

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství (FAPPZ)**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Helminti parazitující u psů a jejich zoonotický potenciál**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Štěpánka Brožová  
Chov zájmových zvířat – Kynologie**

**Vedoucí práce: Ing. Jan Magdálek, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Helminti parazitující u psů a jejich zoonotický potenciál" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4. 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Janu Magdálkovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení, čas a trpělivost při zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala rodičům za důvěru a podporu během celého studia.

# Helminti u psů a jejich zoonotický potenciál

## Souhrn

Tato bakalářská práce je zpracována formou literární rešerše a je zaměřena na helminty parazitující u psů a jejich zoonotický potenciál. Jedná se o helminty z kmene *Nematoda* a *Cestoda*, kteří parazitují především v gastrointestinálním traktu psa, ale někteří zástupci jako *Dirofilaria immitis* a *Dirofilaria repens* způsobují srdeční červivost. V důsledku těchto onemocnění dochází u psů k závažným klinickým příznakům, jako je např. anémie, průjem a úbytek tělesné hmotnosti nebo naopak infekce působí asymptomaticky, což nám brání v časně diagnóze. V častých případech, kdy jde o masivní infekci dochází i k úhynu zvířete. Zástupci těchto parazitických kmenů byli vybíráni na základě jejich zoonotického potenciálu. U každého zástupce byl popsán jeho výskyt, taxonomie, přenos na člověka a psa, morfologie a vývojový cyklus. U výskytu byla snaha najít záznamy o rozšíření helmintů v České republice a zjištění jejich prevalence. Psi jsou častými definitivními hostiteli, ale i mezihostiteli parazitů a zde hraje důležitou roli vzájemný vztah člověka a psa, díky kterému je člověk ohrožen a může se stát mezihostitelem. Rozšíření těchto druhů je spojeno s klimatickými změnami ve světě a s rozšířením vektorů přenášející daná onemocnění, jako jsou komáři čeledi *Culicidae* u *Dirofilaria*, ale také s hygienickými návyky lidí. Některá onemocnění jsou běžně rozšířená u psů v Evropě, ale některá jsou vzácnější i z pohledu přenosu na člověka, jako je *Trichuris vulpis* u kterého je stále diskutovaný zoonotický potenciál. Nejrozšířenějšími onemocněními zvířat v Evropě je nákaza *Echinococcus granulosus*, která probíhá asymptomaticky, nákaza *D. caninum* a v neposlední řadě nákaza *Toxocara canis*. Zajímavý vztah, kdy se paraziti stávají hostiteli nastává u *Dirofilaria immitis* a *Dirofilaria repens* s bakteriemi rodu *Wolbachia*. Pro každého parazita je charakteristický přenos na hostitele, ale *Ancylostoma caninum* a *Toxocara canis* mají stejnou schopnost transmamárního přenosu, což je veliký problém u čerstvě narozených štěňat. Díky malé informovanosti chovatelů a majitelů psů, jsou nákazy těmito parazity čím dál tím častější v městských oblastech, kdy nezodpovědní majitelé nesbírají výkaly po svých mazlíčcích a tím pádem se vyloučená vajíčka parazitů dále šíří do půdy, vody a na další hostitele. Z důvodu malého záznamu případů u některých parazitóz, např. *Ancylostoma caninum*, důsledkem špatného dodržování medikace vzniká rezistence na anthelmintika, což je velmi závažný problém v boji proti parazitům do budoucna.

**Klíčová slova:** pes, helmint, zoonóza, prevalence, infekce

# Helminths parasitizing dogs and their zoonotic potential

## Summary

This bachelor thesis is prepared in the form of a literature search and focuses on helminths parasitizing dogs and their zoonotic potential. These are helminths of the phylum *Nematoda* and *Cestoda*, which parasitize mainly in the gastrointestinal tract of the dog, but some representatives such as *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* cause heartworm. These diseases result in severe clinical signs in dogs, such as anaemia, diarrhoea, and weight loss, or, conversely, the infection is asymptomatic, which prevents early diagnosis. Often, in cases of massive infection, the animal may die. Representatives of these parasitic strains were selected based on their zoonotic potential. For each representative, its occurrence, taxonomy, transmission to humans and dogs, morphology and developmental cycle were described. For occurrence, an effort was made to find records of helminth distribution in the Czech Republic and to determine their prevalence. Dogs are frequent definitive hosts, but also intermediate hosts of parasites and here the mutual relationship between man and dog plays an important role, due to which man is at risk and can become an intermediate host. The spread of these species is linked to climatic changes in the world and to the spread of vectors transmitting the diseases in question, such as the Culicidae mosquitoes in *Dirofilaria*, but also to the hygiene habits of humans. Some diseases are common in dogs in Europe, but some are rarer in terms of transmission to humans, such as *Trichuris vulpis* for which the zoonotic potential is still debated. The most prevalent diseases in animals in Europe are *Echinococcus granulosus*, which is asymptomatic, *D. caninum* and finally, *Toxocara canis*. An interesting relationship where parasites become hosts occurs in *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* with bacteria of the genus *Wolbachia*. Each parasite is characterized by host-to-host transmission, but *Ancylostoma caninum* and *Toxocara canis* have the same capacity for transmammmary transmission, which is a major problem in newborn puppies. Due to low awareness among breeders and dog owners, infections with these parasites are becoming more common in urban areas, where irresponsible owners do not pick up their pets' feces and thus shed parasite eggs are further spread to soil, water and other hosts. Due to the low case records for some parasitosis, e.g. *Ancylostoma caninum*, poor medication compliance results in resistance to anthelmintics, which is a very serious problem in the future fight against parasites.

**Keywords:** dog, helminth, zoonosis, prevalence, infections

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Nematoda u psů</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Hlístice čeledi Ancylostomatidae</b>	<b>10</b>
3.2.1	Ancylostoma caninum a Uncinaria stenocephala	10
3.2.1.1	Infekce u psů	10
3.2.1.2	Zoonotický potenciál měchovců	11
3.2.1.3	Výskyt A. caninum a U. stenocephala	12
3.2.1.4	Vývojový cyklus měchovců (Ancylostoma)	12
3.2.1.5	Anthelmintické rezistence u A. caninum	13
<b>3.3</b>	<b>Hlístice čeledi Ascarididae</b>	<b>15</b>
3.3.1	Toxocara canis	15
3.3.1.1	Infekce u psů	15
3.3.1.2	Zoonotický potenciál Toxocara	16
3.3.1.3	Výskyt Toxocara canis	17
3.3.1.4	Vývojový cyklus škrkavek (Toxocara)	18
<b>3.4</b>	<b>Helminti čeledi Trichuridae</b>	<b>20</b>
3.4.1	Trichuris vulpis	20
3.4.1.1	Infekce u psů	20
3.4.1.2	Zoonotický potenciál T. vulpis a jeho rozšíření ve světě	21
3.4.1.3	Vývojový cyklus T. vulpis	22
<b>3.5</b>	<b>Helminti z čeledi Onchocercidae</b>	<b>22</b>
3.5.1	Dirofilaria immitis	22
3.5.1.1	Infekce u psů	23
3.5.1.2	Výskyt Dirofilaria	23
3.5.1.3	Vývojový cyklus Dirofilaria	25
3.5.1.4	Rod Dirofilaria jako hostitel bakterie Wolbachia	25
3.5.2	Dirofilaria repens	26
3.5.2.1	Infekce u psů	26
3.5.2.2	Zoonotický potenciál D. repens	27
3.5.2.3	Výskyt Dirofilaria	27
3.5.2.4	Vývojový cyklus D. repens	28
<b>3.6</b>	<b>Cestoda u psů</b>	<b>29</b>
<b>3.7</b>	<b>Helminti z čeledi Dipylidiidae</b>	<b>29</b>

3.7.1	Dipylidium caninum .....	29
3.7.1.1	Infekce psů .....	29
3.7.1.2	Zoonotický potenciál a rozšíření <i>D. caninum</i> .....	30
3.7.1.3	Vývojový cyklus <i>D. caninum</i> .....	31
<b>3.8</b>	<b>Tasemnice čeledi Taeniidae.....</b>	<b>32</b>
3.8.1	Echinococcus granulosus .....	32
3.8.1.1	Infekce u psů .....	32
3.8.1.2	Zoonotický potenciál <i>E. granulosus</i> .....	33
3.8.1.3	Výskyt <i>E. granulosus</i> .....	33
3.8.1.4	Vývojový cyklus <i>E. granulosus</i> .....	34
3.8.2	Echinococcus multilocularis .....	35
3.8.2.1	Infekce u psů .....	35
3.8.2.2	Zoonotický potenciál <i>E. multilocularis</i> .....	36
3.8.2.3	Výskyt <i>E. multilocularis</i> .....	36
3.8.2.4	Vývojový cyklus <i>E. multilocularis</i> .....	37
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>59</b>

# 1 Úvod

Díky archeologickým nálezům víme, že člověk žil společně se zvířaty (včetně psů a koček) a z tohoto vztahu čerpal prospěch jako je např. vzájemná ochrana, lov, pastýřství a doprava (Wang et al. 2013; Gee & Mueller 2019). Vazba člověka na zvíře přináší výhody z pohledu duševního zdraví a fyzické pohody. Starobylé jeskynní malby svědčí o koexistenci a kooperaci mezi lidmi a zvířaty v činnostech jako lov, pastevectví a vzájemná obrana. Vazba člověka na zvíře, která přináší výhody z hlediska duševního zdraví a fyzické pohody, se v posledních letech dostala do popředí zájmu (Gee & Mueller 2019). Jedním z příkladů je využití psů k časnému odhalení rakoviny (Pirrone & Albertini 2017). Toto úzké pouto nepřináší jen výhody, ale může ohrozit lidské zdraví, a to ve formě alergických reakcí a infekčních onemocnění (Wells 2009). Domácí mazlíčci si našli cestu do domovů přibližně poloviny obyvatelstva vyspělých zemí, čímž zdůrazňují jejich důležitou roli v životě moderní společnosti (Matchock 2015). Vysoká popularita psů a koček má za následek důležité otázky týkající se jejich zdraví, pohody a potenciálního přenosu zoonóz na jejich majitele a okolí (Chomel 2014, Baneth et al. 2016). V Evropské Unii je odhadováno, že okolo 60 milionů lidí jsou vlastníci psů (Gee & Mueller 2019).

Psi přenášejí až 60 zoonotických infekčních chorob (Macpherson 2005). Změny životního prostředí a klimatu vedou k rostoucí interakci mezi lidmi a divokou zvěří (Dickman 2010). Zvyšuje se tak i počet příležitostí pro přenos zoonotických parazitů, ať už přímo ze zvířat na člověka nebo nepřímo z domácích zvířat, která se nakazí od volně žijících druhů (Blum & Hotez 2018). Rozpoznání druhů s vysokým zoonotickým rizikem je klíčové pro pochopení přenosu infekce ze zvířat na člověka a pro vývoj preventivních opatření proti šíření chorob (Majewska et al. 2021). Analýza vlastností patogenu a hostitele nám umožňuje lépe posoudit zoonotický potenciál daného parazita. Konkrétně můžeme porovnávat vlastnosti zoonotických a nezoonotických parazitů a jejich hostitelských druhů, abychom předpověděli, které hostitelské druhy představují největší riziko přenosu zoonózy na člověka (Han et al. 2016). I když jsou helmintičtí červi ve srovnání s viry a bakteriemi stále nedostatečně prozkoumání, představují pro lidské zdraví potenciální hrozbu, která se v budoucnu může dále zvětšovat. Tito makroparazité, zahrnující tasemnice (*Cestoda*) a škrkavky (*Nematoda*), jsou nejčastěji spojovány s chronickými infekcemi gastrointestinálního traktu, avšak jejich infekční potenciál se neomezuje pouze na tuto oblast, jelikož helminti mohou infikovat prakticky všechny tkáně lidského organismu (Bogitsh et al. 2018). Zoonotické helmintiázy představují trvalou hrozbu pro lidské populace (Morand et al. 2014; Ledger & Mitchell 2022).



## **2 Cíl práce**

Cílem této práce bylo podle nejnovějších vědeckých poznatků zpracovat literární rešerši na téma: Helminti parazitující u psů a jejich zoonotický potenciál. Konkrétně je zaměřena na parazity z třídy *Nematoda* a *Cestoda*.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Nematoda u psů

Hlístice *Nematoda* jsou na průřezu kulaté a mají nepravou tělní dutinu (pseudocoel). Trávicí soustava hlístic je tvořena plně průchozím střevem s ústy na jednom konci, řitním otvorem na druhém konci a hltanem (oesophagus) (Basyoni & Rizk 2016). Hlístice nemají samostatnou oběhovou ani dýchací soustavu. Pro orientaci v prostoru a reakci na širokou škálu podnětů z prostředí využívají chemosenzorické a mechanosenzorické neurony zabudované v kutikule. Dospělí jedinci jsou tvořeni zhruba 1000 somatickými buňkami a stovky z nich jsou obvykle spojené s reprodukčními systémy (Basyoni & Rizk 2016). Odhaduje se, že existuje okolo 1 milionu druhů hlístic (Scheffers et al. 2012).

### 3.2 Hlístice čeledi Ancylostomatidae

Krev sající hlístice čeledi Ancylostomatidae, které jsou přenášeny půdou jsou zodpovědné za jednu z nejvýznamnějších zanedbávaných tropických nemocí (Bartsch et al. 2016), způsobující anémii díky nedostatku železa v těle a proteinovou podvýživu jak u lidí, tak i savců (Hotez et al. 2004). Do čeledi Ancylostomatidae je zařazen rod *Ancylostoma*, který je z lékařského a veterinárního hlediska považován za nejvýznamnější. Důvodem je jeho široké rozšíření, vysoká prevalence a výskyt mnoha zoonotických druhů (Brooker et al. 2004). Rod *Ancylostoma* v současnosti zahrnuje čtrnáct uznaných druhů a *Ancylostoma caninum* patří mezi antropozoonotické formy (přenos mezi divokými/domácími zvířaty a lidmi) (Smout et al. 2013). *Uncinaria stenocephala* je typickým parazitem psů, kteří žijí ve venkovských oblastech (Gajewska et al. 2004).

#### 3.2.1 *Ancylostoma caninum* a *Uncinaria stenocephala*

Hlístice z čeledi Ancylostomatidae jsou paraziti tenkého střeva, způsobující onemocnění ancylostomózu. Mezi klinické příznaky tohoto onemocnění řadíme celkovou ztrátu kondice, střevní poruchy, vzácněji kožní nebo respirační obtíže. U psů parazitují druhy *A. caninum* a *U. stenocephala* (Hawdon & Wise 2021). Ancylostomy jsou malé, kulaté, štíhlé a bílé hlístice, dlouhé přibližně 10 mm. Na předním konci mají ústní (bukální) kapsulu (*Ancylostoma*) nebo řezné destičky (*Uncinaria*) po celém jejím okraji (Beugnet et al. 2018).

##### 3.2.1.1 Infekce u psů

Migrující larvy u štěňat dráždí dýchací cesty a plíce, což vede k symptomům jako je kašel, výtok z nosu a zánět. V závažných případech může dojít k edému plic a úmrtí. (Epe 2009). U štěňat ve věku 2-3 týdnů způsobují dospělí červi mukózní enteritidu projevující se zvracením, průjmem, ascitem (nahromaděním tekutiny v břišní dutině), nechutenstvím, anémií, celkovou slabostí, hubnutím, špatnou srstí, výtokem z nosu a zvětšeným nafouklým břichem. Tento stav je způsoben velkým obsahem červů, dysbakteriózou (narušením střevní mikroflóry) a tvorbou plynů (Epe 2009). *U. stenocephala* na rozdíl od *A. caninum* nevykazuje tak závažné příznaky, ale u těžkých infekcí se může objevit průjem (Epe 2009). V závažných případech mohou zvířata

trpět ztluštěním střešní stěny, částečnou nebo úplnou střešní neprůchodností, dilatací (rozšířením) duodena (část tenkého střeva), peritonitidou (zánětem pobřišnice), ucpáním žlučových a pankreatických vývodů, rupturou (prasknutím) střev a vyvržením červů v různých vývojových stádiích během zvracení nebo stolici (Epe 2009). Štěňata s těžkou infekcí škrkavek se pokouší zmírnit bolest břicha tím, že se rozkročí. Mladá zvířata s těžkou infekcí *U. stenocephala* mohou trpět anémií, nízkým obsahem bílkovin v krvi a celkovým oslabením (Bowman 1999)



Obr. 1 – *Ancylostoma caninum* available from [https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-ancylostoma-caninum-100-um-logo\\_orig.jpg](https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-ancylostoma-caninum-100-um-logo_orig.jpg)

### 3.2.1.2 Zoonotický potenciál měchovců

Ancylostomóza ohrožuje především psy s loveckým zaměřením a psy žijící ve venkovských oblastech. Jedná se o parazity masožravců, ale larvami se mohou nakazit i drobní savci (potkani a myši). V těchto hostitelích se zacystí a zůstanou infekční. Jedná se o paratenické hostitele, kteří dále infikují masožravce, kteří je pozřou (Beugnet et al. 2018). Parateničtí hostitelé jsou obvykle definováni jako hostitelé, kteří se vyskytují v určité fázi před definitivním hostitelem, ale u nichž parazit nevykazuje žádný zjevný růst nebo vývoj (Bush 2001). Člověk se může měchovci nakazit několika způsoby: pozřením kontaminované půdy, například vkládáním nemytých rukou (konkrétně prstů) do úst, pozřením syrového nebo nedostatečně tepelně upraveného masa paratenických hostitelů (Glickman & Shofer 1987), konzumací syrové nebo nedostatečně tepelně upravené kontaminované zeleniny zvířecím trusem, který se využívá jako hnojivo anebo syrovými či nedostatečně tepelně upravenými játry či masem přežvýkavců, kuřat a prasat (Lee et al. 2010). Psí srst může být zdrojem nákazy pro člověka, a to kvůli vajíčkům měchovců, která se na ní nacházejí (Roddie et al. 2008). K nákaze také dochází chůzí naboso, těsným kontaktem s půdou (zahradníci) a opalováním na plážích v rizikových oblastech (Traversa 2012). Silná infekce vyvolává ochromující anémii z nedostatku železa, jež může v krajních případech končit i smrtí. Příčinou této anémie je ztráta krve při napadení střešní sliznice dospělými parazity (Kassebaum et al. 2014). *U. stenocephala* pravděpodobně není schopna infikovat člověka kvůli nízké penetrační schopnosti larev (Bowman et al. 2010). Naproti tomu *A. caninum* prokazatelně vyvolává lokální kožní léze u lidí, odlišné od hadovitých stop typických pro kožní larva migrans (Caumes et al. 2002). *A. caninum* může být zodpovědná i za další zdravotní problémy, i když je to méně časté.

Mezi ně patří zánět svalů (myositida), zánět sítnice a zrakového nervu na jedné straně (unilaterální subakutní neuroretinitida) a zánět střeva s eozinofily (eozinofilní enteritida) (Jung et al. 2020).

### 3.2.1.3 Výskyt *A. caninum* a *U. stenocephala*

Tyto dva druhy helmintů parazitují v oblasti mírného pásu. Pro rod *Ancylostoma* jsou vhodnější teplejší oblasti, zatímco rod *Uncinaria* preferuje chladnější prostředí. Borecka (2005) dokládá výskyt vajíček hlístic čeledi Ancylostomatidae v Polsku. Autoři Jarošová et al. (2021) při výzkumu na Slovensku zjistili, že vajíčka *Ancylostoma/Uncinaria* se vyskytují u 8,3 % vzorků. Dohromady bylo odebráno 495 vzorků výkalů, kde ve 134 vzorcích (27,1 %) byla nalezena vajíčka helmintů. Autoři Dubná et al. (2007) dokládají výskyt *A. caninum* i *U. stenocephala* ve vzorcích výkalů psů v Praze. Vzorky výkalů byly odebírány v centru Prahy, v zemědělských oblastech a ve dvou útulcích. Výsledky ukázaly, že 17,6 % vzorků z 3780 odebraných bylo infikováno aspoň jedním z 11 identifikovaných parazitů mezi nimiž byli zjištěni oba měchovci parazitující u psů, jak *A. caninum*, tak i *U. stenocephala*. Prevalence obou druhů byla poměrně nízká (0,4 %). V rámci studie provedené v roce 2019 bylo odebráno 270 vzorků výkalů psů z útulků v okolí Košic na jihovýchodním Slovensku. Sběr probíhal na třech různých lokalitách. Psi v obou útulcích žili ve velkých skupinách v nevhodných podmínkách. Vyšetřovaní psi byli kříženci a všichni starší 6 měsíců byli kastrování. Třetí odběr proběhl v romské osadě v Medzevě, kde bylo odebráno 110 vzorků. V těsném soužití s obyvateli osad a ve špatných životních podmínkách žili psi různých plemen. Mikroskopický rozbor ukázal, že vajíčka *U. stenocephala* se vyskytovala v 9,6 % (26 z 270) vzorků výkalů. Výsledky ukazovaly vyšší prevalenci (14,5 %) *U. stenocephala* v chovech psů se špatnými životními a hygienickými podmínkami (Štrkolcová et al. 2022).

### 3.2.1.4 Vývojový cyklus měchovců (*Ancylostoma*)

*A. caninum* je schopna transmamárního přenosu (přenos infekce z matky na potomka skrz mléko) na štěňata (Stone & Girardeau 1968). K transmamárnímu přenosu dochází díky reaktivaci larev, které jsou zadrženy ve tkáních v době, kdy je fena březí. Larvy se dostávají do mléčných žláz a za pomoci mleziva a mléka jsou přenášena na štěňata až po dobu 18 dnů (Enigk & Stoye 1967). Pokud u štěňat dojde k proniknutí larev přes kůži, dochází k migraci skrze krevní řečiště do plic (Bowman 1999; Anderson 2000). Životní cyklus popsáný výše je podobný životnímu cyklu škrkavek rodu *Toxocara* (Beugnet et al. 2018). Vývojový cyklus parazita je u dospělých psů odlišný, jelikož larvy místo migrace do plic putují do somatických tkání (svalů) a do střevní stěny (Schad 1979). Ve stěně střeva larvy přežívají i několik let (Schad & Page 1982). Zajímavostí z biologického hlediska u *A. caninum* je „larval leak“. Jde o kontinuální migraci larev, které se nacházejí v somatických tkáních, do tenkého střeva a zde se vyvinou v dospělce (Schad & Page 1982; Epe 2009). Jedinci, u kterých nastává „larval leak“ následně vylučují vajíčka ve velmi malém počtu. „Larval leak“ není pozorován u březích fen a nesouvisí tedy s březostí. Léčba zajišťuje pouze dočasné přerušování vylučování vajíček, a to z důvodu, že reaktivované larvy se znovu dostávají do střev a již po několika týdnech po léčbě zahajují nový cyklus vylučování vajíček (Bowman 1999). Tento jev je s největší pravděpodobností zapříčiněn imunologickým deficitem, ale konkrétní příčina nebyla objasněna (Loukas & Prociv 2001).

