

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

Lucie Sazovská

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Infekce člověka jako následek poranění zvířetem
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Lucie Sazovská**
Osobní číslo: **C23180**
Studijní program: **B0914P360019 Laboratorní diagnostika ve zdravotnictví**
Téma práce: **Infekce člověka jako následek poranění zvířetem**
Téma práce anglicky: **Human Infection as a Result of Animal Injury**
Zadávající katedra: **Katedra biologických a biochemických věd**

Zásady pro vypracování

- 1) Vypracujte literární rešerši popisující hlavní virové a bakteriální původce infekcí člověka jako následek poranění zvířetem
- 2) Věnujte se klinickému obrazu a diagnostice jednotlivých nálezů.
- 3) Porovnejte epidemiologická data, diagnostiku a terapii z hlediska výskytu v ČR a zahraničí.
- 4) Literární zdroje čerpejte zejména z databází WOS a Medline, Státního zdravotního ústavu a WHO.
- 5) Bakalářskou práci zpracujte dle směrnice Univerzity Pardubice upravující formální zpracování závěrečných prací.

Rozsah pracovní zprávy: **25 s.**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.**
Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. července 2025**

prof. Ing. Petr Němec, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. RNDr. Tomáš Roušar, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem Infekce po poranění zvířetem jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23. 06. 2025

Lucie Sazovská v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní doc. Ing. Marcele Pejchalové Ph.D. za vedení, podporu a pochopení při zpracování této práce. Obrovské poděkování rovněž patří mé rodině a přátelům, kteří při mně stáli i v náročných chvílích a byli mi oporou po celou dobu studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zoonózy způsobené bakteriálními a virovými patogeny, které mohou být přeneseny ze zvířat na člověka, často po poranění zvířetem. Podrobně jsou rozebrány klíčové bakteriální druhy jako *Pasteurella multocida*, *Bartonella henselae*, *Capnocytophaga canimorsus* a další. Virové infekce jsou zastoupeny zejména lyssaviry, konkrétně virem vztekliny. Práce se věnuje jejich patogenezí, klinickému obrazu, diagnostice a možnostem léčby. Součástí je také kazuistická část dokumentující reálné případy infekcí. Cílem práce je upozornit na rizika kontaktu se zvířaty a zdůraznit význam rychlé diagnostiky a vhodné terapie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zoonózy, poranění zvířetem, *Pasteurella multocida*, *Bartonella henselae*, *Rabies lyssavirus*, *Francisella tularensis*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Capnocytophaga canimorsus*, *Staphylococcus*, infekce, bakterie, viry, diagnostika, léčba

TITLE

Human Infection as a Result of Animal Injury

ANNOTATION

This bachelor's thesis focuses on zoonoses caused by bacterial and viral pathogens that can be transmitted from animals to humans, often following an animal-related injury. Key bacterial species such as *Pasteurella multocida*, *Bartonella henselae*, *Capnocytophaga canimorsus*, and others are discussed in detail. Viral infections are represented mainly by lyssaviruses, specifically the rabies virus. The thesis addresses the pathogenesis, clinical presentation, diagnostics, and treatment options of these infections. A case report section is also included, documenting real-life examples. The aim of the thesis is to highlight the risks associated with animal contact and emphasize the importance of timely diagnosis and appropriate therapy.

KEYWORDS

Zoonoses, animal bite injuries, *Pasteurella multocida*, *Bartonella henselae*, *Rabies lyssavirus*, *Francisella tularensis*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Capnocytophaga canimorsus*, *Staphylococcus*, infections, bacteria, viruses, diagnostics, treatment

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	11
ÚVOD.....	13
1 EPIDEMIOLOGIE	14
1.1 Porovnání diagnostiky a léčby infekcí v ČR a zahraničí	15
1.2 Bakteriální rezistence.....	16
1.3 Zoonózy	17
1.3.1 Klasifikace zoonóz.....	17
2 INFEKCE ZPŮSOBENÉ BAKTERIÁLNÍMI PATOGENY	20
2.1 Struktura a klasifikace bakterií	20
2.2 <i>Pasteurella multocida</i>	22
2.2.1 Patogeneze	23
2.2.2 Klinický obraz.....	23
2.2.3 Diagnostika	24
2.2.4 Léčba.....	25
2.3 <i>Bartonella henselae</i>	25
2.3.1 Patogeneze	26
2.3.2 Klinický obraz.....	27
2.3.3 Diagnostika	28
2.3.4 Léčba.....	28
2.4 <i>Francisella tularensis</i>	29
2.4.1 Patogeneze	29
2.4.2 Klinický obraz.....	30
2.4.3 Diagnostika	31
2.4.4 Léčba.....	31
2.5 <i>Borrelia burgdorferi</i> sensu lato	32
2.5.1 Patogeneze	32
2.5.2 Klinický obraz.....	33
2.5.3 Diagnostika	34
2.5.4 Léčba.....	35
2.6 <i>Capnocytophaga canimorsus</i>	35

2.6.1	Patogeneze	36
2.6.2	Klinický obraz.....	37
2.6.3	Diagnostika	37
2.6.4	Léčba.....	38
2.7	<i>Staphylococcus</i> spp.....	38
2.7.1	Patogeneze	39
2.7.2	Klinický obraz.....	40
2.7.3	Diagnostika	41
2.7.4	Léčba.....	41
3	INFEKCE ZPŮSOBENÉ VIROVÝMI PATOGENY	42
3.1	<i>Rabies lyssavirus</i>	42
3.1.1	Patogeneze	43
3.1.2	Klinický obraz.....	43
3.1.3	Diagnostika	44
3.1.4	Léčba.....	45
4	KAZUISTIKY	47
4.1	Infekce způsobená <i>Pasteurella multocida</i> po kontaktu s domácím psem	47
4.2	Pediatrická neuroretinitida způsobená <i>Bartonella henselae</i>	47
4.3	Prevence infekce <i>Capnocytophaga canimorsus</i> po kousnutí psem u imunokompromitovaného pacienta.....	48
	ZÁVĚR	50
	POUŽITÁ LITERATURA	51

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Epidemiologický cyklus vztekliny jakožto přímé zoonózy (Chomel, 2014)	18
Obrázek 2 Epidemiologický cyklus teniózy a cysticerkózy jakožto cyklozoonóz (Chomel, 2014)	18
Obrázek 3 Epidemiologický cyklus moru jakožto metazoonózy (Chomel, 2014)	19
Obrázek 4 Epidemiologický cyklus infekce Erysipelothrix jakožto saprozoonózy (Chomel, 2014)	19
Obrázek 5 Modely šíření infekce (upraveno dle Doron a Gorbach, 2008).....	20
Obrázek 6 Struktura bakteriální buňky (upraveno dle Doron, Gorbach, 2008).....	21
Obrázek 7 Gramnegativní (vlevo) a grampozitivní bakterie (vpravo) (Doron a Gorbach, 2008)	21
Obrázek 8 Pasteurella multocida obarvena dle Grama (Zhu et al., 2024)	22
Obrázek 9 Fotografie uzdraveného škrábnutí a kousnutí zvířetem (Caserza et al., 2017)	23
Obrázek 10 Infekce po kočičím kousnutí na pravé noze (Caserza et al., 2017).....	23
Obrázek 11 Batole s cellulitis na tváři po psím kousnutí (Rabinowitz et al., 2010)	24
Obrázek 12 Pasteurella multocida na krevním agaru (Narsana a Farhat, 2015).....	25
Obrázek 13 Přenos bartonelózy (Okrent Smolar et al., 2022)	26
Obrázek 14 Fundus fotografie levého oka s nálezem neuroretinitidy způsobené Bartonella henselae (Nikolic et al., 2022)	27
Obrázek 15 Mapa autochtonního výskytu tularémie (Sharma et al., 2023).....	29
Obrázek 16 Schéma přenosu infekce F. tularensis (upraveno dle Harrell et al., 2024).....	30
Obrázek 17 Hnisavá krční lymfatická uzlina u pacientky s orofaryngeální tularémií (Steinrücken a Graber, 2014).....	31
Obrázek 188 Cyklus přenosu infekce (upraveno dle Strnad et al., 2021)	33
Obrázek 1919 Erythema migrans, A, B- lokalizovaná EM a C- vícečetná EM (Coates a Norton, 2021).....	33
Obrázek 20 Schéma léčby lymfské boreliózy (upraveno dle Zafar et al., 2024)	35
Obrázek 21 Capnocytophaga canimorsus pod mikroskopem (Nakayama et al., 2022)	36
Obrázek 22 Purpura fulminans na levé dolní končetině u pacienta s infekcí způsobenou C. canimorsus (Rizk et al., 2021)	37
Tabulka 1 Počet hlášených poranění psem a jinými zvířaty v České republice v letech 2020–2024 (CEM SZÚ, 2024).....	14

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ATB	Antibiotika
<i>B.</i>	<i>Bartonella</i>
<i>Bo.</i>	<i>Borrelia</i>
<i>C.</i>	<i>Capnocytophaga</i>
CD34+	T-lymfocyty s exprimovaným CD4 receptorem
CFU	Jednotka tvořící kolonie
CLSI	Institut pro klinické a laboratorní standardy
CNS	Centrální nervový systém
CO ₂	Oxid uhličitý
CSD	Cat scratch disease
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
ECM	Extracelulární matrix
<i>EM</i>	<i>Erythema migrans</i>
EPS	Extracelulární polymerní substanci
<i>F.</i>	<i>Francisella</i>
LB	Lymfská borelióza
MS	Hmotnostní spektrometrie
MTTT	Modifikované dvoustupňové testování
OIE	Světovou organizací pro zdraví zvířat
<i>P.</i>	<i>Pasteurella</i>
PCR	Polymerázová řetězová reakce
PF	Purpura fulminans
PTLDS	Syndrom lymfské boreliózy po léčbě

STTT

Standardní dvoustupňové testování

Subsp.

Poddruh

WHO

World Health Organization

AMR

Antimikrobiální rezistence

ÚVOD

Zvívřata jsou dlouhodobými společníky člověka a kontakt s nimi je nedílnou součástí každodenního života mnoha lidí. Ať už jde o domácí mazlíčky, hospodářská zvířata nebo volně žijící druhy. Tento kontakt s sebou však zároveň nese určitá zdravotní rizika. Jedním z nich je možnost přenosu infekce při poranění, a to zejména v důsledku kousnutí, škrábnutí nebo olíznutí porušené kůže.

Poranění způsobené zvířetem je poměrně častý důvod k vyhledání lékařské péče a u části těchto případů dochází ke vzniku infekce. Zdrojem infekce je především mikroflóra přítomná v dutině ústní a na kůži zvířete. Mezi nejčastějšími patogeny nalezneme bakterie rodu *Pasteurella*, *Capnocytophaga*, *Bartonella*, *Staphylococcus*, ale i původce závažnějších onemocnění jako *Francisella tularensis* či *Borrelia burgdorferi*. Infekce však mohou být způsobeny i virovými agens, jako je Rabies lyssavirus. Klinický průběh se může pohybovat od mírného zarudnutí rány až po těžké systémové infekce, sepse či selhání orgánů.

Včasná diagnostika a adekvátní léčba jsou klíčové pro snížení morbidit a prevence komplikací. Zároveň je důležitá i osvěta a prevence – včetně edukace veřejnosti o rizicích kontaktu se zvířaty a správné péči o rány.

Tato práce si klade za cíl shrnout a analyzovat nejčastější bakteriální i virové infekce spojené s poraněním zvířetem, a to se zaměřením na jejich patogenezi, klinický obraz, diagnostické přístupy a možnosti léčby. Součástí práce je také srovnání epidemiologické situace, diagnostických metod a terapeutických přístupů v České republice a v zahraničí. Dále se práce věnuje konkrétním případům (kazuistikám), které ukazují rizika těchto infekcí v klinické praxi.

1 EPIDEMIOLOGIE

Epidemiologické údaje ukazují, že poranění zvířetem s následnou lokální či systémovou infekcí patří mezi časté zoonózy (Sedláček a Štruncová, 2007). V České republice je každoročně evidováno přibližně 1000 až 1500 poranění člověka zvířetem (CEM SZÚ, 2024). Skutečný počet bude zřejmě vyšší, protože – podobně jako v USA – se významná část drobných poranění nehlásí. Domácí zvířata představují naprostou většinu incidentů (95 %) (Sedláček a Štruncová, 2007). Z dostupných studií vyplývá, že psi se podílejí na přibližně 76-94 % (WHO, 2024) a kočky na 20-30 % všech poraněních způsobených zvířaty (Rothe *et al.*, 2015). Divoce žijící zvířata (lišky, hlodavci apod.) se na celkovém počtu podílejí jen asi 1 % (Sedláček a Štruncová, 2007).

Tabulka 1 Počet hlášených poranění psem a jinými zvířaty v České republice v letech 2020–2024 (CEM SZÚ, 2024)

Diagnóza / Rok	2020	2021	2022	2023	2024
Poranění psem	1059	833	954	1143	892
Poranění jiným zvířetem	326	241	292	418	380

Poranění způsobená kousnutím psem či kočkou se objevují ve všech věkových skupinách, přičemž děti představují zvláště ohroženou skupinu. Přibližně čtvrtina obětí jsou děti mladší šesti let a dalších 34 % spadá do věkové kategorie 6 až 17 let (Abrahamian a Goldstein, 2011). Podle studie provedené Státním zdravotním ústavem na několika pražských školách uvedlo téměř 40 % žáků, že je do věku 12 let pokousal pes – často šlo o domácího mazlíčka nebo psa z okolí. Přibližně ve čtvrtině těchto případů bylo nutné lékařské ošetření (Janoušek, Zvadová a Kodl, 2003). U menších dětí jsou poranění lokalizována převážně v oblasti hlavy a krku, zatímco u starších dětí a dospívajících jsou postiženy nejčastěji končetiny. Riziko infekce po pokousání je významné – odhadovaná pravděpodobnost rozvoje infekce se pohybuje mezi 10–20 %. (Rothe *et al.*, 2015). Infekce ran po pokousání zvířetem mají často polymikrobiální charakter a obsahují jak aerobní, tak anaerobní bakterie. Izolované mikroorganismy většinou odpovídají orální mikroflóře zvířete, které ránu způsobilo. Složení mikroflóry může být ovlivněno také stravou a mikrobiomem konzumované kořisti (Abrahamian a Goldstein, 2011).

Epidemiologická situace v České republice dle Státního zdravotního ústavu ukazuje výrazné rozdíly v četnosti jednotlivých zoonotických onemocnění. Lymfská borelióza byla za rok 2024 hlášena ve 3 789 případech, zatímco tularémie v 63 a horečka z kočičího škrábnutí byla zachycena pouze ve 40 případech.

Naopak v USA bylo za rok 2015 Centru pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) nahlášeno celkem 38 069 potvrzených případů lymské boreliózy, 314 případů tularémie, což je nejvyšší počet od roku 1964, a došlo ke dvěma úmrtím lidí v důsledku nakažení virem vztekliny (Adams *et al.*, 2017).

1.1 Porovnání diagnostiky a léčby infekcí v ČR a zahraničí

V České republice se klade důraz na včasné ošetření poranění, a to ideálně bezprostředně po úrazu. Povrchové rány se doporučuje nejprve omýt mýdlem, poté opláchnout 3% roztokem peroxidu vodíku a následně dezinfikovat vhodným antiseptikem. Po důkladné dezinfekci rány je možné aplikovat framykoin ve formě zásypu jako lokální antibiotickou prevenci.

Poranění by měl co nejdříve vyšetřit chirurg nebo traumatolog. Posuzuje se lokalizace, hloubka, postižení struktur (šlachy, kosti, klouby), prokrvení a otok. Důležitá je i anamnéza s ohledem na okolnosti poranění a chování zvířete (Sedláček a Štruncová, 2007). Nejčastěji se podávají aminopeniciliny kombinované s inhibitory beta-laktamáz, například amoxicilin spojený s kyselinou klavulanovou (Havlík, 2005), které patří k ATB s nižším potenciálem pro rozvoj a šíření rezistence (Trojánec *et al.*, 2024). Jako alternativu lze použít ceftriaxon či cefotaxim + klindamycin. U alergiků se volí cotrimoxazol s klindamycinem nebo Metronidazolem (Sedláček a Štruncová, 2007). Při hlubších poraněních se antibiotická léčba podává zpravidla po dobu 5 dní. Součástí standardního postupu je také zvážení rizika vztekliny a případné odeslání do antirabického centra, zejména pokud došlo k poranění neznámým zvířetem nebo v rizikové zahraniční oblasti (Havlík, 2005).

V zahraničí se postup výrazně neliší. Začíná základním vyčištěním rány – omytí vodou a mýdlem, případně roztokem peroxidu vodíku a následná dezinfekce. Důraz je kladen na hodnocení rozsahu a charakteru poranění, přítomnosti příznaků infekce, neurovaskulárního postižení a možné postižení hlubších struktur (Maniscalò, 2025). Při podezření na zlomeniny nebo přítomnost cizích těles se provádí radiologické vyšetření a u dětí s poraněním skalpu je zváženo CT vyšetření k vyloučení penetrace do lebeční kosti (Manion a Graham, 2016). Nezbytná je rovněž podrobná anamnéza včetně informací o druhu a chování zvířete a lokalitě poranění (Maniscalò, 2025).

