

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Škrkavky rodu *Toxocara* a *Toxascaris* u šelem a jejich  
nebezpečí pro člověka**

**Bakalářská práce**

**Barbora Kulhánková**

**Kynologie**

**prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne 19. 4. 2019

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph. D. za spoustu trpělivosti a cenné rady při psaní této bakalářské práce, a také za vstřícnost a pomoc při získávání potřebných podkladů a informací.

# Škrkavky rodu *Toxocara* a *Toxascaris* u šelem a jejich nebezpečí pro člověka

## Souhrn

V této práci byl řešen problém nejčastějších střevních helmintů, vyskytujících se u našich šelem, kterými jsou škrkavky. Okrajově jsou zde zmíněny také tasemnice, motolice a ostatní hlístice. Dále už se práce věnovala především škrkavkám a nemocem, které škrkavky způsobují. Vyskytují se zde převážně tři druhy škrkavek: *Toxocara canis*, *Toxocara cati* a *Toxascaris leonina*, které jsou považovány za nejpodstatnější. V práci byl popsán celosvětový problém s výskytem toxokarózy, především u dětí v sociálně a ekonomicky slabších zemích a také možnosti a způsoby jeho řešení od podávání antihelmintických přípravků po dodržování osobní hygieny po kontaktu se zvířaty. *Toxascaris leonina* sice lidskou populaci neohrožuje, ale její výskyt u zírnat by rozhodně neměl být opomíjen. Bylo zjištěno, že toxokaróza (i toxaskarióza) mohou být i velmi závažnými nemocemi, které převážně zvyšují rizika nákazy jinými onemocněními, ať už bakteriálními nebo virovými. Nadměrné podávání léku proti škrkavkám však může mít i negativní efekt. Mimo jiné může způsobit i alergické reakce, které mohou být horší než samotná nemoc. Toxokaróza a méně často také toxaskarióza by rozhodně neměly být brány na lehkou váhu, jelikož mohou způsobit vážné zdravotní komplikace, nejen doma chovaným (ale i divoce žijícím) šelmám, ale také náhodným hostitelům (v případě toxokarózy i včetně člověka).

**Klíčová slova:** škrkavka, *Toxocara*, *Toxascaris*, parazit, pes, infekce

# **Parasitic roundworms in carnivora (*Toxocara* , *Toxascaris*) and the danger they pose to humans**

## **Summary**

In this work the problem of the most common intestinal helminths occurring in our carnivores, which are roundworms, was solved. Marginally, cestodes, trematodes and other nematodes are also mentioned. In addition, the work was mainly devoted to roundworms and diseases that roundworms cause. There are predominantly three species of roundworms: *Toxocara canis*, *Toxocara cati* and *Toxascaris leonina*, which are considered to be the most important. The paper describes a worldwide problem with the occurrence of toxocarosis, especially in children in socially and economically weaker countries, as well as the possibilities and ways of its solution from the administration of antihelminthic preparations to the observance of personal hygiene after contact with animals. Although *Toxascaris leonina* does not endanger the human population, its occurrence in animals should definitely not be neglected. It has been found that toxocarosis (even toxascariosis) can also be very serious diseases that predominantly increase the risk of infection with other diseases, whether bacterial or viral. However, excessive roundworm administration may have a negative effect. Among other things, it can cause allergic reactions, which may be worse than the disease itself. Toxocarosis and, less commonly, toxascariosis should definitely not be taken lightly, as they can cause serious health complications, not only in home-living (but also wild-living) random hosts (in a case of toxocarosis including humans).

**Keywords:** roundworm, *Toxocara*, *Toxascaris*, parasite, dog, infection

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Střevní helminté psovitých šelem .....</b>	<b>3</b>
3.1.1 Tasemnice .....	4
3.1.2 Motolice .....	7
3.1.3 Hlístice.....	7
<b>3.2 Škrkavky.....</b>	<b>11</b>
3.2.1 škrkavka psí ( <i>Toxocara canis</i> ) .....	15
3.2.2 škrkavka kočičí ( <i>Toxocara cati</i> ) .....	18
3.2.3 škrkavka šelmí ( <i>Toxascaris leonina</i> ).....	22
3.2.4 Ostatní druhy škrkavek .....	24
<b>3.3 Lidská toxokariáza .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Epidemiologie .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 Léčba a prevence .....</b>	<b>28</b>
3.5.1 Koprologické vyšetření .....	29
<b>4 Závěr .....</b>	<b>30</b>
<b>5 Literatura .....</b>	<b>31</b>

# 1 Úvod

Škrkavky psí a kočičí jsou jedním z nejčastěji se vyskytujících hlístic u šelem a mohou pro ně být i velmi nebezpeční. Vyskytují se prakticky po celém světě. Při mimořádně silném napadení je možné tyto cizopasníky i spatřit, když vycházejí z těla svého hostitele prostřednictvím výkalů nebo je zvíře také může vyvrhnout. Vyvrhne je v případě, že se střevem, kde se běžně vyskytují, přeplní a helminti se takto dostanou do žaludku (Dubinský a kol. 1993). Vajíčka škrkavek jsou velice odolná. Ve vnějším prostředí je nezničí ani mráz okolo  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  a při dostatečné vlhkosti vzduchu mohou vydržet i po dobu pěti let a stále být infekční. Sucho a přímé sluneční záření už tak dobře nesnášejí a mohou na něm být do 2 hodin zneškodněna (Stuchlý 1995). Vajíčka je tedy možné zničit vysokými teplotami, ať už jde o vroucí vodu nebo oheň. Dále je možné je zničit i řadami desinfekčních prostředků, které však k tomuto účelu musí být určeny nebo vůbec nemusejí zabírat. Hostitelem larev škrkavek může být v mnoha případech i člověk, který se nakazí pozřením vajíčka s larvou. V ohrožení před nákazou jsou však především děti. U lidí se larvy škrkavek mohou dostat do různých orgánů a různými způsoby je poškozovat. Výjimkou není ani oko, kde může vyvolat zánět s velice těžkým průběhem, který se poměrně špatně léčí. Lidé se mohou před nákazou poměrně dobře chránit, a to dodržováním základní hygieny. I právě z tohoto důvodu bývá větší riziko nákazy u dětí, převážně těch ještě velmi malých (El-Sayed and Ramadan 2017). Další ochranou je také pravidelné odčervování svých domácích mazlíčků, a to od jejich útlého mládí a poté celý jejich život. Je spousta možných odčervovacích přípravků, s jejichž výběrem i aplikací dokáže poradit každý veterinář. U štěňat se vyskytuje i riziko nitroděložní nákazy, kvůli kterému se doporučuje štěňata poprvé odčervit již do 14. dne jejich života vhodnou odčervovací pastou. Do věku osmi týdnů se odčervení ještě několikrát opakuje, avšak opět s ohledem na zvolený odčervovací přípravek. Do věku jednoho roku se poté doporučuje psa odčervovat přibližně každé 3 měsíce, avšak názor veterinárních lékařů na tuto věc se může v mnoha případech lišit. Dále se doporučuje psy odčervovat v průměru dvakrát ročně. Když se poté u psa vyskyt škrkavek někdy potvrdí, je třeba ho ihned znovu odčervit a po určité kratší době odčervení ještě zopakovat (Stuchlý 1995). U psa, který však není úplně přečervovaný lze parazity poznat pouze prostřednictvím koprologického vyšetření, které je prováděno v laboratoři, není součástí běžné veterinární prohlídky a je nutno si za něj připlatit (Dubinský a kol. 1993). Dospělé škrkavky se poměrně dlouho drží přichycené ve střevě hostitele na jednom místě a po čase se mohou přesunout o kousek vedle. Místa, kde byly škrkavky přichycené, jsou poraněná a mohou být zdrojem některé z bakteriálních nebo virových infekcí, což je vcelku velké riziko nákazy infekční nemocí. Před každým očkovaním by proto měl být pes odčervěn, abychom měli téměř úplnou jistotu, že pes je očkovaný zdravý (Hinney et al. 2017).

## 2 Cíl práce

Cílem práce bylo zpracovat literární rešerši podle nejnovějších vědeckých poznatků na téma: „Škrkavky rodu *Toxocara* a *Toxascaris* u šelem a jejich nebezpečí pro člověka“.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Střevní helminti psovitých šelem

Helminti jsou předmětem studia helmintologie a jedná se o velkou skupinu mnohobuněčných parazitických organismů. Jedná se o parazitické červy, které spojuje jejich bilaterální souměrnost a kožně svalový vak. Helmintologie především zkoumá nemoci, které helminti vyvolávají, a také metody, kterými se proti nim dá bojovat. Helmintologii můžeme rozdělit na veterinární, lidskou a rostlinnou. Mezi veterinární a lidskou helmintologií je však pouze tenká hranice, jelikož spousta helmintů mohou být společnými parazity zvířat i lidí. V tomto případě hovoříme o takzvaných zoonózách. Ohniska helmintóz můžeme opět rozdělit do dvou skupin, a to na primární a sekundární. Primární ohniska tvoří určité geografické oblasti biotopů, které mají specifické prostředí pro přenos helmintů, jako například vodní nádrže nebo vlhké horské pastviny. Do této kategorie patří skoro všichni biohelminti, jejichž vývoj je vázaný na výskyt mezipřehoditelů, rezervoárových hostitelů a přenašečů v přírodě. Sekundární ohniska tvoří uzavřené nebo polootevřené chovné komplexy pro zvířata. Cirkulaci původců helmintóz v tomto ohnisku je možné výrazně ovlivňovat používáním vhodných antihelmintik, což jsou léky proti helmintům, které mají různé složení, podoby i způsoby podávání (Dubinský a kol. 1993).

Liška obecná (*Vulpes vulpes*), je nejrozšířenějším divokým masožravcem na světě. Tento druh lišky se přizpůsobil široké škále míst výskytu a její strava je velmi různorodá i v závislosti na dostupnosti kořisti (Larivière and Pasitschniak-Arts 1996). Toto různorodé chování při získávání potravy hrálo důležitou roli v poměrně nedávné kolonizaci městských a příměstských oblastí v Itálii (Contesse et al. 2004). V mnoha evropských zemích v těchto oblastech v posledních dvou desetiletích bylo zaznamenáno dramatické zvýšení výskytu lišky obecné (Romig et al. 1999; Eckert et al. 2001; Vervaeke et al. 2005; Veronesi et al. 2014). Různá místa výskytu potravy a také její složení silně ovlivňují různorodý výskyt helmintů u této šelmy (Barbosa et al. 2005; Eira et al. 2006; Heggin et al. 2007). Liška obecná je definitivním hostitelem širokého spektra parazitických helmintů. Mezi zoonotické druhy patří měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*), který je etiologickým činitelem alveolární echinokokózy (Guerra et al. 2014). Dalším zoonotickým druhem je měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*), který je u lišek méně častý a je etiologickým činitelem cystické echinokokózy (Richards et al. 1995). Dále mezi ně můžeme řadit škrkavky a zubovky, které jsou zodpovědné za viscerální a kožní larva migrans syndromy. Liška obecná je také definitivním hostitelem mnoha střevních parazitických druhů zodpovědných za základní zoonózy, jako jsou tenkohlavec liščí (*Trichuris vulpis*), tasemnice norčí (*Mesocestoides lineatus*), tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) a další druhy tasemnic rodu *Taenia*, jako je například *Taenia crassiceps* (François et al. 1998). Liška je také hlavním rezervoárem pro svalovce (*Trichinella* spp.). Cílem studie Magi et al. (2016) bylo provést epidemiologickou studii střevních parazitů lišek v dosud pouze vzácně studované oblasti severozápadní Itálie (Ligurie a jižní Piedmont). Cílem bylo zhodnotit riziko přenosu nejen

mezi liškami, ale také u domácích zvířat (domácích mazlíčků a hospodářských zvířat) a lidí. Celkem 180 lišek (*Vulpes vulpes*), bylo vyšetřeno na střevní helminty pomocí techniky sedimentace a počítání (SCT = sedimentation and counting technique). Vzoroky trusu byly podrobeny centrifugaci s 50 % síranem zinečnatým, který byl použitý jako flotační roztok. Nebyla nalezena žádná liška naprosto negativní na střevní helminty. Nejčastěji se vyskytující hlístice byly zubovka *Uncinaria stenocephala* (70 %), vlasovka *Molineus legerae* (27 %), škrkavka psí (*Toxocara canis*) (27 %), škrkavka šelmí (*Toxascaris leonina*) (26 %), tenkohlavec liščí (*Trichuris vulpis*) (21 %), *Aonchotheca putorii* (9 %) a *Pterygodermatites affinis* (6 %).

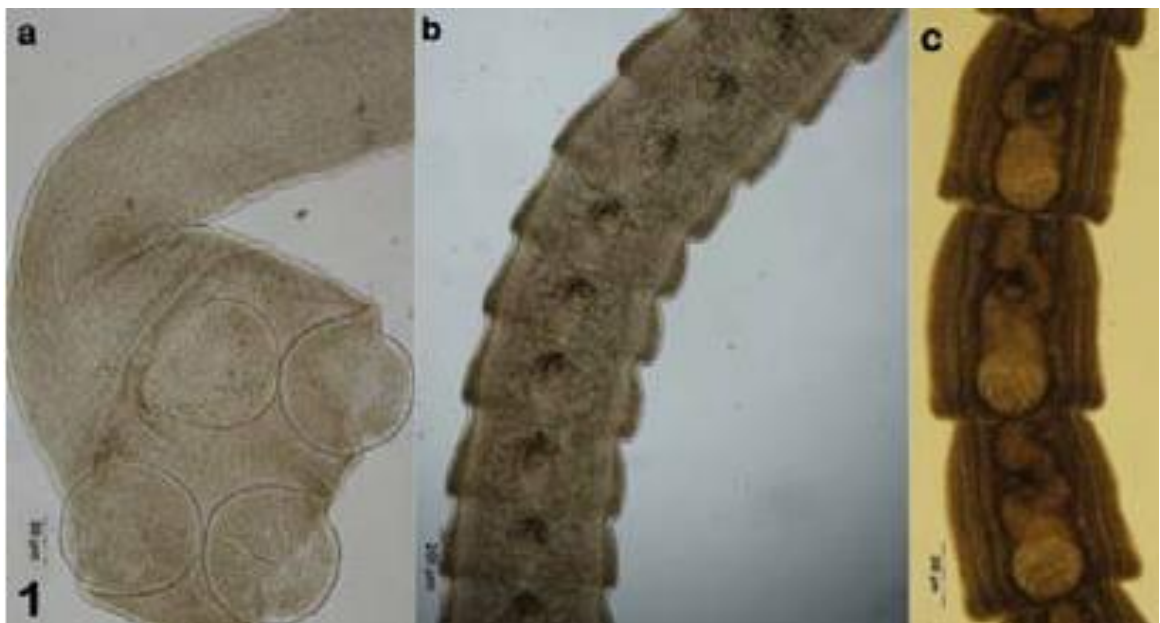
### 3.1.1 Tasemnice

Tasemnice tvoří fylogeneticky nejstarší skupinu helmintů, která je velmi početná a má výrazné adaptace na parazitický způsob života (Dubinský a kol. 1993). Tasemnice mají článkované tělo, které je na příčném řezu ploché (dorzoventrálně zploštělé). Když jsou tasemnice dospělé, žijí všechny pouze cizopasně, a to ve střevech (Stuchlý 1995). Tělo dospělých tasemnic tvoří scolex (hlavička), na kterém je většinou výstupek s různým počtem přichytných háčků, a strobila (tělo). Strobila (tělo) je rozčleněna na několik proglotid (článků). Délka těla tasemnic je velice variabilní a může se pohybovat od několika milimetrů až po několik metrů. Tasemnice nemají trávicí soustavu, a tak vstřebávají živiny ze svého hostitele celým povrchem těla. Dospělé tasemnice ve střevech člověka pro něj většinou nejsou nijak zvlášť nebezpečné, avšak pokud se jedná o larvy, může to být pro člověka nebezpečné mnohonásobně více (Dubinský a kol. 1993).

Rod *Mesocestoides* (82 %), čeleď Dipylidiidae (29 %) a *Taenia* spp. (8 %) byly nejčastěji nalezené tasemnice ve studii Magi et al. (2016). Všechny lišky byly negativní na měchožily (*Echinococcus multilocularis* a *Echinococcus granulosus*). *Mesocestoides* spp. (viz obrázek 1) byly nejčastěji prevalentní (prevalence 82 %) a hojně tasemnice a dominantní střevní helmint ve studii Magi et al. (2016). Tyto tasemnice se běžně vyskytují u evropských lišek s variabilní prevalencí (Eira et al. 2006). Prevalence zjištěná v práci Magi et al. (2016) patří k nejvyšším a je podobná hodnotám nalezeným v Litvě (78 % z 269 lišek) (Bružinskaitė - Schmidhalter et al. 2012), v Polsku (71 % z 639 lišek) (Borecka et al. 2009), ve Španělsku (72 % z 415 lišek) (Gortázar et al. 1998) a v Řecku (73 % z 314 lišek) (Papadopoulos et al. 1997). Nižší hodnoty byly zaznamenány v Rumunsku (29 % z 561 lišek) (Barabási et al. 2010), ve Slovinsku (28 % z 428 lišek) (Vergles Rataj et al. 2013), na Slovensku (42 % z 3175 lišek) (Hrčkova et al. 2011) a z ostatních studií v Itálii (27 % ze 645 lišek a 46 % z 129 lišek) (Di Cerbo et al. 2008; Magi et al. 2009). Kompletní životní cyklus *Mesocestoides* spp. není známý. Pancířníci (roztoči řádu Oribatida) pravděpodobně působí jako první mezihostitelé, zatímco plazi, obojživelníci, ptáci a drobní savci, kteří jsou potenciální kořistí lišek, jsou druhí mezihostitelé (viz obrázek 2). *Mesocestoides* spp. mají zoonotický potenciál. V Japonsku, Číně, Koreji, Spojených státech, Rwandě a Grónsku bylo dosud oznámeno nejméně 27 lidských případů (Fuentes et al. 2003). Tyto infekce byly v důsledku stravovacích návyků, které zahrnují spotřebu surovin nebo nedostatečně tepelně upravené hady, kuřecí maso a vnitřnosti divoké zvěře (Fuentes et al. 2003).

