

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Tasemnice rodu *Echinococcus* u psovitých šelem**

**Bakalářská práce**

**Kateřina Mazáčová**

**Chov zájmových zvířat – Kynologie**

**prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

## Čestné prohlášení

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

V Praze dne 20.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala paní prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, za veškeré rady, připomínky a čas, který mi v průběhu psaní práce ochotně věnovala. Dále bych ráda poděkovala všem svým kamarádům a rodině, kteří pro mě byli velkou oporou nejen při psaní této práce, ale i během celého studia.

# Tasemnice rodu *Echinococcus* u psových šelem

## Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá tasemnicemi rodu *Echinococcus* u psových šelem. Shrnuje poznatky z vědeckých článků a popisuje vývojový cyklus, infekci a prevalenci těchto parazitů u psových šelem jako definitivních hostitelů. Věnuje se také echinokokóze, nemoci vyvolané těmito tasemnicemi. Kromě výše uvedeného se zabývá i prevencí, a to jak z hlediska ochrany zvířat, tak z hlediska ochrany lidského zdraví.

Tasemnice rodu *Echinococcus* jsou malé tasemnice o délce 2–7 mm, které ke svému vývoji využívají dva hostitele. Psovitě šelmy hrají ve vývojovém cyklu roli definitivních hostitelů, v jejichž trávicím traktu tasemnice dospívá a produkuje vajíčka, která se s výkaly dostávají do vnějšího prostředí a tím ho kontaminují. Vajíčka jsou mikroskopická, pouhým okem neviditelná a také vysoce odolná, mohou ve vhodných podmínkách přežít i několik měsíců. V mezihostiteli dochází k částečnému vývoji tasemnice z pozřené vajíčka. Larvy parazita jsou přítomné v orgánech mezihostitele a tím je nevratně poškozují. Vyvolávají onemocnění zvané echinokokóza, které se přenáší ze zvířat na lidi a naopak. Vzhledem k několikaletému bezpříznakovému průběhu a vysoké úmrtnosti v pozdních fázích nemoci je včasná diagnostika a prevence klíčová. U psových šelem jako definitivních hostitelů ke klinickým příznakům infekce nedochází, avšak mohou se stát, stejně jako lidé, náhodnými mezihostiteli, u kterých dochází k napadení orgánů a rozvinutí echinokokózy. U psů a dalších psových šelem mohou lepkavá vajíčka ulpívat na jejich srsti, čímž se stávají přímým zdrojem infekce pro člověka a další zvířata.

Z důvodu výskytu volně žijících psových šelem v blízkosti příměstských a městských oblastí a soužití domácích psů s lidmi je zde poměrně značné riziko přenosu těchto parazitů. Základem prevence by měla být informovanost veřejnosti o tomto problému, dodržování základní hygieny a pravidel (mytí rukou, ovoce, zeleniny aj. požití z prostředí), pravidelné odčervování domácích psů, umístování návnad s anthelmintiky ve volné přírodě a odklizení psích výkalů z okolního prostředí.

**Klíčová slova:** *Echinococcus*, tasemnice, infekce, šelmy, psů

# *Echinococcus* tapeworms in canids

## Summary

This bachelor thesis deals with tapeworms of the genus *Echinococcus* in canids. It summarizes findings from scientific articles and describes the developmental cycle, infection and prevalence of these parasites in canids as definitive hosts. It also discusses echinococcosis, a disease caused by these tapeworms. In addition to the above, it also deals with prevention, both in terms of animal protection and human health.

Tapeworms of the genus *Echinococcus* are small tapeworms, 2–7 mm long, which use two hosts for their development. Canids play the role of definitive hosts in the developmental cycle, in whose digestive tract the tapeworm matures and produces eggs which enter the external environment with the faeces, contaminating it. The eggs are microscopic, invisible to the naked eye and also are highly resistant, where they can survive for several months under the right conditions. In the intermediate host, the tapeworm partially develops from the ingested egg. The larvae of the parasite are present in the organs of the intermediate host and thus irreversibly damage them. They cause a disease called echinococcosis, which is transmitted from animals to humans and vice versa. Due to the asymptomatic course of several years and the high mortality rate in the late stages of the disease, early diagnosis and prevention are crucial. Canids, as definitive hosts, do not show clinical signs of infection, but can, like humans, become accidental intermediate hosts in which organs become infected and echinococcosis develops. In dogs and other canids, the sticky eggs can attach to their fur, making them a direct source of infection for humans and other animals.

Due to the presence of wild canids near suburban and urban areas and the coexistence of domestic dogs with humans, there is a relatively high risk of transmission of these parasites. The basis of prevention should be public awareness of the problem, adherence to basic hygiene and rules (washing hands, fruit, vegetable etc. food from environment), regular deworming of domestic dogs, placement of anthelmintic baits in the wild and removal of dog faeces from environment.

**Keywords:** *Echinococcus*, tapeworm, infection, carnivores, canids

# Obsah

1 Úvod .....	7
2 Cíl práce .....	8
3 Literární rešerše .....	9
3.1 Taxonomie rodu <i>Echinococcus</i> .....	9
3.2 Zoonotický potenciál rodu <i>Echinococcus</i> .....	10
3.2.1 Alveolární echinokokóza .....	11
3.2.2 Cystická echinokokóza .....	12
3.3 Morfologie a životní cyklus <i>Echinococcus</i> spp. ....	15
3.3.1 Definitivní hostitelé <i>Echinococcus multilocularis</i> .....	18
3.3.2 Mezihostitelé <i>Echinococcus multilocularis</i> .....	20
3.4 Echinokokóza u zvířat .....	20
3.4.1 Infekce <i>Echinococcus multilocularis</i> u psů domácích .....	21
3.4.2 Infekce <i>Echinococcus granulosus</i> .....	25
3.5 Napadení volně žijících psovitých .....	26
3.5.1 Liška obecná ( <i>Vulpes vulpes</i> ) .....	26
3.5.2 Vlk obecný ( <i>Canis lupus</i> ) .....	27
3.5.3 Psík mývalovitý ( <i>Nyctereutes procyonoides</i> ) .....	28
3.5.4 Šakal obecný ( <i>Canis aureus</i> ) .....	29
3.5.5 Kojot préríjní ( <i>Canis latrans</i> ) .....	30
3.6 Výkaly šelem jako zdroj onemocnění .....	31
3.7 Ostatní helmintózy .....	32
3.8 Prevence .....	34
4 Závěr .....	36
5 Literatura .....	37
6 Samostatné přílohy .....	I

# 1 Úvod

Tasemnice rodu *Echinococcus* jsou významnými parazity savců, které způsobují život ohrožující onemocnění známé jako echinokokóza. Tato nemoc se právem řadí mezi jednu z nejdůležitějších zoonóz – nemoc přenášenou mezi zvířaty a lidmi. Infekce těmito parazity je vzhledem ke svému dlouhému a asymptomatickému průběhu velmi nebezpečná, a může končit i smrtí. Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) a měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*) jsou nejvýznamnějšími zástupci rodu *Echinococcus* z hlediska jejich širokého rozšíření a zdravotnímu významu – způsobují alveolární a cystickou echinokokózu, proto jim v této práci bude věnována hlavní pozornost.

Životní cyklus *Echinococcus* spp. je pevně založen na vztahu predátora a kořisti mezi dvěma savčími hostiteli. Masožravci (psovití a kočkovité šelmy) slouží jako definitivní hostitelé pro dospělé tasemnice, zatímco jejich kořist (často hlodavci a býložravci) funguje jako mezihostitel pro larvy. V organismu mezihostitelů a náhodných hostitelů (lidí) vytváří parazit boubele v různých orgánech, přičemž játra a plíce jsou nejčastěji postiženými místy.

Psovití šelmy, zahrnující například psy domácí, lišky obecné nebo vlky obecné, hrají významnou roli v životním cyklu těchto tasemnic jako definitivní hostitelé, čímž se podílí na udržování a šíření parazita ve volné přírodě. Infekce u psovitých šelem má významný dopad na ekologickou rovnováhu ve volné přírodě a může také ovlivnit zdraví ostatních domestikovaných zvířat a lidské populace. Vzhledem k nárůstu populací některých volně žijících psovitých šelem a nárůstu počtu psů domácích a k nebezpečí, které s sebou nese infekce tasemnic rodu *Echinococcus*, se na tyto parazity a jejich hostitele v posledních letech upírá stále větší a větší pozornost (Deplazes et al. 2004).

## **2 Cíl práce**

Cílem práce bylo podle nejnovějších vědeckých poznatků zpracovat literární rešerši na téma „Tasemnice rodu *Echinococcus* u psových šelem“.



### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Taxonomie rodu *Echinococcus*

Taxonomie je vědní obor zabývající se tříděním organismů – klasifikuje a pojmenovává živé struktury na základě společných znaků (Knapp et al. 2015).

Rod *Echinococcus* jsou tasemnice (Cestoda) spadající pod čeleď Taeniidae, která kromě rodu *Echinococcus* zahrnuje další tři rody: *Taenia*, *Hydatigera* a *Versteria* (Nakao et al. 2013). Pozorování taxonomů byla zpočátku založena na morfologii (vnější stavbě organismu), v posledních letech se však do výzkumu zahrnují i genetické poznatky z mitochondrií a jader (Knapp et al. 2015).

*Echinococcus* spp. zahrnuje v současnosti 9 druhů: *E. multilocularis*, *E. oligarthra*, *E. vogeli*, *E. shiquicus* a *E. granulosus*, který dříve zahrnoval několik genotypů, v současnosti se ale na základě genetické analýzy mitochondriální DNA vyčlenil na samostatné druhy: *E. granulosus* (*sensu stricto*), *E. felidis*, *E. equinus*, *E. ortleppi* a *E. canadensis* (Romig et al. 2015; Vuitton et al. 2020). Nelze ale předčasně vyvozovat jasné závěry o taxonomii, neboť není provedena celá fylogeneze tohoto rodu (Knapp et al. 2015). V následující tabulce (Tabulka 1) jsou uvedeny všechny novodobé druhy se svou hostitelskou specifikou a rozšířením ve světě.

Tabulka 1: Přehled druhů rodu *Echinococcus* (Nakao et al. 2013; Romig et al. 2015)

Druh	Rozšíření	Definitivní hostitel	Mezihostitel
<i>Echinococcus multilocularis</i>	severní polokoule	liška obecná, liška polární další psovité šelmy	hlodavci
<i>Echinococcus granulosus</i> s.s.	celosvětově	pes domácí	ovce, koza, tur domácí
<i>Echinococcus oligarthra</i>	Střední a Jižní Amerika	kočkovité šelmy	hlodavci
<i>Echinococcus vogeli</i>	Střední a Jižní Amerika	pes pralesní, pes domácí	paka nížinná
<i>Echinococcus shiquicus</i>	Tibet	liška tibetská	piš'ucha čemolící
<i>Echinococcus felidis</i>	Afrika	lev pustinný, hyena skvmitá	?
<i>Echinococcus equinus</i>	celosvětově	pes domácí	koňoviti
<i>Echinococcus ortleppi</i>	celosvětově	pes domácí	tur domácí
<i>Echinococcus canadensis</i>	celosvětově	pes domácí, vlk obecný	prase domácí, prase divoké, velbloud, koza, jelenoviti

Taxonomický koncept pro rod *Echinococcus* je výsledkem zhodnocení biologických a molekulárních údajů, které jsou k dispozici. Řada taxonomických otázek ale není vyřešena, protože vyžaduje další údaje, které v současnosti k dispozici nejsou. Týká se to například korelace (vztah mezi dvěma proměnnými) molekulárních markerů a morfologických znaků. K dispozici je velké množství, většinou starších, literárních údajů o morfologických znacích dospělých tasemnic, ale žádný z popisů morfologie nelze jednoznačně korelovat s genetickými markery, používajícími se pro druhovou identifikaci. Důvodem je například nedostatek typového materiálu a skladování původního materiálu ve formalínu, což mělo za následek degradaci DNA. Korelační údaje mezi morfologií a genovými sekvencemi, které by zpřístupnily velké množství historických údajů k přehodnocení epidemiologie, lze považovat za otázku priority taxonomů. Kromě toho není jasný rozsah a fylogenetický význam křížení mezi druhy rodu *Echinococcus*, protože většina studií se zaměřila na mitochondriální sekvence, které nepodléhají rekombinaci (Romig et al. 2015).

Romig et al. (2015) dále zdůrazňují, že není dostatečně známý rozsah vnitrodruhové diverzity, přesto je povědomí o rozmanitosti měchožila zhoubného (*E. granulosus*), což vedlo k velkému počtu studií zkoumající různé genotypy *E. granulosus* a jejich geografické rozšíření, hostitele a dopad na lidské zdraví. Důležité jsou tyto poznatky pro lékaře a veterináře z důvodu různé hostitelské specifity, odlišných parametrů pro diagnostické testy, rozdílné reakce na vakcinaci nebo reakci na léčiva. I když je tato variabilita známa už dlouho, Romig et al. (2015) upozorňují, že velké množství epidemiologických a klinických údajů (zvláště ve 20. století a na začátku 21. století) bylo souhrnně publikováno stále pod názvem *E. granulosus*.

### 3.2 Zoonotický potenciál rodu *Echinococcus*

Zoonóza je infekce, která se šíří mezi lidmi a zvířaty. Mohou ji způsobovat plísňe, bakterie, ale právě i parazité. *Echinococcus* spp. je zodpovědný za problémy v rámci veřejného zdraví. U všech druhů rodu *Echinococcus* byla zaregistrována zoonóza, nebo u nich existuje pravděpodobnost jejího výskytu. Zvláště závažné z hlediska zdravotního i ekonomického jsou druhy měchožil bublinatý (*E. multilocularis*) a měchožil zhoubný (*E. granulosus*), zodpovědní za alveolární a cystickou echinokokózu (Deplazes et al. 2017; Woolsey & Miller 2021). Obě tato onemocnění se vyznačují chronickým a závažným průběhem. Člověk figuruje jako atypický mezihostitel těchto parazitů. Larvální stádium (metacestoda) se v mezihostiteli vyvíjí většinou jako léze uvnitř jater. Dochází k náhodnému pozření vajíček, která se ve střevě přemění v larvy (onkosféry), dostávají se přes střevní stěnu do krve a migrují do jater hostitele, kde vytvářejí malou cystu ve formě zárodečné vrstvy. Během 7–10 dnů se vytvoří vrstva, která hraje klíčovou roli v ochraně parazita před imunitním systémem hostitele (Gottstein et al. 2017).

*E. multilocularis* má schopnost pučení, což znamená, že zárodečná cysta může tvořit další metacestody, které se postupně množí. Jejich rychlost růstu závisí na lokální imunitní reakci hostitele. Uvolněné metacestody ze zárodečné cysty mohou krví kolovat do dalších orgánů, kde tvoří tzv. sekundární ložiska (Gottstein et al. 2017).

*E. granulosus* na rozdíl od *E. multilocularis* nemá schopnost pučení, tím pádem nedochází ke vzniku ložisek v dalších orgánech (vyjma sekundárních ložisek po ruptuře cysty). Metacestoda v játrech průběžně roste a zvětšuje se, čímž má možnost dosáhnout velkých rozměrů (v rozsahu fotbalového míče) a tím nevratně poškodit orgán (Gottstein et al. 2017).

Mezi příznaky onemocnění těmito parazity patří především bolest v oblasti břicha nebo žloutenka. Největší nebezpečí těchto nemocí spočívá v tom, že jsou ze začátku asymptomatické, a to i několik let. První příznaky se objeví až poté, co léze dosáhnou větší velikosti. Smrt nastává často ve spojitosti se selháním jater, septickým šokem nebo krvácením do trávicího traktu. V západní Evropě se věk nakažených pacientů (s příznaky) pohybuje kolem 50–60 let a nemoc zde postihuje obě pohlaví stejně. Naopak v Asii jsou nejčastěji diagnostikováni lidé ve věku 40–50 let s větším počtem případů u mladých lidí a u žen (Kern et al. 2017).

Lidé se k infekci dostávají prostřednictvím vajíček v prostředí. Je prokázáno, že vajíčka mohou ulpívat na srsti psů i lišek, zejména v oblasti řitního otvoru, na stehnech, tlamě a tlapkách (Eckert et al. 2001a). Vajíčka lze pozřít se zeleninou, ovocem a dalšími kontaminovanými rostlinami. Potraviny mohou být kontaminovány i sekundárně prostřednictvím větru a různých živočichů – brouků, much a ptáků (Eckert et al. 2001a). Za jeden z rizikových faktorů lze považovat společné soužití se psy. Riziko nákazy roste s počtem psů a počtem let soužití s nimi. Život na venkově v těsné blízkosti infikovaných lišek (nebo psů a koček) nebo častý kontakt se zemědělskými plodinami mohou být některými z důvodů vyššího rizika infekce *E. multilocularis* (Larrieu et al. 2002; Eckert & Deplazes 2004).

V roce 2018 bylo hlášeno 793 potvrzených případů lidské echinokokózy ze 24 členských států EU, což činí cca 0,21 případů na 100 000 obyvatel. V 548 případech byl určen i původce na druhové úrovni, kdy z výsledků vyplynulo, že za většinu infekcí byl zodpovědný *E. granulosus* (v 73,4 % případů), zatímco *E. multilocularis* byl potvrzen ve zbylých 26,6 % případů (EFSA 2019).

### 3.2.1 Alveolární echinokokóza

Alveolární echinokokóza (AE) je velmi závažné onemocnění, které způsobuje druh *E. multilocularis*. V životním cyklu hrají klíčovou roli zejména lišky a další psovité šelmy jako definitivní hostitelé a drobní savci (nejčastěji hlodavci) jako mezihostitelé. Parazit je rozšířen především na severní polokouli. Zejména v Asii si nemoc vyžádá mnoho lidských životů z důvodu zaostávající péče (Lundström-Stadelmann et al. 2020). Díky vedeným lékařským záznamům ve Švýcarsku, které sahají až k 50. letům 20. století, lze zjistit, že roční výskyt AE se u lidí se začátkem roku 2000 téměř zdvojnásobil (Schweiger et al. 2007).

Stádium metacestody u *E. multilocularis* je struktura složená z malých váčků, které mají v průměru 1 mm až 3 cm. Charakteristickým rysem je proliferace (množení buněk), která má za následek infiltraci postižených orgánů. Proliferací se z původně malých lézí (cyst) mohou stát obrovské cysty o průměru 15 až 20 cm. Metacestody se zpočátku nachází v 99 % případů pouze v játrech, později se rozšiřují do sousedního okolí (oblast břicha) nebo do vzdálenějších oblastí, jako je mozek, plíce nebo kosti (Eckert 1998; Eckert & Deplazes 2004).

Infekce larvami *E. multilocularis* je na samém počátku vždy asymptomatická a léze se mohou projevit až po několika letech (Kern et al. 2017). Inkubační doba se ve většině případů odhaduje na 10 až 15 let (Ammann & Eckert 1996). Parazit se může množit i desítky let, než se infekce projeví (Kern et al. 2017). Toto onemocnění může trvat týdny nebo i roky. Počátečními příznaky mohou být bolesti břicha, žloutenka, horečka, anémie, hubnutí, bolest pohrudnice a později i těžká jaterní dysfunkce (Ammann & Eckert 1996; Eckert 1998).