Diagnostika se zaměřuje na klinické známky infekce, přičemž mikrobiologický odběr z rány se indikuje pouze tehdy, jsou-li tyto známky přítomny. Rutinní odběry z neinfikovaných ran nemají prediktivní hodnotu (The Royal Children's Hospital Melbourne, 2023). U pacientů se

známkami systémové infekce (např. horečka, zimnice) jsou indikované kultivace hemokultury a základní laboratorní testy včetně krevního obrazu (Maniscalco, 2025).

Většina ran se nechává hojit sekundárně (otevřeně), primární sutura je indikována pouze u dobře ošetřených menších ran (The Royal Children's Hospital Melbourne, 2023). V případech hlubokých ran a zhmožděnin je kladen důraz na včasné zahájení empirické antibiotické profylaxe. Následná volba antibiotik zohledňuje pravděpodobnou mikrobiální kontaminaci slinami zvířete. (Thibault a Rousseau, 2018). Empirická antibiotická léčba se zahajuje při klinické infekci (hnis, celulitida, absces) a upravuje se dle kultivace (Manion a Graham, 2016). První volbou je amoxicilin s kyselinou klavulanovou. U pacientů alergických na penicilin se používá kombinace metronidazolu s trimethoprim-sulfamethoxazolem (Manion a Graham, 2016), případně s doxycyklinem nebo cefalosporiny (Maniscalco, 2025).

Součástí komplexního postupu je také posouzení potřeby postexpoziční profylaxe proti tetanu a vzteklině (Thibault a Rousseau, 2018). V případě nejisté expozice viru vztekliny (např. kontakt s netopýrem) je indikována postexpoziční vakcinace dle národních a mezinárodních doporučení (The Royal Children's Hospital Melbourne, 2023).

1.2 Bakteriální rezistence

Antimikrobiální rezistence (AMR) představuje vážnou celosvětovou hrozbu pro zdraví a rozvoj. Podle odhadů byla v roce 2019 bakteriální AMR příčinou přibližně 1,27 milionu úmrtí a podílela se na dalších téměř 5 milionech případů úmrtí po celém světě (WHO, 2023). Bakterie vykazující multirezistenci, ať už se jedná o grampozitivní nebo gramnegativní kmeny, bývají obtížně léčitelné a v mnoha případech nereagují na běžně dostupná antibiotika (Frieri *et al.*, 2017). Vzrůstající výskyt rezistentních bakteriálních kmenů (meticilin – rezistentní *Staphylococcus aureus*, enterokoky odolné vůči vankomycinu, karbapenemázu produkující enterobakterie, *Acinetobacter baumannii* či *Pseudomonas aeruginosa* odolné vůči více léčivům) zásadně omezuje účinnost antibiotické terapie (Spagnolo, 2024). Například podle údajů ze 76 zemí činil medián hlášené rezistence 35 % pro meticilin – rezistentní *Staphylococcus aureus* (MRSA), což představuje vážný problém (WHO, 2023).

Antimikrobiální látky mohou působit buď bakteriostaticky (např. makrolidy, linkosamidy), nebo baktericidně (např. beta-laktamy). Beta-laktamová antibiotika (peniciliny, cefalosporiny) narušují tvorbu peptidoglykanu buněčné stěny. Rezistence vůči nim vzniká produkcí beta-laktamáz (zejména u gramnegativních bakterií) nebo změnami cílových struktur, např. penicilin vázajících proteinů u grampozitivních kmenů.

Rezistentní mechanismy mohou být získány mutacemi nebo přenosem genů mezi mikroorganismy. Antibiotická léčba vytváří selekční tlak, který podporuje šíření odolných klonů. Klíčovou roli hrají plazmidy, jež často nesou více genů rezistence a umožňují přenos i mezi různými druhy bakterií. Geny rezistence se mohou šířit také transformací nebo transdukcí pomocí bakteriofágů (Olaru *et al.*, 2023). K rozvoji multirezistence napomáhají i biofilmy (Frieri *et al.*, 2017).

Z hlediska prevence šíření antibiotické rezistence rozdělila Světová zdravotnická organizace (WHO) antibiotika do tří kategorií: „Access“, „Watch“ a „Reserve“. Skupina *Access* zahrnuje ATB doporučená pro běžné infekce s nižším potenciálem pro vznik a šíření rezistence. V ideálním případě by měla tvořit alespoň 65 % veškeré antibiotické preskripce a patří mezi ně amoxicilin, amoxicilin/klavulanát, kotrimoxazol, doxycyklin, metronidazol nebo klindamycin.

Naopak skupina *Watch* zahrnuje antibiotika s vyšším rizikem vzniku rezistence jako jsou cefuroxim makrolidy, fluorochinolony nebo fosfomycin. V České republice je však dlouhodobě pozorována tendence k nadužívání těchto rizikovějších ATB, což představuje významné riziko pro rozvoj antibiotické rezistence v populaci (Trojánek *et al.*, 2024).

1.3 Zoonózy

Zoonózy jsou nemoci a infekce, které se přirozeně přenášejí mezi obratlovci a člověkem. Dosud bylo popsáno více než 200 různých typů těchto nákaz. Zoonózy tvoří významnou část jak nově se objevujících, tak i již známých lidských onemocnění (WHO, 2020). Obvykle se omezují na původce, kteří se dokážou v živočišném hostiteli množit, proto nezahrnují nemoci způsobené jedy nebo toxiny pocházejícími z plazů nebo ryb, ani alergie na obratlovce. Slovo *zoonóza* je složeno ze dvou řeckých slov (*zoon* – zvíře, *noson* – nemoc) a bylo vytvořeno koncem 19. století Rudolfem Virchowem.

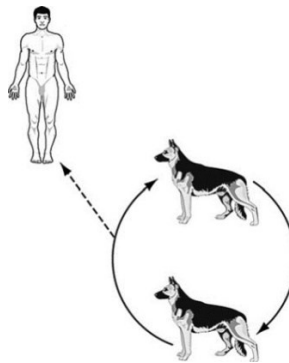
Zásadním znakem pravé zoonózy je prokazatelný přenos infekce ze zvířete na člověka, a to buď přímou, nebo nepřímou cestou. U běžnějších zoonóz mohou nákazu přenášet jak lidé, tak zvířata a přenos probíhá obousměrně. Ve většině případů však člověk funguje pouze jako náhodný hostitel, u něhož se infekce dále nešíří. Pokud nedochází k dalšímu přenosu mezi lidmi ani zpět na zvířata, označuje se člověk za tzv. epidemiologický slepý konec (Chomel, 2014).

1.3.1 Klasifikace zoonóz

Původci zoonóz mohou zahrnovat nejen viry a bakterie, ale také mikroskopické houby, prvoky a některé druhy parazitických červů (Skowron *et al.*, 2023). Z hlediska kontroly a prevence je

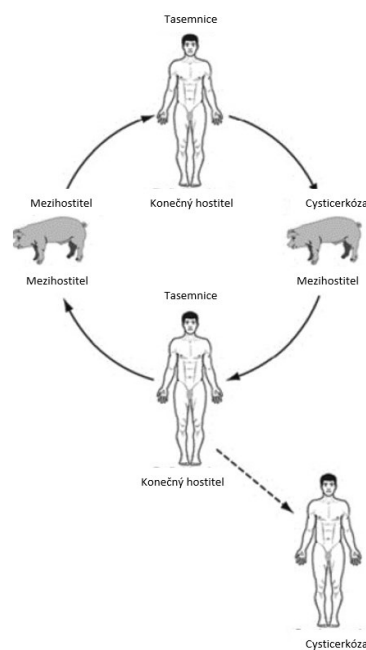
však důležitější epidemiologická klasifikace, která vychází z cyklu přenosu a udržování zoonózy v přírodě. Tato klasifikace rozděluje zoonózy do čtyř kategorií.

Přímé zoonózy (orthofoonózy) se přenášejí přímo z infikovaného na vnímavého obratlovce – a to buď přímým fyzickým kontaktem, prostřednictvím kontaminovaných předmětů (fomitů), nebo pomocí mechanických přenašečů. V přírodních podmínkách může přenos a přežívání těchto patogenů probíhat za účasti jediného druhu obratlovce, například psa či lišky u vztekliny nebo hospodářských zvířat, jako jsou skot, ovce nebo prasata, u brucelózy (Obrázek 1).



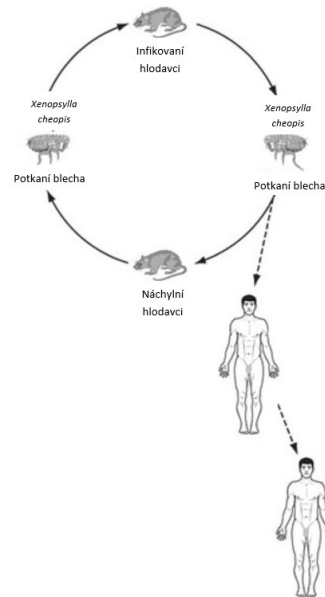
Obrázek 1 Epidemiologický cyklus vztekliny jakožto přímé zoonózy (Chomel, 2014)

Cyklozoonózy představují skupinu zoonóz, při nichž patogen potřebuje ke svému vývojovému cyklu více druhů obratlovců, avšak žádného bezobratlého. Typickými zástupci jsou infekce vyvolané tasemnicemi nebo pentastomidy (Obrázek 2), přičemž většina těchto nákaz je spojena právě s tasemnicemi.



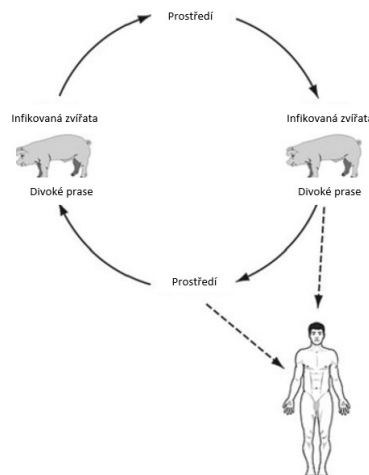
Obrázek 2 Epidemiologický cyklus teniózy a cysticercózy jakožto cyklozoonóz (Chomel, 2014)

Ferozoonózy (metazoonózy) vyžadují pro dokončení infekčního cyklu jak obratlovce, tak bezobratlé. V tomto typu zoonóz se infekční agens v bezobratlém hostiteli množí (propagativní nebo cyklopropagativní přenos), nebo pouze vyvíjí (vývojový přenos). Vždy dochází k mimotělnímu inkubačnímu období v těle bezobratlého hostitele před přenosem na obratlovce. Příkladem jsou infekce arboviry, mor, lymská borelióza nebo rickettsiové infekce (Obrázek 3).



Obrázek 3 Epidemiologický cyklus moru jakožto metazoonózy (Chomel, 2014)

Saprozoonózy mají jak obratlovčího hostitele, tak neživý vývojový rezervoár (Obrázek 4). Tento rezervoár není živočišného původu, ale tvoří jej organická hmota, například potrava, půda nebo rostliny. U tohoto typu zoonóz je přímý přenos obvykle vzácný nebo chybí. Mezi příklady patří histoplazmóza, infekce způsobená *Erysipelothrix* nebo listerióza (Chomel, 2014).

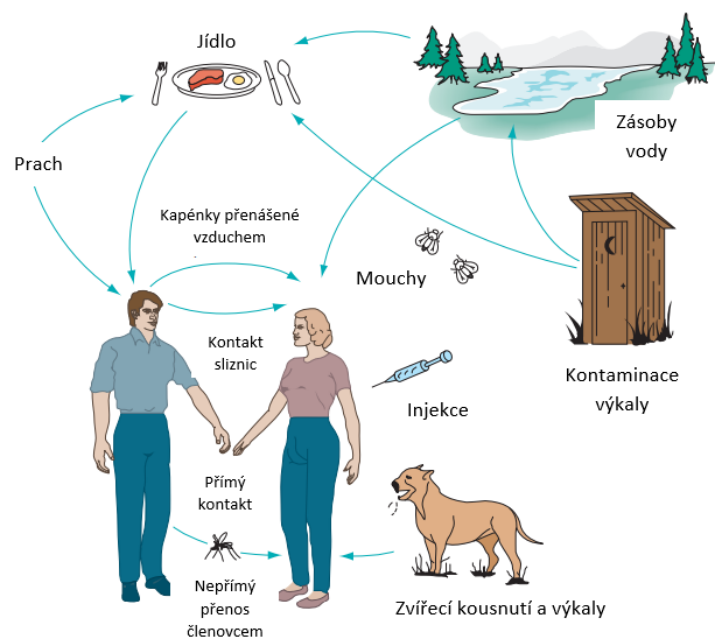


Obrázek 4 Epidemiologický cyklus infekce *Erysipelothrix* jakožto saprozoonózy (Chomel, 2014)

INFEKCE ZPŮSOBENÉ BAKTERIÁLNÍMI PATOGENY

Bakterie hrají zásadní roli v udržování lidského zdraví, avšak zároveň mohou být příčinou řady závažných infekcí a onemocnění (Spagnolo, 2024). Na rozdíl od virových infekcí bývají bakteriální onemocnění častěji léčitelná díky širokému spektru dostupných antibiotik.

Bakteriální infekce se mohou šířit řadou mechanismů – přímým kontaktem, alimentární cestou, vektory či prostředím (Obrázek 5). Mnohé bakterie se dokáží adaptovat na přežívání ve vodě, půdě, potravinách nebo na sliznicích zvířat. Patogenní bakterie často kolonizují hostitele bez zjevných klinických příznaků, přičemž ke vzniku onemocnění dochází pouze za určitých podmínek.



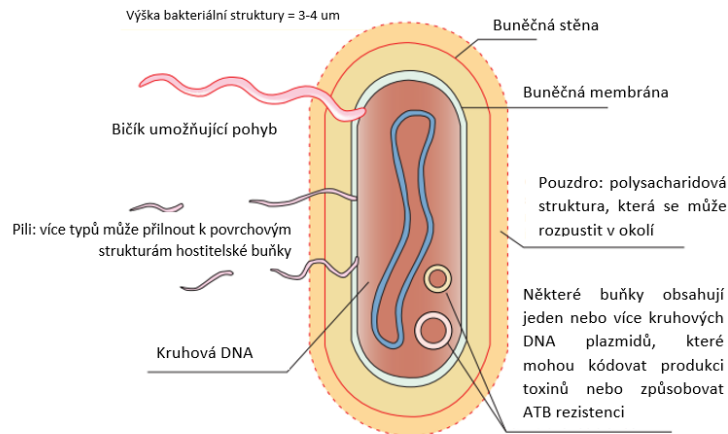
Obrázek 5 Modely šíření infekce (upraveno dle Doron a Gorbach, 2008)

Vývoj infekce závisí na vlastnostech mikroorganismu – především na jeho infektivitě (schopnosti infikovat hostitele), patogenitě (schopnosti vyvolat onemocnění) a virulenci (míře závažnosti infekce). Stejně důležité jsou i faktory hostitele, jako je věk, výživový stav, genetická výbava, imunitní kapacita nebo přítomnost chronických onemocnění. Významnou roli hraje také prostředí, například znečištění ovzduší či přítomnost chemických látek, které mohou oslabit obranné mechanismy organismu (Doron a Gorbach, 2008).

1.4 Struktura a klasifikace bakterií

Bakterie jsou prokaryotické organismy, které nesou svou genetickou informaci ve formě dvou řetězcové kruhové molekuly DNA. Některé druhy obsahují také malé kruhové plazmidy s

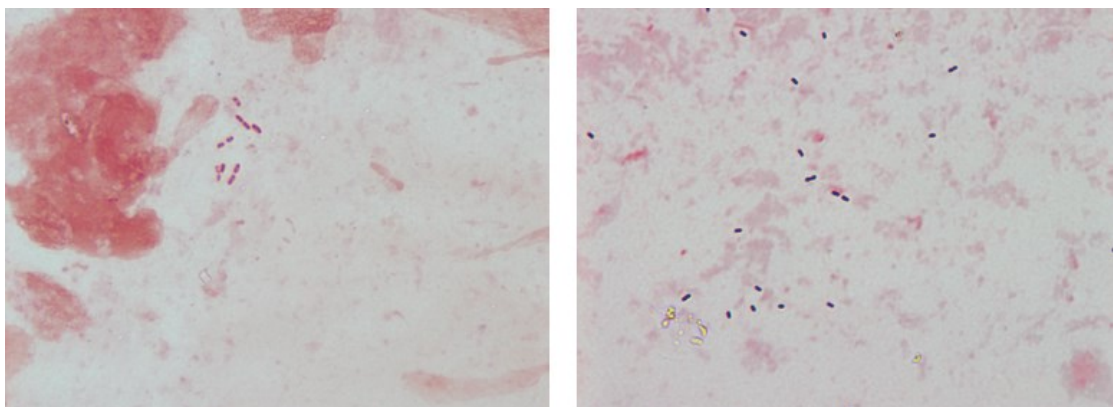
dodatečnou DNA. Cytoplazma buňky obsahuje ribozomy a nachází se v ní jak buněčná membrána, tak buněčná stěna. Vně buněčné stěny mají některé bakterie pouzdra, bičíky nebo pili viditelné na Obrázku 6.