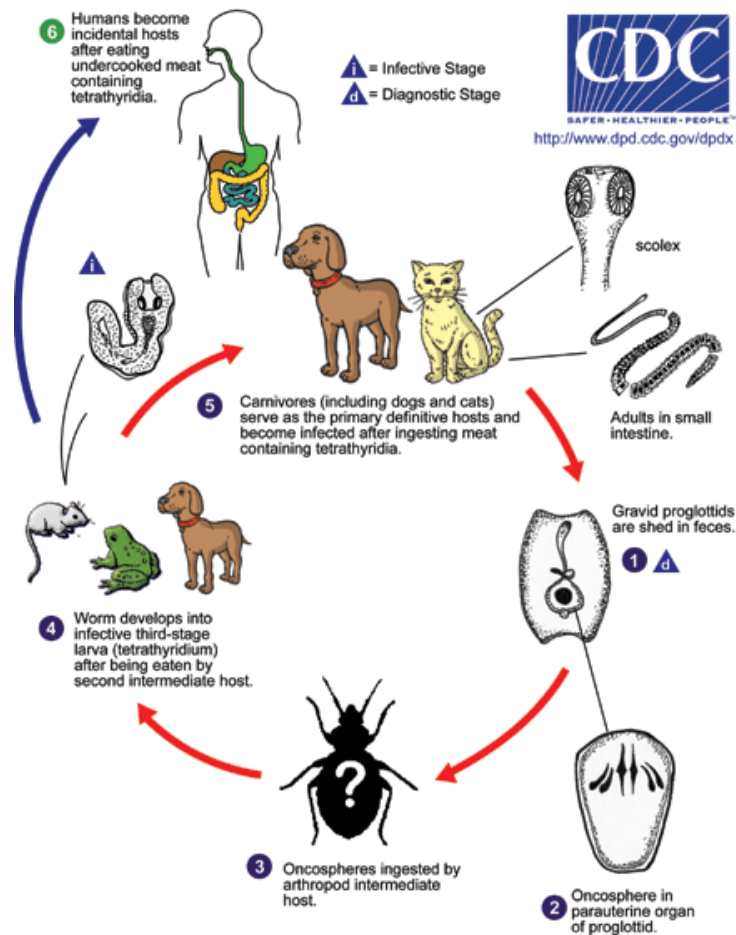
Tasemnice, které patří do čeledi Dipylidiidae (viz obrázek 3), ve studii Magi et al. (2016) byly zjištěny s celkovou prevalencí 29 %. Na základě morfologických a morfometrických analýz scolexů a proglotid nejvíce Dipylidiidae bylo identifikováno jako *Joyeuxiella* spp. (viz obrázek 4), zatímco tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) nebyla nalezena vůbec. Toto bylo podobné průzkumu Segovia et al. (2004), kde byly přítomny tři různé druhy Dipylidiidae, ale nebylo opět nalezeno *Dipylidium caninum*. Tento druhý druh se může odlišovat od ostatních druhů Dipylidiidae pomocí typických vaječných kapsulí, které mohou obsahovat až 30 vajíček, zatímco vaječné kapsule jiných druhů obsahují jen jedno vajíčko. Byly objeveny vzorky tasemnice hráškové (*Taenia pisiformis*) (1 %), tasemnice *Taenia polyacantha* (1 %) a dále některé neidentifikované druhy *Taenia* (6 %). Přítomnost *Taenia pisiformis* naznačuje, že zajícovci (zajíci, králíci), kteří představují mezihostitele (Guerra et al., 2014), mohou být v této oblasti infikováni, což přináší významné ekonomické ztráty. Oba tyto druhy Taenidae byly dříve nalezeny u lišek v Evropě (Barabási et al. 2010; Segovia et al. 2004; Gortázar et al. 1998).

Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) nebyl ve studii Magi et al. (2016) nalezen. Ke dni kdy vznikla studie Magi et al. (2016) byly v Itálii hlášeny případy *Echinococcus multilocularis*, které se objevily pouze u lišek z Trentino Alto Adige (Manfredi et al. 2002; Casulli et al. 2005). Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*), nikdy nebyl u italských lišek nalezen kromě některých nezralých fází, nebyl nalezen ani ve studii Magi et al. (2016).

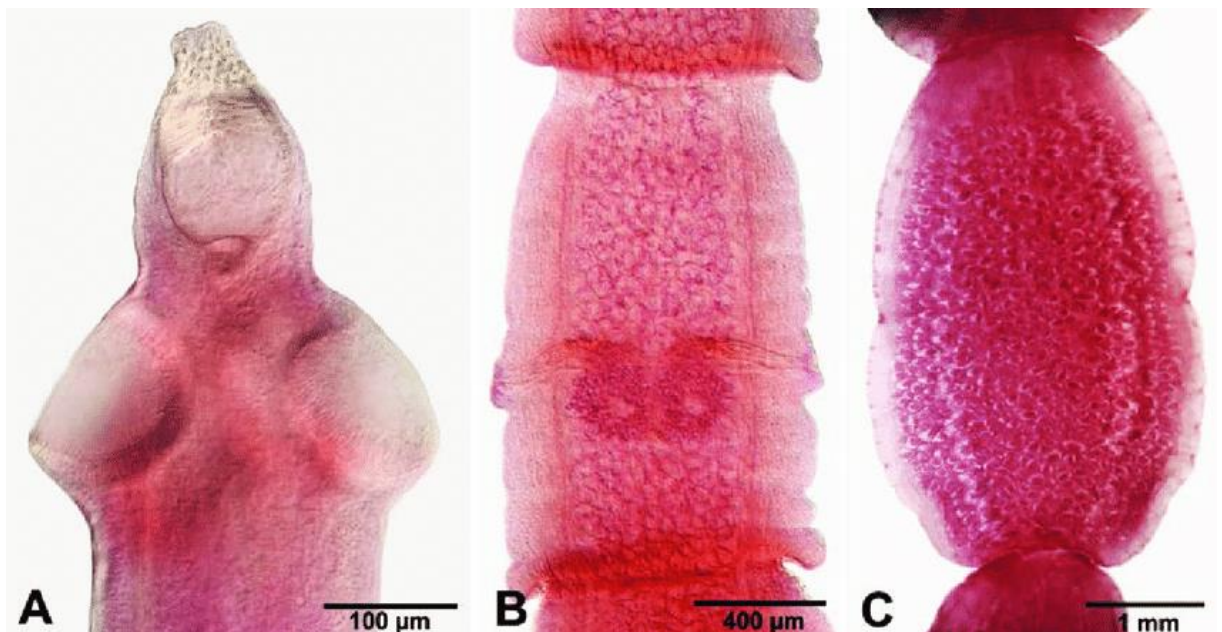


Obr. 1: *Mesocestoides* spp. – a)scolex, b+c)proglotidy

([https://www.researchgate.net/figure/Morphology-of-Mesocestoides-spp-a-scolex-and-b-c-proglotteds\\_fig1\\_263428101](https://www.researchgate.net/figure/Morphology-of-Mesocestoides-spp-a-scolex-and-b-c-proglotteds_fig1_263428101))



Obr. 2: Vývojový cyklus *Mesocestoides* (<http://hospitalveterinariotaco.es/mesocestoides/>)



Obr. 3: Dipylidiidae: *Dipylidium caninum* – a) scolex, b) proglotidy, c) proglotidy s vaječnou kapsulí ([https://www.researchgate.net/figure/DIPYLIDIIDAE-Dipylidium-caninum-from-Canis-familiaris-from-Bulgaria-A-Scolex-B\\_fig10\\_319136900](https://www.researchgate.net/figure/DIPYLIDIIDAE-Dipylidium-caninum-from-Canis-familiaris-from-Bulgaria-A-Scolex-B_fig10_319136900))



Obr. 4: *Joyeuxiella* spp. – scolex ([https://www.researchgate.net/figure/Scolex-of-an-adult-Joyeuxiella-pasqualei-worm-showing-the-conical-rostellum-bearing\\_fig3\\_6709423](https://www.researchgate.net/figure/Scolex-of-an-adult-Joyeuxiella-pasqualei-worm-showing-the-conical-rostellum-bearing_fig3_6709423))

### 3.1.2 Motolice

Motolice jsou helminté dorzoventrálně zploštělého tvaru těla, které je nečlámkované a většinou lístkovité nebo oválné. V dospělosti se vždy jedná o vnitřní nebo vnější cizopasníky (Stuchlý 1995). Motolice dělíme na jednorodé a dvourodé. U dvourodých probíhá nepřímý vývoj s jedním nebo i více mezihostiteli. Dospělé motolice parazitují v organismu člověka i zvířat. Některé druhy mohou u svých definitivních hostitelů napadat žlučové cesty, dýchací soustavu nebo i soustavu trávicí a cévní. Motolice mají velmi jednoduchou trávicí soustavu. Potravu přijímají nasáváním svalnatým hltanem, který se nachází na dně ústní přísavky. Hltan pokračuje do párového střeva. Po strávení se potrava ve střevě resorbuje a nestrávené zbytky se navrátí zpět do úst a ústy ven, jelikož motolice nemají anus. Většina motolic je hermafroditní, najdou se však i výjimky (Dubinský a kol. 1993).

Motolice byly ve studii Magi et al. (2016) nalezeny u dvou lišek. Vzorky byly identifikovány jako čeleď Plagiorchidae. Nicméně kvůli špatnému zachování vzorků je nebylo možné určit blíže. U lišek v Itálii jsou vzácné a byly hlášeny pouze Di Cerbo et al. (2008). Zprávy o motolicích se vyskytují častěji v evropských studiích mimo Itálii. Studie Magi et al. (2016) zdůraznila, že lišky jsou hostitelé střevních helmintů veterinární i lékařské významnosti, které mohou být přenášeny na psy i na lidi.

### 3.1.3 Hlístice

Hlístice jsou helminté s nečlámkovaným tělem, které je na příčném řezu okrouhlé. Mezi hlístiticemi najdeme velký počet parazitů, kteří napadají zvířata, lidi i rostliny. Velká pozornost by měla být věnována především škrkavkám, jelikož jde o velmi častého parazita, který je přenášen z domácích mazlíčků na lidi (Stuchlý 1995). Hlístice mohou být válcovitého,

vřetenovitého, ale i nitkovitého tvaru a jejich délka se pohybuje od částí milimetru až po několik metrů, v závislosti na druhu. Hlístice můžeme rozdělit do dvou skupin podle výskytu či absence kopulační burzy (*bursa copulatrix*) na ocasní části u samců. Jedná se o velmi variabilní a početnou skupinu helmintů. Jejich trávicí soustava je tvořena ústním otvorem, hltanem (rhabitoidní, strongyloidní, oxyuroidní nebo trichuroidní), střevem a u samic řitním otvorem a u samců ústím do kloaky. Ústní dutina může být ohraničena různými pysky nebo bodci, v závislosti na druhu. Vývin hlístic probíhá od nízkého do vyššího larválního stádia svlékáním. Většinou máme stádia L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> a L<sub>4</sub>. U některých skupin může probíhat svlékání do infekčního stádia už ve vajíčku, a pak dochází k infekci vajíčky. U dalších skupin dochází k vylíhnutí larev a následné infekci volnými larvami. U hlístic se často setkáváme s transportním hostitelem, který se nazývá paratenický. V paratenickém hostiteli se parazit nijak nevyvíjí a jedná se pouze o rezervoár, který později definitivní hostitel pozře a nakazí se. U jiných druhů probíhá cyklus skrze meziphostitele. Vývojové cykly hlístic jsou velice rozmanité a různě složité (Dubinský a kol. 1993).

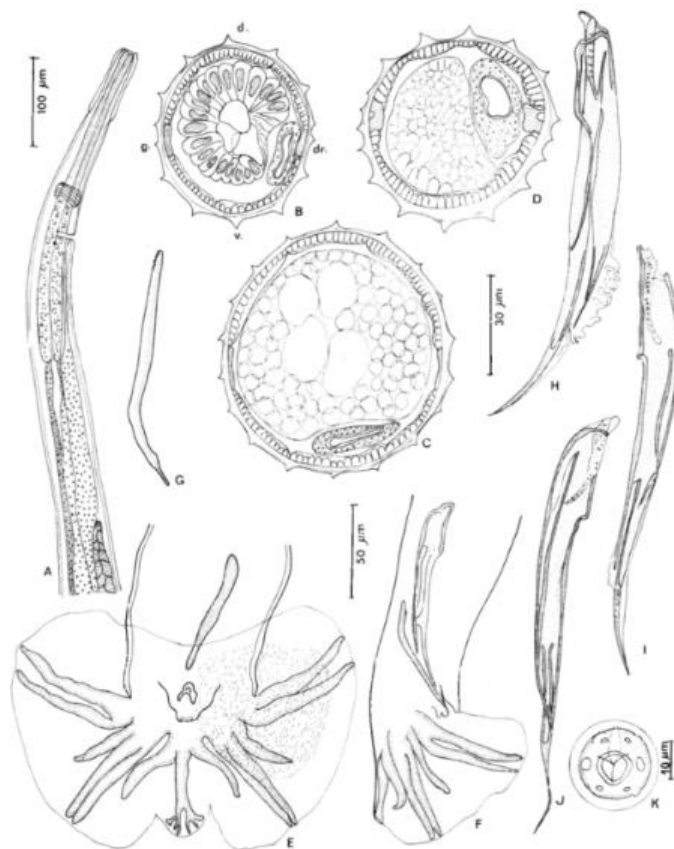
Co se týká hlístic ve studii Magi et al. (2016), tak zubovka měchovec liščí (*Uncinaria stenocephala*) (prevalence 70 %), je dominantní střevní hlísticí ve studii. Je to druh, který se v mnoha evropských oblastech a ve středozemí běžně vyskytuje u lišek obecných. V posledních několika letech byla v různých epidemiologických studiích zjištěna prevalence kolem 40 % nebo vyšší. Například prevalence ve Slovinsku byla 59 % (Vergles Rataj et al. 2013), v Dánsku 54 % resp. 84 % (Al-Sabi a kol. 2013; Franssen et al. 2014) a v Litvě 77 % (Bružinskaitė-Schmidhalter et al. 2012). Předchozí studie z ostatních regionů v Itálii udaly prevalenci 39 % infikovaných lišek mezi 129 zkoumanými v Toskánsku (Magi et al. 2009) a 51 % ze 645 zkoumaných lišek v severní Itálii (konkrétně v regionech Aosta Valley, Lombardie, Trentino Alto Adige a Veneto) (Di Cerbo et al. 2008). Vztah mezi zubovkou *Uncinaria stenocephala* a lidskou kutánní larvou migrans zůstává nejasný. Druhou nejčastěji nalezenou střevní hlísticí ve studii Magi et al. (2016) byla vlasovka *Molineus legerae* (viz obrázek 4). Ačkoli se vlasovka *Molineus legerae* běžně nenachází u evropských lišek, její přítomnost by neměla být považována za výjimečnou, neboť tento druh je typicky spojen s volně žijícími masožravci. Uvedená prevalence od Magi et al. (2016), která činí 27 %, je vyšší než všechny hodnoty nalezené v literatuře dříve: 2 % z 399 lišek (Segovia et al. 2004), 3 % z 645 lišek (Di Cerbo et al. 2008). Jeden z prvních záznamů této hlístice byl u lišek z Belgie a Francie (Durette-Desset and Pesson 1987). Geografické rozložení tohoto druhu v Itálii bylo dosud omezeno na severovýchodní okraje. Proto objev vlasovek *Molineus legerae* u lišek ze severozápadní Itálie naznačuje, že rozložení tohoto parazita mohlo být rozšířeno na celou alpskou oblast. Třetí nejčastější střevní hlísticí ve studii Magi et al. (2016) z oblasti severozápadní Itálie byla škrkavka psí (*Toxocara canis*) (27 %), následovala škrkavka šelmí (*Toxascaris leonina*) (26 %). *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* a *Uncinaria stenocephala* patří mezi nejčastěji se vyskytující hlístice lišek obecných v Evropě (Magi et al. 2016).

Tenkohlavec liščí (*Trichuris vulpis*) byl ve studii Magi et al. (2016) zjištěn u 21 % z lišek. Podobná hodnota (27 %) byla zjištěna Barabasi et al. (2010) v Rumunsku, zatímco nižší

hodnoty (1 %) byly zjištěny ve Slovinsku (Vergles Rataj et al. 2013) a v Bulharsku 12 % ze 113 lišek (Kirkova et al. 2006). Nižší hodnota (0,2 %) byla zjištěna v další Italské studii (Di Cerbo et al. 2008). Zonotický potenciál *Trichuris vulpis* je považován za pozoruhodný (Traversa 2011).