Dospělci kladou vajíčka, která se s výkaly hostitele dostávají do vnějšího prostředí. Tato vajíčka jsou oválná s tenkým a hladkým povrchem. Z vajíček se vylíhne larva prvního stadia L1. Po dvou svlecích se larva stává infekční v larválním stadiu L3. Pro vývoj larev je ideální teplá a vlhká půda s teplotou mezi 16 a 22 °C. Vylíhnutí larev z vajíček může proběhnout velice rychle, do 7 dnů. V ideálních podmínkách dokážou larvy přežít ve vnějším prostředí i několik týdnů (Beugnet et al. 2018).

Larvy L3 v prostředí představují primární zdroj infekce pro definitivního hostitele, a to buď perkutánní cestou (proniknutím kůží) nebo perorální cestou (požitím) (Traversa 2012). Odolnost larev stadia L3 *U. stenocephala* v prostředí (až několik měsíců) hraje klíčovou roli v jejich fekálně-orálním přenosu (Bajer et al. 2011). Naopak nízká odolnost larev stadia L3 *A. caninum* (pouze několik týdnů) omezuje šíření touto cestou (Bowman et al. 2010). Infekční larvy L3 se po požití hostitelem rychle dostávají do lymfatického systému nebo krevního oběhu. Migrují do srdce a plicních arteriol, kde pronikají do plicních alveolů. Následně stoupají bronchiálním stromem a jsou spolknuty, čímž se dostávají do gastrointestinálního traktu. Tam se usazují a vyvíjejí se v dospělce (Beugnet et al. 2018).

*A. caninum* je mnohem závažnější parazit než *U. stenocephala*, protože způsobuje exsanguinaci (masivní ztrátu krve), která může být pro hostitele fatální (Traversa 2012). Štěňata se nejčastěji nakazí *A. caninum* od své matky prostřednictvím mateřského mléka. Larvy parazita se u dospělých psů ukrývají v různých oblastech těla a aktivují se v období říje a konce březosti. Larvy se pak dostávají do mléka a infikují štěňata během prvních 3 týdnů po porodu (Bowman et al. 2010). Fena s larvami *A. caninum* představuje hrozbu pro štěňata ze tří po sobě jdoucích vrhů, i když se s každým vrhem snižuje počet larev v mateřském mléce, stále představuje riziko nákazy pro štěňata (Stoye 1979). Prepatentní fáze u *A. caninum* a *U. stenocephala* trvá 2–3 týdny (Anderson 2000). Parazitičtí červi v dospělé i larvální fázi se živí okusováním střevní sliznice a sáním krve. To má za následek klinické příznaky a vysokou úmrtnost, a to obzvlášť u štěňat a koťat, která nemají dostatečně vyvinutou kompenzační kapacitu v případě ztráty krve (Traversa 2012).

### 3.2.1.5 Anthelmintické rezistence u *A. caninum*

Díky několika genetickým vlastnostem (rychlá evoluce nukleotidových sekvencí, efektivní velikost populací) hlístic může docházet k selekci linií rezistentních vůči anthelmintikům (Blouin et al. 1995, Gilleard & Redman 2016). Jedná se o dědičný znak (Prichard et al. 1980). Autoři Wolstenholme et al. (2004) definovali rezistenci jako stav, kdy již není možné dosáhnout snížení četnosti parazitů v populaci, na kterou obvykle účinkuje dané množství určité látky nebo kdy je třeba zvýšit dávku léčiva k dosažení požadované účinnosti.

Nezodpovědné používání benzimidazolu jako anthelmintikum v minulosti vyústilo v rezistenci parazitických hlístic hospodářských zvířat na toto léčivo. V důsledku toho se benzimidazol stal v mnoha regionech světa nepoužitelný (Kaplan 2004). Pravidelná anthelmintická léčba psů v Austrálii je považována za důležité preventivní opatření pro zajištění zdraví jak psů, tak i lidí (Kopp et al. 2007). Pro léčbu helmintů u psů jsou využívána schválená anthelmintika. Nadměrné používání těchto léků vedlo ke vzniku rezistentních populací hlístic (McKean et al. 2023). Navíc v posledních několika letech dramaticky vzrostl počet případů opakovaných nebo perzistentních (trvalých) infekcí měchovci u psů, což naznačuje, že se u

tohoto parazita mohla vyvinout rezistence vůči anthelmintikům (Jimenez Castro et al. 2019). Nejvíce těchto případů opakované infekce se objevilo u plemen chrtů (Ridley et al. 1994).

Pyrantel, tetrahydropyrimidinové anthelmintikum, byl po mnoho let klíčovou součástí psích anthelmintik právě v Austrálii pro léčbu měchovců. Produkty s pyrantelem jsou i dnes hojně používány (Kopp et al. 2007). Autoři Hopkins a Gyr (1991) provedli kritickou studii a zjistili, že pyrantel embonát měl klinickou účinnost proti *A. caninum* pouze 75,1 %. Pyrantel se po svém zavedení v 70. letech 20. století osvědčil jako mimořádně účinný proti *A. caninum*, přičemž studie opakovaně prokázaly terapeutickou účinnost nad 95 % (Klein et al. 1978). V roce 1987 byl na Novém Zélandu u psa plemene greyhound původem z Austrálie poprvé zaznamenán případ selhání léčby *A. caninum* pomocí kombinace pyrantel/oxantel. Další šetření prokázala existenci pyrantelové rezistence u tohoto parazita (Jackson et al. 1987).

Jimenez Castro et al. (2019) provedli studii, kde zkoumali skutečnou rezistenci *A. caninum* v *in vitro*<sup>1</sup> podmínkách. Mezi schválená anthelmintika v USA patří: ferbantel, moxidectin, milbemycin oxime, fenbendazol a pyrantel.

Leutenegger et al. (2023) dokládají také rezistenci na benzimidazol u *A. caninum*. Předpokládají, že se rezistence vyvinula původně u chrtů, ale byla rovněž zjištěna u psů v zájmovém chovu, kteří však nebyli chrti. K výzkumu využívali metodu PCR.

Balk et al. (2023) provedli studii hodnotící účinnost tří komerčních anthelmintických přípravků při léčbě psů plemene foxhound s anamnézou přetrvávajících infekcí *A. caninum*. Při studii bylo zkoumáno 35 psů plemene foxhound, kteří byli rozděleni do tří léčebných skupin. Využili test „snížení počtu vajíček ve stolici“ (FECRT). Při této studii bylo zjištěno, že studovaná populace *A. caninum* byla rezistentní vůči benzimidazolům, laktonům a pyrantel pamoátu.

Dunstand-Guzman et al. (2020) vyhodnocovali *in vitro* účinek *Bacillus thuringiensis* na *A. caninum*. *B. thuringiensis* je insekticidní bakterie tvořící spory, kterou lze nalézt v půdě, ve vodě a na povrchu rostlin. Kmen GP526 této bakterie měl prokazatelně toxický účinek na *D. Caninum*, motolici *Centrocestus formosanus* (Mendoza-Estrada et al. 2016) a hlístici *Ancylostoma ceylanicum* (Capello et al. 2006). *B. thuringiensis* se využívá při infekci patogenními parazity, kteří jsou rezistentní vůči syntetickým chemickým anthelmintikům (Jimenez Castro et al. 2020). *B. thuringiensis* produkuje endotoxiny, které se vyznačují druhovou specifičností a nekontaminují životní prostředí, tudíž jsou šetrné vůči jiným organismům (Renganathan et al. 2011). Závěrem této práce bylo zjištěno, že *A. caninum* je vysoce citlivý na kmen GP526. U řady izolátů *A. caninum*, včetně izolátu Worthy 4.1F3P, byla potvrzena multirezistence (MDR) vůči všem třídám anthelmintik schválených pro léčbu měchovců u psů ve Spojených státech (USA) (Jimenez Castro et al. 2020).

---

<sup>1</sup> Pokusy konané v umělých podmínkách laboratoře

### 3.3 Hlístice čeledi Ascarididae

#### 3.3.1 *Toxocara canis*

Škrkavky řadíme v živočišné říši do kmene *Nematoda* (Hugot et al. 2001) a do čeledi Ascarididae, která je charakteristická tím, že obsahuje hlístice parazitující u široké škály obratlovců, včetně lidí (Kim et al. 2006). Rod *Toxocara* zahrnuje druhy jako je *T. canis*, *T. cati* a *T. vitulorum*, které jsou významné v rámci zdraví lidí a zvířat (Lee et al. 2010). *T. canis* je považována za velmi důležitého gastrointestinálního parazita u domácích zvířat, a to z důvodu vysoké prevalence, rizika viscerální a oční larvy migrans a rizika poškození nervové soustavy (Holland & Smith 2006). Rovněž je v souvislosti s těmito parazity diskutován potenciální posilující účinek atopie u lidí (Macpherson 2013).

Před více než 60 lety byly larvy *Toxocara* odhaleny v očích dětí, které měly podezření na retinoblastom (zhoubný nádor sítnice) (Nichols 1956). Jsou to poměrně velcí červi, 5-15 cm dlouzí a 2-3 mm širocí, bělavé barvy (Beugnet et al. 2018).

Jako definitivní hostitelé pro *T. canis* bylo prokázáno 19 druhů psovitých šelem (Holland 2023). Z 26 známých druhů *Toxocara* jsou definitivně zoonotické pouze *T. canis* a *T. cati* (Ziegler & Macpherson 2019). *T. canis* má široké spektrum hostitelů od bezobratlých a drůbeže (Galvin 1964) až po myši a člověka (Strube et al. 2013). Z 22 zaznamenaných definitivních hostitelů *T. canis* je nejdůležitější a geograficky nejrozšířenější pes domácí (Ziegler & Macpherson 2019).

Mezi paratenické hostitele můžeme zařadit i ptáky, hlodavce, prasata, králíky, ovce a lidi (Ziegler & Macpherson 2019). Psy napadá nejenom škrkavka *T. canis*, ale také *Toxascaris leonina*, která napadá i kočky. Infestace způsobené *T. canis* a *T. cati* jsou zdaleka nejvýznamnější vzhledem k jejich prevalenci, zoonotickému potenciálu a závažným následkům u štěňat a koťat. *T. leonina* se vyskytuje hlavně ve venkovském prostředí a napadá masožravce, kteří se živí hlodavci (Beugnet et al. 2018).

##### 3.3.1.1 Infekce u psů

U hostitelů způsobuje migrace larev poškození tělních tkání (Strube et al. 2013). Pokud se larvy dostanou do plic, je tato migrace doprovázena příznaky jako je kašel a dušnost (Overgaauw & Nederland 1997). Když dojde k masivní infekci může dojít až k obstrukci a ruptuře střev (Strube et al. 2013). Dospělci škrkavek se mohou dostat do žlučových cest, narušit hepatocyty a dále putovat do břišní dutiny a celá tato situace vede k peritonitidě (Dade & Williams 1975). Autoři Dade a Williams (1975) dokládají případ, kdy se jednalo o štěně, kterému bylo 5 měsíců a trpělo nechutenstvím, průjmem, depresí. Při následné pitvě bylo detekováno 21 dospělých škrkavek a z toho 4 škrkavky byly ve stádiu opouštění jater. Ve střevech bylo odhaleno až 100 dospělců a domnívali se, že se jednalo o prenatální infekci.

Prenatální infekce se projevuje nafouklým břichem na dotek citlivým, ale dochází také k poruchám vývoje a růstu (kachexie, rachitida, pozastavený růst) (Vossmann & Stoye 1986). Mezi histopatologické změny patří červené a bílé skvrny v játrech, petechie, žlutobílé a červené léze v plicích a bílé léze po celém kortexu (Hayden & Kruijningen 1975). Vossmann a Stoye (1986) ve svých studiích zkoumali hematologické změny u štěňat, která prodělala prenatální infekci a dokládají důkaz o změně v počtu červených krvinek, který je sice fyziologicky nízký

a po porodu se v průběhu týdnů zvyšuje, ale u nakažených štěňat *T. canis* se počty erytrocytů dále snižovaly. Vossman a Stoye (1986) zmiňují také eozinofilii jako charakteristický symptom nákazy *T. canis*, která začíná okolo 7. dne po nakažení a svého maxima dosahuje 14 dnů od infekce. Nemocný pes denně vylučuje až tisíce vajíček (Genchi & Traldi 1994). Jedná se o nejrozšířenější střevní škrkavku u psů a dalších psovitých šelem (Hotez & Wilkins 2009; Rubinsky-Elefant et al. 2010). Na světě, a to konkrétně v tropických oblastech, je infikováno více než 100 milionů psů (Schwartz et al. 2022), kteří do vnějšího prostředí vyloučí ročně miliardy vajíček (Rostami et al. 2020), a 1 miliarda lidí (Schwartz et al. 2022).

### 3.3.1.2 Zoonotický potenciál *Toxocara*

Člověk se nakazí pozřením infikovaných vajíček. O přenosu vajíček rozhoduje i lidské chování. Největší výskyt infekce *T. canis* je u dětí. To může být způsobeno chováním zahrnujícím pika (pořádání předmětů, které neslouží jako potrava), geofagii (pořádání hlíny) a špatné hygienické postupy, včetně vkládání nemytých rukou, zeleniny a jiných předmětů do úst (Ziegler & Macpherson 2019). Děti mají také obvykle užší vztah se štěňaty, jejichž srst a prostředí, kde spí, mohou být kontaminovány infekčními vajíčky (Macpherson 2013) a také se mohou nakazit na dětských pískovištích z kontaminovaného písku vajíčky (Pacheco-Ortega et al. 2019). Nejčastěji dochází k přenosu na člověka prostřednictvím pozření vajíček obsahujících larvy stádia L3, ale lidé se mohou nakazit také konzumací syrových kuřecích jater a masa z kachny, prasete, skotu a králíků, z nichž všichni slouží jako parateničtí hostitelé (Antolová et al. 2013).

Nákaza u člověka je charakteristická larválním parazitismem, jelikož ve střevech hostitele nejsou detekováni dospělí jedinci, ale pouze larvy (Eberhard & Alfano 1998).

Poté co jsou vajíčka pozřena, prochází trávicím traktem a vylíhnou se až v tenkém střevě, přes stěnu střeva pronikají dále do oběhového systému, jater, plic, očí nebo do centrální nervové soustavy. Celá tato migrace způsobuje mechanické a imunopatologické poškození (Hotez & Wilkins 2009; Lee et al. 2014). Rozeznáváme čtyři klinické syndromy infekce *T. canis*: viscerální larva migrans, oční larva migrans, viscerální toxokaróza, skrytá toxokaróza nebo neurotoxokaróza. Může dojít až k takovému poškození tkáně, kde není možná náprava, a to hlavně při oční larva migrans (Azira & Zeehaida 2011).

Nejčastěji je nákaza téměř asymptomatická (Overgaaauw 1997). Pokud se *T. canis* dostane do nervového systému, jde o chronické onemocnění, které se opakuje a mezi symptomy patří narušení kognitivních schopností, neuropsychické poruchy, deprese, změny chování a neurodegenerativní onemocnění. Díky lokalizaci neurotoxokarózy je velmi těžké tuto fázi léčit, jelikož léčiva mají proměnlivé účinky. Léčiva musí složitě proniknout hematoencefalickou bariérou (Othman et al. 2010). Oční toxokaróza může způsobit odchlípení sítnice se ztrátou zraku (Magnaval et al. 2001).

Skulinová et al. (2020) vyšetřovali 4428 pacientů z řad dospělých, ale i dětí a zjistili, že u 160 z nich (3,6 %) byly specifické protilátky proti *T. canis*. Podíl osob s protilátkami v krvi (seroprevalence) v evropských zemích, jako je Francie, Česká republika a Rakousko, se pohybuje mezi 2 % a 44 %. Vyšší hodnoty seroprevalence jsou pozorovány ve venkovských oblastech (Uhlíkova & Hübner 1998; Deutz et al. 2005). *T. canis* má význam jako zoonotický agens, který způsobuje viscerální a oční larva migrans u lidí (Schneider et al. 2011).



Larvy nejsou schopné vyvinout se v dospělé, ale migrují v těle člověka. Nejčastějším syndromem u dětí je visceral larval migrans (VLM). VLM způsobuje velkou infekční zátěž, a proto její klinické příznaky jsou: horečka, bolesti břicha, zvracení, průjem, astma anémie. Dalším syndromem je ocular larval migrans (OLM). OLM je způsobeno migrující larvou třetího stádia L3, která se dostává do cévnatky. Mezi klinické příznaky patří: zkreslení vidění, heterotopie, strabismus, zákal sklivce, v extrémních případech může dojít ke slepotě (Macpherson 2013). Tyto symptomy se objevují rychle a vyvíjejí se v průběhu dnů nebo týdnů (Ziegler & Macpherson 2019).



Obr. 2 – Larva třetího stádia (L3) *Toxocara canis* (Bowman 2020)

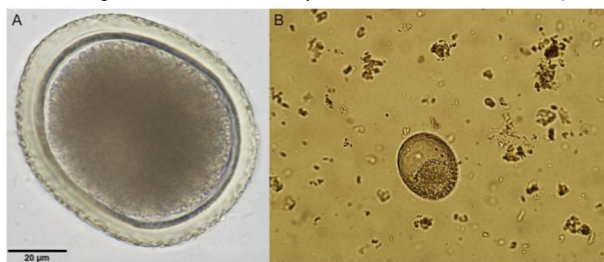
### 3.3.1.3 Výskyt *Toxocara canis*

Soriano et al. (2010) uvádí, že ze zkoumaných 1944 vzorků psích výkalů v Argentíně bylo 16,35 % pozitivních na *T. canis*. Vzorky pocházely z městských, ale i venkovských oblastí.

Habluetzel et al. (2003) provedli studii v Itálii, kde diagnostikovali 33,6 % pozitivních psů z 295 testovaných. Nejvyšší prevalence nákazy *T. canis* byla nahlášena u mladých, méně než 1 rok života, toulavých a venkovských samců psů žijících v zemích tropického pásma a nízkým hrubým domácím produktem (HDP) (Rostami et al. 2020). To představuje ideální podmínky pro rozmnožování parazita, a to díky volně se pohybujícím hostitelům, nekontrolované reprodukci psů, kteří nejsou ani léčeni na tohoto parazita (Schwartz et al. 2022).

V Evropě se míra infekce psů parazitem *T. canis* liší podle prostředí, ve kterém psi žijí. U domácích mazlíčků se pohybuje okolo 3,5 %, zatímco u psů z útulků nebo toulavých psů může dosáhnout až 34 % (Lee et al. 2010). Dospělé škrkavky rodu *Toxocara* a *Toxascaris* mohou být nacházeny ve výkalech a zvracích infikovaných zvířat. Při pitvě je můžeme najít i v tělních dutinách. Samice škrkavek kladou vajíčka, která jsou charakteristická svým vzhledem: mají jednu hnědou buňku, která nezabírá celou plochu vajíčka, mají silnou stěnu, povrch vajíček je obvykle nepravidelný, jamkovitý s „náprstkovitým“ povrchem, s výjimkou rodu *Toxascaris*, který má povrch vajíček hladký. Důvodem rozlišování vajíček je, že pouze rod *Toxocara* dokáže infikovat i člověka. Samička dokáže naklást asi 200 000 vajíček za den. Vajíčka se objevují hned, co se dospělci dostanou do tenkého střeva. Vajíčka parazita se stávají infekční po 3-4 týdnech od vyloučení do vnějšího prostředí (Beugnet et al. 2018). Larva L3 označuje třetí larvální stádium *T. canis*. Tato larva se vylíhne z vajíčka uvnitř paratenického hostitele (včetně člověka) a u něj přežívá ve tkáních. Ve stejné formě larva přechází mezi hostiteli. Jejím cílem je gastrointestinální trakt definitivního hostitele. Larva *T. canis* je morfologicky velice podobná larvě *T. cati*, ale je o několik mikrometrů tenčí v průměru (Bowman 2020). Dospělí jedinci jsou charakterističtí svou krémovou až bílou barvou.

Dospělí samci škrkavek měří 7-8 cm na délku, ale samice jsou o něco větší, měří 10-11 cm (Hadi 2019). Vajíčko *T. canis* je veliké 80-85  $\mu\text{m}$  a velmi odolné (Moreira et al. 2014).



Obr. 3 – Vajíčka A) *Toxocara canis* a B) *Toxascaris leonina* (Jenkins 2020)

#### 3.3.1.4 Vývojový cyklus škrkavek (*Toxocara*)

U *T. canis* existuje několik způsobů přenosu u psů. Délka prepatentního období záleží na způsobu přenosu, tzv. vertikální přenos začíná, když dojde k reaktivaci somatických larev během třetího trimestru těhotenství. Somatické larvy napadají gestační váček a infikují rostoucí embryo (Schneider et al. 2011; Roberts et al. 2013). Vajíčka vyloučená definitivním hostitelem do vnějšího prostředí nejsou zpočátku infekční, ale trvá jim 3-6 týdnů, než se infekčními stanou (Overgaauw 1997). Fyziologické změny během těhotenství mění signální dráhy larev, a to vede k reaktivaci a migraci larev (Ma et al. 2019). Narozená štěňata již mají v těle červy a k vypuzení vajíček dochází kolem 16. dne po porodu (Lloyd et al. 1983). Vertikální přenos nadále pokračuje po porodu, jelikož larvy jsou schopné laktogenního přenosu na čerstvě narozená mláďata (Burke & Roberson 1985; Ma et al. 2019). K horizontálnímu přenosu dochází při požití embryonovaných vajíček s prepatentní periodou 32-35 dnů (Dubey 1978) nebo při požití paratenických hostitelů s periodou 34-38 dnů (Schwartz et al. 2022). V ideálních podmínkách, což je teplota 25-30  $^{\circ}\text{C}$  a vlhkost 85-95 %, se larva ve vajíčku líhne 9-15 dní (Okoshi & Usui 1968). Pokud hostitel pozře vajíčka z vnějšího prostředí, trvá 2-4 hodiny, než se larvy vylíhnou a poté pronikají skrz střevní sliznici (Webster 1958). K proniknutí přes sliznici larvám pomáhá enzym proteáza, která je podobná elastáze (Parsons 1987). Škrkavky nejsou hematofágní (parazit sající krev), ale konzumují velké množství glukózy, aminokyselin, vitaminů, stopových prvků a minerálů, jako je vápník a fosfor. Nedostatek těchto živin pravděpodobně přispívá k poruchám kostí u silně napadených štěňat a koťat a zvyšuje riziko křečovitých hypoglykemických záchvatů (Beugnet et al. 2018). Hrozí závažné komplikace, jako je zánět břišního prostoru (peritonitida), jelikož se červi v tenkém střevě shlukují a způsobují střevní obstrukce. V ojedinělých případech dojde i k perforaci střevní stěny. U štěňat a koťat do 6 měsíců věku se larvy parazita *Toxocara* dokážou probojovat stěnou tenkého střeva a migrovat lymfatickým systémem nebo krevním oběhem do srdce a jater. Dále se dostávají do plic a plicních sklípků. Pokud se dostanou do průdušnice, jsou spolknuty a vracejí se zpět do střev, kde dospívají a rozmnožují se. Tato specifická migrace, nazývaná enteropneumotracheoenterální, trvá 5 týdnů a je typická pouze pro *Toxocara*. Jedním z doprovodných příznaků této migrace je kašel (Beugnet et al. 2018). U *T. leonina* se uskutečňuje vývoj přímo v tenkém střevě, nedochází k žádné migraci. Když embryonovaná vajíčka *Toxocara* pozřou psi nebo kočky starší 6 měsíců, migrují larvy do plic, ale nemusí proniknout do plicních sklípků. Plicními žilami směřují k srdci, v krevním řečišti se šíří po celém těle, a ještě za života se uhnízdí v různých orgánech. U samců larvy odumírají, obvykle asi po roce.