Obrázek 6 Struktura bakteriální buňky (upraveno dle Doron, Gorbach, 2008)

Bakterie se obvykle rozmnožují binárním dělením. Za vhodných podmínek se některé bakterie mohou dělit a množit velmi rychle. Následkem toho může i malé množství bakterií způsobit potenciálně závažnou infekci.

Bakterie se klasifikují jako grampozitivní nebo gramnegativní na základě charakteristik jejich buněčné stěny, což můžeme sledovat na Obrázku 7. Proces známý jako Gramovo barvení v roce 1882 vyvinul Hans Christian Gram (Doron a Gorbach, 2008).



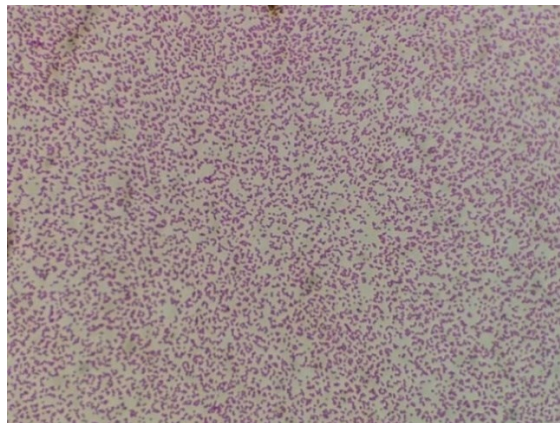
Obrázek 7 Gramnegativní (vlevo) a grampozitivní bakterie (vpravo) (Doron a Gorbach, 2008)

Při barvení se jako primární barvivo používá krystalová violet. Mikroorganismy, ze kterých se barva nevymývá se pod mikroskopem jeví modrofialově. Naopak ty, které barvu neudrží se pod mikroskopem jeví růžově až červeně. Základní princip metody spočívá ve schopnosti buněčné stěny bakterie udržet komplex krystalové violeti během působení odbarvovače. Grampozitivní

mikroorganismy mají stěnu bohatou na peptidoglykan, zatímco gramnegativní obsahují více lipidů. Při působení rozpouštědla se však lipidová vrstva gramnegativních buněk rozpustí a ty primární barvivo ztratí. Naopak stěna grampozitivních buněk se dehydruje, póry se uzavřou a komplex krystalové violeti v nich zůstane (Tripathi *et al.*, 2025).

1.5 *Pasteurella multocida*

Pasteurella multocida je nepohyblivý, fakultativně anaerobní, gramnegativní kokobacil (Obrázek 8), který patří do čeledi *Pasteurellaceae* a je schopen fermentace. První izolace této bakterie byla provedena Kitem v roce 1878 během epidemie divokých prasat. V roce 1880 ji následně popsal Louis Pasteur jako původce cholery u drůbeže (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023). Na základě složení kapsulárního polysacharidu bylo rozlišeno pět séroskupin: A, B, D, E a F. Nejčastější infekce u lidí jsou spojeny se séroskupinami A a D (Hasan a Hug, 2023), které se vyskytují celosvětově a jsou typické zejména pro domácí zvířata. Skupiny B a E byly zaznamenány převážně v tropických oblastech. Séroskupina F byla izolována zejména u ptactva v Severní Americe nebo v dalších méně obvyklých částech světa (Jaglic *et al.*, 2005).



Obrázek 8 *Pasteurella multocida* obarvena dle Grama (Zhu *et al.*, 2024)

Je součástí přirozené mikroflóry nosohltanu a gastrointestinálního traktu zvířat (Maraki, *et al.*, 2018) jako jsou psi nebo kočky, ale také u domácího skotu, králíků, prasat, ptáků a různých divokých zvířat (Wei *et al.*, 2025). Míra prevalence nosičství se u koček udává mezi 50 % a 90 %, u psů je to 50 % až 60 %, 51 % u prasat a 14 % u krys (Maraki, *et al.*, 2018). *Pasteurella multocida* je původcem několika onemocnění například výše zmíněné drůbeží cholery, hemoragické sepse, plicní pasteurelózy u prasat a dalších (Wei *et al.*, 2025).

1.5.1 Patogeneze

P. multocida má různé faktory napomáhající její virulenci. Mezi tyto faktory virulence patří např. polysacharidové pouzdro chránící bakterii před imunitním systémem hostitele, lipopolysacharidová molekula na povrchu, proteiny pro získávání železa a *Pasteurella multocida* toxin (Hasan a Hug, 2023).

Infekce způsobené touto bakterií jsou výhradně způsobeny zvířecím kousnutím a škrábnutím zobrazenými na Obrázku 9. Dále také olíznutím a kontaktem s nazofaryngeálními sekrety (Wei *et al.*, 2025). U lidí je *Pasteurella multocida* izolována z infekcí měkké tkáně v 75 % po kousnutí nebo škrábnutí kočkami, v 50 % psy a méně často kvůli olíznutí domácím mazlíčkem. (Maraki, *et al.*, 2018).



Obrázek 9 Fotografie uzdraveného škrábnutí a kousnutí zvířetem (Caserza *et al.*, 2017)

1.5.2 Klinický obraz

Infekce způsobená bakterií *Pasteurella multocida* má typicky velmi rychlý průběh a vyvíjí se během 24 hodin od poranění. Průběh je charakterizován zarudlým otokem okolo rány, citlivostí a často i hnisavou či serosangvinózní sekrecí. Tyto symptomy jsou viditelné na Obrázku 10.



Obrázek 10 Infekce po kočičím kousnutí na pravé noze (Caserza *et al.*, 2017)

Také se během jednoho až dvou dní může vyskytnout cellulitis, znázorněna na Obrázku 11, (Hasan a Hug, 2023) a v krajních případech se objevuje nekróza (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023). Kromě zmíněných symptomů se u infikovaných pacientů může objevit vysoká horečka, třesavka, bušení srdce a dušnost, což v některých případech vede i k orgánovému selhání nebo smrti.



Obrázek 11 Batole s s cellulitis na tváři po psím kousnutí (Rabinowitz et al., 2010)

Klinické symptomy infekce způsobené *P. multocida* jsou často nespecifické a lehce přehlédnutelné. Navíc kvůli individuálním rozdílům se mohou klinické projevy u jednotlivých populací měnit (Wei et al., 2025). Obtížnost určení těchto infekcí je mimo jiné způsobena tím, že drobná kousnutí a škrábance od domácích mazlíčků často nebývají hlášeny.

Při styku se sekrety zvířat se může vyvinout infekce dolních cest dýchacích včetně pneumonie, tracheitidy a bronchitidy. Rizikovými faktory jsou v těchto případech vyšší věk, chronická respirační onemocnění nebo zhoubné nádory. Vzácně se objevují pasteurelóza či meningitida, bakterémie nebo také peritonida způsobené *P. multocida* (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023).

1.5.3 Diagnostika

Diagnostika *P. multocida* z biologického materiálu je možná díky izolaci patogenu a následnému využití metody PCR nebo sérologických testů. Bakterie rodu *Pasteurellaceae* mají složitou antigenní strukturu a některé druhy nejsou taxonomicky zařazeny. Kvůli těmto faktorům nejsou sérologické metody vhodné pro aktivní infekce a zvyšuje se pravděpodobnost falešně pozitivních výsledků.

K diagnostice se jako biologický materiál využívá výtěr z rány, sputum, krev, mozkomíšní mok a jiné v závislosti na lokalizaci infekce. Doporučeným médiem pro kultivaci *P. multocida* je

5 % Columbia agar s beraní krví a *P. multocida* se dále kultivuje při 37 °C po dobu 24–72 hodin s 10 % CO₂ v atmosféře. Výsledek kultivace je znázorněn na Obrázku 12.



Obrázek 12 *Pasteurella multocida* na krevním agaru (Narsana a Farhat, 2015)

Pro identifikaci patogenu se dále využívá metoda Vitek 2, VITEK MS nebo další typické biochemické testy (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023).

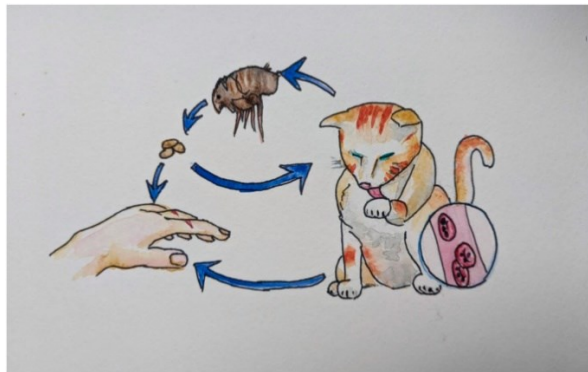
1.5.4 Léčba

Každá rána po zvířecím poranění by měla být desinfikována (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023) a okolí vyšetřeno rentgenem za účelem vyloučení zlomeniny či přítomnosti cizích těles (Hasan a Hug, 2023). Uzavření rány by mělo být provedeno pouze v případě nutnosti kvůli riziku rozšíření infekce. Pokud k uzavření i přesto dochází mezi stehy by měl být ponechán prostor pro odtok sekretu. Uzavření rány může podpořit rozšíření infekce. V léčbě je zásadní chirurgický debridement, u starších ran odstranění abscesů a nekrotické tkáně a včasná léčba antibiotiky. Preferovaná a nejvíce efektivní léčba lokálních infekcí *P. multocida* je penicilin a jeho deriváty, například amoxicilin-klavulanát (Piorunek, Brajer-Luftmann a Walkowiak, 2023). *P. multocida* způsobené infekce jsou obvykle univerzálně citlivé na penicilin, což z něj činí při terapii běžně využívaný antibiotický přípravek. V ojedinělých případech, kdy dochází k rezistenci na penicilin, se využívá alternativních možností léčby cefalosporiny druhé a třetí generace, fluorochinolony či tetracykliny (Hasan a Hug, 2023).

1.6 *Bartonella henselae*

Bartonella henselae je gramnegativní, intracelulárně žijící bakterie se zoonotickým potenciálem, která může infikovat jak kočky, tak člověka (Okaro, George, Anderson, 2021). U koček, ať už domácích nebo toulavých, bývá častým původcem dlouhodobé bakterémie. Výskyt infekce úzce souvisí s přítomností blech, především druhem *Ctenocephalides felis* (blecha kočičí) (Karem, Paddock, Regnery, 2000). K nákaze dochází po sání infikované kočky, kdy

blecha vylučuje bakterii stolicí. Tento trus se hromadí v srsti a při škrábnutí nebo kousnutí kočkou může dojít k zanesení patogenu do lidské kůže (Obrázek 13) (Okaro, George, Anderson, 2021). Experimentální výzkumy naznačují, že bez přítomnosti blech k přenosu mezi kočkami nedochází, což poukazuje na jejich zásadní roli v šíření infekce (Taber et al., 2022). V ojedinělých případech byl popsán i přenos prostřednictvím kousnutí červeným mravencem (Okaro, George, Anderson, 2021).



Obrázek 13 Přenos bartonelózy (Okrent Smolar et al., 2022)

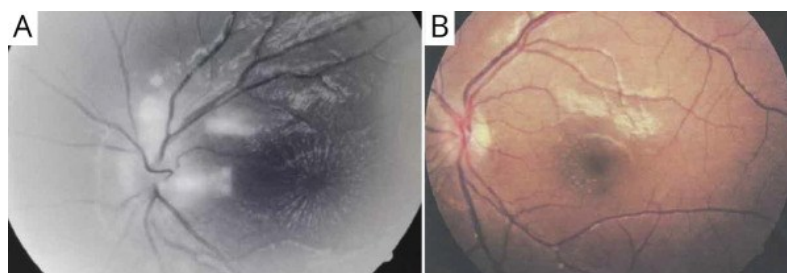
1.6.1 Patogeneze

Po proniknutí do organismu se *Bartonella henselae* zaměřuje na CD34+ buňky, což jsou prekurzory endoteliálních buněk vystylajících cévy a jiné tkáně. Po vstupu do buňky bakterie zabrání její apoptóze (sebedestrukci) a vytvoří kolem sebe ochrannou vakuolu. Klíčovým faktorem virulence je endotoxin lipid A, běžně se nacházející ve vnější membráně gramnegativních bakterií. Schopnost bakterie pronikat do erytrocytů a endoteliálních buněk výrazně přispívá k rozvoji infekce. *Bartonella henselae* rovněž ovlivňuje imunitní odpověď hostitele, čímž jej činí náchylnějším k dalším infekcím jinými patogeny. Po akutní fázi může dojít k diseminaci infekce do endovaskulárního, lymfatického a dalších orgánových systémů. (Mada et al., 2023)

Dalším důležitým mechanismem patogeneze je schopnost *B. henselae* tvořit biofilm. Tvorba biofilmu je považována za jeden z hlavních faktorů přispívajících k chronickému průběhu onemocnění. Biofilm chrání bakterie před imunitním systémem i účinkem antibiotik. *B. henselae* využívá biofilm zejména v extracelulární matrix nebo v extracelulární polymerní substanci (EPS). Tento matrix zvyšuje rezistenci k antibiotikům prostřednictvím několika mechanismů – omezením jejich průniku, produkcí enzymů rozkládajících antibiotika a aktivací signálních drah, které umožňují bakteriím adaptaci na nepříznivé podmínky (Okaro, George, Anderson, 2021).

1.6.2 Klinický obraz

B. henselae se projevuje různými klinickými příznaky. Může se jednat o nemoc z kočičího škrábnutí (cat scratch disease, CSD) vyznačující se lymfadenopatií a je nejčastěji hlášena u dětí. Poté chronickou lymfadenopatií, horečkou s přetrvávající bakteriémií, bacilární angiomatózou, neurologickými poruchami, peliózou jater a život ohrožující infekční endokarditidou, u které není možné prokázat přítomnost bakterií v krevních kultivacích (Okaro, George, Anderson, 2021). Chronická infekce způsobená *B. henselae* může být spojena s relabující subfebrilní teplotou. Chronické oční problémy zahrnují rozmazané vidění, světloplachost, podráždění očí (Mada *et al.*, 2023) a mohou se projevovat i jako neuroretinitida, tedy zánět zřetivého nervu spojený s otokem terče a hvězdovitými exsudáty v oblasti makuly (Nikolic *et al.*, 2022).



Obrázek 14 Fundus fotografie levého oka s nálezem neuroretinitidy způsobené *Bartonella henselae* (Nikolic *et al.*, 2022)

Bartonella často infikují kostní dřeň, což se projevuje bolestí kostí – nejčastější projev je bolest holenní kosti. Dalším klasickým příznakem je bolest plosek nohou při ranním vstávání, způsobená traumatizací cév při chůzi. V důsledku vyčerpávání živin z erytrocytů může docházet k rozvoji anémie. Neurologické příznaky zahrnují zhoršenou rovnováhu, snížené kognitivní schopnosti, poruchy paměti, nespavost a neklid (Mada *et al.*, 2023).

1.6.2.1 Nemoc z kočičího škrábnutí

Jako syndrom je nemoc z kočičího škrábnutí známá už více než sto let. Je způsobena kočičím škrábnutím a typicky se u jinak zdravých osob projevuje jako dlouhodobá regionální lymfadenopatie. *B. henselae* bývá nejčastěji izolovaná z lymfatických uzlin (Karem, Paddock, Regnery, 2000).

Onemocnění poškrábáním od kočky (cat scratch disease, CSD) se typicky projevuje kožními změnami v místě inokulace. Tyto projevy se objevují přibližně za 7–10 dní po expozici a zahrnují vezikulární, erytematózní a papulární fázi. Regionální lymfatické uzliny poblíž místa

vstupu infekce se zvětšují. Další symptomy, jako je horečka, malátnost a postižení vnitřních orgánů, se mohou vyskytnout, ale jsou méně časté (Mada *et al.*, 2023).

1.6.3 Diagnostika

Diagnostika bartonelózy je komplikovaná, protože kultivace původce je náročná (Havlík, 2005), zejména u chronických nebo dlouhodobě probíhajících infekcí. Přímá kultivace klinických vzorků (např. krve, mozkomíšního moku, kloubní tekutiny nebo tělních výpotků) na krevní agar má nízkou citlivost a často nevede k průkazu patogenu. Ze stejných důvodů může být sérologické vyšetření falešně negativní (Breitschwedt, 2017).

K laboratorní diagnostice se nejčastěji využívají sérologické testy, PCR metoda, kultivace s prodlouženou inkubací nebo histopatologické vyšetření (Okaro, George, Anderson, 2021). U sérologických vyšetření se přítomnost patogenu zpravidla potvrzuje na základě vzestupu hladiny protilátek. V České republice provádí tato vyšetření jen omezený počet laboratoří, přesto bylo onemocnění opakovaně diagnostikováno a popsáno (Havlík, 2005). Séroprevalenční testy (ELISA, Western blot, IFA) mohou potvrdit akutní infekci pouze při serokonverzi (čtyřnásobné zvýšení titru během 2–3 týdnů). Přítomnost protilátek tedy vypovídá spíše o předchozí expozici než o aktuální infekci.