K diagnostikování AE nejčastěji dochází až při prvních příznacích jako například bolest břicha, kdy se provede ultrazvuk a zjistí se změny na játrech. Většina případů (70 %) se projevuje velkými lézemi. Ve 30 % případů se vyskytují pouze malé fibrotické uzlíky, které svědčí o rané fázi infekce AE. Tyto uzlíky se často zaměňují za hemangiomy – nezhoubné nádory krevních cév (Bartholomot et al. 2002; Kern et al. 2017; Bhutani & Kajal 2018).

Jediná současně dostupná léčba AE je invazivní chirurgický zákrok, úspěšnost je však omezena schopností bezpečně odstranit parazitární cysty bez poškození orgánu (Hillenbrand et al. 2018). V pozdní fázi infekce, kdy se cysty vyskytují ve velkém množství i v jiných orgánech, je zákrok proveditelný pouze u 20 %, maximálně 50 % pacientů (Kern et al. 2017).

Alternativní léčba, která zahrnuje antiparazitika obsahující benzimidazol, představuje jedinou možnost v případě, že operace není proveditelná, nebo ji doprovází (Brunetti et al. 2010). Podle Schmidberger et al. (2019) dochází k celkovému zlepšení kvality života po operaci u pacientů, kteří podstoupili pouze chirurgický zákrok. Kombinace farmakoterapie a chirurgické resekce naopak vede ke snížení recidivy (Grüner et al. 2017).

Léčba benzimidazoly má i svá negativa. Jedním z nich je riziko závažné toxicity u pacientů. Vzhledem k tomu, že léčba AE léky je v současnosti závislá pouze na benzimidazolu, nemají pacienti žádné alternativní možnosti použití jiných látek. Nedávno bylo ale zjištěno, že antimalarická sloučenina meflochin má značný efekt proti metacestodám. Působení meflochinu nebylo antiparazitické, ale významně snižovalo růst metacestody. Díky těmto poznatkům se meflochin jeví jako potenciální pomoc pro pacienty s AE, u nichž například selhala léčba benzimidazoly (Lundström-Stadelmann et al. 2020).

### 3.2.2 Cystická echinokokóza

Cystická echinokokóza (CE) na rozdíl od AE je způsobena druhem *E. granulosus*. V jeho vývojovém cyklu hrají roli psovitě šelmy (psi) jako definitivní hostitelé a často kopytníci jako mezihostitelé. Stádium metacestody se může vyvinout u široké škály savců, například u zajíců, králíků, vačnatců, primátů a lidí. Tito savci mohou hrát v cyklu roli mezihostitelů, nebo jsou jen slepými uličkami vývoje – aberantními hostiteli (Eckert & Deplazes 2004). Ačkoliv CE není u lidí tak patogenní, představuje velkou zátěž pro veřejné zdraví se značnými ekonomickými náklady. Výskyt této nemoci je navíc poměrně rozšířený (Budke et al. 2006; Battelli 2009). CE se vyskytuje především v zemích v oblasti Středomoří, vysokou hrozbu představuje například pro Španělsko a některé oblasti v Řecku, Itálii nebo Turecku (Dakkak 2010). V Jižní Americe je v průměru diagnostikováno 5000 případů ročně (Pavletic et al. 2017). Kromě toho, že zde CE způsobuje značné ekonomické ztráty v chovu ovcí a koz, zajišťují obyvatelé udržení cyklu přenosu zejména domácími porážkami ovcí pro lidskou spotřebu a zkrmováním vnitřností psům (Larrieu et al. 2001).

Inkubační doba infekce CE je různá, metacestody vyvolávají klinické příznaky až ve chvíli, kdy dosáhnou dostatečné velikosti na to, aby mohli vyvíjet tlak na tkáň hostitele a způsobovat řadu dalších patologických stavů (Ammann & Eckert 1996; Kern et al. 2017).

Cca 5 dní po náhodném pozření vajíček z prostředí se vyvine metacestoda (cysta, boubel) v podobě malého váčku o průměru 60 až 70  $\mu\text{m}$ . Tato cysta se postupně rozšiřuje a vyvolává zánětlivé reakce v těle. Následuje reakce vazivové tkáně a tvorba pojivové tkáně, čímž se cysta zvětšuje. Velikost boubele je velmi variabilní, může se pohybovat v rozmezí od 1 cm do 15 cm, ale mohou ve výjimečných případech dosáhnout v průměru až přes 20 cm. Protoskolexy se mohou tvořit v cystách až tehdy, když cysta dosáhne průměru 5 až 20 mm, ale zároveň ne každá cysta produkuje protoskolexy a zůstává tzv. sterilní. Předpokládá se, že je třeba, aby uplynulo minimálně 10 měsíců od infekce, aby se protoskolexy vytvořily (Ammann & Eckert 1996; Pawlowski et al. 2001; Eckert & Deplazes 2004).

U většiny infekcí CE se projeví infekce jednoho orgánu jednou metacestodou. Tato forma je známá jako primární CE. Sekundární ložiska mohou vzniknout při ruptuře cysty (spontánní nebo traumatem vyvolané prasknutí), kdy dojde k uvolnění protoskolexů, známé také jako sekundární CE, ke které dochází nejčastěji v dutině břišní. Nejčastěji postižené oblasti jsou játra (v 70 % případů) a plíce (20 % případů) (Eckert & Deplazes 2004; Budke et al. 2013; Pham et al. 2019).

U přibližně 10 000 hospitalizovaných pacientů pocházejících z oblasti, kde je infekce endemická (Afrika, Evropa, Austrálie a Jižní Amerika) byl poměr mezi infekcí jater a plic 2,5:1. Naopak při rentgenovém a ultrasonografickém vyšetření u jedinců žijících v oblasti Argentiny a Uruguaye, kteří neměli žádné příznaky, ale byli infikováni *E. granulosus*, byl poměr infekce jater a plic 6:1 až 12:1. K posunu k nižším hodnotám u hospitalizovaných jedinců došlo z toho důvodu, že cysty na plicích způsobují větší úmrtnost než jaterní cysty (Larrieu & Frider 2001).

Při infekci jater bývá nejčastěji postižen pravý lalok. Infekce obvykle postupuje pomalu a nevykazuje žádné identifikovatelné příznaky. Nicméně u 21 % pacientů se mohou vyvinout komplikace v důsledku septických, toxických nebo mechanických problémů, přičemž příznaky mohou zahrnovat bolesti břicha, horečku a vyrážku, která značí alergickou reakci (Kern et al. 2017).

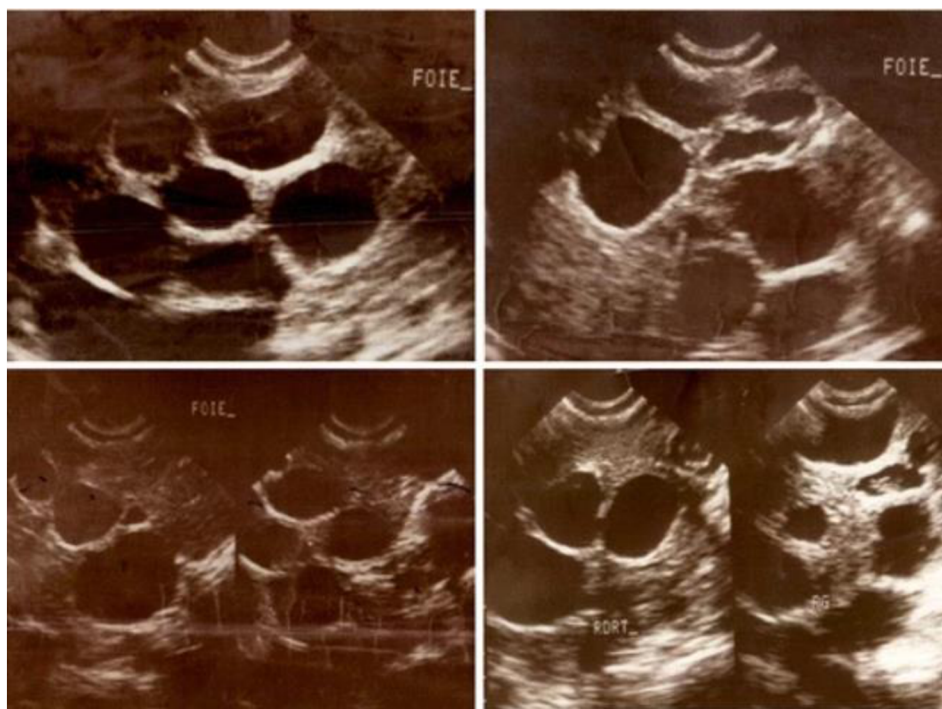
V případě plicní infekce jsou cysty u pacientů obvykle zjištěny už během dětství. Vzácně může dojít k vývoji plicních cyst sekundárně po ruptuře cysty jaterní (Kern et al. 2017). Mezi nespecifické příznaky plicní CE patří bolest na hrudi a chronický kašel (Santivanez & Garcia 2010). Může dojít také k pneumonii v důsledku tlaku cysty na průdušky, kopřivová vyrážka doprovázená horečkou může být následkem prasknutí cysty (Kern et al. 2017).

Další místa infekce zahrnují slezinu, pobříšnici, ledviny, mozek a míchu nebo kosti. Cysty v ledvinách jsou provázeny bolestí v bederní oblasti a tvoří 1–4 % případů CE (Kern et al. 2017). Kostní CE je velmi vzácná, s výskytem případů pod 1 %, má ale vážné následky s mortalitou přesahující 50 % (Zlitni et al. 2001).

Základem diagnostiky CE je sonografie břicha, která dokáže zachytit i cysty v plicích, pokud se nacházejí v jejich okrajových částech. K detailnějšímu zobrazení cyst se používá počítačová tomografie (CT) a magnetická rezonance (MRI). Tyto metody sice dokážou s vysokou přesností lokalizovat cizí útvary v těle, ale nerozlišují, zda se jedná o cysty echinokoků nebo ne. Pro potvrzení diagnózy je nutná tenkojehlová biopsie napadeného orgánu,

ať už klasická nebo formou punkce. Během biopsie se odeberou vzorky tkáně, ve kterých se mohou nacházet části tasemnice nebo části stěn cyst. V případě punkce se jedná o detekci larev tasemnice v odsáté tekutině cysty (Eckert et al. 2001a; Brunetti et al. 2010). K prevenci sekundární echinokokózy se doporučuje podání chemoterapie albendazolem 4 dny před punkcí cysty. Chemoterapie by měla pokračovat alespoň 1 měsíc po zákroku, a to i v případě, že byla cysta chirurgicky odstraněna (Pawlowski et al. 2001). Chirurgický zákrok je považován za zlatý standard léčby CE, ale primárně se lékaři obrací k jiným možnostem léčby (Pham et al. 2019).

Studie Oudni-M'rad et al. (2016) popsala první případ lidské infekce CE, která byla způsobena dvěma různými druhy rodu *Echinococcus*: *E. granulosus sensu stricto* a *E. canadensis*. U malého chlapce ve věku 10 let pocházejícího z venkovské oblasti v Tunisku bylo ultrazvukem odhaleno několik přítomných cyst v různých orgánech – 30 jaterních (viz Obrázek 1), 5 plicních, 1 v pobřišnici a 1 cysta v oblasti podpaží. Před operací byla podávána anthelmintika (albendazol, 10 mg/kg živé hmotnosti denně). Cysty z plic a podpaží ustoupily během léčby ještě před chirurgickým zákrokem. Následně bylo během operace chirurgicky odstraněno 31 metacestod o průměru 3–10 cm, z toho 3 cysty byly dále použity pro molekulárně genetickou analýzu. Ta potvrdila přítomnost životaschopných protoskolexů a *E. granulosus sensu stricto* ve 2 vzorcích cyst a přítomnost *E. canadensis* ve 3. vzorku.



Obrázek 1: Ultrazvukový snímek jater chlapce zobrazující více než 20 cyst (Oudni-M'rad et al. 2016)

### 3.3 Morfologie a životní cyklus *Echinococcus* spp.

*Echinococcus* spp. jsou tasemnice vyznačující se drobným vzrůstem dosahujícím 2–7 mm. Jejich tělo se zpravidla skládá ze 3–5 segmentů (článků) a hlavičky (skolexu) (Obrázek 2). Skolex slouží k uchycení tasemnice ke sliznici a je opatřen 4 přísavkami a 1–2 řadami háčků. Poslední segment je vybaven dělohou naplněnou 1000–1500 vajíčky a je často delší než polovina délky těla. Z důvodu absence trávicí soustavy absorbují živiny přes „orgán“ – vnější pokryv těla zvaný tegument ze střevního obsahu definitivního hostitele (DH) (Thompson 2017).



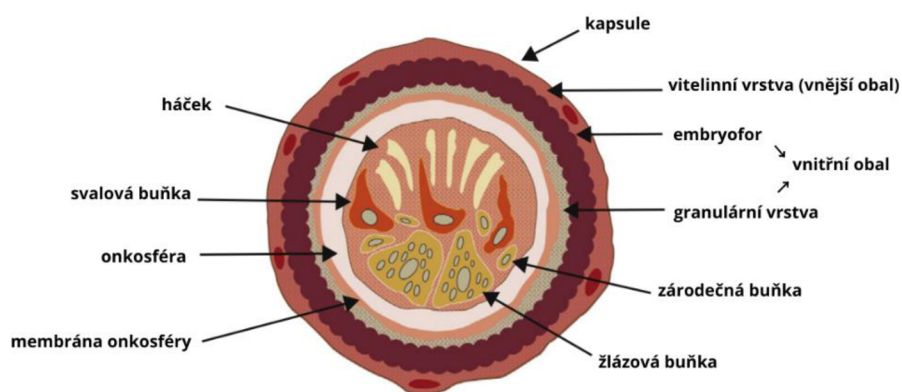
Obrázek 2: Dospělec *Echinococcus granulosus* (Issa et al. 2022)

Vývoj dospělé tasemnice rodu *Echinococcus* v definitivním hostiteli má několik stádií. 1. den se protoskolex obsahující vápenatá tělíska posouvá zevnitř navenek a prodlužuje se. 11.–14. den vápenatá tělíska mizí, objevují se postranní vylučovací kanálky, genitální rudiment a je naznačené místo vzniku prvního proglotidu (článku, segmentu). 14.–17. den je první segment vytvořen a genitální rudiment se rozděluje na dvě části. 17.–20. den se v prvním segmentu objevují rudimentální varlata a lze pozorovat počáteční tvorbu druhého segmentu. 20.–28. den má tasemnice dva segmenty, samčí pohlavní orgány (varlata, chámovod, cirrus) jsou vyvinuty, samičí pohlavní orgány (vaječník, vitelinní žláza/žloutkové trsy, Mehlisovy žlázy) se stále vyvíjí, objevuje se děloha v podobě nápadného pruhu. 28.–33. den jsou v posledním článku plně zralé samičí i samčí pohlavní orgány, děloha se ale stále rozšiřuje. 33.–37. den je děloha plně rozšířená, v posledním článku probíhá ovulace a oplodnění. 37.–45. den jsou embryonální vajíčka v děloze, mají vytvořenou tlustou skořápku (embryofoer) a obsahují embryo (onkosféru) (Thompson 2017).

Vajíčka jsou kulatého až elipsoidního tvaru s velikostí kolem 30–50  $\mu\text{m}$  (Obrázek 3), morfologicky je prakticky nelze odlišit od vajíček rodu *Taenia*. Uvnitř vajíčka je larva (onkosféra) mající 6 háčků a obklopená vrstvou zvanou jako embryofor (Thompson 2017). Vajíčka echinokoka mohou v oblastech vlhkého a chladného klimatu přežít v prostředí několik týdnů i měsíců, v některých případech jsou infekční až 1 rok, jsou však citlivá na vysychání. Ve vědecké literatuře ale chybí například znalosti o dynamice a intenzitě vylučování vajíček definitivním hostitelem (DH) (Eckert et al. 2001b; Eckert & Deplazes 2004). Detailní stavba vajíčka je popsána na Obrázku 4.



Obrázek 3: Vajíčko rodu *Echinococcus* pod mikroskopem, měřítko 20  $\mu\text{m}$  (Mares et al. 2023)



Obrázek 4: Popis stavby vajíčka (upraveno dle Thompson 2017)

Přítomnost dospělé tasemnice u DH prakticky nelze poznat, je zcela bez jakýchkoli klinických příznaků. Dospívání tasemnice trvá přibližně 50 dní. Po dobu přebývání v těle DH se v děloze tasemnice vytvářejí vajíčka, která se společně s výkaly dostávají ven do okolí. Mezihostitel je infikován (většinou orálně) vylučovanými vajíčky v prostředí. Z vajíčka se stává larva, která má schopnost proniknout stěnou tenkého střeva a dostat se oběhovým systémem do cílových orgánů, zpravidla do jater nebo plic. V orgánech se larva přeměňuje na cystu (hydatidu, boubel, metacystodu, larvocystu) a roste zde několik měsíců. Ze zárodečné vrstvy se uvolňují malé dceřiné cysty, které se vlivem asexuálního množení mohou podílet na vzniku nových zárodků larev – protoskolexů ve vnitřním tekutém prostoru cysty. V 1 ml tekutiny může být až přes 1000 zárodků, z nichž každý má schopnost vývinu do pohlavně zralé tasemnice (Eckert & Deplazes 2004; Thompson 2017).

*Echinococcus* spp. využívá k udržování svého životního cyklu systém, ve kterém hraje velkou roli predátor a kořist. Mezi definitivními hostiteli lze nejčastěji nalézt zástupce z řádu šelem (Carnivora), konkrétně pak z čeledi psovití (Canidae), v menším zastoupení pak kočkovité šelmy (Felidae) a hyeny (Hyaenidae). Do čeledi psovitých lze zařadit například psy, vlky, lišky, kojoty, šakaly nebo psíky mývalovité. Mezihostitele naopak zahrnuje široké spektrum různých druhů, nejvíce pak hlodavci a přežvýkavci. Předpokládá se, že rod



*Echinococcus* je schopen se přizpůsobit mnoha druhům jen s jedinou podmínkou a to sice, že se musí jednat o savce. To dokládá i rozsáhlý seznam druhů, které se považují za takzvané aberantní hostitele, u nichž se mohou vyvinout metacestody, ale nehrají téměř žádnou roli v životním cyklu *Echinococcus*. Hostitelská specifická se odlišuje na úrovni druhů, například od *Echinococcus granulosus*, který má široké zastoupení hostitelů, až po *Echinococcus equinus*, kdy se infekční metacestody tvoří výhradně jen u zástupců z čeledi koňovitých (Equidae). Často se jedná o složitý systém, kde je potřeba několik druhů definitivních hostitelů, kteří loví různé druhy mezihostitelů a vzájemně se ovlivňují. S tím souvisí problém pochopení životních cyklů, protože u každého druhu vývoj parazita probíhá odlišným způsobem, mají různou populační dynamiku závislou na ročních obdobích, nebo se liší svou dostupností a atraktivitou pro predátora (definitivního hostitele) (Romig et al. 2017).