U fen zůstávají larvy infikované po několik let (Beugnet et al. 2018). Tvoří se spící larvy, které jsou uhnížděné v mléčných žlázách, děloze a také ve svalové tkáni. Záleží i na hormonálním cyklu feny, protože se larvy reaktivují v době hárání a před porodem, ale také v období říje. Larvy, které napadnou štěňata před narozením, se vyvinou v dospělé, když je štěňatům 10 dní. Larvy, které se dostanou do těla štěňat z mleziva nebo mléka, projdou krevním oběhem a plicemi a ve střevě se vyvinou v dospělé. Při askaridóze způsobené *T. leonina* je důležitý paratenický hostitel, který pozře vajíčko obsahující larvy L3 a ve svých tkáních přechovává klidné larvy. Škrkavky přežívají pouze 4-6 měsíců, ale jsou velice plodné, proto je důležitá dezinfekce a dekontaminace prostředí. U *T. canis* dochází k nakažení štěňat ještě před narozením, jelikož jsou larvy uhnížděné ve tkáních matky. K přenosu dochází i při sání mleziva a mléka od matky. Štěňata se mohou nakazit stejně jako dospělci pozřením vajíčka. Zranitelná jsou převážně mláďata do 6 měsíců věku, dospělci starší 6 měsíců jsou napadáni převážně v době, kdy mají oslabený imunitní systém. U *T. leonina* věk nehraje tak významnou roli jako u *T. canis* (Beugnet et al. 2018).

Velmi důležitá část životního cyklu *T. canis* je přenos larev na potomky definitivního hostitele, která začíná již v brzké části vývoje a toto vede k velmi vysoké prevalenci u štěňat (Barriga 1988). Psi, jako definitivní hostitelé *T. canis*, se s velkou pravděpodobností nakazí již v děloze matky (Koutz et al. 1966). Existují dva způsoby, jak se plod může infikovat: buď spolknutím vajíček fenou během březosti nebo aktivací larev z tkání, které se k plodu pravděpodobně dostanou přes placentu (Schneider et al. 2011). Přenos infekce placentou je u psů běžný, zatímco laktogenní přenos je méně významný (Burke & Roberson 1985). V tomto případě je přenos u *T. cati* odlišný, jelikož hlavní cesta přenosu u koček je skrze mateřské mléko (Coati et al. 2004). Otázka, zda má u paratenických hostitelů větší vliv prenatální nebo laktogenní infekce, stále zůstává nezodpovězena (Jin et al. 2008). U psů dochází k prokazatelné transplacentární infekci od 42. dne březosti, kdy larvy migrují z matky do plodů (Lloyd et al. 1983).

## 3.4 Helminti čeledi Trichuridae

### 3.4.1 *Trichuris vulpis*

Hlístice rodu *Trichuris* představují skupinu parazitů, kteří napadají širokou škálu hostitelů, a to jak domácí zvířata (psi a kočky), tak hospodářská zvířata (prasata, ovce, koně) a v neposlední řadě i člověka (Soulsby 1982). Jedná se o běžného parazita psů, vyskytující se s vysokou mírou infekce jak u zvířat v kotcích, tak u domácích mazlíčků i toulavých psů (Vanparijs et al. 1991). Dospělci dosahují délky 4,5-7,5 cm a jejich širší část těla tvoří jednu čtvrtinu tělesné délky (Taylor et al. 2015). Hlístice se vyznačují protáhlým, zúženým hltanem, kterým se pevně usazují ve sliznici slepého a tlustého střeva svého hostitele. Naproti tomu zadní část jejich těla volně visí v lumen střevní dutiny (Bowman 1999).

#### 3.4.1.1 Infekce u psů

Jedná se o hlístici přenášenou vajíčky kontaminujícími prostředí (Mohd-Shaharuddin et al. 2019). Psi žijící v domácnosti se mohou nakazit *T. vulpis* během procházek v oblastech s vysokým výskytem infekce, jako jsou parky, hřiště a další veřejná prostranství. Hlavním zdrojem kontaminace těchto oblastí vajíčky parazita jsou pravděpodobně toulaví psi, u kterých byla v Brazílii zjištěna prevalence až 60 % (Blazius et al. 2005). Vliv *T. vulpis* na zdraví psů je stále předmětem diskuse. Některá zvířata pravděpodobně tolerují vysokou parazitární zátěž bez viditelných příznaků a schopnost parazita sát krev z hostitele je stále předmětem dohadů. Pomalé tempo vývoje parazita v napadeném hostiteli, subklinické projevy infekce u některých psů a výskyt příznaků před dospíváním parazita mohou také přispívat k domněnce, že *T. vulpis* nemá vysokou patogenitu (Traversa 2011). *T. vulpis* způsobuje akutní nebo chronický zánět sliznice slepého střeva a v některých případech i tlustého střeva (Taylor et al. 2015). U štěňat s infekcí *T. vulpis* se může zpomalit růst a docházet k chřadnutí. U infikovaných psů obecně dochází k poruchám imunitního systému, horšímu vstřebávání živin a náchylnosti k dalším infekcím. Mladá zvířata jsou obzvláště ohrožena vážnými poškozeními slepého a tlustého střeva, jelikož tato část trávicího traktu snese jen menší počet parazitů (stovky až tisíce). Klinické příznaky zahrnují střídavé průjmy a období normálního vyměšování. V těžkých případech se objevuje hlenovitý, vodnatý a často krvavý průjem, případně i čistá krev. Dochází k úbytku hmotnosti, letargii a anémii způsobené ztrátou krve v důsledku poškození střevní sliznice parazitem (Traversa 2011). Mezi řadu vážných symptomů patří ztlustění střevní sliznice, vředové a nekrotické léze na sliznici, těžká anémie a dehydratace, která v těžkých případech vede k úhynu zvířete (Silva et al. 2010). V Itálii proběhly studie zaměřené na prevalenci psích parazitů ve městech i mimo ně. Ve vzorcích stolice odebraných z veřejných prostranství (např. náměstí, parky, psí zóny) v italských velkoměstech (Bari, Neapol, Florencie, Milán, Turín) a dalších menších městech po celé zemi byla prokázána přítomnost vajíček *T. vulpis* (Zanzani et al. 2010). Míra infekce v chovatelských stanicích (v USA, Belgii a Nizozemsku) může být až 15-30 % (Vanparijs et al. 1991). Nízká míra výskytu *T. vulpis* u štěňat ve srovnání s dospělými psy je pravděpodobně způsobena kombinací faktorů, které zahrnují: nedostatek transplacentárního a transmamárního přenosu, dlouhé prepatentní období a pravděpodobnou neschopnost vyvolat ochrannou imunitní odpověď (Fontanarro et al. 2006).

### 3.4.1.2 Zoonotický potenciál *T. vulpis* a jeho rozšíření ve světě

I když psi a psovitě šelmy představují hlavní hostitelé *T. vulpis*, jeho význam pro humánní medicínu je poměrně diskutabilní. Zatímco někteří odborníci zdůrazňují jeho zoonotický potenciál, jiní ho vnímají jako nevýznamný faktor v lidských infekcích (Traversa 2011). Zoonotický potenciál *T. vulpis* je stále diskutované téma, jelikož v minulosti bylo pozorováno, že způsobuje viscerální larva migrans a střevní infekce u lidí (Dunn et al. 2002). První případ lidské infekce *T. vulpis* byl zaznamenán v USA. U dětského pacienta byly ve stolici nalezeny tělní články samice parazita a vajíčka typická pro trichuroidy. Na základě velikosti vajíček a specifických morfologických znaků samičích pohlavních orgánů parazita byla diagnostikována nákaza *T. vulpis*. (Hall & Sonnenberg 1956). Při pitvě onkologického pacienta v USA byla objevena v řezech apendixu (červovitý výběžek) gravidní samice a zadní část těla samce *T. vulpis* (Kenney & Yermakov 1980). Kromě již zmíněných dvou případů lidské infekce *T. vulpis* byly zdokumentovány další případy infekcí: v roce 1983 byly popsány případy nákazy devatenácti osob z Japonska (Kagei et al. 1986) a Dunn et al. (2002) uvádějí případ ženy z USA s chronickým průjmem u které byla na základě morfologie diagnostikována nákaza *T. vulpis*. Márquez-Navarro et al. (2012) uvádějí případ devítileté dívky, která trpěla dva roky epistaxí (krvácení z nosu). Rentgen byl negativní, diagnóza – rýma. Dívka se opětovně vrátila s bolestmi břicha a epistaxí. Krevní testy ukázaly mírnou eozinofilii a dále byl vyšetřen i vzorek stolice, který prokázal žlutohnědá vajíčka se dvěma polárními zátkami typická pro *T. vulpis*. Na základě těchto výsledků byla diagnostikována trichurióza a k léčbě byl využit lék mebendazol.

Střevní infekce u lidí jsou obecně považovány za vědecky nepodložené a jsou zpochybňovány (Yoshikawa et al. 1989). Bylo navrženo, aby domácí zvířata žijící v domácnostech osob s oslabeným imunitním systémem, procházela pravidelným vyšetřením na hlavní enterické (střevní) zoonotické patogeny (Grant & Olsen 1999). Vzhledem k nejasnostem ohledně zoonotického potenciálu *T. vulpis* je doporučeno zahrnout i tohoto parazita do screeningového programu, dokud nebudou jeho zoonotické vlastnosti definitivně potvrzeny nebo vyvráceny (Traversa 2011). Ať už je skutečný zoonotický dopad *T. vulpis* jakýkoli, vždy by měl být tento parazit brán v úvahu jako jeden z možných původců infekcí u psů chovaných v domácnosti (Robertson & Thompson 2002). U nakažených jedinců *T. vulpis* byla pozorována zajímavá souvislost s přítomností *A. caninum* v těle infikovaných psů (Nolan & Smith 1995). Zajímavé je, že podobná souvislost mezi tenkohlavci a měchovci byla pozorována i u lidí (Singh et al. 1993). Je zapotřebí dalších studií, aby bylo objasněno, zda jsou existující biologické faktory schopny ovlivnit koexistenci nebo ne. Znalost smíšených parazitárních infekcí je obecně důležitá pro správné hodnocení psů a výběr vhodné léčby. V některých případech je nutná kombinace léků pro dosažení optimálního výsledku. U případů, kdy se jedná o koinfekci *T. vulpis* a *A. caninum* není tato znalost tolik důležitá, jelikož existují anthelmintika (benzimidazoly a makrocyclické laktony), která jsou účinná proti oběma parazitům (Traversa et al. 2010). Některé makrocyclické laktony se využívají také k léčbě *D. immitis* (Traversa et al. 2010) a právě proto by bylo užitečné prozkoumat možnou epidemiologickou souvislost mezi *T. vulpis* a *D. immitis*, protože díky opakované léčbě *T. vulpis* by byla snadnější kontrola a prevence infekcí způsobené právě *D. immitis* (Traversa 2011).

### 3.4.1.3 Vývojový cyklus *T. vulpis*

Samička klade vajíčka, která jsou tvořena jednou buňkou a po dobu 3-8 týdnů se z nich ve vnějším prostředí vylíhne larva. Pokud vajíčka pozře hostitel, vaječné zátky se rozpustí a larvy se dostávají do sliznic střeva, kde po dobu dvou týdnů dospívají a osídlí tlusté střevo ve kterém dosáhnou pohlavní dospělosti (Taylor et al. 2015). Kirkova a Dinev (2005) uvádějí prepatenci 8-12 týdnů. Vajíčka mají ovoidní tvar, hnědožlutou barvu, pevnou skořápku s hladkým povrchem a hlenovité zátky na obou pólech vajíčka. Na délku měří 70-90  $\mu\text{m}$  a na šířku 30-40  $\mu\text{m}$ , tudíž jsou viditelné pouze pod mikroskopem (Conboy 2009). Vajíčka *T. vulpis* vynikají mimořádnou odolností vůči nepříznivým vlivům prostředí. Dokážou přežít od mrazivé zimy až po spalující léto, a to zvláště ve vlhkých a stinných oblastech. Tato odolnost vajíček představuje stálý zdroj (re)infekce psů žijících v kontaminovaném prostředí (Fontanarossa et al. 2006). Z vajíček se larvy uvolňují 10-12 týdnů (Beugnet et al. 2018).



Obr. 4 – vajíčko *Trichuris vulpis* (Traversa 2011).

## 3.5 Helminti z čeledi Onchocercidae

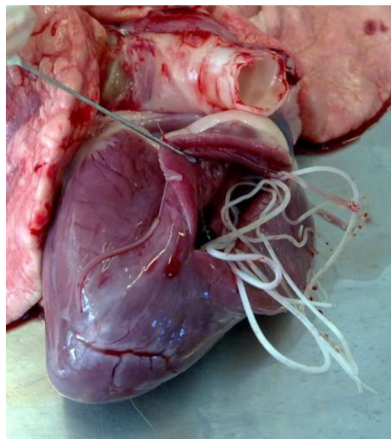
### 3.5.1 *Dirofilaria immitis*

V rámci kmene *Nematoda* patří *Dirofilaria immitis* do nadčeledi Filarioidea (Deplazes et al. 2016). Jedná se o kardiopulmonální hlístici přenášenou komáry (Traversa et al. 2010) čeledi Culicidae a způsobuje srdeční červivost u masožravců, převážně u psů (Beugnet et al. 2018). Životní cyklus a přežití hmyzích vektorů, jako jsou v tomto případě komáři, je silně ovlivněno třemi klíčovými faktory: teplota, vlhkost a dostupnost vody. Jedním z nejdůležitějších faktorů, který v dnešní době podporuje šíření patogenů je globální oteplování (McMichael et al. 2007). Schopnost komárů přenášet *D. immitis* je úzce závislá na klimatických podmínkách, které umožňují vývoj larev parazita v těle komára. Z toho vyplývá, že teplota prostředí hraje klíčovou roli v podpoře životního cyklu *D. immitis* (Genchi et al. 2009). Dospělá samice klade mikrofilárie dlouhé 300  $\mu\text{m}$  a 6  $\mu\text{m}$  v průměru (Beugnet et al. 2018). Samice červů měří 250-300 mm a 1-1,3 mm v průměru, kdežto samec je dlouhý 120-200 mm a v průměru má 0,7-0,9 mm (Manfredi et al. 2007). Samec nemá kopulační burzu a zadní část jeho těla je stočená (Beugnet et al. 2018). Samice parazita rodí živě (ovovivipárně) a do krevního oběhu uvolňují mikrofilárie bez ochranného pouzdra, které dosahují velikosti 250–300 mikrometrů (Shang Kuan & Prichard 2020). Červi jsou lokalizováni v plicních tepnách a v pravé srdeční komoře. Mezi klinické příznaky řadíme kardiopulmonální problémy, které vedou až k nevratné srdeční insuficienci (nedostatečná funkce). Onemocnění se odborně nazývá kardiopulmonální

dirafilarióza, která napadá hlavně psy a jiné psovitě šelmy. Zároveň mohou být infikovány kočky, fretky, lachtani a tuleni. Prevalence v enzootických oblastech (Itálie, Sardinie, Korsika, Španělsko, Portugalsko, část Balkánského poloostrova) u kočkovitých šelem je pětkrát nižší než u psovitých šelem. (Beugnet et al. 2018).

#### 3.5.1.1 Infekce u psů

Konkrétně *D. immitis* způsobuje u psů kardiopulmonální dirofilariózu (Simón et al. 2012). Někteří infikovaní psi však nemají přítomny mikrofilárie v krvi, což způsobuje skryté nebo amikrofilárie infekce, pravděpodobně způsobené faktory, jako je stárnutí samic červů, infekce parazity pouze jednoho pohlaví nebo imunitní reakce hostitele (Simon & Genchi 2000). U psa probíhá infekce převážně asymptomaticky, v případech, kdy je organismus napaden malým počtem červů (Beugnet et al. 2018). Mladí a dospělí srdeční červi *D. immitis* napadají psy a způsobují u nich závažné onemocnění. Zpočátku se jedná o cévní poruchu, která může vést k poruše průtoku krve a následně postihnout cévní a plicní systém. V závažných případech může dojít i k postižení pravé srdeční komory (Bowman & Atkins 2009). Prvními příznaky infekce u psů je obvykle mírný, ale přetrvávající kašel a ztráta zájmu o pohyb. Někdy se může objevit také snížená chuť k jídlu. Odumírání parazitů v plicích a cévách psa poškozují plicní endotel a ucpává cévy, čímž dochází ke zpomalení proudění krve v cévách. To může vést k plicní hypertenzi (zvýšený krevní tlak), která dále vyvolává kompenzační zvětšení pravé srdeční komory a v konečném důsledku i selhání pravé části srdce (Simón et al. 2012). Vzácněji může dojít k náhlé obstrukci průtoku krve v plicích v důsledku velkého počtu dospělých parazitů v plicních tepnách. To může vést k dramatickému snížení průtoku krve a následné migraci parazitů do pravé síně, komory a v závažných případech i do duté žíly. Tato forma ucpání, nazývaná kavální syndrom, má za následek život ohrožující formu srdečního selhání (Ames & Atkins 2020). *D. immitis* je významná také u člověka, jelikož způsobuje plicní (subkutánní/oční) dirofilariózu (Pampiglione et al. 1995; Simón et al. 2005).



Obr. 5 - *Dirofilaria immitis* (Simón et al. 2012)

#### 3.5.1.2 Výskyt *Dirofilaria*

Toto helmintické onemocnění je rozšířené po celém světě, ale závisí na hustotě přenašečů (vektorů), kterými jsou komáři. V tropických oblastech je hlavní přenašeč *Aedes aegypti*, kdežto ve Středomoří je to *Culex pipiens*. Ostatní kousaví členovci (blechy, vši, klíšťata) se

nikdy nepodílejí na přenosu *D. immitis*, ale mohou být přenašeči jiných filárií (rod *Acanthocheilonema*) (Beugnet et al. 2018).

Před rokem 2001 byla dirofilarióza hlášena hlavně na jihu Evropy (Španělsko, Portugalsko, Itálie, Francie), kdežto výskyt v Řecku, Turecku a zemích na východu byl ojedinělý (Morchón et al. 2012). V severní Itálii se prevalence pohybovala od 50 % do 80 % (Genchi 2001). Na jihu Španělska byla prevalence okolo 8,5 %, na Pyrenejském poloostrově byla nejvyšší prevalence a to 36,7 % v provincii Huelva (Ortega-Mora et al. 1991).

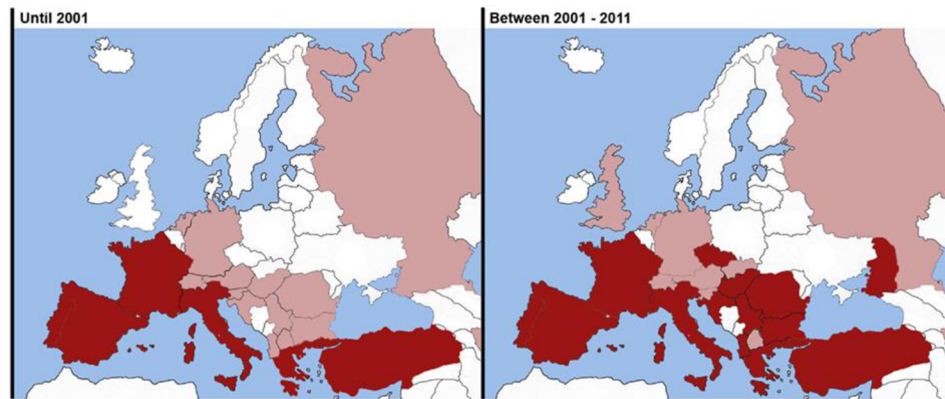
V letech 2002 až 2011 došlo v Itálii k rozšíření *D. immitis* po celé zemi (Traversa et al. 2010a). Moltó (2006) provedl ve Španělsku epidemiologickou studii a zjistil, že prevalence v Alicante byla 18 % a v Murcii 9 %, ale na ostrově Ibiza prevalence dosahovala až ke 39 %. Makowski Zamora et al. (2010) uvádí hlášený případ nákazy psa na Mallorce, který nikdy nevycestoval mimo tento ostrov. García et al. (2011) provedl studii na Salamance v období od roku 2008 do roku 2009 a zjistil, že prevalence 29,08 % je téměř stejná jako prevalence, která byla hlášena před 20 lety. Hirsch a Pantchev (2008) uvádí zvýšený počet infikovaných psů v Německu, kde provedli studii mezi lety 2005 a 2006, bylo využito 5483 vzorků a prevalence dosahovala 1,2 %. Německo ale není považováno za endemickou oblast, jelikož všechny hlášené případy odpovídaly psům dovezených ze zahraničí, a to konkrétně z Korfu, Sardinie, Bulharska, Maďarska a Kanárských ostrovů (Morchón et al. 2012). Rozšíření dirofilariózy ale dále může podporovat import psů infikovaných parazitem *D. immitis* z oblastí s vysokým výskytem onemocnění do oblastí, kde se dříve nevyskytovalo, jako je například Německo (Genchi et al. 2014). V Portugalsku byly doposud zaznamenány pouze veterinární infekce způsobené parazitem *D. immitis*. V současnosti neexistují žádné hlášené případy lidských infekcí *D. repens* na území Portugalska (Araujo 1996). V USA se průměrná prevalence pohybuje mezi 1 % a 12 %, přičemž existují značné regionální rozdíly (Little et al. 2021). Například Florida vykazuje míru prevalence až 28 % (Hays et al. 2020).

