Severní Americe mývalové a skunci (Ward et al. 2004; André-Fontaine 2006).

3.4.1 Klinické příznaky

Leptospiróza u psů se příliš neodlišují od syndromů pozorovaných u jiných živočišných druhů (Klaasen & Adler 2015). Klinické příznaky jsou po infekci leptospirami obvykle nespecifické, probíhají u psa nejčastěji inaparentně, mohou být variabilní a odlišují se v různých oblastech i během jednotlivých let. Závažnost klinických příznaků závisí na několika faktorech. Jedná se o věk a imunitní reakci hostitele, virulenci příslušného sérovaru, významným činitelem je i geografická poloha ohniska a environmentální faktor, například zda je infekce v oblasti endemická (Levett 2001; Svoboda et al. 1996; Claus et al. 2008; Miotto et al. 2016). U psů byly popsány perakutní, akutní a subklinické a chronické projevy onemocnění (Langston & Heuter 2003; Greenlee et al. 2005; van de Maele et al. 2008). Projevují se od mírných příznaků, které samy odezní, až po závažné projevy jako selhání orgánů, kdy nakažený jedinec hyne (Goldstein 2010; Sykes et al. 2011; Rajapakse et al. 2016; Lau et al. 2017). Prvotní příznaky leptospirózy jsou často podobné chřipce, což může vést k nesprávnému stanovení diagnózy. Neexistuje žádný klinický obraz, který by leptospirózu jednoznačně charakterizoval (le Turnier & Epelboin 2019).

Leptospiróza u psů postihuje mnoho orgánových systémů (Sykes & Reagan 2019). Poměrně často se jedná o akutní selhání funkce ledvin nebo jater, zánět střední vrstvy oční koule, plicní krvácení a aborty březích fen (van de Maele et al. 2008; Sykes et al. 2011). U psů byly příznaky onemocnění zařazeny do čtyř skupin syndromů: ikterický, hemoragický, uremický (Struttgartova choroba) a reprodukční (potrat nebo předčasný porod, slabá mláďata) (Bolin 1996). Klinické příznaky se většinou projeví v prvním týdnu po infekci, vyvolají je již

malá množství bakterií (Greenlee et al. 2005). Inkubační doba je přibližně 5 až 15 dní (le Turnier & Epelboin 2019). Klinické příznaky leptospirózy jsou nejčastěji připisovány infekci sérovary *L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. grippotyphosa*, *L. pomona* a *L. bratislava* (André-Fontaine 2006). U psů, jako rezervoárových hostitelů sérovaru *L. canicola*, však infekce tímto sérovarem vyvolávají pouze mírné nebo dokonce žádné klinické příznaky (Goldstein et al. 2006).

Málo častá je **perakutní forma** onemocnění, která vede k exitu ještě před rozvojem selhání ledvin a jater v důsledku masivní leptospirémie, šoku a poruch krevní koagulace. Ty se projeví četným krvácením do gastrointestinálního traktu. Ikterus se zpravidla v tomto případě nestihne rozvinout (Svoboda et al. 1996).

Akutní forma leptospirózy je charakterizována selháním jater a ledvin, výsledky laboratorních testů ukazují změny hodnot zejména biochemických a hematologických. Tato forma často způsobí úhyn zvířete (André-Fontaine 2006). Podle Langston a Heuter (2003) se příznaky selhání jater v akutním případě leptospirózy nestihnou plně rozvinout. Onemocnění zprvu začíná horečkou doprovázenou třesem, celkovou citlivostí a bolestí svalů, což způsobuje neochotu k pohybu nebo topornou chůzi. Pes může též vykazovat polyurii a změny její frekvence, polydipsii, letargii, šok a depresi, anorexii a zrychlené dýchání (Greenlee et al. 2005; Goldstein et al. 2006; Kohn et al. 2010). V moči jsou při mikroskopickém vyšetření detekovány erythrocyty (Birnbbaum et al. 1998). V oblasti jater a ledvin je značná palpační bolestivost. Mezi časté příznaky se řadí nechutenství, zvýšená žíznivost, průjem, zvracení a důsledkem toho také dehydratace (Dziezyc 2000; Greenlee et al. 2005; Kohn et al. 2010). Otok tkáně ledvin ohrožuje průtok krve ledvinami, což způsobuje nedostatek kyslíku ve tkáních a akutní selhání ledvin (Langston & Heuter 2003). Tyto změny vedou k dehydrataci a elektrolytové dysbalanci. Selhání ledvin je obvykle provázeno oligurií (Svoboda et al. 1996). Postižení jater bývá spojeno s projevem ikteru, dalším příznakem je nízká koncentrace plazmatického albuminu, vysoké koncentrace globulinů a snížení produkce koagulačních faktorů závislých na vitamínu K. Stupeň ikteru obvykle odpovídá stupni postižení jater. Jaterní selhání těžkého stupně se objevuje zejména u psů do šesti měsíců věku (Langston & Heuter 2003).

K počátečním nespecifickým příznakům se řadí i akutní záněty krčních mandlí a překrvení sliznic. Kašel, výtok z nosu a hnisavá konjunktivitida doprovázejí zánět nosní sliznice, zánět průdušek nebo zánět a otok plic. Na sliznicích se objevují krváceniny (Langston & Heuter 2003; Greenlee et al. 2004; Minke et al. 2009; Lunn 2022). Hlavním pitevním nálezem a příčinou smrti u všech psů ve studii Klopffleisch et al. (2010) bylo těžké, akutní, plicní krvácení (viz Obr. 5). Časté jsou vředy až nekrózy v dutině ústní, zejména na tvářové sliznici a špičce jazyka. Výrazným projevem urémie je specificky zapáchající dech. Výkaly bývají světlé barvy, mohou obsahovat krev, stejně jako zvratky. Někdy se objevuje i zácpa. Zvýšený obsah bilirubinu v moči způsobuje její tmavé zbarvení. Puls bývá nepravidelný a zrychlený. Objevují se hemostatické poruchy (Svoboda et al. 1996). Při auskultaci plic jsou slyšitelné chropy, někdy i srdeční šelest při zánětu endokardu. Mohou se objevit i nervové příznaky vyvolané urémií, zánět mozkových blan nebo celková dysfunkce mozku. Dalším projevem onemocnění je fotofobie, vzácně krvácení do přední oční komory a

u fen sterilita způsobená *L. bataviae*. Občas se jako komplikace objevuje intususcepcce střeva, která má letální následky (Svoboda et al. 1996).



Obrázek 5: Těžké, akutní plicní krvácení u psa (Klopfleisch et al. 2010)

Obecně se uvádí, že séroskupiny *L. icterohaemorrhagiae* a séroskupina *L. canicola* jsou zodpovědné za akutní formy leptospirózy psů (André-Fontaine 2006). V našich podmínkách je nejčastěji diagnostikován sérovar *L. icterohaemorrhagiae*, u kterého bývá častým příznakem ikterus (viz Obr. 6). Charakteristický je náhlý nástup výrazné apatie, anorexie a zvracení. Horečka provází stadium leptospirémie, často však vůbec zachycena není (Svoboda et al. 1996). Sérovary *L. icterohaemorrhagiae*, *L. copenhageni* a *L. pomona* vyvolávají nejzávažnější postižení jater. Sérovary *L. canicola*, *L. grippotyphosa* mají za následek onemocnění ledvin, oproti předchozím třem sérovarům vyvolávají méně klinických příznaků souvisejících s játry (Langston & Heuter 2003). Typická akutní leptospiróza se žloutenkou a akutním selháním ledvin však může být také vyvolána sérovary patřícími do jiných séroskupin, jako je *L. australis* (Adamus et al. 1997), *L. pyrogenes* nebo *L. autumnalis* (André-Fontaine 2006).



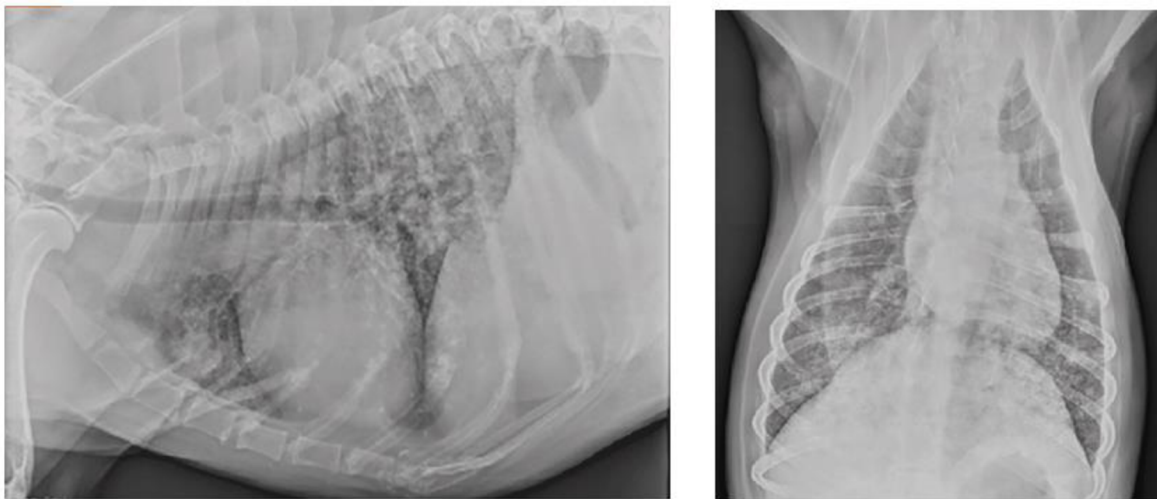
Obrázek 6: Fotografie ikterického psa s leptospirozou. U psa je viditelné zežloutnutí skléry a ústní sliznice (Lunn 2022).

Chronická forma obvykle uniká pozornosti. Může se projevovat jako horečka neznámého původu, chronická hepatitida nebo chronická nefritida (Svoboda et al. 1996). Během chronické formy leptospirózy se hematologické parametry nepohybují příliš mimo fyziologické rozmezí (Baudet 2000). Chronické formy leptospirózy byly zaznamenány i u očkovaných zvířat, obecně vyvolané bakteriemi z jiných séro skupin než *L. icterohaemorrhagiae* a *L. canicola*, jako jsou *L. sejroë*, *L. australis* nebo *L. grippotyphosa* (André-Fontaine 2006).

3.4.2 Diagnostika onemocnění

Při diagnostice leptospirózy se používají sérologické a bakteriologické metody. Protilátková odpověď je detekovatelná po několika dnech nebo až týdnech po nástupu onemocnění, tento způsob pro rychlou diagnostiku je proto méně vhodný (Faine et al. 1999; Flannery et al. 2003). Důležitou součástí při diagnostice leptospirózy je stanovení kompletního krevního obrazu a biochemická analýza moči. Hematologické vyšetření často odhalí zvýšený počet leukocytů a snížený počet trombocytů (Svoboda et al. 1996; Dziezyc 2000; Langston & Heuter 2003). Stupeň trombocytopenie nevykazuje žádnou korelaci se závažností onemocnění. Pokud je narušena koagulace krve, může se projevit chudokrevností v důsledku krvácení nebo dochází ke vzniku mnohočetných krevních sraženin v cévách (Navarro & Kociba 1982). Biochemický profil odhaluje zvýšené koncentrace močoviny v krvi a sérového kreatininu, který přímo souvisí se závažností onemocnění. Může dojít k hyperbilirubinémii a výraznému zvýšení dalších jaterních enzymů. Běžně se vyskytuje hyperfosfatémie a hypokalcémie, možná je též hyperkalcémie. Tyto poruchy elektrolytů jsou způsobeny dysfunkcí ledvin a gastrointestinálního traktu. V důsledku selhání ledvin a dehydratace se může rovněž vyvinout metabolická acidóza (Langston & Heuter 2003). Při analýze moči jsou nejčastějšími nálezy přítomnost glukózy i bílkovin v moči a nízká specifická hmotnost moči (van de Maele et al. 2008).

Rentgenové snímky pomáhají objevit plicní změny (viz Obr. 6 a 7) (Baumann & Flückinger 2001). Ultrasonografie břicha může například analyzovat dilataci ledvinné pánvičky a volnou tekutinu obklopující ledviny (Forrest et al. 1998). Obě techniky poskytují doplňkové, ale nespecifické informace (van de Maele et al. 2008).