Téměř všechny druhy rodu *Echinococcus* mají rozsáhlé rozšíření ve světě, některé z nich lze považovat za kosmopolitní. Areál výskytu *E. multilocularis* zahrnuje rozmanité ekosystémy, jako je arktická tundra, vysokohorské pastviny, zemědělská krajina a dokonce i města a obce. Na výskyt *E. multilocularis* má velký vliv i lidská činnost, například zemědělství, odlesňování, urbanizace, lovení nebo ochrana volně žijících živočichů, přičemž se mění počet hostitelských druhů a jejich společenstva (Hegglin et al. 2015). Přemísťování druhů volně žijících živočichů (náhodné či záměrné, s parazitem nebo bez něj) a domácích zvířat (zejména psů) vytváří nové hostitelské populace a tím zanáší *E. multilocularis* do nových oblastí (Davidson et al. 2012). Některé druhy psovitých šelem jsou velmi přizpůsobivé a vykazují velkou odolnost vůči lidské činnosti a zásahům (Comte et al. 2014; Hegglin et al. 2015; Romig et al. 2017).

Ve většině endemických oblastí je životní cyklus *E. multilocularis* založen na hlodavcích (mezihostitelé) a na psovitých šelmách (definitivní hostitelé, s liškou obecnou jako nejrozšířenějším definitivním hostitelem), které je loví. Mezihostitelé mají na vývoj metacestod pouze omezený prostor (malé tělo), který se kombinuje s krátkou životností, což lze považovat za morfologický rozdíl oproti jiným druhům *Echinococcus* (Romig et al. 2017).

Vhodným definitivním hostitelem *E. multilocularis* je masožravec, jehož potravu tvoří převážně mezihostitelé napadení larvální formou parazita. V porovnání s jinými druhy definitivních hostitelů se vyznačuje obvykle vysokou populační hustotou, která podporuje šíření parazita. Kromě výše uvedeného napomáhá definitivní hostitel šíření parazita i svým teritoriálním chováním. Značkováním teritoria výkaly obsahující vajíčka parazita dochází ke kontaminaci prostředí a následné infekci mezihostitelů. Mladí jedinci definitivního hostitele pak šíří parazita migrací z oblasti svého narození do jiných oblastí. Někteří definitivní hostitelé dále podporují šíření parazita specifickým chováním, kdy aktivně vyhledávají a označují místa s výskytem mezihostitelů. To vede k cílené kontaminaci prostředí vajíčky parazita a dramaticky zvyšuje pravděpodobnost infekce mezihostitelů (Giraudoux et al. 2002; Hegglin et al. 2015; Romig et al. 2017).

### 3.3.1 Definitivní hostitelé *Echinococcus multilocularis*

Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) využívá ve svém cyklu především lišky obecné jako definitivní hostitele a řád hlodavců (Rodentia) jako mezihostitele (Schantz et al. 1995). Jako definitivní hostitelé byly potvrzeny i mnohé psovité šelmy, například vlci (*Canis lupus*), kojoti (*Canis latrans*) a psíci mývalovití (*Nyctereutes procyonoides*) (Vuitton et al. 2003). Zároveň byl zjištěn rozšířený výskyt *E. multilocularis* i u domácích psů, hlavně v oblasti střední Evropy, Aljašky a Číny (Schantz et al. 1995; Deplazes et al. 2004; Budke et al. 2005). Není ale jisté, že by tyto další druhy byly schopny udržovat cyklus *E. multilocularis* v přírodě, nezávisle na populaci lišek (Kapel et al. 2006).

Na tyto hostitele se zaměřila studie Kapel et al. (2006), kdy byla zkoumána zátěž a vylučování vajíček *E. multilocularis* u lišek, psů, psíků mývalovitých a koček. Pro potřeby tohoto experimentu bylo cíleně infikováno 15 lišek, 15 psíků mývalovitých, 15 domácích psů a 15 domácích koček, a to sice protoskolexy *E. multilocularis*. Po 35, 63 a 90 dnech po nákaze bylo 5 zvířat z každého druhu pitváno a bylo stanoveno zatížení tasemnicemi. Nejvyšší výskyt tasemnic byl zaznamenán 35. den u lišek (cca 16 800 tasemnic) a psíků mývalovitých (cca 8000). Do 63. dne a následně do 90. dne došlo k výraznému poklesu počtu tasemnic u obou těchto druhů. Naopak u psů nebyl zjištěn žádný výrazný pokles v počtu tasemnic mezi 35. a 90. dnem. Počty vajíček ve výkalech se zkoumaly od 25. dne po infekci každé 3 dny. Byl sestaven matematický model dynamiky vylučování vajíček, který stanovil biotický potenciál na jedno infikované zvíře. Vysoký potenciál byl u lišek (cca 350 000 vajíček), psíků mývalovitých (cca 335 000 vajíček) a u domácích psů (cca 280 000 vajíček). Vajíčka tasemnic získaná z lišek, psíků mývalovitých a domácích psů vedla k masivní infekci u pokusných myší. Z toho lze usoudit, že jsou tyto druhy významnými hostiteli *E. multilocularis*. Kočky taktéž zkoumané v experimentu Kapel et al. (2006) nehrají v životním cyklu parazita významnou roli kvůli nízkému usídlení tasemnic, malému množství vylučovaných vajíček a jejich nedostatečné infekčnosti.

Lišky obecné (*Vulpes vulpes*) jsou rozšířeny po celé Evropě (s výjimkou arktických a vysokohorských alpských oblastí) (Bino et al. 2010). V oblasti evropského mírného pásma jsou lišky obecné považovány za hlavní definitivní hostitele *E. multilocularis*. Toto tvrzení je založeno na jejich vysoké populační hustotě, vysoké zátěži tasemnicemi a vysoké prevalenci infekce ve srovnání s jinými druhy definitivních hostitelů (EFSA 2015; Oksanen et al. 2016). Prevalence *E. multilocularis* u lišek obecných může být extrémně vysoká – některé průzkumy uvádějící více než 50 % (záznamy ze Švýcarska, Francie, Německa, Nizozemska a Litvy) (EFSA 2015), což je procentuální úroveň, která není detekována u žádné jiné šelmy v tomto regionu. V Evropě neexistují oblasti, kde by byl *E. multilocularis* zjištěn u jiných definitivních hostitelů a zároveň se nevyskytoval u lišek obecných (Romig et al. 2017). Přesto je geografický areál lišky obecné mnohem rozsáhlejší než areál výskytu parazita, takže endemické oblasti jsou pravděpodobně určeny populacemi mezihostitelů (Guerra et al. 2014). Dle Robardet et al. (2008) a Hofer et al. (2000) je u mladých jedinců lišek (ve věku 1 rok a méně) zaznamenána vyšší zátěž parazity než u dospělých jedinců. Dokládají to na městské populaci lišek v Curychu, kde bylo 85 % parazitů u mladých jedinců. Tomuto tvrzení ale odporují jiné studie, např. studie Bruzinskaite-Schmidhalter et al. (2012), kde naopak výskyt parazitů převažoval u dospělých jedinců.

Psíci mývalovití (*Nyctereutes procyonoides*) jsou psovité šelmy pocházející z východní Asie. Do Evropy se dostali v 90. letech 20. století po potlačení vztekliny, kdy došlo k expanzi populace psíků z východní Evropy směrem na západ (přes pobaltské státy, Polsko, až do Německa). Jejich potravu tvoří především hmyz, rostliny, obojživelníci a drobní savci, čímž přispívají do životního cyklu *E. multilocularis* (Romig et al. 2017). Psíci mohou být infikováni až 32 střevními helminty, z toho 19 druhů představuje zoonotické riziko, včetně druhu *E. multilocularis* (Laurimaa et al. 2016). Studie z Německa (Schwarz et al. 2011) a Estonska (Laurimaa et al. 2015a) naznačují vzrůstající význam psíka mývalovitého jako definitivního hostitele, zejména proto, že se stávají rozšířeným druhem, mají dobře zavedené a ustálené populace a sdílí stejné oblasti výskytu s liškami.

Šakali obecní (*Canis aureus*) jsou psovité šelmy rozšířené v mnoha oblastech světa, lze o nich mluvit jako o jedněch z nejrozšířenějších psovitých šelem. Několik let byli omezeni pouze na část jihovýchodní Evropy, dnes obývají celou oblast Evropy a jižní Asii. V posledních letech lze pozorovat jeho rozšiřování směrem na sever, což je pravděpodobně způsobeno poklesem populací vlků obecných. Za posledních 40 let rozšířil svůj výskyt přes střední a východní Evropu (Arnold et al. 2012). V současné době se vyskytují v endemických oblastech jako je Maďarsko, Slovinsko, Rakousko, Estonsko, a dokonce i Dánsko. Velké populace jsou přítomné především v jihovýchodní Evropě, zatímco nedávno hlášený výskyt zahrnuje kromě Rakouska a Polska (Herzig-Straschil 2007; Kowalczyk et al. 2020) i Česko (Jirků et al. 2018). Šakal patří mezi všežravce, do jehož jídelníčku patří i hraboši a další hlodavci (Lalošević et al. 2016; Romig et al. 2017). Nákaza *E. multilocularis* u šakalů obecných byla hlášena z Maďarska a Srbska, kde se v porovnání s liškami obecnými mělo jednat o menší míru zátěže tasemnicemi, ale z důvodu malého počtu nakažených šakalů (pohybujících se pouze okolo 5 jedinců) nelze vyvozovat žádné přesné závěry (Széll et al. 2013).

Vlka obecného (*Canis lupus*) lze považovat za největší psovitou šelmu s hmotností pohybující se okolo 40 kilogramů a výšky kolem 70 centimetrů. Je rozšířen po celé oblasti Evropy (Ciucci et al. 2009). Žije ve smečkách na jednom vyhrazeném území, někteří jedinci ale mohou své původní smečky opustit a dostat se na nové území vzdálené i několik set kilometrů daleko (Umhang et al. 2023). Vlci obecní (*Canis lupus*) byli identifikováni jako definitivní hostitelé *E. multilocularis* v Lotyšsku a na Slovensku (Martínek et al. 2001b; Bagrade et al. 2009). Až do nedávna se ale předpokládalo, že vlci nehrají významnou roli v cyklu *E. multilocularis*, protože preferují kořisti v podobě velkých býložravců (Romig et al. 2017). Vlk obecný může zároveň ovlivnit rozšíření parazita *E. multilocularis* mezi ostatními psovitými šelmami, a to sice snižováním jejich počtu a rozšíření v oblasti (Hegglin et al. 2015), vlci mohou například snížit počet kojotů, kteří mohou negativně ovlivňovat populace lišek svým agonistickým chováním, konkurencí nebo přímou predací (Fedriani et al. 2000; Berger & Conner 2008).

Pes domácí byl zaznamenán jako definitivní hostitel v nejméně šesti evropských zemích (EFSA 2015). Psi jako společenská zvířata mohou přenášet parazita téměř kamkoliv, včetně neendemických oblastí, což je zdrojem obav právě pro tyto oblasti (Höjgård et al. 2012). Dle Hegglin a Deplazes (2013) se odhaduje, že se psi domácí mohou podílet na produkci vajíček *E. multilocularis* do prostředí měst v Evropě až z 19 %.

### 3.3.2 Mezihostitelé *Echinococcus multilocularis*

Za mezihostitele u *E. multilocularis* lze považovat nejrůznější drobné savce. Lze sem zařadit zástupce z podčeledi hrabošů (Arvicolinae), konkrétně hryzce horského (*Arvicola scherman*) a hraboše polního (*Microtus arvalis*) s výskytem v Evropě (Viel et al. 1999; Pleydell et al. 2004). Jako mezihostitelé se příležitostně vyskytli i zástupci z čeledi myšovitých (Muridae), jako myš domácí (*Mus musculus*) a potkani (*Rattus norvegicus*) (Pétavy et al. 1990; Umhang et al. 2016), ale jejich role je v tomto ohledu zanedbatelná (Romig et al. 2017).

Aby docházelo k přenosu parazita, je nutné, aby se u mezihostitelů vyvinuly metacestody s infekčními protoskolexy, kterými se nakazí definitivní hostitel. Většinou jsou tedy schopny udržet životní cyklus parazita pouze ty druhy mezihostitelů, které sdílejí prostředí s liškami jako definitivními hostiteli a jsou kořistí pro tyto predátory (Eckert & Deplazes 2004; Hegglin et al. 2007).

Hraboš polní (*Microtus arvalis*) je v některých částech Evropy nejhojnějším savcem. Je rozšířen po celé Evropě, s výjimkou Skandinávie, Britských ostrovů a zemí kolem středozemního moře. Ideální je pro něj krátký travní porost, například na loukách nebo pastvinách (Romig et al. 2017). Tam, kde se vyskytuje, tvoří hlavní část jídelníčku lišek a je jejich preferovanou kořistí (Guislain et al. 2008; Raoul et al. 2010). Studie Guerra et al. (2014) prokázala korelaci výskytu *E. multilocularis* s rozšířením výskytu hraboše polního ve Švýcarsku, což dokazuje důležitost hraboše pro životní cyklus *E. multilocularis*. Výsledky výzkumu z Francie a Švýcarska naznačují, že hraboš polní může být klíčový pro životní cyklus i v oblastech měst. U 44 přirozeně infikovaných hrabošů polních se počet protoskolexů pohyboval mezi 235 až 370 800 (Hegglin et al. 2007).

Slepý (aberantní) hostitel je savec, který se nepodílí na udržování vývojového cyklu *E. multilocularis*, ale mohou mít roli mezihostitelů, kteří ve svém těle mají metacestody s protoskolexy. Jsou to buď druhy, u nichž se metacestody mohou usadit v jejich těle, ale nedosáhnou infekčnosti. Do této kategorie patří například prasata, u kterých byly hlášeny jaterní léze. Druhou skupinou jsou druhy, které z různých důvodů nemohou přenést parazita na definitivního hostitele, například z důvodu, že nejsou ničí kořist. Tuto kategorii tvoří například druhy zvířat chované v zoologických zahradách nebo přírodních parcích, jejichž nákaza je obvykle zprostředkována cestou kontaminace potravin z prostředí. Jedná se například o primáty nebo vačnatce (Deplazes & Eckert 2001; Peters et al. 2010; Romig et al. 2017).

### 3.4 Echinokokóza u zvířat

Echinokokóza je parazitární infekce způsobená tasemnicemi rodu *Echinococcus*. Vylučovaná vajíčka mohou být v prostředí náhodně pozřena nejen mezihostitelem, ale i aberantními hostiteli, kteří nehrají žádnou roli ve vývoji tasemnice. Aberantními (tedy náhodnými) hostiteli mohou být ve vzácných případech i definitivní hostitelé – například právě psy. Zatímco infekce u definitivních hostitelů nezpůsobuje žádné problémy (maximálně lokální imunitní reakci), u mezihostitelů nebo aberantních hostitelů dochází k invazi orgánů larvami, což způsobuje těžké až smrtelné onemocnění – echinokokózu (Eckert & Deplazes 2004).

### 3.4.1 Infekce *Echinococcus multilocularis* u psů domácích

Pes domácí se na životním cyklu *E. multilocularis* může podílet dvěma způsoby. Může být definitivním hostitelem, kdy nejčastěji uloví napadeného drobného hlodavce a následně vylučuje vajíčka do prostředí, která jsou infekční a může se jimi infikovat mezihostitel. Druhou možností je pes jako mezihostitel, kdy se nakazí infekčními vajíčky nejčastěji z liščích výkalů. V tomto případě se na cyklu už dále nepodílí, infekční vajíčka do prostředí nevylučuje, pouze se u něj vyvíjí cysty v orgánech – nejčastěji jaterní léze. Tento stav lze nazvat jako psí alveolární echinokokóza (AE), která má často fatální konec. Kromě konzumace vajíček z výkalů z prostředí k tomuto stavu může pravděpodobně docházet i samonákazou, případně obojím (Peregrine 2015; Corsini et al. 2015; Romig et al. 2017).

Vlivem urbanizace dochází ke společnému výskytu volně žijících i domácích psovitých šelem mezi lidmi v městském a příměstských oblastech (Deplazes et al. 2004). To umožňuje udržování životního cyklu *E. multilocularis* u domácích psů, kteří ve srovnání s divokými definitivními hostiteli mají vysokou populační hustotu (Liccioli et al. 2015). Ve venkovském prostředí se volně pobíhající domácí psi stávají klíčovými definitivními hostiteli (Budke et al. 2005; Wang et al. 2010).

Účinná a adekvátní diagnostika je základem programů provádějící dozor, kontrolu a eliminaci infekce. Aby byly tyto programy účinné, jsou třeba znalosti o dostupném testování infekce, protože i přesné diagnostické testy mohou poskytovat falešně pozitivní nebo falešně negativní výsledky (Hartnack et al. 2013). K diagnostice infekce vyvolané *E. multilocularis* u psů lze použít několik metod. U psí alveolární echinokokózy, při níž jsou postižena játra, se primárně využívá ELISA k detekci protilátek v krvi a PCR k detekci DNA parazita ve vzorku tkáně z jaterní léze (Gottstein et al. 2001; Frey et al. 2017). Pokud se jedná o střevní infekci (přítomnost dospělých tasemnic ve střevech psa), nelze zde základní testování ELISA využít, protože protilátky v krvi a přítomnost dospělých stádií ve střevech spolu nemusí vůbec souviset (Deplazes & Eckert 1996). Na tuto situaci byly ale vyvinuty speciální koprologické testy ELISA, kdy se detekují koproantigeny přímo ve vzorcích výkalů psa (Deplazes et al. 1992). Výsledky z koprologických testů ELISA se potvrzují PCR, jehož citlivost závisí na zatížení hostitele tasemnicemi a opět se provádí přímo na vzorcích výkalů nebo na roztocích vajíček získaných sedimentací. Očistou lze také získat tasemnice přímo z tenkého střeva hostitele, kdy *E. multilocularis* lze identifikovat mikroskopicky (Budke et al. 2005). Za téměř dokonalý diagnostický postup se stoprocentní citlivostí lze považovat pouze pitvu psů následovanou technikou sedimentace a počítání, z etických důvodů však tuto metodu nelze využít při rutinním sledování psů, protože by zahrnovala usmrcení většího počtu psů, dokonce i v menším měřítku by takové usmrcení nebylo považováno za možné, avšak lze tento postup využít na uhynulých psech (Hartnack et al. 2013).

V aktuální době chybí dostatek studií, které by se zabývaly alveolární echinokokózou u psů, což je způsobeno zaměřením se spíše na zdraví lidí než na zdraví zvířat. Většina vědeckých článků poukazuje pouze na infekci *E. multilocularis* u volně žijících psovitých šelem nebo u lidí, kdy se zaměřují na oblasti s vysokým výskytem alveolární echinokokózy u lidí. V mnoha člancích se také zaměřují výhradně na venkovské psy, psi ve městech jsou často opomíjeni, i když hrají vzhledem k urbanizaci velkou roli v přenosu zoonóz (Toews et al. 2021).