*Aonchotheca putorii* (viz obrázek 6) byla nalezena ve střevě a také v žaludku (Magi et al. 2015). Ačkoli tato hlístice typicky infikuje lasicovité savce (Mustelidae), kteří se vyznačují dlouhým tělem, krátkými nohama a pižmovými žlázami pod ocasem, byla také nalezena u jiných divokých i domácích hostitelů (Segovia et al. 2004). V Itálii to bylo poprvé popsáno lori et al. (1990) u lišek z Trentino Alto Adis a Latium, s prevalencí 3 %. Prevalence hlášené v evropských studiích se liší od 1 % z 399 lišek vyšetřených ve Španělsku (Segovia et al. 2004) na 29 % z 310 lišek vyšetřovaných v Litvě (Bružinskaitė - Schmidhalter et al. 2012).

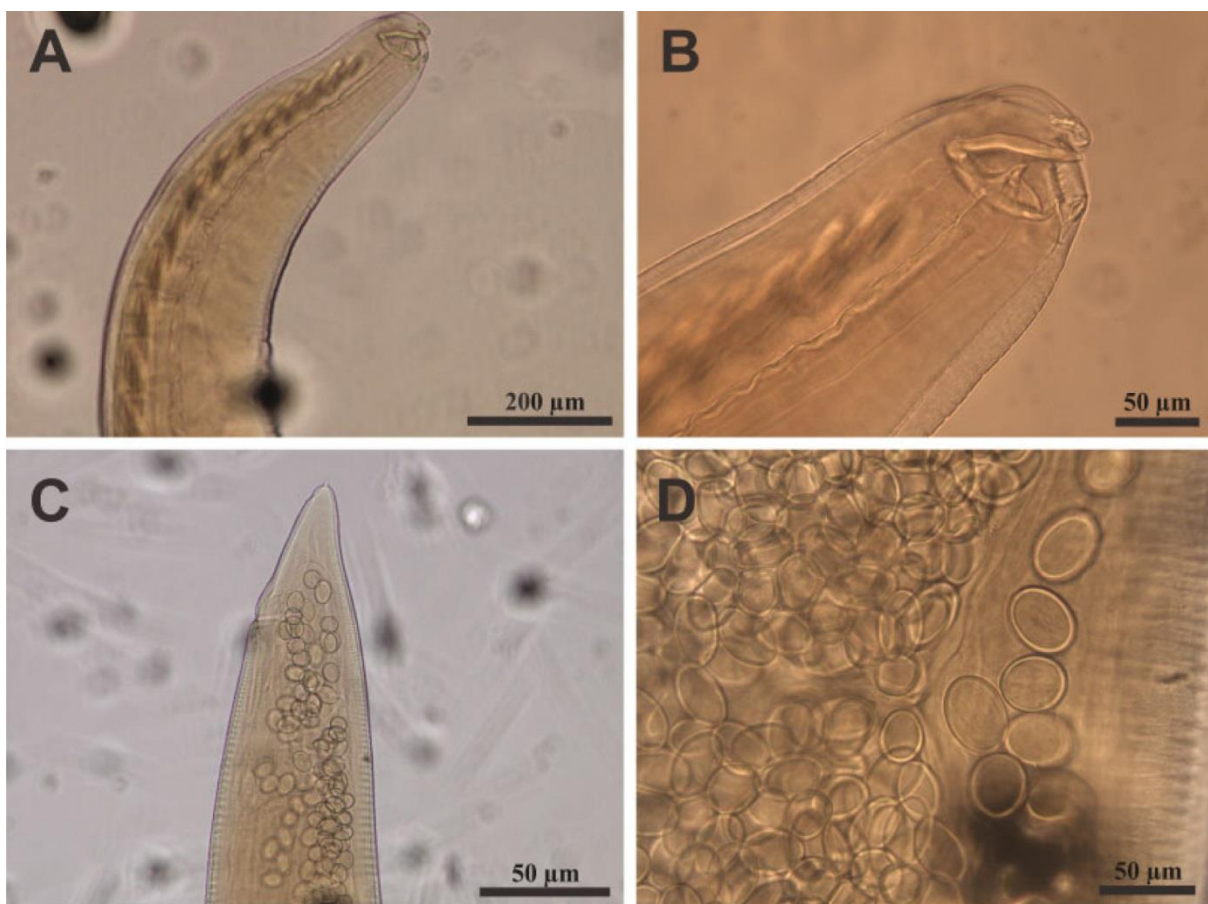
*Pterygodermatites affinis* (viz obrázek 7) (6 %) je hlístice, která se vyskytuje u volně žijících masožravců. V Evropě se vyskytuje u lišek z Iberského poloostrova (Eira et al. 2006; Segovia et al. 2004) a ve Francii (Pétavy et al. 1990: 5 % ze 150 lišek). Nedávno byl tento parazit hlášen také v Tunisku (Lahmar et al. 2014) a Saudské - Arábii (Alagaili et al. 2011). V Itálii tento druh poprvé uváděli lori and Leto (1990). Všechny tyto následné zprávy (Stancampiano et al. 1998; Di Cerbo et al. 2008) našli tohoto parazita v severovýchodní Itálii. Mezitím ji Magi et al. (2016) našli na severozápadě. Tato data tak naznačují široké rozložení v alpských a subalpínských oblastech.



Obr. 5: *Molineus legerae* (<https://www.parasite-journal.org/articles/parasite/pdf/1987/04/parasite1987624p326.pdf>)



Obr. 6: vajíčko *Aonchotheca putorii* (<http://www.ncvetp.org/january-2014.html>)



Obr. 7: samice *Pterygodermatites affinis* – a) kraniální část těla, b) ústní otvor, c) kaudální část těla, d) vajíčka (<https://content.sciendo.com/view/journals/helm/53/1/article-p81.xml>)



## 3.2 Škrkavky

Škrkavky jsou poměrně velké hlístice. Jejich ústní otvor je obklopený třemi pysky. Samci mají dvě spikuly, které slouží k rozšiřování pohlavního otvoru samice. Většina druhů má vývoj přímý nebo nepřímý skrze mezipřevodce. Larvální stádia v organismu hostitele migrují před dosažením dospělosti ve střevech (Dubinský a kol. 1993).

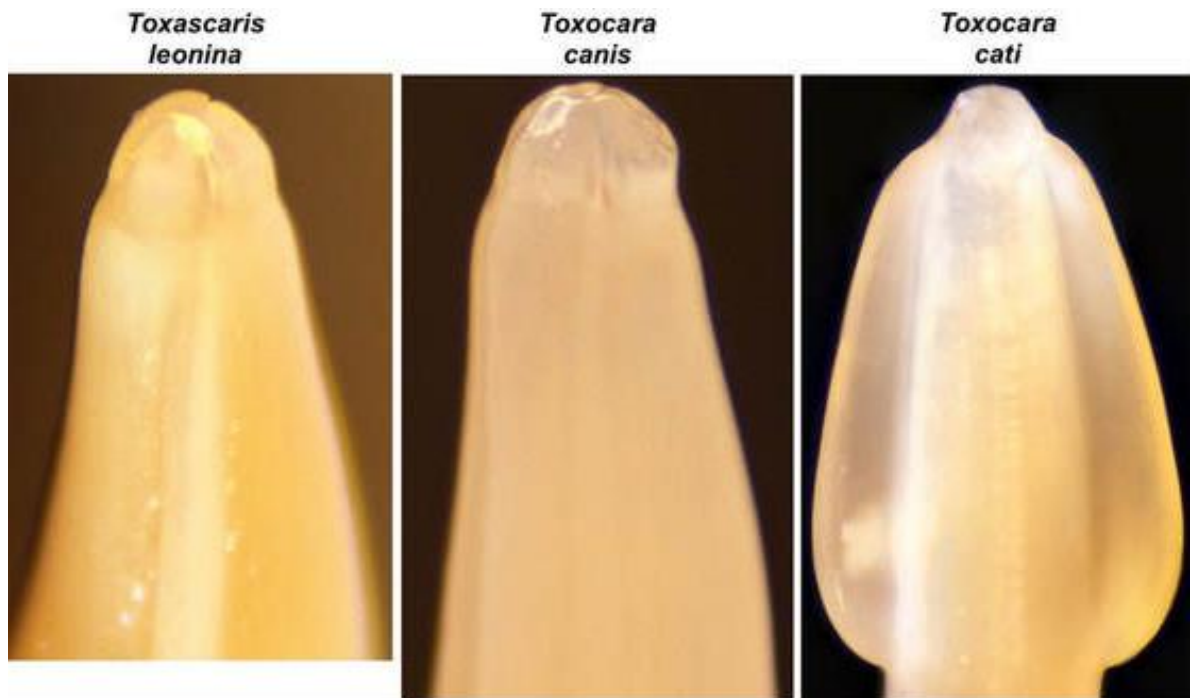
*Toxocara canis* a *Toxocara cati* jsou důležitými hlísticemi, běžně se vyskytujícími u masožravců, schopnými napadnout širokou škálu dalších hostitelů včetně lidí (Okulewicz et al. 2012), což zaujalo pozornost lékařské a veterinární vědecké komunity. Jejich porovnání se vyskytuje na obrázku číslo 8. *Toxocara* spp. je distribuována na všech místech, kde klimatické podmínky umožňují dokončení životního cyklu. Infikovaní domácí a volně žijící masožravci vylučují vajíčka do životního prostředí (Tyungu et al. 2017). V období tří týdnů až několika měsíců (v závislosti na klimatických podmínkách a typu půdy) embryonovaná vajíčka slouží jako zdroj infekce jak pro konečné, tak pro paratenické hostitele. Lidé se nakazí požitím životaschopných embryonovaných vajíček. Séroprevalence lidské larvální toxokarózy se v různých částech světa liší v rozmezí 2 – 5 % v městských oblastech a 14 – 37 % ve venkovských oblastech západoevropských zemí až na 86 % v některých tropických oblastech světa (Sadjadi et al. 2000; Despommier 2003). Na Slovensku Havasiová et al. (1993) uvedla 14 % séroprevalenci u zdravé lidské populace a v nedávné studii Pavlinová et al. (2011) hlásila 6 % séropozitivity *Toxocara* u žen s přirozeným potratem.

V literatuře jsou uváděny proměnné hodnoty prevalence *Toxocara canis*. 60 % prevalence byla zjištěna v Dánsku (Al-Sabi et al. 2013; Saeed et al. 2006), 38 % ve Slovinsku (Vergles Rataj et al. 2013), 41 % v Litvě (Bružinskaitė - Schmidhalter et al. 2012) a 29 % v Rumunsku (Barabási et al. 2010). Prevalence v Itálii se pohybovala od 9 % (Magi et al. 2009) do přibližně 50 % (Di Cerbo et al. 2008).

Výskyt *Toxascaris leonina* ve studii Magi et al. (2016) byl vyšší než ve většině studií prezentovaných v literatuře. Ve Slovinsku byla nalezena hodnota 3 % mezi 428 zkoumanými liškami (Vergles Rataj et al. 2013), nižší hodnoty byly hlášeny v Dánsku: 1 % z 1040 lišek (Saeed et al. 2006) a v Rumunsku: 5 % z 561 lišek (Barabasi et al. 2010). Ve Švýcarsku však bylo zjištěno, že mezi 228 zkoumanými liškami bylo nalezeno 37 % (Reperant et al. 2007). Vzhledem k tomu, že přenosy *Toxascaris leonina* je spojeny hlavně s požitím paratenického hostitele, kterým může být malý savec, pták nebo různí bezobratlí (Reperant et al. 2007), přičemž prevalence pozorovaná v oblasti studie Magi et al. (2016) může být způsobena existencí těchto složek ve stravě zkoumaných lišek. Tato hypotéza je také podpořena vysokou prevalencí *Mesocestoides* spp., která je typicky spojena s masitou stravou.

Ačkoli většina lidských infekcí zůstává asymptomatická, *Toxocara canis* je zanedbávaným zoonotickým onemocněním zodpovědným za viscerální a oční syndrom larvy migrans. To se týká hlavně dětí, zejména těch, které pocházejí ze sociálně-ekonomicky znevýhodněných populací v tropických oblastech a v průmyslově vyspělých zemích (Genchi et al. 1988; Macpherson 2013). *Toxascaris leonina* se vyskytuje u domácích psů i koček a také různých divokých psů a koček po celém světě a je považován za omezený zoonotický

potenciál (Morgan 2013). Lišky mohou hrát významnou roli v přenosu této zoonózy (Richards et al. 1993; Reperant et al. 2007; Brochier et al. 2007).



Obr. 8: Porovnání *Toxascaris leonina*, *Toxocara canis* a *Toxocara cati*.

(<https://www.veterinaryparasitology.com/toxocara.html>)

### Rezervoároví hostitelé

Drobní savci, parateničtí hostitelé, hrají významnou roli v oběhu toxokarózy, protože larvy mohou dlouhodobě přežívat v jejich tkáni. Představují důležitý rezervoár infekce pro volně žijící i domácí masožravce (Novak et al. 2017). Pokud jde o epidemiologii, nejdůležitější je skutečnost, že larvy z paratenických hostitelů se vyvíjejí přímo do dospělých červů ve střevním traktu definitivních hostitelů a pak kontaminují životní prostředí vajíčky. Veřejná místa kontaminovaná vajíčky *Toxocara* spp., zvláště parky, dětská hřiště a pískoviště, představují hrozbu infekce pro lidi a zejména pro děti (Havasiová et al. 1993; Reiterová et al. 2004). Pro posuzování epidemiologické asociace a rizika infekce u lidí je nutné detailně mapovat výskyt v definitivních a paratenických hostitelích a objasnit jejich cirkulaci v přírodních ekosystémech. Cílem studie Reiterové et al. (2013) bylo odhadnout séroprevalence larvální toxokarózy u drobných savců z různých lokalit východního a středního Slovenska a analyzovat faktory ovlivňující míru infekce. Je třeba odhadnout roli drobných hlodavců v oběhu larvální toxokarózy ve světle různých stanovišť. Od roku 2005 do roku 2008 celkem 1523 drobných hlodavců, patřících do 11 druhů, bylo zachyceno v 5 různých lokalitách Slovenska. Anti-*Toxocara* protilátky byly detekovány u 7 % zvířat. Dominantní rezervoáry toxokarózy byly myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*) (12 %) a myš panonská (*Mus spicilegus*) (11 %), zatímco séropozitivita hrabošů byla nízká. Pohlavně aktivní dospělí byli nakaženi častěji (11 %) ve srovnání s těmi neaktivními (5 %). Podle biotopů byla séroprevalence toxokarózy ve větru (2 %) výrazně nižší než u agrocenóz (7 %),

aluviálních půd (9 %) a ekotonů (8 %). Log - lineární analýza provedená u myšice temnopásé (*Apodemus agrarius*) naznačuje, že typ biotopu a pohlavní aktivity ovlivňují séropozitivitu vůči infekci *Toxocara*. Nejvyšší séroprevalence byla pozorována v aluviu (= usazeniny říčního původu) (21 %), zatímco nejnižší ve větru (2 %). U pohlavně aktivních myší bylo charakterizováno 23 % a u pohlavně neaktivních 6 % seroprevalence. Výskyt toxokarózy u drobných hlodavců naznačuje, že jsou trvalými rezervoáry pro *Toxocara* spp. v přírodě a významní ukazatelé kontaminace vajíček *Toxocara* v okolí (Reiterová et al. 2013).

Larvální toxokaróza, která cirkuluje v sylvatickém a synantropickém cyklu, patří k celosvětovým zoonozám a představuje trvalé riziko pro lidské zdraví. Studie Reiterová et al. (2013) se zaměřila na roli drobných hlodavců jako rezervoárů infekce u domácích a volně žijících masožravců při šíření nemoci v různých stanovištích. Prezentované výsledky odhalily rozdíly mezi séropozitivitou na *Toxocara* u jednotlivých druhů hlodavců. Faktory jako je například konzumace žížal a larev hmyzu, které mohou sloužit jako nositelé *Toxocara* vajíček a ekologie drobných savců mohou představovat vyšší míry prevalence zjištěné u několika druhů drobných hlodavců. Preference vlhkých stanovišť může být dalším důvodem vyšší séropozitivity pro *Toxocara*, jelikož ve vlhkém prostředí vajíčka lépe přežívají. Mokvý biotop je převážně preferován myšicí temnopásou (*Apodemus agrarius*), u které byla zaznamenána nejvyšší prevalence protilátek.

Myš panonská (*Mus spicilegus*), druh s druhou nejvyšší séropozitivitou v průzkumu, je častý v nížinách východního a západního Slovenska. Na podzim a v zimě žijí celé rodiny v hnízdách pod skladovými mohylami a jejich komunita se často skládá ze 6 až 21 jedinců. Lišky a další masožravci často nechávají výkaly na vrcholu myších nor. Výkaly jsou rozpuštěny deštěm a vajíčka *Toxocara* jsou promyty do nižších vrstev, což představuje vysoké riziko infekce. Náhodně nalezené liščí výkaly shromážděné přímo z nor myši panonské (*Mus spicilegus*) a vyšetřené koprologicky byly pozitivní pro *Toxocara* spp. vajíčka pro ověření tohoto předpokladu (Reiterová et al. 2013). I když počet vyšetřených vzorků není významný, jedná se o trvalý oběh toxokarózy u sledovaných stanovišť. Miterpaková et al. (2009) stanovila 12,5 – 13 % prevalenci *Toxocara canis* u lišek z lokalit, kde byly uloveni drobní hlodavci.