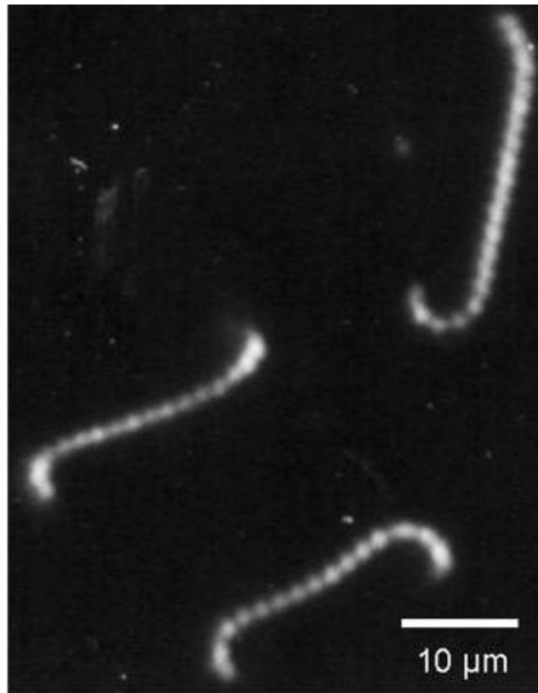
Obrázek 6 (vlevo): Plicní krvácení psa s leptospirozou zobrazené na rentgenu z boku (Sykes & Reagan 2019)

Obrázek 7 (vpravo): Plicní krvácení psa s leptospirozou zobrazené na rentgenu ze shora (Sykes & Reagan 2019)

Diagnostika leptospirózy je z důvodu široké škály projevů onemocnění obtížná. Zásadní význam má laboratorní vyšetření. Laboratorní diagnostické postupy jsou rozdělovány do dvou skupin. Do první skupiny se řadí testy na detekci protilátek, ve druhé skupině jsou testy sloužící k identifikaci leptospir v klinickém materiálu (van de Maele et al. 2008).

K metodám používaných pro nepřímou diagnostiku leptospirózy se řadí mikroskopický aglutinační test (MAT), principem je reakce specifické protilátky obsažené v séru nemocného zvířete s živými kmeny leptospir. Další metodou je technika polymerázové řetězové reakce (PCR) umožňující rychlý průkaz leptospir ve vzorcích již v počátku onemocnění. Dostupné jsou komerční kity založené na detekci různých genů specifických pro rod *Leptospira*. Metoda PCR se využívá pro jaterní nebo ledvinové biopsie (Abdoel et al. 2011; Picardeau et al. 2014; Skouloudis & Rickerby 2015; Lau et al. 2016).

Výběr diagnostického testu závisí na několika faktorech, jako je diagnostická přesnost (citlivost, specifická a prediktivní hodnota), finanční náročnost, technická nebo praktická proveditelnost a požadovaná rychlost výsledku (Picardeau et al. 2014). Jak kultivace leptospir, tak MAT se stále používají jako zlatý standard pro diagnostiku leptospirózy. Protože leptospiry jsou pomalu rostoucí bakterie, jejich kultivace je časově náročná, a proto i praktické využití této metody je pro rychlou diagnostiku omezené (Kumar et al. 2013). Mikroskopie v temném poli (viz Obr. 8) čerstvě odebrané moči po podání diuretik je v diagnostice leptospirózy důležitou, avšak méně citlivou metodou, která není použitelná pro stanovení sérovarů leptospir (Harkin et al. 2003).



Obrázek 8: Mikroskopický snímek bakterie *Leptospira* v temném poli (Adler & Moctezuma 2010)

3.4.3 Terapie

Léčba leptospirózy u psů je založena na podpůrné i specifické terapii (Langston & Heuter 2003). Antimikrobiální terapie je zaměřena na odstranění bakterií z krevního oběhu a následně z moče. Léčba by měla být zahájena co nejdříve. Včasná léčba inhibuje množení bakterií a eliminuje vážné poškození orgánů, jako jsou játra a ledviny (van de Maele et al. 2008). V akutním stádiu onemocnění jsou některé bakterie uloženy intracelulárně a jsou tak nepřístupné účinkům antibiotik. Po uplynutí několika týdnů může dojít k jejich částečnému znovupomnožení. Je proto nutné pokračovat v léčbě antibiotiky po dobu několika týdnů. Pokud jsou však tkáňové léze již výrazné (např. jaterní fibróza), antibiotika nevykazují požadovaný účinek (André-Fontaine 2006; Haake & Levett 2015).

3.4.4 Prevence a profylaxe

Velmi zásadní význam má zvyšování informovanosti veřejnosti o této nemoci, jejím zoonotickém potenciálu a v této souvislosti znalost hygienických pravidel při pobytu v přírodě, aby se zabránilo riziku expozice a přenosu nemoci (Sykes et al. 2011). Jedním ze zásadních preventivních opatření proti leptospiróze je důsledně prováděná deratizace. Zabránění kontaktu psů s rezervoárovými druhy, především potkany, a omezení přístupu do oblastí s potenciálními zdroji infekce, jako jsou bažinaté oblasti a stojaté vody, zejména po vydatných deštích, či povodních, kde se rezervoároví hostitelé vyskytují nebo kde potvrzená či podezřelá zvířata močí, pomáhá předcházet infekci (Svoboda et al. 1996; Goldstein 2010;

Sykes et al. 2011; Nunez 2022). Je nezbytné se vyhnout kontaktu s močí a jinými tělesnými tekutinami infikovaných zvířat (Brown & Prescott 2008).

V případě výskytu leptospirózy je nutné detekovat ohnisko nákazy a zdroje infekce (Faine et al. 1999). Může se jednat o kontrolu populací rezervoárových zvířat, zásahy do životního prostředí, jako je odvodnění, změny zemědělských nebo chovatelských postupů, a zamezení přístupu volně žijících zvířat (Edwards & Levett 2004; Nunez 2022).

Vhodnou strategií ke snížení šíření leptospirózy je izolace infikovaných psů a dodržování přísných hygienických opatření chovatelských stanic, při ošetřování psů se chránit rukavicemi a likvidovat nebo sterilizovat použitý materiál (Sykes et al. 2011; Lau et al. 2017). Leptospiry jsou citlivé na UV záření, vysychání a dezinfekční prostředky (Sykes et al. 2011). Všechna místa, kde se infikovaný pes pohyboval, je nutné důkladně asanovat. K dezinfekci jsou vhodné preparáty na bázi jódu (povidon jodid) nebo chloru, ale i běžné dezinfekční prostředky (Svoboda et al. 1996). Základem prevence je však zejména profylaxe (Adler & Moctezuma 2010).

3.4.5 Vakcinace

Většina štěňat je v prvních týdnech života chráněna mateřskými protilátkami. Pasivní protilátky získané od matky postupně mizí a jejich hladina je ve stáří 8–12 týdnů již z hlediska obranyschopnosti nedostatečná. Štěňata se proto nechávají v tuto chvíli ve věku 8–9 týdnů poprvé očkovat. Druhé očkování by mělo následovat za 3–4 týdny. V závislosti na typu použité vakcíny je vyvolaná imunita omezena na sérologicky příbuzné sérovary. Pro udržení trvalé imunity se doporučuje pravidelná roční revakcinace. Vakcinovat je nejlepší na jaře, neboť výskyt leptospiróz je nejvyšší v pozdním létě. Vakcinace proti leptospiróze se řadí mezi doporučené (Day et al. 2016). Imunizační dávka pro jedno zvíře obsahuje bez ohledu na druh, stáří, pohlaví a hmotnost 1 ml. Vakcíny jsou dostupné ve formě injekční suspenze, aplikuje se subkutánně nejlépe v krajině za lopatkou (Cymedica 2023a; Cymedica 2023b; Dyntec 2023, Příbalový leták 2023a). Doba trvání imunity je po primovakcinaci jeden rok (Virbac 2021; Cymedica 2023e).

K výrobě vakcín jsou použity usmrcené celobuněčné bakteriny. Specifickou nevýhodou leptospirózních bakterinů je spektrum účinnosti; ochrana je namířena pouze proti sérovarům obsažených ve vakcíně nebo blízce souvisejícím sérovarům (Levett 2001; Adler 2015b). Vakcíny se vyznačují krátkodobou ochrannou imunitou, z toho důvodu musí být aplikovány každoročně nebo i v kratších časových intervalech pro dosažení dostatečné imunity. Ochrana vůči jednotlivým sérovarům je různá. Ze všech očkovacích látek se sice vakcíny proti leptospiróze vyznačují nejvyšším počtem nežádoucích reakcí, ale rizika jsou přesto velmi nízká. Na 100 000 dávek se projeví méně než 53 nežádoucích účinků. Nutná je kontrola anafylaktických reakcí po vakcinaci trpasličích plemen a hlášení nežádoucích účinků (Day et al. 2016; Yao et al. 2015; Robbins 2017). Nežádoucí reakce jakékoli vakcíny jsou obecně pravděpodobnější u menších a mladších psů, náchylnějším na reakce z vakcíny. Případy závažných anafylaktických reakcí u psů způsobených vakcínou s leptospirózou nebyly hlášeny více než u jiných podávaných vakcín (Moore et al. 2005; Yao et al. 2015).

Opakovaná vakcinace trpasličích plemen by se měla provádět pouze u psů s vysokým rizikem onemocnění leptospirózou, kde psům hrozí riziko infekce (Day et al. 2016).

První komerční vakcíny proti leptospiróze se začaly používat v 60. letech 20. století (Jull & Heath 1960; Ellis 2010; Klaasen & Adler 2015). Původní bivalentní (L2) vakcíny proti leptospiróze poskytovaly ochranu proti dvěma sérovarům *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*, které se dříve vyskytovaly u psů nejčastěji. Použitím těchto vakcín se podařilo snížit výskyt leptospirózy u psů. Před několika lety byly v Evropě povoleny tetraivalentní (L4) vakcíny, které nabízejí ochranu proti dalším dvěma sérovarům: *L. grippityphosa* a *L. bratislava* (Klaasen et al. 2013; Klaasen et al. 2014). Mezi Evropany byla i po vakcinaci psů bivalentními vakcínami s *L. icterohaemorrhagiae* a *L. canicola* hlášena leptospiróza způsobená jinými sérovary (Kohn et al. 2010). V poslední době nové vakcíny obsahující sérovary patřící do tří (*L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola* a *L. grippityphosa*) nebo čtyř (*L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. grippityphosa* a *L. bratislava*) séroskupin (Klaasen et al. 2013) jsou dostupné v několika evropských zemích. Vzhledem k rozšíření leptospirózy u evropských psů, kteří byli očkováni bivalentními vakcínami, doporučuje Schuller et al. (2015) použít kvadrivalentní vakcíny ve snaze zvýšit spektrum ochrany.

V současné době existuje mnoho výrobců nabízejících různé kombinace vakcín. Na trhu jsou dostupné značky Biocan, Canigen, Canvac, Eurican, Nobivac, Vanguard a Versican. Leptospiróza je většinou součástí sdružené vakcíny proti několika nemocem (DHPPiL), ale existuje i jako samostatná vakcína (L). Ne každá vakcína obsahuje stejné sérovary. Pro přehled jsou v Tabulce 1 vypsány názvy vakcín se sérovary, které obsahují (Státní veterinární správa 2020; Ježková 2021).

Tabulka 1: Sérovary leptospir v dostupných očkovacích látkách pro psy (Ježková 2021)

	<i>L. canicola</i>	<i>L. icterohaemorrhagiae</i>	<i>L. grippityphosa</i>	<i>L. bratislava</i>	<i>L. serjoe</i>
Biocan L	x	x	x		
Bioca Novel L4	x	x	x	x	
Canigen DHA2PPi/L (R)	x	x			
Canvac L	x	x			x
EuricanDAPPI-LR	x	x			
EuricanLmulti	x	x	x		
Nobivac Lepto	x	x			
Nobivac L4	x	x	x	x	
Vanguard Plus 5/L	x	x			
Versican L4	x	x	x	x	

Vakcína **Biocan** se začíná vakcinovat od 8–9 týdnů stáří, primovakcinovaní jedinci se revakcinují v intervalu 2–4 týdnů. Pokud se pes pohybuje v oblasti s endemickým výskytem leptospirózy nebo v blízkosti vody, kde se mohou nacházet rezervoároví hostitelé, doporučuje

se navakcinovat i potřetí, 6 měsíců po základní imunizaci. Pro udržení trvalé imunity se doporučuje každoroční revakcinace. Imunita nastupuje za 14 dní po primovakcinaci a solidní imunita se utváří za 14 dní po revakcinaci. Vakcíny obsahují tři nejrozšířenější sérovary – *L. icterohaemorrhagiae*, *L. grippothyposa* a *L. canicola*. Existuje monovalentní vakcína Biocan L, určená proti leptospiróze, a polyvalentní vakcína Biocan LR, která účinkuje navíc i proti vzteklině. Kombinované vakcíny DHPPi+L (viz Obr. 9) přispívají k aktivní imunizaci psů proti psince, infekční hepatitidě, infekční laryngotracheitidě, parvoviróze, parainfluenze a proti třem nejčastěji se vyskytujícím sérovarům leptospir, Biocan Novel DHPPi+L4 (obr. 9) obsahující vyjma třech základních sérovarů leptospiry navíc i sérovar *L. australis* nebo DHPPi+LR s třemi základními sérovary leptospiry navíc se vzteklinou, která se vakcinuje až od 12. týdne stáří (Bioveta 2016a; Bioveta 2016b; Bioveta 2016c; Bioveta 2016d; Bioveta 2016e).