Svobodová et al. (2006) popsali autochtonní (původní) případ dirofilariózy u psů. Mišoňová et al. (2003) popsali případ importované dirofilariózy u psa. Svobodová a Mišoňová (2005) uvádí, že při studii bylo vyšetřeno 110 psů a z toho 92 bylo předtím v endemických oblastech nebo minimálně z těchto oblastí importováno, 18 psů bylo potomky importovaných psů. 17 z těchto psů bylo plemene pitbul teriér importovaných z USA (Svobodová & Mišoňová 2005). Mezi importovanými psy byl pozitivní na antigen pouze jeden pes a nebyly zjištěny ani mikrofilárie. Tento výsledek byl nejspíše ovlivněn přítomností malého počtu dospělých červů (Svobodová & Mišoňová 2005). Autoři Míterpáková et al. (2022) zaznamenali autochtonní případ lidské dirofilariózy u ženy na Slovensku.

Autoři Míterpáková et al. (2021) ve své studii porovnali výskyt parazita *Dirofilaria* v České republice a na Slovensku. V období od října do prosince 2019 bylo vyšetřeno 429 psů v České republice a 644 psů na Slovensku. Výsledky ukázaly značné rozdíly: v České republice se parazit *D. repens* vyskytuje sporadicky a případy *D. immitis* byly potvrzeny pouze jako importované, zatímco na Slovensku jsou oba druhy parazita endemické.

V České republice je nízká prevalence tohoto parazita (Míterpáková et al. 2021). Dobešová et al. (2007) zkoumali psy v oblastech na hranicích Rakouska a Slovenska a zjistili prevalenci *D. immitis* 6,7 % společně s koinfekcí *D. repens*, která byla 2,7 %.





Obr. 6 - rozšíření dirofilariózy pozorované u psů v Evropě v letech 2001-2011 (Genchi et al. 2009).

### 3.5.1.3 Vývojový cyklus *Dirofilaria*

Hlavním rezervoárem parazitů je pes domácí (*Canis lupus familiaris*). Definitivním hostitelem je obratlovec a do životního cyklu se zapojuje také vektor (Barriga & Schultz 1982). Mezi nejčastěji využívané hostitele z řad savců patří domestikovaní, a i divocí psi (McCall et al. 2008). Přenašeči tohoto onemocnění jsou samice několika druhů komárů z čeledi Culicidae (Cancrini et al. 2001). Svobodová a Mišoňová (2005) uvádí, že se jedná až o 60 druhů komárů a patří k nim také rod *Anopheles*, *Culex* a *Aedes*. U komárů se mikrofilárie vyvíjejí asi 2 týdny, než se z nich stanou infekční stádia – larvy L3 (Cielecka et al. 2012).

Komár je nakažen při sání krve od již nakaženého hostitele. U komára se mikrofilárie dostanou do střev, kde zůstávají 24 hodin a dále migrují do malpighických trubic (Beugnet et al. 2018). Larvy opouštějí malpighické trubice 6.-7. den po začátku nákazy. Larvy se vyvíjí do druhého larválního stádia L2 8-10 dnů po nákaze a do třetího larválního stádia L3 za 2-3 dny. Larvy L3 se dostávají do hlavové části, a to konkrétně do ústní části a zde se stávají infekčními (McCall et al. 2008). K vývoji larvy třetího stádia je zapotřebí vyšší teploty (18 °C) po dobu jednoho měsíce (Knight 1998).

Při sání krve, komáři do postižené rány zanášejí h infekční larvy stádia L3. Larvy jsou samy schopné proniknout přes kůži do těla hostitele (Venco et al. 2011).

K vývinu ze stádia L3 do stádia L4 dochází mezi 3-12 dny po infekci *D. immitis*. Parazit se nadále vyvíjí do preadultního červa, tento vývoj probíhá od 50. do 70. dne od infekce. Tito červy putují do plicní tepny a pravé srdeční komory u psa a pohlavní dospělosti dosahují 120 dnů od nákazy. Při silné nákaze se červy mohou dostat i do zadní duté žíly (Beugnet et al. 2018). Samice produkují první larvální stádium (mikrofilárie) 6-9 měsíců od začátku nákazy (McCall et al. 2008). Mikrofilárie žijí v krevním řečišti a žijí až 2 roky, dospělí červy žijí 7 let i déle (Venco et al. 2011).

### 3.5.1.4 Rod *Dirofilaria* jako hostitel bakterie *Wolbachia*

Jak *D. immitis*, tak ale i *Dirofilaria repens* jsou zároveň hostitelé pro symbiotické bakterie rodu *Wolbachia* (Simón et al. 2012). *Wolbachia* patří mezi intracelulární bakterie z řádu *Rickettsiales* (Taylor et al. 2005). Bakterie *Wolbachia* se podílejí na svleku a embryogenezi filárií (Bandi et al. 2001). U *D. immitis* se *Wolbachie* nacházejí na bocích těla u dospělých jedinců, v mikrofiláriích a ve všech larválních stádiích vektoru a definitivního hostitele.

U samic parazita se bakterie nacházejí v oocytech a ve všech embryonálních stádiích mikrofilárií, které se vyvíjejí v děloze (Kozek 2005). Sacchi et al. (2002) uvádí, že se bakterie nacházejí také ve vaječnicích samic *D. immitis*, ale v samčím pohlavním aparátu prokázána nebyla. Autoři Bandi et al. (2001) se domnívají, že tyto bakterie hrají významnou roli v patogenezí a imunitní odpovědi na filární infekci. I když vědci v dnešní době udělali neuvěřitelné pokroky ve výzkumech, tak dirofilarióza zůstává prioritní v předmětech studií a výzkumů, přestože její objev byl již před 400 lety (Simón et al. 2012). Uvolňování antigenů *Wolbachie* a jejich produktů z filárií do hostitelských tkání vyvolává filární zánětlivé reakce (Bazzocchi et al. 2003). *Wolbachie* se po úhynu dospělců či larválních stádií uvolňují v důsledku imunitní reakce nebo po chemoterapii a následně jsou odbourávány hostitelem. *Wolbachie* se během života samice uvolňují pomalu, ale kontinuálně z dělohy a dochází k tomu buď uvolňováním volných *Wolbachii* nebo *Wolbachii* přítomných v úlomcích vajíček (Bazzocchi et al. 2000). Infekce *D. immitis* se liší od jiných parazitů, protože červi žijí v krevním oběhu. To umožňuje produktům *Wolbachie*, které červi uvolňují, šířit se po celém těle a ovlivňovat různé orgány. Důležité orgány, které by mohly být postiženy, zahrnují plíce, ledviny, játra a slezinu. Tyto orgány by mohly sloužit jako úložiště wolbachialních antigenů a vést k tvorbě lézí (Kozek 2005).

### 3.5.2 *Dirofilaria repens*

Onemocnění dirofilarióza je název používaný pro skupinu vektorově přenášených parazitóz, které způsobují červy rodu *Dirofilaria* (Matějů et al. 2016). Bylo rozpoznáno 30 druhů, které byly rozděleny do dvou podrodů (*Dirofilaria* a *Nochtiella*). V Evropě jsou hlášeny dva druhy *Dirofilaria*, a to *Dirofilaria immitis* a *Dirofilaria repens*, kteří nejen že způsobují zvířecí dirofilariózu, ale jsou zoonotické a způsobují dirofilariózu u lidí (Genchi et al. 2009). Hlavními rezervoáry jsou volně žijící psi (Simón et al. 2012). Prevalence dirofilariózy psů se pohybuje v rozmezí 0,24 % a více než 50 % v různých oblastech světa (Genchi et al. 2007).

#### 3.5.2.1 Infekce u psů

Hlavními rezervoáry jsou volně žijící psi (Simón et al. 2012). Prevalence dirofilariózy psů se pohybuje v rozmezí 0,24 % a více než 50 % v různých oblastech světa (Genchi et al. 2007). Kromě toho mohou být psi dovezení z endemických oblastí infikováni *Dirofilaria* a v případě infekce *D. repens* mohou být infikováni psi dlouho nebo po celou dobu trvání infekce asymptomatictí, přičemž dospělí červi a mikrofilárie žijí v infikovaných psech až čtyři roky (Genchi & Kramer 2017). Díky záznamům Fakultní nemocnice pro společenská zvířata v Dánsku se od roku 2016 odhalily další tři případy. Jednalo se o tři psy dovezené z endemických oblastí, a to z Řecka, Bulharska a Bosny a Hercegoviny. Tento dovoz psů byl v rámci záchranných programů pro psy. Všichni psi byli podrobeni testu ELISA na detekci antigenu *D. immitis*, ale ne *D. repens*. Pouze u jednoho psa se detekovaly mikrofilárie, ale ultrasonografické nálezy nasvědčovaly přítomnosti dospělého červa *D. immitis* a to v pravé plicní tepně u dvou psů. Velikou nevýhodou ohledně dalšího vyšetřování je, že v Dánsku nemá dirofilarióza oznamovací povinnost (Capelli et al. 2018).

### 3.5.2.2 Zoonotický potenciál *D. repens*

*D. repens* je častým původcem infekce u lidí (Simón et al. 2017). Již v roce 1566 portugalský lékař Amato Lusitano zaznamenal nákazu *D. repens* u člověka. Jednalo se o případ tří leté holčičky, u které byl v oku pozorován červ (Capelli et al. 2018).

U lidí nedochází k dokončení vývojového cyklu, jelikož na to nejsou vhodní, a proto jsou označováni za abnormální hostitele (Simón et al. 2012). Člověk se stává náhodným hostitelem *D. repens* v kterém se tento parazit vyvíjí po dobu několika měsíců, než dosáhne pohlavní dospělosti. Dospělí červi pak žijí v podkožních uzlinách, kde se mohou vyskytovat obě pohlaví parazita. Infekce těmito zoonotickými parazity se obvykle projevují skrytě (krypticky), jelikož paraziti často uhynou před dokončením svého životního cyklu a jen výjimečně vedou k vývoji mikrofilarií (Mendoza-Roldan 2021). První hlášený případ dirofilariózy u lidí byl v roce 1885 (Pampiglione et al. 1995). Díky globálnímu oteplování a zvýšeným výskytem komárů se v posledních letech zvyšují případy dirofilariózy u lidí (Darchenkova et al. 2009). Orihel a Eberhard (1998) tvrdili, že parazit u člověka často nedokončí svůj životní cyklus. Oproti tomu autoři Segiev et al. (2009a) uvádějí, že parazit v člověku může dosáhnout pohlavní dospělosti, a to za dobu 4-6 měsíců po přenosu infekce. V důsledku těchto informací od Sergiev et al. (2009a) je člověk považován za fakultativního hostitele.

U lidí jsou klinické příznaky závislé na místech, kde se nacházejí larvy, ale k projevům příznaků nemusí ani dojít, protože infekce probíhá často asymptomaticky. Mezi nejčastější patologický nález patří tvorba „uzlíků“ okolo larev. Dříve se uváděl striktní vztah mezi konkrétním druhem *Dirofilaria* a tkáňově specifickým umístěním. Tato teorie byla přehodnocena, jelikož mnoho případů má atypické lokalizace (Simón et al. 2012). V Evropě je u lidí nejčastěji hlášena podkožní dirofilarióza způsobena *D. repens* a příznakem jsou postupně rostoucí a migrující hrbolaté, nateklé a zarudlé oblasti (noduly) (Simón et al. 2012). *D. repens* způsobuje i oční infekce, kde vytváří noduly v ocnicové zóně a na očních víčkách. Přítomni jsou také červi v oblasti spojivky a sklivce (Otranto & Eberhard 2011).



Obr. 7 – Dospělý jedinec *Dirofilaria repens* zachycen v podkoží psa (Capelli et al. 2018)

### 3.5.2.3 Výskyt *Dirofilaria*

Zatímco *D. immitis* má celosvětové rozšíření, *D. repens* se v současnosti vyskytuje pouze v Evropě, Asii a Africe (Genchi & Kramer 2017). Jensen et al. (2023) popisuje první molekulárně biologicky potvrzený případ infekce *D. repens* u importovaného psa v Dánsku.

Nejvíce hlášených případů autochtonní lidské dirofilariózy v Evropě je v endemických oblastech Itálie, Francie, Řecka a Ukrajiny (Pampiglione et al. 1995). Lidská dirofilarióza se

rozšířila i do dříve nezasažených oblastí Evropy a to Maďarsko (Szenasi et al. 2008) a Rakousko (Auer & Susani 2008), Slovensko (Babal et al. 2008), Polsko (Cielecka et al. 2012) a Německo (Tappe et al. 2014). Jedná se tedy o země sousedící s Českou republikou, ale i země vzdálené jako Srbsko (Tasić et al. 2011).

Jedná se o nově se objevujícího zoonotického parazita ve střední a severní Evropě. Počet infikovaných osob se zvyšuje. Dokonce až v Jakutsku na Sibiři, který se nachází v oblasti permafrostu, se *D. repens* a *D. immitis* daří (Pietikäinen et al. 2017). Díky vhodné teplotě se odhaduje, že se v Dánsku vyskytují až dvě generace *Dirofilaria* ročně (Genchi & Kramer 2017). V posledních desetiletích vzrostla prevalence *D. repens* v oblastech, kde již byla hlášena a její výskyt se rozšířil do nových oblastí Evropy, což představuje paradigmatický příklad emergentního patogenu (Capelli et al. 2018).

První záznam dirafilariózy v ČR dokládá Mišoňová et al. (2003), kdy se jednalo o importovanou infekci psů. První autochtonní infekce u psa byla hlášena o několik let později. Bylo vyšetřeno 77 psů z oblasti Břeclavska, kteří nikdy nebyli v zahraničí a sedm z nich bylo pozitivních na *D. repens* (Svobodová et al. 2006). Rudolf et al. (2014) prokázali přítomnost DNA *D. repens* u komára *Aedes vexans*. V Jihomoravském kraji České republiky byly v posledním desetiletí zaznamenány importované i autochtonní nákazy psů a DNA parazita byla detekována v komárech *Aedes vexans* (Matějů et al. 2016). Matějů et al. (2016) popsali pět případů infekce člověka dirofiláriemi v období mezi roky 2010-2014, které byly poprvé zaznamenány v ČR. Ke zmínce jsem vybrala dva případy z roku 2014. V prvním případě se jednalo o pacienta, který nebyl v zahraničí, s hmatným útvarem v pravé části podbřišku. Hodnoty krevních testů byly v normě. Pomocí ultrazvuku a následné analýzy DNA byla potvrzena přítomnost *D. repens*. V druhém případě se jednalo o člověka bez domova s českým původem. Návštěva zahraničí byla opět negativní. Pacient podstoupil operaci břišní kýly, kdy se během operace v pobřišnici objevil červ. Při následné identifikaci bylo zjištěno, že červ měří téměř 10 cm a je až 1 mm široký. DNA analýza opět potvrdila přítomnost *D. repens* (Matějů et al. 2016).

#### 3.5.2.4 Vývojový cyklus *D. repens*

Mezihostitelem *D. repens* je samice komárů z čeledi Culicidae. Napadány jsou především psovitě šelmy, ale i lišky a šakali. Kočky jsou napadány hlavně v enzootických oblastech (Beugnet et al. 2018). Definitivními hostiteli pro *D. repens* i *D. immitis* jsou hlavně živočichové z čeledi Canidae, Felidae, Viverridae (Becker et al. 2010).

Během sání krve komárem migrují larvy L3 do podkožní nebo svalové tkáně, kde se dále 2-3 měsíce vyvíjejí do dospělce. Samice dokážou přežít řadu let. Mikrofilárie se dále uvolňují do krve, ale zde se vyskytují sporadicky. Ke zjištění přítomnosti mikrofilárií dochází převážně náhodně při analýze krevního vzorku, kde detekujeme cirkulující mikrofilárie (Beugnet et al. 2018). Jejich přenos je v zemích mírného pásma sezónní a závisí na biologii příslušného přenašeče (komárů, klíšťat nebo blech). V podkožních uzlinách nacházíme dospělé filárie, které jsou průměrně velké 3-6 cm. Filárie vytváří uzlíky, které jsou považovány za nádory nebo pseudotumory a chirurgicky se odstraňují. Volné filárie nezpůsobují žádné klinické příznaky. Embolie způsobené mikrofiláriemi cirkulují krevními kapilárami a mohou způsobovat

imunoinflamatorní vaskulární léze. Hlavními příznaky je nekróza končetin, a to hlavně ušních boltců a ocasu, pruritus a renální insuficience (Beugnet et al. 2018).

Červy se u přenašečů, kterými jsou komáři, vyvíjejí a dospívají v infekční larvy třetího stádia (L3) po dobu 8-10 dnů při teplotě 28-30 °C, 11-12 dnů při teplotě 24 °C nebo 16-20 dnů při teplotě 22 °C (Cancrini & Gabrielli 2007). Harizanov et al. (2014) uvádí, že larvy nejsou schopné se vyvinout, pokud je teplota vzduchu nižší než 14 °C.

### 3.6 Cestoda u psů

Tasemnice *Cestoda* jsou ploché hlístice vyznačující se hermafroditismem, skládající se z krčku a opakujících se segmentů. Postrádají ústní dutinu i tělní dutinu. Jejich životní cyklus je nepřímý a zahrnuje definitivního hostitele, který se nakazí dospělou formou tasemnice po pozření larválního stadia metacestody, nacházející se v mezihostiteli (Conboy 2009).

### 3.7 Helminti z čeledi Dipylidiidae

#### 3.7.1 *Dipylidium caninum*

*Dipylidium caninum* je tasemnice (*Cestoda*) patřící do kmene *Platyhelminthes*, způsobující parazitární onemocnění zvané dipylidióza. *D. caninum* je považována za nejčastější tasemnici napadající společenská zvířata, ale dipylidióza je vzhledem ke svému způsobu přenosu u lidí vzácná (Rousseau et al. 2022). U psů a koček byly rozpoznány dva odlišné genotypy *D. caninum*, což naznačuje existenci dvou odlišných kryptických druhů (Labuschagne et al. 2018). *D. caninum* je označována jako tasemnice blech u psů, a to z důvodu, že mezihostiteli jsou blechy z rodu *Ctenocephalides* (Rust 2017).

##### 3.7.1.1 Infekce psů

Nákaza u psů je převážně asymptomatická, ale je možné pozorovat proglotidy (jednotlivé tělní články tasemnice) ve výkalech (Wani et al. 2015; Saini et al. 2016; Lima & Del Piero 2021). Toto onemocnění je ale provázeno svěděním v anální oblasti, škrábáním perineální oblasti o stěny v důsledku tlačení nebo procházení proglotid análními záhyby (Saini et al. 2016), průjemem (Gal et al. 2007), ubývání na hmotnosti (Wani et al. 2015) a špatnou kvalitou srsti (Saini et al. 2016). Při léčbě se podává perorálně nebo subkutánně lék praziquantel v dávce 5 mg/kg, který je aplikován v jedné dávce (Saini et al. 2016). Jako alternativa je používán také epsiprantel v dávce 5,5 mg/kg a nitroscanát v jedné dávce 50 mg/kg (Bowman 2014). Chelladurai et al. (2018) uvádí, že i když je účinnost praziquantelu a epsiprantelu velmi vysoká, v posledních letech byla hlášena rezistence na tato léčiva. Alternativní léčbou je podávání telurických hub (houby žijící v symbióze s kořeny rostlin) společně s bakteriemi, které jsou následně vylučovány společně s výkaly a ve vnějším prostředí působí jako eliminace nezralých stádií helmintů (Braga et al. 2014). Prevalence u psů z útulku a u domácích psů ze střední Itálie byla 0,1 % (Scaramozzino et al. 2018). Výsledek PCR testu ukazoval, že 5,2 % psů vlastněných klienty v Evropě bylo infikováno *D. caninum* (Beugnet et al. 2014). Pes musí larvy pozřít při péči o srst. Larvy nemigrují a po dobu 4-6 týdnů dozrávají v dospělé tasemnice uvnitř tenkého střeva. U psů se dipylidióza projevuje chronickou enteritidou tenkého střeva, jelikož červy se

nacházejí v duodenu a jejunu (Beugnet et al. 2018). Psi a kočky jsou léčeni praziquantelem (Tüzer et al. 2010) nebo epsiprantelem (Manger & Brewer 1989). Epsiprantel se používá buďto samotný nebo v kombinaci s ostatními anthelmintiky, které mají širokospektrální pokrytí (Knaus et al. 2014). Kontrola zvířat, zdali nemají ektoparazity (blechy, vši) napomáhá k přerušení životního cyklu *D. caninum* a zabraňuje přenosu parazita na hostitele (Fourie et al. 2013). Důležitá je také kontrola mezihostitelů, které využívají ektoparaziti. Neexistují žádné důkazy o tom, že by dospělé tasemnice byly rezistentní na praziquantel (Chelladurai et al. 2018). Tělo *D. caninum* je tvořeno články (proglotidy), tvořící řetězec (strobilus) (Rousseau et al. 2022). *D. caninum* je červ dlouhý 15-70 cm, široký 2-3 mm a bílé barvy (Beugnet et al. 2018). Tenká část těla parazita je tvořena skolexem, který fixuje parazita na stěnu střeva (Bowman 2014; Martínez-Barbarosa et al. 2014). Uchycení na střevní stěnu zajišťuje rostellum, které má schopnost se vysouvat a je tvořeno třemi až čtyřmi řady háčků a čtyřmi přísavkami (Alho et al. 2015). Dospívajícímu jedinci se zvětšují jednotlivé články (12 x 3 mm) a postupně dozrávají pohlavní orgány. Proglotidy plné vajec se připravují na oddělení od strobilu (Rousseau et al. 2022). Larvální stádium L1 se vyvíjí ve vajíčkách, která jsou uspořádána do tobolek a mají tenkou vrstvu skořápky. Každá tobolka je plná 5-30 vajíčky (Alho et al. 2015). *D. caninum* se odlišuje od ostatních tasemnic dvojitými genitálními póry, které jsou za středem každé proglotidy a typickými vejcovitými tobolkami (Bowman 2014).



Obr. 9 – *Dipylidium caninum* available from

[https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1a-dipylidium-caninum-8-stack-logo\\_orig.jpg](https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1a-dipylidium-caninum-8-stack-logo_orig.jpg)

### 3.7.1.2 Zoonotický potenciál a rozšíření *D. caninum*

Lidská nákaza je stejně jako u zvířat asymptomatická (Bronstein et al. 2020), ale mohou se projevit i nespecifické příznaky kterými jsou bolest v břišní oblasti, pocit diskomfortu (Meena et al. 2020), plynatost (Narasimham et al. 2013), průjem (Gutema et al. 2020) a zácpa (Xaplanteri et al. 2017). Typickým znakem pro *D. caninum* jsou vyloučené proglotidy společně se stolicí, které připomínají zrnka rýže nebo semena okurky (Bronstein et al. 2020). Velice často je nákaza objevena u kojenců a dětí, kdy jsou proglotidy objeveny na dětských plenách a ve stolici (Xaplanteri et al. 2017). Případy lidské dipylidiózy jsou hlášeny v Evropě, na Filipínách, v Číně, Japonsku, Latinské Americe a ve Spojených státech amerických (Cabello et al. 2011). Nejvíce ohrožené jsou děti, díky blízkému kontaktu se psy a kočkami. Přenos je uskutečněn díky požití infikovaných blech nebo díky kontaktu se slinami domácích zvířat (Narasimham et al. 2013). Jedná se o děti ve věku 1 až 5 let (Cabello et al. 2011).

