

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Měchovci rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria*

Bakalářská práce

Autor práce: Natálie Fišerová

Obor studia: Kynologie

Vedoucí práce: Ing. Iveta Angela Kyriánová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 21.4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Ing. Ivetě Angele Kyriánové, Ph.D. za pomoc s vypracováním mé bakalářské práce, za její užitečné rady, podporu a ochotu při naší vzájemné komunikaci. Dík patří i mé rodině a spolužákům, kteří mi vždy poskytnou pomocnou ruku.

Měchovci rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria*

Souhrn

Tato bakalářská práce, psaná formou literární rešerše, se zaměřuje na měchovce z rodů *Ancylostoma* a *Uncinaria*, a především na jejich význam pro psovitě šelmy.

První kapitola se zabývá taxonomií těchto parazitů a krátce se v ní popisují jednotlivé taxony. V dalších kapitolách je pak blíže rozebrána anatomie, morfologie a vývojové cykly u konkrétních druhů. Následuje seznámení s patogenitou, které je kvůli rozsahu informací rozdělené na dvě části, přičemž v jedné se lze dočíst o patogenitě u psovitých šelem a v druhé u lidí. Popsány jsou i některé klinické případy nakažených jedinců. Nechybí ani přehled rozšíření těchto parazitů a způsoby prevence onemocnění, léčba a problematika rezistence na antiparazitika a v neposlední řadě diagnostické metody.

Cílem práce je zlepšit informovanost o této problematice a přispět k lepší prevenci a léčbě těchto infekcí u psovitých šelem i lidí. Je totiž velmi důležité o této problematice veřejnost neustále informovat a šířit povědomí o rizicích nákaz.

Klíčová slova: hlístice, endoparazit, infekce, *Canis lupus f. familiaris*

Hookworm of the genus *Ancylostoma* and *Uncinaria*

Summary

This bachelor's thesis, written in the form of a literature review, focuses on hookworms from the genera *Ancylostoma* and *Uncinaria*, and especially on their significance for canids. The first chapter deals with the taxonomy of these parasites and briefly describes individual taxa. In the following chapters, the anatomy, morphology, and life cycles of specific species are examined in detail. This is followed by an introduction to pathogenicity, which is divided into two parts due to the scope of information, one covering pathogenicity in canids and the other in humans. Some clinical cases of infected individuals are also described. An overview of the distribution of these parasites and methods of prevention, treatment, and the issue of resistance to antiparasitics, as well as diagnostic methods, are also included. The aim of the thesis is to improve awareness of this issue and to contribute to better prevention and treatment of these infections in canids and humans. It is very important to constantly inform the public about this issue and raise awareness of the risks of infection.

Keywords: hookworm, endoparasite, infection, *Canis lupus f. familiaris*

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Taxonomie	3
3.2 Anatomie a morfologie	4
3.3 Vývojové cykly	7
3.4 Patogenita	11
3.4.1 Patogenita u psovitých šelem	11
3.4.2 Patogenita u lidí.....	13
3.5 Hostitelé a rozšíření	17
3.6 Prevence onemocnění.....	21
3.7 Léčba a rezistence.....	22
3.7.1 Léčba.....	22
3.7.2 Rezistence	25
3.8 Diagnostika.....	25
4 Závěr	29
5 Literatura	30
6 Seznam zkratek a symbolů	41
7 Samostatné přílohy.....	41

1 Úvod

Nematoda, neboli hlístice, jsou rozšířenou a významnou skupinou organismů, které mohou být parazity zvířat i člověka. Jsou to drobní paraziti s válcovitým tělem, kteří se vyskytují v různých prostředích a využívají různé způsoby výživy. Mnoho druhů nematod může způsobovat zdravotní problémy, od mírných až po závažné, a představují také značné ekonomické riziko.