Obrázek 9: Vakcíny Biocan, Eurican a Canigen proti leptospiróze společně s infekčními chorobami (autor).

Vakcína **Canigen** DHA2PPi/L (viz Obr. 9) poskytuje aktivní imunizaci psů k prevenci psinky, infekční hepatitidě, psího parvoviru, respiračních onemocnění způsobených virem parainfluenzy psů, psincového kašle a leptospirózy způsobených *Leptospira interrogans* sérovary *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae* k aktivní imunizaci psů od 8 týdnů věku. Nástup imunity byl prokázán po 5 týdnech u *L. canicola* a po 2 týdnech u *L. icterohaemorrhagiae*. Vakcína Canigen DHA2PPi/LR je doplněna o vzteklinu (Virbac 2021; Cymedica 2023e).

Vakcína **Canvac** DHPPiL je určena k zajištění aktivní imunizace psů proti psince, infekční hepatitidě, infekční laryngotracheitidě psů, parvoviróze psů, parainfluenze psů a leptospiróze způsobené sérovary *L. icterohaemorrhagiae*, *L. grippotyphosa* a *L. sejiroë*. Solidní imunita nastupuje za 2 až 3 týdny po primovakcinaci a přetrvává nejméně 1 rok. První vakcinace se provádí u psů od stáří 6 až 8 týdnů, druhá dávka vakcíny se aplikuje za 3 týdny po první vakcinaci. U mláďat se specifickými kolostrálními protilátkami au mláďat, kterým byla druhá dávka vakcíny aplikována před ukončením 12. týdne věku, se za 3 až 4 týdny po druhé dávce doporučuje podat třetí dávku vakcíny. Použití vakcíny Canvac DHPPiL+R

chrání psa navíc ještě proti vzteklině (Dyntec 2023; Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv 1996; Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv 2003).

Vakcíny **Eurican DAPPi** aktivně imunizují psy proti psince, hepatitidě, parvoviróze, laryngotracheitidě a paraifluenze. Vakcíny Eurican DAPPi-LR chrání proti leptospiróze se sérovary *L. icterohaemorrhagiae* a *L. canicola* a vzteklině. Vakcíny Eurican DAPPi-Lmulti (viz Obr. 9) chrání proti leptospiróze před třemi sérovary *L. canicola*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. grippotyphosa*. Nástup imunity začíná 14.–21. den po vakcinaci. Imunita přetrvává po dobu 12–15 měsíců. Primární vakcinace se provádí od stáří 12 týdnů, po předchozí vakcinaci přípravkem Eurican DAPPi-L u štěňat od 7 týdnů věku. Revakcinace se doporučuje každoročně, v případě vážného rizika leptospirózy se doporučuje revakcinace po půl roce (Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv 2015; Příbalový leták 2023a; Příbalový leták 2023b).

Vakcína **Nobivac Lepto** (viz Obr. 10) aktivně imunizuje psy proti leptospiróze způsobené *L. interrogans*, séroskupinami *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*. Imunita nastupuje po 4 týdnech a trvá 1 rok. Psi se vakcinují dvakrát v intervalu 2–4 týdny. Štěňata by měla být ve věku nejméně 6 týdnů před tím, než dostanou první dávku. Psům, kteří se často pohybují v přírodě nebo ve vodě, se doporučuje podat třetí dávku vakcíny Nobivac Lepto 6 měsíců po základní vakcinaci (Cymedica 2023a; Příbalový leták 2023c).



Obrázek 10: Vakcíny Nobivac obsahující pouze leptospirózu (autor).

Nobivac L4 (viz Obr. 10) obsahuje čtyři inaktivované kmeny bakterie *L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. grippothyphosa* a *L. australis*. Vakcína se psům podává ve formě dvou injekcí pod kůži aplikovaných vždy s čtyřtýdenním odstupem. První injekci je možné psovi podat ve věku od 6 do 9 týdnů, přičemž druhá injekce následuje o týden později. Pokud některá štěňata vykazují vysoké hladiny protilátek získaných od matky, doporučuje se podat jim první injekci vakcíny ve věku 9 týdnů. K zachování účinku

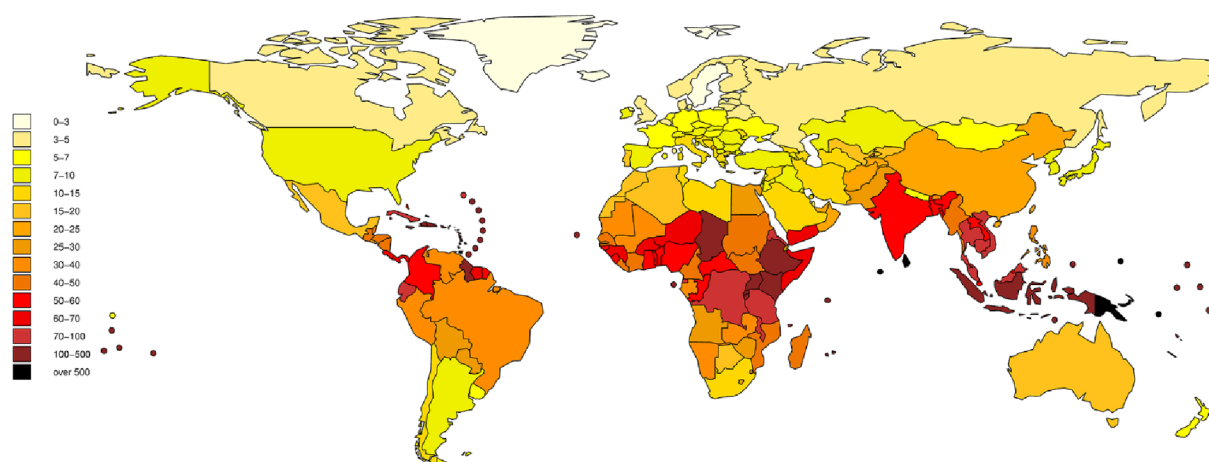
vakcíny by měli být poté psi každoročně přeočkováni jednou posilovací dávkou. Imunita nastupuje 3 týdny po vakcinaci (European Medicines Agency 2012; Cymedica 2023b).

Vanguard Plus 5/L zajišťuje aktivní imunizace proti psince, parvoviróze, infekční hepatitidě, parainfluenze a leptospiróze způsobené *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*. Nástup imunity pro leptospirózu je přibližně 2 týdny po poslední dávce základního vakcinačního schématu (Cymedica 2023d).

Versican Plus DHPPi/L4 je vakcína obsahující živý oslabený virus psinky, psí adenovirus, psí parvovirus, virus psí parainfluenzy a inaktivované kmeny bakterií způsobující psí leptospirózu. Psovi se podávají dvě dávky vakcíny v odstupu 3–4 týdnů od 6 týdnů věku. Jedna dávka vakcíny Versican Plus DHPPi/L4 se aplikuje každé 3 roky. Jelikož je pro leptospirové složky nutná revakcinace každý rok, může být k revakcinaci použita dávka Versican Plus Pi/L4 jednou ročně (European Medicines Agency 2015; Cymedica 2023c).

3.5 Zoonotický potenciál leptospirózy

Leptospiry jsou přítomné v prostředí všude tam, kde dochází k vylučování močí zvířat, udržují se zejména v půdě a ve vodě. Každý rok je u lidí na celém světě hlášeno více než milion případů leptospirózy s téměř 60 000 úmrtími (Hotez et al. 2014; Costa et al. 2015), což z leptospirózy činí významné globální nebezpečí (Jittimanee & Wongbutdee 2019). Na Mapě 1 je zobrazena odhadovaná roční nemocnost leptospirózou jednotlivých zemí (Torgerson et al. 2015). Většina infekcí u lidí způsobených leptospirózou v endemických oblastech má mírný nebo asymptomatický průběh (Haake & Levett 2015). Leptospiróza se u lidí obvykle projevuje jako nespecifické, akutní, prudce nastupující onemocnění charakterizované silnou bolestí hlavy a svalů, zejména v oblasti nohou a šije. Inkubační doba leptospirózy je obvykle 2–21 dní (World Health Organization 2003; Ministerstvo zdravotnictví ČR 2010; Fojtů et al. 2021). Rozvoj závažnějších následků závisí na epidemiologických podmínkách, vnímavosti hostitele a virulenci patogenu (Haake & Levett 2015).



Mapa 1: Mapa světa s výskytem leptospirózy (Torgerson et al. 2015).

Člověk je pro *Leptospiry* jen náhodný hostitel (World Health Organization 2003; Sehgal 2006; Adler & Moctezuma 2010). Rezervoároví hostitelé různých druhů zvířat jsou významným zdrojem onemocnění pro lidi, znalost přítomných sérovarů a jejich rezervoárových hostitelů je proto důležitá, aby bylo možné posoudit rizika pro člověka a uplatnit vhodná opatření (Faine et al. 1999).

Riziko onemocnění leptospirózou je vysoké zejména u osob, které se dostávají do přímého kontaktu s potenciálně nakaženými zvířaty, která mohou bakterie vylučovat. Do této skupiny spadají osoby pracující v živočišné výrobě a při zpracování masa, veterináři, chovatelé a pracovníci útulků pro zvířata (Levett 2001; World Health Organization 2003). Zvýšené riziko nákazy je i u osob věnujících se myslivecké činnosti, skupin lidí podílejících se na zásazích při povodních, ale také u volnočasových aktivit provozovaných v přírodě (World Health Organization 2003; Edwards & Levett 2004). Rostoucí výskyt leptospirózy je zaznamenán u lidí, kteří se vrací z dovolených v tropických oblastech (Goris et al. 2013).

Ačkoli mnoho volně žijících a domácích zvířat může sloužit jako rezervoár, nejdůležitějším zdrojem nákazy člověka je krysa hnědá (Ministerstvo zdravotnictví ČR 2010; Jittimane & Wongbutd 2019; Fojtů et al. 2021). Jelikož mají psi s lidmi velice blízký vztah a zároveň jsou i lovci hlodavců, umožňují tak podle Sykes et al. (2011) přenos infekce na člověka. Naopak Martins et al. (2012) tvrdí, že existuje jen málo důkazů o přímém přenosu leptospirózy na lidi ze psů. Podle Jimenez-Coello et al. (2010) jsou sice psi zdrojem leptospirózy u lidí, ale jejich role rezervoárových hostitelů je však omezena jen na sérovar *L. canicola*. Vzhledem k tomu, že nejčastějšími původci leptospirózy u lidí jsou sérovary *L. Icterohaemorrhagiae* a *L. Copenhageni*, které nejsou přenášeny psy, je tedy úloha psa v přenosu na lidi omezená, pokud vůbec existuje. Naproti tomu jsou psi mnohem více vystaveni nákaze než lidé, neboť mají volný přístup do kontaminovaného prostředí, kde loví krysy, a mohou mít kontaminovanou potravu nebo vodu močí potkanů (Martins et al. 2012).

V literatuře nebyl zaznamenán žádný prokázaný případ přímého přenosu ze psa na člověka, i když jsou příležitostně citovány neoficiální případy. Zatímco přenos infekce ze psa na člověka je jistě možný, většina důkazů pro roli psa jako přenašeče infekce zůstává nepřímá (Martins et al. 2012; Gay et al. 2014). U psů se proto infekce studovala daleko podrobněji než u jiných druhů zvířat. Sykes et al. (2011) ve své studii zjistili, že téměř všichni majitelé, u jejichž psů byla diagnostikována leptospiróza, uvedli předchozí kontakt s hlodavci v domácím prostředí (Sykes et al. 2011). Obecně platí, že větší expozice psů v kontaminovaném prostředí znamená také vyšší riziko i pro lidi (Martins et al. 2012). Z epidemiologických opatření je proto důležité kontrolovat přemnožení krys a myší, a důsledné provádění deratizace. Při pobytu v přírodě je třeba dodržovat základní hygienická pravidla a vyvarovat se kontaktu se zvířaty a pobytu v potencionálně kontaminované vodě (Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2010; Nunez 2022).

Několik studií v minulosti již zkoumalo konkrétní roli psa jako zoonotického přenašeče leptospir. I u lidí s intenzivním a častým kontaktem se psy se jen výjimečně rozvinou klinické příznaky infekce (Barmettler et al. 2011). Barmettler et al. (2011) zkoumali riziko zoonotického přenosu ze psů s akutní leptospirózou na jejich majitele a na personál veterinární nemocnice. Leptospiróza nebyla detekována u žádného z 91 testovaných subjektů

a zoonotický přenos za standardních doporučených hygienických podmínek byl proto považován za neobvyklý (Barmettler et al. 2011). Ve studii (Major et al. 2014) žádný z 298 ošetřovatelů klinicky nemocných psů nebyl infikován, a to i přes opakovaný a někdy velmi blízký fyzický kontakt se psy. Nelze však vyloučit nekomplikované a asymptomatické průběhy onemocnění (Major et al. 2014).