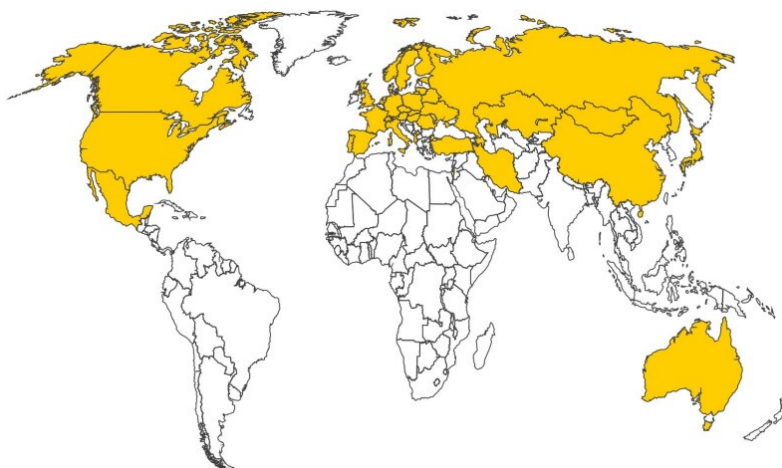
V takových případech se jako vhodnější metoda ukazuje PCR amplifikace specifických genových fragmentů *Bartonella spp.*, i když i tato metoda má svá omezení. Pro zvýšení citlivosti detekce byla úspěšně použita předchozí kultivace klinických vzorků v optimalizovaném růstovém médiu BAPGM (*Bartonella α-Proteobacteria growth medium*) s buněčnou kulturou hmyzu, která umožnila efektivnější následnou PCR diagnostiku bartonelózy. (Breitschwedt, 2017).

1.6.4 Léčba

Podobně jako u jiných infekcí přenášených vektory (např. anaplazmóza, borelióza, ehrlichioza) může imunitní systém některých jedinců akutní infekci eliminovat bez nutnosti antibiotické terapie. V případě, že dojde k přetrvávající bakteriémii, může být nutná dlouhodobá antibiotická léčba (4–6 týdnů), bez ohledu na zvolený typ antibiotika (Breitschwedt, 2017). Pacienti mohou být léčeni ciprofloxacinem nebo azithromycinem podle závažnosti příznaků. Neúspěch léčby u pacientů s endokarditidou způsobenou tímto patogenem je často připisován schopnosti vytvářet biofilm a odolávat antibiotikům. Nedávná *in vitro* studie naznačují, že kombinovaná antibiotická terapie je účinnější při chronické infekci než současné metody využívající jedno ATB (Okaro, George, Anderson, 2021).

1.7 *Francisella tularensis*

Francisella tularensis je gramnegativní, fakultativně intracelulární bakterie. Je vysoce virulentní a patří do kategorie A potenciálních bioteroristických agens podle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC, USA) (Maurin *et al.*, 2024). Druh *F. tularensis* zahrnuje čtyři základní poddruhy (*F. tularensis* subsp. *tularensis*, *F. tularensis* subsp. *holoarctica*, *F. tularensis* subsp. *mediasiatica* a *F. tularensis* subsp. *novicida*) s odlišným geografickým rozšířením a vysokou až nízkou patogenitou pro člověka. Poddruhy *F. tularensis* subsp. *tularensis* a *F. tularensis* subsp. *holoarctica* mají klinický význam. *F. tularensis* subsp. *tularensis* se vyskytuje převážně v Severní Americe, zatímco *F. tularensis* subsp. *holoarctica* je rozšířená na celé severní polokouli. Nedávné zprávy o výskytu *F. tularensis* subsp. *holoarctica* v Austrálii prokázaly výskyt i na jižní polokouli (Appelt *et al.*, 2020). Poddruh *F. tularensis* subsp. *mediasiatica* se vyskytuje ve středoasijské oblasti a na jižní Sibiř a má nízkou nebo neznámou patogenitu pro člověka (Schütz *et al.*, 2023). Mapa znázorňující místa autochtonního výskytu tularémie je na Obrázku 15.



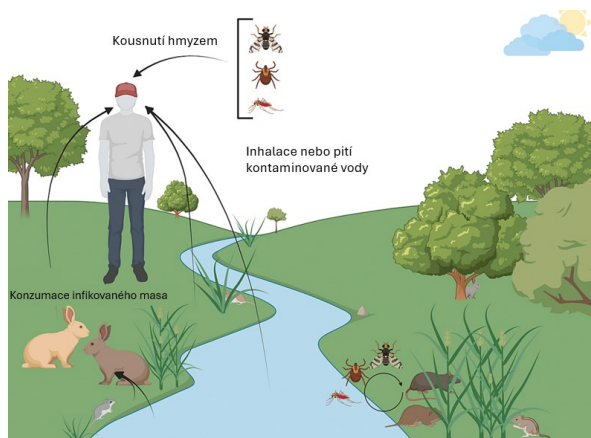
Obrázek 15 Mapa autochtonního výskytu tularémie (Sharma *et al.*, 2023)

F. tularensis subsp. *tularensis* je považována za potenciální biologickou zbraň kvůli své extrémní virulenci, nízké infekční dávce, snadnému šíření aerosolu a schopnosti způsobit těžké onemocnění a smrt. Vdechnutí pouhých 10 jednotek tvořících kolonie (CFU) je dostatečné k vyvolání onemocnění u člověka a 30–60 % neléčených infekcí může být smrtelných (McLendon *et al.*, 2006).

1.7.1 Patogeneze

Mezi důležité vlastnosti druhů rodu *Francisella* patří jejich schopnost infikovat širokou škálu organismů např. klíšťata, komáři, ptáci i různí savci. Jsou schopny dokončit svůj replikační

cyklus v různých typech eukaryotických buněk. Faktory virulence, intracelulární životní styl a interakce s jednotlivými buněčnými organelami nejsou doposud dostatečně pochopeny (Kubelková a Macela, 2021). Virulence tohoto intracelulárního patogenu je založena na schopnosti uniknout z fagozomů a replikovat se v cytosolu hostitelské buňky. Následně, po rychlé intracelulární replikaci, narušuje imunitní systém. Mezi nejdůležitější faktory virulence patří pouzdro, povrchová lipopolysacharidová vrstva, membránové vezikuly a sekreční systémy (Spindlova *et al.*, 2020). Mezi nejdůležitější druhy savců zapojené do infekce u lidí patří zajáci, hraboši, myši, veverky, ondatry a bobři. K přenosu infekce na člověka a další savce může dojít aerosolizací infikovaného materiálu, kousnutím hmyzem nebo kontaktem s infikovanými živočišnými produkty (McLendon *et al.*, 2006). K infekci může dojít kůží (např. kontakt se zvířaty), spojivkou (např. kontaminace z prstu do očí), orální cestou (např. požití kontaminované potravy a vody), nebo dýchacími cestami (např. vdechnutí kontaminovaného aerosolu) (Maurin, 2020). Schéma přenosu infekce je znázorněno na Obrázku 16.



Obrázek 16 Schéma přenosu infekce *F. tularensis* (upraveno dle Harrell *et al.*, 2024)

1.7.2 Klinický obraz

Od přenosu infekce se po krátké inkubační době (obvykle 3–5 dnů) u infikovaných osob obvykle objeví onemocnění podobné chřipce. Onemocnění nazývané tularemie se pak dále rozvíjí do šesti klasických forem, ulceroglandulární a glandulární formy, to je regionální lymfadenopatie s detekovanou kožní inokulační fází nebo bez ní, okuloglandulární formy, konjunktivitida se satelitní lymfadenopatií, orofaryngeální formy, to je faryngitida s regionální lymfadenopatií, pneumonické formy a tyfoidní formy, napodobující tyfus. Může se vyskytnout mnoho komplikací (např. infekce měkkých tkání, meningitida, endokarditida a infekce protézy kloubu) (Maurin, 2020). U lidí se tularemie vyskytuje většinou jako ojedinělé případy, ale pravidelně jsou hlášeny i epidemie způsobené jedním nebo několika klony *F. tularensis*. Počet případů tularemie se v posledních letech ve většině endemických zemí zvýšil. Evropské

centrum pro kontrol a prevenci nemocí v roce 2020 hlásilo 641 potvrzených případů tularemie u lidí (incidence 0,15 na 100 000 osob za rok), z nichž většina se vyskytla ve Švédsku a Finsku (Maurin *et al.*, 2024). Typický projev orofaryngeální formy je zobrazen na Obrázku 17.



Obrázek 17 Hnisavá krční lymfatická uzlina u pacientky s orofaryngeální tularemii (Steinrücken a Graber, 2014)

1.7.3 Diagnostika

Diagnostika tularemie není přímočará, a to jak kvůli nesespecifické povaze počátečních příznaků, tak kvůli skutečnosti, že *F. tularensis* je obtížné kultivovat. Manipulace s touto bakterií navíc představuje pro laboratorní personál významné riziko infekce. Ve většině klinických laboratoří se diagnostika tularemie opírá o sérologické testy, ty ovšem nejde provést dříve než 10 dní od začátku onemocnění. Výjimku tvoří pacienti s bakteriemií, u kterých může být tularemie diagnostikovaná náhodně detekcí *F. tularensis* v hemokulturách. Kultivace je klíčová pro diagnózu, testování citlivosti na antibiotika, charakterizaci biovarů a molekulárně epidemiologickou typizaci. Na neselektivních agarových plotnách je nutná 2–4 denní inkubace, v tekutých mediích dochází k viditelnému růstu během 3–7 dnů v závislosti na dávce inokula (Makdasi *et al.*, 2022). Všechny poddruhy *F. tularensis* lze rozlišit biochemicky a geneticky pomocí amplifikace odlišných oblastí pomocí PCR (McLendon, 2006). V závislosti na klinické prezentaci lze *F. tularensis* kultivovat nebo detekovat pomocí PCR z různých klinických vzorků, včetně krve, kožných strupů, spojivkových nebo faryngálních exsudátů, vzorků lymfatických uzlin, mozkomíšního moku, sputa a vzorků osteoartikulárních buněk. Citlivost kultury však časem rychle klesá a tato bakterie je izolována pouze asi v 10 % případů (Maurin *et al.*, 2024).

1.7.4 Léčba

Klinické fenotypy tularemie mají širokou diferenciální diagnostiku, což často vede lékaře k používání neúčinných antibakteriálních látek, jako jsou beta-laktamy, vůči nimž je *F. tularensis* rezistentní. Fakultativní intracelulární životní cyklus patogenu představuje pro

systemovou antibiotickou terapii překážku, které může vést až k selhání léčby. Terapeutické možnosti tularemie jsou proto omezené a v současné době není pro humánní použití schválena žádná vakcína. Vznikají obavy, že se může rozvinout rezistence i na v současnosti dostupné léčebné postupy. Ty zahrnují aminoglykosidy (např. streptomycin), fluorochinolony (např. ciprofloxacin) a tetracykliny (např. doxycyklin). Míra úspěšnosti léčby se liší v závislosti na použitém antibiotiku, době zahájení a trvání terapie a výskytu komplikací. Pro stanovení účinné léčby je klíčové určit rezistenci na antimikrobiální látky (Schütz *et al.*, 2023).

1.8 *Borrelia burgdorferi* sensu lato

Bakteriální patogen *Borrelia burgdorferi*, známá také jako *Borrelia burgdorferi* je původcem lymfocytární boreliózy (LB), která se na člověka přenáší prostřednictvím klíštěat rodu *Ixodes* (Strnad *et al.*, 2023). Spirochety patřící do komplexu *Bo. burgdorferi* a způsobující LB jsou spirálovité bakterie o délce 4–30 µm a průměru 0,2–0,3 µm. Jsou součástí čeledi *Spirochaetaceae* a patří do rodu *Borrelia* (Hunfeld *et al.*, 2023). Poprvé byly objeveny na začátku 80. let 20. století. Bakterie byla pojmenována *Bo. burgdorferi* a věřilo se, že se jedná o jediný bakteriální druh. Rozmanitost druhového komplexu se ukázala během následných výzkumů, které odhalily genetickou a ekologickou rozmanitost borelií v Evropě, Asii a Severní Americe (Steinbrink *et al.*, 2022). Geografické rozšíření a početnost *Bo. burgdorferi* sensu lato jsou ovlivněny několika faktory, včetně přítomnosti kompetentních rezervoárových hostitelských druhů a přítomnosti a hustoty druhů přenašečů klíštěat, které jsou ovlivněny typem stanovišť (Răileanu *et al.*, 2021).

1.8.1 Patogeneze

Původci lymfocytární boreliózy se přenáší mezi rezervoárovými hostiteli a lidmi (náhodnými hostiteli) tvrdými klíšťaty *Ixodes ricinus* (Branda a Steere, 2021). *Bo. burgdorferi* existuje v enzootickém cyklu, který se střídá mezi přenašečem (klíštětem) a hostitelem (obratlovcem). Pokud klíštěť sají krev infikovaného hostitele, dostává se *Bo. burgdorferi* do jeho těla. Klíštěť ke krmení používá klepítka (chelicery) narušující epidermis hostitele a pak proniká do hlubších vrstev kůže, kde do místa kousnutí vylučuje sliny a nasává krev (pravděpodobně i s boreliemi). Spirocheta následně osidluje střední část jeho střeva (midgut).

Při dalším sání pak několik málo spirochet opustí střední střevo tím, že překonají peritrofitickou membránu, vrstvu epitelárních buněk a bazální membránu. Poté spirochety migrují do hemocoelu (tělní dutiny naplněné hemolymfou), a dále se přesouvají směrem ke slinným žlázám klíštěte, odkud jsou pak přeneseny do kůže hostitele prostřednictvím slin. Přenos slinami

Často je LB doprovázena také dalšími příznaky, jako je horečka, únava, bolest hlavy, ztuhlý krk, ataralgine a myalgie. Ačkoli může *EM* samovolně odeznít, v některých případech mohou být v důsledku šíření patogenu postiženy i jiné orgány, jako je kůže, centrální nervový systém (CNS) a klouby. To může vést k závažnějším příznakům např. mono- a oligoartritida velkých kloubů, meningoradikuloneuritida často v kombinaci s obrnou obličeje, nebo ve velmi vzácných případech myelitida se spastickou ataktickou poruchou chůze a dysfunkcí močového měchýře v důsledku onemocnění CNS (Steinbrink *et al.*, 2022).

1.8.3 Diagnostika

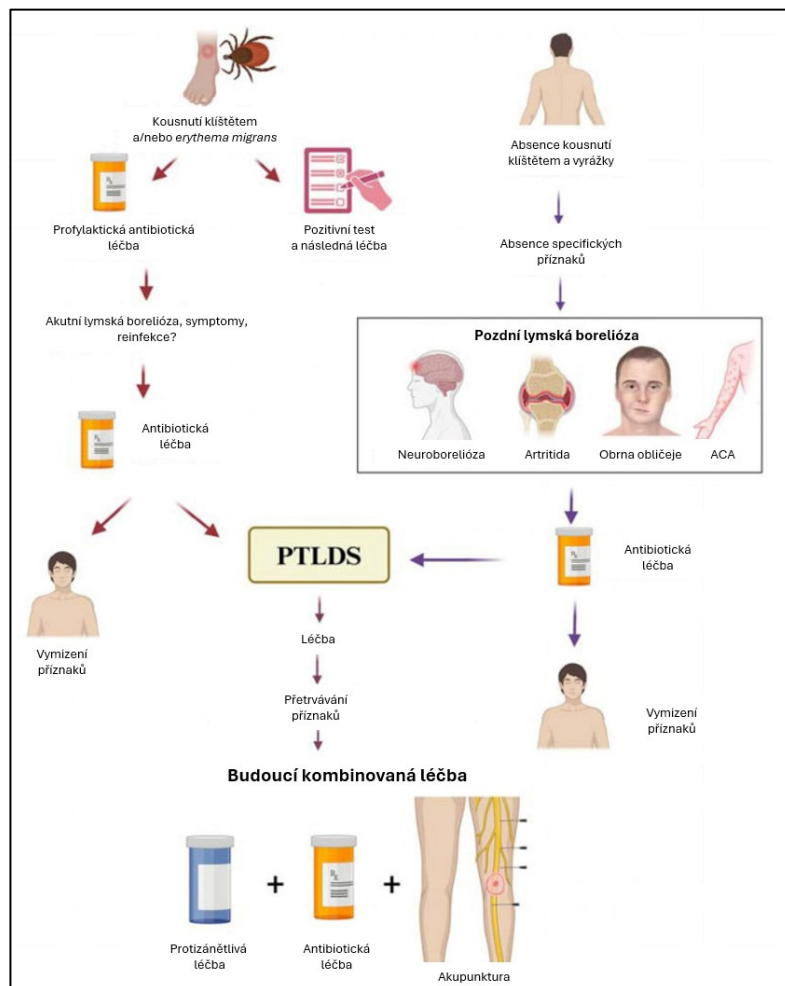
Jelikož má LB široké spektrum symptomů a klinických příznaků prvním krokem k odlišení od jiných onemocnění je posouzení všech příznaků a shromažďování subjektivních i objektivních údajů od pacienta. Pokud existuje potenciální expozice klíšťatům v endemické oblasti a u jedince se objeví rozšiřující se kožní léze, mělo by okamžitě vzniknout podezření na LB. Rozpoznání této léze *EM* může být obtížné, jelikož se může projevovat v různých formách odlišných od klasického býčího oka (Strnad *et al.*, 2023).