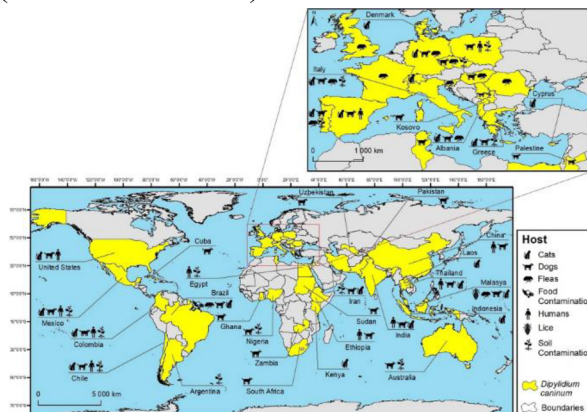
Narasimham et al. (2013) dokládají případ nákazy u čtyřletého dítěte. Na základě mikroskopického vyšetření stolice byla stanovena diagnóza – dipylidióza. Jednalo se o první

hlášený případ v této lokalitě – Odisha, Indie (Narasimham et al. 2013). Zmíněné onemocnění bylo poprvé popsáno Carlem Linné v roce 1758. Dipylidióza je rozšířená po celém světě a k roku 2006 bylo hlášeno okolo 120 případů u lidí (Parija 2006). Projevy infekce jsou asymptomatické bez patologických změn, a proto je onemocnění diagnostikováno zřídka (Narasimham et al. 2013).

Hogan a Schwenk (2019) popisují případ dvouleté dívky ze Stanfordu v Kalifornii, které byla na základě vyšetření vajíček ve stolici, což bylo zprvu negativní, ale po vyšetření proglotidy byla diagnóza potvrzena.

Jiang et al. (2017) popsali případ dipylidiózy u člověka v Číně, kde je výskyt *D. caninum* vzácný. Jednalo se o sedmnáctiměsíčního chlapce, který kromě mírného průjmu a bílých červů ve stolici, byl asymptomatický. Chlapec byl následně přeléčen jednou perorální dávkou praziquantelu.

Taylor a Zitzmann (2011) dokládají případ čtyřměsíčního kojence, kterému byla dvakrát nesprávně diagnostikována infekce tasemnicí. Jako symptomy byla uvedena bolest břicha a agitovanost. Symptomy se vždy projeví více v noci než přes den. Ve stolici byly pozorovány malé bílé částičky podobné rýži. Vyšetření stolice na přítomnost vajíček parazitů bylo negativní. V obou případech byl předepsán lék mebendazol. Příznaky byly potlačeny, ale pouze na několik týdnů. Bylo odhaleno, že rodina dítěte vlastní psa, který byl před dvěma měsíci léčen proti červům. Z výsledků krve byl zjištěn zvýšený počet eozinofilů. Pacient byl přeléčen jednou dávkou praziquantelu a po přeléčení pacient nevykazoval žádné příznaky. U lidské infekce se také využívá praziquantel (Cabello et al. 2011).



Obr. 8 - Celosvětové rozšíření *Dipylidium caninum* v letech 2000-2021 (Rousseau et al. 2022)

### 3.7.1.3 Vývojový cyklus *D. caninum*

Životní cyklus *D. caninum* je heteroxenní, konkrétně dixenní, tj. má dva druhy hostitelů. Definitivními hostiteli jsou psi a kočky, ale lidé se řadí mezi náhodné hostitele (Narasimham et al. 2013). Nejčastějšími mezihostiteli jsou *Ctenocephalides canis*, *Ctenocephalides felis* (Craig & Ito 2007) a *Xenopsylla cheopis* (Pugh 1987). onkosféry, které se dostávají společně s výkaly do vnějšího prostředí, pozřou larvy blech, které se následně vyvíjejí v kukly. Dospělec se vylíhne a po dobu 2-3 dnů se v bleše vyvine v infekční stádium cysticerkoid. Pro cysticerkoid je důležitá doba 24-36 hodin, než se stanou infekční pro definitivní hostitele (Beugnet et al. 2013). Psi se nakazí při péči o srst, když pozřou infikované blechy obsahující cysticerkoidy. Dospělci rostou v tenkém střevě hostitele a za 2-3 týdny začínají vylučovat jednotlivé tělní

články (proglotidy) (Beugnet et al. 2014). Pugh (1987) uvádí, že prepatentní perioda *D. caninum* je okolo dvou týdnů.

Domestikovaní masožravci vylučují bělavé články dlouhé asi půl centimetru v anální oblasti. Jedná se o články plné vajec a označují se jako proglotidy (Beugnet et al. 2018). Larvy blech se živí chlupy, zbytky kůže, ale také proglotidy tasemnic. Vajíčka přežívají 1 až 3,5 měsíce ve vysušených segmentech (Beugnet et al. 2018). Larvy cysticerkoidů se vyvíjejí v larvách blech, kde nejsou infekční. Larvy se stávají infekčními až v dospělých jedincích blech, což je 36 hodin po napadení hostitele (Beugnet et al. 2018).

## 3.8 Tasemnice čeledi Taeniidae

### 3.8.1 *Echinococcus granulosus*

*Echinococcus granulosus* je tasemnice z čeledi Taeniidae. Rod *Echinococcus* zahrnuje několik druhů a genotypů zoonotických tasemnic (Baneth et al. 2016). Tato tasemnice způsobuje cystickou echinokokózu (CE). Společně s *Echinococcus multilocularis*, který způsobuje alveolární echinokokózu (AE), patří mezi nejzávažnější parazitární onemocnění u lidí. Představují 2 ze 17 zanedbávaných onemocnění, která Světová zdravotnická organizace (WHO) označila za prioritní (Laurimaa et al. 2015). Jde o dvě nejrozšířenější zoonózy na světě (Deplazes et al. 2017). Díky této závažnosti dochází i k ekonomickým ztrátám v živočišné výrobě (Woolsey & Millerr 2021). U *E. granulosus* bylo identifikováno 10 genotypů. Dříve byl považován za jeden druh, nyní je uznáván jako soubor kryptických druhů lišících se morfologií, vývojem, hostiteli, infekčností a patogenitou pro člověka (Romig et al. 2017). V současnosti je známo pět druhů – *Echinococcus granulosus sensu stricto*, *Echinococcus granulosus equinus*, *Echinococcus ortlepi*, *Echinococcus canadensis* a *Echinococcus felidis* (Vuitton et al. 2020).

#### 3.8.1.1 Infekce u psů

*E. granulosus* je parazitem domácích zvířat (Romig et al. 2017; Woolsey & Miller 2021). Největším rizikem nákazy *E. granulosus* a *E. multilocularis* je vlastnění psů (Alvarez Rojas et al. 2018). Nakažení psi vylučují vajíčka parazita spolu s výkaly a vajíčka se mohou dostat i do srsti psů (Torgerson & Heath 2003). Psi, vlci a další masožravci se stávají definitivními hostiteli *E. granulosus*, když pozřou vnitřnosti infikovaných mezihostitelů (McManus et al. 2003). V Evropě *E. granulosus* využívá domácí psy jako definitivní hostitele a kopytníky jako mezihostitele, hlavně ovce. U *E. multilocularis* je cyklus založen na volně žijících zvířatech, hlavně na *Vulpes vulpes* jako definitivním hostiteli (Laurimaa et al. 2015).

Mezi mezihostitele u *E. granulosus* řadíme i ovce, kozy, velbloudy, prasata a koně (Romig et al. 2017). Přenos na domácí zvířata je umocněn nekontrolovanými způsoby porážek, kdy se psi jednoduše dostanou k infikovaným vnitřnostem poraženého zvířete (Romig et al. 2017). Ačkoliv se může zdát, že *Echinococcus* se vyskytují u náhodných hostitelů, tak vývoj metacestod, plodnost, vývoj dospělých červů jsou v určitých hostitelích optimalizovány. To může být způsobené ekologickými a morfologickými adaptacemi (Woolsey & Miller 2021), může to být také ovlivněno imunitou hostitelů (Gottstein et al. 2017). *E. granulosus* v dospělosti parazituje v psích střevech, kde se přichytí na sliznici (Torgerson et al. 2003). Tělo parazita je



tvořeno třemi až čtyřmi tělními články, kulovitým skolexem s průměrem 0,3 mm (Rahman et al. 2015) a čtyřmi přísavkami (Brožová et al. 2017). Varlata a vaječníky se nacházejí na prostředním tělním článku (Patkowski et al. 2017). Na třetím tělním článku nalezneme dělohu, která obsahuje 500-1000 vajíček (Al-Khalidi et al. 2020). Skolex je tvořen rostellem s velkými a malými háčky, kterých může být až 50. Protoskolexy jsou tvořeny dvěma řadama háčků, kde je stejný počet jak velkých háčků, tak i těch malých (Rahman et al. 2015). Dospělý jedinec měří 2-7 mm (Eckert & Deplazes 2004). *E. granulosus* tvoří tři vývojová stádia (vajíčko, larva, dospělec) (Mandal & Mandal 2012). Vajíčko *E. granulosus* je kulaté a podobá se vajíčkům ostatních tasemnic a v průměru měří 30-40 μm (John & Petri 2006). Je doloženo, že psi a další psovité šelmy jsou schopné přirozeně získat rezistenci vůči infekci *E. granulosus* (Budke et al. 2005). Torgerson (2006) zmiňuje i stádovou imunitu.

### 3.8.1.2 Zoonotický potenciál *E. granulosus*

Člověk je nakažen fekálně-orální cestou, kdy požije vajíčka parazita, díky úzkému kontaktu s definitivními hostiteli, pozřením infikované potravy, vody, půdy, interakcí s kontaminovanými fomity<sup>2</sup> (Tamarozzi et al. 2020) nebo konzumací špatně tepelně upraveného či syrového masa (Moro & Schantz 2009). U člověka může docházet k vytvoření velkých cyst a v primární mateřské cystě se tvoří cysty dceřinné (Thompson & McManus 2001). Mezi faktory ovlivňující přenos parazita patří: volné pobíhání psů, krmení vnitřnostmi, porážka zvířat, nedostatečně kontrolovaná jatka, život ve venkovských oblastech a nízký příjem (Possenti et al. 2016). Člověk zde hraje roli náhodného mezihostitele. Díky úzké citové vazbě mezi lidmi a zvířaty se zvyšuje riziko přenosu. Mezi psem a člověkem není žádný další vektor, který by napomáhal přenosu nákazy. Vznik městského a rekreačního prostředí blíže k přirozeným ekosystémům posílil populace hrabošů, kteří ve městech představují rezervoáry zoonotických helmintů (Deplazes et al. 2011).

### 3.8.1.3 Výskyt *E. granulosus*

Echinokokóza způsobená *E. granulosus* je rozšířená po celém světě, kdežto multilokulární echinokokóza v chladných oblastech a oblastech severní polokoule. Jelikož jsou psovité šelmy definitivními hostiteli u *E. granulosus*, jedná se o značný epidemiologický význam u psů v Evropě a Africe. Současný rychlý nárůst hustoty liščí populace a s tím spojený výskyt *E. multilocularis* vedl k odhadovanému desetinásobnému zvýšení hustoty parazita v jihozápadním Německu (Romig et al. 2006). Klíčoví mezihostitelé byli identifikováni pouze pro centrální studované oblasti v Evropě a na ostrově Špicberky (Raoul et al. 2015), proto je obtížné pochopit zákonitosti přenosu nebo předvídat změny v početnosti nebo rozšíření parazita (např. rozšíření areálu).

V posledních několika desetiletích bylo potvrzeno rozšíření endemického areálu v západní, severní a východní části střední Evropy; je však možné, že parazit byl v minulosti přítomen v nízkých prevalencích a v těchto oblastech byl zjištěn až nově. V některých endemických oblastech byl prokázán výrazný nárůst prevalence (Deplazes et al. 2017). Volně žijící psovité šelmy však mohou být v některých oblastech zapojeny do přenosového cyklu, jak

---

<sup>2</sup> Neživý předmět schopný přenosu nákazy na nové hostitele

bylo prokázáno nedávnými záznamy o šakalech (*Canis aureus*) a vlčích (*Canis lupus*) v Bulharsku (Romig et al. 2006). Díky extenzivnímu chovu ovcí ve výše zmíněných oblastech, je *E. granulosus* vysoce endemický. Nejvíce postižené oblasti cystickou echinokokózou u lidí jsou oblasti Středomoří (části Španělska, jižní Itálie, Sardinie a Velké Británie) (Romig et al. 2006). Hyperendemickými oblastmi je Libye, Tunisko, Alžírsko a Maroko (Dakkak 2010).



Obr. 10 – *Echinococcus granulosus* available from [https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-echinococcus-granulosus-1000-um-logo\\_orig.jpg](https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-echinococcus-granulosus-1000-um-logo_orig.jpg)

#### 3.8.1.4 Vývojový cyklus *E. granulosus*

Cyklus zahrnuje dva hostitele, přičemž pes je definitivní hostitel. Pes se nakazí požitím infikovaných vnitřností, zejména ve venkovských oblastech. Vnitřnosti obsahují cysty hydatid. Z hydatid se v tenkém střevě psa vyvíjejí dospělí jedinci. Vajíčka jsou vylučována s výkaly do vnějšího prostředí. Mezihostitel se nakazí požitím infikovaných vajíček z půdy a z vajíčka se vylíhne larva (onkosféra). Larva dále proniká střevní sliznicí do krevního oběhu, kde migruje do jater, plic a dalších vnitřních orgánů (Ruh & Özkan 2018). Zde se onkosféra vyvíjí v metacestodu (boubel) (Nunnari et al. 2012).

Uvnitř metacestody se tvoří plodové obaly a protoskolexy. Pokud jsou požitý orgány s cystami nakažených mezihostitelů, uskuteční se životní cyklus parazita od začátku. V definitivních hostitelích se protoskolexy evaginují a přichytí na střevní sliznici, kde se 30-80 dní vyvíjejí v dospělé formy (Nunnari et al. 2012).

V různých zemích lze pozorovat různé cykly, např. vedle cyklu ovce/pes existuje i cyklus dingo/klokan v Austrálii (Beugnet et al. 2018). *E. granulosus* na rozdíl od *E. multilocularis* není schopen vytvářet vnější „pupeny“, a proto tvoří jedinou hydatidní cystu (Gottstein et al. 2017). U CE je inkubační doba proměnlivá, ale metacestody způsobují klinické příznaky, jakmile dosáhnou určité velikosti, začnou tláčit na hostitelskou tkáň a začínají se projevovat patologické stavy (Kern et al. 2017). Oba typy echinokokózy (CE a AE) jsou závažná onemocnění. Metacestoda roste jako intrahepatální léze. Po požití vajíček hostitelem, onkosféry migrují do jater, kde se zacystí. Za 7-10 dnů parazit vytvoří laminovanou vrstvu, která je zásadní pro ochranu parazita před imunitou hostitele (Gottstein et al. 2017).

*Echinococcus* v trávicím traktu je dobře snášen, i když se vzácně může vyskytnout průjem (Beugnet et al. 2018). Většina infekcí je asymptomatická, pokud nedojde ke komplikacím. Příznaky CE nejsou patognomické, ale často se projevují imunitní reakce (astma, anafylaxe). Není jasně definována doba asymptomatické fáze. U CE je infekce většinou soustředěna na

jeden orgán s jednou metacestodou (Eckert et al. 2001). Larva, nazývaná metacestoda, se vyvíjí z vajíček parazita a tvoří cystické útvary vyplněné tekutinou (hydatidózní tekutina). Po požití vajíček parazita se metacestoda zpočátku vyvíjí jako malý měchýřek o průměru 60-70 mikrometrů. Můžeme ho rozdělit na dvě vrstvy: vnitřní buněčnou vrstvu (zárodečná vrstva), ze které se později vyvíjí dospělý parazit, a vnější bezbuněčnou vrstvu tvořenou laminární strukturou (Eckert & Deplazes 2004).

Infekce jater nejčastěji postihuje pravý lalok jater. Příznaky, které se mohou objevit u této infekce jsou bolest břicha, horečka a alergická reakce v podobě vyrážky (Kern et al. 2017). Za standardní úkon spojený s CE je chirurgický zákrok. Zvažují se také alternativní formy léčby, které by se měly stát primární možností léčby. Jako alternativní formy se využívá perkutánní terapie, medikace benzimidazoly a pozorování bez intervence (Pham et al. 2019).

### 3.8.2 *Echinococcus multilocularis*

*Echinococcus multilocularis* je tasemnice z čeledi Taeniidae. Onemocnění způsobené tímto parazitem je nazýváno alveolární echinokokóza. *E. multilocularis* je parazitem volně žijících živočichů (ale i psů) (Romig et al. 2017; Woolsey & Miller 2021).

*E. multilocularis* vytváří dvě geneticky odlišné populace parazitů: kmen M1, vyskytující se v arktických oblastech, kde definitivní hostitel je *Alopex lagopus* (liška polární) a kmen M2, který se původně vyskytoval v divokých oblastech střední Evropy, se rozšířil na západ a nyní zasahuje do východních a severních oblastí Francie (Beugnet et al. 2018).

U *E. multilocularis* hrají velikou roli mnohostranné interakce mezi lidmi a volně žijícími zvířaty a to: očkování proti vzteklině, odstranění top predátorů, změna postoje k volně žijícím zvířatům, a to hlavně jejich krmení, přispívá k velkému nárůstu počtu lišek. Napomáhá tomu i absence velkých psovitých šelem a v dnešní době pozitivní přístup k liškám, který podporuje jejich krotkost. Díky tomu se zvětšuje kolonizace obytných oblastí a mění přenos parazitů (Hegglin et al. 2015).

#### 3.8.2.1 Infekce u psů

Alveolární echinokokóza je vzácné onemocnění u psů, ale objevuje se v důsledku toho, že psi jako definitivní hostitelé požou vajíčka z kontaminované vegetace nebo autoinfekcí po primární infekci dospělých parazitů (Corsini et al. 2015; Peregrine 2015).

Kolapo et al. (2023) zkoumali 27 případů alveolární echinokokózy u psů od roku 2009. Zjistili, že medián věku psů byl 4 roky při stanovení diagnózy a že byl nepřiměřený počet plemen boxerů a biglů vzhledem k jejich zastoupení v celkové psí populaci.

Dochází ke zvýšenému hlášení onemocnění u lidí a zvířat, a to z důvodu větší informovanosti o infekci, ale také díky neúmyslnému zavlečení prostřednictvím pohybu zvířat nebo zboží (Davidson et al. 2012). Prevencí u psů je odčervení praziquantelem, které zabraňuje kontaminaci domácího prostředí vajíčky *E. multilocularis*. Kontrola parazitů u volně žijících zvířat je náročná a vyžaduje inovativní přístupy. Jednou z obtížných, ale zároveň efektivních technik je použití návnad s praziquantelem, které se rozmísťují v oblastech s výskytem definitivních hostitelů parazita (Hegglin & Deplazes 2013). Kurativní péči v současné době je invazivní chirurgická resekce – úplné odstranění cysty s bezpečnými okraji zdravé tkáně (He et al. 2015; Hillenbrand et al. 2017).

### 3.8.2.2 Zoonotický potenciál *E. multilocularis*

Lidé jsou pro tohoto parazita tzv. „dead-end“ mezihostitelé. Člověk je infikován po vypití vody s vajíčky echinokoka, potravinami nebo přímým kontaktem s definitivním hostitelem (Moro & Schantz 2009). Schweiger et al. (2007) uvádí, že díky spolehlivým lékařským záznamům, se výskyt onemocnění AE u lidí na začátku 21. století zdvojnásobil. Tento nárůst případů lidské AE nejspíše způsobil nárůst populace lišek po úspěšné kampani proti vzteklině v 80. letech 20. století a zvýšení výskytu lišek v městech (Liccioli et al. 2015). V České republice bylo vyšetřeno 1892 pacientů v období mezi 1998 až 2014. Odhalilo se 20 případů alveolární echinokokózy, z nichž první dva byly diagnostikovány v roce 2007 (Kolářová et al. 2015). Larvy jsou vezikulární a kulovité. Pozorovatelné jsou pouze v obklopení encystované hostitelské tkáně. Larva je tvořena třemi částmi: stěny z vnitřní membrány s kutikulou, zárodečné buňky (protoskolexy) a hydatidová tekutina. Tekutina je čirá a je pod stálým tlakem (Beugnet et al. 2018). Larvy se nacházejí u skotu v plicích a u ovcí v játrech. Velikost hydatidové cysty se pohybuje od 2 do 20 cm, má tuhou strukturu a je neprůhledná. Cysta se nikdy nenachází na povrchu orgánů, ale vždy ve tkáni nebo parenchymu orgánů (Beugnet et al. 2018). Tělo dospělců je obvykle tvořeno třemi články (Thompson 1995), Rahman et al. (2015) uvádí tři až čtyři tělní články a jeho délka dosahuje 2-6 mm (Thompson 1995). Předposledním zralým a gravidním tělním článkem je děloha, která má charakteristické postranní vakovité útvary (Thompson & McManus 2001). Cysta, která je označována jako metacestoda, je měchýřek plný tekutiny tvořen jednou komorou. Existují však i metacestody s více komorami, které mezi sebou komunikují. *E. granulosus* tvoří jednokomorou cystu tzv. unilokulární cystu (Brožová et al. 2017). V různých mezihostitelích mohou být identifikovány dva typy hydatidových cyst: fertilní cysty, které tvoří „brood capsules“ v nichž se nacházejí protoskolexy a neplodné cysty, které netvoří protoskolexy nebo nejsou zralé a tím pádem nedokážou udržet životní cyklus parazita (Lahmar et al. 2004). Dospělci jsou přichyceni na tenkém střevu psa (Rahman et al. 2015). Skolex je tvořen rostellem s velkými a malými háčky a čtyřmi přísavkami (Rahman et al. 2015). Většina protoskolexů má dvě řady háčků. Na skolex navazuje krček a jeden nebo dva tělní segmenty. Jelikož se jedná o hermafroditní tasemnici, zralý segment je tvořen jak varlaty, tak i vaječníky (Rahman et al. 2015). Gravidní segment je ze všech segmentů největší a děloha obsahuje až 500 vajíček (Belding 1965). Dospělec se stává pohlavně zralým během 4-5 týdnů v tenkém střevě definitivního hostitele, který se nakazí požitím vnitřností protoskolexy (Zhang et al. 2006).