Prevalence larvální toxokarózy u paratenických hostitelů nebyla významně ovlivněna věkem populace, nicméně dvakrát vyšší prevalence infekce u dospělých než u nedospělých naznačuje, že pravděpodobnost infekce vajíčky z kontaminovaného prostředí se zvyšuje s dobou expozice. Na druhé straně, vzhledem k nižší séropozitivitě mladých zvířat se zdá, že transplacentární a laktogenní přenos (Tomašovičová et al. 1993; Reiterová et al. 2006) larev z infikovaných matek na jejich potomky je méně častý, ale vzhledem k vysoké reprodukční schopnosti druhů hlodavců nezanedbatelné.

Dalším faktorem ovlivňujícím pozitivitu drobných hlodavců byla pohlavní aktivita dospělých zvířat. Dá se předpokládat, že březost a laktace pohlavně aktivních samic a zvýšené energetické ztráty u samců, kteří hledají samice v době páření, vedou k požití vyššího množství potravy, čímž se zvyšuje pravděpodobnost infekce. Navíc mají dospělá zvířata větší rozměry než nedospělí, proto je při stěhování do většího prostoru pravděpodobnější infekce vajíčky škrkavek *Toxocara*. Při hodnocení séropozitivity v různých stanovištích byla zjevně

vyšší prevalence zaznamenána v nálezech potoků a řek, ekotonů mezi lesy a polními plochami a v agrocenózách ve srovnání s hodnotami získanými ve větrolamech. To může být způsobeno lepším přežíváním vajíček rodu *Toxocara* v půdě nebo vyšším počtem rezervoárů nalezených na některých stanovištích.

Blaszkowska et al. (2011) zjistili vajíčka rodu *Toxocara* ve vzorcích půdy ze tří z pěti vyšetřovaných polí, což potvrdilo, že agrocenózy jsou možným zdrojem infekce. Na Slovensku byl v letech 1991 - 1993 proveden první výzkum larvální toxokarózy u drobných savců v lokalitách s různým antropogenním tlakem. Anti-*Toxocara* protilátky byly detekovány u 15 % synantropních a hemisynantropních druhů: myš domácí (*Mus musculus*) u 32 %, myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*) u 30 % a myška drobná (*Micromys minutus*) 25 % (Dubinský et al. 1995). V rámci dalšího průzkumu v letech 2000 - 2004 byly z 2140 sérologicky vyšetřených srdcí drobných savců protilátky proti *Toxocara* zaznamenány u 6 % jedinců, přičemž u myšice temnopásé (*Apodemus agrarius*) u 11 % bylo převážně odpovědných za udržení infekce (Antolová et al. 2012). Podobně také ve studii Reiterová et al. (2013) jsou nejdůležitějšími rezervoáry myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*) a myš panonská (*Mus spicilegus*). Jejich zoonotický potenciál vyplývá z jejich etologie a ekologie. Během podzimu má myšice temnopásá tendenci přesídlvat a šířit se do okrajů města a okolí lidských sídel, což představuje riziko infekce pro domácí masožravce a následně zvyšující riziko infekce u lidí. Myš panonská, žijící v mnohočetných komunitách přes podzim a na jaře, přitahuje hlavně lišky, které pravidelně označují myší nory výkaly.

Sylvatický cyklus toxokarózy zahrnuje obyčejné lesní hlodavce, jako jsou norník rudý (*Myodes glareolus*) (2 %) a myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) (2 %), kteří slouží jako důležité rezervoáry pro volně žijící masožravce. Reperant et al. (2009) zdůraznili roli hlodavců jako indikátorů zoonotických parazitů u masožravců v městském ekosystému. Hrají vlivnou roli mezihostitele a paratenického hostitele a slouží jako cenné ukazatele pro hodnocení výskytu a stupně kontaminace životního prostředí a následného infekčního tlaku na člověka. Ve Švýcarsku, v ženevském kantonu, byl nejvyšší výskyt infekce *Toxocara* spp. v městském ekosystému (13 %), která korelovala s vyšším výskytem domácích masožravců a lišek ve výše uvedených lokalitách (Reperant et al. 2009). V Polsku proběhlo vyšetření mozku a jater u 31 jedinců myšice temnopásé (*Apodemus agrarius*) z rekreační oblasti Wroclaw a odhalila se přítomnost migrující *Toxocara* spp. larvy u čtyř zvířat (13 %). Údaje se týkají role hlodavců v šíření toxokarózy v předměstské a turistické oblasti (Hildebrand et al. 2009).

Závěrem ve studii Reiterové et al. (2013) zdůrazňují důležitou úlohu drobných hlodavců při trvalém zachování parazitů zejména v půdách, lesích a v agrocenózách. Přítomnost specifických protilátek u drobných hlodavců během čtyř let signalizuje dlouhotrvající výskyt onemocnění ve sledovaných stanovištích se změnami v různých letech. Významným faktorem, který ovlivňuje riziko infekce, je pohlavní aktivita a věk zvířat. Dynamika hustoty populace drobných savců v jednotlivých letech závisí na klimatických a trofických faktorech, čímž se mění prevalence toxokarózy u definitivních hostitelů a následná kontaminace životního prostředí. Stanovení stupně infekce *Toxocara* u drobných hlodavců volně žijících

v přírodních ekosystémech pomůže objasnit oběh této zoonotické infekce v přírodě a stane se základem pro lepší porozumění epidemiologické situaci ve sledovaných oblastech.

### 3.2.1 Škrkavka psí (*Toxocara canis*)

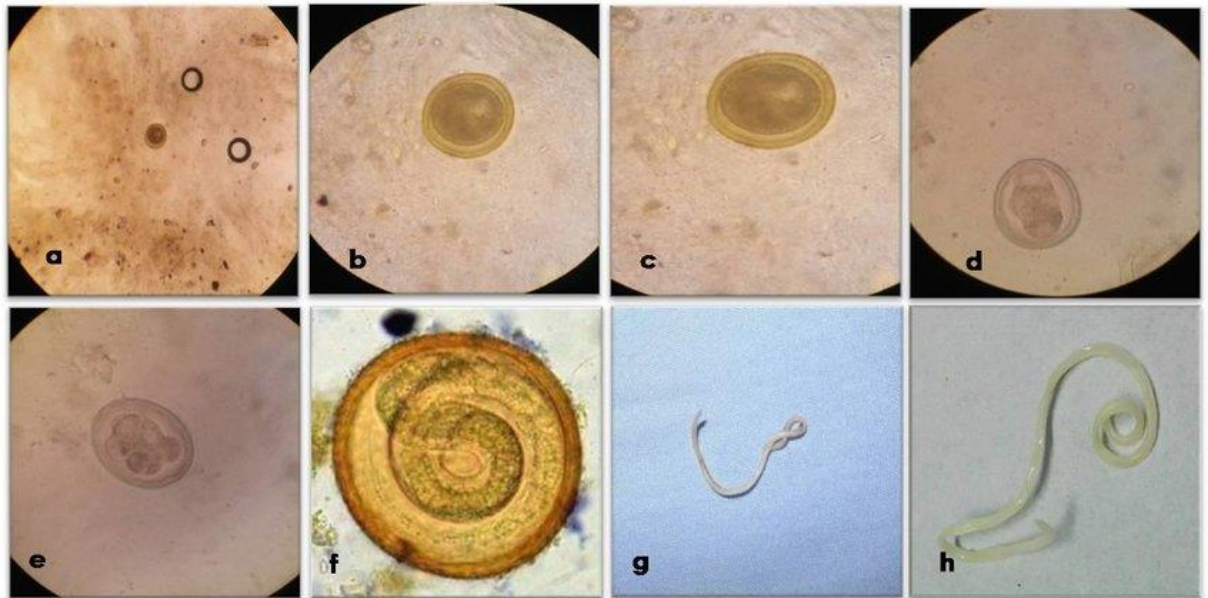
*Toxocara canis* (viz obrázek 9 a 10) je běžným parazitem domácích psů a hlavně lišek. Dospělí paraziti žijí v tenkém střevě svých hostitelů a produkují ohromné množství vajíček, která jsou šířena výkaly do okolí. V optimálních podmínkách prostředí se vajíčka dostanou do infekčního stadia (L2) za 10-15 dní. Některé studie však naznačují, že infekční stadium je L3 (Brunaska et al. 1995). Infekce *Toxocara canis* u psů může vzniknout požitím vajíček a může také zahrnovat prenatální (transuterinní) a kolostrální (laktogenní) přenos. Psi mohou být také infikováni konzumací paratenického hostitele (hlodavci) kvůli jejich predátorským návykům. Jako veřejný zdravotní problém jsou *Toxocara canis* a *Toxocara cati* považováni za příčinu lidské toxokarózy (Aydenizöz-Özkayhan et al. 2008).

Viscerální larva migrans (VLM) je pozorována u dětí ve věku 1-3 let s vážnějšími klinickými příznaky. Důvodem může být to, že si děti často hrají ve dvorech a na pískovištích, takže mají užití kontakt s potenciálně kontaminovanou půdou (Gonzalez – Garcia et al. 2017). Dlouhodobější konzumace nepotravinářských látek je hlavním důvodem infekce dětí velkým počtem vajíček a nazývá se „pica“. Nejběžnější forma „pica“, kterou je geofagie, byla pozorována většinou u dětí do 6 let věku. Špatná hygiena, přítomnost štěňat doma a nedostatečný dohled rodičů mohou rovněž zvýšit možnost infekce. Existují různé způsoby infikování *Toxocara* spp. Jedná se zejména o konzumaci masa infikovaného larvami *Toxocara*, vajíček přenášených mouchami a požití kontaminované půdy. Předpokládalo se, že kontaminace půdy byla hlavní příčinou toxokarózy u lidí. Možnost kontaminace toxokarózou přímým kontaktem se psem byla doposud buď ignorována, nebo nebyla zvážena. Georgi (1980) uvádí, že chlupy psů by mohly poskytnout dostatečně vlhké prostředí pro vývoj vajíček *Toxocara canis*, a tak lidé pravděpodobně získají infekci významně spojenou se psy.

Nebylo však zatím prozkoumáno toto téma a také nebyla provedena korelace mezi kontaminací půdy a séroprevalencí. Zprávy ukazují, že existuje mnoho výzkumů týkajících se kontaminace půd *Toxocara* spp. v Turecku a v různých zemích. Přestože výzkumy byly prováděny zejména v půdě dostatečně vlhké pro larvy vajíček *Toxocara canis* v oblastech se soustředěnou populací psů, bylo zjištěno, že míra kontaminace je nízká. Wolfe and Wright (2003) uvádějí, že kontaminace půdy není jedinou účinnou cestou k lidské toxokaróze. Tento případ vajíček *Toxocara canis* v srsti psů, byl jako první zkoumán Wolfe and Wright (2003). Vědci poznamenali, že pokud by mělo být prokázáno, že vajíčka mohou embryovat v srsti psa, přímý kontakt se psy by mohl být považován za alternativní vysvětlení epidemiologie onemocnění (Wolfe and Wright 2003).

Efekt psího chovu na prevalenci různých parazitů studovali Anene et al. (1996), Oliveira-Sequeira et al. (2002) a Fontanarro et al. (2006). První studie uvádí, že místní plemena a jejich kříženci mají významně vyšší riziko infekce parazitů než exotická plemena.

Druhá studie ukázala, že výskyt *Toxocara canis* byla u křížených psů výrazně vyšší než u definovaných plemen. Poslední studie ukázala, že celková prevalence byla stejná jak u čistokrevných plemen, tak u psích kříženců. Studie Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) byla provedena s cílem zjistit, zda existují potenciálně rizikové formy vajíček *Toxocara canis* v psících chlupech, s nimiž by přímý kontakt mohl způsobit toxokarózu u lidí a zjistit, zda na to plemeno psa, typ srsti, pohlaví, věková skupina a délka srsti, má nějaký vliv.



Obr. 9: Vývoj *Toxocara canis* – a) až e) vajíčko v průběhu vývoje (2 týdny), f) vajíčko s larvou ve 2. larválním stádiu po 3 týdnech, g) dospělý samec (4-10 cm), h) dospělá samice (5-8 cm) ([https://www.researchgate.net/figure/Stages-of-development-of-Toxocara-canis-a-Toxocara-canis-x10-egg-with-immature-one\\_fig3\\_325819527](https://www.researchgate.net/figure/Stages-of-development-of-Toxocara-canis-a-Toxocara-canis-x10-egg-with-immature-one_fig3_325819527))



Obr. 10: Dospělé *Toxocara canis* parazitující v tenkém střevě (<https://wellcomecollection.org/works/ma3ksqbx>)

## Vajíčka v srsti

Studie Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) byla provedena s cílem určit prevalenci vajíček *Toxocara canis* v srsti psů (potenciální etiologický faktor pro lidskou toxokariázu) a zjistit, zda se na srsti vyskytují převážně u určitých psích plemen nebo typů srsti. Vzorky chlupů byly odebrány z různých plemen 51 domácích psů a vyšetřovány na přítomnost vajíček *Toxocara canis*. U 22 % psů bylo zjištěno celkem 62 vajíček (všechna životaschopná). Celkem 46 (79,03 %) získaných vajíček bylo neembryonovaných, 8 (13 %) embryonovaných a 5 (8 %) bylo embryonováno. Maximální hustoty embryonovaných a embryonovaných vajíček byly 93 a 8,45 vajíček na gram chlupů. Počet získaných vajíček byl mnohem vyšší než u dříve zjištěných vzorků z půdy. Ačkoli statistická analýza u všech psů ve studii Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) prokázala, že neexistuje jednoznačné plemeno, druh srsti ani délka srsti prevalentní pro přítomnost vajíček *Toxocara canis*, většina psů (82 %) s vajíčky *Toxocara canis* v srsti byly plemeny, které měly dvojité vrstvy srsti s hustými podsadami, což naznačuje, že charakter srsti může hrát roli při zajišťování vhodného prostředí pro vývoj vajíček *Toxocara canis*. Také 82 % infikovaných psů bylo mladších jednoho roku, což naznačuje, že věk psa je velmi důležitým rizikovým faktorem. Studie Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) také ukazuje, že přímý kontakt se psy infikovanými *Toxocara canis* může být potenciálním etiologickým faktorem pro lidskou toxokarózu.

Wolfe and Wright (2003) se zdají být prvními, kteří provedli vyšetřování vajíček *Toxocara canis* v srsti psů. V jejich studii byly odebírány vzorky z různých zdrojů, jako jsou úkryty pro zvířata, farmářští psi a domácí mazlíčci, zatímco vzorky ve studii Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) byly všechny z domácích psů. Ve studii Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) bylo také zjištěno, že vajíčka *Toxocara canis* byla objevena ve 22 % srsti psů. Podobně tak Wolfe and Wright (2003) našli vajíčka u 25 % psů.

Předpokládá se, že se tyto psy koupou v době léčby, aby se odstranila veškerá vajíčka přilepená k jejich srsti, protože lidé žijící s domácími zvířaty s nimi mají přímý kontakt, takže je vždy možné nebezpečí toxokarózy u lidí (Wolfe a Wright 2003). Výskyt kontaminace půd *Toxocara* spp. v různých zemích se pohybuje od 1,2 do 92 %. Ve studiích Aydenizöz-Özkayhan (2006) a Toparlak et al. (2002) hlavní míra *Toxocara* spp. byla zjištěna jako 0,09 vajíček na 30 g půdy a 0,067 vajíček na 100 g půdy ve vzorcích půdy ze všech studovaných parků a 0,6 vajíček na 30 g půdy a 0,44 vajíček na 100 g půdy ve vzorcích půdy z kontaminovaných parků. Podobná studie Öge and Öge (2000) zjistila, že počet *Toxocara* spp. vajíček se pohyboval od 1 do 10 na 50 g půdy ve vzorcích půdy z veřejných parků.

Ve studii Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) počet vajíček škrkavky psí (*Toxocara canis*) byl 18,05 kusů na gram vzorků chlupů od kontaminovaných psů. Zdá se, že tento počet je mnohem vyšší než počet vzorků odebraných z půdy a může naznačovat, že přímý kontakt se psy může být rizikovější pro vznik lidské toxokarózy. Vyšetřování séroprevalence *Toxocara canis* v Turecku je málo. Bylo zjištěno, že 6 % lidí, kteří byli buď veterináři, nebo akademickými pracovníky na Fakultě veterinárního lékařství a 10 % lidí, kteří měli přímý kontakt se psem, byli pozitivní proti *Toxocara canis*-IgG protilátkám. Bylo uvedeno, že 6 osob (4 mají zvířata) ze skupiny 277 dobrovolníků bez stížností bylo séropozitivních.

Také v Argentině Alonso et al. (2000) uvádí, že 73 % dětí, které měly doma jednoho nebo více psů, 57 % hlásilo geofagii a 38 % z nich bylo pozitivní pro sérologii *Toxocara*.