Existují dvě široké kategorie diagnostických testů pro lymfskou boreliózu. Jsou to metody přímé detekce, které detekují původce infekce v primárních vzorcích pacientů a metody nepřímé detekce, které detekují reakci hostitele na infekci. Prvními testy přijatými pro rutinní klinické diagnostické použití byly testy sérových protilátek. Tyto testy nepřímé detekce se podstatně vyvinuly ve své metodologii a chemické složení a zůstávají neužitečnějšími a nejvíce dostupnými diagnostickými pomůckami. Navzdory ohromnému nedávnému pokroku v molekulárních metodách pro přímou detekci jiných infekčních agens hrají tyto a další strategie přímé detekce v současné době v klinické diagnostice LB malou roli (Brada a Steere, 2021).

Sérologické testování je referenční metodou používanou pro diagnostiku LB. Standardní dvoustupňové testování (STTT) zahrnuje počáteční enzymově vázaný imunotest (ELISA) jako primární test, následovaný doplňkovými imunobloty IgM a/nebo IgG. STTT má omezenou citlivost při detekci časně lokalizované infekce, naopak citlivost je velice vysoká při detekci pozdní infekce. Modifikované dvoustupňové testování (MTTT) je aktualizovaný dvoustupňový testovací algoritmus, ve kterém se potvrzení infekce provádí pomocí ELISA místo imunoblotu. Řada studií v Severní Americe i Evropě ukázala, že MTTT má ve srovnání s STTT vyšší citlivost, aniž by ztratil specifitu (Strnad *et al.*, 2023).

1.8.4 Léčba

V současnosti se k léčbě časně až pozdní LB často používají širokospektrální antibiotika jako je amoxicilin, ceftriaxon, cefuroxim-axetil a doxycyklin. Delší léčebné režimy někdy vedou ke značným nežádoucím účinkům u pacientů v důsledku narušení mikrobiomu hostitele a selekce bakterií s rezistencí na antimikrobiální látky u bakterií mimo cílovou skupinu. Nejznepokojivějším faktem je, že přibližně 10–20 % infikovaných jedinců léčených antibiotiky vykazuje přetrvávající příznaky označované jako syndrom lymeské boreliózy po léčbě (PTLDS) (Zafar *et al.*, 2024). Přehled postupů pro léčbu LB je schematicky znázorněn na obrázku 20.

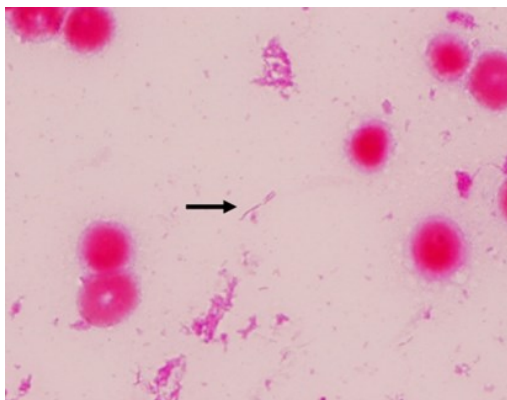


Obrázek 20 Schéma léčby lymeské boreliózy (upraveno dle Zafar *et al.*, 2024)

1.9 *Capnocytophaga canimorsus*

Capnocytophaga canimorsus je fakultativně anaerobní, kapnofilní, gramnegativní bacil. Vzhledem ke svému pomalému růstu byla poprvé popsána jako dysgonický fermentor-2 v roce 1976, přejmenována byla v roce 1989 (Killington *et al.*, 2023). *C. canimorsus* je součástí běžné ústní mikroflóry většiny domácích psů a koček. Na člověka se přenáší při kousnutí, olizování či škrábnutí zvířetem. Infekce se častěji vyskytuje u mužů ve věku 50–70 let, zejména u jedinců

s oslabenou imunitou, asplenickým onemocněním či u alkoholiků. U zdravých lidí je považována za málo virulentní patogen, v některých případech však infekce může vést k závažným komplikacím, a dokonce i k úmrtí (Rizk *et al.*, 2021). *C. canimorsus* byla dle studií kultivována z ústních sekretů přibližně 26 % psů a 18 % koček. Nedávné zprávy zjistily prevalenci až u 74 % psů (Yang *et al.*, 2021). Na Obrázku 21 je mikroskopicky zachycena tato bakterie barvena dle Grama.



Obrázek 21 *Capnocytophaga canimorsus* pod mikroskopem (Nakayama *et al.*, 2022)

1.9.1 Patogeneze

C. canimorsus bývá popisována zároveň jako druh se slabou patogenitou, vyžadující imunodeficienci hostitelů, ale také jako druh s mimořádně silnou patogenitou způsobující fatální bakteriemické onemocnění i u imunokompetentních hostitelů. Vzhledem k rozmanitosti faktorů hostitele v kazuistikách platí v jednotlivých případech oba tyto znaky. Organismus je na rozdíl od ostatních druhů rodu *Capnocytophaga* pozitivní na katalázu. Degradací peroxidu vodíku ve vakuolách fagocytujících buněk, by tento enzym mohl bakterii umožnit přežít ve fagocytech. Také je na rozdíl od jiných druhů tohoto rodu rezistentní vůči usmrcování sérovým komplementem. Postrádá bičíky, ale vykazuje klouzavou pohyblivost na pevném agaru, což může bakterii umožnit průchod tkáněmi do krevního oběhu. Přítomnost sialidázy umožňuje získávat aminocukry jako živiny z glykoproteinů na povrchu hostitelských buněk. Při hemokultivaci vyvolává omezeně tvorbu prozánětlivých cytokinů a oxidu dusného, sníženou stimulaci imunity tedy může unikat imunitní reakci. Při vystavení kultivovaných makrofágů této bakterii byly pozorovány cytotoxické účinky. Jako gramnegativní organismus obsahuje lipopolysacharid (Butler, 2015).

1.9.2 Klinický obraz

Infekce způsobená *C. canimorsus* může vést k široké škále klinických projevů. Nejzávažnějším a nejčastějším projevem je seps s úmrtností pacientů až 55 %. Dále se vyskytuje meningitida, nitrobřišní infekce, endokarditida, infekční artritida, mozkové abscesy, endoftalmitida a pneumonie. Běžné jsou také kožní příznaky jako je petechiální vyrážka nebo ekchymóza, tyto kožní příznaky mohou progredovat do purpury fulminans (PF) nebo gangrény vyžadující amputaci. PF je vzácná, život ohrožující komplikace bakteriální sepsy vznikající v důsledku protrombotického podtypu diseminované intravaskulární koagulace (Killington *et al.*, 2023). Obrázek 22 zachycuje typický kožní projev infekce *C. canimorsus*. V počáteční fázi infekce nejsou klinické projevy nijak specifické a jejich nástup může nastat až po 8 dnech po kontaktu se zvířetem (Hess *et al.*, 2017). Dalším rysem tohoto mikroorganismu je, že ve většině případů způsobuje minimální zánět v místě vstupu infekce (Butler, 2015).



Obrázek 222 Purpura fulminans na levé dolní končetině u pacienta s infekcí způsobenou *C. canimorsus* (Rizk *et al.*, 2021)

1.9.3 Diagnostika

C. canimorsus je náročný gramnegativní bacil. Diagnózu lze stanovit kultivací (Hansen a Crum-Cianflone, 2019). Kultivace *C. canimorsus* trvá až 14 dní, což může vést k falešně negativní výsledkům hemokultury při dřívějším hodnocení. Diagnostika této bakterie tedy představuje diagnostickou výzvu (Killington *et al.*, 2023). Mikroorganismus roste pomalu a vyžaduje krevní nebo čokoládový agar inkubovaný s 10 % oxidem uhličitým. Dále se často využívá polymerázová řetězová reakce (PCR) pro stanovení diagnózy v případě podezření na infekci, zejména v případech negativní kultivace a/nebo předchozí expozice antibiotikům (Hansen a Crum-Cianflone, 2019).

Metody PCR také dokážou rozlišit mezi infekcí způsobenou *C. canimorsus* a *C. cynodegmi* (Lloret *et al.*, 2013).



Obrázek 23 Růst *C. canimorsus* na krevním agaru (upraveno dle Schuler *et al.*, 2022)

1.9.4 Léčba

K léčbě infekcí způsobených *C. canimorsus* se doporučují karbapenemy, klindamycin nebo kombinace beta-laktamových antibiotik s inhibitory beta-laktamáz, jako je například koamoxiclav. Důvodem pro tento postup je hlášení o rezistenci této bakterie vůči beta-laktamovým antibiotikům (Killington *et al.*, 2023). O optimálním typu a délce léčby chybí klinické údaje, zejména u závažných infekcí, jako je meningitida (Hansen a Crum-Cianflone, 2019). Stejně důležité jako antibiotická profylaxe, je také okamžité očištění a dezinfekce rány po kousnutí či škrábnutí (Lloret *et al.*, 2013).

1.10 *Staphylococcus* spp.

Rod *Staphylococcus* tvoří grampozitivní fakultativně anaerobní bakterie často přítomné v kožní a slizniční mikrobioty savců a ptáků. Rod zahrnuje klinicky relevantní oportunní patogeny v humánní i veterinární medicíně. Druhy patřící do tohoto rodu jsou rozlišovány podle produkce enzymu koaguláza, schopného přeměňovat fibrinogen na fibrin, což je vlastnost snadno detekovatelná v laboratoři a umožňuje praktickou klasifikaci (Thomson *et al.*, 2022). Kočky a psi mohou být kolonizováni různými druhy stafylokoků způsobujícími oportunní infekce (např. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus letus*, *Staphylococcus schleiferi* a *Staphylococcus pseudintermedius*) (Elnageh *et al.*, 2021). U psů může být nosičství koaguláza-pozitivních i koaguláza-negativních stafylokoků ovlivněno nejen onemocněními ale také faktory prostředí, jako je blízký kontakt s lidmi. Stále však není jasné, jak k přenosu stafylokoků mezi psy a lidmi dochází, studie ovšem naznačují, že blízký kontakt by mohl způsobit vyšší kolonizaci *Staphylococcus aureus* u psů a *Staphylococcus pseudintermedius* u lidí (Nocera *et al.*, 2023).

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus je široce rozšířený kolonizátor a oportunní patogen u lidí i zvířat. V lidské komunitě kolonizuje přední nosní dírky u 20–80 % zdravých lidí, tyto osoby lze definovat jako „nosiče“, protože za normálních fyziologických podmínek je jejich imunitní systém schopen s tímto oportunním patogenem bojovat. Za specifických podmínek (např. zranění, kožní onemocnění, metabolická onemocnění) však tento mikroorganismus může způsobit mírné i život ohrožující infekce. V současné době se celosvětově zvýšilo šíření methicilin-rezistentního *S. aureus* (MRSA), objevuje se nejen jako nozokomiální patogen, ale také ve spojení s hospodářskými zvířaty (Nocera *et al.*, 2023). Tato bakterie může u lidí vyvolat infekce kůže a měkkých tkání, pneumonii, sepsi a osteomyelitidu (Thomson *et al.*, 2022).

Staphylococcus pseudintermedius

Staphylococcus pseudintermedius je členem skupiny *Staphylococcus intermedius* stejně jako *Staphylococcus delphini* a *Staphylococcus intermedius*. Tento koaguláza-pozitivní stafylokok je komezálem kůže a sliznic. Je také nerozšířenějším původcem bakteriálních infekcí u psů. Methicilin-rezistentní *S. pseudintermedius* vykazující mnohočetné fenotypy rezistence se celosvětově objevil jako nozokomiální patogen v nemocnicích pro malá zvířata (Cuny *et al.*, 2022). Je nejčastějším kožním komezálem u psů, u koček je méně častý kvůli rozdílům ve faktorech adherence kožních buněk. Tento druh lze mimo jiné izolovat i u zdravých oslů nebo divokých prasat (Abdullahi *et al.*, 2022).

1.10.1 Patogeneze

K systémové infekci způsobené *Staphylococcus aureus* dochází po narušení epitelové bariéry. Například i drobné poranění kůže, jako je škrábnutí, může sloužit jako vstupní brána, odkud se infekce může dále šířit do hlubších tkání a přejít do invazivní formy. Po narušení epitelové bariéry a systémové invazi opouští *S. aureus* krevní oběh kvůli vysoké koncentraci buněčných i humorálních složek imunitního systému. Dále postupuje do orgánů a tkání, kde vytváří ohraničené abscesy a biofilmy. (Cheung *et al.*, 2021). Za určitých patogenních podmínek je *Staphylococcus aureus* schopen produkovat široké spektrum virulenních faktorů, které mu které mu umožňují uniknout imunitní odpovědi hostitele a podporují rozvoj infekce (DiBella *et al.*, 2025). Mezi hlavní faktory virulence patří povrchové proteiny označované jako MSCRAMM, jež se vážou na složky extracelulární matrix (např. fibrinogen, fibronectin, kolagen) a napomáhají adherenci k tkáním hostitele. Důležitou roli hrají také hemolyziny a cytolytické peptidy jako je α -hemolyzin, leukocidin Panton-Valentine (PVL) a toxin syndromu

toxického šoku-1 (TSST-1). Ty narušují membrány buněk hostitele a usnadňují únik před imunitní odpovědí. (Touaitia et al., 2025).

Staphylococcus pseudintermedius disponuje řadou virulencních faktorů, které mu umožňují vyvolat infekce jak u zvířat, tak u lidí. Produkuje toxiny a enzymy, které poškozují buňky hostitele a umožňují bakterii unikat imunitní odpovědi. Mezi tyto faktory patří enterotoxiny, koaguláza, proteázy, hemolyziny (Maali et al., 2018) exfoliativní toxin Siet a enterotoxin Seccanine. Zvláštní pozornost si zaslouží gen luk, kódující leukotoxin, který je funkčně podobný leukocidinu Panton-Valentine (PVL) u *S. aureus* (Moses et al., 2023) Adhezi na lidské tkáni umožňují povrchové proteiny SpsD a SpsL, které vážou fibronectin, fibrinogen a cytokeratin. Další proteiny, jako SpsQ a protein A, vykazují strukturální i funkční podobnost s faktory *S. aureus*, a hrají tak roli při úniku před imunitní odpovědí hostitele (Carroll et al., 2021).

1.10.2 Klinický obraz

Staphylococcus aureus způsobuje široké spektrum infekcí – od povrchových kožních zánětů po závažná systémová onemocnění. Častými projevy jsou folikulitida (zánět vlasového folikulu), furunkly (hlubší bolestivé záněty s centrální pustulou) a karbunkly (shluk furunklů zasahující hlubší podkoží, často s horečkou). Impetigo, časté u dětí (Linz et al., 2023), která se projevuje vznikem puchýřků (zejména u bullózní formy) přeměňující se na žlutě zbarvené krusty (Baorto et al., 2024). Erysipel a celulitida postihují kožní a podkožní vrstvy, projevují se zarudnutím, otokem a bolestí. *S. aureus* je vedle streptokoků běžným původcem. U kojících žen je častým původcem mastitidy a prsních abscesů (Linz et al., 2023). *S. aureus* je také původcem syndromu opařené kůže (SSSS), který se projevuje puchýři a exfoliací kůže, nejčastěji u kojenců a malých dětí (Baorto et al., 2024) a je způsoben exfoliativními toxiny. Mezi nejzávažnější projevy patří nekrotizující fasciitida, rychle progredující infekce měkkých tkání s vysokým rizikem komplikací (Linz et al., 2023). Dále taky toxický šokový syndrom (TSS), což je závažná intoxikace charakterizovaná horečkou, hypotenzí, vyrážkou a multiorgánovým postižením.

Staphylococcus pseudintermedius může u lidí způsobovat široké spektrum infekcí, přičemž nejčastějšími projevy jsou infekce měkkých tkání a ran, často po pokousání psem. Dále byly popsány případy *otitis externa* (zánětu zevního zvukovodu) a sinusitidy. Vzácněji, avšak klinicky významně, může *S. pseudintermedius* vyvolat i závažné systémové infekce, jako je septická artritida, nozokomiální pneumonie, endokarditida nebo bakterémie (Glajzner et al., 2022).

1.10.3 Diagnostika

V období před zavedením MALDI-TOF byla identifikace *S. aureus* prováděna na základě základních znaků: beta-hemolytické kolonie, gram-pozitivní koky, pozitivní katalázový test, pozitivní „clumping“ faktor. Pro kultivaci stafylokoků je běžně využívaným médiem krevní agar, neboť umožňuje posouzení hemolýzy. *Staphylococcus aureus* typicky vykazuje tzv. dvojitou hemolýzu – vnější zóna neúplné lýzy erytrocytů a vnitřní zóna úplné lýzy. Mnohé kmeny ale produkují pouze úplnou hemolýzu, což ztěžuje odlišení od jiných koaguláza-negativních stafylokoků (např. *S. intermedius*, *S. simulans*) (Graber et al., 2013). Metoda MALDI-TOF MS (Vitek MS) dokáže rozlišit *S. aureus* od skupiny *S. intermedius*. (Bibby et al., 2021)

S. pseudintermedius roste jako malé modré kolonie na CHROMagar™ *Staph aureus* a jako šedobílé až krémové kolonie s β -hemolýzou na krevním agaru. Vzhledově a biochemicky se velmi podobá *S. aureus*, což často vede k chybné identifikaci, především v automatizovaných systémech (např. VITEK), které jsou primárně zaměřené na lidské patogeny. K rozlišení lze použít biochemické testy jako produkce acetoinu, hyaluronidázy, fermentace mannitolu, maltózy a trehalózy, test pyrrolidonyl arylamidázy, produkce β -galaktosidázy nebo citlivost na polymyxin B. I přesto může být *S. pseudintermedius* koaguláza pozitivní, ale často se jeví jako negativní v latexových aglutinačních testech. Novější technologie, jako je MALDI-TOF MS a PCR zaměřená na gen *nuc*, výrazně zlepšily přesnost identifikace. Sekvenování (např. MLST) dále umožňuje sledovat populační strukturu a klonální linie (Moses et al., 2023)

1.10.4 Léčba

U nekomplikovaných kožních a měkkotkáňových infekcí (SSTI) se běžně používají perorální antibiotika jako trimetoprim/sulfamethoxazol, doxycyklin, minocyklin nebo klindamycin. Při závažnějších formách nebo nedostatečné odpovědi na léčbu per os se přistupuje k parenterální terapii, kde je lékem volby intravenózní vankomycin. Ten je také základem léčby většiny hospitalizovaných pacientů s MRSA infekcí (Siddiqui a Koirala, 2023).