Tato bakalářská práce se zaměřuje především na problematiku měchovců rodu *Uncinaria* a *Ancylostoma*, významné endoparazity tenkého střeva teplokrevných obratlovců, obojživelníků a plazů. Psovitě šelmy mohou být nakaženi obrovskou škálou parazitických organismů. Ne všechny tyto organismy však postiženého jedince ohrožují na životě. Průběh onemocnění ovlivňuje u hostitele jeho stáří, kondice, zdravotní a psychický stav, míra imunity a další. U psů je velkým faktorem člověk, který poskytuje nejen antiparazitární přípravky a veterinární péči, ale také se psem cestuje, bere ho do různorodých prostředí i mezi jiná zvířata, rozhoduje o jeho kondici prostřednictvím výživy a péče. Lidé se čím dál tím více přiklání k organickým alternativám léčiv či zemědělství, což může zapříčinit větší výskyt parazitů. Na světě žije okolo 1 miliardy psů, kteří mají s člověkem významně propojené životy. Z toho vyplývá i velký počet zoonóz, které pes na člověka přenáší. Odhaduje se, že měchovci je nakažena až miliarda lidí na planetě, z nichž naprostou většinu tvoří onemocnění zapříčiněná *Ancylostoma duodenale* a *Necator americanus*. To znamená, že mají poměrně velký význam nejen co se týká lidského zdraví, ale také ekonomiky států.

V některých případech mohou ve svých hostitelích i budovat imunitu, která je pro jejich život důležitá. Tito parazité jsou považováni za závažný zdravotní problém, nejen pro domácí mazlíčky, ale i pro volně žijící šelmy. Práce se zabývá zejména biologií těchto měchovců, jejich výskytem a způsobům infekce u šelem. Dále se práce zaměřuje na možnosti diagnostiky a léčby těchto parazitů, včetně problematiky rezistence na antiparazitika.

Cílem práce je zlepšit informovanost o této problematice a přispět k lepší prevenci a léčbě těchto infekcí u psovitých šelem i lidí.

2 Cíl práce

Cílem práce je formou literární rešerše podrobně zmapovat problematiku měchovců rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* u psovitých šelem.

3 Literární rešerše

Nemoci způsobované rody *Ancylostoma* a *Uncinaria* lidstvo provází už stovky let. Dokonce o nich existují i zmínky z dob starého Egypta, Říma a Číny. První podrobnější popis však vznikl až v roce 1838 na základě nálezů doktora Angela Dubiniho. V této době se mluvilo o parazitu „*Agchylostoma duodenale*“. V roce 1854 se pak tomuto druhu věnoval i lékař Wilhelm Griesinger, který osvětlil klinický obraz při silné nákaze vojáka, který ji následně i podlehl. Další zdravotník, který se věnoval v roce 1866 stejnému parazitovi, Otto Wucherer, objasnil jeho vztah k tropické anémii. V dřívějších dobách se podobným nákazám (*Ancylostoma dudodenale*, *Necator americanus*) možná také proto přezdívalo tropické geohelmintózy (Chapman et al., 2021; Nolan et al., 2002).

Název rodu *Ancylostoma* je odvozen ze dvou řeckých slov, a to *Ancylos* – zahnutá a *Stoma* – ústa, který vychází z morfologických znaků jeho zástupců (Mehlhorn, 2008).

Měchovci rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* jsou parazité, kteří představují vysoké riziko infekce pro mnoho druhů obratlovců a živí se krví svých hostitelů (Seppo Saari et al., 2018). Nakažení jedinci pak mohou podlehnout silné infekci, která může vést až k úhynu, ale v některých případech je průběh onemocnění pouze lehký či úplně bezpříznakový. Další nebezpečnou vlastností těchto měchovců je, že velká část z nich má zoonotický potenciál, což platí hlavně u druhů, kteří parazitují u psů a koček. Jedním z nejvýznamnějších zoonotických onemocnění je syndrom kutánní larvy migrans (Bowman et al., 2010).