Podle Wolfe and Wright (2003) neexistují žádné důkazy o přímém spojení mezi seroprevalencí u lidí a kontaminací půdy. Úroveň kontaminace půdy sama o sobě v těchto studiích nemohla představovat některé z vysokých úrovní seroprevalence, což naznačuje, že přímý kontakt se psy může být odpovědný za takové vysoké hladiny seroprevalence. Studie na městských a venkovských plochách vykazovaly různé úrovně seroprevalence. Vyšetření seroprevalence ve studii Magnaval et al. (1994) ukázalo, že 2 - 5 % zdravých dospělých z městských oblastí mělo pozitivní výsledky ve srovnání s 14 - 37 % u dospělých ve venkovských oblastech, zatímco bylo hlášeno, že kontaminace půd *Toxocara* spp. vajíčky jsou v městských oblastech vyšší než ve venkovských oblastech. To může být způsobeno tím, že toulaví psi mohou významně přispět ke znečištění životního prostředí ve městech. Nicméně přítomnost parazitů byla ve venkovských oblastech vyšší než ve městských oblastech (Dubna et al. 2007).

Studie vlivu psího plemene na výskyt parazitů jsou omezené. Anene et al. (1996) zjistili, že prevalence a intenzita různých infekcí parazitů byla výrazně vyšší u místních plemen a jejich kříženců než u exotických plemen. Oliveira-Sequeira et al. (2002) uvádí, že prevalence většiny parazitů byla podobná u psů křížených jako u psů definovaných plemen, s výjimkou prvoka *Cystoisospora* spp. a škrkavky psí (*Toxocara canis*), které vykazovaly významně vyšší prevalenci u křížených psů. Nicméně, Fontanarrosa et al. (2006) uvádějí podobnou prevalenci parazitů mezi čistými plemeny a kříženci. Senlik et al. (2006) uvádějí, že plemeno belgického ovčáka malinois se významně lišilo od německých ovčáků, labradorských retrieverů a irských setterů, pokud jde o míru infekce *Toxocara canis*. Přestože vliv na plemeno a srst nebyly pro všechny psy významné pro přítomnost vajíček na gram chlupů, většina psů nakažených vajíčky *Toxocara canis* ve studii Aydenizöz-Özkayhan et al. (2008) byla plemena, která měla dvojitou srst s hustou podsadou. Tento druh srsti může poskytnout vhodné prostředí pro vývoj vajíček *Toxocara canis*, protože je vlhčí. Psi infikovaní vajíčky *Toxocara canis* byli většinou štěňata a to souhlasilo s výsledky ostatních (Anene et al. 1996; Oliveira-Sequeira et al. 2002; Fontanarrosa et al. 2006; Senlik et al. 2006). Proto věk psa pravděpodobně více přispívá k rozšíření vajíček *Toxocara canis* než plemenná příslušnost nebo typ srsti. Vysoká prevalence *Toxocara canis* u štěňat je spojena s životním cyklem parazita, který zahrnuje prenatální a transkolostrální přenos, zatímco rezistence proti parazitům se vyvíjí až u starších psů.

### **3.2.2 Škrkavka kočičí (*Toxocara cati*)**

*Toxocara cati* (viz obrázek 11) je kosmopolitní parazit kočkovitých šelem a představuje nejčastějšího gastrointestinálního parazita od domácích koček po celém světě. Kočky se mohou infikovat *Toxocara cati* třemi různými způsoby: požitím infekčních vajíček, požitím paratenických hostitelů infikovaných somatickým larvami *Toxocara cati* nebo transmamární infekcí kojením mláďat. Zdá se pravděpodobné, že převládající cestou infekce pro dospělou



kočku je požití paratenických hostitelů, jako jsou hlodavci a ptáci, zatímco kořata se mohou nakazit brzy po narození při požití kolostra nebo mléka z infikované matky. Vývoj *Toxocara cati* u kočky, stejně jako role paratenických hostitelů, studovalo několik autorů (Anderson 2000; Bowman et al. 2002). Zatímco existují některé zprávy o klinických příznacích u koček spojených s infekcemi škrkavkami, jako je průjem, nafouklé břicho, špatná srst a selhání prosperity, je zjištěno, že většina koček nevykazuje klinické příznaky (Bowman et al. 2002). V paratenických hostitelích stejně jako u jiných náhodných hostitelů je vývoj *Toxocara cati* omezený v podstatě na penetraci a somatickou migraci larev ve třetím stádiu a s ním souvisejícím poškozením. Některé zprávy podporují hypotézu, že společně s dalšími škrkavkami musí být *Toxocara cati* považována za zoonotické činitele, které může způsobit lidskou toxokarózu, která vykazuje viscerální larvy migrans, oční toxokarózu, migrační neurální larvy, skrytou toxokarózu nebo epidemiologické studie naznačují, že je v souvislosti s vývojem alergických onemocnění včetně astmatu nebo epilepsie (Lee et al. 2010). Úzká souvislost mezi kočkami a lidmi je zodpovědná za vysokou endemitu některých těchto zoonotických onemocnění. Přenos některých parazitů masožravců na domácí zvířata a člověka způsobuje ekonomické problémy a ohrožení veřejného zdraví. Proto je studie parazitních živočichů vyskytujících se u masožravců, jako jsou toulavé kočky v různých oblastech zemí, nezbytná pro kontrolu onemocnění (Khazan et al. 2012). V Íránu se kočky volně toulají a mohou kontaminovat životní prostředí vypouštěním helmintových vajíček a prvokových cyst (Zibaei et al. 2007).



Obr. 11: Dospělci *Toxocara cati* (<https://www.biolib.cz/en/image/id164996/>)

V Shirazu v jižním Íránu získala střevní helmintická fauna koček a kočkovitých šelem jen málo pozornosti. Studie Zibaei et al. (2007) byla provedena za účelem objasnění stavu *Toxocara cati* a helmintického stavu toulavých koček z různých oblastí města Shiraz v jižním Íránu. Toxokaróza je parazitická zoonóza s celosvětovou distribucí, která postihuje jak kočky, tak psy. Pitva 114 toulavých koček ze Shirazu prokázala, že 106 (93 %) toulavých koček bylo infikováno alespoň jedním druhem ze střevních helmintů. Celkově byla nalezena nákaza tasemnicemi u 105 toulavých koček (99 %) a hlístice byly nalezeny u 101 koček (95 %). Nalezené tasemnice byly *Joyeuxiella pasqualei* (34 %), tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) (50 %), tasemnice kočičí (*Taenia taeniaeformis*) (12 %), *Spirometra* spp. (4 %) a detekované hlístice byly *Physaloptera* spp. (45 %), škrkavka kočičí (*Toxocara cati*) (43 %) a škrkavka šelmí (*Toxascaris leonina*) (13 %). Studie Zibaei et al. (2007) ukázala, že *Toxocara cati* byla jedním z nejčastěji zjištěných střevních helmintů, což je důležitý zdroj zoonotických onemocnění. Ve studii Zibaei et al. (2007) byla zhodnocena prevalence *Toxocara cati* a dalších střevních helmintů u 114 toulavých koček v městě Shiraz, protože tato data ještě nikdy nebyla k dispozici. V dřívější zprávě z íránské oblasti Teheránu bylo uvedeno, že se *Toxocara cati* vyskytuje u 31 % domácích koček (Mirzayans 1971). Studie Yaman et al. (2006) v Turecku ukázala, že výskyt *Toxocara cati* u vyšetřovaných koček byl 63 %, zatímco v jiné studii v Estonsku hlásila výskyt 48 % u dospělých koček (Talvik et al. 2006). Celková prevalence *Toxocara cati* u toulavých koček ve studii Zibaei et al. (2007), která činí 43 % je srovnatelná se studií O'Loreain (1994) v Dublinu, Irsku (42 %). Další nálezy v různých částech světa byly hlášeny jinými výzkumníky. Pohlaví toulavých koček nebylo ve studii Zibaei et al. (2007) významně spojeno s prevalencí gastrointestinálních helminthů, a to i přes vyšší frekvenci u samic (96 %) ve srovnání se samci (90 %). Stejný nález uvádí Malloy and Embil (1978). *Physaloptera* spp., byla získána z oblasti žaludku kočky, zatímco jiné druhy nematod byly nalezeny v tenkém střevě. Výskyt 45 % pro *Physaloptera* spp. ve studii Zibaei et al. (2007) je vyšší než pro divoké kočky v Khuzestanu (4 %) a u domácích koček v oblasti Teheránu (4 %) v oblasti Íránu (Mirzayans 1971). Přestože neexistují žádné přesvědčivé důkazy, které by *Toxascaris leoninu* představovaly jako etiologickou látku v syndromu viscerální larvy migrans u člověka, několik vyšetřovatelů vyšetřovalo kočky, aby hledaly tohoto parazita. Parazit byl zjištěn u 13 % toulavých koček (Zibaei et al. 2007). Závěrem je vysoká míra infekce *Toxocara cati* a některých gastrointestinálních helmintů u toulavých koček považována za kritickou z hlediska významu pro veřejné zdraví. Někteří z nich jsou zodpovědní za několik zoonotických chorob, jako je viscerální larva migrans a oční larva migrans. Proto je nutné, aby byly zavedeny vhodné strategie, opatření a kontroly, které by zabránily a kontrolovaly infekci toulavých koček s helminty v Shirazu i jinde v Íránu.

Infekční rizika pro člověka jsou výsledkem přímého kontaktu s infikovanými kočkami, prostředím nebo potravou kontaminovanou výkaly infikovaných volně pobíhajících koček. Pravidelná léčba antihelmintiky se považuje za důležité opatření ke snížení frekvence infekcí škrkavek u koček a rizik přenosu infekce jak na ostatní zvířata, tak na člověka (Knaus et al. 2014). Výše uváděné studie byly provedeny za účelem vyhodnocení účinnosti přípravku

Broadline, nové topické kombinace fipronilu, (S)-methoprenu, eprinomektinu a praziquantelu, proti dospělým a larválním stádiím *Toxocara cati* u koček.

Účinnost nové kombinace fipronilu 18 % (w/v = hmotnost/objem), (S) – methoprenu 10 % (w/v = hmotnost/objem), eprinomektinu 0,4 % (w/v = hmotnost/objem) a praziquantelu 8 % (w/v = hmotnost/objem) v přípravku BROADLINE byla hodnocena proti dospělým a larvám *Toxocara cati* v kontrolovaných studiích. Studie zahrnovaly experimentálně infikované kočky s krátkými chlupy, účelově chované. Ve dvou studiích bylo 22 nebo 20 koček, které nesly patentové infekce potvrzené fekální vyšetřením před léčbou. Kočky byly rozděleny do jedné ze dvou skupin: kontrolní nebo léčené. V dalších dvou studiích bylo do každé z nich zařazeno 30 koček, kočky byly přiděleny do jedné ze tří skupin: kontrolní, léčené nebo ošetřené. Když léčené byly pozitivní na *Toxocara cati*, očekává se, že budou postižené migrujícími třetími a / nebo čtvrtými stádii larev. U ošetřených se očekává, že *Toxocara cati* jsou larvy ve čtvrtém vývojovém stupni. Kočky přidělené k ošetřovaným skupinám dostaly jednorázovou topickou aplikaci kombinovaného produktu při 0,12 ml na 1 kg tělesné hmotnosti 10 mg fipronilu + 12 mg (S) -methoprenu + 0,5 mg eprinomektinu + 10 mg praziquantelu na 1 kg). Pro obnovení parazitů a jejich počítání byly kočky humánně eutanazovány v různých intervalech po léčbě. Ve studiích zaměřených na dospělé *Toxocara cati* byly ze všech kontrol získány ascaridi (od 1 do 150), zatímco z jedné ošetřené kočky byly izolovány pouze dva červy. Účinnost nové kombinace byla tedy 99 % a 100 % proti dospělému *Toxocara cati*. Pro studie zaměřené na larvy *Toxocara cati* bylo od každé ze sedmi nebo osmi kontrolních koček získáno 21 červů. Ze skupiny léčených koček *Toxocara cati* nebyla získána, což odpovídá 100% účinnosti proti migrujícím třetím a / nebo čtvrtým stádiím larev. Všechny kočky přijaly léčbu dobře a během studií nebyly pozorovány žádné nežádoucí účinky nebo jiné zdravotní problémy (Knaus et al. 2014).

Studie Knaus et al. (2014) potvrdila vysokou terapeutickou účinnost topických fipronilů, (S)-methoprenu, eprinomektinu a praziquantelu proti infekcím dospělých a larválních *Toxocara cati*. Výsledky studie ukázaly, že kombinovaný produkt je účinný proti *Toxocara cati* během nezralých fází, zatímco parazit se vyvíjí v kočičím hostiteli. Tato funkce je důležitá, neboť tento účinek přispívá k udržitelnější prevenci infekcí škrkavek u koček a snižuje tak riziko přenosu infekce. Vysoká účinnost proti oběma larválním stádiím a dospělým *Toxocara cati* u experimentálně infikovaných koček je podpořena výsledky jiných kontrolovaných studií s použitím nové topické kombinované formulace u přirozeně infikovaných zvířat (Knaus et al. 2014). Geometrický průměr celkového počtu dospělých *Toxocara cati* u kontrolovaných zvířat ve čtyřech studiích byl v rozmezí od 3,3 do 70,9. Jak bylo naznačeno mírou usídlení (včetně poměrů počtu infikovaných koček / počtu koček ve skupině), inokulace vyšších dávek infekčních vajíček vedla k nižšímu počtu červů a k vyššímu počtu neinfikovaných koček ve srovnání s inokulací nižších dávek infekčních vajíček ve třech po sobě jdoucích dnech.

Je známo, že imunitní reakce hrají významnou roli v interakci mezi hostitelem a parazitem během počáteční fáze infekce koček *Toxocara cati*. Proto zjištění ze studie Knaus et al. (2014) naznačují, že jednorázová expozice vyšších dávek infekčních vajíček *Toxocara cati* stimuluje

hostitelské reakce ve větší míře, než způsobuje několikanásobné vystavení menším počtem infekčních vajíček, což vede k nižším počtům parazitů, kteří procházejí vývojem. Makrocyclické laktony se používají jako antihelmintika u koček již několik let a poskytují vynikající účinnost proti infekcím s různými nematodními parazity u domácích mazlíčků. Výsledky naznačují, že nový topický kombinovaný přípravek obsahující eprinomektin poskytne účinné, bezpečné a pohodlné řešení pro léčbu dospělých a larválních fází *Toxocara cati* u koček.

### 3.2.3 Škrkavka šelmí (*Toxascaris leonina*)

Škrkavka šelmí (*Toxascaris leonina*) je kosmopolitní parazit, jehož hostitelem jsou psovitě a kočkovitě šelmy, včetně domácích psů, koček a lišek (viz obrázek 12). Morfologicky se podobá škrkavce psí (*Toxocara canis*) a dosahuje délky okolo 9 – 20 centimetrů. Jejich vývoj je však jednodušší než u škrkavky psí, jelikož když se jejich vajíčka uvolní z obalů, dokončí svůj vývoj ve slizniční výstelce střeva a nepronikají do krevního oběhu a tím pádem neputují dále tělem a hostiteli tolik neškodí (Stuchlý 1995). U škrkavky psí se můžeme setkat s tím, že poškodí tkáň mimo střeva a ze střeva do nich zanesou infekci, což u škrkavky šelmí nehrozí. Tím pádem to ovšem neznamena, že hostiteli neškodí vůbec, jelikož mu bere z potravy spoustu důležitých látek, a také do střeva vylučuje různé zplodiny ze své látkové výměny. Také poškozuje místa střevní sliznice, kde je uchycena. Tato místa mohou jednoduše podlehnout nějaké bakteriální nebo virové infekci a také zamezují dostatečnému vstřebávání živin z potravy a zvířata poté hubnou (Stuchlý 1995). Doposud molekulární fylogenetické studie zahrnovaly zástupce *Toxascaris* shromážděných pouze ze psů nebo kočkovitých šelem, a proto nebyly pozorovány intra-druhové rozdíly mezi *Toxascaris leonina* odebrané z různých hostitelských druhů. Pro člověka není škrkavka šelmí nebezpečná. Ve studii Fogt-Wyrwas et al. (2019) byla testována hypotéza kryptické speciace v komplexu *Toxascaris leonina* na základě rozšířených sekvenčních dat a jedinců získaných od psů, kočkovitých šelem a lišek. Fylogenetická analýza shlukovala zástupce *Toxascaris leonina* do tří skupin v závislosti na jejich hostitelských druzích, to znamená: psi a vlky, divoké kočkovité šelmy a lišky. Výsledky naznačovaly další genetickou separaci u koček. Pro stanovení skutečné velikosti komplexu *Toxascaris* by však bylo nutné analyzovat jedince odebrané z jiných hostitelských druhů *Toxascaris leonina*. Ačkoli *Toxascaris leonina* je charakterizována nízkou úrovní patogenity a zoonotického potenciálu a jeho konečná hostitelská skupina je různorodá. Navíc výskyt této hlístice ve všech zeměpisných šířkách, stejně jako vysoce různorodá prevalence, podporuje sledování jeho molekulární variability ve vztahu k fylogenezi, epidemiologii a biologické rozmanitosti. Jelikož *Toxascaris leonina* byla studována molekulárními metodami již několik let, většina výzkumu se zaměřila na metody molekulární identifikace potenciálně zoonotických parazitů. Zdá se však, že žádný z autorů nezaznamenal mezidruhové rozdíly mezi *Toxascaris leonina* odebrané z různých hostitelských druhů. V předchozí studii Fogt-Wyrwas et al. (2013) zaznamenali značné rozdíly v sekvencích ITS (= internal transcribed spacer) mezi populacemi *Toxascaris*

*leonina* z polských lišek a australských psů. Vnitrospecifické rozdíly takového rozsahu nebyly pozorovány u tohoto druhu v jiných zemích, bez ohledu na hostitele, ani u žádného druhu škrkavek. Tato data naznačují, že *Toxascaris leonina* pocházející z lišek žijících v Polsku může být samostatným kryptickým druhem. Výzkum Fogt-Wyrwas et al. (2019) byl založen na rozšířených datech - dalších markerech mitochondriální DNA a jednotlivcích získaných ze severozápadní oblasti Polska. Sekundárním cílem bylo prozkoumat hostitelskou specificitu v tomto komplexu.