Ve studii Toews et al. (2021) se snažili na tyto nedostatky poukázat a poskytli globální hodnocení infekce *E. multilocularis* u domácích psů. Zaprvé řeší to, že studie střevní infekce *E. multilocularis* u domácích psů byly provedeny jen v několika málo oblastech, kde je známo rozšíření parazita nebo alveolární echinokokózy u lidí, což neodráží reálné rozšíření *E. multilocularis* u psů ve světě (Torgerson et al. 2010). Toews et al. (2021) z toho usuzují, že neexistují téměř žádné obavy z infekce *E. multilocularis* u psů, a to i s předpokladem, že u nich může vyskytovat psí alveolární echinokokóza. Zadruhé upozorňují na studie pojednávající o infekci venkovských a městských psů. Studie pojednávající o střevní infekci u venkovských psů jsou častější, protože se AE vyskytuje více u lidí z venkova (Budke et al. 2005; Torgerson et al. 2010; Nagy et al. 2011). Dle Knapp et al. (2018) je ale v městských oblastech vyšší hustota výkalů s infekčními vajíčky ve srovnání s venkovem. Toews et al. (2021) proto poukazují na to, že by se výzkumy měly zaměřit i na oblasti s vyšší hustotou obyvatelstva, kde dochází ke kontaminaci městské zeleně výkaly, přičemž tato místa navštěvují lidé i psi, a proto jim hrozí vyšší riziko přenosu *E. multilocularis*.

V neposlední řadě Toews et al. (2021) zmiňují zkreslené výsledky některých odborných článků. Mnoho experimentů bylo prováděno v krátkém časovém období a odběr vzorků se prováděl nejčastěji na jaře, kdy je vyšší míra predace drobných savců, jakožto mezipositelů *E. multilocularis*. Pro správný odhad prevalence tohoto parazita je nutné provádět výzkum několik let ve všech ročních obdobích.

Ve starší studii Torgerson a Craig (2009) posuzovali riziko zavlečení *E. multilocularis* do Velké Británie (země prostá *E. multilocularis*) psem domácím, který bude cestovat do endemických oblastí v Evropě. V mnoha částech Evropy je parazit vysoce endemický – klíčovými oblastmi v té době bylo Německo, Francie a Švýcarsko (Kern et al. 2003). Vzhledem k situaci, kdy Velká Británie, Irsko, Švédsko a Malta neměly potvrzený výskyt *E. multilocularis*, byl zaveden systém PETS (Pet Travel Scheme), který zajišťoval ošetření praziquantem u všech domácích koček a psů před vstupem do těchto států. Praziquantel je vysoce účinný přípravek při odstraňování střevních infekcí způsobených tasemnicemi (nejčastěji druhy *Echinococcus*, *Taenia* a *Dipylidium*). Povinné kromě toho bylo očkování proti vzteklině a ošetření proti klíšťatům (Torgerson & Craig 2009).

Bylo posouzeno riziko s cílem zjistit pravděpodobnost, že se pes z endemické země vrátí infikovaný druhem *E. multilocularis* a zavleče parazita do jiné země v případě, že by byl zmírněn (nebo zrušen) požadavek na ošetření praziquantem. Z analýzy vyplynulo, že je až 98% pravděpodobnost, že se 1 z 10 000 psů cestujících na krátkou dobu do Německa nakazí a vrátí se do Velké Británie nakažený. Pokud by se jednalo o dlouhodobější pobyt, pravděpodobnost by se zvýšila na 99%. Z toho je patrné, že by bylo zavlečení *E. multilocularis* do jiné země téměř nevyhnutelné (Torgerson & Craig 2009).

Počet dovážených psů každoročně stoupá a vzhledem k velkému množství psů a faktu, že značná část z nich strávila určitou dobu (ať už kratší nebo delší) v endemických oblastech Evropy, podporovala studie Torgersona a Craiga (2009) pravidelné ošetřování praziquantem, aby nedošlo k zavlečení parazita. Každý pes přicházející do neendemických oblastí s infekcí *E. multilocularis* by mohl způsobit vážné problémy. Je tu přímé nebezpečí pro majitele psa – vlastnictví psa je jedním z rizikových faktorů nákazy a vzniku alveolární echinokokózy u člověka. To je pravděpodobně způsobeno úzkým kontaktem majitele a jeho psa (hlazení, sdílení domácnosti, spaní psa s majitelem v posteli). Větší obavy pak vzbuzuje možnost

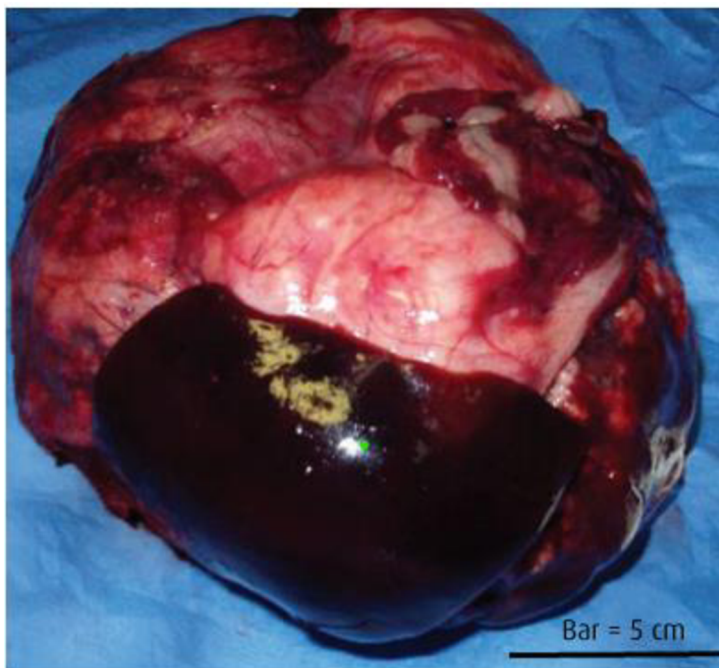
zavlečení *E. multilocularis* do populace volně žijících zvířat v neendemických oblastech, například ve Velké Británii, kdy mohou infikovaní psi kontaminovat výkaly oblast, kde se vyskytují vhodní hostitelé. Ve Velké Británii existuje řada vhodných mezihostitelů, např. norník rudý (*Myodes glareolus*), který je rozšířený na většině území (Harris et al. 1995) a mohl by být rizikem pro přenos na lišku obecnou (hlavní definitivní hostitel). Nejběžnějším savcem ve Velké Británii je však hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), jehož populace čítá 75 milionů jedinců (Harris et al. 1995), který v některých endemických oblastech, například ve Francii, je klíčovým mezihostitelem a představuje značnou část potravy lišek (Guislain et al. 2008). Jelikož lišky ve Velké Británii nebyly dříve vystaveny infekci, byly by velmi vnímavé a citlivé na infekci druhem *E. multilocularis* a cyklus by se u nich rychleji rozvinul. Toto tvrzení potvrzuje situace, kdy bylo přerušeno kladení anthelmintických návnad v přírodě a parazit se v populaci lišek rychle obnovil (Hegglin & Deplazes 2008). Důsledkem by byla infikovanost až 40 % lišek ve Velké Británii, včetně vysoké míry infekce u lišek, které obývají okolí městských oblastí. Ve Švýcarsku se počet případů alveolární echinokokózy u lidí souběžně zvyšuje s rostoucí populací lišek, kolem roku 2008 bylo zaznamenáno 20 až 30 případů za rok (Schweiger et al. 2007). Kdyby bylo dosaženo průměrně stejného výskytu lišek i ve Spojeném království, mohl by se očekávat podobný výskyt alveolární echinokokózy i v britské populaci, ale je nutné brát v úvahu i desetkrát větší populaci ve Velké Británii než ve Švýcarsku. Například v severním Japonsku (ostrov Reuben), kde se dříve nevyskytovala infekce *E. multilocularis*, byly první případy alveolární echinokokózy u lidí diagnostikovány během 12 let od dovozu 24 lišek z Ruska (Torgerson & Craig 2009).

Torgerson a Craig (2009) zdůrazňují důležitost ošetření všech psů (a koček) praziquantelem jako preventivní opatření před zavlečením *E. multilocularis* do zemí prostých tohoto parazita a před zničujícími důsledky této infekce.

Mužik et al. (2015) popsali první případ alveolární echinokokózy u psa domácího v České republice. Jednalo se o 4,5 let starou fenu zlatého retrívra, u které se objevily příznaky nechutenství, zvracení a zvětšení břišní dutiny. Při biochemickém vyšetření byly odhaleny zvýšené jaterní transaminázy. Sonograficky byla odhalena cysta v oblasti epigastria, která byla v těsném kontaktu s jaterní tkání. Doporučen byl chirurgický zákrok, při kterém byl zjištěna velká cysta o velikosti v průměru 20 cm vycházející z levého laloku jater. Obsah cysty byl vodnatý a nažloutlý. Útvar byl z dutiny břišní odstraněn a předán na histopatologické vyšetření, které cystu diagnostikovalo jako alveokok (cysty rodu *Echinococcus*). Metodou ELISA a PCR bylo následně potvrzeno larvální stádium *Echinococcus multilocularis*. Fena nikdy nebyla v kontaktu s hospodářskými zvířaty, ani nebyla lovecky využívána, odčervení probíhalo pravidelně. S majiteli ale chodí na pole a louky, kde mohlo k nákaze dojít.

Echinokokóza u psů, jak už bylo výše zmíněno, nastává buď v důsledku pozření velkého množství infekčních vajíček v prostředí, nebo autoinfekcí, která je spjata s přítomností dospělých tasemnic v tenkém střevě (Corsini et al. 2015). V mnoha důležitých zdrojích, které popisují životní cyklus a onemocnění druhem *E. multilocularis* chybí zmínka o tom, že mnohé případy alveolární echinokokózy byly od 80. let minulého století zaznamenány i u psů, přičemž tyto případy byly hlášeny v Německu, Francii, Švýcarsku, Belgii a Kanadě (Peregrine 2015). V mnoha případech se jedná o rozsáhlé postižení jater (viz Obrázek 5), ve veterinární medicíně jsou zprávy o extrahepatální (mimojaterní) infekci vzácné. Přesto například Gendron et al. (2015) pojednávají o kazuistice týkající se mladého psa labradorského retrívra, u kterého byl

nalezen shluk lézí o průměru 7–17 cm v játrech a také 73 lézí o průměru 1–2 cm ve všech plicních lalocích. Geigy et al. (2013) publikovali první případ popisující infekci *E. multilocularis* spojenou s výskytem prostatických a paraprostatických cyst u 8letého labradorského retrievera. U obou infekcí se vyskytovaly příznaky letargie a náhlého úbytku hmotnosti psa. Corsini et al. (2015) se věnovali zpětné analýze 20 potvrzeným případům alveolární echinokokózy (AE) u psů v Evropě. Z jejich studie vyplynulo, že rozšíření cyst z jater do sousedních orgánů bylo prokázáno u 7 psů.



Obrázek 5: *Psí alveolární echinokokóza s postižením jater*  
(Peregrine 2015; foto: Brian Barnes)

Bylo prokázáno, že psi, kteří podstoupili léčbu s albendazolem nebo chirurgický zákrok, případně obojí, žili déle než psi bez jakéhokoliv veterinárního zásahu. Mezi těmito dvěma způsoby léčby ale nebyl zaznamenán významný rozdíl v době dožití, tedy neexistuje důkaz, že by operace s cílem odstranit cysty v orgánech následovaná léčbou albendazolem vedla k lepšímu výsledku ve srovnání s podáváním samotného albendazolu bez zákroku. I přesto se k chirurgickému zákroku přistupuje s cílem redukovat cysty v orgánech a zmírnit tak klinické příznaky (Corsini et al. 2015).

Veterinární lékaři mají k dispozici málo informací o optimálním přístupu k diagnostice a léčbě AE u psů. Strategie léčby a terapie u psů většinou vychází z těch, které se aplikují na lidskou echinokokózu. Většina psů, kterým je diagnostikována AE, podstupuje eutanazii navzdory celkově dobrému zdravotnímu stavu. Důvodem eutanazie je většinou pokročilé stádium nemoci, pozdní diagnóza zapříčiněná asymptomatickým průběhem, nízké povědomí



o nemoci nebo finanční nákladnost celé léčby AE u psů, kterou si majitelé psů většinou nemohou dovolit (Corsini et al. 2015).

Corsini et al. (2015) zároveň upozorňují na fakt, že cysty na játrech u psů mohou být zaměněny za jaterní neoplazii. Je tedy nutné provést histologické vyšetření, aby se AE vyloučila už v mladém věku psů. Absence takového vyšetření téměř jistě vede k diagnostikování AE u psů v pozdějším věku, zejména v endemických oblastech (Corsini et al. 2015).

### 3.4.2 Infekce *Echinococcus granulosus*

Psa domácího lze považovat za primárního definitivního hostitele *E. granulosus*. Parazit proniká hluboko mezi klky tenkého střeva definitivního hostitele, i přesto ale nedochází k žádné patogenitě ani viditelným příznakům, a to ani u zvířat s těžkou infekcí (Eckert et al. 2001b; Eckert & Deplazes 2004).

Střevní infekci u psů způsobenou *E. granulosus* je obtížné diagnostikovat. Lze detekovat vajíčka ve výkalech, ale nelze je pouhou mikroskopií odlišit od vajíček jiných druhů *Echinococcus* nebo rodu *Taenia*. Ve specializovaných laboratořích lze použít metodu ELISA pro detekci koproantigenů z výkalů. Metoda ELISA má vysokou specifitu a velkou výhodou je její rychlé využití, kdy jedna kvalifikovaná osoba může denně vyšetřit až 200 vzorků. PCR se pak používá jako sekundární test na potvrzení nebo naopak vyloučení infekce *E. granulosus* (Eckert & Deplazes 2004).

Infekce *E. granulosus* u mezihostitelů (ovce, kozy, skot) jsou většinou též asymptomatické, s výjimkou případů dlouhodobých a těžkých infekcí. Nejúčinnější diagnostikou je v tomto případě detekce cysty při prohlídce masa, nebo až při pitvě. Cystická echinokokóza u hospodářských zvířat má za následek značné ekonomické ztráty z důvodu snížení produkce masa, mléka, nemožnosti prodeje jater ke spotřebě lidmi a ztráty hodnoty rovna u ovcí. To znamená značný problém v méně vyspělých zemích světa, kde je ekonomika státu závislá právě na produkci hospodářských zvířat (Torgerson et al. 2001; Eckert & Deplazes 2004).

Boufana et al. (2015) ve svém výzkumu potvrdili výskyt *E. granulosus* u foxhoundů (psů využívaných při myslivecké činnosti) a u psů žijících na farmě ve Velké Británii. Z toho lze odvodit, že psi mají v těchto podmínkách přístup k vnitřnostem ovcí a skotu, ve kterých se nachází hydatidové cysty, které jsou zdrojem nákazy *E. granulosus*. Farmářští psi a foxhoundi mohou tedy hrát důležitou roli v přenosu těchto parazitů.

Laurimaa et al. (2015b) monitorovali infekci *Echinococcus* spp. mezi vzorky psích výkalů odebraných z městské oblasti v Estonsku v letech 2012–2013. Ze 181 analyzovaných vzorků bylo 2,2 % pozitivních na *E. granulosus*, přičemž žádný ze vzorků ale nebyl pozitivní na *E. multilocularis*. Zatímco *E. multilocularis* je často hlášen z městských oblastí v Evropě, studie Laurimaa et al. (2015b) poskytuje první záznam o výskytu *E. granulosus* u psů v městské oblasti za posledních 20 let.

### 3.5 Napadení volně žijících psovitých

Volně žijícím psovitým je v posledních letech věnována zvýšená pozornost jako potenciálnímu rezervoáru infekčních nemocí domácích zvířat a lidí (Kruse et al. 2004; Chomel et al. 2007). Byl vytvořen koncept zvaný „One Health“, který má za úkol spolupráci různých oborů vedoucí k dosažení optimálního zdraví pro lidi, zvířata a životní prostředí na globální, celostátní i lokální úrovni (American Veterinary Medical Association 2008). Dle Thompson (2013) se zdraví zvířat a životní prostředí navzájem dynamicky prolínají, proto je nezbytné je posuzovat jako celek. Řada faktorů má zároveň vliv na epidemiologii těchto nemocí, ať už se jedná o přírodní faktory (velikost a hustota populací volně žijících živočichů) nebo antropogenní faktory (rozšiřování a pronikání lidské populace do dříve neobydlených oblastí, zalesňování, zemědělské změny, přemísťování volně žijících zvířat a klimatické změny) (Kruse et al. 2004; Chomel et al. 2007).

V minulosti se oblasti výskytu *E. multilocularis* v Evropě omezovaly na regiony zahrnující Rakousko, Německo, Francii a Švýcarsko (Romig et al. 2006a). V 90. letech 20. století došlo k výraznému nárůstu počtu lišek v přírodě z důvodu zdařilé eradikace vztekliny díky perorální vakcinaci, což vedlo k rozšíření *E. multilocularis* do nových oblastí, a to jak na sever, tak i na jihovýchod (Vervaeke et al. 2006; Davidson et al. 2012). Zůstává ale nejasné, zda tyto oblasti představují stabilní endemické oblasti, které dříve nebyly zaznamenány kvůli nedostatečné studii oblastí a nepřesným diagnostickým nástrojům, nebo zda *E. multilocularis* skutečně rozšířil svůj areál (Carmena & Gardona 2014).

V Evropě se *E. multilocularis* přenáší sylvantickým (přírodním) cyklem, do kterého jsou primárně zapojeny lišky, sekundárně šakali, psíci mývalovití a vlci jako definitivní hostitelé a druhy hlodavců jako mezihostitelé. Zvýšený přenos je zaznamenán v oblastech s převahou travnatých ploch nebo zemědělsky pozměněných krajín, které podporují výskyt početných populací drobných hlodavců (Romig et al. 2006b). V souvislosti s nárůstem populací lišek byla zdokumentována expanze do městských oblastí – byla potvrzena přítomnost druhu *E. multilocularis* u lišek potulujících se v oblastech okolo Budapeště, Kodaně, Ženevy, Paříže, Curychu a Prahy (Hofer et al. 2000; Kapel & Saeed 2000; Martínek et al. 2001a; Fischer et al. 2005; Casulli et al. 2010; Combes et al. 2012; Carmena & Gardona 2014).

Ve srovnání s *E. multilocularis* je údajů o výskytu a rozšíření *E. granulosus* u volně žijících zvířat v Evropě málo. Vlk obecný je zatím zaznamenán jako jediný volně žijící masožravec, který byl identifikován jako definitivní hostitel *E. granulosus* (Carmena & Gardona 2014).