3.6 Nákazová situace v České republice

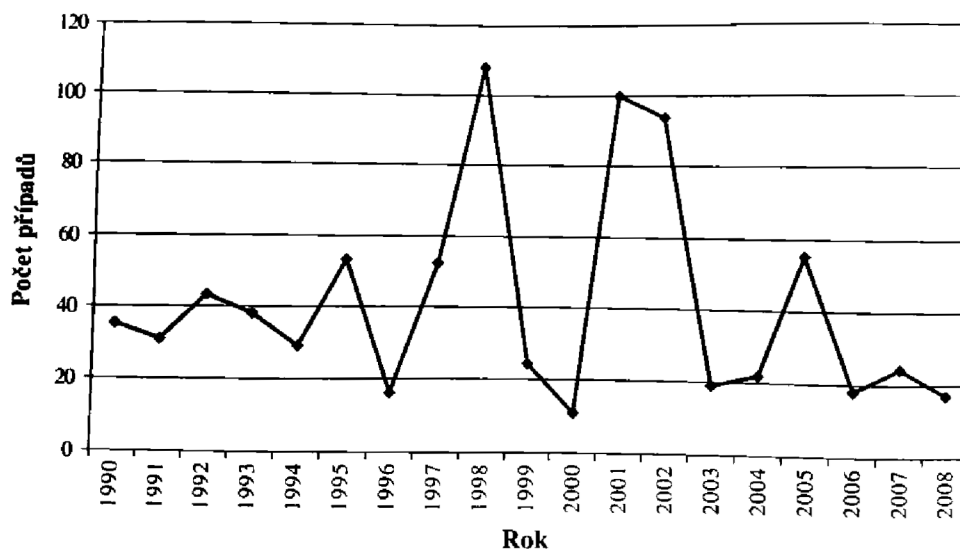
V České republice je leptospiróza málo frekventované bakteriální onemocnění (Zitek & Beneš 2005), uváděná prevalence leptospirózy u lidí je 0,3/100 000 obyvatel. Předpokládá se, že prevalence je ve skutečnosti o něco vyšší z důvodu nesprávné diagnózy některých případů onemocnění (Smetana et al. 2010; Marvanová et al. 2013; Zitek & Beneš 2005; Vijayachari et al. 2008). V Tabulce č. 2 je shrnut vývoj nemoci na 100 000 obyvatel v letech 2010–2022 (Oddělení biostatistiky SZÚ 2023; Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky 2013).

Tabulka 2: Výskyt hlášených infekcí v České republice (Upraveno podle Oddělení biostatistiky SZÚ 2023; Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky 2013)

Roky	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nemocnost*	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2

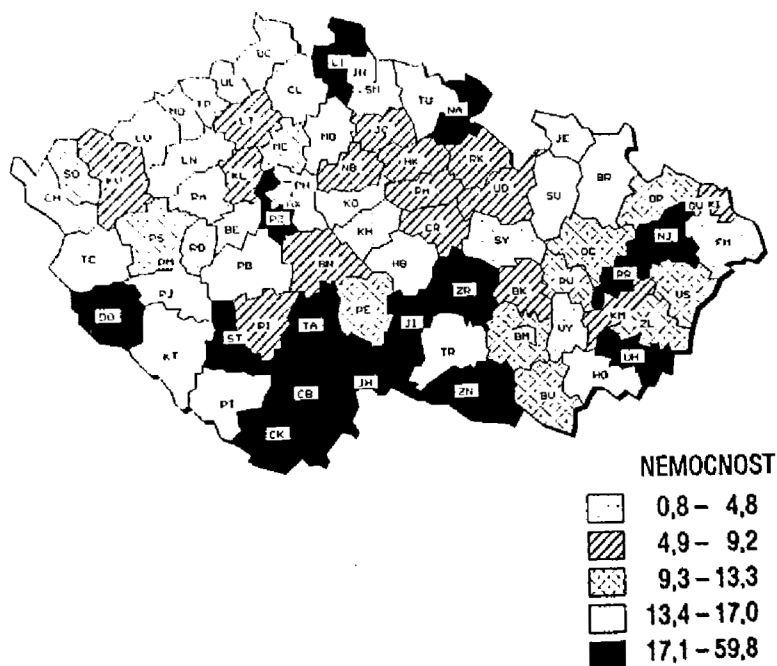
* Nemocnost na 100 000 obyvatel v letech 2010–2022

Leptospiróza se v České republice vyskytuje sporadicky, zejména v přírodních ohniscích, nebo v období menších epidemií (Mohammed et al. 2011). Vyšší výskyt onemocnění (viz Graf 1) bývá hlášen v zemědělských oblastech a pojí se s přírodními katastrofami, jako jsou povodně (Zitek & Beneš 2005; Smetana et al. 2010). Po povodních by se mohla leptospiróza pohybovat v naší populaci až v desetinásobných číslech (Zitek & Beneš 1998). Výskyt leptospirózy se nejvýrazněji zvýšil po povodních na Moravě v roce 1997 a v Čechách v roce 2002 (Zitek & Beneš 2005). Zlepšováním hygienických standardů, zaváděním mechanizace v zemědělství a deratizací hlodavců v přírodních ohniscích nálezů z dlouhodobého hlediska leptospiróza postupně klesá (Zitek & Beneš 2005).



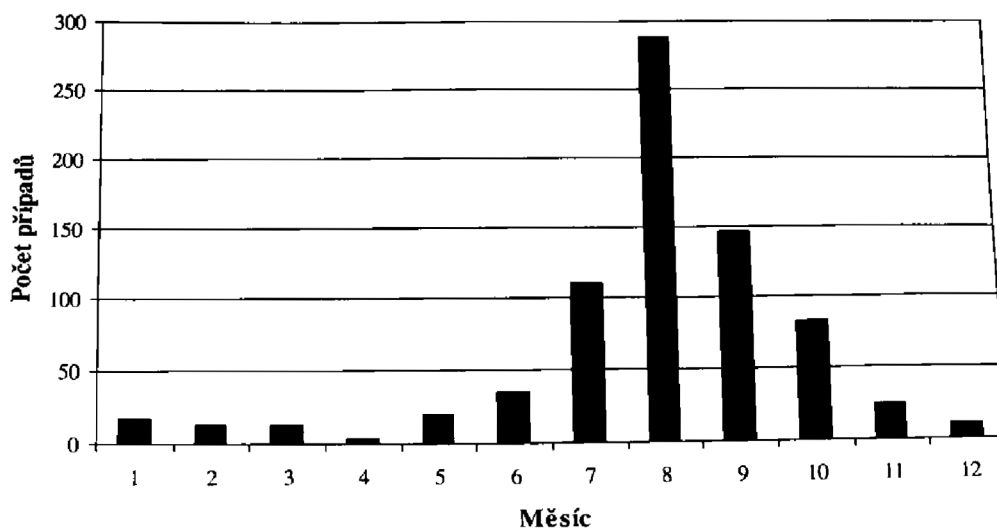
Graf 1: Leptospiroza v ČR 1990–2008, absolutní počty případů (Smetana et al. 2010)

Hlášené případy bývají soustředěny do povodí řek, nejvíce se vyskytují v klasických oblastech přírodních ohnisek nákazy, jako jsou jižní Čechy, jižní Morava a Českomoravská vrchovina. Mapa 2 zobrazuje nemocnost na 100 000 obyvatel. Celkem bylo hlášeno v období 1982–2002 1266 případů, z toho 46 úmrtí (Zitek 2002). V roce 1997 vyšetřily diagnostické laboratoře 7156 osob na leptospirozu, z toho bylo zjištěno celkem 94 nakažených osob (Zitek 1997; Zitek & Beneš 1998). Další ohnisko leptospirozy, v menším rozsahu, zaznamenali autoři i po červnu 2009 a opět v květnu 2010, kdy část území Novojičínska v Moravskoslezském kraji bylo zaplaveno (Smetana et al. 2010; Marvanová et al. 2013; Zitek & Beneš 2005).



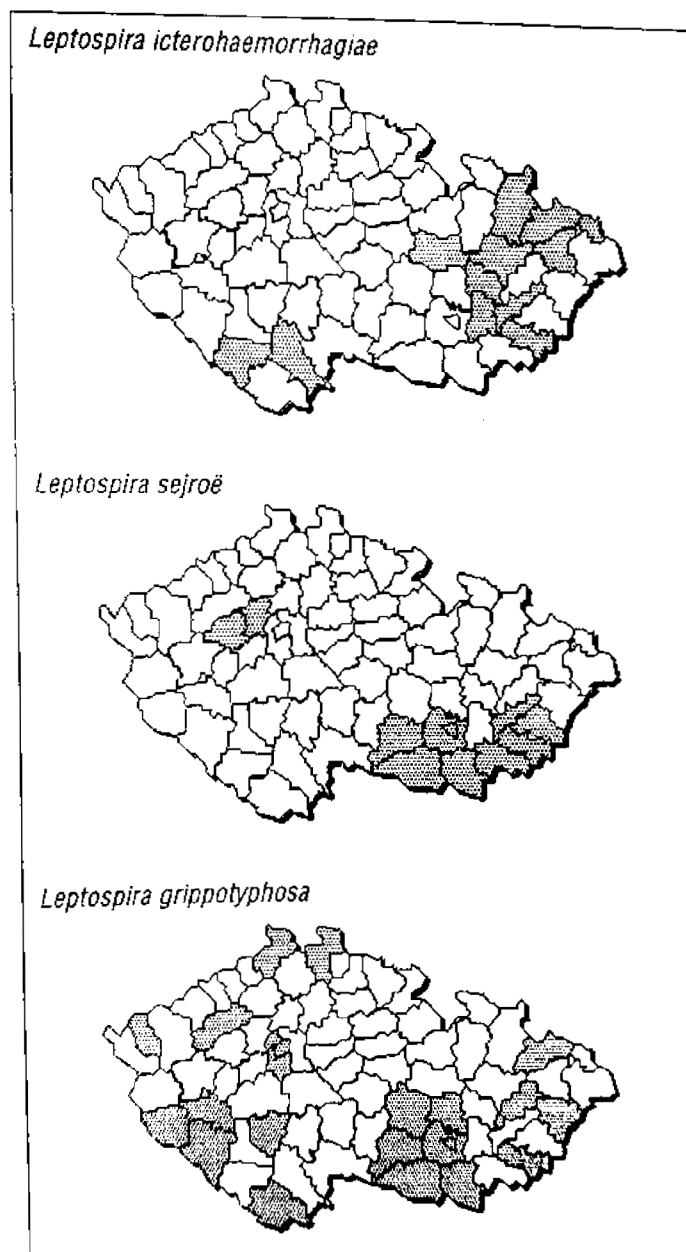
Mapa 2: Leptospiroza v České republice od roku 1982 do července 2002 (Zitek 2002).

Některé sérovary leptospir na území České republiky převládají nebo se objevují nové. Rozšíření leptospirózy se může u zvířat i lidí v průběhu času měnit a není stálé (Tagliabue et al. 2016). Epidemiologie leptospirózy je spojena s rozšiřováním rezervoárových hostitelských druhů, zejména hlodavců, vznik nových potenciálních rezervoárových hostitelů a změnou životních podmínek (Scanziani et al. 2002; Cerri et al. 2003). Globální změna klimatu je také považována za faktor přispívající ke vzniku onemocnění leptospirózou, protože zvýšené teploty prodlužují přežití bakterií v prostředí (Chen et al. 2011). Onemocnění má sezónní výskyt (Smetana et al. 2010). V letech 1990–2008 bylo v České republice hlášeno nejvíce případů v období červenec–říjen, s výrazným maximem v srpnu (viz Graf 2). Zjištění odpovídá rekreační a sezónní profesní expozici, které jsou nejvyšší v letních měsících (Zitek & Beneš 1998; Smetana et al. 2010). Profesní expozice představuje kolem 30–50 % lidských případů leptospirózy (Green-McKenzie & Shoff 2010).



Graf 2: Leptospiróza v ČR 1990–2008, počet případů podle měsíce prvních příznaků onemocnění (Smetana et al. 2010).

Rozšíření leptospirózy v ČR se také rozlišuje podle typu původce onemocnění. V oblasti našeho státu bylo ze zvířat izolováno osm sérovarů. Jako etiologický činitel hlášených případů se v ČR uplatňují nejčastěji *L. grippityphosa* z 66 %, *L. icterohaemorrhagiae* z 21 % a *L. sejroë* z 10 % (Zitek & Beneš 2005). Zatímco nákazy vyvolané *L. icterohaemorrhagiae* (hlavní rezervoár je potkan) se ve větší míře vyskytují na severní a střední Moravě, nákazy způsobené *L. grippityphosa* (hraboš polní) a *L. sejroë* (myš domácí) převažují v zemědělských okresech zejména v přírodních ohniscích jižní a střední Moravy a jihozápadních Čech (viz Mapa 3). Méně časté jsou pak leptospirózy vyvolané *L. sort jalna* (rejsek) nebo *L. bratislava* (ježek). Zajímavé a poměrně vzácné zjištění je výskyt jednoho případu *L. pomona* v roce 1997, který souvisí s endemickým výskytem hlavního přírodního rezervoáru myšice temnopásé ve Slezsku (Zitek & Beneš 1998).