Všechny analyzované sekvence *Toxascaris leonina* získané z lišek v Polsku představovaly stejný haplotyp (= kombinace alel odkazující na různá místa sekvence DNA). Fylogenetická analýza sekvencí z *Toxascaris leonina* shromážděných z různých hostitelů ukázala, že zástupci *Toxascaris leonina* se seskupili do tří skupin v závislosti na jejich hostitelských druzích. Navíc seskupení sekvencí *Toxascaris leonina* z divokých koček naznačuje omezený tok genů mezi toxascaridy parazitujícími u lvů, tygrů a rysů.

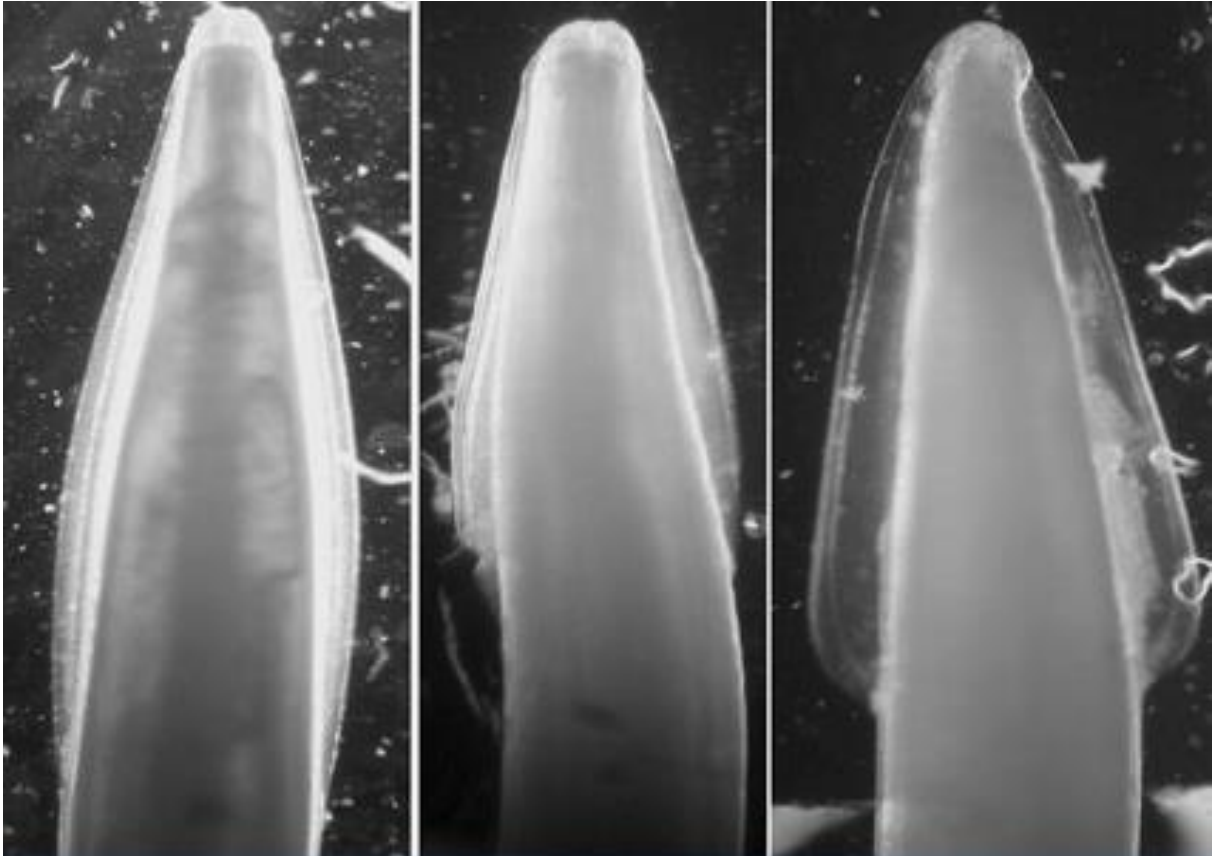
Studie Fogt-Wyrwas et al. (2019) poskytuje důkaz, že *Toxascaris leonina* je druhový komplex. Její výsledky nepodporují žádný vztah mezi genetickou strukturou populací *Toxascaris leonina* a geografickou oblastí, ze které vznikly, ale byly identifikovány tři druhy *Toxascaris* z různých hostitelů: psů a vlků, kočkovitých šelem a lišek. Pro stanovení skutečné velikosti komplexu *Toxascaris* by však bylo nutné analyzovat jednotlivce odebrané z jiných hostitelských druhů patřících k psovitým a kočkovitým šelmám. Omezené znalosti o komplexu druhů *Toxascaris* mohou vzniknout z vysoké morfologické podobnosti hlístic v nadčeledi *Ascaridoidea*, což může vést k nesprávné identifikaci druhu (Fogt-Wyrwas et al. 2019).



Obr. 12: Dospělci *Toxascaris leonina* (<https://gelmintoz.net/vidy-glistov/toxascaris-leonina.html>)

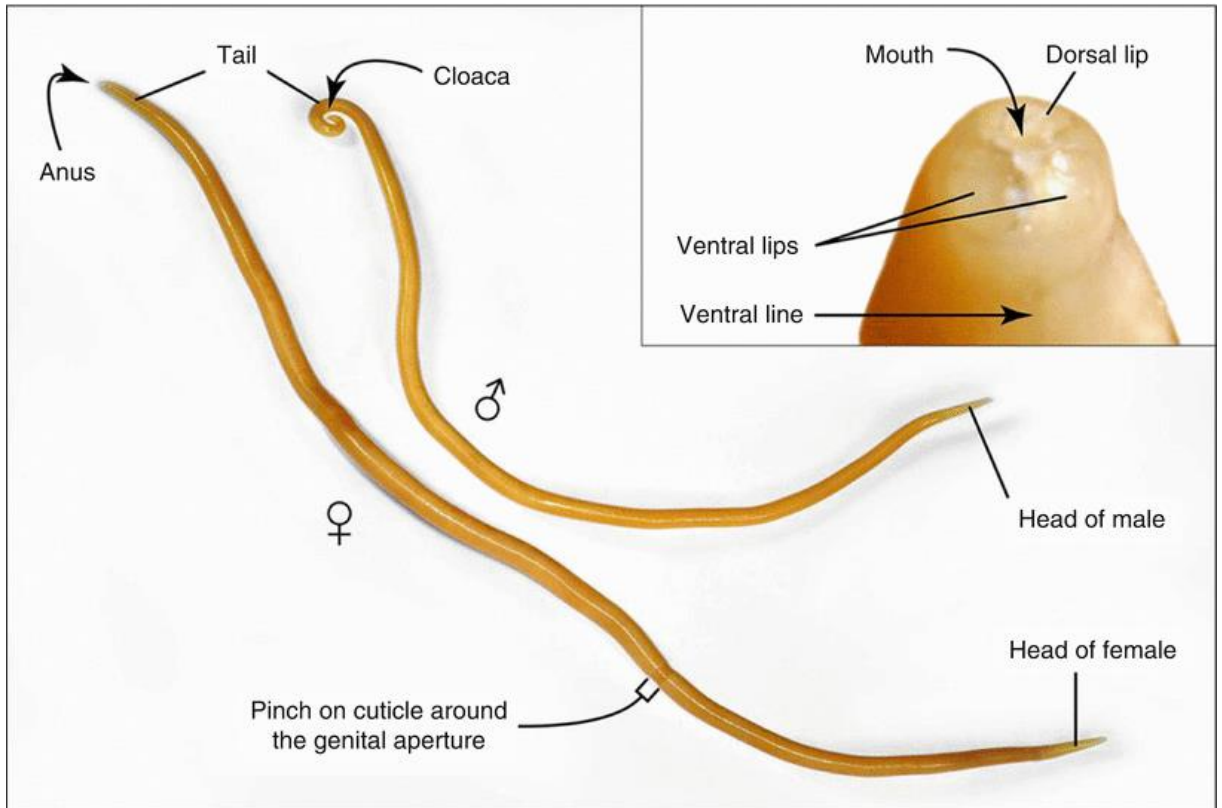
### 3.2.4 Ostatní druhy škrkavek

Ostatní druhy *Toxocara* přispívají k celosvětové zátěži toxokarózy, ale jejich význam je méně dobře pochopen nebo definován. Další druhy zahrnují *Toxocara malaysiensis* (viz obrázek 13), která se vyskytuje u koček v Malajsii a v Číně, *Toxocara vitulorum* u dobytka, buvolů a dalších přežvýkavců.



Obr. 13: Porovnání *Toxocara canis* (vlevo), *Toxocara malaysiensis* (uprostřed) a *Toxocara cati* (<https://slideplayer.com/slide/10690186/>)

*Baylisascaris procyonis* parazituje u mývalů v USA, Evropě a Japonsku a *Ascaris suum* (viz obrázek 14) u prasat. Mnoho dalších škrkavek včetně *Toxocara pteropodis*, která parazituje u netopýrů a druhů rodu *Lagochilascaris*, parazitující u vačic, mají potenciál zoonózy, avšak pravděpodobně omezený.



Obr. 14: Dospělci *Ascaris suum* ([https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25172-1\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25172-1_3))

*Porrocaecum* sp., vyskytující se u dravců a *Polydelphis* a *Travassoascaris*, parazitující u hadů mají taktéž potenciál zoonózy, ale jejich význam pravděpodobně bude také velmi omezený, mimo jiné i kvůli nedostatku lidské expozice k těmto parazitům (Macpherson, 2013).

### 3.3 Lidská toxokaróza

Toxokaróza je helmintická zoonóza způsobená infekcí larvami škrkavek *Toxocara* spp. Toxokaróza se u lidí projevuje jako řada syndromů. Jsou primárně způsobeny infekcí larvami škrkavky psí (*Toxocara canis*) a méně často škrkavky kočičí (*Toxocara cati*) a příbuznými druhy (El-Sayed and Ramadan 2017). *Toxascaris leonina* se u člověka nevyskytuje. Dospělí *Toxocara* z obou druhů parazitují v tenkém střevě svých definitivních hostitelů, kterými jsou psi a kočky. V minulosti se předpokládalo, že *Toxocara canis* je hlavní příčinou lidské toxokarózy. Ačkoli existují důkazy, které to potvrzují, existují podstatné důkazy o tom, že lidé mohou být také infikováni larvami *Toxocara cati* a tato infekce by podobně vyvolala syndrom

viscerální larva migrans (VLM) a syndromy očních larev migrans (OLM) (El-Sayed and Ramadan 2017). Infekce *Toxocara canis* je jednou z nejrozšířenějších lidských a ekonomicky významných zoonóz, které lidé sdílí se psy, kočkami a řadou divokých definitivních hostitelů, zejména lišek. Toxokaróza je zvláště rozšířená v tropických a subtropických oblastech, v méně průmyslově vyspělých zemích, kde je omezena péče o psy i populaci. Infekce *Toxocara canis* je také důležitou příčinou choroby v bohatších průmyslových státech, zejména u dětí a sociálně-ekonomicky znevýhodněných populací (Fisher 2003).

První zpráva o larvách *Toxocara canis* u jiných hostitelů než psů byla vytvořena Ransomem a Fosterem v roce 1920 (Barriga 1988). V roce 1952, Beaver et al. publikovali tři případy dětí s chronickými granulomatózními lézemi jater (Beaver et al. 1952). Zjistili, že larvy nacházející se v játrech patří k druhům *Toxocara canis* a označují tuto chorobu jako "viscerální larva migrans". Beaver později dal omezující výklad tohoto pojmu, v němž lidé hráli role paratenického hostitele (Beaver 1956). Podle této definice se již toxokaróza nedá považovat za parazitologický mrtvý konec, ale Beaverovo prohlášení naznačovalo, že i jiné druhy škrkavek *Toxocara* by mohly způsobit tyto zoonózy.

Nejlepší volba pro sérologickou diagnózu generalizovaných forem toxokarózy, viscerální larvy migrans (VLM) nebo skryté toxokarózy závisí na počátečním použití testu ELISA (detekce a stanovení antigenů a protilátek), po kterém by měl být každý pozitivní výsledek následně testován metodou Western blot (detekce specifického proteinu ve směsi s dalšími proteiny). Western blot je sice mnohonásobně dražší a časově náročnější než ELISA, ale o to jsou jeho výsledky více specifické.

Skrytá toxokaróza je většinou benigní infekce, takže velká většina infikovaných subjektů je asymptomatická nebo má jen málo příznaků, a proto jsou nediodagnostikované. V této formě tato helmintóza často sama zmizí a zanechává reziduální specifické protilátky. Pozitivní sérologie způsobená zbytkovými protilátkami, které nemají žádný diagnostický význam, může být spojena s jakoukoliv infekční nebo neinfekční chorobou (Fillaux and Magnaval 2013).

Pokud se oddělí probíhající klinický a laboratorní kontext, tak takový pozitivní výsledek nemá žádnou hodnotu a měl by být zohledněn pouze po vyloučení možných etiologií jakýchkoli jiných syndromů. Na rozdíl od metod používaných pro imunodiagnostiku bakteriálních, virových nebo protozoálních (toxoplasmózních) infekcí není možné s toxokarózou posoudit věk přítomnosti specifických imunoglobulinů s použitím hladin specifických IgM, protože IgM protilátky lze nalézt v průběhu celého cyklu helmintózy (Varghese et al. 2017). Bylo prokázáno, že detekce jiných tříd imunoglobulinů, jmenovitě IgE a IgA, podtříd, jmenovitě IgG4 nebo cirkulující Ag, není schopna rozlišovat mezi aktivním a samovolně odděleným od probíhajících klinických toxokarových infekcí. Diagnostika aktivní skryté toxokarózy se v současné době opírá o nepřímé argumenty, např. o přítomnost jinak nevysvětlitelných příznaků spolu s eozinofilii v krvi nebo o zvýšení hladin eozinofilního kationtového proteinu (ECP). Tato situace není zdaleka ideální a je třeba provést další výzkum, který řeší tento obtížný problém (Fillaux and Magnaval 2013).



Antihelmintika, včetně albendazolu, thiabendazolu a mebendazolu, mohou být podávány společně s protizánětlivými kortikosteroidy. Vývoj molekulárních technologií by měl v epidemiologii *Toxocara* spp. vést k novým a zdokonaleným strategiím pro léčbu, diagnostiku a kontrolu toxokarózy. Molekulární technologie mohou také přispět k odhalení významu *Toxocara canis* pro veřejné zdraví a poskytnout nové důkazy, které by podpořily provádění národních kontrolních iniciativ, které dosud nebyly pro *Toxocara* spp. vyvinuty. Řada zemí zavedla programy kontroly reprodukce u vlastních i toulavých psů, aby snížila počet mladých psů v populaci. Tyto programy by pozitivně ovlivnily přenos *Toxocara canis*, protože parazit je nejvíce plodný a převažuje u štěňat. Další kontrolní opatření pro *Toxocara canis* zahrnují pravidelné a časté antihelmintické léčení psů a koček od raného věku, vzdělávání a prosazování zákonů o likvidaci psiho trusu a osobní hygieny. Existence divokých definitivních a paratenických hostitelů komplikuje kontrolu *Toxocara canis*. Zvyšování lidské a psí populace, pohyb obyvatelstva a změna klimatu přispějí ke zvýšení významu této zoonózy (Macpherson 2013).

### 3.4 Epidemiologie

*Toxocara canis* a *Toxocara cati*, oblí červi psů a koček, jsou pravděpodobně nejčastějšími gastrointestinálními parazity domestikovaných psů a koček po celém světě. Ukazatel infekce v západní Evropě se pohybuje od 4 % do 17 % u *Toxocara canis* u psů a od 8 % do 76% u *Toxocara cati* u koček (Overgaauw 1997). Séroepidemiologické průzkumy ukázaly, že prevalence je v městských a venkovských oblastech západních zemí v rozmezí 2 - 5 % a 14 - 37 %, zatímco při rozvoji tropických zemí může prevalence dosáhnout 50 - 80 % (Magnaval et al. 2001). Nákaza škrkavkami *Toxocara* v městském a venkovském Turecku (Magnaval et al. 2001) je 1 % a 17 % v městském a venkovském Francii 5 % a 14 % (Dogan et al. 2007). Nedávná studie byla provedena v Irsku - průzkumem více než 120 000 dětí ve školním věku udává prevalenci 6,6 případů OLM na 100 000 obyvatel, přičemž geofagie a vlastnictví psů jsou identifikovány jako rizikové faktory (Good et al. 2004). Prevalence *Toxocara* infekcí je nejvyšší u mladých psů a koček a mnohem méně časté u dospělých zvířat. Infekce *Toxocara* je (skrytá) infekce po požití vajíček *Toxocara* nebo požití larev, které mohou vést ke (zjevné) klinické chorobě, která se v současné době nazývá toxokaróza. Dřívější název toxokarózy byl toxokariasis. Je zapotřebí dobré porozumění epidemiologii, aby byla možná účinná prevence infekce u lidí, psů a koček (Overgaauw 1997). Tato zanedbávaná nemoc byla prokázána prostřednictvím studií séroprevalence, které jsou zvláště převládající u dětí ze sociálně-ekonomicky znevýhodněných populací jak v tropických, tak subtropických oblastech a v průmyslově vyspělých zemích. K lidské infekci dochází náhodným požitím embryonovaných vajíček nebo larev z řady divokých a domácích paratenických hostitelů. Většina infekcí zůstává asymptomatická. Klinicky zjevné infekce mohou být nediodagnostikované, protože diagnostické testy jsou drahé a mohou vyžadovat sérologické, molekulární a / nebo zobrazovací testy, které nemusí být dostupné ani si je

nemohou dovolit (Macpherson 2013). Toxokaróza je jednou z nejčastěji hlášených zoonotických helmintóz na světě.