#### 3.5.1 Liška obecná (*Vulpes vulpes*)

Je důležité monitorovat hustotu a výskyt populací lišek obecných jako primárních definitivních hostitelů měchožila bublinatého (*E. multilocularis*) z hlediska dohledu nad výskytem a přenosem parazita tímto druhem. Celva et al. (2023) zjistili, že v oblasti, kde je rozšíření *E. multilocularis* známé, byla nižší hustota populací lišek ve srovnání s oblastí, kde výskyt této tasemnice nebyl zaznamenán. Tento výsledek naznačuje, že by mohl existovat nelineární vztah mezi populační hustotou lišek a prevalencí parazita, nebo je výskyt parazita ovlivněn řadou dalších faktorů. Důvodem může být i to, že lišky demograficky a prostorově

reagují na změnu prostředí související s množstvím potravy (Raoul et al. 2015). Například ve vysoce urbanizovaných oblastech vykazovaly liščí populace nižší prevalenci parazita ve srovnání s liškami vyskytujícími se ve venkovských oblastech. Způsobeno je to pravděpodobně tím, že se v urbanizovaných oblastech (městech) vyskytuje méně mezihostitelských populací a lišky jsou tak nucené vyhledávat antropogenní zdroje potravy, které nejsou zdrojem infekce *E. multilocularis* (Hegglin et al. 2007; Robardet et al. 2008). Studie Celva et al. (2023) a její výsledky ale nevyklučují hustotu populací lišek jako faktor ovlivňující perzistenci parazita, pouze zdůrazňují, že by se budoucí poznatky o epidemiologii *E. multilocularis* měly zaměřit i na jiné faktory než jen na definitivní hostitele, například na početnost a strukturu populací malých savců jakožto mezihostitelů.

Schneider et al. (2023) se zaměřili na rozšíření měchožila bublinatého (*E. multilocularis*) u lišek obecných na území Německa. Zkoumali celkem 240 lišek pocházejících ze 3 oblastí, z nichž 2 jsou známé výskytem alveolární echinokokózy (AE) u lidské populace. Lišky byly získány od myslivců a podrobeny pitvě a následnému parazitologickému vyšetření. V první oblasti, kde bylo zdokumentováno 9 případů AE u lidí, dosáhla prevalence *E. multilocularis* u lišek hodnoty 41,5 % (44 ze 106 infikovaných) a ve druhé oblasti s hlášenými 5 případy AE u lidí byla prevalence 41,3 % (31 ze 75 infikovaných). Naopak ve třetí oblasti, kde nebyl zaznamenán žádný výskyt AE u lidí, byla prevalence nejvyšší, a to sice 50,8 % (infekce u 30 z 59 lišek). Nebyla tedy nalezena korelace mezi přítomností *E. multilocularis* u lišek obecných jakožto hlavních definitivních hostitelů a výskytem AE u lidí, která se předpokládala. Výsledky ale mohou být zkresleny tím, že některé případy echinokokózy u lidí nebyly v oblastech hlášeny, případně ani diagnostikovány. Zároveň se dá předpokládat, že počet AE u lidí je způsoben i jinými faktory, než je intenzita přenosu parazita u lišek (Schneider et al. 2023).

V České republice se na výskyt *E. multilocularis* u lišek zaměřila studie Martínka et al. (2001a). Pro monitoring byla vybrána oblast Klatovska v Plzeňském kraji z toho důvodu, že zde byl v roce 1979 hlášen ojedinělý případ alveolární echinokokózy u člověka. V letech 1997–1999 byla zjištěna infekce *E. multilocularis* u 29 lišek z celkových 46 vyšetřovaných. Analyzováno bylo také 55 vzorků výkalů od psů domácích ve stejné oblasti, přičemž *E. multilocularis* byl zjištěn jen v jednom vzorku. Z těchto výsledků lze usoudit, že dříve popsáný případ lidské alveolární echinokokózy v ČR měla charakter autochtonní infekce, tedy infekce, která se na daném místě vyskytuje přirozeně. Výsledky studie Martínka et al. (2001a) navíc naznačují potenciální riziko infekce pro člověka a další zvířata.

### 3.5.2 Vlk obecný (*Canis lupus*)

Studie Umhang et al. (2023) se zabývala populacemi vlků na území Francie a výskytem parazitů v jejich trávicích traktu se zaměřením právě na rod *Echinococcus*. Francouzská populace vlků sčítá něco kolem 620 jedinců vyskytující se především v alpském pohoří a je v této zemi chráněným druhem (Drouet-Hoguet et al. 2020). U vlků lze předpokládat výskyt jistých druhů parazitů na základě jejich stravy, která se ze 76 % skládá z volně žijících kopytníků (srnci, jeleni, kamzíci, mufloni), 16 % tvoří domácí kopytníci (skot, kozy, ovce) a s nejmenším 8% zastoupením i menší savci (zajícovci, hlodavci, svišti) (Flüher 2011). I když se studie Umhang et al. (2023) zaměřila především na rod *Echinococcus*, poskytla mnoho

dalších údajů o výskytu parazitů u vlků, kterých do té doby bylo málo, přestože se u vlků může vyskytovat až 70 druhů parazitů. Infekce způsobené hlísticemi zahrnují přímé pozření larev ve stádiu L3 z prostředí, které je kontaminované výkaly definitivních hostitelů, kdy se ve výkalech nachází vajíčka. Naproti tomu infekce způsobené tasemnicemi jsou nejčastěji důsledkem predací nebo konzumací savčího hostitele (od malých hlodavců po velké býložravce) (Craig & Craig 2005).

Vyhodnocováno bylo 911 vzorků výkalů a 15 vzorků vlčích střev od uhynulých jedinců. Vzorky byly odebírány v období 8 let ve všech ročních obdobích, přičemž větší část vzorků byla odebrána během zimy a jara. Všechny tyto vzorky byly po odběru dekontaminovány hlubokým zmrazením na -80 °C po dobu 7 týdnů, aby se zabránilo zoonotickému nebezpečí (Umhang et al. 2023).

Celkem bylo ve vzorcích zjištěno 11 druhů parazitů, z toho 8 druhů tasemnic včetně přítomnosti druhu *E. granulosus sensu stricto* u 22 vzorků a *E. multilocularis* u 3 vzorků. Výskyt *E. granulosus* u vlků souvisí hlavně s útoky na stáda ovcí a následnou konzumací ovčích vnitřností, dle výsledků studie Umhang et al. (2023) ale vlk nehraje důležitou roli v udržování životního cyklu *E. granulosus*, protože se mezi 911 vzorky vyskytoval s nízkou frekvencí. Výskyt *E. multilocularis* poskytuje informaci o potenciálně větší predaci vlků zaměřenou na hlodavce, než se doposud předpokládalo.

Jarošová et al. (2020) se zabývali výskytem druhu *E. multilocularis* u vlků na území středního a východního Slovenska. Karpatská populace vlků se rozkládá na velkém území zahrnující oblasti Česka, Slovenska, Polska, Maďarska, Ukrajiny a Rumunska a čítá přibližně 3000 vlků, z toho odhadem 350–450 vlků se vyskytuje právě na Slovensku (Hindrikson et al. 2017; Findo & Skuban 2019). Tam se vlk vyskytuje až na 39 % území země. Populace vlků je ale výrazně menší než populace lišek, tudíž vlk obecný nikterak významně nepřispívá k udržení životního cyklu parazita v této oblasti. Ve studii Jarošové et al. (2020) byl testován vysoký počet vzorků výkalů (112) vzhledem k počtu vlků na Slovensku. Ze 112 vzorků se výskyt *E. multilocularis* potvrdil u 40 vzorků s celkovou prevalencí 35,7 %. V porovnání s první studií Martínek et al. (2001b) pojednávající o prvním nálezu parazita u vlků na Slovensku, kdy byla prevalence 9,7 %, studie Jarošové et al. (2020) potvrzuje zvýšení kontaminace životního prostředí druhem *E. multilocularis* od roku 2000.

### 3.5.3 Psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*)

Studie Schwarz et al. (2011) se zabývala prevalencí parazita mezi psíky mývalovitými a liškami obecnými v Braniborsku v Německu, kde je populační hustota obou druhů podobná. Výsledkem byla skoro stejná úroveň prevalence *E. multilocularis* jak u psíků, tak u lišek. Naopak studie Laurimaa et al. (2015a) z Estonska uváděla výsledky s nižší prevalencí parazita u psíků mývalovitých než u lišky obecné. Tyto rozdíly mohou být způsobeny sníženou aktivitou psíků mývalovitých během zimy, a tedy i menší vyhledávání drobných savců jako kořisti, což následně snižuje jejich podíl na životním cyklu v chladnějších oblastech (Kauhala et al. 2007). Globální oteplování a s tím související častější teplé zimy může ale prevalenci u psíků rapidně změnit (Laurimaa et al. 2015a). Psíci mývalovití zároveň mají tendenci vylučovat výkaly do latrín, což může snižovat jejich potenciál šířit vajíčka parazitů do prostředí hrabošů (Kauhala

& Salonen 2012). U psíků mývalovitých je prevalence *E. multilocularis* pravděpodobně omezena i nízkou populační hustotou a skutečností, že ve srovnání s liškami méně často požírají hlodavce, kteří pro ně nejsou hlavním zdrojem potravy (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012).

Pilarczyk et al. (2022) studovali prevalenci *E. multilocularis* a dalších střevních parazitů u psíků mývalovitých v Polsku. V letech 2018–2021 vyšetřili trávicí trakt 96 psíků a zjistili, že 10,42 % (10/96) testovaných psíků mývalovitých je infikováno *E. multilocularis*, což naznačuje, že vedle lišek jsou psíci dalším důležitým rezervoárem tohoto parazita a hrají sekundární roli v cyklu *E. multilocularis* v Evropě. Významný nárůst infekce *E. multilocularis* u psíků byl zaznamenán v Litvě, kdy v roce 2010 byla prevalence 5,1 % a v roce 2015 dosáhla až 15,8 % (Bagrade et al. 2016).

#### 3.5.4 Šakal obecný (*Canis aureus*)

V cyklu *E. multilocularis* se šakal obecný může vyskytovat jako definitivní hostitel. Studie Marinković et al. (2022) dokázala, že výjimečně může sloužit i jako aberantní hostitel a být nositelem nemoci přenášené *E. multilocularis* – alveolární echinokokózy. Toto tvrzení Marinković et al. (2022) dokládá na případu roční samice šakala obecného ve městě Jakovo v Srbsku. Při pitvě a makroskopickém vyšetření byl v dutině břišní nalezen velký kulovitý útvar podobný nádoru o průměru 20 cm a s drsným povrchem, spojen s játry (viz Obrázek 6). Na řezu byly viditelné mnohé cysty a dutiny vyplněné čirou, do oranžova až žluta zbarvenou tekutinou. Následné mikroskopické vyšetření potvrdilo výskyt protoskolexů v tekutině. S pomocí PCR metody se poté prokázal výskyt *E. multilocularis*.



Obrázek 6: Útvar podobný nádoru spojený s játry, odebrán z břišní dutiny šakala obecného (Marinković et al. 2022)

Na rozdíl od onemocnění alveolární echinokokózy u lidí, které je charakteristické pomalým průběhem bez zjevných příznaků, lze na základě případu Marinković et al. (2022), kdy byla v 1 roce života samice šakala nalezena 20 cm léze přepokládat, že u šakala obecného (nebo u psovitých šelem obecně) dochází k rychlejšímu vývoji onemocnění. Pravděpodobně k tomu dochází kvůli mnohem vyšším infekčním dávkám (Corsini et al. 2015).

Šakal obecný se vyskytuje na více než 50 % území Srbska a jeho populace se v posledních letech rozšiřují, což lze považovat za významný epizootologický faktor při šíření některých parazitárních onemocněních, jako právě například alveolární echinokokóza. Potrava šakala se skládá z mezihostitelů (hlodavci a drobní savci), taktéž z aberantních hostitelů (divoká prasata) i definitivních hostitelů (kočky, lišky) *E. multilocularis*. Z toho lze odvodit vyšší náchylnost k infekci *E. multilocularis* a výskyt vajíček *E. multilocularis* v přirozeném prostředí šakala (Ćirović et al. 2008; Lalošević et al. 2016).

Balog et al. (2021) provedli výzkum v jihozápadní části Maďarska, kde se nachází jedna z nejhustších populací šakala obecného. Vyšetřeno bylo celkem 173 vzorků střev od šakalů a byla zjišťována přítomnost parazitů rodu *Echinococcus*. Byl potvrzený výskyt *E. multilocularis* ve 27 vzorcích (prevalence 15,6 %), kdy průměrná intenzita infekce byla 664 tasemnic u jednoho šakala. Ve 3 vzorcích byl také nalezen *E. granulosus sensu lato*, studie ale bohužel neuvádí, o jaké konkrétní genotypy se jedná. Balog et al. (2021) se domnívají, že pokračující invaze šakala obecného po Evropě může rozšířit výskyt *E. multilocularis*. Tato situace by ovlivnila geografické rozšíření těchto parazitů a také jejich výskyt u různých druhů hostitelů včetně lidí. Na druhé straně mohou infikování šakalové přispívat k množství vyloučených vajíček rodu *Echinococcus* v dané oblasti, v důsledku čehož může dojít k vyšší kontaminaci prostředí a vyšší úrovni infekce u mezihostitelů (Burllet et al. 2011).

### 3.5.5 Kojot préríjní (*Canis latrans*)

Garrett et al. (2023) se zaměřili na výskyt *Echinococcus* spp. na východě USA z důvodu nových ohnisek parazita v některých městech. V letech 2019–2020 bylo v Pensylvánii odebráno 308 vzorků trávicího traktu (získané od lovců nebo ze zvířat zahynulých na silnici) od volně žijících psovitých šelem a mikroskopicky vyšetřeno na přítomnost dospělých tasemnic rodu *Echinococcus*. U žádné z 153 lišek se výskyt nepotvrdil, zjištěna byla infekce u 2 kojotů (z celkového počtu 155), kteří byli současně infikováni jak druhem *E. multilocularis*, tak i *E. canadensis*. Výsledek infekce rodu *Echinococcus* u 2 kojotů mohl být způsoben malým počtem zkoumaných vzorků v různých regionech, proto je třeba pokračovat ve studiích parazitů u volně žijících psovitých, zejména tedy kojotů v USA. Kojoti se živí jedinci z čeledi jelenovitých (Cervidae) a hlodavci – mohou proto být vystaveni oběma druhům rodu *Echinococcus*. Výskyt druhu *E. canadensis* může být u kojotů relativně malý a zároveň může být zaměněn vizuálně za druh *E. multilocularis*, pokud není provedeno molekulární potvrzení (Santa et al. 2018).

Kotwa et al. (2019) se kvůli obavám o zdraví lidí a zvířat pokusili odhadnout prevalenci infekce způsobené druhem *Echinococcus multilocularis* u volně žijících psovitých v jižním Ontariu v Kanadě. Do roku 2012 byla tato oblast považována za prostou těchto tasemnic, avšak od tohoto roku bylo zaznamenáno pár případů alveolární echinokokózy u psů

a lemuru. Během let 2015–2017 odebrali 460 vzorků od volně žijících šelem, z toho 416 vzorků pocházelo od kojotů. Z výsledků studie vyplynulo, že 24 % kojotích vzorků bylo pozitivních na přítomnost *E. multilocularis*, což lze považovat za značně překvapivé a znepokojující, vzhledem k tomu, že do roku 2012 bylo Ontario považováno za oblast prostou tohoto parazita. Odůvodnit to lze například tím, že kojoti mají větší domovské areály než lišky a tím pádem mohou urychlit šíření tasemnice v oblasti (Voigt et al. 1987). Zavlečení parazita do této oblasti ale stále není jasné – mohlo jednat o expanzi ze Severní Ameriky z Michiganu (známá endemická oblast), nebo k tomu mohl přispět dovoz psů z endemických oblastí, např. z Evropy (Kotwa et al. 2019).

### 3.6 Výkaly šelem jako zdroj onemocnění

Úspěšnost přenosu patogenů a původců zoonóz je založena na blízkých interakcích mezi volně žijícími zvířaty, domácími zvířaty a lidmi. V průběhu minulého století byla řada zoonóz kontrolována a jejich infekčnost omezena díky osvětě o dodržování hygienických pravidel a profylaxe (odčervení a očkování), avšak dodnes některé zoonózy přetrvávají (Bundy et al. 2013; D'Amelio et al. 2016). Důvodem je nárůst populace divokých i domácích zvířat a přiblížení se klíčových hostitelů parazitů k lidským sídlům. Volně žijící psovité šelmy (lišky, kojoty, psíky mývalovité) láká do měst nadbytek antropogenní potravy a tolerance obyvatelů vůči šelmám v těchto oblastech, což jim umožňuje se do měst přibližovat více než kdy jindy. Podmínkami ve městech (vysoká hustota obyvatel a zvířat na malém prostoru) a častými vzájemnými kontakty mezi nimi dochází k mnohem vyšší pravděpodobnosti přenosu parazitů (Harris 1981; Deplazes et al. 2004; Hegglin et al. 2015). Městská populace lišek může čítat až 50 jedinců / km<sup>2</sup>, počet psů se může pohybovat kolem 115 jedinců / km<sup>2</sup> (Baker et al. 2000; Hegglin & Deplazes 2013).

Městská krajina a její hustota osídlení mají vliv na početní stavy zvířat, zejména lišek (Hegglin et al. 2015) a zároveň psů a koček ve stejné oblasti (Deplazes et al. 2004). Z počtu zvířat ale nelze vyčíst informace o tom, kde a jakým způsobem se výkaly (tj. kontaminovaný „materiál“ s vajíčky) skutečně šíří. Ústředním bodem je vždy místo, kde byly výkaly s vajíčky vyloučeny. Je důležité brát v úvahu specifické chování, například potravní chování nebo značení hranic svého teritoria výkaly (typicky u vlků). Výkaly a jejich rozmístění v oblasti je zásadní pro pochopení přenosu infekce, pro odhad rizikových oblastí a pro navrhování preventivních opatření (Knapp et al. 2018). Existuje jen ale málo studií zkoumající tuto problematiku (viz však Robardet et al. 2011; Vaniscotte et al. 2011). Cílem studie Knapp et al. (2018) bylo proto popsat rozložení výkalů od potenciálních definitivních hostitelů v oblasti a prozkoumat přítomnost parazita *E. multilocularis* kolem různých lidských sídel (vesnice, města a městské parky) v okolí Paříže.

Knapp et al. (2018) odebírali koprologické vzorky v dříve endemických venkovských oblastech východní části Francie a v nově endemických oblastech měst v okolí Paříže s cílem prozkoumat rozšíření měchožila bublinatého (*E. multilocularis*). Bylo odebráno 2741 vzorků výkalů, které byly přesně identifikovatelné a lokalizované. Hustota liščích výkalů byla vyšší v okolních venkovských sídlech, s výjimkou jedné venkovské oblasti, kde byly ve větší míře výkaly v centru města během zimy. Liščí výkaly v městských parcích

byly přítomny, ale pouze vzácně. Výkaly psů se nejvíc koncentrovaly u vstupů do městských parků a v centrech měst. DNA byla diagnostikována pomocí PCR metody ze 1530 vzorků od různých hostitelských šelem. V okolí Paříže se ve vzorcích nepodařilo *E. multilocularis* naleznout, parazit byl ale nalezen u lišek, psů a koček na venkově a jejich okolí v dříve endemických oblastech.