### 3.8.2.3 Výskyt *E. multilocularis*

Výskyt *E. multilocularis* je omezen na severní polokouli a nejsou potvrzené žádné endemické oblasti jižněji, než je Tiber a provincie Sichuan v Číně (Deplazes et al. 2017). Alveolární echinokokóza je velice závažná v Asii, a to konkrétně v oblasti Tibetu, kde je veliký problém s nedostatkem možností léčby (Lundström-Stadelmann et al. 2020).

*E. multilocularis* způsobující onemocnění v Evropě, např. v Litvě, je v Pobaltí endemický (Bagrale et al. 2016; Laurimaa et al. 2016). V Evropě je jeho výskyt nově objevený, endemická oblast se nyní rozšířila až na sever směrem k Švédsku (Davidson et al. 2012; Davidson et al. 2016). Další průzkumy odhalily, že parazit byl zavlečen i do Dánska (Wahlström et al. 2015;

Petersen et al. 2018). Do roku 2011 byl parazit identifikován ve Švédsku (Lind et al. 2011). Do Dánska a Švédska byl *E. multilocularis* zavlečen migrujícími infikovanými liškami a domácími psy (Knapp et al. 2019). Z Dánska žádné případy lidské alveolární echinokokózy nebyly hlášeny, ale v roce 2019 Švédský institut pro kontrolu infekčních nemocí uvedl, že alveolární infekci nemůžeme vyloučit u tří nedávných případů u lidí ve Švédsku (Swedish Institute for Infectious Disease Control 2019). Pevninské oblasti Norska a Finska jsou považovány za země prosté *E. multilocularis* (Wahlström et al. 2015; Davidson et al. 2016), protože zde existuje směrnice EU o preventivních zdravotních opatřeních pro vstup psů do země (Commission Delegated Regulation (EU), n.d.). Toto opatření patří mezi ojedinělé legislativní opatření týkající se domácích psů a jejím cílem je chránit lidské zdraví před zoonotickými onemocněními (Deksne et al. 2020). Zoonotickým parazitům přenášeným potravinami se v poslední době dostala pozornost jak na evropské úrovni, tak i té celosvětové (Bouwknegt et al. 2018). Pro Severo baltské regiony je obava, že se infekce může přenášet na lesních plodech, podstatná, jelikož je zde sběr lesních plodů velice populární (Malkamäki et al. 2019). Robertson et al. 2016, Lass et al. 2016 ale tvrdí, že nebyla jednoznačně prokázána nákaza po požití kontaminovaných lesních plodů. V České republice se prevalence *E. multilocularis* u lišek pohybuje v rozmezí mezi 14 % a 62 %, v průměru 33 % (Pijacek 2011).

#### 3.8.2.4 Vývojový cyklus *E. multilocularis*

Životní cyklus *E. multilocularis* je převážně sylvatický. Mezihostitelé jsou hlodavci jako hryzec vodní (*Arvicola terrestris*), ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*) a norník rudý (*Clethrionomys glareolus*) (Beugnet et al. 2018) a definitivní hostitelé lišky, vlci, kojoti a psi (Vuitton et al. 2003). Liška je ale považována za nejběžnějšího definitivního hostitele (Romig et al. 2017). Přenos parazita na definitivního hostitele je usnadněn tzv. predator-prey relationship (vztah predátor-kořist) (Romig et al. 2017). Alveolární echinokokóza je oproti cystické echinokokóze více patogenní a často vede i k úmrtí (Deplazes et al. 2017). Dospělí jedinci se v definitivním hostiteli vyvíjejí 4 týdny a přežívají po dobu 4 měsíců. Nákazy jsou masivní a zahrnují několik stovek tasemnic. Díky špatné imunitě napadeného jedince dochází k opakované nákaze (Beugnet et al. 2018). Počáteční cysty v játrech hostitele jsou malé, začínají vytvářet dceřinné cysty které jsou připojeny k mateřské cystě. Pokud se odpojí, vytvářejí „multilokulární“ metacestodu. (Gottstein et al. 2017). Napadení larvami je vždy asymptomatické a trvá i několik let, než jsou léze zjevné. Množení parazita může trvat až několik desítek let, než se infekce projeví (Kern et al. 2017).

## 4 Závěr

Cílem této práce bylo vypracovat literární rešerši s nejnovějšími poznatky o závažnosti parazitárních onemocnění u psů a jejich zoonotickým potenciálem.

Hlístice čeledí Ancylostomatidae, Ascarididae, Trichuridae a Onchocercidae patří mezi zoonózy a tím pádem mohou napadat i člověka. Škrkavka *T. canis* je velmi významná svou vysokou prevalencí a patogenitou, jelikož způsobuje larva migrans a dokáže napadat i nervovou soustavu člověka a psa. K velmi rozšířeným parazitům v Evropě patří *A. caninum* společně s *U. stenocephala*, které jsou schopny vytvářet cysty ve tkáních, a tak přežívat několik let. U *T. canis* a *A. caninum* je velmi nebezpečný tzv. transmamární přenos, kde jsou nejvíce ohrožena mláďata fen. K nejvíce diskutovaným zoonotickým parazitům patří *T. vulpis*, kdy není stále objasněn jeho zoonotický potenciál, ale bylo doloženo několik případů lidské nákazy. K nejrozšířenějším onemocněním po celém světě řadíme i helminty rodu *Dirofilaria* způsobující srdeční červivost u psů a její rozšíření je ovlivněno klimatickými podmínkami, jelikož přenašečem je komár.

Člověk se nejčastěji nakazí pozřením kontaminované potravy či vody anebo při nesprávných hygienických návycích, jako je např. nemytí rukou po kontaktu se zvířaty či kontaktu s půdou, která je kontaminovaná zvířecími výkaly. Pes s dalšími šelmami a člověkem působí převážně jako definitivní hostitel, ale stejně tak se může stát společně s člověkem mezihostitelem parazitů, mimo jiné vysoce patogenních druhů jako jsou například tasemnice rodu *Echinococcus* způsobující cystickou a alveolární echinokokózu, patřící mezi několik nejzávažnějších nálezů člověka.

Důležitá jsou preventivní opatření a monitoring výskytu hlavně v oblastech vysoké koncentrace parazitů, mezi které patří převážně tropy a subtropy, ale i oblasti mírného pásu, konkrétně Evropa. Důraz na prevenci by měl být kladen hlavně v případě vycestování se psy do endemických oblastí. S již výše zmíněnými klimatickými problémy také narůstá riziko přítomnosti nepůvodních (tzv. alochtonních) parazitů jako je *D. immitis* a *D. repens*.

Vzhledem k narůstajícím rezistencím vůči určitým anthelmintikům by na prvním místě měla být prevence parazitárních onemocnění, včasná a správná diagnóza, dodržování předepsaného dávkování léčiv, a hlavně zodpovědnost majitele zvířete či chovatele.

## 5 Literatura

- Alho AM, Cruz R, Gomes L, de Carvalho LM. 2015. *Dipylidium caninum*, da ingestão da pulga ao controlo do céstode mais comum do cão e do gato. *Clínica Animal*, **1**:26–9.
- Al-Khalidi KAH, Al-Abodi HR, Jabbar HK, Hmood BA. 2020. *Echinococcus granulosus*. In *Overview on Echinococcosis*. IntechOpen.
- Alvarez Rojas CA, Mathis A, Deplazes P. 2018. Assessing the contamination of food and the environment with *Taenia* and *Echinococcus* eggs and their zoonotic transmission. *Current Clinical Microbiology Reports*, **5**:154-163.
- Ames MK, Atkins CE. 2020. Treatment of dogs with severe heartworm disease. *Veterinary Parasitology*, **283**:109131.
- Anderson RC. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. Cabi, Wallingford.
- Antolová D, Reiterová K, Stanko M, Zalesny G, Fričová J, Dvorožňáková E. 2013. Small mammals: paratenic hosts for species of *Toxocara* in eastern Slovakia. *Journal of helminthology*, **87**:52-58.
- Araujo AM. 1996. Canine and human *Dirofilaria immitis* infections in Portugal. A review. *Parassitologia*, **38**:366.
- Auer H, Susani M. 2008. Der erste autochthone Fall einer subkutanen *Dirofilariose* in Österreich. *Wiener klinische Wochenschrift*, **120**:104–106.
- Azira NMS, Zeehaida M. 2011. A case report of ocular toxocariasis. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, **1**:164-165.
- Babal P, Kobzova D, Novak I, Dubinsky P, Jalili N. 2008. First case of cutaneous human dirofilariosis in Slovak Republic. *Bratislavské Lekárske Listy*, **109**:486–488.
- Bagrade G, Deksne G, Ozolina Z, Howlett SJ, Interisano M, Casulli A, Pozio E. 2016. *Echinococcus multilocularis* in foxes and racoon dogs: an increasing concern for Baltic countries. *Parasites & Vectors*, **9**:1-9. DOI: 10.1186/s13071-016-1891-9
- Bajer A, Bednarska M, Rodo A. 2011. Risk factors and control of intestinal parasite infections in sled dogs in Poland. *Veterinary Parasitology*, **175**:343-350.
- Balk JD, Mitchell ND, Hughes J, Nauto PS, Rossi J, Ramirez-Barrios R. 2023. Multiple anthelmintic drug resistant *Ancylostoma caninum* in foxhounds. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, **22**:102-106. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2023.07.001
- Bandi C, Dunn AM, Hurst GD, Rigaud T. 2001. Inherited microorganisms, sex-specific virulence and reproductive parasitism. *Trends in parasitology*, **17**:88-94.
- Bandi C, Trees AJ, Brattig NW. 2001. *Wolbachia* in filarial nematodes: evolutionary aspects and implications for the pathogenesis and treatment of filarial diseases. *Veterinary parasitology*, **98**:215-238.

- Baneth G, Thamsborg SM, Otranto D, Guillot J, Blaga R, Deplazes P, Solano-Gallego L. 2016. Major parasitic zoonoses associated with dogs and cats in Europe. *Journal of comparative pathology*, **155**:S54-S74.
- Barriga OO, Schultz MG. 1982. Handbook series in zoonoses. CRC, Florida.
- Barriga OO. 1988. A critical look at the importance, prevalence and control of toxocariasis and the possibilities of immunological control. *Veterinary parasitology*, **29**:195-234.
- Basyoni MM, Rizk EM. 2016. Nematodes ultrastructure: complex systems and processes. *Journal of Parasitic Diseases*, **40**:1130-1140.
- Bazzocchi C, Ceciliani F, McCall JW, Ricci I, Genchi C, Bandi C. 2000. Antigenic role of the endosymbionts of filarial nematodes: IgG response against the Wolbachia surface protein in cats infected with *Dirofilaria immitis*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **267**:2511-2516.
- Bazzocchi C, Genchi C, Paltrinieri S, Lecchi C, Mortarino M, Bandi C. 2003. Immunological role of the endosymbionts of *Dirofilaria immitis*: the Wolbachia surface protein activates canine neutrophils with production of IL-8. *Veterinary parasitology*, **117**:73-83.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A. 2010. Mosquitoes and their control. Springer, Heidelberg.
- Belding MD. 1965. The superfamily Taeniodea, the genus *Echinococcus*. *Textbook of Parasitology*. 3rd Edition, Appleton Century Crofts, New York, **1**:626-644.
- Beugnet F, Delport P, Luus H, Crafford D, Fourie J. 2013. Preventive efficacy of Frontline® Combo and Certifect® against *Dipylidium caninum* infestation of cats and dogs using a natural flea (*Ctenocephalides felis*) infestation model. *Parasite*, **20**:7.
- Beugnet F, Halos L, Guillot J. 2018. *Textbook of clinical parasitology in dogs and cats*. Servet editorial-Grupo Asís Biomedica, Zaragoza.
- Beugnet F, Labuschagne M, de Vos C, Crafford D, Fourie J. 2018. Analysis of *Dipylidium caninum* tapeworms from dogs and cats, or their respective fleas: Part 2. Distinct canine and feline host association with two different *Dipylidium caninum* genotypes. *Parasite*, **25**:31.
- Beugnet F, Labuschagne M, Fourie J, Jacques G, Farkas R, Cozma V, Halos L, Hellmann K, Knaus M, Rehbein S. 2014. Occurrence of *Dipylidium caninum* in fleas from client-owned cats and dogs in Europe using a new PCR detection assay. *Veterinary Parasitology*, **205**:300-306.
- Blazius RD, Emerick S, Prophiro JS, Romão PR, Silva OSD. 2005. Occurrence of protozoa and helminthes in faecal samples of stray dogs from Itapema City, Santa Catarina. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, **38**:73-74.
- Blouin MS, Yowell CA, Courtney CH, Dame JB. 1995. Host movement and the genetic structure of populations of parasitic nematodes. *Genetics*, **141**:1007-1014.



- Blum AJ, Hotez PJ. 2018. Global “worming”: Climate change and its projected general impact on human helminth infections. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **12**.
- Bogitsh BJ, Carter CE, Oeltmann TN. 2018. *Human parasitology*. Academic Press, California.
- Borecka A. 2005. Prevalence of intestinal nematodes of dogs in the Warsaw area, Poland. *Helminthologia*, **42**:35-39.
- Bouwknegt M, Devleeschauwer B, Graham H, Robertson LJ, van der Giessen JW. 2018. Prioritisation of food-borne parasites in Europe, 2016. *Eurosurveillance*, **23**:17–00161. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.9.17-00161
- Bowman DD, Atkins CE. 2009. Heartworm biology, treatment, and control. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, **39**:1127-1158.
- Bowman DD, Montgomery SP, Zajac AM, Eberhard ML, Kazacos KR. 2010. Hookworms of dogs and cats as agents of cutaneous larva migrans. *Trends in parasitology*, **26**:162-167.
- Bowman DD. 1999. *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. Cabi, Philadelphia.
- Bowman DD. 2014. *Georgi's Parasitology for Veterinarians*. St Louis. Elsevier Health Sciences, St Louis, Missouri
- Bowman DD. 2020. Chapter Three – The anatomy of the third-stage larva of *Toxocara canis* and *Toxocara cati*. *Advances in Parasitology*, **109**:39-61.
- Braga FR, de Araújo JV. 2014. Nematophagous fungi for biological control of gastrointestinal nematodes in domestic animals. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **98**:71-82.
- Bronstein AM, Fedyanina LV, Maximova MS, Lukashev AN, Sergeev AR. 2020. Nine cases of human dipylidiasis in Moscow region during 1987 to 2017. *Tropical Biomedicine*, **37**:194-200.
- Brooker S, Bethony J, Hotez PJ. 2004. Human hookworm infection in the 21st century. *Advances in parasitology*, **58**:197-288.
- Brožová A, Jankovská I, Bejček V, Nechybová S, Peřinková P, Horáková B, Langrová I. 2017. *Echinococcus* spp.: tapeworms that pose a danger to both animals and humans—a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, **48**:193-201.
- Budke CM, Jiamin Q, Craig PS, Torgerson PR. 2005. Modeling the transmission of *Echinococcus granulosus* and *Echinococcus multilocularis* in dogs for a high endemic region of the Tibetan plateau. *International journal for parasitology*, **35**:163-170.
- Burke TM, Roberson EL. 1985. Prenatal and lactational transmission of *Toxocara canis* and *Ancylostoma caninum*: experimental infection of the bitch before pregnancy. *International Journal for Parasitology*, **15**:71-75.
- Bush AO. 2001. *Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge university press, Cambridge.
- Cabello RR, Ruiz AC, Feregrino RR, Romero LC, Feregrino RR, Zavala JT. 2011. *Dipylidium caninum* infection. *Case Reports*, **2011**.

- Cancrini G, Gabrielli S. 2007. Vectors of *Dirofilaria* nematodes: biology, behaviour and host/parasite relationships. *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in dog and cat and human infections. *Mappe Parassitologiche* **8**:47–58
- Cancrini G, Kramer L, Simón F, Genchi C. 2001. Heartworm infection in humans and animals. Ediciones Universidad de Salamanca, Spain.
- Capelli G, et al. 2018. Recent advances on *Dirofilaria repens* in dogs and humans in Europe. *Parasites & vectors*, **11**:1-21. DOI: 10.1186/s13071-018-3205-x
- Cappello M, Bungiro RD, Harrison LM, Bischof LJ, Griffiths JS, Barrows BD, Aroian RV. 2006. A purified *Bacillus thuringiensis* crystal protein with therapeutic activity against the hookworm parasite *Ancylostoma ceylanicum*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **103**:15154-15159.
- Caumes E, Ly F, Bricaire F. 2002. Cutaneous larva migrans with folliculitis: report of seven cases and review of the literature. *British Journal of Dermatology*, **146**:314-316.
- Cielecka D, Zarnowska-Prymek H, Masny A, Salamatin R, Wesolowska M, Golab E. 2012. Human dirofilariasis in Poland: the first cases of autochthonous infections with *Dirofilaria repens*. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **19**:445-450.
- Coati N, Schnieder T, Epe C. 2004. Vertical transmission of *Toxocara cati* Schrank 1788 (Anisakidae) in the cat. *Parasitology research*, **92**:142-146.
- Conboy G. 2009. Helminth parasites of the canine and feline respiratory tract. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, **39**:1109-1126.
- Corsini M, Geissbühler U, Howard J, Gottstein B, Spreng D, Frey CF. 2015. Clinical presentation, diagnosis, therapy and outcome of alveolar echinococcosis in dogs. *Veterinary record*, **177**:569-569.
- Craig P, Ito A. 2007. Intestinal cestodes. *Current opinion in infectious diseases*, **20**:524-532.
- Dade AW, Williams JF. 1975. Hepatic and peritoneal invasion by adult ascarids (*Toxocara canis*) in a dog. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*, **70**:947-949.
- Dakkak AJVP. 2010. Echinococcosis/hydatidosis: a severe threat in Mediterranean countries. *Veterinary Parasitology*, **174**:2-11.
- Darchenkova NN, Supryaga VG, Guzeeva MV. 2009. Distribution of human dirofilariasis in Russia. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, **2**:3-7.
- Davidson RK, Lavikainen A, Konyaev S, Schurer J, Miller AL, Oksanen A, Skírnisson K, Jenkins E. 2016. Echinococcus across the north: current knowledge, future challenges. *Food and Waterborne Parasitology*, **4**:39–53.
- 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.
- Deksne G, Davidson RK, Buchmann K, Kärssin A, Kirjušina M, Gavarāne I, Miller AL, Pálsdóttir GR, Robertson LJ, Mørk T, Oksanen A, Palinauskas V, Jokelainen P. 2020.

- Parasites in the changing world – Ten timely examples from the Nordic-Baltic region. *Parasite Epidemiology and Control* (e00150) DOI: 10.1016/j.parepi.2020.e00150
- Deplazes P, Eckert J, Mathis A, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H. 2016. Parasitology in veterinary medicine. In *Parasitology in Veterinary Medicine*. Wageningen Academic, Wageningen.
- Deplazes P, et al. 2017. Global distribution of alveolar and cystic echinococcosis. *Advances in parasitology*, **95**:315-493.
- Deplazes P, van Knapen F, Schweiger A, Overgaauw PA. 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.
- Deutz A, Fuchs K, Auer H, Kerbl U, Aspöck H, Köfer J. 2005. Toxocara-infestations in Austria: a study on the risk of infection of farmers, slaughterhouse staff, hunters and veterinarians. *Parasitology research*, **97**:390-394.
- Dickman AJ. 2010. Complexities of conflict: the importance of considering social factors for effectively resolving human–wildlife conflict. *Animal conservation*, **13**:458-466.
- Dobešová R, Svobodová Z, Svobodová V. 2007. Dirofilariosis in dogs-the actual situation in the Czech Republic, **198**.
- Dubey JP. 1978. Patent *Toxocara canis* infection in ascarid-naive dogs. *The Journal of parasitology*, **64**:1021-1023.
- Dubná S, Langrová I, Nápravník J, Jankovská I, Vadlejš J, Pekár S, Fechtner J. 2007. The prevalence of intestinal parasites in dogs from Prague, rural areas, and shelters of the Czech Republic. *Veterinary parasitology*, **145**:120-128.
- Dunn JJ, Columbus ST, Aldeen WE, Davis M, Carroll KC. 2002. *Trichuris vulpis* recovered from a patient with chronic diarrhea and five dogs. *Journal of clinical microbiology*, **40**:2703-2704.
- Dunstand-Guzmán E, Hallal-Calleros C, Hernández-Velázquez VM, Canales-Vargas EJ, Domínguez-Roldan R, Pedernera M, Peña-Chora G, Flores-Pérez I. 2020. Nematicidal and ovicidal activity of *Bacillus thuringiensis* against the zoonotic nematode *Ancylostoma caninum*. *Experimental Parasitology*, **218**.
- Eberhard ML, Alfano E. 1998. Adult *Toxocara cati* infections in US children: report of four cases. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, **59**:404-406.
- 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. 2001. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. Paris: World Organisation for Animal Health, **1**:20-72.

- Enigk K, Stoye M. 1967. Untersuchungen über den Infektionsweg von *Ancylostoma caninum* Ercolani 1859 (Ancylostomidae) beim Hund. Kongreßbericht über die III Tagung der Deutschen Tropenmedizinischen Gesellschaft, e V, Hamburg, vom, **20**:22.
- Epe C. 2009. Intestinal nematodes: biology and control. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, **39**:1091-1107.
- Fontanarrosa MF, Vezzani D, Basabe J, Eiras DF. 2006. An epidemiological study of gastrointestinal parasites of dogs from Southern Greater Buenos Aires (Argentina): age, gender, breed, mixed infections, and seasonal and spatial patterns. *Veterinary parasitology*, **136**:283-295.
- Fourie JJ, Crafford D, Horak IG, Stanneck D. 2013. Prophylactic treatment of flea-infested dogs with an imidacloprid/flumethrin collar (Seresto®, Bayer) to preempt infection with *Dipylidium caninum*. *Parasitology Research*, **112**:33-46.
- Gajewska A, Górski P, Kotomski G, Bogdanowicz M, Klockiewicz M, Kazimierczak K. 2004. Zmiany w składzie gatunkowym pasożytów psów i kotów z Warszawy i okolic w latach 1974-2002. Część III. Nicienie. *Życie Weterynaryjne*, **79**:208-212.
- Gal A, Harrus S, Arcoh I, Lavy E, Aizenberg I, Mekuzas-Yisaschar Y, Baneth G. 2007. Coinfection with multiple tick-borne and intestinal parasites in a 6-week-old dog. *The Canadian Veterinary Journal*, **48**:619-622.
- Galvin TJ. 1964. Experimental *Toxocara canis* infections in chickens and pigeons. *The Journal of parasitology*, **50**:124-127.
- García RM, Mellado I, Miguel JG, Hernández MV, Hernández L, Martín FS. 2011. Prevalencia de la dirofilariosis cardiopulmonar canina. *Argos: Informativo Veterinario*, **126**:30-30.
- Gee NR, Mueller MK. 2019. A systematic review of research on pet ownership and animal interactions among older adults. *Athrozoo*, **32**:183-207.
- Genchi C, Bowman D, Drake J. 2014. Canine heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) in Western Europe: survey of veterinary awareness and perceptions. *Parasites & vectors*, **7**:1-7. DOI: 10.1186/1756-3305-7-206
- Genchi C, Guerrero J, McCall JW, Venco L. 2007. Epidemiology and prevention of *Dirofilaria* infections in dogs and cats. *Mappe Parassitologiche*, **8**:145-161.
- Genchi C, Kramer L. 2017. Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasites & Vectors*, **10**:1-6. DOI: 10.1186/s13071-017-2434-8
- Genchi C, Rinaldi L, Mortarino M, Genchi M, Cringoli G. 2009. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Veterinary parasitology*, **163**:286-292.
- Genchi C, Traldi G. 1994. Infezioni zoonosiche da *Toxocara canis*: stato dell'arte. *Journal of Medical Microbiology*, **9**:457-461.
- Genchi C. 2001. Epidemiology of canine and feline dirofilariosis: a global view. *Heartworm infection in humans and animals*. CRC Press.