Mapa 3: Leptospirózy podle etiologie a okresu výskytu (Zitek & Beneš 1998)

Diagnostiku leptospirózy v České republice zajišťují laboratoře zdravotních ústavů, některé soukromé laboratoře a Národní referenční laboratoř pro leptospirózy ve Státním zdravotním ústavu v Praze na základě protilátek v séru nemocných. Celkem je v České republice 12 těchto specializovaných pracovišť. Všechny tyto laboratoře pracují s metodou mikroskopického aglutinačního testu (Zitek & Beneš 1998; Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2010). Od roku 1963 se u nás začala Weilova choroba povinně evidovat a hlásit (Zitek & Beneš 2005; Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2010; Zitek et al. 2010; Marvanová et al. 2013). Nemocný člověk podléhá povinnému hlášení hygienické službě, musí být léčen a hospitalizován na infekčním oddělení nemocnic. Očkování u lidí proti leptospiróze se v České republice neprovádí (Zitek 1997; Zitek & Beneš 2005). Ministerstvo zdravotnictví ČR

pravidelně varuje v tiskových zprávách o případném nebezpečí leptospirózy. Například tomu bylo i v roce 2013, kdy povodně zasáhly pitné studny (Ministerstvo zdravotnictví ČR 2013).

3.7 Nákazová situace v Evropě

Je známo, že různé sérovary se přizpůsobují konkrétnímu rezervoáru nebo hostiteli a liší se podle geografického rozšíření. Hlavní séroskupiny, kterými jsou psi v Evropě vystaveni, jsou *L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. grippotyphosa*, *L. australis* a *L. sejroë*. Dalšími hlavními séroskupinami, které nabývají na významu, jsou zejména *L. bratislava* a *L. pomona* (Harkin et al. 2003; Langston & Heuter 2003; Ellis 2010). Výskyt séroskupiny *L. grippotyphosa* a *L. sejroë* se odlišuje podle náhodné expozice kmenů rezervoárových hlodavců podle regionu v Evropě. Infekce *L. icterohaemorrhagiae* méně podléhá regionálnímu rozdělení, protože potkan, její rezervoárový hostitel, je všudypřítomně rozšířen. Infekce jinými sérovary, včetně těch, které se řadí do séroskupiny *L. pomona* a je rozšířená v Severní Americe, jsou v Evropě vzácnější (Ellis 2010). Infekce způsobená sérovary *L. Canicola* a *L. Icterohaemorrhagiae* v Evropě a Severní Americe poklesla v důsledku rozšířeného používání vakcín u psů proti těmto dvěma sérovarům (Natarajaseenivasan et al. 2012). Klaasen et al. (2003) předpokládá, že pokud by se skončilo s pravidelnou vakcinací proti *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*, výskyt infekce těchto dvou sérovarů by se opět zvýšil.

Infekce séroskupiny *L. icterohaemorrhagiae* se sérovary *L. icterohaemorrhagiae* a *L. copenhageni* je jednou z nejrozšířenějších infekcí leptospirózy, které jsou psi vystaveni v celé Evropě; v Německu (Geier-Dömling et al. 2003; Geisen et al. 2008), Chorvatsku (Modric et al. 2008), Dánsku (Thorsen 2008), Francii (André-Fontaine 2006), Rumunsku (Cătană & Fodor 2006), Řecku (Burriel et al. 2003) a Itálii (Cerri et al. 2003) a ve Spojeném království (Ellis 2010).

Sérovary *L. canicola* nemá kromě psa žádného jiného známého rezervoárového hostitele. I když séroprevalence díky používání vakcín v mnoha evropských zemích klesla (Claus et al. 2008), *L. canicola* se stále vyskytuje v celé Evropě, zejména v Rumunsku (Cătană & Fodor 2006) a Polsku (Sobiech et al. 1999). Ve Spojeném království byla klinická infekce *L. canicola* u psů běžná v 50. a 60. letech 20. století, nyní je již velmi vzácná (van den Broek et al. 1991).

Sérovary *L. Grippotyphosa* je udržován řadou drobných hlodavců, v kontinentální Evropě například hrabošem polním (Fennestad & Borg-Petersen 1972; Borcic et al. 1982; Kuiken et al. 1991), hrabošem hospodárným (Chekhovic et al. 1988), ondatrou pižmovou (Desmecht & Smeets 1989; Steinen et al. 1992) a křečkem polním (Mochmann 1957). Sérologická data z České republiky (Šebek et al. 1983) a Slovenska (Tremel & Nesnalová 1993) naznačují, že myšice křovinná a myšice lesní mohou také přenášet sérovary *L. grippotyphosa*. Výskyt *L. grippotyphosa* u psů je do značné míry dán výskytem těchto hostitelů a objevuje se v řadě evropských zemí, zejména v Německu, kde je jednou z nejčastějších příčin klinické leptospirózy u psů (Gerlach & Stephan 2007; Geisen et al. 2008), ale také v České republice (Bakoss et al. 1992), Slovensku (Tremel et al. 1989), Polsku

(Sobiech et al. 1999), Chorvatsku (Modric et al. 2008), Švýcarsku (Rey 1987) a Itálii (Scanziani et al. 2002). Ve Spojeném království je *L. grippotyphosa* vzácná (Ellis 2010).

V Evropě se nacházejí čtyři sérovary *L. bratislava*, *L. lora*, *L. jalna* a *L. muenchen* ze séroskupiny *L. australis*. Údaje o séroprevalenci za posledních 30 let ukazují na rozšířenou expozici psů infekcí sérovarem *L. bratislava*, a to jak v Evropě (Cerri et al. 2003; Gerlach & Stephan 2007; Geisen et al. 2008), tak i v Severní Americe (Stokes et al. 2007). V Itálii je rozšířená séroskupina *L. australis* (Mastrorilli et al. 2007). Ve studii Mastrorilli et al. (2007) z 16 akutních klinických případů infekce séroskupiny *L. australis* uhynulo pět psů a dva museli být kvůli zhoršujícímu stavu utraceni.

V Evropě byla také zjištěna infekce séroskupiny *L. pomona*. Sérovar *L. mozdok* však u psů nebyl hlášen (Ellis 2010). Protilátky u nemocných psů pro séroskupinu *L. pomona* identifikovaly studie v Německu (Mayer-Scholl et al. 2013) a v Řecku (Arent et al 2013). V Itálii (Cerri et al. 2003) ani ve Francii (Gaumont & Trap 1987) nebyl nalezen žádný důkaz infekce sérovarem *L. pomona*. Vyšší séroprevalence byla hlášena u toulavých psů v Rumunsku (Cătană & Fodor 2006). V Belgii byl izolován sérovar *L. pomona* u dvou ze sedmi klinicky nemocných psů (Claus et al. 2008). V USA je *L. pomona* důležitou příčinou klinické leptospirózy u psů (Ghneim et al. 2007). Mezi Evropou a Amerikou existují zřejmé rozdíly, které způsobují odlišné přítomné kmeny a jejich rezervoároví hostitelé (Ellis 2010). Ve Spojeném království neexistují žádné publikované důkazy o infekci *L. pomona* u psů, podle Ellis (2010) nenaznačuje ani možné riziko z ostatních druhů zvířat pro místní psí populaci.

V Německu je častý výskyt séroskupiny *L. sejroë* se sérovary *L. sejroë*, *L. saxkoebing* a *L. hardjo*. Dva sérovary *L. saxkoebing* a *L. hardjo* byly také získány ze psů ve Spojeném království (Geisen et al. 2007; Ellis 2010).

4 Závěr

Leptospiróza je pro psy velmi nebezpečné onemocnění se zoonotickým potenciálem. Původci této infekce se nacházejí v prostředí všude tam, kam se dostávají prostřednictvím vylučované moči nemocných zvířat. Nebezpečí nákazy spočívá v poměrně široké škále způsobu nakažení, ať už přímým nebo nepřímým způsobem. Do organismu se leptospiry dostávají přes kůži, sliznice nebo také oční spojivku. Právě z tohoto důvodu je největším rizikem pro vznik nákazy kontaminovaná voda. Při pobytu v přírodě, zejména v blízkosti vodních toků a v oblastech podmáčené půdy, ale i v městských aglomeracích a jejich hygienicky nevyhovujících lokalitách, dochází k nákaze velmi snadno. Nejčastějším rezervoárem původce jsou volně žijící drobní savci, zejména hlodavci. Jejich přemnožení zejména v příznivých ročních obdobích, často v souvislosti s deštivým počasím a povodněmi, zvyšuje riziko vzniku onemocnění.

Vyšší riziko nákazy je především u psů loveckých, pasteveckých, používaných pro záchranářské práce, ale i u psů toulavých. To souvisí s možností jejich kontaktu s rezervoárovými druhy zvířat. U psů sice probíhá onemocnění často s nespecifickými mírnými příznaky nebo zcela asymptomaticky, avšak některé sérovary vyvolávají onemocnění s těžkým průběhem, končící převážně fatálně. Vzhledem k nezralému imunitnímu systému jsou rizikovou skupinou zejména štěňata.

Jedinou účinnou ochranou proti nákaze leptospirami je pravidelná imunoprofylaxe. Vakcinace není povinná, ale jedná se o volitelnou formu prevence. Nezbytná je každoroční vakcinace, u predisponovaných psů vzhledem k jejich pracovnímu zařazení by bylo vhodné tento interval zkrátit na 6 měsíců.

Na trhu je dostupná široká škála vakcín od různých výrobců. Mezi nejznámější patří Biocan, Canigen, Canvac, Eurican, Nobivac, Vanguard a Verscian. Každá vakcína obsahuje jiné sérovary, v České republice však standartně tvoří základ *L. canicola* a *L. icterohaemorrhagiae*.

V České republice se v současné době nevyskytuje žádné ohnisko nákazy leptospirózy, riziko infekce u psů je proto velmi nízké. Za určitých podmínek, jako jsou povodně, se ale může výskyt leptospirózy zvýšit, jak tomu bylo v letech 1997 a 2002.

5 Literatura

- Abdoel TH, Houwers DJ, van Dongen AM, Adesiyun AA, Jiménez-Coelloe M, Cardoso L, Suepaul SH, Ortega-Pacheco A, Smits HL. 2011. Rapid test for the serodiagnosis of acute canine leptospirosis. *Veterinary microbiology* **150**:211–213.
- Adamus C, Buggin-Daubie M, Izembart A, onrier-Pierre C, Guigand L, Masson MT, André-Fontaine G, Wyers M. 1997. Chronic hepatitis associated with leptospiral infection in vaccinated beagles. *Journal of Comparative Pathology* **117**:311–328.
- Adler B, Faine S. 2006. The Genus *Leptospira*. *Prokaryotes* **7**:294–317.
- Adler B, Moctezuma AP. 2010. *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology* **140**:287–296.
- Adler B. 2015a. History of Leptospirosis and *Leptospira*. Pages 1–8 in Adler B, editor. *Leptospira* and Leptospirosis. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Adler B. 2015b. Vaccines against leptospirosis. Pages 251–272 in Adler B, editor. *Leptospira* and Leptospirosis. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Alexander AD, Evans LB, Baker MF, Ellison D, Marriapan M. 1975. Pathogenic leptospires isolated from Malaysian surface waters. *Applied Microbiology* **29**:30–33.
- Alton GD, Berke O, Reid-Smith R, Ojkic D, Prescott JF. 2009. Increase in seroprevalence of canine leptospirosis and its risk factors, Ontario 1998–2006. *Canadian Journal of Veterinary Research* **73**:167–175.
- André-Fontaine G, Peslerbe X, Ganiere JP. 1992. Occupational hazard of unnoticed leptospirosis in water ways maintenance staff. *European Journal of Epidemiology* **8**:228–232.
- André-Fontaine G, Baranton G. 2004. Leptospiroses animales. *Buletin Épidémiologique AFSSA* **12**:1–31.
- André-Fontaine G. 2006. Canine leptospirosis—Do we have a problem? *Veterinary Microbiology* **117**:19–24.
- Arent ZJ, Andrews S, Adamama-Moraitou K, Gilmore C, Pardali D, Ellis WA. 2013. Emergence of novel *Leptospira* serovars: a need for adjusting vaccination policies for dogs? *Epidemiology and Infection* **141**:1148–1153.
- Arent Z, Pardyak L, Dubniewicz K, Płachno BJ, Kotula-Balak M. 2022. *Leptospira* taxonomy: then and now. *Medycyna Weterynaryjna* **78**:489–496.
- Babudieri B, Carlos ER, Carlos ET. 1973. Pathogenic *Leptospira* isolated from toad kidneys. *Tropical and Geographical Medicine* **25**:297–299.
- Bakoss P, Jareková J, Kmety E, Kopcok M. 1992. Leptospirosis in dogs in Slovakia. *Veterinárni Medicína* **37**:185–192.