Pochopení podílu různých druhů definitivních hostitelů na kontaminaci prostředí výkaly je jednou z klíčových věcí pro zhodnocení rizika přenosu infekce. Při zvažování rizika na to lze nahlížet u každého druhu jako na kombinaci hustoty a celkového počtu výkalů, rozložení výkalů v prostoru, prevalence přítomných parazitů ve výkalech a množství produkovaného infekčního materiálu. Studie Knapp et al. (2018) je první studií, která zkoumala hustotu a distribuční vzorce výkalů tří hlavních hostitelů *E. multilocularis* v západní Evropě. Poskytují důkazy o globálně vyšší hustotě psích výkalů a o jejich dominanci v městském prostředí ve srovnání s ostatními definitivními hostiteli, o vyšší hustotě liščíh (a kočičích) výkalů ve venkovském prostředí a o výrazné odlišnosti v prostorovém rozložení výkalů v městech a na venkově.

Heggin a Deplazes (2013) ve své studii odhadovali podíl psů, lišek a koček na kontaminaci prostředí ve venkovském prostředí a ve městech s vysokou i nízkou endemičností na základě hustoty infikovaných zvířat. Došli k závěru, že lišky jsou zodpovědné za 81–96 %, psi za 4–15 % kontaminace prostředí ve městech a na venkově (kočky se na tom podílejí pouze okrajově). Z těchto zjištění vyplývá, že lišky stále hrají klíčovou roli jako definitivní hostitelé z pohledu kontaminace prostředí, především díky prevalenci *E. multilocularis* ve výkalech.

Tunisko lze považovat za vysoce endemickou oblast lidské echinokokózy. Jelikož se infekce přenáší prostřednictvím vajíček *E. granulosus*, která pochází z výkalů definitivních hostitelů (zejména psů), Chaâbane-Banaoues et al. (2015) ve své studii hodnotili míru kontaminace psích výkalů vajíčky *E. granulosus* v různých oblastech v Tunisku a její souvislost s výskytem případu lidské echinokokózy. Vzorky psích výkalů byly odebírány z půdy a vajíčka byla identifikována pomocí mikroskopických a molekulárních nástrojů. Index kontaminace psích výkalů vajíčky *E. granulosus* se pohyboval v rozmezí od 8,3 % do 41,3 %. Bylo zjištěno, že míra kontaminace výkalů psů vajíčky a výskyt infekce u lidí spolu nesouvisí. Vysoký index kontaminace psích výkalů v životním prostředí nemusí nutně odpovídat vysoké prevalenci u lidí, protože je přenos infekce spojen hlavně s lidským chováním a hygienou (Chaâbane-Banaoues et al. 2015).

### 3.7 Ostatní helmintózy

Blízký vztah lidí a zvířat, jinak také jako vazba mezi člověkem a zvířetem, přináší řadu výhod jako je socializace, dobrý fyzický stav a psychická pohoda (Paul et al. 2010). Psi a kočky v domácím prostředí mohou hrát důležitou roli při přenosu helmintů způsobujících zoonózy, jako echinokokóza nebo toxokaróza (Deplazes et al. 2011). Především důsledkem lidské činnosti řada psích a kočičích parazitů rozšířila svůj výskyt v Evropě. Psi jsou z důvodu obchodování a aktivit na ochranu zvířat stále častěji přesouváni z jižní a východní oblasti Evropy do střední Evropy. Exotičtí psi parazité, jako *Leishmania infantum*, *Hepatozoon canis* a *Dirofilaria* spp. jsou nyní často diagnostikováni ve střední Evropě u zvířat dovezených



zejména z oblasti Středomoří. K šíření všech těchto parazitů přispěly politické, sociální a ekonomické změny ve státech bývalého sovětského bloku a omezení hraničních kontrol v rámci Evropské unie. Také nastaly změny ekologické, jako rostoucí populace lišek a taktéž do většiny oblastí Evropy pronikl psík mývalovitý, invazivní masožravec, který je vysoce vnímavý k většině psích helmintóz a představuje důležitý rezervoár parazitů. K trvalému ohrožení parazity vůči domácím psům a kočkám přispívají také toulavé kočky po celé Evropě a toulaví psi zejména v části jižní Evropy. Pro plánování a provádění účinných preventivních opatření je nutné dokonale porozumět biologii a epidemiologii parazitů včetně přenosu na člověka. Velký význam má neustálé vzdělávání veterinárních lékařů a informování majitelů domácích zvířat o rizicích a následných doporučeních (Deplazes et al. 2011).

*Toxocara canis* je škrkavka psů, jejíž hlášený výskyt infekce v západní Evropě se pohybuje od 3,5 % do 34 % u psů z různých prostředí (domácí psi, psi z útulků, toulaví a venkovští psi) (Deplazes et al. 2011). Zátěž tasemnicemi je nejvyšší u štěňat a mladých psů do 6 měsíců. Infekce škrkavkami je přítomná i u dospělých psů, kdy se vyskytuje téměř bez jakýchkoliv klinických příznaků, proto by epidemiologický význam dospělých jedinců neměl být podceňován (Sager et al. 2006; Martínez-Moreno et al. 2007; Roddie et al. 2008). Toxokaróza je přenosná i na člověka. Člověk je náhodným hostitelem, u kterého se larvy nevyvinou, ale migrují a přežívají delší dobu. Může být infikován náhodným pozřením infekčním vajíček *Toxocara* z půdy, prostřednictvím nemytých rukou nebo syrové nemyté zeleniny (Glickman & Shofer 1987). Někteří se mohou infikovat pozřením larev z nedostatečně tepelně upraveného masa (orgánů nebo svalové tkáně) kuřat, skotu nebo ovcí (Stürchler et al. 1990; Taira et al. 2004).

V momentě, kdy jsou vajíčka rodu *Toxocara* vylučována psy nejsou infekční. Teprve až v prostředí dochází ke zrání vajíčka během období 3–6 týdnů (v ojedinělých případech několika měsíců) do infekčního stádia. Na zrání závisí především typ půdy a podmínky prostředí, jako je teplota nebo vlhkost vzduchu. V infekčním stádiu, za optimálních podmínek, dokážou v prostředí přežít až jeden rok (Deplazes et al. 2011). Studie z několika oblastí světa prokázaly 10–30% míru kontaminace půdy vajíčky *Toxocara* na různých místech ve městě, například na dětských pískovištích, parcích, hřištích, plázech u vodních ploch a dalších místech (Mizgajski-Wiktor & Uga 2006). Nejběžnější znečištění vajíčky *T. canis* bylo ve veřejných parcích (Jansen et al. 1993).

Několik studií (např. Wolfe & Wright 2003; Roddie et al. 2008) dokázalo, že srst psů je zdrojem vajíček *Toxocara*, která jsou velmi přilnavá a lze je těžce odstranit ze srsti psa. Nicméně přímý kontakt se srstí psů se nepovažuje za hlavní riziko infekce, protože vajíčka dozrávají až během několika týdnů, bylo by nutné pozřít několik gramů chlupů z kontaminované srsti, aby opravdu došlo k nákaze (Keegan & Holland 2010).

### 3.8 Prevence

Světová zdravotnická organizace uvádí onemocnění způsobené rodem *Echinococcus* (alveolární a cystická echinokokóza) do kategorie onemocnění přenášené potravinami (WHO 2014). Existuje ale jen málo důkazů o tom, že by potraviny samy o sobě byly hlavní cestou nákazy člověka druhem *E. multilocularis* (Toews et al. 2021). Může k tomu dojít cestou kontaminace např. lesních plodů nebo zeleniny infekčními vajíčky (Eckert et al. 2001a). V České republice je druh *E. multilocularis* nazýván dokonce jako „borůvková tasemnice“.

Psi jako definitivní hostitelé mohou přispívat k přenosu *E. multilocularis* na člověka buď přímo (hlazením psa nebo při jeho manipulaci), nebo nepřímo (dochází ke kontaminaci domácího prostředí psími výkaly) (Deplazes et al. 2004; Umhang et al. 2014). Vlastnictví psa lze tedy považovat za hlavní rizikový faktor pro onemocnění AE u člověka (Kern et al. 2004; Torgerson et al. 2020). Primární prevence AE spočívá v odčervení domácích psů, aby se zabránilo kontaminaci prostředí vajíčky *E. multilocularis*.

Úspěšnou prevencí může být kontrola toulavých psů, registrace všech vlastněných domácích psů a pravidelné ošetření všech psů praziquantelem (jednou za 6–8 týdnů). Tyto metody můžou být doplněny osvětou v rámci veřejného zdraví, lepší kontrolou kvality masa, dodržování řádné porážkové hygieny a další (Eckert & Deplazes 2004).

V ideálním případě by všechna hospodářská zvířata, která jsou potenciálními mezihostiteli *E. granulosus*, měla být při porážce zkontrolována. Ve většině zemích Evropy je kontrola ošetřena zákony, kdy jsou všechna zvířata na porážce pod veterinární kontrolou. Zásadní problém v tomto ohledu představují méně vyspělé země (které jsou zároveň vysoce endemickými oblastmi), kde dochází k domácím porážkám bez veterinární kontroly. Zároveň zde chybí jakékoliv vzdělávání chovatelů dobytka v tomto ohledu. V takových oblastech mají zejména pastevečtí psi přístup k vnitřnostem, které s vysokou pravděpodobností obsahují cysty a tím představují velké riziko pro psy (Craig et al. 2017). Jako preventivní opatření je vhodné využít tepelnou úpravu vnitřností před zkrmením psům. Li et al. (2014) uvádí, že minimální doba varu nutná k usmrcení larválních zárodků je 30 minut.

V Austrálii a na Novém Zélandu byly už v 90. letech minulého století vyvinuty vakcíny, které chrání ovce a skot proti infekčním metacestodám. Následné studie s ovceci prokázaly vysoký stupeň ochrany po vakcinaci a snížený počet cyst u očkovaných zvířat až o 90–100 %. Vyšší stupeň ochrany (kolem 80 %) trvá po dobu 6 měsíců. Pokud se ovce očkuje ještě před narozením jehněte, přenáší na svá jehňata vysoké hladiny protilátek proti infekci *E. granulosus* (Heath & Lightowers 1997; Heath et al. 2003).

Podle pokynů Světové zdravotnické organizace (WHO) je nutné dodržovat základní bezpečnostní opatření. Mezi opatření patří bezpečná manipulace se zvířaty, která jsou infikována přímo jedinci *Echinococcus* spp. nebo jejich vajíčky, která zahrnuje použití ochranných pomůcek (jednorázový oblek, gumové rukavice, brýle, maska na obličej, holínky). Dekontaminace jatečně upravených těl, vnitřností nebo vzorků výkalů probíhá zmrazením při teplotě -70 až -80 °C po dobu 48–96 hodin. Vajíčka rodu *Echinococcus* lze usmrtit při teplotě 60 až 80 °C do 5 minut, při teplotě 100 °C a více je lze usmrtit okamžitě, naopak jsou vysoce odolná vůči mrazu, tudíž není možné je zničit například v domácích mrazničkách, kde teplota dosahuje jen maximálně -20 °C (Eckert et al. 2001a).

Pokud jsou psi infikováni *Echinococcus* spp., měla by se provést důkladná dekontaminace a dezinfekce prostředí, kde se pes nacházel. Neexistuje jednotný správný postup, avšak každá snaha může snížit riziko infekce. Zdali je to možné, mělo by jakékoliv ošetření psa probíhat v místnosti s betonovou podlahou, kterou lze snadno čistit a dezinfikovat. Po ošetření by měl být pes vykoupán v teplé vodě za použití šamponu, aby se odstranila vajíčka ze srsti psů (Eckert et al. 2001a).

Osoby, které byly v kontaktu s infikovanými hostiteli nebo kontaminovanými materiály či dokonce požířely kontaminovanou potravinu, by měly podstoupit sérologický screening na protilátky, a to sice ve 4. týdnu, v 6. měsíci, v 12. měsíci a ve 24. měsíci po kontaktu. Osoby, které jsou opakovaně vystavovány infekci (personál v laboratořích, terénní pracovníci) by se měly nechat vyšetřit minimálně 2x ročně (Eckert et al. 2001a).

Vajíčka rodu *Echinococcus* jsou velmi odolná vůči nepříznivým podmínkám prostředí a zůstávají infekční i několik let. Nejdůležitějším nástrojem prevence v tomto ohledu je zabránění kontaminace životního prostředí. Toho lze dosáhnout opatřeními jako je odstranění zjevných infekcí u psů, prevence defekace domácích psů ve veřejném prostředí, hygiena a vzdělávání veřejnosti (Glickman & Shofer 1987). Snížení kontaminace prostředí můžeme dosáhnout omezením volně se toulajících psů, úklid psích výkalů při venčení psů, zamezení přístupu psů na veřejná místa (dětská pískoviště, hřiště) a použitím anthelmintického ošetření s důrazem na štěňata a kojící feny (Deplazes et al. 2011).

Kontrola u volně žijících zvířat je obtížná, používají se různé metody s různým stupněm úspěšnosti (Hegglin & Deplazes 2013). Úspěšnou metodou je například použití návnad s obsahem praziquantelu umístěných v prostředí s cílem odčervit definitivní hostitele (zejména lišky). Hegglin et al. (2003) zkoumali efektivitu kontrolovaného kladení anthelmintických návnad pro lišky s cílem snížit kontaminaci vajíčky *E. multilocularis* v městských oblastech v Curychu ve Švýcarsku. V období cca jednoho roku každý měsíc umísťovali 50 návnad s obsahem praziquantelu do šesti oblastí s rozlohou 1 km<sup>2</sup> a do jedné oblasti o rozloze 6 km<sup>2</sup>. Výsledky ukázaly, že v místech kladení návnad došlo k výraznému snížení počtu pozitivních vzorků výkalů lišek na *E. multilocularis*. V oblastech o 1 km<sup>2</sup> se podíl pozitivních vzorků snížil ze 38,6 % na 5,5 % a v oblasti s rozlohou 6 km<sup>2</sup> se podíl snížil z 66,7 % na 1,8 %. Nicméně na konci výzkumu byly v těchto oblastech stále přítomny výkaly s vajíčky a infikováni hostitelé, což naznačuje, že i přes návnady nebyl životní cyklus parazita přerušen (Hegglin et al. 2003). Tato metoda je ale finančně nákladná a časově náročná, odčervení není celoživotní a návnady je nutné rozmísťovat v období několika měsíců, aby se projevil účinek (Hegglin & Deplazes 2013).

## 4 Závěr

- Nárůst populace lišek v posledních letech má za následek rozšíření měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) do dalších oblastí. S tím souvisí i expanze lišek a dalších volně žijících psovitých šelem do městských oblastí, tedy jejich přibližování se k lidským osídlením. Lidé jsou tímto bezprostředně ohroženi nákazou tasemnicemi rodu *Echinococcus*. I přes relativně vysokou prevalenci *E. multilocularis* u volně žijících psovitých šelem ale stále nákaza člověka zůstává spíše ojedinělou událostí.
- Zoonotické riziko představují především psi domácí, kteří mohou být hostitelem v cyklu *E. multilocularis* a tím představovat nebezpečí vzhledem k jejich blízkosti k lidem. Psi jako definitivní hostitelé mohou vylučovat vajíčka, kterými zamořují okolí, ve kterém žijí. Vajíčka se stávají po pozření mezihostitelem nebo náhodným hostitelem (člověkem) infekční a způsobují onemocnění zvané echinokokóza, které je ve většině případů asymptomatické a tím často smrtelné. Lepká vajíčka v okolí mohou ulpívat na srsti psů a dalších psovitých, která se pak stává přímým zdrojem přenosu infekce.
- Zásadní problém v diagnostice představuje neschopnost morfologicky odlišit vajíčka rodu *Echinococcus* od vajíček rodu *Taenia*. Larvální stádium v mezihostiteli, odborně metacestoda, ale u rodu *Echinococcus* vykazuje nízký stupeň hostitelské specifity a má mnohem větší reprodukční potenciál u rodu *Taenia*.
- Vzhledem k nebezpečnosti infekce tasemnic rodu *Echinococcus* je v praxi nutné dodržovat některá pravidla pro snížení rizika nákazy. Z důvodu možné kontaminace prostředí prostřednictvím vajíček je vždy nutné důkladně umýt ovoce, zeleninu a předměty, které z venkovního prostředí pocházejí. Velké riziko představují například lesní plody, které mohou být ve volné přírodě kontaminovány například výkaly lišek – od toho je odvozený i lidová název „borůvková tasemnice“ pro *E. multilocularis*. Dalším zásadním pravidlem je dodržování osobní hygieny, tedy mytí rukou po manipulaci se zvířaty a po manipulaci s ostatními věcmi v prostředí. V neposlední řadě je nutné odklízet výkaly psoch domácích, kteří mohou být infikováni, a tedy vylučovat prostřednictvím výkalů vajíčka a tím kontaminovat okolí.
- Mezi rizikové skupiny nákazy patří lidé vykonávající myslivost, lidé vykonávající hospodářské práce v lese, pastevečtí a lovečtí psi a také všichni ti, co podceňují dodržování zásad osobní hygieny. U psů by se mělo provádět odčervení minimálně 2x do roka, doplněné případným preventivním vyšetřením výkalů v laboratoři.

## 5 Literatura

- American Veterinary Medical Association. 2008. One health: a new professional imperative. One Health Initiative Task Force: Final Report **15**.
- Ammann RW, Eckert J. Cestodes:Echinococcus. 1996. Gastroenterology Clinics of North America **25**:655-689.
- Arnold J, Humer A, Heltai M, Murariu D, Spasov N, Hacklander K. 2012. Current status and distribution of golden jackals *Canis aureus* in Europe. Mammal Review **42**:1-11.
- Bagrade G, Deksne G, Ozoliņa Z, Howlett SJ, Interisano M, Casulli A, Pozio E. 2016. Echinococcus multilocularis in foxes and raccoon dogs: an increasing concern for Baltic countries. Parasites & Vectors **9**:1-9.
- Bagrade G, Kirjušina M, Vismanis K, Ozoliņš J. 2009. Helminth parasites of the wolf *Canis lupus* from Latvia. Journal of helminthology **83**:63-68.
- Baker PJ, Funk SM, Harris S, White PC. 2000. Flexible spatial organization of urban foxes, *Vulpes vulpes*, before and during an outbreak of sarcoptic mange. Animal Behaviour **59**:127-146.
- Balog T, Nagy G, Halász T, Csányi E, Zomborszky Z, Csivincsik Á. 2021. The occurrence of Echinococcus spp. in golden jackal (*Canis aureus*) in southwestern Hungary: Should we need to rethink its expansion?. Parasitology International 80 (e102214) DOI: 10.1016/j.parint.2020.102214.
- Bartholomot B, Vuitton DA, Harraga S, Shi DZ, Giraudoux P, Barnish G, Wang YH, Macpherson CNL, Craig PS. 2002. Combined ultrasound and serologic screening for hepatic alveolar echinococcosis in central China. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene **66**:23-29.
- Battelli G. 2009. Echinococcosis: costs, losses and social consequences of neglected zoonosis. Veterinary research communications **33**:47-52.
- Berger KM, Conner MM. 2008. Recolonizing wolves and mesopredator suppression of coyotes: impacts on pronghorn population dynamics. Ecological applications **18**:599-612.
- Bhutani N, Kajal P. 2018. Hepatic echinococcosis: a review. Annals of Medicine and Surgery **36**:99-105.
- Bino G, Dolev A, Yosha D, Guter A, King R, Saltz D, Kark S. 2010. Abrupt spatial and numerical responses of overabundant foxes to a reduction in anthropogenic resources. Journal of Applied Ecology **47**:1262-1271.
- Boufana B, Lett WS, Lahmar S, Buishi I, Bodell AJ, Varcasia A, Casulli A, Beeching NJ, Campbell F, Terlizzo M, McManus DP, Craig PS. 2015. Echinococcus equinus and Echinococcus granulosus sensu stricto from the United Kingdom: genetic diversity and haplotypic variation. International Journal for Parasitology **45**:161-166.
- Brunetti E, Kern P, Vuitton DA. 2010. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. Acta Tropica **114**:1-16.