Vzhledem k časté multirezistenci kmenů MRSP je nezbytné vždy provést antibiotikogram, aby mohla být zvolena účinná terapie. Při prokázané citlivosti lze využít aminoglykosidy, tetracykliny, chloramfenikol nebo rifampicin. MRSP bývá často rezistentní i k nebetalaktamovým antibiotikům, včetně trimetoprim–sulfamethoxazolu, fluorochinolonů, makrolidů a linkosamidů, což zásadně komplikuje léčbu (Moses et al., 2023).

2 INFEKCE ZPŮSOBENÉ VIROVÝMI PATOGENY

Viry jsou malé intracelulární patogeny, které se na rozdíl od bakterií a hub nemohou množit mimo živé buňky (Chi-Chung Cheng et al., 2015). Virové zoonotické agens se neustále objevují a bývají spojeny s ohnisky různě rozsáhlého geografického šíření (Christou, 2011) v důsledku klimatických a environmentálních změn (Kallio-Kokko *et al.*, 2005). Typicky mají tendenci rozšiřovat své ekologické působení – někdy úspěšně, jako v případě viru západonilské horečky, jindy méně efektivně, jako například u ptačí chřipky (Christou, 2011).

Přežívání virů závisí na jejich schopnosti šířit se mezi hostiteli, a to i prostřednictvím nakažených jedinců, kteří nevykazují žádné příznaky. Rozlišujeme tři hlavní modely cirkulace: akutní infekce bez rezervoáru, perzistence u lidí a přenos ze zvířecího rezervoáru. Pokud je hlavní mechanismus přenosu narušen, mohou se uplatnit alternativní cesty. Porozumění průběhu infekce je klíčem k jejímu zvládnutí. Většina virových infekcí má právě akutní charakter – k šíření vyžadují efektivní přenos, přičemž přežívání virů v menších populacích usnadňuje např. antigenní drift (Burrell et al., 2016).

Jejich detekce proto vyžaduje nepřímé metody, jako je PCR, detekce antigenů nebo protilátek. Moderní molekulárně biologické techniky umožňují přesnou identifikaci viru, včetně stanovení virové nálože či rezistence, což je zásadní pro cílenou terapii i prevenci šíření infekce (Chi-Chung Cheng et al., 2016).

2.1 *Rabies lyssavirus*

Rabies lyssavirus aneb cirus vztekliny z rodu *Lyssavirus* a čeledi *Rhabdoviridae* způsobuje je zoonotickou, smrtelnou a progresivní neurologickou infekci zvanou vzteklna (Singh *et al.*, 2017). Kromě Antarktidy a několika ostrovních států byl virus vztekliny prokázán na celém světě. Podle Světové zdravotnické organizace je onemocnění vzteklinou příčinou desítky tisíc úmrtí každý rok, zejména v Asii a Africe, z nichž 40 % tvoří děti do 15 let věku; většina případů (95 %) je způsobena v důsledku pokousání psy. Ve Spojených státech a Evropě se však vyskytuje pouze sporadicky, přičemž většina případů je importovaného původu (Christou, 2011). V minulosti byl v České republice výskyt vztekliny, zejména u lišek, poměrně častý, s několika stovkami případů ročně. Od roku 1989 však probíhá pravidelná perorální vakcinace lišek, díky níž došlo k výraznému poklesu výskytu (Havlík, 2005). Dle Státního zdravotního ústavu je Česká republika od roku 2004 označena jako země bez výskytu vztekliny („rabies free“).

Přenos vztekliny probíhá nejčastěji kousnutím infikovaným zvířetem nebo kontaktem se slinami infikovaného hostitele. Mezi hlavní rezervoáry vztekliny ve volné přírodě patří mývalové, skunci, netopýři a lišky. Toto onemocnění se projevuje závažnými neurologickými příznaky a má smrtelný průběh (Singh *et al.*, 2017).

2.1.1 Patogeneze

Virus vztekliny využívá různé mechanismy k úniku před imunitní odpovědí hostitele (Singh *et al.*, 2017). Na člověka se nejčastěji přenáší skrze sliny infikovaného zvířete, obvykle při kousnutí, kdy dojde k proniknutí viru do svalové a podkožní tkáně. Mezi další, méně časté způsoby přenosu patří kontakt slin se sliznicemi nebo vdechnutí virových aerosolů (Mahadevan *et al.*, 2016). Kousnutí vzteklinou nakaženými zvířaty obvykle vede k inokulaci slin obsahujících virus skrze kůži do svalové a podkožní tkáně. Během inkubační doby dochází k lokální replikaci viru ve svalových buňkách (Warrell a Warrell, 2004), přičemž v této fázi zůstává pro současné diagnostické metody nezjistitelný. Poté virus proniká do periferních nervových zakončení, především v oblasti neuromuskulárních spojů, a postupně se šíří do centrálního nervového systému (CNS) (Mahadevan *et al.*, 2016). Po dosažení centrálního nervového systému dochází k masivní replikaci viru na membránách uvnitř neuronů. Přímý přenos viru probíhá z buňky na buňku přes synaptická spojení.

Bylo prokázáno, že se nespecificky váže na různé typy buněčných povrchových receptorů, včetně sacharidů, fosfolipidů a sialylovaných gangliosidů. Specifická vazba probíhá na nervosvalových ploténkách, kde se virus kolokalizuje s nikotinovým acetylcholinovým receptorem (Warrell a Warrell, 2004).

2.1.2 Klinický obraz

Klinicky má vzteklina u člověka typický třífázový průběh: prodromální období s nespecifickými příznaky, akutní neurologickou fází a následně kóma s téměř vždy fatálním koncem. Inkubační doba vztekliny se pohybuje nejčastěji mezi 1–3 měsíci, ale může být i kratší než týden či delší než několik let (Riccardi *et al.*, 2021). Mezi nespecifické prodromální příznaky patří horečka, příznaky podobné chřipce (únava, bolesti hlavy, svalů a kloubů), gastrointestinální potíže (např. nevolnost, zvracení) a neurologické projevy, jako jsou parestezie, alodynies či pálivá bolest v místě poranění (Hemachudha *et al.*, 2013).

Neurologická fáze se u dále dělí na furiózní a paralytickou formu. Furiózní vzteklina se projevuje střídáním agitovanosti a jasného vědomí, často doprovázená autonomními příznaky,

jako je slzení, mydriáza, hypersalivace a pocení. Typická je hydrofobie s křečemi inspiračních svalů, laryngospasmem a strachem z polykání. Později mohou záchvaty vyvolat i méně přímé podněty, například proudění vzduchu (aerofobie) nebo pouhá zmínka o vodě. Fobické spasmy ukazují na postižení mozkového kmene. Třetina pacientů umírá během několika dní, přežití nad jeden týden je bez ventilace vzácné (Mahadevan *et al.*, 2016).

Paralytická forma se naopak projevuje pozvolna se rozvíjející vzestupnou chabou obrnou, která obvykle začíná v končetině postižené kousnutím a dále se šíří do všech končetin, včetně faryngeálních a dýchacích svalů. Hydrofobie je v tomto případě neobvyklá (Ashwini *et al.*, 2024). V úvodní fázi může klinický obraz napodobovat Guillain-Barrého syndrom – pacienti mají chabou parézu, areflexii, a přitom zachované vědomí (Mahadevan *et al.*, 2016). Bez intenzivní lékařské péče obě formy onemocnění během jednoho až dvou týdnů od nástupu příznaků končí kómatem a smrtí (Ashwini *et al.*, 2024).

2.1.3 Diagnostika

Laboratorní diagnostika vztekliny hraje klíčovou roli v odlišení tohoto onemocnění od jiných podobných stavů, zahájení odpovídající léčby, zavedení protiepidemických opatření a zajištění dohledu nad nemocí. Myší inokulační test (MIT) a polymerázová řetězová reakce (PCR) jsou citlivější a běžně používané pro rutinní diagnostiku. K diagnostice vztekliny se také stále využívají tradiční metody jako histopatologické vyšetření (Singh *et al.*, 2017).

Jednou z nejcitlivějších metod pro průkaz viru vztekliny je detekce virové nukleové kyseliny pomocí reverzně transkriptázové polymerázové řetězové reakce (RT-PCR), která se využívá jak u ante-mortálních, tak i post-mortálních vzorků. Nejčastěji cíleným úsekem virového genomu je gen pro nukleoprotein (N). Existují však i protokoly zaměřené na jiné části genomu, například L polymerázový gen. Kromě konvenční a real-time RT-PCR se zkoumají i další amplifikační techniky, jako je NASBA (nucleic acid sequence-based amplification), LAMP (loop-mediated isothermal amplification) (Ashwini *et al.*, 2024). Nejvyšší diagnostické výtěžnosti dosahuje PCR při analýze slin a biopsií kůže z oblasti šíje, zatímco u mozkomíšního moku, moči nebo vlasových folikulů je citlivost nižší (Mahadevan *et al.*, 2016).

Další možnost pro přímý průkaz infekčního viru vztekliny je pomocí kultivace v buněčných liniích (RTCIT) nebo inokulace laboratorních myší (MIT). RTCIT se provádí na vzorcích mozkové tkáně, slin či mozkomíšního moku, přičemž nejčastěji využívané buněčné linie zahrnují Neuro-2a, HEK-293, BHK-21 a buňky kuřecích embryí. MIT spočívá v intracerebrální

aplikaci klinického materiálu do mladých myší a následném sledování klinických příznaků nebo laboratorním potvrzení infekce. Vzhledem k etickým, časovým i praktickým aspektům se MIT postupně nahrazuje RTCIT metodou, která je rychlejší, levnější a eticky přijatelnější díky využití in vitro podmínek bez použití zvířat.

Vzteklinu lze histopatologicky potvrdit nálezem Negriho tělísek ve formol-fixované mozkové tkáni, negativní výsledek ji však nevylučuje. Metoda je proto vhodná pouze jako doplňkové vyšetření. (Ashwini *et al.*, 2024).

2.1.4 Léčba

V současné době není k dispozici žádná oficiálně schválená cílená léčba vztekliny. Jedinou efektivní možností zůstává postexpoziční profylaxe (PEP), zatímco po objevení příznaků pouze paliativní péče. PEP zahrnuje důkladné vyčištění rány po dobu 15 minut jodovým antiseptikem, následované aplikací vakcíny proti vzteklině (Riccardi *et al.*, 2021) v kombinaci s imunoglobuliny (z lidského nebo koňského zdroje) – tím se umožní tvorba neutralizačních protilátek (Singh *et al.*, 2017). Dle Státního zdravotního ústavu je nezbytné zahájit očkování co nejdříve po expozici, protože dosud neexistuje možnost, jak v inkubační době spolehlivě zjistit, zda virus vztekliny pronikl do organismu. V rámci paliativní péče podpůrná léčba zahrnuje sedaci, rehydrataci, analgetika a antipyretika ke zmírnění utrpení (Singh *et al.*, 2017).

Vzhledem k chybějící účinné léčbě, je klíčovou strategií prevence infekce. Jednou z možností je preexpoziční profylaxe (PrEP), která je doporučována osobám se zvýšeným rizikem kontaktu s virem, například laboratorním pracovníkům, veterinářům, ošetřovatelům zvířat, dětem v endemických oblastech či cestovatelům směřujícím do těchto regionů (Riccardi *et al.*, 2021). Podle doporučení Světové zdravotnické organizace lze vakcínu podávat intramuskulárně i intradermálně. V neendemických zemích se očkovací schéma skládá ze tří dávek aplikovaných ve dnech 0, 7 a 21 nebo 28. U osob s trvalým rizikem expozice se doporučuje pravidelné sledování hladiny protilátek (v intervalu 6 měsíců) a podání posilovací dávky v případě poklesu titru pod 0,5 IU/ml.

Jak bylo zmíněno výše, zatím neexistuje účinná léčba klinicky rozvinuté formy vztekliny. Výzkum nových terapeutických přístupů však stále pokračuje. Jedním z perspektivních antivirotik je favipiravir (T-705), který inhibuje RNA-dependentní RNA polymerázu, avšak kvůli špatnému průniku do CNS zatím celkovou šanci na přežití nezlepšil. Dále jsou zkoumány RNA terapie, malé molekuly jako TMP269 či bardoxolon methyl (CDDO-Me), jež v buněčných modelech prokázaly snížení replikace viru. Cílem výzkumu jsou také TRIM

proteiny, které ovlivňují replikaci viru vztekliny, a využití kanabinoidů pro jejich neuroprotektivní potenciál (Lacy *et al.*, 2024).

3 KAZUISTIKY

3.1 Infekce způsobená *Pasteurella multocida* po kontaktu s domácím psem

57letý imunokompetentní muž navštívil ambulanci na Krétě v Řecku pro známky infekce dekubitu na patě, který vznikl během dlouhodobé hospitalizace na jednotce intenzivní péče (JIP) po dopravní nehodě na motorce. K infekci rány došlo přibližně měsíc po propuštění z nemocnice.

Při fyzikálním vyšetření byla zjištěna ulcerace na pravé patě s přítomností tepla, erytému a bolesti. Pacient byl afebrilní a nevykazoval známky systémové infekce. Byla provedena chirurgická revize s odstraněním nekrotické tkáně a následně byly biopsické vzorky z báze rány odeslány na kultivaci. Pacient byl ambulantně léčen empirickou perorální terapií cefuroxim-axetilem (400 mg 2× denně).

Po 24 hodinách inkubace při 36 °C v atmosféře s 5 % CO₂ byl na krevním a čokoládovém agaru pozorován čistý růst šedých, neprůhledných, hladkých kolonií. Mikroskopicky se jednalo o gramnegativní nepohyblivé kokobacily, pozitivní na oxidázu i katalázu. Pomocí standardních postupů byl izolovaný kmen identifikován jako *Pasteurella multocida*. Doplnující fermentační testy (sorbitol a dulcitol) potvrdily zařazení do subspecie *multocida*. Antibiotická citlivost byla stanovena metodou diskové difuze a metodou Etest dle doporučení CLSI. Kmen byl citlivý na všechna testovaná beta-laktamová antibiotika, makrolid azitromycin, fluorochinolony, tetracykliny a trimethoprim/sulfamethoxazol. Rezistence byla prokázána vůči erytromycinu.

Při dalším dotazování pacient uvedl, že byl v úzkém kontaktu se svým domácím psem, včetně opakovaného olizování rány. Z ústních stěrů odebraných od psa pacienta byla vykultivována *P. multocida* subsp. *multocida* s biochemickým a antibiotickým profilem odpovídajícím izolátu získanému od pacienta. (Maraki et al., 2018)

3.2 Pediatrická neuroretinitida způsobená *Bartonella henselae*

Desetiletý dosud zdravý chlapec se dostavil v USA na polikliniku s bezbolestnou ztrátou zraku a výskytem černých skvrn v zorném poli pravého oka. Po dobu jednoho měsíce měl bolesti hlavy, ale bez známek chřipkovitého onemocnění či horečky. Při dalším dotazování otec uvedl, že rodina nedávno adoptovala tři koťata a chlapec si vzpomněl, že byl opakovaně poškrábán. Poškrábání si nijak neošetřil ani neomyl.

MRI mozku a očnic s kontrastem bylo bez patologického nálezu, s výjimkou plnosti terče zrakového nervu v pravém oku, odpovídající otoku terče pozorovanému při klinickém vyšetření. Nebylo přítomno žádné zvýraznění zrakového nervu.

Na základě nálezů byla stanovena pravděpodobná diagnóza neuroretinitidy při nemoci z kočičího škrábnutí a pacient byl odeslán na konzultaci k specialistovi na infekční onemocnění. Ten doporučil léčbu rifampicinem, azithromycinem a prednisonem. Při kontrolním vyšetření o týden později byl v pravém oku pozorován hvězdčovitý makulární exsudát, což odpovídá diagnóze neuroretinitidy. Sérologické vyšetření potvrdilo zvýšené titry protilátek proti *Bartonella henselae* – IgM (1:256) a IgG (1:1024), což definitivně potvrdilo diagnózu neuroretinitidy při nemoci z kočičího škrábnutí. Chlapec během několika následujících měsíců zcela zotavil, zrak se vrátil a exsudát v pravém oku vymizel (Okrent Smolar *et al.*, 2022).