3.1 Taxonomie

Rodové jméno *Uncinaria* a *Ancylostoma* označuje skupinu malých parazitických organismů z čeledi *Ancylostomidae*. Tito parazitičtí helminti se dělí do dvou hlavních a jednoho menšího taxonu. První dva taxony jsou Nematoda a Platyhelminthes (ploštěnci), přičemž ploštěnci se dále dělí na Trematoda (motolice) a Cestoda (Tasemnice). Menší taxon představují Acanthocephala (vrtejši) (Van Megen et al., 2009).

Měchovci se řadí do říše Metazoa, kmenu Nematoda, třídy Secernentea a řádu Strongylida. Tato práce se zaměřuje na rody *Ancylostoma* a *Uncinaria* z nadčeledi Ancylostomatoidea, podčeď Ancylostomatidae (da Silva & de Farias, 2020).

Kmen Nematoda (hlístice) se dělí na dvě třídy, Secernatea a Adenophorea. Tento kmen je velmi rozmanitý, vyskytuje se po celém světě a obývá jak vodní, tak suchozemské prostředí. Parazitují v různých soustavách svých hostitelů, od gastrointestinálního traktu až po nervový systém (Meldal et al., 2007). Zástupci hlístic zahrnují okolo 1 000 000 druhů organismů (někteří autoři odhadují mnohem větší počet), a jsou tak jedním z druhově nejbohatších a všudypřítomných kmenů. I přes takto vysoký počet zástupců bylo podrobněji popsáno pouze okolo 28 000 druhů. Mnoho z těchto druhů ohrožuje zvířata zdravotně, reprodukčně nebo ovlivňuje jejich růst a nabírání hmotnosti. Pro lidi je výrazně nebezpečných jen málo druhů (Gilabert & Wasmuth, 2013). Někteří zástupci jsou významnými biologickými indikátory a někteří zase výrazně ovlivňují koloběh živin, což se promítá do celkové funkce přírodních ekosystémů (Ahmed et al., 2015).

Aktuálně se také Nematoda rozděluje na dva klády, Dorylaimea a Chromadorea, přičemž rody *Ancylotoma* a *Uncinaria* spadají pod klád Chromadorea (Van Megen et al., 2009).

Třída Secernentea má velký veterinární význam. Dělí se do 16 nadčeledí, z nichž pro tuto práci je nejdůležitější nadčeleď Ancylostomatoidea. Tyto nadčeledi se můžou ještě rozdělit do dvou skupin, dle toho, zda jsou jejich zástupci opatřeni kopulační burzou či nikoliv (Taylor et al. 2007).

Řád Strongylida zahrnuje parazitické obratlovce, cizopasíci povětšinou ve střevech svých hostitelů. Dělí se do pěti nadčeledí, a to Ancylostomatoidea, Strongyloidea, Diaphanocephaloidea, Metastrongyloidea a Trichostrongyloidea. Mnoho druhů z těchto nadčeledí je ekonomicky velmi důležitých, protože ohrožují savce, domestikovaná zvířata, a dokonce i člověka. Jsou to obligátní parazité, což znamená, že bez svého hostitele nedokážou přežít (Loukas et al., 2016; Chilton et al., 2006).

Nadčeleď Ancylostomatoidea se vyznačuje výrazně sklerotizovanými ústy. Jsou to krevsající parazité obojživelníků, plazů a především savců. Jejich cílovým orgánem je obvykle tenké střevo (Cheng, 2012). Zástupci prodělávají přímý vývojový cyklus a jejich infekčním stádiem je filariformní larva L₃ (Beugnet et al., 2018).

Kromě dvou již zmiňovaných rodů se do nadčeledi Ancylostomatoidea řadí i další rody *Bunostomum*, *Gaigeria*, *Necator*, *Globocephalus*, *Placoconus* a *Agriostomum*. V této práci jsou popsány především druhy *Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859), *A. ceylanicum* (Looss, 1911), *A. duodenale*, *A. braziliense* (Gomes de Faria, 1910), *A. tubaeforme* (Zeder, 1800) a *Uncinaria Stenocephala* (Railliet, 1884) (Van Megen et al., 2009). Další druh, *Ancylostoma buckleyi*, byl popsán Scioscia et al. (2016), tímto druhem však do roku 2010 nebyl prokazatelně nakažen ani jeden člověk a ani u psovitých šelem není příliš rozšířený (Bowman et al., 2010). Do podčeledi Ancylostomatidae patří také druhy *Ancylostoma kusimaense* a *Arthrostoma miyazakiense*, které jsou však významné pouze v Asijských zemích (Shin, Sung-Shik et al., 2007).