- Bruzinskaite-Schmidhalter R, Sarkunas M, Malakauskas A, Mathis A, Torgerson PR, Deplazes P. 2012. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Lithuania. *Parasitology* **139**:120-127.
- Budke CM, Campos-Ponce M, Qian W, Torgerson PR. 2005. A canine purgation study and risk factor analysis for echinococcosis in a high endemic region of the Tibetan plateau. *Veterinary Parasitology* **127**:43-49.
- Budke CM, Deplazes P, Torgerson PR. 2006. Global socioeconomic impact of cystic echinococcosis. *Emerging infectious diseases* **12**:296-303.
- Budke CHM, Carabin H, Ndimubanzi PC, Nguyen H, Rainwater E, Dickey M, Bhattarai R, Zeziulin O, Qian MB. 2013. A systematic review of the literature on cystic echinococcosis frequency worldwide and its associated clinical manifestations. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **88**:1011-1027.
- Bundy DA, Walson JL, Watkins KL. 2013. Worms, wisdom, and wealth: why deworming can make economic sense. *Trends in Parasitology* **29**:142-148.
- Burlet P, Deplazes P, Hegglin D. 2011. Age, season and spatio-temporal factors affecting the prevalence of *Echinococcus multilocularis* and *Taenia taeniaeformis* in *Arvicola terrestris*. *Parasites & vectors* **4**:1-9.
- Carmena D, Gardona GA. 2014. Echinococcosis in wild carnivorous species: Epidemiology, genotyp diversity, and implications for veterinary public health. *Veterinary Parasitology* **202**:69-94.
- Casulli A, Széll Z, Pozio E, Sréter T. 2010. Spatial distribution and genetic diversity of *Echinococcus multilocularis* in Hungary. *Veterinary Parasitology* **174**:241-246.
- Celva R, Crestanello B, Obber F, Dellamaria D, Trevisiol K, Bregoli M, Cenni L, Agreiter A, Danesi P, Hauffe HC. 2023. Assessing Red Fox (*Vulpes vulpes*) Demographics to Monitor Wildlife Diseases: A Spotlight on *Echinococcus multilocularis*. *Pathogens* **12**:60.
- Ćirović D, Penezić A, Milenković M, Paunović M. 2008. Present distribution and factors of range spread of golden jackal (*Canis aureus* L., 1758) in Serbia, In: Proceedings of the International Conference on large carnivores, Žagubica, Serbia **1**:93–102.
- Ciucci P, Reggioni W, Maiorano L, Boitani L. 2009. Long-Distance Dispersal of a Rescued Wolf From the Northern Apennines to the Western Alps. *The Journal of Wildlife Management* **73**:1300-1306.
- Combes B, Comte S, Raton V, Raoul F, Boué F, Umhang G, Favier S, Dunoyer C, Woronoff N, Giraudoux P. 2012. Westward spread of *Echinococcus multilocularis* in foxes, France, 2005–2010. *Emerging infectious diseases* **18**:2059-2062.
- Comte S, Umhang G, Raton V, Boucher JM, Caillot C, Favier S, Hormaz V, Boué F, Combes V. 2014. Fox culling against *Echinococcus multilocularis*, reverse consequences. *ESCCAP Echinococcus Abstr. Bookl* **2014**:26.

- Corsini M, Geissbuhler U, Howard J, Gottstein B, Spreng D, Frey CF. 2015. Clinical presentation, diagnosis, therapy and outcome of alveolar echinococcosis in dogs. *Veterinary Record* **177**:569.
- Craig HL, Craig PS. 2005. Helminth parasites of wolves (*Canis lupus*): a species list and an analysis of published prevalence studies in Nearctic and Palearctic populations. *Journal of helminthology* **79**:95-103.
- Craig PS, Hegglin D, Lightowlers MW, Torgerson PR, Wang Q. 2017. Echinococcosis: control and prevention. *Advances in parasitology* **96**:55-158.
- Dakkak A. 2010. Echinococcosis/hydatidosis: a severe threat in Mediterranean countries. *Veterinary Parasitology* **174**:2-11.
- D'Amelio E, Salemi S, D'Amelio R. 2016. Anti-infectious human vaccination in historical perspective. *International reviews of immunology* **35**:260-290.
- Davidson RK, Romig T, Jenkins E, Tryland M, Robertson LJ. 2012. The impact of globalisation on the distribution of *Echinococcus multilocularis*. *Trends in Parasitology* **28**:239-247.
- Deplazes P, Eckert J. 1996. Diagnosis of the *Echinococcus multilocularis* infection in final hosts. *Applied Parasitology* **37**:245-252.
- Deplazes P, Eckert J. 2001. Veterinary aspects of alveolar echinococcosis—a zoonosis of public health significance. *Veterinary parasitology* **98**:65-87.
- Deplazes P, Gottstein B, Eckert J, Jenkins DJ, Ewald D, Jimenez-Palacios S. 1992. Detection of *Echinococcus coproantigens* by enzyme-linked immunosorbent assay in dogs, dingoes and foxes. *Parasitology Research* **78**:303-308.
- Deplazes P, Hegglin D, Gloor S, Romig T. 2004. Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*. *Trends in parasitology* **20**:77-84.
- Deplazes P, Knapen FV, Schweiger A, Overgaauw PAM. 2011. Role of pet dogs and cats in the transmission of helminthic zoonoses in Europe, with a focus on echinococcosis and toxocarosis. *Veterinary Parasitology* **182**:41-53.
- Deplazes P, Rinaldi L, Alvarez Rojas CA, Torgerson PR, Harandi MF, Romig T., Antolova D, Schurer JM, Lahmar S, Cringoli G, Magambo J, Thompson RCA, Jenkins EJ. 2017. Global Distribution of Alveolar and Cystic Echinococcosis. *Advances in Parasitology* **95**:315–493.
- Drouet-Hoguet N, Gimenez O, Duchamp C. 2020. Mise à jour des effectifs et paramètres démographiques de la population de loups en France: conséquences sur la viabilité de la population à long terme
- Eckert J, Deplazes P, Craig PS, Gemmell MA, Gottstein B, Heath D, Jenkins DJ, Kamiya M, Lightowlers M. 2001b. Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. *WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern* **1**:72-99.

- Eckert J, Deplazes P. 2004. Biological, epidemiological, and clinical aspects of echinococcosis, a zoonosis of increasing concern. *Clinical microbiology reviews* **17**:107-135.
- Eckert J, Gemmell MA, Meslin FX, Pawlowski ZS, World Health Organization. 2001a. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. World Organisation for Animal Health.
- Eckert J. 1998. Alveolar echinococcosis (*Echinococcus multilocularis*) and other forms of echinococcosis (*Echinococcus oligarthrus* and *Echinococcus vogeli*). *Zoonoses* **1**:689-716.
- EFSA. 2015. Scientific opinion: *Echinococcus multilocularis* infection in animals. *EFSA J* **13**:4373.
- EFSA. 2019. The European Union one health 2018 zoonoses report. *EFSA J* **17**:161-175.
- Fedriani JM, Fuller TK, Sauvajot RM, York EC. 2000. Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia* **125**:258-270.
- Find'o S, Skuban M. 2019. Ochrana šeliem v minulosti a súčasnosti (Protection of carnivores in the past and present). *Enviromagazín* **24**:30-31.
- Fischer C, Reperant LA, Weber J, Hegglin D, Deplazes P. 2005. *Echinococcus multilocularis* infections of rural, residential and urban foxes (*Vulpes vulpes*) in the canton of Geneva, Switzerland. *Parasite* **12**:339-346.
- Flühr J. 2011. Analyse spatio-temporelle du régime alimentaire du loup (*Canis lupus*) dans les Alpes françaises.
- Frey CF, Marreros N, Renneker S, Schmidt L, Sager H, Hentrich B, Milesi S, Gottstein B. 2017. Dogs as victims of their own worms: Serodiagnosis of canine alveolar echinococcosis. *Parasites & Vectors* **10**:1-8.
- Garrett K, Brown J, Grunert RKA, Hunte J, Ruder MG, Why KV, Yabsley MJ, Cleveland CA. 2023. *Echinococcus* Species infections among wild canids in pennsylvania, USA. *Journal of Wildlife Diseases* **59**:332-336.
- Geigy CA, Kühn K, Rütten M, Howard J, Grimm F, Rohrer Bley C. 2013. Unusual presentation of alveolar echinococcosis as prostatic and paraprostatic cysts in a dog. *BMC veterinary research* **9**:1-5.
- Gendron K, Goepfert C, Linon E, Posthaus H, Frey CF. 2015. Pulmonary *Echinococcus multilocularis* metastasis in a dog. *Canadian Veterinary Journal* **56**:267-71.
- Giraudoux P, Delattre P, Kenichi T, Raoul F, Quere JP, Craig P, Vuittonh D. 2002. Transmission ecology of *Echinococcus multilocularis* in wildlife: what can be learned from comparative studies and multiscale approaches?. *Report of the Hokkaido Institute of Public Health* **52**:115-115.
- Glickman LT, Shofer FS. 1987. Zoonotic visceral and ocular larva migrans. *Veterinary Clinics of North America:Small Animal Practice* **17**:39-53.



- Gottstein B, Saucy F, Deplazes P, Reichen J, Demierre G, Busato A, Zuercher C, Pugin P. 2001. Is high prevalence of *Echinococcus multilocularis* in wild and domestic animals associated with disease incidence in humans? *Emerging Infectious Diseases* **7**:408-412.
- Gottstein B, Soboslay P, Ortona E, Wang J, Siracusano A, Vuitton DA. 2017. Immunology of alveolar and cystic echinococcosis (AE and CE). *Advances in Parasitology* **96**:1–54.
- Grüner B, Kern P, Mayer B, Gräter T, Hillenbrand A, Barth TEF, Muche R, Henne-Bruns D, Kratzer W. 2017. Comprehensive diagnosis and treatment of alveolar echinococcosis: A single-center, long-term observational study of 312 patients in Germany. *GMS Infectious Diseases* (e30671323) DOI: 10.3205/id000027.
- Guerra D, Hegglin D, Bacciarini L, Schnyder M, Deplazes P. 2014. Stability of the southern European border of *Echinococcus multilocularis* in the Alps: evidence that *Microtus arvalis* is a limiting factor. *Parasitology* **141**:1593-1602.
- Guislain MH, Raoul F, Giraudoux P, Terrier ME, Froment G, Ferté H, Poulle ML. 2008. Ecological and biological factors involved in the transmission of *Echinococcus multilocularis* in the French Ardennes. *Journal of Helminthology* **82**:143–151.
- Harris S. 1981. The food of suburban foxes (*Vulpes vulpes*), with special reference to London. *Mammal Review* **11**:151-168.
- Harris S, Morris P, Wray S, Yalden D. 1995. A Review of British Mammals: Population Estimates and Conservation Status of British Mammals Other than Cetaceans. JNCC
- Hartnack S, Budke CM, Craig PS, Jiamin Q, Boufana B. 2013. Latent-Class Methods to Evaluate Diagnostics Tests for *Echinococcus* Infections in Dogs. *PLOS Neglected Tropical Diseases* (e2068) DOI: 10.1371/journal.pntd.0002068.
- Heath D, Lightowlers MW. 1997. Vaccination on hydatidology – state of the art. *Arch Int Hidatid* **33**:14-16.
- Heath DD, Jensen O, Lightowlers MW. 2003. Progress in control of hydatidosis using vaccination – a review of formulation and delivery of the vaccine and recommendations for practical use in control programmes. *Acta Tropica* **85**:133-143.
- Hegglin D, Bontadina F, Contesse P, Gloor S, Deplazes P. 2007. Plasticity of predation behaviour as a putative driving force for parasite life-cycle dynamics: the case of urban foxes and *Echinococcus multilocularis* tapeworm. *Functional Ecology* **21**:552-560.
- Hegglin D, Bontadina F, Deplazes P. 2015. Human–wildlife interactions and zoonotic transmission of *Echinococcus multilocularis*. *Trends in parasitology* **31**:167-173.
- Hegglin D, Deplazes P. 2008. Control strategy of *Echinococcus multilocularis*. *Emerging Infectious Diseases* **14**:1626–1628.
- Hegglin D, Deplazes P. 2013. Control of *Echinococcus multilocularis*: Strategies, feasibility and cost–benefit analyses. *International journal for parasitology* **43**:327-337.

- Hegglin D, Ward PI, Deplazes P. 2003. Anthelmintic baiting of foxes against urban contamination with *Echinococcus multilocularis*. *Emerging Infectious Diseases* **9**:1266-1272.
- Herzig-Straschil B. 2007. Short note: first breeding record of the golden jackal (*Canis aureus* L., 1758, Canidae) in Austria. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie* **1**:73-76.
- Hillenbrand A, Beck A, Kratzer W, Graeter T, Barth TEF, Schmidberger J, Möller P, Henne-Bruns D, Gruener B. 2018. Impact of affected lymph nodes on long-term outcome after surgical therapy of alveolar echinococcosis. *Langenbeck's Archives of Surgery* **403**:655-662.
- Hindrikson M, Remm J, Pilot M, Godinho R, Stronen AV, Baltrunaitė L, Saarma U. 2017. Wolf population genetics in Europe: a systematic review, meta-analysis and suggestions for conservation and management. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **92**:1601–1629.
- Hofer S, Gloor S, Müller U, Mathis A, Hegglin D, Deplazes P. 2000. High prevalence of *Echinococcus multilocularis* in urban red foxes (*Vulpes vulpes*) and voles (*Arvicola terrestris*) in the city of Zürich, Switzerland. *Parasitology* **120**:135-142.
- Höjgård S, Sundström K, Christensson D, Hallgren G, Hjertqvist M, Wallensten A, Wahlström H. 2012. Willingness to pay for compulsory deworming of pets entering Sweden to prevent introduction of *Echinococcus multilocularis*. *Preventive Veterinary Medicine* **106**:9-23.
- Chaâbane-Banaoues R, Oudni-M'rad M, Cabaret J, M'rad S, Mezhoud H, Babba H. 2015. Infection of dogs with *Echinococcus granulosus*: causes and consequences in an hyperendemic area. *Parasites & vectors* **8**:1-9.
- Chomel BB, Belotto A, Meslin FX. 2007. Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerging infectious diseases* **13**:6.
- Issa AR, Alberfkani MI, Swar SO, Mero WMS, Arif SH. 2022. Cystic echinococcosis. *Animal Health Perspective Unique Scientific Publishers* **1**:128-136.
- Jansen J, Van Knapen F, Schreurs M, Vanwijngaarden T. 1993. *Toxocara* eggs in public parks and sand-boxes in Utrecht. *TIJDSCHRIFT VOOR DIERGENEESKUNDE* **118**:611-614.
- Jarošová J, Antolová D, Šnábel V, Guimarães N, Štofík J, Urban P, Cavallero S, Miterpáková M. 2020. The fox tapeworm, *Echinococcus multilocularis*, in grey wolves and dogs in Slovakia: epidemiology and genetic analysis. *Journal of Helminthology*, 94 (e168) DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022149X20000528>.
- Jirků M, Dostál D, Robovský J, Šálek M. 2018. Reproduction of the golden jackal (*Canis aureus*) outside current resident breeding populations in Europe: evidence from the Czech Republic. *Mammalia* **82**:592–595.
- Kapel CMO, Saeed I. 2000. *Echinococcus multilocularis*-a new zoonotic parasite in Denmark. *Dansk Veterinærtidsskrift* **83**:14-16.

- Kapel CMO, Torgerson PR, Thompson RCA, Deplazes P. 2006. Reproductive potencial of *Echinococcus multilocularis* in experimentally infeczed foxes, dogs, raccoon dogs and cats. *International Journal for Parasitology* **36**:79-86.
- Kauhala K, Holmala K, Schregel J. 2007. Seasonal activity patterns and movements of the raccoon dog, a vector of diseases and parasites, in southern Finland. *Mammalian Biology* **72**:342-353.
- Kauhala K, Salonen L. 2012. Does a non-invasive method-latrine surveys-reveal habitat preferences of raccoon dogs and badgers?. *Mammalian Biology* **77**:264-270.
- Keegan JD, Holland CV. 2010. Contamination of the hair of owned dogs with the eggs of *Toxocara* spp. *Veterinary parasitology* **173**:161-164.
- Kern P, Ammon A, Kron M, Sinn G, Sander S, Petersen LR, Gaus W, Kern P. 2004. Risk factors for alveolar echinococcosis in humans. *Emerging Infectious Diseases* **10**:2088-2093.
- Kern P, Bardonnnet K, Renner E, Auer H, Pawlowski Z, Ammann RW, Vuitton DA, Kern P. 2003. The European Echinococcosis Registry: European echinococcosis registry: human alveolar echinococcosis, Europe, 1982-2000. *Emerging Infectious Diseases* **9**:343-349.
- Kern P, Silva AM, Akhan O, Müllhaupt B, Vizcaychipi KA, Budke C, Vuitton DA. 2017. The Echinococcosis: diagnosis, clinical management and burden of disease. *Advances in Parasitology* **96**:259-369.
- Knapp J, Giraudoux P, Combes B, Umhang G, Boué F, Said-Ali Z, Aknouche S, Garcia C, Vacheyrou M, Laboissiere A, Raton V, Comte S, Favier S, Demerson JM, Caillot Ch, Millon L, Raoul F. 2018. Rural and urban distribution of wild and domestic carnivore stools in the context of *Echinococcus multilocularis* environmental exposure. *International Journal for Parasitology* **48**:937-946.
- Knapp J, Gottstein B, Saarma U, Millon L. 2015. Taxonomy, phylogeny and molecular epidemiology of *Echinococcus multilocularis*: From fundamental knowledge to health ekology. *Veterinary Parasitology* **213**:85-91.
- Kotwa JD, Isaksson M, Jardine CM, Campbell GD, Berke O, Pearl DL, Mercer NJ, Osterman-Lind E, Peregrine AS. 2019. *Echinococcus multilocularis* infection, southern Ontario, Canada. *Emerging infectious diseases* **25**:265-272.
- Kowalczyk R, Wudarczyk M, Wójcik JM, Okarma H. 2020. Northernmost record of reproduction of the expanding golden jackal population. *Mammalian Biology* **100**:107-111.
- Kruse H, Kirkemo AM, Handeland K. 2004. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerging infectious diseases* **10**:2067.
- Lalošević D, Lalošević V, Simin V, Miljević M, Čabrilo B, Čabrilo OB. 2016. Spreading of multilocular echinococcosis in southern Europe: the first record in foxes and jackals in Serbia, Vojvodina Province. *European Journal of Wildlife Research* **62**:793-796.