- Barmettler R, Schweighauser A, Bigler S, Grooters AM, Francey T. 2011. Assessment of exposure to *Leptospira* serovars in veterinary staff and dog owners in contact with infected dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **238**:183–188.
- Baudet B. 2000. Infection leptospirosique et troubles hépatiques chroniques du chien [DVM Thesis] Ecole Nationale Vétérinaire, Nantes.
- Baumann D; Flückiger M. 2001. Radiographic findings in the thorax of dogs with leptospiral infection. *Veterinary Radiology and Ultrasound* **42**:305–307.
- Bharti A, Nally J, Ricaldi J, Matthias M, Diaz M, Lovett M, Levett P, Gilman R, Willig M, Gotuzzo E, Vinetz J. 2003. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *Lancet Infectious Diseases* **3**:757–771.
- Bioveta. 2016a. Biocan Novel DHPPi/L4, lyofilizát a rozpouštědlo pro injekční suspenzi pro psy. Bioveta, a. s. Available from <https://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-novel-dhppi-l4-lyofilizat-a-rozpoustedlo-pro-injekcni-suspenzi-pro-psey.html> (accessed March 2023).
- Bioveta. 2016b. Biocan DHPPi+LR lyofilizát pro přípravu injekční suspenze s rozpouštědlem. Bioveta, a. s. Available from <https://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-dhppilr-lyofilizat-pro-pripravu-injekcni-suspenze-s-rozpoustedlem.html> (accessed March 2023).
- Bioveta. 2016c. Biocan DHPPi+L lyofilizát přípravu injekční suspenze s rozpouštědlem. Bioveta, a. s. Available from <https://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-dhppil-lyofilizat-pro-pripravu-injekcni-suspenze-s-rozpoustedlem.html> (accessed March 2023).
- Bioveta. 2016d. Biocan L injekční suspenze. Bioveta, a. s. Available from <https://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-l-injekcni-suspenze.html> (accessed March 2023).
- Bioveta. 2016e. Biocan LR injekční suspenze. Bioveta, a. s. Available from <https://www.bioveta.cz/pripravky/veterinarni-pripravky/biocan-lr-injekcni-suspenze.html> (accessed March 2023).
- Birnbaum N, Barr SC, Center SA. 1998. Naturally acquired leptospirosis in 36 dogs: serological and clinicopathological features. *Journal of Small Animal Practice* **39**:231–236.
- Bolin C. 1996. Diagnosis of leptospirosis: a reemerging disease of companion animals. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animals)* **11**:166–171.
- Borčić B, Kovacic H, Sebek Z, Aleraj B, Tvrtković N. 1982. Small terrestrial mammals as reservoirs of leptospires in the Sava Valley (Croatia). *Folia Parasitologica* **29**:177–182.
- Brendle JJ, Rogul M, Alexander AD. 1974. Deoxyribonucleic acid hybridization among selected leptospiral serotypes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **24**:205–214.

- Brown K, Prescott J. 2008. Leptospirosis in the family dog: a public health perspective. *Canadian Medical Association Journal* **178**:399–401.
- Bulach DM, Zuerner RL, Wilson P, Seemann T, McGrath A, Cullen PA, Davis J, Johnson M, Kuczek E, Alt DP, Peterson-Burch B, Coppel RL, Rood JI, Davies JK, Adler B. 2006. Genome reduction in *Leptospira borgpetersenii* reflects limited transmission potential. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **103**:14560–14565.
- Burriel AR, Dalley C, Woodward MJ. 2003. Prevalence of *Leptospira* species among farmed and domestic animals in Greece. *Veterinary Record* **153**:146–148.
- Carr JH, Weyant R. 2016. Pixnio. Available from <https://pixnio.com/science/microscopy-images/leptospirosis-leptospira-spp/depicts-a-number-of-leptospira-sp-bacteria-atop-a-01-micrometer-polycarbonate-filter#> (accessed March 2023).
- Cătană N, Fodor I. 2006. Research regarding the prevalence of leptospirosis in stray dogs. *Lucrări Stiintifice – Universitatea de Stiinte Agronomice si Medicină Veterinară Bucuresti. Medicină Veterinară* **40**:322–327.
- Cerri D, Ebani VV, Fratini F, Pinzauti P, Andreani E. 2003. Epidemiology of leptospirosis: observations on serological data obtained by a "diagnostic laboratory for leptospirosis" from 1995 to 2001. *The New Microbiologica* **26**:383–389.
- Claus A, van de Maele I, Gommeren K, Pasmans F, Daminet S. 2008. Leptospirosis in dogs: a retrospective study of seven clinical cases in Belgium. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* **77**:259–263.
- Costa F, Hagan JE, Calcagno J, Kane M, Torgerson P, Martinez-Silveira MS, Stein C, Abela-Ridder B, Ko AI. 2015. Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases* (e0003898) DOI: 10.1371/journal.pntd.0003898.
- Cullen PA, Haake DA, Adler B. 2004. Outer membrane proteins of pathogenic spirochetes. *FEMS Microbiology Reviews* **28**:291–318.
- Cymedica. 2023a. Nobivac Lepto injekční suspenze pro psy. Cymedica spol. s. r. o., Hořovice. Available from <https://cymedica.com/produkty/nobivac-lepto-injekcni-suspenze-pro-psy/> (accessed March 2023).
- Cymedica. 2023b. Nobivac L4 injekční suspenze pro psy. Cymedica spol. s. r. o., Hořovice. Available from: <https://cymedica.com/produkty/nobivac-l4-injekcni-suspenze-pro-psy/> (accessed March 2023).
- Cymedica. 2023c. Versican Plus DHPPi L4, lyofilizát a rozpouštědlo pro injekční suspenzi. Cymedica spol. s. r. o., Hořovice. Available from <https://cymedica.com/produkty/versican-plus-dhppi-l4-lyofilizat-a-rozpoustedlo-pro-injekcni-suspenzi/> (accessed March 2023).

- Cymedica. 2023d. Vanguard plus 5/l EU inj. ad us. vet. Cymedica spol. s. r. o., Hořovice. Available from <https://cymedica.com/produkty/vanguard-plus-5-l-eu-inj-ad-us-vet/> (accessed March 2023).
- Cymedica. 2023e. Canigen DHPPi L, lyofilizát a suspenze pro injekční suspenzi pro psy. Cymedica spol. s. r. o., Hořovice. Available from <https://cymedica.com/produkty/canigen-dhppi-l-lyofilizat-a-suspenze-pro-injekcni-suspenzi-pro-psy/> (accessed March 2023).
- Day MJ, Horzinek MC, Schuktz RD, Squires RA. 2016. Guidelines for the vaccination of dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice* **57**:1–45.
- Desmecht M, Smeets L. 1989. Ondatra, one of the principal sources of leptospires for cattle?. *Annales de Médecine Vétérinaire* **133**:413–419.
- Dyntec. 2023. Canvac 8 DHPPiL. Dyntec spol, s. r. o., Terezín. Available from <https://dyntec.cz/product/canvac-8-dhppil/> (accessed March 2023).
- Dziezyc J. 2000. Canine systemic bacterial infections. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **30**:1103–1117.
- Edwards CN, Levett PN. 2004. Prevention and treatment of leptospirosis. *Expert Review of Anti-infective Therapy* **2**:293–298.
- Ellis WA. 2010. Control of canine leptospirosis in Europe: time for a change? *The Veterinary Record* **167**:602–605.
- Ellis WA. 2015. Animal leptospirosis. Pages 99–137 in Adler B, editor. *Leptospira and Leptospirosis*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- European Medicines Agency. 2012. Nobivac L4. European Medicines Agency. Available from https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/nobivac-l4-epar-summary-public_cs.pdf (accessed March 2023).
- European Medicines Agency. 2015. Versican Plus DHPPi/L4. European Medicines Agency. Available from https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/versican-plus-dhppi/l4-epar-summary-public_cs.pdf (accessed March 2023).
- Everard CO, Carrington D, Korver H, Everard JD. 1988. Leptospire in the marine toad (*Bufo marinus*) on Barbados. *Journal of Wildlife Diseases* **24**:334–338.
- Faine S, Stallman ND. 1982. Amended descriptions of the genus *Leptospira* Noguchi 1917 and the species *L. interrogans* (Stimson 1907) Wenyon 1926 and *L. biflexa* (Wolbach and Binger 1914) Noguchi 1918. *International Journal of Systematic Bacteriology* **32**:461–463.
- Faine S, Adler B, Bolin C, Perolat P. 1999. *Leptospira* and leptospirosis. Medisci Press, Melbourne.
- Fennestad KL, Borg-Petersen C. 1972. Leptospirosis in Danish wild mammals. *Journal of Wildlife Diseases* **8**:343–351.

- Flannery B, Costa D, Carvalho FP, Guerreiro H, Matsunaga J, Silva ED, Ferreira AGP, Lee RW, Reis GM, Haake DA, Ko AI. 2003. Evaluation of recombinant *Leptospira* antigen-based enzyme-linked immunosorbent assays for the serodiagnosis of leptospirosis. *Journal of Clinical Microbiology* **39**:3303–3310.
- Fojtů J, Zlámál M, Uzlíková M, Svobodová O, Valkoun A. 2021. Laboratorní diagnostika leptospirózy, simultánní stanovení metodou aglutinace-lýze a PCR. *Synlabianer* **1–3**:10–11.
- Forrest LJ, O’brein RT, Tremelling MS, Steinberg H, Cooley AJ, Kerlin RL. 1998. Sonographic renal findings in 20 dogs with leptospirosis. *Veterinary Radiology and Ultrasound* **39**:337–340.
- Ganoza CA, Matthias MA, Saito M, Cespedes M, Gotuzzo E, Vinetz JM. 2010. Asymptomatic renal colonization of humans in the peruvian Amazon by *Leptospira*. *PLoS Neglected Tropical Diseases* (e612) DOI: 10.1371/journal.pntd.0000612.
- Gaumont R, Trap D. 1987. Prevalence of leptospiral agglutinins among domestic animals in France during 1986. *Science Vétérinaires Médecine Comparée* **89**:129–135.
- Gautam R, Wu CC, Guptill LF, Potter A, Moore GE. 2010. Detection of antibodies against *Leptospira* serovars via microscopic agglutination tests in dogs in the United States, 2000–2007. *Journal of the American Veterinary Medical association* **237**:293–298.
- Gay N, Soupe-Gilbert ME, Goarant C. 2014. Though not reservoirs, dogs might transmit *Leptospira* in New Caledonia. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **11**:4316–4325.
- Geier-Dömling D, Heil-Franke G, Müller E. 2003. The prevalence of serum antibodies against some *Leptospira* in dogs. *Kleintierpraxis* **48**:755–758.
- Geisen V, Stengel C, Brem S, Müller W, Greene C, Hartmann K. 2007. Canine leptospirosis infections—clinical signs and outcome with different suspected *Leptospira* serogroups (42 cases). *Journal of Small Animal Practice* **48**:324–328.
- Geisen V, Stengel C, Hartmann K. 2008. Epidemiologic situation of leptospirosis in dogs in the southern states of Germany. *Tierärztliche Praxis Ausgabe Kleintiere Heimtiere* **36**:329–336.
- Gerlach T, Stephan I. 2007. Epidemiologic situation of canine leptospirosis in the northern states of Germany in the years 2003–2006. A retrospective study. *Tierärztliche Praxis Ausgabe Kleintiere Heimtiere* **35**:421–429.
- Ghneim GS, Viers JH, Chomel BB, Kass PH, Descollonges DA, Johnson ML. 2007. Use of a case-control study and geographic information systems to determine environmental and demographic risk factors for canine leptospirosis. *Veterinary Research* **38**:37–50.
- Goarant C. 2016. Leptospirosis: risk factors and management challenges in developing countries. *Research and Reports in Tropical Medicine* **7**:49–62.