### 3.5 Léčba a prevence

Léčba u lidí se mění podle symptomů a lokalizace larev. V paratenických hostitelích, jako jsou lidé a myši, vylíhlé larvy systematicky migrují do těla a mohou dosáhnout do kritických míst, jako je oko a centrální nervový systém. Tři klinické syndromy jsou dobře známy, zejména viscerální larva migrans (VLM), oční larva migrans (OLM) a skrytá toxokaróza. Viscerální larva migrans je hlavně dětské onemocnění charakterizované horečkou, hepatosplenomegalickou bolestí břicha, pneumonitidou a vysokou eozinofilií (El – Sayed and Ramadan 2017). Oční toxokaróza také typicky postihuje děti a je unilaterální ve více než 90 % případů. Je to vzácná, ale důležitá příčina ztráty monokulárního vidění. Klasicky se oční léze skládá z periferních nebo centrálních chorioretinálních eozinofilních granulomů, dalších ohniskových lézí zadního segmentu nebo endoftalmitidy. Skrytá toxokaróza je méně specifická a projevuje se bolestí břicha, kašlem a poruchami chování a spánku u dětí a chronickou slabostí a alergickými projevy u dospělých. Mezi další možné souvislosti patří neuropsychologické poruchy, chronické kožní léze a hyperreaktivita dýchacích cest (Othman 2012).

Rozhodnutí o léčbě infekcí *Toxocara* může být obtížné. Někteří autoři zpochybňují potřebu léčby toxokarózy tím, že naznačují, že toxokaróza je často subklinické onemocnění nebo sama vymizí (Magnaval et al. 2001). Jiní se obávají možných alergických reakcí, které mohou vzniknout po antihelmintické léčbě. Tyto reakce mohou být horší než samotná nemoc, zejména v kritických místech, jako je oko (Pawlowski 2001). Lidská toxokaróza je však chronická infekce, která může dlouhodobě přetrvávat a může se kdykoli objevit reaktivovaná larvální migrace do oka nebo mozku (Pawlowski 2001). Zvláštní léčba je proto nutná u případů VLM a některých případů skrytých toxokaróz. Léčba oční a neurologické toxokariózy je záležitostí klinického a laboratorního posouzení a antialergické pokrytí by mělo být vždy poskytováno společně s antihelmintikami. Navíc některé séropozitivní případy, obvykle s vysokými titry, bez klinické exprese toxokarózy, mohou vyžadovat specifickou terapii jako pokus snížit počet latentních nebo migrujících larev (Pawlowski 2001).

Otázka léčby je záležitostí velké diskuse nejen kvůli omezené účinnosti antihelmintických léků, pokud jde o eradikaci parazitů, ale také kvůli pochybnostem o výhodách terapie (Mirzaei and Fooladi 2012). Mnoho studií na zvířatech bylo prováděno s použitím různých léků, ale výsledky byly proměnlivé a nekonzistentní. Na druhé straně jsou zkušenosti s lidskou terapií bohužel omezeny kvůli nedostatku klinických studií.

Ideální prevencí proti této zoonóze by byla pravidelná koprologická vyšetření domácích mazlíčků, na jejichž základě by bylo podáno antihelmintikum (Hinney et al. 2017). Skutečnost je však taková, že koprologické vyšetření je dražší než antihelmintika, tím pádem většina

majitelů podává preventivně rovnou antihelmintika (Mirzaei and Fooladi 2012). Další účinnou prevencí je dodržování dostatečné hygieny a mytí si rukou po kontaktu se psy.

### 3.5.1 Koprologické vyšetření

Koprologické vyšetření je vyšetření, díky kterému se dá zjistit přítomnost vajíček nebo larev endoparazitů. K provedení koprologického vyšetření je třeba odběr výkalů. Nejvhodnější jsou výkaly čerstvé nebo besprostředně odebrané po vyloučení z těla (Hinney et al. 2017). Odběr se provádí většinou do sáčků, které by měly být hermeticky uzavřené. Dále je výkaly důležité před zpracováním uchovávat v chladu nebo je chemicky zakonzervovat. Koprologické metody můžeme rozdělit na kvalitativní koncentrační a kvantitativní koncentrační. Pod kvalitativní řadíme flotační, sedimentační a larvoskopické metody. Flotační metody spočívají ve vyšší hmotnosti flotačního roztoku, než je hmotnost vajíček, oocyst, cyst a sporocyst helmintů, načež vyplavou nad flotační roztok. V případě sedimentačních metod klesnou těžká vajíčka na dno nádoby. Larvoskopické metody spočívají ve hledání larev ve výkalech, na trávě nebo v orgánech hostitele. Touto metodou by se měly vyšetřovat pouze čerstvé a chemicky nekonzervované výkaly. Kvantitativními metodami stanovujeme konkrétní počet vajíček v určitém vzorku (Dubinský a kol. 1993).

Podle očekávání studie Magi et al. (2016) potvrzuje velmi nízkou citlivost koprologických vyšetření na diagnostiku tasemnic, a také nízkou citlivost pro hlístice. To bylo již pozorováno Martini and Poglajen (1990). Nejvyšší citlivost byla zjištěna pro čeled' Ancylostomatidae ( $S = 0.60$ ) a škrkavky ( $S = 0.56$  pro *Toxocara canis* a  $S = 0.57$  pro *Toxascaris leonina*). Tyto hodnoty jsou podobné těm, které uvádí studie Wolfe et al. (2001). Byla zjištěna velmi nízká citlivost pro tenkohlavce liščího (*Trichuris vulpis*) (0,19). Studie Magi et al. (2016) potvrzuje častý výskyt falešně negativních výsledků koprologických vyšetření, zatímco falešné pozitivní výsledky mohou být způsobeny požitím potravin kontaminovaných parazitními vajíčky (tzv. pseudoparazitismem). Falešně negativní testy jsou pravděpodobně způsobeny malým množstvím stolice, které může být získáno z liščích střev nebo jako výsledek intermitentního vylučování vajíček. Navíc některá vajíčka (*Ascaris* a *Ancylostoma*) ve zmrazených výkalech mohou modifikovat svůj tvar (Guerra et al. 2013). Jak bylo zjištěno koprologickými vyšetřeními, nízká prevalence *Trichuris vulpis* může být komplikována skutečností, že vajíčka mohou být maskovaná s jinými hlísticemi, jako je *Eucoleus aerophilus* (*Capillaria aerophila*), *Eucoleus boehmi* a *Aonchotheca putorii* (Veronesi et al. 2014).

To znamená, že samostatné koprologické vyšetření nemusí být spolehlivé a mělo by být vždy opakováno s použitím vhodného flotačního roztoku. Kromě toho mohou koprologické metody, jako je například flotace, být spojovány s molekulárními diagnostickými metodami, pokud je to možné (Guardone et al. 2013).

## 4 Závěr

Ačkoli spousta lidí na světě jsou vlastníky psů nebo koček, nemusí si vždy uvědomovat rizika, která jsou s vlastnictvím těchto zvířat a životem v jejich bezprostřední blízkosti spojená. Jedním z těchto rizik, které bývá často opomíjené, je i onemocnění způsobené vajíčky škrkavek - lidská toxokaróza, kterému se však dá poměrně jednoduchými způsoby předcházet. Jelikož vajíčka škrkavek byla nalezena i v srsti psů, což si mnoho lidí neuvědomuje, je důležité si po kontaktu se psy mýt ruce a dodržovat základní hygienu a i se pravidelně starat o psí srst. K odstranění vajíček ze srsti velice pozitivně přispívá a pravidelné mytí psa psím šampónem, se kterým by se to ovšem nemělo přehánět, kvůli riziku zhoršení kvality srsti i kůže, která by byla vysušená a neprodukovala dostatek přirozeného mazu a mohly by se objevovat lupy. Jednodušší prevencí by tedy stačilo, kdyby si lidé po kontaktu se psy myli své ruce pečlivě. Zbavování se alespoň části vajíček v srsti také pomáhá pravidelné vyčesávání psa. Dále je také velice důležité pravidelné odklizení výkalů po svých psech.

Se žádnými léky by se to nemělo přehánět, a to platí i v případě podávání antihelmintik. Všude kolem nás jsme mohli vidět spoustu reklam na zaručeně fungující antihelmintika. Farmaceutické firmy však své kampaně prosazují za účelem co nejvyššího prodeje svého výrobku, a proto je důležité jejich užívání pečlivě zvážit a rozhodně to s nimi nepřehánět. Zvážení je důležité především, kvůli možnému výskytu alergických reakcí po léčbě, které mohou ve výsledku být o hodně závažnější než samotná toxokaróza. Dalším možným problémem je také rezistence vůči antihelmintikům, která může vzniknout při jejich nadměrném a častém podávání. Ideálním případem by bylo, kdyby lidé nechávali svým domácím mazlíčkům pravidelně dělat koprologická vyšetření a až podle jejich výsledků antihelmintika aplikovali nebo neaplikovali, jelikož se jedná o chemii, která se může zbytečně dostávat do těla a některým i škodit. V sociálně a ekonomicky znevýhodněných zemích by však plošné odčervování především toulavých psů i koček mohlo pomoci k řešení celosvětového problému, kterým jsou helmintózy včetně toxokarózy.

## 5 Literatura

- Al – Sabi, M. N., Chriél, M., Jensen, T. H., Enemark, H. L. 2013. Endoparasites of the racoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009 – 2012 – A comparative study. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 17(2). 144 – 151.
- Alagali, A. N., Mohammed, O. B., Omer, S. A. 2011. Gastrointestinal parasites and their prevalence in the Arabian red fox (*Vulpes vulpes arabica*) from the Kingdom of Saudi Arabia. *Veterinary Parasitology* 180(3). 336 – 339.
- Alonso, J. M., Bojanich, M. V. I., Chamorro, M., Gorodner, J. O. 2000. *Toxocara* seroprevalence in children from a subtropical city in Argentina. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 42. 235 – 237.
- Anderson, R. C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission*, second edition. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Anene, B. M., Nnaji, T. O., Chime, A. B. 1996. Intestinal parasitic infections of dogs in the Nsukka area of Enugu State, Nigeria. *Preventive Veterinary Medicine* 27. 89 – 94.
- Antolová, D., Reiterová, K., Stanko, M., Zalesny, G., Fričová, J., Dvoržňáková, E. 2012. Small mammals: paratenic hosts for species of *Toxocara* in eastern Slovakia. *Journal of Helminthology* 87. 52 – 58.
- Aydenizöz-Özkayhan, M. 2006. Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *Journal of Helminthology* 80. 15 – 18.
- Aydenizöz-Özkayhan, M., Yagci, B. B., Erat, S. 2008. The investigation of *Toxocara canis* eggs in coats of different dog breeds as a potential transmission route in human toxocariasis. *Veterinary Parasitology* 152. 94-100.
- Barabási, S. S., Fok, E., Gubányi, A., Mészáros, F., Cozma, V. 2010. Helminth fauna of the small intestine in the European red fox, *Vulpes vulpes* with notes on the morphological identification of *Echinococcus multilocularis*. *Scientifica Parasitologica* 11(3). 141 – 151.
- Barbosa, A. M., Segovia, J. M., Vargas, J. M., Torres, J., Real, R., Miquel, J. 2005. Predictors of red fox (*Vulpes vulpes*) helminth parasite diversity in the Provinces of Spain. *Wildlife Biology in Practice* 1(11). 3 – 14.
- Barriga, O. O. 1988. A critical look at the importance, prevalence and control of toxocariasis and the possibilities of immunological control. *Veterinary Parasitology* 29. 195 – 234.
- Beaver, P. C., Snyder, C. H., Carrera, G. M., Dent, J. H., Lafferty, J. W. 1952. Chronic eosinophilia due to viscelar larva migrans: report of three cases. *Pediatrics* 9. 7 – 19.
- Beaver, P. C. 1956. Larva migrans. *Experimental Parasitology* 5. 587 – 621.

- Blaszkowská, J., Kurnatowski, P., Damińska, P. 2011. Contamination of the soil by eggs of geohelminths in rural areas of Lodz district (Poland). *Helminthologia* 48. 67 – 76.
- Borecka, A., Gawor, J., Malczewska, M., Malczewski, A. 2009. Prevalence of zoonotic helminth parasites of the small intestine in red foxes from central Poland. *Medycyna Weterynaryjna* 65(1). 33 – 35.
- Bowman, D. D., Hendrix, C. H., Lindsay, D. S., Barr, S. C. 2002. *Feline Clinical Parasitology*. Iowa State University Press, AMES, IA, USA.
- Brochier, B., De Blander, H., Hanosset, R., Berkvens, D., Losson, B., Saegerman, C. 2007. *Echinococcus multilocularis* and *Toxocara canis* in urban red foxes (*Vulpes vulpes*) in Brussels, Belgium. *Preventive Veterinary Medicine* 80. 65 – 73.
- Brunaska, M., Dubinsky, P., Reiterova, K. 1995. *Toxocara canis*: ultrastructural aspects of larval moulting in the maturing eggs. *International Journal of Parasitology* 25. 683 – 690.
- Bružinskaitė – Schmidhalter, R., Šarkunas, M., Malakauskas, A., Mathis, A., Torgerson, P. R., Deplazes, P. 2012. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Lithuania. *Parasitology* 139. 120 – 127.
- Casulli, A., La Rosa, G., Manfredi, M. T., Di Cerbo, A. R., Dinkel, A., Romig, T., Deplazes, P., Genchi, C., Pozio, E. 2005. *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) of the Italian Alpine region: is there a focus of autochthonous transmission?. *International Journal for Parasitology* 35. 1079 – 1083.
- Contesse, P., Hegglin, D., Gloor, S., Bontadina, F., Deplazes, P. 2004. The diet of urban foxes (*Vulpes vulpes*) and the availability of anthropogenic food in the city of Zürich, Switzerland. *Mammalian Biology* 69. 81 – 95.
- Despommier, D. 2003. Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects. *Clinical Microbiology Reviews* 16. 265 – 272.
- Di Cerbo, A. R., Manfredi, M. T., Trevisiol, K., Bregoli, M., Ferrari, N., Pirinesi, F., Bazzoli, S. 2008. Intestinal helminth communities of the red fox (*Vulpes vupes*) in the Italian Alps. *Acta Parasitologica* 53(3). 302 – 311.
- Dogan, N., Dinleyici, E. C., Bor, O., Töz, S. O., Ozbel, Y. 2007. Seroepidemiological survey for *Toxocara canis* infection in the northwestern part of Turkey. *Turkiye Parazitoloji Dergisi* 31. 288 – 291.
- Dubinský, P. et al. 1993. *Veterinárna parazitológia. Príroda*, Bratislava.
- Dubinský, P., Havasiová-Reiterová, K., Peiko, B., Hovorka, I., Tomašovičová, O. 1995. Role of small mammals in the epidemiology of toxocariasis. *Parasitology* 110. 187 – 193.

- Dubna, S., Langrova, I., Napravnik, J., Jankovska, I., Vadlejch, J., Pekar, 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.
- Durette – Desset, M. C., Pesson, B. 1987. *Molineus patens* (Nematoda, Trichostrongyloidea) et autres especes decrites sous ce nom. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 62. 326 – 344.
- Eckert, J., Deplazes, P., Craig, P. S., Gemmell, M. A., Gottstein, B., Heath, D., Jenkins, D. J., Kamiya, M., Lightowers, M. 2001. Echinococcosis in animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. World Health Organisation, 72 – 99.
- Eira, C., Viganda, J., Torres, J., Miquel, J. 2006. The helminth community of the red fox, *Vulpes vulpes*, in Dunas de Mira (Portugal) and its effect on host condition. *Wildlife Biology in Practice* 2. 26 – 36.
- El-Sayed, N. M., Ramadan, M. E. 2017. Toxocariasis in Children: An Update on Clinical Manifestations, Diagnosis, and Treatment. *Journal of Pediatric Infectious Diseases* 12(4). 222-227.
- Fillaux, J., Magnaval, J. F. 2013. Laboratory diagnosis of human toxocariasis. *Veterinary Parasitology* 193. 327-336.
- Fisher, M., 2003. *Toxocara cati*: an underestimated zoonotic agent. *Trends in Parasitology* 19. 167 – 170.
- Fogt - Wyrwas, R., Mizgajska - Wiktor, H., Jarosz W. 2013. Intraspecific variation between the ITS sequences of *Toxocara canis*, *Toxocara cati* and *Toxascaris leonina* from different host species in south-western Poland. *Journal of Helminthology* 87. 432 – 442.
- Fogt – Wyrwas, R., Dabert, M., Jarosz, W., Rząd, I., Pilarczyk, B., Mizgajska – Wiktor, H. 2019. Molecular data reveal cryptic speciation and host specificity in *Toxascaris leonina* (Nematoda: Ascarididae). *Veterinary Parasitology* 266. 80 – 83.
- Fontanarrosa, M. F., Vezzani, D., Basabe, J., Eiras, D. F. 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.
- François, A., Favennec, L., Cambon – Michot, C., Gueit, I., Biga, N., Tron, F., Brasseur, P., Hemet, J. 1998. *Taenia crassiceps* invasive cysticercosis: a new human pathogen in acquired immunodeficiency syndrome?. *American Journal of Surgical Pathology* 22(4). 488 – 492.
- Franssen, F., Nijse, R., Mulder, J., Cremers, H., Dam, C., Takumi, K., Van Der Giessen, J. 2014. Increase in number of helminth species from Dutch red foxes over a 35 – year period. *Parasites and Vectors* 7(1). 166 – 176.