3.2 Anatomie a morfologie

Paraziti rodu *Uncinaria* a *Ancylostoma* mají dlouhé a tenké tělo, které je přizpůsobeno pro život v trávicím traktu hostitele. Tělo je pokryto tenkou vrstvou kutikuly a mají výrazně vyvinutý svalový systém. Kruhový ústní otvor a dvě řady háčků jim umožňují přichytit se na stěnu střeva hostitele. Jedinci mají většinou šedočervenou barvu, která závisí na tom, kdy naposledy přijímali potravu (Beugnet et al., 2018).

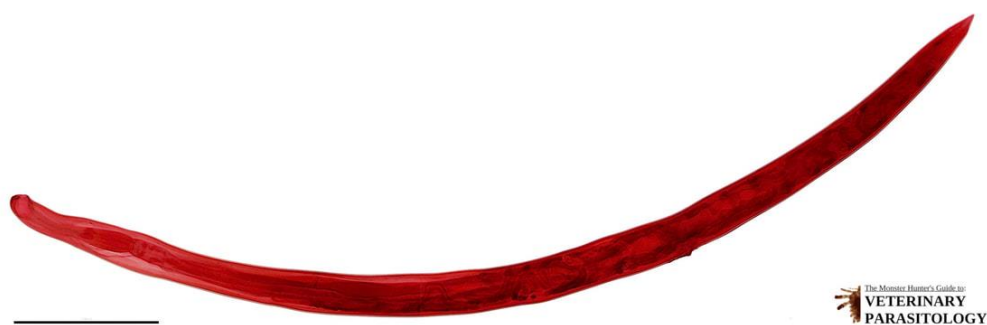
Hlístice mají tubulární trávicí trakt, který začíná v oblasti úst a je zakončen řitním otvorem. Trávicí soustava se skládá pouze z jícnu a jednoduchého střeva (Nolan et al., 2002). U rhabditiformních larev L₁ zaujímá jícen téměř třetinu celého těla. V tomto stádiu je jícen místem, kde je tělo larvy nejširší, ale jeho velikost se s růstem zmenšuje v poměru k velikosti těla. V tomto stádiu jsou larvy velmi málo aktivní, téměř se nepohybují a potravu přijímá pouze příležitostně. Druhé stádium, L₂, je významné především tím, že je to hlavní fáze příjmu potravy a je už schopno pomalu se pohybovat (Croll, 1972).

Jedním z nejdůležitějších společných anatomických znaků rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* je bukální kapsla, která se nachází mezi ústním otvorem a proximálním zakončením hltanu a je součástí trávicí soustavy a na jejím ventrálním okraji jsou přítomny řezací destičky nebo zuby (Lee et al., 2002). Vylučovací a trávicí soustava je jednoduchá a tubulární (Yeates et al. 2009).

Další společnou vlastností těchto organismů je přítomnost kutikuly, což je svrchní bezbarvá až téměř průsvitná vrstva, která tvoří součást hydrostatického exoskeletonu. Pokud se kutikula poškodí, jedinec přestává být schopen pohybu a následně umírá (Page & Johnstone, 2007). Kutikula se jedincům svléká pokaždé, když mění svou morfologickou podobu. Pod kutikulou se nachází mnohojaderný útvar, hypodermis (Nolan et al., 2002). Pohyb jedinců je umožněn střídavými stahy a relaxací svalstva na ventrální a dorzální straně těla (Taylor et al. 2007).