- Gilleard JS, Redman E. 2016. Genetic diversity and population structure of *Haemonchus contortus*. *Advances in parasitology*, **93**:31-68.
- Glickman LT, Shofer FS. 1987. Zoonotic visceral and ocular larva migrans. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **17**:39-53.
- 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.
- Grant S, Olsen CW. 1999. Preventing zoonotic diseases in immunocompromised persons: the role of physicians and veterinarians. *Emerging infectious diseases*, **5**:159-163.
- Gutema FD, Yohannes GW, Abdi RD, Abuna F, Ayana D, Waktole H, Amenu K, Hiko A, Agga GE. 2020. *Dipylidium caninum* infection in dogs and humans in Bishoftu town, Ethiopia. *Diseases*, **9**:1.
- Habluetzel A, Traldi G, Ruggieri S, Attili AR, Scuppa P, Marchetti R, Menghini G, Esposito F. 2003. An estimation of *Toxocara canis* prevalence in dogs, environmental egg contamination and risk of human infection in the Marche region of Italy. *Veterinary Parasitology*, **113**:243-252.
- Hadi AM. 2019. Morphology study of *Toxocara canis* (Werner, 1788) worms by scanning microscope. *International Journal of Biosciences*, **14**:293-298.
- Hall JE, Sonnenberg B. 1956. An apparent case of human infection with the whipworm of dogs, *Trichuris vulpis* (Froelich, 1789). *The Journal of parasitology*, **42**:197-199.
- Han BA, Kramer AM, Drake JM. 2016. Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends in parasitology*, **32**:565-577.
- Harizanov RN, Jordanova DP, Bikov IS. 2014. Some aspects of the epidemiology, clinical manifestations, and diagnosis of human dirofilariasis caused by *Dirofilaria repens*. *Parasitology research*, **113**:1571-1579.
- Hawdon JM, Wise KA. 2021. *Ancylostoma caninum* and other canine hookworms. Dog parasites endangering human health, **13**:147-193.
- Hayden DW, Kruiningen HV. 1975. Experimentally induced canine toxocariasis: laboratory examinations and pathologic changes, with emphasis on the gastrointestinal tract. *American journal of veterinary research*, **36**:1605-1614.
- Hays KM, Rodriguez JY, Little SE, Litster AL, Mwacalimba KK, Sundstrom KD, Amodie DM, Serrano MA, Guerios SD, Lane JN, Levy, JK. 2020. Heartworm prevalence in dogs versus cats: Multiple diagnostic modalities provide new insights. *Veterinary Parasitology*, **277**:100027.
- He YB, Yao G, Tuxun T, Bai L, Li T, Zhao JM, Zhang JH, Wen H. 2015. Efficacy of radical and conservative surgery for hepatic cystic echinococcosis: a meta-analysis. *International journal of clinical and experimental medicine*, **8**:7039-7048.
- 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. 2013. Control of *Echinococcus multilocularis*: strategies, feasibility and cost-benefit analyses. *International Journal for Parasitology*, **43**:327-337.
- Hillenbrand A, Greuner B, Kratzer W, Kern P, Graeter T, Barth TF, Butternschoen K, Henne-Bruns D. 2016. Impact of Safe Distance on Long-Term Outcome After Surgical Therapy of Alveolar Echinococcosis. *World Journal of Surgery*, **41**:1012-1018.
- Hirsch M, Pantchev N. 2008. Vorkommenshäufigkeit der Reisekrankheiten Leishmaniose, Ehrlichiose, Babesiose und Dirofilariose bei in Deutschland lebenden Hunden. *Kleintierpraxis*, **12**:154–165.
- Hogan CA, Schwenk H. 2019. *Dipylidium caninum* infection. *The New England Journal of Medicine*, **380**.
- Holland C, Smith HV. 2006. *Toxocara*: the enigmatic parasite. CABI Publishing, Wallingford.
- Holland CV. 2023. A walk on the wild side: A review of the epidemiology of *Toxocara canis* and *Toxocara cati* in wild hosts. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **22**:216-228.
- Hopkins T, Gyr P. 1991. Synergism of a combination of febantel and pyrantel embonate against *Ancylostoma caninum* on dogs. *Veterinary Medical Review*, **61**:3-9.
- Hotez PJ, Wilkins PP. 2009. Toxocariasis: America's most common neglected infection of poverty and a helminthiasis of global importance?. *PLoS neglected tropical diseases* (e400) DOI: 10.1371/journal.pntd.0000400
- Hugot JP, Baujard P, Morand S. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*, **3**:199-208.
- Chelladurai JJ, Kifleyohannes T, Scott J, Brewer MT. 2018. Praziquantel resistance in the zoonotic cestode *Dipylidium caninum*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, **99**:1201-1205.
- Chomel BB. 2014. Emerging and re-emerging zoonoses of dogs and cats. *Animals*, **4**:434-445.
- Jackson R, Lance D, Townsend K, Stewart K. 1987. Letters to the Editor: Isolation of anthelmintic resistant *Ancylostoma caninum*. *New Zealand Veterinary Journal*, **35**:215–216.
- Jarošová J, Antolová D, Lukáč B, Mađari A. 2021. A Survey of Intestinal Helminths of dogs in Slovakia with an emphasis on zoonotic species. *Animals*, **11**:3000.
- Jenkins EJ. 2020. *Toxocara* spp. in dogs and cats in Canada. *Advances in Parasitology*, **109**:641-653.
- Jensen AL, Krogh AKH, Lundsgaard JF, Willesen JL, Lyngby JG, Schrøder AS, Bach MBT, Berg RPKD. 2023. *Dirofilaria repens* in a dog imported to Denmark: A potential for emerging zoonotic disease. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **41**:100872.

- Jiang P, Zhang X, Liu RD, Wang ZQ, Cui J. 2017. A Human Case of Zoonotic Dog Tapeworm, *Dipylidium caninum* (Eucestoda: Dilepidiidae), in China. *The Korean journal of parasitology*, **55**:61-64.
- Jimenez Castro PD, Howell SB, Schaefer JJ, Avramenko RW, Gilleard JS, Kaplan RM. 2019. Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? *Parasites & vectors*, **12**:1-15. DOI: 10.1186/s13071-019-3828-6
- Jimenez Castro PD, Mansour A, Charles S, Hostetler J, Settje T, Kulke D, Kaplan RM. 2020. Efficacy evaluation of anthelmintic products against an infection with the canine hookworm (*Ancylostoma caninum*) isolate Worthy 4.1 F3P in dogs. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, **13**:22-27.
- Jin Z, Akao N, Ohta N. 2008. Prolactin evokes lactational transmission of larvae in mice infected with *Toxocara canis*. *Parasitology international*, **57**:495-498.
- John DT, Petri WA. 2006. *Markell and Voge's medical parasitology-e-book*. Elsevier Health Sciences, Missouri.
- Jung BK, Lee JY, Chang T, Song H, Chai JY. 2020. Rare case of enteric *Ancylostoma caninum* hookworm infection, South Korea. *Emerging Infectious Diseases*, **26**:181-183.
- Kagei N, Hayashi S, Kato K. 1986. Human cases of infection with canine whipworms, *Trichuris vulpis* (Froelich, 1789), in Japan. *Japanese Journal of Medical Science and Biology*, **39**:177-184.
- Kaplan RM. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in parasitology*, **20**:477-481.
- Kassebaum NJ, et al. 2014. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood, the Journal of the American Society of Hematology*, **123**:615-624.
- Kenney M, Yermakov V. 1980. Infection of man with *Trichuris vulpis*, the whipworm of dogs. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **29**:1205-1208.
- Kern P, Da 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.
- Kim KH, Eom KS, Park JK. 2006. The complete mitochondrial genome of *Anisakis simplex* (Ascaridida: Nematoda) and phylogenetic implications. *International Journal for Parasitology*, **36**:319-328.
- Kirkova Z, Dinev I. 2005. Morphological changes in the intestine of dogs, experimentally infected with *Trichuris vulpis*. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, **8**:239-243.
- Klein JB, Bradley RS, Conway DP. 1978. Anthelmintic efficacy of pyrantel pamoate against the roundworm, *Toxocara canis*, and the hookworm, *ancylostoma caninum*, in dogs. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*, **73**:1011-1013.
- Knapp J, Umhang G, Wahlström H, Al-Sabi MNS, Ågren EO, Enemark HL. 2019. Genetic diversity of *Echinococcus multilocularis* in red foxes from two Scandinavian countries:

Denmark and Sweden. *Food and Waterborne Parasitology* (e00045) DOI: 10.1016/j.fawpar.2019.e00045

- Knaus M, et al. 2014. Efficacy of a novel topical fipronil, (S)-methoprene, eprinomectin and praziquantel combination against naturally acquired intestinal nematode and cestode infections in cats. *Veterinary Parasitology*, **202**:18-25.
- Knight DH. 1998. 1999 guidelines for the diagnosis, prevention, and management of heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection in dogs. The American Heartworm Society, Batavia.
- Kolapo TU, et al. 2023. Canine alveolar echinococcosis: an emerging and costly introduced problem in North America. *Transboundary and Emerging Diseases*, **2023**.
- Kolářová L, Matějů J, Hrdý J, Kolářová H, Hozáková L, Žampachová V, Auer H, Stejskal F. 2015. Human alveolar echinococcosis, Czech Republic, 2007-2014. *Emerging Infectious Diseases*, **21**:2263-2265.
- Kopp SR, Kotze AC, McCarthy JS, Coleman GT. 2007. High-level pyrantel resistance in the hookworm *Ancylostoma caninum*. *Veterinary Parasitology*, **143**:299-304.
- Koutz FR, Groves HF, Scothorn MW. 1966. The prenatal migration of *Toxocara canis* larvae and their relationship to infection in pregnant bitches and in pups. *American journal of veterinary research*, **27**:789-795.
- Kozek WJ. 2005. What is new in the *Wolbachia*/*Dirofilaria* interaction? *Veterinary Parasitology*, **133**:127-132.
- Labuschagne M, Beugnet F, Rehbein S, Guillot J, Fourie J, Crafford D. 2018. Analysis of *Dipylidium caninum* tapeworms from dogs and cats, or their respective fleas: Part 1. Molecular characterization of *Dipylidium caninum*: Genetic analysis supporting two distinct species adapted to dogs and cats. *Parasite*, **25**:30.
- Lahmar S, Debbek H, Zhang LH, McManus DP, Souissi A, Chelly S, Torgerson PR. 2004. Transmission dynamics of the *Echinococcus granulosus* sheep–dog strain (G1 genotype) in camels in Tunisia. *Veterinary parasitology*, **121**:151-156.
- Lass A, Szostakowska B, Myjak P, Korzeniewski K. 2016. Fresh fruits, vegetables and mushrooms as transmission vehicles for *Echinococcus multilocularis* in highly endemic areas of Poland: reply to concerns. *Parasitology Research*, **115**:3637–3642.
- Laurimaa L, et al. 2015. First report of highly pathogenic *Echinococcus granulosus* genotype G1 in dogs in a European urban environment. *Parasites & Vectors*, **8**:1-5. DOI: 10.1186/s13071-015-0796-3
- Laurimaa L, Moks E, Soe E, Valdmann H, Saarma U. 2016. *Echinococcus multilocularis* and other zoonotic parasites in red foxes in Estonia. *Parasitology*, **143**:1450–1458.
- Ledger ML, Mitchell PD. 2022. Tracing zoonotic parasite infections throughout human evolution. *International Journal of Osteoarchaeology*, **32**:553-564.



- Lee AC, Schantz PM, Kazacos KR, Montgomery SP, Bowman DD. 2010. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in parasitology*, **26**:155–161.
- Lee RM, Moore LB, Bottazzi ME, Hotez PJ. 2014. Toxocariasis in North America: a systematic review. *PLoS neglected tropical diseases* (e3116) DOI: 10.1371/journal.pntd.0003116.
- Leutenegger CM, Lozoya CE, Tereski J, Savard C, Ogeer J, Lallier R. 2023. Emergence of *Ancylostoma caninum* parasites with the benzimidazole resistance F167Y polymorphism in the US dog population. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, **21**:131-140.
- Liccioli S, Giraudoux P, Deplazes P, Massolo A. 2015. Wilderness in the ‘city’ revisited: different urbes shape transmission of *Echinococcus multilocularis* by altering predator and prey communities. *Trends in Parasitology*, **31**:297-305.
- Lima JCMP, Del Piero F. 2021. Severe concomitant *Physaloptera* sp., *Dirofilaria immitis*, *Toxocara cati*, *Dipylidium caninum*, *Ancylostoma* sp. and *Taenia taeniaeformis* infection in a cat. *Pathogens*, **10**:109.
- Lind EO, Juremalm M, Christensson D, Widgren S, Hallgren G, Ågren EO, Uhlhorn H, Lindberg A, Cedersmyg M, Wahlström, H. 2011. First detection of *Echinococcus multilocularis* in Sweden, February to March 2011. *Eurosurveillance*, **16**. DOI: 10.2807/ese.16.14.19836-en
- Little S, Braff J, Place J, Buch J, Dewage BG, Knupp A, Beall M. 2021. Canine infection with *Dirofilaria immitis*, *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma* spp., and *Ehrlichia* spp. in the United States, 2013–2019. *Parasites & Vectors*, **14**:1-16. DOI: 10.1186/s13071-020-04514-3
- Lloyd S, Amerasinghe PH, Soulsby EJJ. 1983. Periparturient immunosuppression in the bitch and its influence on infection with *Toxocara canis*. *Journal of Small Animal Practice*, **24**:237-247.
- Loukas A, Prociv P. 2001. Immune responses in hookworm infections. *Clinical microbiology reviews*, **14**:689-703.
- Lundström-Stadelmann B, Rufener R, Hemphill A. 2020. Drug repurposing applied: activity of the anti-malarial mefloquine against *Echinococcus multilocularis*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, **13**:121-129.
- Ma G, et al. 2019. Comparative bioinformatic analysis suggests that specific dauer-like signalling pathway components regulate *Toxocara canis* development and migration in the mammalian host. *Parasites & vectors*, **12**:1-10. DOI: 10.1186/s13071-018-3265-y
- Macpherson CN. 2005. Human behaviour and the epidemiology of parasitic zoonoses. *International Journal for Parasitology*, **35**:1319–1331.
- Macpherson CN. 2013. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. *International journal for parasitology*, **43**:999-1008.
- Magnaval JF, Glickman LT, Dorchies P, Morassin B. 2001. Highlights of human toxocariasis. *The Korean journal of parasitology*, **39**:1-11.

- Majewska AA, Huang T, Han B, Drake JM. 2021. Predictors of zoonotic potential in helminths. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **376**.
- Makowski Zamora M, Fernández Albás JJ, Sancha Meliá A, Pink A, Zamora Jaume F. 2010. *Dirofilaria immitis*, ¿ ha llegado a Mallorca?. *Argos: Informativo veterinario*, **122**:24-26.
- Malkamäki S, Näreaho A, Oksanen A, Sukura A. 2019. Berries as a potential transmission vehicle for taeniid eggs. *Parasitology international*, **70**:58–63.
- Mandal S, Mandal MD. 2012. Human cystic echinococcosis: epidemiologic, zoonotic, clinical, diagnostic and therapeutic aspects. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, **5**:253-260.
- Manfredi MT, Di Cerbo A, Genchi M. 2007. Biology of filarial worms parasitizing dogs and cats. *Mappe parassitologiche*, **8**:40-45.
- Manger BR, Brewer MD. 1989. Epsiprantel, a new tapeworm remedy. Preliminary efficacy studies in dogs and cats. *British veterinary journal*, **145**:384-388.
- Márquez-Navarro A, García-Bracamontes G, Álvarez-Fernández BE, Ávila-Caballero LP, Santos-Aranda I, Díaz-Chiguer DL, Sánchez-Manzano RM, Rodríguez-Bataz E, Noguera-Torres B. 2012. *Trichuris vulpis* (Froelich, 1789) infection in a child: a case report. *The Korean journal of parasitology*, **50**:69-71.
- Martínez-Barbabosa I, Gutiérrez Quiroz M, Ruiz González LA, Fernández Presas AM, Gutiérrez Cárdenas EM, Aguilar Venegas JM, Shea M, Gaona, E. 2014. Dipilidiasis: Una zoonosis poco estudiada. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, **61**:102-107.
- Matějů J, Chanová M, Modrý D, Mitková B, Hrazdilová K, Žampachová V, Kolářová L. 2016. *Dirofilaria repens*: emergence of autochthonous human infections in the Czech Republic. *BMC Infectious Diseases*, **16**:1-8.
- Matchock RL. 2015. Pet ownership and physical health. *Current opinion in psychiatry*, **28**:386-392.
- McCall JW, Genchi C, Kramer LH, Guerrero J, Venco L. 2008. Heartworm disease in animals and humans. *Advances in parasitology*, **66**:193–285.
- McKean EL, Grill E, Choi YJ, Mitreva M, O'Halloran DM, Hawdon JM. 2023. Altered larval activation response associated with multidrug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*. *Parasitology*, **151**:1-11.
- McManus DP, Zhang W, Li J, Bartley PB. 2003. Echinococcosis. *The lancet*, **362**:1295-1304.
- McMichael T, Blashki G, Karoly DJ. 2007. Climate change and primary health care. *Australian Family Physician*, **36**:986-989.
- Meena S, Singh A, Kumar VP, Gupta R, Gupta P. 2020. *Dipylidium caninum*: first case in an adult female from Uttarakhand and review of literature. *Tropical Parasitology*, **10**:153-157.
- Mendoza-Estrada LJ, Hernández-Velázquez VM, Arenas-Sosa I, Flores-Pérez FI, Morales-Montor J, Peña-Chora G. 2016. Anthelmintic effect of *Bacillus thuringiensis* strains

- against the gill fish trematode *Centrocestus formosanus*. *BioMed research international*, **2016**.
- Mendoza-Roldan JA, Gabrielli S, Cascio, A, Manoj RR, Bezerra-Santos MA, Benelli G, Brianti E, Latrofa MS, Otranto, D. 2021. Zoonotic *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* infection in humans and an integrative approach to the diagnosis. *Acta Tropica*, **223**.
- Mišoňová P, Nágl I, Svobodová V. 2003. Problematika dirofilariózy psů v České republice. *Veterinarství*, **53**:449–54.
- Míterpáková M, Antolová D, Rampalová J, Undesser M, Krajčovič T, Víchová B. 2022. *Dirofilaria immitis* pulmonary dirofilariasis, Slovakia. *Emerging Infectious Diseases*, **28**:482-485.
- Míterpáková M, Hurníková Z, Valentová D, Borková L. 2021. Different epidemiological pattern of canine dirofilariosis in two neighboring countries in Central Europe – the Czech Republic and Slovakia. *Parasitology Research*, **120**:547-552.
- Mohd-Shaharuddin N, Lim YAL, Hassan NA, Nathan S, Ngui R. 2019. Molecular characterization of *Trichuris* species isolated from humans, dogs and cats in a rural community in Peninsular Malaysia. *Acta tropica*, **190**:269-272.
- Moltó DR. 2006. Últimos datos epidemiológicos sobre la filarosis canina. *Argos: Informativo veterinario*, **79**:52-54.
- Morand S, McIntyre KM, Baylis M. 2014. Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: domestication time matters. *Infection, Genetics and Evolution*, **24**:76-81.
- Moreira GMSG, de Lima Telmo P, Mendonça M, Moreira ÂN, McBride AJA, Scaini CJ, Conceição FR. 2014. Human toxocariasis: current advances in diagnostics, treatment, and interventions. *Trends in parasitology*, **30**:456-464.
- Morchón R, Carretón E, González Miguel J, Mellado Hernández I. 2012. Heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) and their vectors in Europe–new distribution trends. *Frontiers in physiology*, **3**.
- Moro P, Schantz PM. 2009. Echinococcosis: a review. *International Journal of Infectious Diseases*, **13**:125–133.
- Narasimham MV, Panda P, Mohanty I, Sahu S, Padhi S, Dash M. 2013. *Dipylidium caninum* infection in a child: A rare case report. *Indian Journal of Medical Microbiology*, **31**:82-84.
- Nichols RL. 1956. The etiology of visceral larva migrans: I. Diagnostic morphology of infective second-stage *Toxocara* larvae. *The Journal of Parasitology*, **42**:349-362.
- Nolan TJ, Smith G. 1995. Time series analysis of the prevalence of endoparasitic infections in cats and dogs presented to a veterinary teaching hospital. *Veterinary Parasitology*, **59**:87-96.