- Fuentes, M. V., Galán – Puchades, M. T., Malone, J. B. 2003. Short report: a new case report of human *Mesocestoides* infection in the United States. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 68(5). 566 – 567.
- Genchi, C., Falagiani, P., Riva, G., Tinelli, M., Brunello, F., Boero, M., Almaviva, M. 1988. IgE and IgG antibodies in *Toxocara canis* infection. A clinical evaluation. *Annals of Allergy* 61(1). 43 – 46.
- Georgi, J. R. 1980. *Parasitology for Veterinarians*, third ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia/ London/ Toronto.
- Gonzalez-Garcia, T., Munoz-Guzman, M. A., Sanchez-Arroyo, H., Prado-Ochoa, M. G., Cuellar-Ordaz, J. A., Alba-Hurtado, F. 2017. Experimental transmission of *Toxocara canis* from *Blattella germanica* and *Periplaneta americana* cockroaches to a paratenic host. *Veterinary Parasitology* 246. 5-10.
- Good, B., Holland, C. V., Taylor, M. R., Larragy, J., Moriarty, P., O'Regan, M. 2004. Ocular toxocariasis in schoolchildren. *Clinical Infectious Diseases* 39. 173 – 178.
- Gortázar, C., Villafuerte, R., Lucientes, J., Fernandez - De – Luco, D. 1998. Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro Valley. *Veterinary Parasitology* 80. 75 – 81.
- Guardone, L., Deplazes, P., Macchioni, F., Magi, M., Mathis, A. 2013. Ribosomal and mitochondrial DNA analysis of Trichuridae nematodes of carnivores and small mammals. *Veterinary Parasitology* 197(1). 364 – 369.
- Guerra, D., Hegglin, D., Bacciarini, L., Schnyder, M., Deplazes, P. 2014. Stability of the southern European border of *Echinococcus multilocularis* in the Alps: evidence that *Microtus arvalis* is a limiting factor. *Parasitology* 16. 1 – 1.
- Havasiová, K., Dubinský, P., Štefančíková, A. 1993. A seroepidemiological study of human *Toxocara* infection in the Slovak Republic. *Journal of Helminthology* 67. 291 – 296.
- Hegglin, D., Bontadina, F., Contesse, P., Gloor, S., Deplazes, P. 2007. Plasticity of predation behaviour as a putative driving force for parasite life-cycle dynamics: the case of urban foxes and *Echinococcus multilocularis* tapeworm. *Functional Ecology* 21. 552 – 560.
- Hildebrand, J., Zalesny, G., Okulewicz, A., Baskiewicz, K. 2009. Preliminary studies on the zoonotic importance of rodents as a reservoir of toxocariasis from recreation grounds in Wrocław (Poland). *Helminthologia* 46. 80 – 84.
- Hinney, B., Gottwald, M., Moser, J., Reicher, B., Schafer, B. J., Schaper, R., Joachim, A., Kunzel, F. 2017. Examination of anonymous canine faecal samples provides data on endoparasite prevalence rates in dogs for comparative studies. *Veterinary Parasitology* 245. 106-115.



- Hrčkova, G., Miterpáková, M., O'Connor, A., Šnábel, V., Olson, P. D. 2011. Molecular and morphological circumscription of *Mesocestoides* tapeworms from red foxes (*Vulpes vulpes*) in central Europe. *Parasitology* 138. 638 – 647.
- Iori, A., Leto, A. 1990. First report of *Pterygodermatites (Multipectines) affinis* (Jagerskiöld, 1904) Quentin, 1969, in the fox in Italy. *Parassitologia* 32(3). 359 – 362.
- Khazan, H., Khazaei, M., Tabaei, S. J. S. 2012. Prevalence of *Toxocara* spp. eggs in public parks in Tehran city, Iran. *Iranian Journal of Parasitology* 7 (3). 38-42.
- Kirkova, Z., Georgieva, D., Raychev, E. 2006. Study on the prevalence of trichuriasis in different categories of dogs and wild carnivores. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* 9. 141 – 147.
- Knaus, M., Baker, C. F., Reinemeyer, C. R., Chester, S. T., Rosentel, J., Rehbein, S. 2014. Efficacy of a novel tropical combination of fipronil, (S)-methoprene, eprinomectin and praziquantel against adult and larval stages of *Toxocara cati* in cats. *Veterinary Parasitology* 202. 34-39.
- Lahmar, S., Boufana, B., Ben Boubakers, S., Landolsi, F. 2014. Intestinal helminths of golden jackals and red foxes from Tunisia. *Veterinary Parasitology* 204(3 – 4). 297 – 303.
- Larivière, S., Pasitschniak – Arts, M. 1996. Mammalian species No. 537: *Vulpes vulpes*. *American Society of Mammalogists*: pp. 1 – 11.
- Lee, A. C. Y., Schantz, P. M., Kazacos, K. R., Montgomery, S. P., Bowman, D. D. 2010. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in Parasitology* 26. 155 – 161.
- Ma, G., Holland, C. V., Wang, T., Fan, C. K., Hofmann, A., Maizels, R. M., Hotez, P. J., Gasser, R. B. 2017. Human toxocarosis. *The Lancet Infectious Diseases*. 1-11.
- Macpherson, C. N. L. 2013. The epidemiology and public health importance of toxocarosis: A zoonosis of global importance. *International Journal for Parasitology* 43. 999-1008.
- Magi, M., Macchioni, F., Dell'Omodarme, M., Prati, M. C., Calderini, P., Gabrielli, S., Iori, A., Cancrini, G. 2009. Endoparasites of *Vulpes vulpes* in Central Italy. *Journal of Wildlife Diseases* 45(3). 881 – 885.
- Magi, M., Guardone, L., Prati, M. C., Mignone, W., Macchioni, F. 2015. Extraintestinal nematodes of the red fox *Vulpes vulpes* in north-west Italy. *Journal of Helminthology* 11. 1 – 6.
- Magi, M., Guardone, L., Mignone, W., Prati, M. C., Macchioni, F. 2016. Intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-west Italy. *Helminthologia* 53. 31-38.

- MagnaVal, J. F., Glickman, L. T., Dorchie, P. 1994. Toxocarosis, a major helminthic zoonosis. *Revue de Médecine Vétérinaire* 145. 611 – 627.
- MagnaVal, J. F., Glickman, L. T., Dorchie, P., Morassin, B. 2001. Highlights of human toxocarosis. *The Korean Journal of Parasitology* 39. 1 – 11.
- Malloy, W. F., Embil, J. A. 1978. Prevalence of *Toxocara* spp. and other parasites in dogs and cats in Halifax, Nova Scotia. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 42. 29 – 31.
- Manfredi, M. T., Genchi, C., Deplazes, P., Trevisiol, K., Fraquelli, C. 2002. *Echinococcus multilocularis* infection in red foxes in Italy. *Veterinary Record* 150. 757 – 758.
- Martini, M., Poglayen, G. 1990. Study of the value of coprology in carnivores. *Epidemiologie et Santé Animale* 18. 123 – 133.
- Mirzaei, M., Fooladi, M. 2012. Prevalence of intestinal helminthes in owned dogs in Kerman city. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 5 (9). 735-737.
- Mirzayans, A. 1971. Incidence of gastrointestinal helminths of domestic cats in Teheran, area of Iran. *The Journal of Parasitology* 57. 1296.
- Miterpaková, M., Hurníková, Z., Antolová, D., Dubinský, P. 2009. Endoparasites of red fox (*Vulpes vulpes*) in the Slovak Republic in the emphases on zoonotic species *Echinococcus multilocularis* and *Trichinella* spp. *Helminthologia* 46. 73 – 79.
- Morgan, E. R. 2013. Dogs and nematode zoonoses. *Dogs, zoonoses and public health* 9. 153.
- Novak, J., Panska, L., Machacek, T., Kolarova, L., Horak, P. 2017. Humoral response of mice infected with *Toxocara canis* following different infection schemes. *Acta Parasitologica* 62(4). 823-835.
- Öge, S., Öge, H. 2000. Prevalence of *Toxocara* spp. Eggs in the soil of public parks in Ankara, Turkey. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 107. 72 – 75.
- Okulewicz, A., Perec – Matysiak, A., Bunkowska, K., Hildebrand, J. 2012. *Toxocara canis*, *Toxocara cati* and *Toxascaris leonina* in wild and domestic carnivores. *Helminthologia* 49. 3 – 10.
- Oliveira-Segqueira, T. C. G., Amarante, A. F. T., Ferrari, T. B., Nunes, L. C. 2002. Prevalence of intestinal parasites in dogs from Sao Paulo State. *Revista brasileira de parasitologia veterinaria* 103. 19 – 27.
- O’Loreain, P. 1994. Epidemiology of *Toxocara* spp. in stray cats in Dublin, Ireland. *Journal of Helminthology* 68. 33 – 36.
- Othman, A. A. 2012. Therapeutic battle against larval toxocarosis: Are we still far behind?. *Acta Tropica* 124. 171-178.

- Overgaauw, P. A. M. 1997. General introduction aspects of *Toxocara* epidemiology, Toxocarosis in dogs and cats. *Critical Reviews in Microbiology* 23(3), 233-251.
- Papadopoulos, H., Himonas, C., Papazahariadou, M., Antoniadou-Sotiriadou, K. 1997. Helminths of foxes and other wild carnivores from rural areas in Greece. *Journal of Helminthology* 71(3). 227 – 232.
- Pavlinová, J., Kinčeková, J., Ostro, A., Saksun, L., Vasilková, Z., Königová, A. 2011. Parasitic infections and pregnancy complications. *Helminthologia* 48. 8 – 12.
- Pawlowski, Z. 2001. Toxocariasis in humans: clinical expression and treatment dilemma. *Journal of Helminthology* 75. 299 – 305.
- Pétavy, A. F., Deblock, S., Prost, C. 1990. Epigemiology of alveolar echinococcosis in France. 1. Intestinal helminths in red foxes (*Vulpes vulpes*) from Haute-Savoie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 65(1). 22 – 27.
- Reiterová, K., Halasová, D., Miterpáková, M., Kinčeková, J., Juriš, P., Stanko, M., Dubinský, P. 2004. Circulation of toxocarosis in countryside and hazard of its transmission. *Slovak Veterinary Journal* 29. 34 – 36.
- Reiterová, K., Tomašovičová, O., Dubinský, P. 2006. Influence of *Toxocara canis* infection during pregnancy on offspring resistance towards re-infection. *Parasitology* 132. 625 – 633.
- Reiterová, K., Antolová, D., Zalešny, G., Stanko, M., Špilovská, S., Mošanský, L. 2013. Small rodents-permanent reservoirs of toxocarosis in different habitats of Slovakia. *Helminthologia* 50. 20-26.
- Reperant, L. A., Hegglin, D., Fischer, C., Kohler, L., Weber, L. M., Deplazes, P. 2007. Influence of urbanization on the epidemiology of intestinal helminths of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Geneva, Switzerland. *Parasitology Research* 101(3). 605 – 611.
- Reperant, L. A., Hegglin, D., Tanner, I., Fischer, C., Deplazes, P. 2009. Rodents as shared indicators for zoonotic parasites of carnivores in urban environments. *Parasitology* 136. 329 – 337.
- Richards, D. T., Harris, S., Lewis, J. W. 1995. Epidemiological studies on intestinal helminth parasites of rural and urban red foxes (*Vulpes vulpes*) in the United Kingdom. *Veterinary Parasitology* 59(1), 39 – 51.
- Richards, D. T., Harris, S., Lewis, J. W. 1993. Epidemiology of *Toxocara canis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) from urban areas in Bristol. *Parasitology* 107.167 – 173.
- Roming, T., Kratzer, W., Kimmig, P., Frosch, M., Gaus, W., Flegel, W. A., Gottstein, B., Lucius, R., Beckh, K., Kern, P. 1999. An epidemiologic survey of human alveolar echinococcosis in

- southwestern Germany. Römerstein Study Group. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 61(4). 566 – 573.
- Sadjjadi, S. M., Khorsravi, M., Mehrabani, D., Oryan, A. 2000. Seroprevalence of *Toxocara* infection in school children in Shiraz, Southern Iran. Journal of Tropical Pediatrics 46. 327 – 330.
- Saeed, I., Maddox – Hyttel, C., Monrad, J., Kapel, C. M. 2006. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Denmark. Veterinary Parasitology 139(1). 168 – 179.
- Segovia, J. M., Torres, J., Miquel, J. 2004. Helminth parasites of the red foxes (*Vulpes vulpes*) in the Iberian Peninsula: an ecological study. Acta Parasitologica 49. 67 – 79.
- Senlik, B., Cirak, V. Y., Karabacak, A. 2006. Intestinal nematode infections in Turkish military dogs with special reference to *Toxocara canis*. Journal of Helminthology 80. 299 – 303.
- Stancampiano, L., Capelli, G., Schiavon, E., Mutinelli, F., Bozzolan, G. 1998. Trichinellosis, sarcoptic mange, filariosis and intestinal helminths stability in a red fox population (*Vulpes vulpes*). Parassitologia 40(1). 171.
- Stuchlý, I. 1995. Nemá váš pes cizopasníky?: nejčastější, nejnebezpečnější a další cizopasníci psa - jejich tlumení a ochrana před nimi. Nutricyon, Praha.
- Talvik, H., Moks, E., Magi, E., Jarvis, T., Miller, I. 2006. Distribution of *Toxocara* infection in the environment and in definitive and paratenic hosts in Estonia. Acta Veterinaria Hungarica 54. 399 – 406.
- Tomašovičová, O., Havasiová-Reiterová, K., Dubinský, P., Hovorka, I. 1993. Intrauterine and lactogenic transfer of *Toxocara canis* larvae in paratenic hosts. Helminthologia 30. 111 – 113.
- Toparlak, M., Gargili, A., Tüzer, E., Keles, V., Ulutas Esatgil, M., Cetinkaya, H. 2002. Contamination of children's playground sandpits with *Toxocara* eggs in Istanbul, Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 26. 317 – 320.
- Traversa, D., 2011. Are we playing too much attention to cardiopulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis*? Parasites and Vectors 4. 32 – 43.
- Tyungu, D. L., Lau, C. L., Mejia, R., Pollack, H. 2017. Parasites in the park: an epidemiologic study of NYC parks for *Toxocara* species. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 95(5). 202-202.
- Varghese, A., Raina, O. K., Chandra, D., Mirdha, B. R., Kelawala, N. H., Solanki, J. B., Kumar, N., Ravindran, R., Arun, A., Rialch, A., Lalrinkima, H., Kelawala, R. N., Samanta, S. 2017. Serodetection of *Toxocara canis* infection in human with *T. canis* recombinant arginine kinase, cathepsin L-1 and TES-26 antigens. Acta Parasitologica 62(4). 775-778.

- Vergles Rataj, A., Posedi, J., Zele, D., Vengušt, G. 2013. Intestinal parasites of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Slovenia. *Acta Veterinaria Hungarica* 61(4). 454 – 462.
- Veronesi, F., Morganti, G., Di Cesare, A., Lepri, E., Cassini, R., Zanet, S., Deni, D., Chiari, M., Ferroglio, E. 2014. *Eucoleus boehmi* infection in red fox (*Vulpes vulpes*) from Italy. *Veterinary Parasitology* 206(3). 232 – 239.
- Vervaeke, M., Dorny, P., De Bruyn, L., Vercammen, F., Jordaens, K., Van Den Berge, K., Verhagen, R. 2005. A survey of intestinal helminths of the red foxes (*Vulpes vulpes*) in Northern Belgium. *Acta Parasitologica* 50(3). 221 – 227.
- Wolfe, A., Hogan, S., Maguire, D., Fitzpatrick, C., Vaughan, L., Wall, D., Hayden, T. J., Mulcahy, G. 2001. Red foxes (*Vulpes vulpes*) in Ireland as hosts for parasites of potential zoonotic and veterinary significance. *Veterinary Record* 9(25). 759 – 763.
- Wolfe, A., Wright, I. P. 2003. Human toxocariasis and direct contact with dogs. *Veterinary Record* 152. 419 – 422.
- Yaman, M., Ayaz, E., Gul, A., Muz, M. N. 2006. Investigation of helminth infections of cats and dogs in the Hatay province. *Türkiye Parazitoloji Derneği* 30. 200 – 204.
- Zibaei, M., Sadjjadi, S. M., Sarkari, B. 2007. Prevalence of *Toxocara cati* and other intestinal helminths in stray cats in Shiraz, Iran. *Tropical Biomedicine* 24(2). 39-43.