3.3 Prevence infekce *Capnocytophaga canimorsus* po kousnutí psem u imunokompromitovaného pacienta

Do traumacentra FN Motol byla přijata 62letá žena s dvěma malými povrchovými rankami po kousnutí vlastním psem. Rány byly ošetřeny a vzhledem k absenci známek infekce byla propuštěna domů. V osobní anamnéze měla pacientka splenektomii v dětství, bez známého důvodu a bez dalších zdravotních komplikací.

Po 36 hodinách se u ní objevila horečka, myalgie a slabost. Na urgentním příjmu byla zaznamenána hypotenze (TK 100/45 mmHg), mírně zvýšené CRP (9 mg/l), ostatní nálezy byly v normě. Po krátké infuzní terapii se její stav zlepšil a byla znovu odeslána domů s podezřením na virovou infekci.

O dva dny později byla přijata na metabolickou JIP s příznaky septického šoku, respirační insuficience a poruchy perfuze. Byla zahájena umělá plicní ventilace, zaveden PICC katétr a při přetrvávající hypotenzi podáván noradrenalin (až 66 µg/min). Vzhledem k rozvoji DIC a těžké trombocytopenie byla podávána čerstvě zmražená plazma. Druhý den hospitalizace se přidalo akutní selhání ledvin, vyžadující zahájení kontinuální venovenózní hemodialýzy.

Empirická antibiotická léčba byla zahájena kombinací piperacilin/tazobaktamu a ciprofloxacinu. Pátý den byly z krevních kultur izolovány gramnegativní bakterie *Capnocytophaga canimorsus*, rezistentní pouze na kotrimoxazol. Léčba byla upravena přidáním klindamycinu. Stav pacientky se postupně zlepšoval. Noradrenalin byl vysazen 9. den,

dialýza převedena na intermitentní 13. den a ventilační podpora postupně omezena. Laboratorní ukazatele zánětu i koagulace se stabilizovaly.

Před plánovanou dekanylací však došlo ke zhoršení stavu a prokázání oboustranného fluidotoraxu v důsledku pleuropneumonie. Výpotky byly opakovaně drenovány, ale kultivačně zůstávaly negativní. Až bronchoalveolární laváž potvrdila přítomnost *Enterococcus faecium* (citlivého na vankomycin) a *Candida albicans* (citlivou na flukonazol). Po cílené léčbě došlo ke zlepšení stavu, i když drenáž byla nutná až do 60. dne hospitalizace.

Po následné rehabilitaci byla pacientka po 103 dnech propuštěna ve stabilizovaném stavu (Hloch *et al.*, 2014)

ZÁVĚR

Na základě dostupných údajů lze konstatovat, že poranění zvířetem představují významný epidemiologický problém jak v České republice, tak ve světě.

Bakteriální patogeny jako *Pasteurella multocida*, *Bartonella henselae*, *Francisella tularensis*, *Borrelia burgdorferi* sensu lato nebo *Capnocytophaga canimorsus* ukazují, jak rozdílné mohou být mechanismy patogeneze a výsledné klinické manifestace. Zároveň však demonstrují význam rychlé diagnostiky a adekvátní antibiotické terapie. Pozornost si zaslouží i oportunní původce *Staphylococcus* spp., jehož roli nelze podcenit, zejména u imunokompromitovaných pacientů a také v rámci ATB rezistence.

Významnou hrozbu pak představují virové infekce, zejména vztekliny, která zůstává navzdory dostupné profylaxi prakticky vždy smrtelná, jakmile se objeví klinické příznaky. Komplexnost její diagnostiky, prevence i klinického managementu podtrhuje potřebu mezioborové spolupráce a koordinace zdravotní péče.

Diagnostické a terapeutické přístupy v České republice a zahraničí jsou podobné – důraz je kladen na včasné ošetření rány, vhodnou antisepsi a v případě rizika i empirickou antibiotickou profylaxi. Globálně však představuje závažný problém narůstající antimikrobiální rezistence – včetně výskytu multirezistentních kmenů jako MRSA – která významně komplikuje léčbu a zvyšuje riziko selhání terapie. Významné je proto racionální užívání antibiotik a sledování výskytu rezistentních patogenů, jak v humánní, tak veterinární medicíně.

Tato práce si kladla za cíl poukázat na pestrost a závažnost infekcí spojených s poraněním zvířetem a shrnout aktuální poznatky o jejich původcích, projevech, diagnostice a možnostech léčby. Rovněž bylo provedeno srovnání epidemiologické situace, diagnostických přístupů a léčby v České republice a zahraničí z čehož plyne, že zvýšené povědomí o těchto onemocněních mezi zdravotníky i laickou veřejností je klíčové pro prevenci, časnou diagnózu a snížení morbidity i mortality těchto infekcí.

POUŽITÁ LITERATURA

1. ABDULLAHI, Idris Nasir; ZARAZAGA, Myriam; CAMPAÑA-BURGUET, Allelén; EGUIZÁBAL, Paula; LOZANO, Carmen et al., 2022. Nasal Staphylococcus aureus and S. pseudintermedius carriage in healthy dogs and cats: a systematic review of their antibiotic resistance, virulence and genetic lineages of zoonotic relevance. Online. *Journal of Applied Microbiology*. 2022-12-01, roč. 133, č. 6, s. 3368-3390. ISSN 1365-2672. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jam.15803>. [cit. 2025-06-24].
2. ABRAHAMIAN, Fredrick M. a GOLDSTEIN, Ellie J. C. Microbiology of Animal Bite Wound Infections. Online. *Clinical Microbiology Reviews*. 2011, roč. 24, č. 2, s. 231-246. ISSN 0893-8512. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/CMR.00041-10>. [cit. 2025-06-24].
3. ADAMS, Deborah A.; THOMAS, Kimberly R.; JAJOSKY, Ruth Ann; FOSTER, Loretta; BAROI, Gitangali et al. Summary of Notifiable Infectious Diseases and Conditions — United States, 2015. Online. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2017, roč. 64, č. 53, s. 1-143. ISSN 0149-2195. Dostupné z: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6453a1>. [cit. 2025-06-26].
4. APPELT, Sandra; FABER, Mirko; KÖPPEN, Kristin; JACOB, Daniela; GRUNOW, Roland et al. Francisella tularensis Subspecies holarctica and Tularemia in Germany. Online. *Microorganisms*. 2020, roč. 8, č. 9. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091448>. [cit. 2025-06-21].
5. ASHWINI, M. A.; PATTANAIK, Amrita a MANI, Reeta S. Recent updates on laboratory diagnosis of rabies. Online. *Indian Journal of Medical Research*. 2024, roč. 159, č. 1, s. 48-61. ISSN 0971-5916. Dostupné z: https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_131_23. [cit. 2025-06-23].
6. BAORTO, E. P., BAORTO, D. E., WINDLE, M. L., et al. Staphylococcus aureus Infection – Clinical Presentation [online]. Medscape eMedicine, 2024 [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/971358-clinical>.
7. BIBBY, Helen L.; BROWN, Kristen L. a MCADAM, Alexander J. Identification of Staphylococcus pseudintermedius Isolates from Wound Cultures by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometry Improves Accuracy of Susceptibility Reporting at an Increase in Cost. Online. *Journal of Clinical Microbiology*. 2021, roč. 59, č. 11, s. e00973-21. ISSN 0095-1137. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/JCM.00973-21>. [cit. 2025-06-26].
8. BRANDA, John A. a STEERE, Allen C. Laboratory Diagnosis of Lyme Borreliosis. Online. *Clinical Microbiology Reviews*. 2021, roč. 34, č. 2, s. e00018-19. ISSN 0893-8512. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/CMR.00018-19>. [cit. 2025-06-19].
9. BREITSCHWERDT, Edward B. Bartonellosis, One Health and all creatures great and small. Online. *Veterinary Dermatology*. 2017, roč. 28, č. 1. ISSN 0959-4493. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/vde.12413>. [cit. 2025-06-22].
10. BURRELL, Christopher J.; HOWARD, Colin R. a MURPHY, Frederick A. Epidemiology of Viral Infections. Online. In: *Fenner and White's Medical Virology*. Elsevier, 2017, s.

- 185-203. ISBN 9780123751560. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375156-0.00013-8>. [cit. 2025-06-25].
11. BUTLER, T. Capnocytophaga canimorsus: an emerging cause of sepsis, meningitis, and post-splenectomy infection after dog bites. Online. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2015, roč. 34, č. 7, s. 1271-1280. ISSN 0934-9723. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10096-015-2360-7>. [cit. 2025-06-23].
 12. CARROLL, Karen C.; BURNHAM, Carey-Ann D.; WESTBLADE, Lars F. a KLINE, Kimberly A. From canines to humans: Clinical importance of *Staphylococcus pseudintermedius*. Online. *PLOS Pathogens*. 2021, roč. 17, č. 12. ISSN 1553-7374. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009961>. [cit. 2025-06-26].
 13. CASERZA, Lara; PIATTI, Gabriella; BONAVENTURA, Aldo; LIBERALE, Luca; CARBONE, Federico et al. Sepsis by *Pasteurella multocida* in an Elderly Immunocompetent Patient after a Cat Bite. Online. *Case Reports in Infectious Diseases*. 2017, roč. 2017, s. 1-4. ISSN 2090-6625. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2017/2527980>. [cit. 2025-06-21].
 14. COATES, Sarah J. a NORTON, Scott A. The effects of climate change on infectious diseases with cutaneous manifestations. Online. *International Journal of Women's Dermatology*. 2021, roč. 7, č. 1, s. 8-16. ISSN 23526475. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.07.005>. [cit. 2025-06-19].
 15. CUNY, Christiane; LAYER-NICOLAOU, Franziska; WEBER, Robert; KÖCK, Robin a WITTE, Wolfgang, 2022. Colonization of Dogs and Their Owners with *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in Households, Veterinary Practices, and Healthcare Facilities. Online. *Microorganisms*. Roč. 10, č. 4. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040677>. [cit. 2025-06-24].
 16. DI BELLA, Stefano; MARINI, Bruna; STROFFOLINI, Giacomo; GEREMIA, Nicholas; GIACOBBE, Daniele Roberto et al. The virulence toolkit of *Staphylococcus aureus*: a comprehensive review of toxin diversity, molecular mechanisms, and clinical implications. Online. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. ISSN 0934-9723. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10096-025-05148-y>. [cit. 2025-06-26].
 17. DORON, S. a GORBACH, S.L. Bacterial Infections: Overview. Online. In: *International Encyclopedia of Public Health*. Elsevier, 2008, s. 273-282. ISBN 9780123739605. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-012373960-5.00596-7>. [cit. 2025-06-21].
 18. ELNAGEH, Hiam R; HIBLU, Murad A.; ABBASSI, Mohamed Salah; ABOUZEED, Yousef M. a AHMED, Mohamed O., 2021. Prevalence and antimicrobial resistance of *Staphylococcus* species isolated from cats and dogs. Online. *Open Veterinary Journal*. 2021-02-05, roč. 10, č. 4, s. 452-456. ISSN 2218-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i4.13>. [cit. 2025-06-24].
 19. FRIERI, Marianne; KUMAR, Krishan a BOUTIN, Anthony. Antibiotic resistance. Online. *Journal of Infection and Public Health*. 2017, roč. 10, č. 4, s. 369-378. ISSN 18760341. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.08.007>. [cit. 2025-06-25].

20. GLAJZNER, Paulina; SZEWCZYK, Eligia M. a SZEMRAJ, Magdalena. Pathogenic potential and antimicrobial resistance of *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from human and animals. Online. *Folia Microbiologica*. 2023, roč. 68, č. 2, s. 231-243. ISSN 0015-5632. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12223-022-01007-x>. [cit. 2025-06-26].
21. GRABER, H.U.; PFISTER, S.; BURGNER, P.; BOSS, R.; MEYLAN, M. et al. Bovine *Staphylococcus aureus*: Diagnostic properties of specific media. Online. *Research in Veterinary Science*. 2013, roč. 95, č. 1, s. 38-44. ISSN 00345288. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.02.023>. [cit. 2025-06-26].
22. HANSEN, Megan a CRUM-CIANFLONE, Nancy F. *Capnocytophaga canimorsus* Meningitis: Diagnosis Using Polymerase Chain Reaction Testing and Systematic Review of the Literature. Online. *Infectious Diseases and Therapy*. 2019, roč. 8, č. 1, s. 119-136. ISSN 2193-8229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40121-019-0233-6>. [cit. 2025-06-23].
23. HARRELL, Jaikin E.; ROY, Chad J.; GUNN, John S. a MCLACHLAN, James B. Current vaccine strategies and novel approaches to combatting *Francisella* infection. Online. *Vaccine*. 2024, roč. 42, č. 9, s. 2171-2180. ISSN 0264410X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.02.086>. [cit. 2025-06-21].
24. HASAN, J. a HUG, M., 2023. *Pasteurella Multocida* [online]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025–. [cit. 2025-03-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK55440/>.
25. HAVLÍK, Jiří. Poranění zvířaty a jak předcházet komplikacím [online]. 2005. Dostupné také z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2005/02/06.pdf>.
26. HEMACHUDHA, Thiravat; UGOLINI, Gabriella; WACHARAPLUESADEE, Supaporn; SUNGKARAT, Witaya; SHUANGSHOTI, Shanop et al. Human rabies: neuropathogenesis, diagnosis, and management. Online. *The Lancet Neurology*. 2013, roč. 12, č. 5, s. 498-513. ISSN 14744422. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70038-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70038-3). [cit. 2025-06-25].
27. HESS, Estelle; RENZI, Francesco; KOUDAD, Dunia; DOL, Mélanie; CORNELIS, Guy R. et al. Identification of Virulent *Capnocytophaga canimorsus* Isolates by Capsular Typing. Online. *Journal of Clinical Microbiology*. 2017, roč. 55, č. 6, s. 1902-1914. ISSN 0095-1137. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/JCM.00249-17>. [cit. 2025-06-23].
28. HLOCH, Ondrej; MOKRA, Dana; MASOPUST, Jan; HASA, Jan a CHARVAT, Jiri. Antibiotic treatment following a dog bite in an immunocompromized patient in order to prevent *Capnocytophaga canimorsus* infection: a case report. Online. *BMC Research Notes*. 2014, roč. 7, č. 1. ISSN 1756-0500. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-432>. [cit. 2025-06-25].
29. HUNFELD, Klaus-Peter; KRAICZY, Peter; NORRIS, Douglas E. a LOHR, Benedikt. The In Vitro Antimicrobial Susceptibility of *Borrelia burgdorferi* sensu lato: Shedding Light on the Known Unknowns. Online. *Pathogens*. 2023, roč. 12, č. 10. ISSN 2076-0817. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pathogens12101204>. [cit. 2025-06-19].

30. CHEUNG, Gordon Y. C.; BAE, Justin S. a OTTO, Michael. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Online. *Virulence*. 2021, roč. 12, č. 1, s. 547-569. ISSN 2150-5594. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>. [cit. 2025-06-26].
31. CHI-CHUNG CHENG, Vincent; FUK-WOO CHAN, Jasper; FN HUNG, Ivan a YUEN, Kwok-Yung. Viral Infections, an Overview with a Focus on Prevention of Transmission. Online. In: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier, 2016. ISBN 9780128012383. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.90174-0>. [cit. 2025-06-25].
32. CHOMEL, B.B. Zoonoses☆. Online. In: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier, 2014. ISBN 9780128012383. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.02426-0>. [cit. 2025-06-22].
33. CHRISTOU, L. The global burden of bacterial and viral zoonotic infections. Online. *Clinical Microbiology and Infection*. 2011, roč. 17, č. 3, s. 326-330. ISSN 1198743X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03441.x>. [cit. 2025-06-24].
34. JAGLIC, Z.; KUCEROVA, Z.; NEDBALCOVA, K.; PAVLIK, I.; ALEXA, P. et al. Characterisation and comparison of *Pasteurella multocida* isolated from different species in the Czech Republic: capsular PCR typing, ribotyping and dermonecrotxin production. Online. *Veterinární medicína*. 2005, roč. 50, č. 8, s. 345-354. ISSN 03758427. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/5633-VETMED>. [cit. 2025-03-13].
35. JANOUSĚK, Stanislav; KODL, Miloslav a ZVADOVÁ, Z. *Aby pes nekouzl*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2003. ISBN 80-7071-218-X.
36. KALLIO-KOKKO, Hannimari; UZCATEGUI, Nathalie; VAPALAHTI, Olli a VAHERI, Antti. Viral zoonoses in Europe. Online. *FEMS Microbiology Reviews*. 2005, roč. 29, č. 5, s. 1051-1077. ISSN 1574-6976. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.femsre.2005.04.012>. [cit. 2025-06-24].
37. KAREM, Kevin L; PADDOCK, Christopher D a REGNERY, Russell L. , and: historical pathogens of emerging significance. Online. *Microbes and Infection*. 2000, roč. 2, č. 10, s. 1193-1205. ISSN 12864579. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(00\)01273-9](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(00)01273-9). [cit. 2025-05-31].
38. KILLINGTON, Kieran; LEE, Nathaniel; ASHER, Radha; FARRANT, Olivia a STONE, Neil. *Purpura fulminans* secondary to *Capnocytophaga canimorsus* bacteraemia following a dog bite: A case report and review of literature. Online. *Access Microbiology*. 2023, roč. 5, č. 6. ISSN 2516-8290. Dostupné z: <https://doi.org/10.1099/acmi.0.000505.v3>. [cit. 2025-06-23].
39. KUBELKOVA, Klara a MACELA, Ales. Francisella and Antibodies. Online. *Microorganisms*. 2021, roč. 9, č. 10. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9102136>. [cit. 2025-06-21].
40. LACY, Marian; PHASUK, Nonthapan a SCHOLAND, Stephen J. Human Rabies Treatment—From Palliation to Promise. Online. *Viruses*. 2024, roč. 16, č. 1. ISSN 1999-4915. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/v16010160>. [cit. 2025-06-25].