- Goldstein RE, Lin RC, Langston CE, Scrivani PV, Erb HN, Barr SC. 2006. Influence of infecting serogroup on clinical features of leptospirosis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **20**:489–494
- Goldstein RE. 2010. Canine leptospirosis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **40**:1091–1101.
- Goris MGA, Boer KR, Duarte TATE, Kliffen SJ, Hartskeerl RA. 2013. Human leptospirosis trends, the Netherlands, 1925–2008. *Emerging Infectious Diseases* **19**:371–378.
- Gravekamp C, Korver H, Montgomery J, Everard COR, Carrington D, Ellis WA, Terpstra WJ. 1991. Leptospire isolated from toads and frogs on the island of Barbados. *Zentralblatt Bakteriologie* **275**:403–411.
- Greenlee JJ, Bolin CA, Alt DP, Cheville NF, Andreasen CB. 2004. Clinical and pathologic comparison of acute leptospirosis in dogs caused by two strains of *Leptospira kirschneri* serovar *grippotyphosa*. *American journal of veterinary research* **65**:1100–1107.
- Greenlee JJ, Alt DP, Bolin CA, Zuerner RL, Andreasen CB. 2005. Experimental canine leptospirosis caused by *Leptospira interrogans* serovars *pomona* and *bratislava*. *American Journal of Veterinary Research* **66**:1816–1822.
- Green-McKenzie J, Shoff WH. 2010. Leptospirosis in human. Available from <http://emedicine.medscape.com/article/788751-overview> (accessed March 2023).
- Haake DA, Levett PN. 2015. Leptospirosis in humans. *Current Topics in Microbiology and Immunology* **387**:65–97.
- Haapala DK, Rogul M, Evans LB, Alexander AD. 1969. Deoxyribonucleic acid base composition and homology studies of *Leptospira*. *Journal of Bacteriology* **98**:421–428.
- Harkin KR, Rostho YM, Sullivan JT. 2003. Clinical application of a polymerase chain reaction assay for diagnosis of leptospirosis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **222**:224–1229.
- Hotez PJ, Alvarado M, Basáñez MG, Bolliger I, Bourne R, Boussinesq M, Brooker SJ, Brown AS, Buckle G, Budke CM, Carabin H, Coffeng LE, Fèvre EM, Fürst T, Halasa YA, Jasrasaria R, Johns NE, Keiser J, King CH, Lozano R, Murdoch ME, O'Hanlon S, Pion SD, Pullan RL, Ramaiah KD, Roberts T, Shepard DS, Smith JL, Stolk WA, Undurraga EA, Utzinger J, Wang M, Murray CJ, Naghavi M. 2014. The global burden of disease study 2010: interpretation and implications for the neglected tropical diseases. *PLoS Neglected Tropical Diseases* (e2865) DOI: 10.1371/journal.pntd.0002865.
- Chekhovic AV, Chernukha IG, Edvokimova OA, Reïchuk EA, Anan'ina IV. 1988. The functioning of a drained natural focus of leptospirosis in a nonchernozem area. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii* **9**:51–56.

- Chen IC, Hill JK, Ohlemuller R, Roy R, Thomas CD. 2011. Rapid Range Shift Associated with High Levels of Climate Warming. *Science* **333**:1024–1026.
- Inada R, Ido Y. 1915. Preliminary report on the identification of a causative spirochete (a new species) of Weil's disease (in Japanese). *Fukuoka Acta Medica* **8**:368–369.
- Izurieta R, Galwankar S, Clem A. 2008. Leptospirosis: The „mysterious“ mimic. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock* **1**:21–33.
- Ježková T. 2021. Očkování proti leptospiróze. Veterinární průvodce. Available from <https://zverolekarka.com/ockovani-proti-leptospiroze/> (accessed March 2023).
- Jimenez-Coello M, Ortega-Pacheco A, Guzman-Marin E, Guiris-Andrade DM, Martinez-Figueroa L, Acosta-Viana KY. 2010. Stray dogs as reservoirs of the zoonotic agents *Leptospira interrogans*, *Trypanosoma cruzi*, and *Aspergillus* spp. In an urban area of Chiapas in southern Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* **10**:135–141.
- Jittimane J, Wongbutdee J. 2019. Prevention and control of leptospirosis in people and surveillance of the pathogenic *Leptospira* in rats and in surface water found at villages. *Journal of Infection and Public Health* **12**:705–711.
- Johnson RC, Faine S. 1984. *Leptospira*. Pages 62–67 in Krieg NR, Holt JG, editors. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams and Wilkins, Baltimore, London.
- Jull DJ, Heath KR. 1960. The evaluation of a combined *L. canicola* and *L. icterohaemorrhagiae* vaccine on hamsters and dogs. *Journal of Small Animal Practice* **1**:245–258.
- Klaasen HLBM, Molkenboer MJCH, Vrijenhoek MP, Kaashoek MJ. 2003. Duration of immunity in dogs vaccinated against leptospirosis with a bivalent inactivated vaccine. *Veterinary Microbiology* **95**:121–132.
- Klaasen HLBM, van der Veen M, Molkenboer MJ, Sutton D. 2013. A novel tetravalent *Leptospira* bacterin protects against infection and shedding following challenge in dogs. *The Veterinary Record* **172**:168–192.
- Klaasen HLBM, van der Veen M, Sutton D, Molkenboer MJCH. 2014. A new tetravalent canine leptospirosis vaccine provides at least 12 months immunity against infection. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **158**:26–29.
- Klaasen HLBM, Adler B. 2015. Recent advances in canine leptospirosis: focus on vaccine development. *Veterinary Medicine* **6**:245–260.
- Klopfleisch R, Kohn B, Plog S, Weingart C, Nöckler K, Mayer-Scholl A, Gruber AD. 2010. An Emerging Pulmonary Haemorrhagic Syndrome in Dogs: Similar to the Human Leptospiral Pulmonary Haemorrhagic Syndrome? *Veterinary Medicine International* (e928541) DOI: 10.4061/2010/928541.
- Ko AI, Goarant C, Picardeau M. 2009. *Leptospira*: The dawn of the molecular genetic era for an emerging zoonotic pathogen. *Nature Reviews Microbiology* **7**:736–747.

- Kohn B, Steinicke K, Arndt G, Gruber AD, Guerra B, Jansen A, Kaser-Hotz B, Klopfleisch R, Lotz F, Luge E, Nöckler K. 2010. Pulmonary abnormalities in dogs with leptospirosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **24**:1277–1282.
- Kučerová P. 2013. Molekulárně biologické metody v laboratorní diagnostice patogenních leptospir [MSc. Thesis]. Univerzita Karlova v Praze, Hradec Králové.
- Kuiken T, van Dijk JE, Terpstra WJ, Bokhout BA. 1991. The role of the common vole (*Microtus arvalis*) in the epidemiology of bovine infection with *Leptospira interrogans* serovar *Hardjo*. *Veterinary Microbiology* **28**:353–361.
- Kumar RS, Pillai RM, Mukhopadhyay HK, Antony PX, Thanisslass J, Srinivas VV, Vishnupriya S. 2013. Seroepidemiology of canine leptospirosis by iELISA and MAT. *Veterinary World* **6**:926.
- Lambert A, Picardeau M, Haake DA, Sermswan RW, Srikrum A, Adler B, Murray GA. 2012. FlaA proteins in *Leptospira interrogans* are essential for motility and virulence but are not required for formation of the flagellum sheath. *Infection and Immunity* **80**:2019–2025.
- Langston CE, Heuter KJ. 2003. Leptospirosis. A re-emerging zoonotic disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **33**:791–807.
- Lau SF, Low KN, Khor KH, Roslan MA, Bejo SK, Radzi R, Bahaman AR. 2016. Prevalence of leptospirosis in healthy dogs and dogs with kidney disease in Klang Valley, Malaysia. *Tropical Biomedicine* **33**:469–475.
- Lau SF, Wong JY, Khor KH, Roslan MA, Rhman MSA, Bejo SK, Radzi R, Bahaman AR. 2017. Seroprevalence of Leptoirosis in Working Dogs. *Companion Animal Medicine* **32**:121–125.
- Le Turnier P, Epelboin L. 2019. Mise au point sur la leptospirose. *La Revue de Médecine Interne* **40**:306–312.
- Levett PN. 2001. Leptospirosis. *Clinical Microbiology Reviews* **14**:296-326.
- Levett PN. 2015. Systematics of *Leptospiraceae*. *Current Topics in Microbiology and Immunology* **387**:11–20.
- Lunn KF. 2022. Leptospirosis in Dogs. MSD Veterinary Manual. Available from <https://www.msdtvetmanual.com/generalized-conditions/leptospirosis/leptospirosis-in-dogs> (accessed March 2023).
- Majetić ZŠ, Habuš J, Milas Z, Perko VM, Starešina V, Turk N. 2012. Serological survey of canine leptospirosis in Croatia-the changing epizootiology of the disease. *Veterinarski Arhiv* **82**:183–191.
- Major A, Schweighauser A, Francey T. 2014. Increasing incidence of canine leptospirosis in Switzerland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **11**:7242–7260.

- Martins G, Penna B, Lilenbaum W. 2012. The dog in the transmission of human leptospirosis under tropical conditions: Victim or villain? *Epidemiology and Infection* **140**:207–209.
- Marvanová T, Kodým P, Džupová O, Beneš J. 2013. Riziko leptospirózy po povodních. *Zprávy centra epidemiologie a mikrobiologie* **22**:163.
- Mastrorilli C, Dondi F, Agnoli C, Turba ME, Vezzali E, Gentilini F. 2007. Clinicopathologic features and outcome predictors of *Leptospira interrogans Australis* serogroup infection in dogs: a retrospective study of 20 cases (2001–2004). *Journal of Veterinary Internal Medicine* **21**:3–10.
- Mayer-Scholl A, Luge E, Draeger A, Nöckler K, Kohn B. 2013. Distribution of *Leptospira* serogroups in dogs from Berlin, Germany. *Vector-borne and Zoonotic Diseases* **13**:200–202.
- Michel V, Branger C, André-Fontaine G. 2002. Epidemiology of leptospirosis. *Revista Cubana de Medicina Tropical* **54**:7–10.
- Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2010. Prevence leptospirózy při záplavách. Ministerstvo zdravotnictví ČR. Available from <https://www.mzcr.cz/tiskove-centrum-mz/prevence-leptospirozy-pri-zaplavach/> (accessed March 2023).
- Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2013. Počet zasažených studní vzrostl z 900 na bezmála 3 000. Ministerstvo zdravotnictví ČR. Available from https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=017642420203067974522:q8gyklp6jaa&q=https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/wepub/7914/18026/TZ_7_6_2013_Zasa%25C5%25BEen%25C3%25A9%2520studny.doc&sa=U&ved=2ahUKEwj36Py1kNL9AhUy87sIHYTEA2QQFnoECAAQAg&usg=AOvVaw2s6-YQSBqqvLoWmkUEF_F_ (accessed March 2023).
- Minke JM, Bey R, Tronel JP, Latour S, Colombet G, Yvarel J, Cariou C, Guiot AL, Cozette V, Guigal PM. 2009. Onset and duration of protective immunity against clinical disease and renal carriage in dogs provided by a bivalent inactivated leptospirosis vaccine. *Veterinary microbiology* **137**:137–145.
- Miotto BA, Moreno LZ, Guilloux AGA, Sousa GOD, Loureiro AP, Moreno AM, Lilenbaum W, Vasconcellos SA, Heinemann MB, Hagiwara MK. 2016. Molecular and serological characterization of the first *Leptospira santarosai* strain isolated from a dog. *Acta Tropica* **162**:1–4.
- Modric Z, Horvatic B, Sruk V, Rep V. 2008. Leptospirosis in dogs in Croatia. *Veterinarska Stanica* **39**:101–107.
- Mohammed H, Nozha C, Hakim K, Abdelaziz F, Rehia B. 2011. *Leptospira*: Morphology, Classification and Pathogenesis. *Journal of Bacteriology and Parasitology* **2**:1–4.
- Mochmann H. 1957. The role of the field hamster (*Cricetus cricetus*) as a source of infection of the swamp-field fever. *Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten* **143**:327–333.

- Moore GE, Guptill LF, Ward MP, Glickman NW, Faunt KK, Lewis HB, Glickman LT. 2005. Adverse events diagnosed within three days of vaccine administration in dogs. *Journal of American Veterinary Medical Association* **227**:1102–108.
- Mumford CJ. 1989. Leptospirosis and watersports. *British Journal of Hospital Medicine* **41**:519.
- Murray MH, Fidino M, Fyffe R, Byers KA, Pettengill JB, Sondgeroth KS, Killion H, Magle SB, Rios MJ, Santymire RM. 2020. City sanitation and socioeconomics predict rat zoonotic infection across diverse neighbourhoods. *Zoonoses Public Health*. **67**:673–683.
- Natarajaseenivasan K, Priya CL, Vanithamani S, Shanmughapriya S, Anandhagiri S. 2012. Humoral Immune Response of Inactivated Bivalent *Leptospira* Vaccine among Dogs in Tiruchirappalli, Tamilnadu, India. *World Journal of Vaccines* **2**:85–90.
- Navarro CE, Kociba GJ. 1982. Hemostatic changes in dogs with experimental *Leptospira interrogans* serovar *Icterohaemorrhagiae* infection. *American Journal of Veterinary Research* **43**:904–906.
- Nunez K. 2022. Overview of Leptospirosis in Humans. Healthline. Available from <https://www.healthline.com/health/leptospirosis> (accessed March 2023).
- Oddělení biostatistiky SZÚ. 2023. Výskyt vybraných hlášených infekcí v České republice. Státní zdravotní ústav. Available from https://archiv.szu.cz/uploads/documents/szu/infekce/2022/nemocnost_2013_2022.pdf (accessed March 2023).
- Pappas G, Papadimitriou P, Siozopoulou V, Christou L, Akritidis N. 2008. The globalization of leptospirosis: Worldwide incidence trends. *International Journal of Infectious Diseases* **12**:351–357.
- Picardeau M, Brenot A, Girons IS. 2001. First evidence for gene replacement in *Leptospira* spp. Inactivation of *L. biflexa* flaB results in non-motile mutants deficient in endoflagella. *Molecular Microbiology* **40**:189–199.
- Picardeau M, Bertherat E, Jancloes M, Skouloudis AN, Durski K, Hartskeerl RA. 2014. Rapid tests for diagnosis of leptospirosis: current tools and emerging technologies. *Diagnostic microbiology and infectious disease* **78**:1–8.
- Prescott JF, Mcewen B, Taylor J, Woods JP, Abrams-Ogg A, Willcock B. 2002. Resurgence of leptospirosis in dogs in Ontario: recent findings. *Canadian Veterinary Journal* **43**:955–961.
- Příbalový leták. 2023a. Eurican Dappi-L. Příbalový leták, Klatovy. Available from <https://pribalovy-letak.info/eurican-dappi-l> (accessed March 2023).
- Příbalový leták. 2023b. Eurican Dappi-Lr. Příbalový leták, Klatovy. Available from <https://pribalovy-letak.info/eurican-dappi-lr> (accessed March 2023).
- Příbalový leták. 2023c. Nobivac Lepto. Příbalový leták, Klatovy. Available from <https://pribalovy-letak.info/nobivac-lepto> (accessed March 2023).