- Larrieu EJ, Costa MT, Cantoni G, Alvarez E, Cavagion L, Labanchi JL, Bigatti R, Araya D, Herrero E, Alvarez R, Mancini S, Cabrera P. 2001. Ovine *Echinococcus granulosus* transmission dynamics in the province of Rio Negro, Argentina. *Veterinary Parasitology* **98**:263-272.
- Larrieu EJ, Costa MT, Del Carpio M, Moguillansky S, Bianchi G, Yadon ZE. 2002. A case-control study of the risk factors for cystic echinococcosis among children of Rio Negro province, Argentina. *Ann Trop Med Parasitology* **96**:43-52.
- Larrieu EJ, Frider B. 2001. Human cystic echinococcosis: contributions to the natural history of the disease. *Ann Trop Med Parasitology* **95**:679-687.
- Laurimaa L, Davison J, Süld K, Plumer L, Oja R, Moks E, Saarma U. 2015b. First report of highly pathogenic *Echinococcus granulosus* genotype G1 in dogs in a European urban environment. *Parasites & vectors* **8**:1-5.
- Laurimaa L, Süld K, Davison J, Moks E, Valdmann H, Saarma U. 2016. Alien species and their zoonotic parasites in native and introduced ranges: the raccoon dog example. *Veterinary Parasitology* **219**:24-33.
- Laurimaa L, Süld K, Moks E, Valdmann H, Umhang G, Knapp J, Saarma U. 2015a. First report of the zoonotic tapeworm *Echinococcus multilocularis* in raccoon dogs in Estonia, and comparisons with other countries in Europe. *Veterinary Parasitology* **212**:200-205.
- Li J, Wu C, Wang H, Liu H, Vuitton DA, Wen H, Zhang W. 2014. Boiling sheep liver or lung for 30 minutes is necessary and sufficient to kill *Echinococcus granulosus* protoscolices in hydatid cysts. *Parasite* 21 (e2014064) DOI: 10.1051/parasite/2014064.
- Liccioli S, Bialowas C, Ruckstuhl KE, Massolo A. 2015. Feeding ecology informs parasite epidemiology: prey selection modulates encounter rate with *Echinococcus multilocularis* in urban coyotes. *PLoS One* (e0121646) DOI: 10.1371/journal.pone.0121646.
- Lundström-Stadelmann B, Rufener R, Hemphill A. 2020. Drug repurposing applied: activity of the anti-malarial mefloquine against *Echinococcus multilocularis*. *International Journal for Parasitology* **13**:121-129.
- Mares MM, Al-Quraishy S, Murshed M. 2023. Effectiveness Evaluation of Viti's vinifera Leaf Extract on the Viability of *Echinococcus* Eggs and Protoscolices In Vitro. *Veterinary Sciences* **10**:400.
- Marinković D, Gavrilović P, Vidanović D, Čirović D, Kurucki M, Vasković N, Anićić M. 2022. First Report of Alveolar Hydatid Disease (*Echinococcus multilocularis*) in a Golden Jackal (*Canis aureus*). *Acta Parasitologica* **67**:1401-1406.
- Martínek K, Kolarová L, Cervený J. 2001a. *Echinococcus multilocularis* in carnivores from the Klatovy district of the Czech Republic. *Journal of helminthology* **75**:61-66.
- Martínek K, Kolářová L, Hapl E, Literák I, Uhrin M. 2001b. *Echinococcus multilocularis* in European wolves (*Canis lupus*). *Parasitology Research* **87**:838-839.

- Martínez-Moreno FJ, Hernández S, López-Cobos E, Becerra C, Acosta I, Martínez-Moreno A. 2007. Estimation of canine intestinal parasites in Cordoba (Spain) and their risk to public health. *Veterinary parasitology* **143**:7-13.
- Mizgajska-Wiktor H, Uga S. 2006. Exposure and environmental contamination. In *Toxocara: the enigmatic parasite*. Wallingford UK: CABI Publishing **1**:211-227.
- Mužík P, Čada F, Matějů J, Kolářová L. 2015. Alveolární echinokokóza u zlatého retrívra. *Veterinářství* **56**:510-516.
- Nagy A, Ziadinov I, Schweiger A, Schnyder M, Deplazes P. 2011. Hair coat contamination with zoonotic helminth egg of farm and pet dogs and foxes. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* **124**:503-511.
- Nakao M, Lavikainen A, Yanagida T, Ito A. 2013. Phylogenetic systematics of the genus *Echinococcus* (Cestoda: Taeniidae). *International Journal of Parasitology* **43**:1017-1029.
- Oksanen A, Siles-Lucas M, Karamon L, Possenti A, Conraths FJ, Romig T, Wysocki P, Mannoci A, Mipatrini D, La Torre G, Boufana B, Casulli A. 2016. The geographical distribution and prevalence of *Echinococcus multilocularis* in animals in the European Union and adjacent countries: a systematic review and meta-analysis *Parasit. Vectors* **9**:519.
- Oudni-M'rad M, M'rad S, Ksia A, Lamiri E, Mekki M, Nouri A, Mezhoud H, Babba H. 2016. First molecular evidence of the simultaneous human infection with two species of *Echinococcus granulosus sensu lato*: *Echinococcus granulosus sensu stricto* and *Echinococcus canadensis*. *Parasitology Research* **115**:1065-1069.
- Paul M, King L, Carlin EP. 2010. Zoonoses of people and their pets: a US perspective on significant pet-associated parasitic diseases. *Trends in parasitology* **26**:153-154.
- Pavletic CF, Larrieu E, Guarnera EA, Casas N, Irabedra P, Ferreira C, Sayes J, Gavidia CM, Caldas E, Lise MLZ, Maxwell M, Arezo M, Navarro AM, Vigilato MAN, Cosivi O, Espinal M, Del Rio Vilas VJ. 2017. Cystic echinococcosis in South America: a call for action. *Revista Panamericana de Salud Pública* **41** (e42) DOI: 10.26633/rpsp.2017.42.
- Pawlowski ZS, Eckert J, Vuitton DA, Ammann RW, Kern P, Craig PS, Dar FK, De Rosa F, Filice C, Gottstein B, Grimm F, Macpherson CNL, Sato N, Todorov T, Uchino J, Sinner W, Wen H. 2001. Echinococcosis in humans: clinical aspects, diagnosis and treatment. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern **1**:20-26.
- Peregrine AS. 2015. Alveolar echinococcosis in dogs: an emerging issue? *The Veterinary Record* **177**:567-569.
- Pétavy AF, Deblock S, Prost C. 1990. Epidémiologie de l'échinococcose alvéolaire en France: I. Helminthes intestinaux du Renard commun (*Vulpes vulpes* L.) en Haute-Savoie. *Ann Parasitol Hum Comp* **65**:22-27.

- Peters M, Kilwinski J, Wohlsein P, Conraths FJ. 2010. Alveolar echinococcosis in a captive red-necked wallaby (*Macropus rufogriseus*). *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* **123**:63-69.
- Pham H, Kupshik D, King C, Romano P. 2019. Cystic echinococcosis. *Applied Radiology* **48**:42-43.
- Pilarczyk BM, Tomza-Marciniak AK, Pilarczyk R, Rząd I, Bąkowska MJ, Udała JM, Tylkowska A, Havryliak V. 2022. Infection of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) from northern Poland with gastrointestinal parasites as a potential threat to human health. *Journal of Clinical Medicine* **11**:1277.
- Pleydell DRJ, Raoul F, Tourneux F, Danson FM, Graham AJ, Craig PS. 2004. Modelling the spatial distribution of *Echinococcus multilocularis* infection in foxes. *Acta Tropical* **91**:253-265.
- Raoul F, Deplazes P, Rieffel D, Lambert JC, Giraudoux P. 2010. Predator dietary response to prey density variation and consequences for cestode transmission. *Oecologia* **164**:129-139.
- Raoul F, Hegglin D, Giraudoux P. 2015. Trophic ecology, behaviour and host population dynamics in *Echinococcus multilocularis* transmission. *Veterinary Parasitology* **213**:162-171.
- Robardet E, Giraudoux P, Caillot C, Augot D, Boue F, Barrat J. 2011. Fox defecation behaviour in relation to spatial distribution of voles in an urbanised area: An increasing risk of transmission of *Echinococcus multilocularis*?. *International journal for parasitology* **41**:145-154.
- Robardet E, Giraudoux P, Caillot C, Boue F, Cliquet F, Augot D, Barrat J. 2008. Infection of foxes by *Echinococcus multilocularis* in urban and suburban areas of Nancy, France: influence of feeding habits and environment. *Parasite* **15**:77-85.
- Roddie G, Stafford P, Holland C, Wolfe A. 2008. Contamination of dog hair with eggs of *Toxocara canis*. *Veterinary parasitology* **152**:85-93.
- Romig T, Deplazes P, Jenkins D, Giraudoux P, Massolo A, Craig PS, Wassermann M, Takahashi K, Rue M. 2017. Ecology and life cycle patterns of *Echinococcus* species. *Advances in Parasitology* **95**:213-214.
- Romig T, Dinkel A, Mackenstedt U. 2006a. The present situation of echinococcosis in Europe. *Parasitology international* **55**:187-191.
- Romig T, Ehi D, Wassermann M. 2015. Taxonomy and molecular epidemiology of *Echinococcus granulosus sensu lato*. *Veterinary Parasitology* **213**:76-84.
- Romig T, Thoma D, Weible AK. 2006b. *Echinococcus multilocularis*—a zoonosis of anthropogenic environments?. *Journal of Helminthology* **80**:207-212.
- Sager H, Moret CS, Grimm F, Deplazes P, Doherr MG, Gottstein B. 2006. Coprological study on intestinal helminths in Swiss dogs: temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitology research* **98**:333-338.

- Santa MA, Pastran SA, Klein C, Duignan P, Ruckstuhl K, Romig T, Massolo A. 2018. Detecting co-infections of *Echinococcus multilocularis* and *Echinococcus canadensis* in coyotes and red foxes in Alberta, Canada using real-time PCR. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **17**:111–115.
- Santivanez S, Garcia HH. 2010. Pulmonary cystic echinococcosis. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* **16**:257-261.
- Schmidberger J, Steinbach J, Schlingeloff P, Kratzer W, Grüner B, Ulm EWG. 2019. Surgery versus conservative drug therapy in alveolar echinococcosis patients in Germany – a health-related quality of life comparison. *Food Waterborne Parasitology* (e00057) DOI: 10.1016/j.fawpar.2019.e00057.
- Schantz PM, Chai J, Craig PA, Eckert J, Jenkins DJ, Macpherson CNL, Thakur A. 1995. Epidemiology and control of hydatid disease. *Cab International* **1**:233-331.
- Schneider C, Kratzer W, Binzberger A, Schlingeloff P, Baumann S, Romig T, Schmidberger J. 2023. *Echinococcus multilocularis* and other zoonotic helminths in red foxes (*Vulpes vulpes*) from a southern German hotspot for human alveolar echinococcosis. *Parasites & Vectors* **16** (e06026) DOI:10.1186/s13071-023-06026-2.
- Schwarz S, Sutor A, Staubach C, Mattis R, Tackmann K, Conraths FJ. 2011. Estimated prevalence of *Echinococcus multilocularis* in raccoon dogs *Nyctereutes procyonoides* in northern Brandenburg, Germany. *Current Zoology* **57**:655-661.
- Schweiger A, Ammann RW, Candinas D, Clavien PA, Eckert J, Gottstein B, Halkic N, Muelhaupt B, Prinz BM, Reichen J, Tarr PE, Torgerson PR, Deplazes P. 2007. Human alveolar echinococcosis after fox population increase, Switzerland. *Emerging infectious diseases* **13**:878-882.
- Stürchler D, Weiss N, Gassner M. 1990. Transmission of toxocariasis. *Journal of Infectious Diseases* **162**:571-572.
- Széll Z, Marucci G, Pozio E, Sréter T. 2013. *Echinococcus multilocularis* and *Trichinella spiralis* in golden jackals (*Canis aureus*) of Hungary. *Veterinary parasitology* **197**:393-396.
- Taira K, Saeed I, Permin A, Kapel CMO. 2004. Zoonotic risk of *Toxocara canis* infection through consumption of pig or poultry viscera. *Veterinary Parasitology* **121**:115-124.
- Thompson RCA. 2013. Parasite zoonoses and wildlife: one health, spillover and human activity. *International journal for parasitology* **43**:1079-1088.
- Thompson RCA. 2017. Biology and systematics of *Echinococcus*. *Advances in parasitology* **95**:65-109.
- Toews E, Musiani M, Checkley S, Visscher D, Massolo A. 2021. A global assessment of *Echinococcus multilocularis* infections in domestic dogs: proposing a framework to overcome past methodological heterogeneity. *International Journal for Parasitology* **51**:379-392.

- Torgerson PR, Craig PS. 2009. Risk assesment of importation of dogs infected with *Echinococcus multilocularis* into the UK. *Veterinary Record* **165**:366-368.
- Torgerson PR, Dowling PM, Abo-Shehada MN. 2001. Estimating the economic effects of cystic echinococcosis in Jordan, a developing country with lower-middle income. *Ann Trop Med Hyg* **95**:595-603.
- Torgerson PR, Keller K, Magnotta M, Ragland N. 2010. The global burden of alveolar echinococcosis. *PLoS neglected tropical diseases* **4** (e722) DOI: 10.1371/journal.pntd.0000722.
- Torgerson PR, Robertson LJ, Enemark HL, Foehr J, Giessen JWB, Kapel CMO, Klun I, Trevisan C. 2020. Source attribution of human echinococcosis: A systematic review and meta-analysis *PLoS neglected tropical diseases* **14** (e0008382) DOI: 10.1371/journal.pntd.0008382.
- Umhang G, Duchamp Ch, Boucher JM, Caillot Ch, Legras L, Demerson JM, Lucas J, Gauthier D, Boué F. 2023. Gray wolves as sentinels for the presence of *Echinococcus* spp. and other gastrointestinal parasites in France. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **22**:101-107.
- Umhang G, Lahoreau J, Hormaz V, Boucher JM, Guenon A, Montage D. 2016. Surveillance and management of *Echinococcus multilocularis* in a wildlife park. *Parasitology International* **65**:245-50.
- Umhang G, Raton V, Comte S, Hormaz V, Boucher JM, Combes B, Boué F. 2014. *Echinococcus multilocularis* infections in dogs from urban and peri-urban areas in France. *Parasitology Research* **113**:2219-2222.
- Vaniscotte A, Raoul F, Poulle ML, Romig T, Dinkel A, Takahashi K, Guislain MH, Moss J, Tiaoying L, Wang Q, Qiu J, Craig PS, Giraudoux P. 2011. Role of dog behaviour an environmental fecal contamination in transmission of *Echinococcus multilocularis* in Tibetan communities. *Parasitology* **138**:1316-1329.
- Vervaeke M, van der Giessen J, Brochier B, Losson B, Jordaens K, Verhagen R, Teunis P. 2006. Spatial spreading of *Echinococcus multilocularis* in Red foxes (*Vulpes vulpes*) across nation borders in Western Europe. *Preventive veterinary medicine* **76**:137-150.
- Viel JF, Giraudoux P, Abrial V, Bresson-Handi S. 1999. Water vole (*Arvicola terrestris scherman*) density as risk factor for human alveolar echinococcosis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **61**:559-565.
- Voigt DR, Berg WE, Novak M, Baker JA, Obbard ME, Malloch B. 1987. Wild furbearer management and conservation in North America. *Ontario Ministry of Natural Resources* **379**:344–357.
- Vuitton DA, McManus DP, Rogan MT, Romig T, Gottstein B, Naidich A, Tuxun T, Wen H, Silva AM. 2020. International consensus on terminology to be used in the field of echinococcoses. *Parasite* **27** (e2020024) DOI: 10.1051/parasite/2020024.



- Vuitton DA, Zhou H, Bresson-Hadni S, Wang Q, Piarroux M, Raoul F, Giraudoux P. 2003. Epidemiology of alveolar echinococcosis with particular reference to China and Europe. *Parasitology* **127**:87-107.
- Wang Q, Raoul F, Budke C, Craig PS, Yong-fu X, Vuitton DA, Compos-Ponce M, Dong-chuan Q, Pleydell D, Giraudoux P. 2010. Grass height and transmission ecology of *Echinococcus multilocularis* in Tibetan communities, China. *Chinese Medical Journal* **123**:61-67.
- Wolfe A, Wright IP. 2003. Human toxocariasis and direct contact with dogs. *Veterinary Record* **152**:419-422.
- Woolsey ID, Miller AL. 2021. *Echinococcus granulosus sensu lato* and *Echinococcus multilocularis*: A review. *Research in Veterinary Science* **135**:517–522.
- World Health Organization. 2014. Multicriteria-based ranking for risk management of food-borne parasites. *Microbiological Risk Assessment Series* **23**.
- Zlitni M, Ezzaouia K, Lebib H, Karray M, Kooli M, Mestiri M. 2001. Hydatid cyst of bone: diagnosis and treatment. *World Journal of Surgery* **25**:75-82.



## 6 Samostatné přílohy

Příloha 1: Přehled v práci zmíněných parazitů s autorem popisu druhu

Latinský název	Kdo druh popsal
<i>Echinococcus canadensis</i>	Webster & Cameron, 1961
<i>Echinococcus equinus</i>	Williams & Sweatman, 1963
<i>Echinococcus felidis</i>	Ortlepp, 1937
<i>Echinococcus granulosis</i>	Batsch, 1786
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Leuckart, 1863
<i>Echinococcus oligarthra</i>	Diesing, 1863
<i>Echinococcus ortleppi</i>	Lopez-Neyra & Soler, 1943
<i>Echinococcus shiquicus</i>	Xiao et al. 2006
<i>Echinococcus vogeli</i>	Rausch & Bernstein, 1972
<i>Hepatozoon canis</i>	Miller, 1908
<i>Leishmania infantum</i>	Nicoll, 1908
<i>Toxocara canis</i>	Werner, 1782

Příloha 2: Přehled v práci zmíněných savců s autorem popisu druhu

Latinský název	Kdo druh popsal
<i>Arvicola scherman</i>	Shaw, 1801
<i>Canis aureus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Canis familiaris</i>	Linnaeus, 1758
<i>Canis latrans</i>	Say, 1823
<i>Canis lupus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Vulpes vulpes</i>	Linnaeus, 1758
<i>Microtus agrestis</i>	Linnaeus, 1761
<i>Microtus arvalis</i>	Pallas, 1778
<i>Mus musculus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Myodes glareolus</i>	Schreber, 1780
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	Gray, 1834
<i>Rattus norvegicus</i>	Berkenhout, 1769