- Nunnari G, Pinzone MR, Gruttadauria S, Celesia BM, Madeddu G, Malaguarnera, G, Pavone P, Cappellani A, Cacopardo B. 2012. Hepatic echinococcosis: clinical and therapeutic aspects. *World journal of gastroenterology: WJG*, **18**:1448-1458.
- Okoshi S, Usui M. 1968. Experimental studies on *Toxascaris leonina*. IV. Development of eggs of three ascarids, *T. leonina*, *Toxocara canis* and *Toxocara cati*, in dogs and cats. *Japanese Journal of Veterinary Science*, **30**:29-38.
- Orihel TC, Eberhard ML. 1998. Zoonotic filariasis. *Clinical microbiology reviews*, **11**:366-381.
- Ortega-Mora LM, Gomez-Bautista M, Rojo-Vazquez F, Rodenas A, Guerrero J. 1991. A survey of the prevalence of canine filariasis in Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, **11**:63-68.
- Othman AA, Abdel-Aleem GA, Saied EM, Mayah WW, Elatrash AM. 2010. Biochemical and immunopathological changes in experimental neurotoxocariasis. *Molecular and biochemical parasitology*, **172**:1-8.
- Otranto D, Eberhard ML. 2011. Zoonotic helminths affecting the human eye. *Parasites & vectors*. **4**:1-21. DOI: 10.1186/1756-3305-4-41
- Overgaauw PA, Nederland V. 1997. Aspects of *Toxocara* epidemiology: toxocarosis in dogs and cats. *Critical reviews in microbiology*, **23**:233-251.
- Pacheco-Ortega GA, Chan-Pérez JI, Ortega-Pacheco A, Guzmán-Marín E, Edwards M, Brown MA, Jiménez-Coello M, Hernández-Cortazar IB. 2019. Screening of zoonotic parasites in playground sandboxes of public parks from subtropical Mexico. *Journal of parasitology research*, **2019**.
- Pampiglione S, Rivasi F. 1995. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria (Noctiella) repens*: a review of world literature. *Parasitologia* **37**:149–193.
- Parija SC. 2006. *Textbook of Medical Parasitology*. All India Publishers and Distributors, New Delhi.
- Parsons JC. 1987. Ascarid infections of cats and dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practise*, **17**:1307-1339.
- Patkowski W, Krasnodębski M, Grąt M, Masior Ł, Krawczyk M. 2017. Surgical treatment of hepatic *Echinococcus granulosus*. *Gastroenterology Review/Przegląd Gastroenterologiczny*, **12**:199-202.
- Peregrine AS. 2015. Alveolar echinococcosis in dogs: an emerging issue? *The Veterinary Record*, **177**:567-568.
- Petersen HH, Al-Sabi MNS, Enemark HL, Kapel CMO, Jørgensen JA, Chriél M. 2018. *Echinococcus multilocularis* in Denmark 2012–2015: high local prevalence in red foxes. *Parasitology research*, **117**:2577–2584.
- Pham H, Kupshik D, King C, Romano P. 2019. Cystic echinococcosis. *Applied Radiology*, **48**:42-43.
- Pietikäinen R, et al. 2017. *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland. *Parasites & Vectors*, **10**:1-6. DOI: 10.1186/s13071-017-2499-4

- Pijacek M. 2011. The occurrence of the tapeworms of *Echinococcus* spp. in animals in the Czech Republic. Spec. Seminar Infect. Echinococcosis 7-8.
- Pirrone F, Albertini M. 2017. Olfactory detection of cancer by trained sniffer dogs: a systematic review of the literature. *Journal of Veterinary Behavior*, **19**:105-117.
- Possenti A, Manzano-Román R, Sanchez-Ovejero C, Boufana B, La Torre G, Siles-Lucas M, Casulli A. 2016. Potential risk factors associated with human cystic echinococcosis: systematic review and meta-analysis. *PLoS neglected tropical diseases* (e0005114). DOI: 10.1371/journal.pntd.0005114
- Prichard RK, Hall CA, Kelly JD, Martin ICA, Donald AD. 1980. The problem of anthelmintic resistance in nematodes, **56**:239-250.
- Pugh RE. 1987. Effects on the development of *Dipylidium caninum* and on the host reaction to this parasite in the adult flea (*Ctenocephalides felis felis*). *Parasitology Research*, **73**:171–177.
- Rahman WA, Elmajdoub LE, Noor SAM, Wajidi MF. 2015. Present status on the taxonomy and morphology of *Echinococcus granulosus*: A review. *Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*, **2**.
- Rahman WA, Elmajdoub LE, Noor SAM, Wajidi MF. 2015. Present status on the taxonomy and morphology of *Echinococcus granulosus*: A review. *Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*, **2**.
- Raoul F, Hegglin D, Giraudoux P. 2015. Trophic ecology, behaviour and host population dynamics in *Echinococcus multilocularis* transmission. *Veterinary parasitology*, **213**:162-171.
- Renganathan K, Rathinam X, Danial M, Subramaniam S. 2011. QUICK ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF NOVEL BACILLUSTHURINGIENSIS STRAINS FROM MOSQUITO BREEDING SITES IN MALAYSIA. *Emirates journal of food and agriculture*, **23**:17-26.
- Ridley RK, Dryden MW, Gabbert NH, Schoning P. 1994. Epidemiology and control of helminth parasites in greyhound breeding farms. *Compendium on Continuing Education for The Practicing Veterinarian*, **16**:585-589.
- Roberts L, Nadler S, Schmidt G, Janovy J. 2013. Edition 9. *Foundations of Parasitology*. McGraw-Hill Higher Education.
- Robertson ID, Thompson RC. 2002. Enteric parasitic zoonoses of domesticated dogs and cats. *Microbes and infection*, **4**:867-873.
- Robertson LJ, Troell K, Woolsey ID, Kapel CM. 2016. Fresh fruit, vegetables, and mushrooms as transmission vehicles for *Echinococcus multilocularis* in Europe: inferences and concerns from sample analysis data from Poland. *Parasitology Research*, **115**:2485–2488.
- 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, De La Rue M. 2017. Ecology and life cycle patterns of *Echinococcus* species. *Advances in Parasitology*, **95**:213–314.
- Romig T, Dinkel A, Mackenstedt U. 2006. The present situation of echinococcosis in Europe. *Parasitology international*, **55**:S187-S191.
- Rostami A, et al. 2020. Global prevalence of *Toxocara* infection in dogs. *Advances in Parasitology*, **109**:561-583.
- Rousseau J, Castro A, Novo T, Maia C. 2022. *Dipylidium caninum* in the twenty-first century: epidemiological studies and reported cases in companion animals and humans. *Parasites & Vectors*, **15**:131. DOI: 10.1186/s13071-022-05243-5
- Rubinsky-Elefant G, Hirata CE, Yamamoto JH, Ferreira MU. 2010. Human toxocariasis: diagnosis, worldwide seroprevalences and clinical expression of the systemic and ocular forms. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, **104**:3-23.
- Rudolf I, Šebesta O, Mendel J, Betášová L, Bocková E, Jedličková P, Venclíková K, Blažejová H, Šikutová S, Hubálek Z. 2014. Zoonotic *Dirofilaria repens* in *Aedes vexans* mosquitoes, Czech Republic. *Parasitology research*, **113**:4663–4667.
- Ruh E, Özkan AT. 2018. Cystic echinococcosis in Northern Cyprus: a literature review. *Cyprus Journal of Medicine Sciences*, **3**:193-196.
- Rust MK. 2017. The biology and ecology of cat fleas and advancements in their pest management: a review. *Insects*, **8**:118.
- Sacchi L, Corona S, Casiraghi M, Bandi C. 2002. Does fertilization in the filarial nematode *Dirofilaria immitis* occur through endocytosis of spermatozoa?. *Parasitology*, **124**:87-95.
- Saini VK, Gupta S, Kasondra A, Rakesh RL, Latchumikanthan A. 2016. Diagnosis and therapeutic management of *Dipylidium caninum* in dogs: a case report. *Journal of parasitic diseases*, **40**:1426-1428.
- Scaramozzino P, Carvelli A, Iacoponi F, De Liberato C. 2018. Endoparasites in household and shelter dogs from Central Italy. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, **6**:45-47.
- Sergiev VP, Suprjaga VG, Morozov EN, Jukova LA (2009a) Human dirofilariasis: diagnosis and character of the relationship between causative agent and host. *Med Parasitol and Parasit Dis*, **3**:3–6.
- Shang Kuan TC, Prichard RK. 2020. Developmental regulation of *Dirofilaria immitis* microfilariae and evaluation of ecdysone signaling pathway transcript level using droplet digital PCR. *Parasites & Vectors*, **13**:1-14. DOI: 10.1186/s13071-020-04480-w
- Schad GA, Page MR. 1982. *Ancylostoma caninum*: adult worm removal, corticosteroid treatment, and resumed development of arrested larvae in dogs. *Experimental parasitology*, **54**:303-309.

- Schad GA. 1979. *Ancylostoma duodenale*: maintenance through six generations in helminth-naive pups. *Experimental parasitology*, **47**:246-253.
- Scheffers BR, Joppa LN, Pimm SL, Laurance WF. 2012. What we know and don't know about Earth's missing biodiversity. *Trends in ecology & evolution*, **27**:501-510.
- Schneider T, Laabs EM, Welz C. 2011. Larval development of *Toxocara canis* in dogs. *Veterinary parasitology*, **175**:193-206.
- Schwartz R, Bidaisee S, Fields PJ, Macpherson ML, Macpherson CN. 2022. The epidemiology and control of *Toxocara canis* in puppies. *Parasite Epidemiology and Control* (e00232). DOI: 10.1016/j.parepi.2021.e00232
- Schweiger A, Ammann RW, Candinas D, Clavien PA, Eckert J, Gottstein B, Halkic N, Muellhaupt 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.
- Silva AR, Araújo JV, Braga FR, Alves CDF, Frassy LN. 2010. In vitro ovicidal activity of the nematophagous fungi *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium* and *Pochonia chlamydosporia* on *Trichuris vulpis* eggs. *Veterinary parasitology*, **172**:76-79.
- Simón F, González-Miguel J, Diosdado A, Gómez PJ, Morchón R, Kartashev V. 2017. The complexity of zoonotic filariasis epistystem and its consequences: a multidisciplinary view. *BioMed Research International*, **2017**.
- Simón F, López-Belmonte J, Marcos-Atxutegi C, Morchón R, Martín-Pacho JR. 2005. What is happening outside North America regarding human dirofilariasis?. *Veterinary parasitology*, **133**:181-189.
- Simón F, Siles-Lucas M, Morchón R, González-Miguel J, Mellado I, Carretón E, Montoya-Alonso JA. 2012. Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. *Clinical microbiology reviews*, **25**:507-44.
- Simon Martin F, Genchi C. 2000. Dirofilariasis and other zoonotic filariases: an emerging public health problem in developed countries. *Research and Reviews in Parasitology*, **60**:1-16.
- Singh S, Samantaray JC, Singh N, Das GB, Verma IC. 1993. *Trichuris vulpis* infection in an Indian tribal population. *The Journal of parasitology*, **79**:457-458.
- Skulinová K, Novak J, Kasny M, Kolarova L. 2020. Seroprevalence of larval toxocarosis in the Czech Republic. *Acta Parasitologica*, **65**:68-76.
- Smout FA, Thompson RA, Skerratt LF. 2013. First report of *Ancylostoma ceylanicum* in wild canids. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **2**:173-177.
- Soriano SV, Pierangeli NB, Roccia I, Bergagna HF, Lazzarini LE, Celescinco A, Saiz MS, Kossman A, Contreras PA, Arias C, Basualdo JA. 2010. A wide diversity of zoonotic intestinal parasites infects urban and rural dogs in Neuquén, Patagonia, Argentina. *Veterinary parasitology*, **167**:81-85.

- Soulsby E.J.L. 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals (No. 7th edition). Bailliere Tindall, 10 Greycoat Place.
- Stone WM, Girardeau M. 1968. Transmammary passage of *Ancylostoma caninum* larvae in dogs. *The Journal of parasitology*, **54**:426-429.
- Stoye M. 1979. Ascarid and hookworm infections in the dog--biology, epizootology and control. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, **92**:464-472.
- Strube C, Heuer L, Janecek E. 2013. *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary parasitology*, **193**:375-389.
- Strube C, Heuer L, Janecek E. 2013. *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary parasitology*, **193**:375-389.
- Svobodová V, Mišoňová P. 2005. The potential risk of *Dirofilaria immitis* becoming established in the Czech Republic by imported dogs. *Veterinary parasitology*, **128**:137-140.
- Svobodová Z, Svobodová V, Genchi C, Forejtek P. 2006. The first report of autochthonous dirofilariasis in dogs in the Czech Republic. *Helminthologia*, **43**:242-245.
- Swedish Institute for Infectious Disease Control. 2019. Domestic infection with the red fox tapeworm cannot be ruled out. Swedish. Available from <https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2019/mars/inhemska-smitta-med-ravensdvargbandmask-kan-inte-uteslutas/> (accessed March 2019).
- Szenasi Z, Kovacs AH, Pampiglione S, Fioravanti ML, Kucsera I, Tanczos B, Tiszlavicz L. 2008. Human dirofilariasis in Hungary: an emerging zoonosis in central Europe. *Wiener Klinische Wochenschrift*, **120**:96-102.
- Štrkolcová G, Mravcová K, Mucha R, Mulinge E, Schreiberová A. 2022. Occurrence of hookworm and the first molecular and morphometric identification of *Uncinaria stenocephala* in dogs in Central Europe. *Acta Parasitologica*, **67**:764-772.
- Tamarozzi F, Deplazes P, Casulli A. 2020. Reinventing the wheel of *Echinococcus granulosus* sensu lato transmission to humans. *Trends in Parasitology*, **36**:427-434.
- Tappe D, Plauth M, Bauer T, Muntau B, Diebel L, Tannich E, Herrmann-Trost P. 2014. A case of autochthonous human *Dirofilaria* infection, Germany, March 2014. *Eurosurveillance*, **19**. DOI: 10.2807/1560-7917.ES2014.19.17.20790
- Tasić S, Stoiljković N, Miladinović-Tasić N, Tasić A, Mihailović D, Rossi L, Gabrielli S, Cancrini G. 2011. Subcutaneous dirofilariasis in South-East Serbia-Case Report. *Zoonoses and Public Health*, **58**:318-322.
- Taylor MA, Coop RL, Wall R. 2015. *Veterinary parasitology*. John Wiley & Sons.
- Taylor MJ, Bandi C, Hoerauf A. 2005. Wolbachia. Bacterial endosymbionts of filarial nematodes. *Advances in parasitology*, **60**:245-284.



- Taylor T, Zitzmann M. 2011. *Dipylidium caninum* in a 4-month old male. American Society for Clinical Laboratory Science, **24**:212-214.
- Thompson RCA, McManus DP. 2001. Aetiology: parasites and life-cycles. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern, **1**:1-16.
- Thompson RCA. 1995. Biology and systematics of *Echinococcus*. Advances in parasitology, **95**:65-109.
- Torgerson PR, Heath DD. 2003. Transmission dynamics and control options for *Echinococcus granulosus*. Parasitology, **127**:S143-S158.
- Torgerson PR, Karaeva RR, Corkeri N, Abdyjaparov TA, Kuttubaev OT, Shaikenov BS. 2003. Human cystic echinococcosis in Kyrgyzstan: an epidemiological study. Acta Tropica, **85**:51-61.
- Torgerson PR. 2006. Canid immunity to *Echinococcus* spp.: impact on transmission. Parasite immunology, **28**:295-303.
- Traversa D, Aste G, Milillo P, Capelli G, Pampurini F, Tunesi C, Santori D, Paoletti B, Boari A. 2010a. Autochthonous foci of canine and feline infections by *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in central Italy. Veterinary parasitology, **169**:128-132.
- Traversa D, Di Cesare A, Conboy G. 2010. Canine and feline cardiopulmonary parasitic nematodes in Europe: emerging and underestimated. Parasites & vectors, **3**:1-22. DOI: 10.1186/1756-3305-3-62
- Traversa D. 2011. Are we paying too much attention to cardio-pulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis*?. Parasites & vectors, **4**:1-11. DOI: 10.1186/1756-3305-4-32
- Traversa D. 2012. Pet roundworms and hookworms: a continuing need for global worming. Parasites & vectors, **5**:1-19. DOI: 10.1186/1756-3305-5-91.
- Tüzer E, Bilgin Z, Oter K, Erçin S, Tinar R. 2010. Efficacy of praziquantel injectable solution against feline and canine tapeworms. Türkiye Parazitolojii Dergisi, **34**:17-20.
- Uhlikova M, Hübner J. 1998. Seroprevalence of *Toxocara canis* infection in Czech Republic. Central european journal of public health, **6**:195-198.
- Vanparijs O, Hermans L, Van Der Flaes L. 1991. Helminth and protozoan parasites in dogs and cats in Belgium. Veterinary parasitology, **38**:67-73.
- Venco L, Genchi C, Simón F. 2011. La filariosis cardiopulmonar (*Dirofilaria immitis*) en el perro. La filariosis en las especies domésticas y en el hombre. Barcelona, Spain: Merial Laboratorios, **1**:19-60.
- Vossmann T, Stoye M. 1986. Klinische, hämatologische und serologische Befunde bei Welpen nach pränataler Infektion mit *Toxocara canis* WERNER 1782 (Anisakidae). Journal of Veterinary Medicine, Series B, **33**:574-585.

- Vuitton DA, McManus DP, Rogan MT, Romig T, Gottstein B, Naidich A, Tuxun T, Wen H, Menezes da Silva A. 2020. International consensus on terminology to be used in the field of echinococcoses. *Parasite*, **27**:41.
- 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**:S87–S107.
- Wahlström H, Enemark HL, Davidson RK, Oksanen A. 2015. Present status actions taken and future considerations due to the findings of *E.multilocularis* in two Scandinavian countries. *Veterinary Parasitology*, **213**:172-181.
- Wang GD et al. 2013. The genomics of selection in dogs and the parallel evolution between dogs and humans. *Nature Communications*, **4**:1860.
- Wani ZA, Allaie IM, Shah BM, Raies A, Athar H, Junaid S. 2015. *Dipylidium caninum* infection in dogs infested with fleas. *Journal of parasitic diseases*, **39**:73-75.
- Webster GA. 1958. A report on *Toxocara canis* Werner, 1782. *Canadian journal of comparative medicine and veterinary science*, **22**:272-274.
- Wells DL. 2009. The effects of animals on human health and well-being. *Journal of Social Issues*, **65**:523–543.
- Wheeler J. 2018. *Veterinary Parasitology*. Available from [https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-echinococcus-granulosus-1000-um-logo\\_orig.jpg](https://www.veterinaryparasitology.com/uploads/1/1/8/2/118230013/1b-echinococcus-granulosus-1000-um-logo_orig.jpg)
- Wolstenholme AJ, Fairweather I, Prichard R, von Samson-Himmelstjerna G, Sangster NC. 2004. Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in parasitology*, **20**:469-476.
- Woolsey ID, Miller AL. 2021. *Echinococcus granulosus sensu lato* and *Echinococcus multilocularis*: A review. *Research in Veterinary Science*, **135**:517-522.
- Xaplanteri P, Gkentzi D, Stamouli V, Kolonitsiou F, Anastassiou ED, Marangos M, Spiliopoulou I. 2017. Rare worm in an infant's nappy. *Archives of Disease in Childhood*, **103**:199.
- Yoshikawa H, Yamada M, Matsumoto Y, Yoshida Y. 1989. Variations in egg size of *Trichuris trichiura*. *Parasitology research*, **75**:649-654.
- Zanzani S, Di Cerbo AR, Musella V, Rinaldi L, Maghenzani C, Manfredi MT. 2010. Environmental fecalization in Milan, northern Italy: prevalence of canine intestinal parasites and evaluation of health risk. *Parassitologia*, **52**:342-342.
- Zhang W, et al. 2006. Vaccination of dogs against *Echinococcus granulosus* the cause of cystic hydatid disease in humans. *The Journal of infectious diseases*, **194**:966-974.
- Ziegler MA, Macpherson CN. 2019. *Toxocara* and its species. *CABI Reviews*, **14**:1-27.

## 6 Samostatné přílohy

Tabulka 1: Taxonomický přehled s autorem a rokem popisu

Latinský název	Autor a rok popisu
<i>Acanthocheilonema</i>	Cobbold, 1870
<i>Aedes</i>	Meigen, 1818
<i>Aedes aegypti</i>	Linnaeus, 1762
<i>Aedes vexans</i>	Meigen, 1830
<i>Alopex lagopus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Ancylostoma</i>	Dubini, 1843
<i>Ancylostoma caninum</i>	Ercolani, 1859
<i>Ancylostoma ceylanicum</i>	Looss, 1911
<i>Ancylostomatidae</i>	Leuckart, 1853
<i>Anopheles</i>	Meigen, 1818
<i>Arvicola terrestris</i>	Linnaeus, 1758
<i>Ascarididae</i>	Blanchard, 1849
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Berliner, 1915
<i>Canidae</i>	Fischer von Waldheim, 1817
<i>Canis aureus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Canis lupus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Canis lupus familiaris</i>	Linnaeus, 1758
<i>Centrocestus formosanus</i>	Nishigori, 1924
<i>Cestoda</i>	von Rosenhof, 1740
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Schreber, 1780
<i>Ctenocephalides</i>	Stiles & Collins, 1930
<i>Ctenocephalides canis</i>	Curtis, 1826
<i>Ctenocephalides felis</i>	Bouché, 1835
<i>Culex</i>	Linnaeus, 1758
<i>Culex pipiens</i>	Linnaeus, 1758
<i>Culicidae</i>	Stephens, 1829
<i>Dipylidiidae</i>	Stiles, 1896
<i>Dipylidium caninum</i>	Linnaeus, 1758
<i>Dirofilaria</i>	Raillet & Henry, 1910
<i>Dirofilaria immitis</i>	Leidy, 1856
<i>Dirofilaria repens</i>	Raillet & Henry, 1911
<i>Echinococcus</i>	Rudolphi, 1801
<i>Echinococcus canadensis</i>	Rauschembach, 1937
<i>Echinococcus felidis</i>	Ortlepp, 1937
<i>Echinococcus granulosus</i>	Batsch, 1786
<i>Echinococcus granulosus equinus</i>	Williams & Sweatman, 1963
<i>Echinococcus granulosus sensu stricto</i>	von Siebold, 1852
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Leuckart, 1863

Pokračování Tab. 1

<i>Echinococcus granulosus equinus</i>	Williams & Sweatman, 1963
<i>Echinococcus granulosus sensu stricto</i>	von Siebold, 1852
<i>Echinococcus multilocularis</i>	Leuckart, 1863
<i>Echinococcus ortlepi</i>	Lopez-Neyra & Soler, 1943
<i>Felidae</i>	Fischer de Waldheim, 1817
<i>Filarioidea</i>	Bancroft, 1876
<i>Nematoda</i>	Rudolphi, 1808
<i>Nochtiella</i>	Faust, 1937
<i>Ondatra zibethicus</i>	Linnaeus, 1766
<i>Onchocercidae</i>	Leiper, 1911
<i>Platyhelminthes</i>	Minot, 1876
<i>Rickettsiales</i>	Gieszczkiewicz, 1939
<i>Taeniidae</i>	Ludwig, 1886
<i>Toxascaris</i>	Leiper, 1907
<i>Toxascaris leonina</i>	von Linstow, 1902
<i>Toxocara</i>	Stiles, 1905
<i>Toxocara canis</i>	Werner, 1782
<i>Toxocara cati</i>	Schrank, 1788
<i>Toxocara vitulorum</i>	Goeze, 1782
<i>Trichuridae</i>	Ransom, 1911
<i>Trichuris</i>	Röderer, 1761
<i>Trichuris vulpis</i>	Froelich, 1789
<i>Uncinaria</i>	Frölich, 1789
<i>Uncinaria stenocephala</i>	Railliet, 1884
<i>Viverridae</i>	Gray, 1821
<i>Vulpes vulpes</i>	Linnaeus, 1758
<i>Wolbachia</i>	Hertig, 1936
<i>Xenopsylla cheopis</i>	Rothschild, 1903