- Raghavan R, Brenner K, Higgins J, van der Merwe D, Harkin KR. 2011. Evaluations of land cover risk factors for canine leptospirosis: 94 cases (2002-2009). *Preventive Veterinary Medicine* **101**:241–249.
- Raghavan RK, Brenner KM, Higgins JJ, Shawn Hutchinson JM, Harkin KR. 2012. Neighborhood-level socioeconomic and urban land use risk factors of canine leptospirosis: 94 cases (2002–2009). *Preventive Veterinary Medicine* **106**:324–331.
- Rajapakse S, Weeratunga P, Niloofa R, Fernando N, Silva NL, Rodrigo C, Maduranga S, Nandasiri N, Premawansa S, Karunanayake L, Silva HJ, Handunnetti S. 2016. A diagnostic scoring model for leptospirosis in resource limited settings. *PLoS Neglected Tropical Diseases* (e0004513) DOI: 10.1371/journal.pntd.0004513.
- Ren SX, Fu G, Jiang XG, Zeng R, Miao YG, Xu H, Zhang YX, Xiong H, Lu G, Lu LF, Jiang HQ, Jia J, Tu YF, Jiang JX, Gu WY, Zhang YQ, Cai Z, Sheng HH, Yin HF, Zhang Y, Zhu GF, Wan M, Huang HL, Qian Z, Zhao GP. 2003. Unique physiological and pathogenic features of *Leptospira interrogans* revealed by whole-genome sequencing. *Nature* **422**:888–893.
- Rey F. 1987. Prevalence of *Leptospira interrogans* infection in dogs in Switzerland. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* **129**:381.
- Ricardo T, Previtali MA, Signorini M. 2020. Meta-analysis of risk factors for canine leptospirosis. *Preventive Veterinary Medicine* (e105037) DOI: 10.1016/j.prevetmed.2020.105037.
- Robbins H. 2017. Adverse events in dogs given *Leptospira* vaccine. *The Veterinary Record* **180**:257.
- Saito M, Miyahara S, Villanueva SY, Aramaki N, Ikejiri M, Kobayashi Y, Guevarra JP, Masuzawa T, Gloriani NG, Yanagihara Y, Yoshida S. 2014. PCR and culture identification of pathogenic *Leptospira* spp. from coastal soil in Leyte, Philippines, after a storm surge during Super Typhoon Haiyan (Yolanda). *Applied and Environmental Microbiology* **80**:6926–6932.
- Scanziani E, Origgi F, Guisti AM, Iacchia G, Vasino A, Pirovano G, Scarpa P, Tagliabue S. 2002. Serological survey of leptospiral infection in kennelled dogs in Italy. *Journal of Small Animal Practice* **43**:154–157.
- Sehgal SC. 2006. Epidemiological pattern of leptospirosis. *Indian Journal of Medical Microbiology* **24**:310–311.
- Schüffner W. 1934. Recent work on leptospirosis, *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **28**:7–31.
- Schuller S, Francey T, Hartmann K, Hugonnard M, Kohn B, Nally JE, Sykes J. 2015. European consensus statement on leptospirosis in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice* **56**:159–179.

- Skouloudis AN, Rickerby DG. 2015. In-situ and remote sensing networks for environmental monitoring and global assessment of leptospirosis outbreaks. *Procedia Engineering* **107**:194–204.
- Smetana J, Čermáková Z, Bošťíková V, Kučerová P, Prášil P, Pavliš O, Chlíbaek R. 2010. Leptospiróza v České republice a možnosti laboratorní diagnostiky. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* **59**:159–167.
- Smith AM, Arruda AG, Evason MD, Weese JS, Wittum TE, Szlosek D, Stull JW. 2019. A cross-sectional study of environmental, dog, and human-related risk factors for positive canine leptospirosis PCR test results in the United States, 2009 to 2016. *BMC Veterinary Research* **15**:1–12.
- Sobiech E, Babicz-Bury J, Przymus J. 1999. Prevalence of antibodies against selected *Leptospira* serotypes in canine sera. *Zycie Weterynaryjne* **74**:332–333.
- Státní veterinární správa. 2020. Seznam vakcín proti vzteklině schválených v České republice k 30. 6. 2020. Státní veterinární správa. Available from https://www.svscr.cz/wp-content/files/cestovani-se-zviraty/vakciny_proti_vzteklina.pdf (accessed March 2023).
- Steinen AC, Schuurman JL, Gravekamp C, Korver H, Terpstra WJ. 1992. Muskrats as carriers of pathogenic leptospires in the Netherlands. *Antonie van Leeuwenhoek* **61**:43–50.
- Stokes JE, Forrester SD. 2004. New and unusual causes of acute renal failure in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **34**:909–922.
- Stokes JE, Kaneene JB, Schall WD, Kruger JM, Miller R, Kaiser L, Bolin CA. 2007. Prevalence of serum antibodies against six *Leptospira* serovars in healthy dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **230**:1657–1664.
- Svoboda M, Pospíšil Z, Celer V, Číhal P, Čížek A, Doubek J, Halouzka R, Hera A, Hořín P, Jahn P, Kašpar R, Klimeš J, Knotek Z, Kohout P, Kubíček K, Lány P, Literák I, Mahelková K, Matouch O, Novák P, Rybníkář A, Rybníček J, Schánilec P, Smola J, Svobodová V, Šando M, Šrenk P, Toman M, Treml F, Trněná M, Zendulková D. 1996. Infekční nemoci psa a kočky. Česká asociace veterinárních lékařů malých zvířat, Brno.
- Sykes JE, Hartmann K, Lunn KF, Moore GE, Stoddard RA, Goldstein RE. 2011. 2010 ACVIM small animal consensus statement on leptospirosis: diagnosis, epidemiology, treatment, and prevention. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **25**:1–13.
- Sykes JE, Reagan KL. 2019. Leptospirosis in dogs: Diagnosis, Treatment, and Management. *Today's Veterinary Practice* **9**:1–90.
- Šebek Z, Vlček M, Štěrba J. 1983. Small mammals as reservoirs and transmitters of leptospires in livestock-breeding farms and their surroundings. *Folia Parasitologica* **30**:363–371.
- Tagliabue S, Figarolli BM, D'Incau M, Foschi G, Gennero MS, Giordani R, Natale A, Papa P, Ponti N, Scaltrito D, Spadari L, Vesco G, Ruocco L. 2016. Serological

- surveillance of Leptospirosis in Italy: two-year national data (2010-2011). *Veterinaria Italiana* **52**:129–138.
- Thorsen M. 2008. Leptospirosis in dogs. *Dansk Veterinartidsskrift* **91**:20–24.
- Torgerson PR, Hagan JE, Costa F, Calcagno J, Kane M, Martinez-Silveira MS, Goris MGA, Stein C, Ko AI, Abela-Ridder B. 2015. Global Burden of Leptospirosis: Estimated in Terms of Disability Adjusted Life Years. *PLoS Neglected Tropical Diseases* (e0004122) DOI: 10.1371/journal.pntd.0004122.
- Treml F, Hejlíček K, Svoboda M, Mahelková K. 1989. Occurrence of leptospiral antibodies in dogs in Brno and the surrounding area. *Veterinární Medicína* **34**:121–128.
- Treml F, Nesnalová E. 1993. Serologic screening for the occurrence of *Leptospira* antibodies in small wild mammals. *Veterinární Medicína* **38**:559–568.
- Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv. 1996. Detail VLP. Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv, Brno. Available from <https://www.uskvbl.cz/cs/registrace-a-schvalovani/registrace-ulp/seznam-ulp/aktualne-registrovane-ulp/detail-pipravku-ulp?Id=0910f7c78008fd01> (accessed March 2023).
- Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv. 2003. Detail VLP. Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv, Brno. Available from <https://www.uskvbl.cz/cs/registrace-a-schvalovani/registrace-ulp/seznam-ulp/aktualne-registrovane-ulp/detail-pipravku-ulp?Id=0910f7c78009018e> (accessed March 2023).
- Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky. 2013. Infekční nemoci v České republice v letech 2010–2012. Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky, Praha. Available from https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/ai_2013_33.pdf (accessed March 2023).
- Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv. 2015. Detail VLP. Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv, Brno. Available from <https://www.uskvbl.cz/cs/registrace-a-schvalovani/registrace-ulp/seznam-ulp/aktualne-registrovane-ulp/detail-pipravku-ulp?Id=0910f7c78038b4df> (accessed March 2023).
- Van de Maele I, Claus A, Haesebrouck F, Daminet S. 2008. Leptospirosis in dogs: a review with emphasis on clinical aspects. *The Veterinary Record* **163**:409–413.
- Van den Broek AHM, Thrusfield MV, Dobbie GR, Ellis WA. 1991. A serological and bacteriological survey of leptospiral infection in dogs in Edinburgh and Glasgow. *Journal of Small Animal Practice* **32**:118–124.
- Vijayachari P, Sehgal SC. 2006. Recent advances in the laboratory diagnosis of leptospirosis and characterisation of leptospire. *Indian Journal of Medical Microbiology* **24**:320–322.
- Vijayachari P, Sugunan AP, Shriram AN. 2008. Leptospirosis: an emerging global public health problem. *Journal of Biosciences* **33**:557–569.

- Vincent AT, Schiettekatte O, Goarant C, Neela VK, Bernet E, Thibeaux R, Ismail N, Khalid MKNM, Amran F, Masuzawa T, Nakao R, Korba AA, Bourhy P, Veyrier FJ, Picardeau M. 2019. Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. PLoS neglected tropical diseases (e0007270) DOI: 10.1371/journal.pntd.0007270.
- Virbac. 2021. Canigen DH_{A2}Ppi. Virbac New Zeland, Hamilton. Available from <https://nz.virbac.com/products/vaccines/canigen-dha2ppi> (accessed March 2023).
- Ward MP. 2002. Seasonality of canine leptospirosis in the United States and Canada and its association with rainfall. Preventive Veterinary Medicine **56**:203–213.
- Ward MP, Glickman LT, Guptill LF. 2002. Prevalence of and risk factors for leptospirosis among dogs in the United States and Canada: 677 cases (1970–1998). Journal of the American Veterinary Medical Association **220**:53–58.
- Ward MP, Guptill LF, Prah A, WU CC. 2004. Serovar-specific prevalence and risk factors for leptospirosis among dogs: 90 cases (1997–2002). Journal of the American Veterinary Medical Association **224**:1958–1963.
- World Health Organization. 2003. Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control. World Health Organization, Malta.
- Wynwood SJ, Graham GC, Weier SL, Collet TA, McKay DB, Craig SB. 2014. Leptospirosis from water sources. Pathogens and Global Health **108**:334–338.
- Yao PJ, Stephenson N, Foley JE, Toussieng CR, Farver TB, Sykes JE, Fleer KA. 2015. Incidence rates and risk factors for owner-reported adverse events following vaccination of dogs that did or did not receive a *Leptospira* vaccine. Journal of American Veterinary Medical Association **247**:1139–1145.
- Zitek K. 1997. Leptospiróza – další zdravotní riziko povodní! Zprávy centra epidemiologie a mikrobiologie **7**:1.
- Zitek K, Beneš Č. 1998. Epidemie povodňové leptospirózy. Zprávy centra epidemiologie a mikrobiologie **4**:160–165.
- Zitek K. 2002. Leptospirózy – zdravotní riziko po povodních. Zprávy centra epidemiologie a mikrobiologie **11**:336–337.
- Zitek K, Beneš Č. 2005. Dlouhodobá epidemiologie leptospirózy (1963–2003) v České republice. Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie **54**:21–26.
- Zitek K, Beneš Č, Tkadlecová H, Hošková J. 2010. Leptospiróza – zdravotní riziko po bleskových povodních na Novojičínsku. Page 78 in Hajn Z, editor. 24 Pečenkovy epidemiologické dny. Litera, Brno.