41. LLORET, Albert; EGBERINK, Herman; ADDIE, Diane; BELÁK, Sándor; BOUCRAUT-BARALON, Corine et al. Capnocytophaga Canimorsus Infection in Cats. Online. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2013, roč. 15, č. 7, s. 588-590. ISSN 1098-612X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1098612X13489220>. [cit. 2025-06-23].
42. MAALI, Yousef; BADIOU, Cédric; MARTINS-SIMÕES, Patrícia; HODILLE, Elisabeth; BES, Michele et al. Understanding the Virulence of Staphylococcus pseudintermedius: A Major Role of Pore-Forming Toxins. Online. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2018, roč. 8. ISSN 2235-2988. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00221>. [cit. 2025-06-26].
43. MADA, P. K., ZULFIQAR, H. a CHANDRANESAN, A. S. J., 2023. Bartonellosis [online]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025–. [cit. 2025-06-22]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560789/>
44. MAHADEVAN, Anita; SUJA, M.S.; MANI, Reeta S. a SHANKAR, Susarala K. Perspectives in Diagnosis and Treatment of Rabies Viral Encephalitis: Insights from Pathogenesis. Online. *Neurotherapeutics*. 2016, roč. 13, č. 3, s. 477-492. ISSN 18787479. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13311-016-0452-4>. [cit. 2025-06-25].
45. MAKDASI, Efi; ATIYA-NASAGI, Yafit; GUR, David; GLINERT, Itai; SHMAYA, Shlomo et al. Iron-Modified Blood Culture Media Allow for the Rapid Diagnosis and Isolation of the Slow-Growing Pathogen Francisella tularensis. Online. *Microbiology Spectrum*. 2022, roč. 10, č. 5, s. e02415-22. ISSN 2165-0497. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/spectrum.02415-22>. [cit. 2025-06-21].
46. MANISCALCO, Kenneth, Mia MARIETTA a Mary Ann EDENS. Animal Bites [online]. StatPearls Publishing, 2025 [cit. 2025-06-25]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470440/>
47. MANNION, Christopher J a GRAHAM, Aidan. Dog bite injuries in hospital practice. Online. *British Journal of Hospital Medicine*. 2016, roč. 77, č. Sup10, s. C165-C168. ISSN 1750-8460. Dostupné z: <https://doi.org/10.12968/hmed.2016.77.10.C165>. [cit. 2025-06-26].
48. MARAKI, Sofia; KASTANIS, Grigoris; STAFYLAKI, Dimitra; MASUNT, Samer; KAPSETAKIS, Petros et al. Pasteurella multocida wound infection transmitted by a pet dog. Online. *Germs*. 2018, roč. 8, č. 4, s. 214-217. ISSN 22482997. Dostupné z: <https://doi.org/10.18683/germs.2018.1149>. [cit. 2025-03-13].
49. MAURIN, Max. Francisella tularensis, Tularemia and Serological Diagnosis. Online. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2020, roč. 10. ISSN 2235-2988. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.512090>. [cit. 2025-06-21].
50. MAURIN, Max; PONDÉRAND, Léa; HENNEBIQUE, Aurélie; PELLOUX, Isabelle; BOISSET, Sandrine et al. Tularemia treatment: experimental and clinical data. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2024, roč. 14. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1348323>. [cit. 2025-06-21].
51. MCLENDON, Molly K.; APICELLA, Michael A. a ALLEN, Lee-Ann H. Francisella tularensis: Taxonomy, Genetics, and Immunopathogenesis of a Potential Agent of

- Biowarfare. Online. *Annual Review of Microbiology*. 2006, roč. 60, č. 1, s. 167-185. ISSN 0066-4227. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.60.080805.142126>. [cit. 2025-06-21].
52. MOSES, Ikechukwu Benjamin; SANTOS, Fernanda Fernandes a GALES, Ana Cristina. Human Colonization and Infection by *Staphylococcus pseudintermedius*: An Emerging and Underestimated Zoonotic Pathogen. Online. *Microorganisms*. 2023, roč. 11, č. 3. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11030581>. [cit. 2025-06-26].
53. NAKAYAMA, Ryuichi; MIYAMOTO, Shuichi; TAWARA, Toshihiro; AOYAGI, Arisa; OGURO, Takeo et al. Capnocytophaga canimorsus infection led to progressively fatal septic shock in an immunocompetent patient. Online. *Acute Medicine & Surgery*. 2022, roč. 9, č. 1. ISSN 2052-8817. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ams2.738>. [cit. 2025-06-23].
54. NARSANA, Niyati a FARHAT, Faria. Septic shock due to *Pasteurella multocida* bacteremia: a case report. Online. *Journal of Medical Case Reports*. 2015, roč. 9, č. 1. ISSN 1752-1947. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13256-015-0643-3>. [cit. 2025-03-21].
55. NIKOLIC, Blazo; IVANCEVIC, Nikola; PEPIC, Ana; KOVACEVIC, Marijana; MLADENOVIC, Jelena et al. Child Neurology: *Bartonella henselae* Neuroretinitis in 2 Patients. Online. *Neurology*. 2022, roč. 98, č. 21, s. 896-900. ISSN 0028-3878. Dostupné z: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000200572>. [cit. 2025-06-22].
56. NOCERA, Francesca Paola; PIZZANO, Francesca; MASULLO, Angelo; CORTESE, Laura a DE MARTINO, Luisa, 2023. Antimicrobial Resistant *Staphylococcus* Species Colonization in Dogs, Their Owners, and Veterinary Staff of the Veterinary Teaching Hospital of Naples, Italy. Online. *Pathogens*. Roč. 12, č. 8. ISSN 2076-0817. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pathogens12081016>. [cit. 2025-06-24].
57. OKARO, Udoka; GEORGE, Sierra a ANDERSON, Burt. What Is in a Cat Scratch? Growth of *Bartonella henselae* in a Biofilm. Online. *Microorganisms*. 2021, roč. 9, č. 4. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040835>. [cit. 2025-05-31].
58. OKRENT SMOLAR, Avital Lily; BREITSCHWERDT, Edward B.; PHILLIPS, Paul H.; NEWMAN, Nancy J. a BIOUSSE, Valérie. Cat scratch disease: What to do with the cat? Online. *American Journal of Ophthalmology Case Reports*. 2022, roč. 28. ISSN 24519936. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2022.101702>. [cit. 2025-06-22].
59. OLARU, Ioana D.; WALTHER, Birgit a SCHAUMBURG, Frieder. Zoonotic sources and the spread of antimicrobial resistance from the perspective of low and middle-income countries. Online. *Infectious Diseases of Poverty*. 2023, roč. 12, č. 1. ISSN 2049-9957. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01113-z>. [cit. 2025-06-25].
60. PIORUNEK, Marcin; BRAJER-LUFTMANN, Beata a WALKOWIAK, Jarosław. *Pasteurella Multocida* Infection in Humans. Online. *Pathogens*. 2023, roč. 12, č. 10. ISSN 2076-0817. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pathogens12101210>. [cit. 2025-03-11].

61. RABINOWITZ, Peter M. a CONTI, Lisa A. Infectious Disease Scenarios. Online. In: *Human-Animal Medicine*. Elsevier, 2010, s. 299-330. ISBN 9781416068372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6837-2.00010-5>. [cit. 2025-06-21].
62. RĂILEANU, Cristian; SILAGHI, Cornelia; FINGERLE, Volker; MARGOS, Gabriele; THIEL, Claudia et al. *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato in Questing and Engorged Ticks from Different Habitat Types in Southern Germany. Online. *Microorganisms*. 2021, roč. 9, č. 6. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9061266>. [cit. 2025-06-19].
63. RICCARDI, Niccolò; GIACOMELLI, Andrea; ANTONELLO, Roberta Maria; GOBBI, Federico a ANGHEBEN, Andrea. Rabies in Europe: An epidemiological and clinical update. Online. *European Journal of Internal Medicine*. 2021, roč. 88, s. 15-20. ISSN 09536205. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2021.04.010>. [cit. 2025-06-25].
64. RIZK, Michelle-Ashley; ABOURIZK, Nicholas; GADHIYA, Kinjal P; HANSRIVIJIT, Panupong a GOLDMAN, John D. A Bite So Bad: Septic Shock Due to *Capnocytophaga Canimorsus* Following a Dog Bite. Online. *Cureus*. ISSN 2168-8184. Dostupné z: <https://doi.org/10.7759/cureus.14668>. [cit. 2025-06-23].
65. ROTHE, Karin; TSOKOS, Michael a HANDRICK, Werner. Animal and Human Bite Wounds. Online. *Deutsches Ärzteblatt international*. 2015. ISSN 1866-0452. Dostupné z: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2015.0433>. [cit. 2025-06-24].
66. SEDLÁČEK, Dalibor a Věra ŠTRUNCOVÁ. Infekční komplikace po poranění zvířaty. *Pediatric pro praxi* [online]. 2007, 8(5), 288–291. ISSN 1213-0494.
67. SHARMA, Rinku; PATIL, Rajendra Damu; SINGH, Birbal; CHAKRABORTY, Sandip; CHANDRAN, Deepak et al. Tularemia – a re-emerging disease with growing concern. Online. *Veterinary Quarterly*. 2023, roč. 43, č. 1, s. 1-16. ISSN 0165-2176. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/01652176.2023.2277753>. [cit. 2025-06-21].
68. SCHULER, Franziska; PADBERG, Jan-Sören; HULLERMANN, Carsten; KÜMPERS, Philipp; LEPPER, Johannes et al. Lethal Waterhouse–Friderichsen syndrome caused by *Capnocytophaga canimorsus* in an asplenic patient. Online. *BMC Infectious Diseases*. 2022, roč. 22, č. 1. ISSN 1471-2334. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07590-1>. [cit. 2025-06-23].
69. SCHÜTZ, Sara Doina; LIECHTI, Nicole; ALTPETER, Ekkehardt; LABUTIN, Anton; WÜTRICH, Tsering et al. Phylogeography of *Francisella tularensis* subspecies *holarctica* and epidemiology of tularemia in Switzerland. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2023, roč. 14. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1151049>. [cit. 2025-06-21].
70. SIDDIQUI, Abdul H. a Janak KOIRALA. *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* [online]. In: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023 [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482221/>
71. SINGH, Rajendra; SINGH, Karam Pal; CHERIAN, Susan; SAMINATHAN, Mani; KAPOOR, Sanjay et al. Rabies – epidemiology, pathogenesis, public health concerns and advances in diagnosis and control: a comprehensive review. Online. *Veterinary Quarterly*.

- 2017, roč. 37, č. 1, s. 212-251. ISSN 0165-2176. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/01652176.2017.1343516>. [cit. 2025-06-22].
72. SKOWRON, Krzysztof; GRUDLEWSKA-BUDA, Katarzyna a KHAMESIPOUR, Faham. Zoonoses and emerging pathogens. Online. *BMC Microbiology*. 2023, roč. 23, č. 1. ISSN 1471-2180. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02984-w>. [cit. 2025-06-24].
73. SPAGNOLO, Anna Maria. Bacterial Infections: Surveillance, Prevention and Control. Online. *Pathogens*. 2024, roč. 13, č. 2. ISSN 2076-0817. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pathogens13020181>. [cit. 2025-06-24].
74. SPIDLOVA, Petra; STOJKOVA, Pavla; SJÖSTEDT, Anders a STULIK, Jiri. Control of *Francisella tularensis* Virulence at Gene Level: Network of Transcription Factors. Online. *Microorganisms*. 2020, roč. 8, č. 10. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101622>. [cit. 2025-06-21].
75. STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. Přehled hlášených infekčních onemocnění v České republice za rok 2024 [online]. Praha: SZÚ, 2025 [cit. 2025-06-24]. Dostupné z: <https://www.szu.cz>
76. STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. Základní informace o onemocnění: vzteklna [online]. Praha: SZÚ, [cit. 2025-06-25]. Dostupné z: <https://szu.gov.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/a-z-infekce/v/vzteklina/zakladni-informace-o-onemocneni/>
77. STEINBRINK, Antje; BRUGGER, Katharina; MARGOS, Gabriele; KRAICZY, Peter a KLIMPEL, Sven. The evolving story of *Borrelia burgdorferi* sensu lato transmission in Europe. Online. *Parasitology Research*. 2022, roč. 121, č. 3, s. 781-803. ISSN 0932-0113. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07445-3>. [cit. 2025-06-19].
78. STRNAD, Martin; RUDENKO, Natalie a REGO, Ryan O.M. Pathogenicity and virulence of *Borrelia burgdorferi*. Online. *Virulence*. 2023, roč. 14, č. 1. ISSN 2150-5594. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2265015>. [cit. 2025-06-19].
79. TABER, Rachel; PANKOWSKI, Anne; LUDWIG, Allison L.; JENSEN, Maggie; MAGSAMEN, Veronica et al. Bartonellosis in Dogs and Cats, an Update. Online. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2022, roč. 52, č. 6, s. 1163-1192. ISSN 01955616. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2022.06.006>. [cit. 2025-06-22].
80. THE ROYAL CHILDREN'S HOSPITAL MELBOURNE. Animal and human bites [online]. Melbourne: The Royal Children's Hospital, 2023 [cit. 2025-06-25]. Dostupné z: https://www.rch.org.au/clinicalguide/guideline_index/Animal_and_human_bites/
81. THIBAUT, Louis-Philippe a ROUSSEAU, Elizabeth. Dog bites. Online. *Canadian Medical Association Journal*. 2018, roč. 190, č. 4, s. E113-E113. ISSN 0820-3946. Dostupné z: <https://doi.org/10.1503/cmaj.170684>. [cit. 2025-06-25].
82. THOMSON, Pamela; GARCÍA, Patricia; MILES, Jorge; ISLA, David; YÁÑEZ, Camilo et al., 2022. Isolation and Identification of Staphylococcus Species Obtained from Healthy Companion Animals and Humans. Online. *Veterinary Sciences*. Roč. 9, č. 2. ISSN 2306-7381. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/vetsci9020079>. [cit. 2025-06-24].

83. TRIPATHI, N., ZUBAIR, M. a SAPRA, A., 2025. Gram Staining [online]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025–. [cit. 2025-06-22]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538338/>
84. TROJÁNEK, Milan; ŠTEFAN, Marek; BEZDÍČKOVÁ, Ludmila; PROKEŠ, Michal a ŽEMLIČKOVÁ, Helena. Antibiotic therapy for the most common infections in outpatient practice. Online. *Vnitřní lékařství*. 2024, roč. 70, č. 5, s. 276-283. ISSN 0042773X. Dostupné z: <https://doi.org/10.36290/vnl.2024.056>. [cit. 2025-06-26].
85. WARRELL, MJ a WARRELL, DA. Rabies and other lyssavirus diseases. Online. *The Lancet*. 2004, roč. 363, č. 9413, s. 959-969. ISSN 01406736. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)15792-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)15792-9). [cit. 2025-06-23].
86. WEI, Bo; LIU, Chang; ZHU, Jie; ZOU, XinYu a ZHANG, Zhenhua. Pasteurella multocida infection: a differential retrospective study of 482 cases of P. multocida infection in patient of different ages. Online. *BMC Infectious Diseases*. 2025, roč. 25, č. 1. ISSN 1471-2334. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10711-1>. [cit. 2025-03-11].
87. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Animal bites: Fact sheet [online]. Geneva: WHO, 2024 [cit. 2025-06-24]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/animal-bites>
88. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Antimicrobial resistance* [online]. Geneva: World Health Organization, 2023 [cit. 2025-06-24]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
89. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Rabies: Fact sheet [online]. Geneva: WHO, 2023 [cit. 2025-06-25]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rabies>
90. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Zoonoses: Fact sheet* [online]. Geneva: WHO, 2020 [cit. 2025-06-24]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>
91. YANG, Michael C.; LING, John a MOSAED, Sameh. Capnocytophaga canimorsus blebitis: case report and review of literature. Online. *BMC Ophthalmology*. 2021, roč. 21, č. 1. ISSN 1471-2415. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12886-021-01823-8>. [cit. 2025-06-23].
92. ZAFAR, Kashaf; AZUAMA, Onyedikachi C. a PARVEEN, Nikhat. Current and emerging approaches for eliminating Borrelia burgdorferi and alleviating persistent Lyme disease symptoms. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2024, roč. 15. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1459202>. [cit. 2025-06-19].
93. ZHU, Yijun; ZHU, Fang; SHAN, Xiaoyun a SHI, Jingchao. Rare case of septic shock combined with meningitis caused by Pasteurella multocida without a history of cat and dog bites. Online. *BMC Infectious Diseases*. 2024, roč. 24, č. 1. ISSN 1471-2334. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09207-1>. [cit. 2025-06-21].
94. ZOGAJ, Xhavit a KLOSE, Karl E. Genetic Manipulation of Francisella Tularensis. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2011, roč. 1. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2010.00142>. [cit. 2025-06-21].