U hlístic se projevuje sexuální dimorfismus, což znamená, že lze jednoduše rozpoznat jedince samčího a samičího pohlaví. Samice jsou obvykle větší než samci a mají dělohu, vaječník, vejcovod a vaginu zakončena vulvou. U samců je to pak chámovod a jedno varle, které vyúsťuje v ejakulační kanálek (da Silva & de Farias, 2020). Morfologické znaky všech druhů zahrnují spikuly, které jsou si navzájem podobné, ale liší se svou velikostí. Spikuly jsou samčí pohlavní orgány, které slouží ke kopulaci (Nolan et al, 2002).

Ancylostoma caninum (měchovec psí) je největším zástupcem tohoto druhu s délkou až 20 mm u samic a kolem 13 mm u samců. Obvykle mají bělavé až šedé zbarvení, ale po konzumaci potravy se mohou na jejich těle objevit červené odstíny, způsobené cirkulací krve. V jejich velké bukální kapsli se nachází pár ventrolaterálních zubů a 3 páry okrajových zubů. Samci mají dobře vyvinutou kopulační burzu s paprsky rozdělenými do tří větví a jsou opatřeni tenkými a dlouhými spikulami, které jsou napojeny na tuto burzu (da Silva & de Farias, 2020). Tenkostěnná, oválná vajíčka se stěnami soudkovitého tvaru mají rozměry 58-76 x 34-46 μm a obsahují 2 až 8 blastomer (Araceli et al., 2012). Larvy mívají okolo 630 μm (Dini et al., 2007).



Obrázek č. 1: Dospělá samice *Ancylostoma caninum*, 40x zvětšení, měřítko 1,000 μm (Lance Wheeler, 2018)

Samice druhu *Ancylostoma braziliense* dosahují velikosti okolo 10 mm, zatímco samci jsou menší a měří přibližně 7,5 mm. Tento druh je obvykle bělavé barvy a má válcovitý tvar těla. V hluboce vyvinuté a podlouhlé bukální kapsli se nacházejí malé ventrální a velké trojúhelníkovité dorsální zuby. Velikost vajíček se pohybuje okolo 75–95 na 41–45 μm (Taylor et al. 2007). Délka larvy je přibližně 650 μm (Le Joncour et al., 2012). U samic je tělo prohnuté na úrovni vulvy, což je odlišuje od samic ostatních druhů rodu *Ancylostoma* (Bojan et al., 2016).

Ancylostoma ceylanicum je velmi podobný druh jako *A. braziliense* a dříve byly tyto druhy často zaměňovány, někteří je dokonce považovali za identické. V roce 1951 byl však *A. ceylanicum* nalezen v těle cibetky (*Viverricula malaccensis*) v oblasti Ceylonu a stanovila se kritéria pro rozlišení těchto dvou druhů. V některých starších zdrojích se může objevovat původní název druhu, *Ancylostoma gilsoni* (Biocca, E., 1951).

Od *A. braziliense* se *A. ceylanicum* liší kutikulárními pruhy, které jsou u *A. ceylanicum* širší a velikostí vnitřních ventrálních zubů. Ty jsou u tohoto druhu větší. Samice *A. braziliense* jsou štíhlejší (samci také, ale pouhým okem to většinou nelze rozpoznat) a další rozdíly u dospělých stádií se vyskytují v oblastech laterálních laloků a paprscitých výběžků. Larvy se odlišují příčným pruhováním, které je u *A. ceylanicum* výraznější. Rozeznávání těchto dvou druhů je důležité, protože v některých oblastech Asie a Indonésie jsou oba druhy nákazy poměrně početně zastoupeny (Traub, 2013).

Ancylostoma tubaeforme (měchovec kočičí) se od *A. caninum* odlišuje svou velikostí, jinak jsou tyto druhy vzhledově téměř identické. Druhový název, *tubaeforme*, vychází latinského slova, které v češtině znamená „trubkovité“ a popisuje tak tvar těla druhu (Mehlhorn, H., 2008). S tímto druhem se také lze ve starších zdrojích setkat pod názvem *Strongylus Tubaeforme* (Nolan et al. 2002).

Samice *A. tubaeforme* mohou dosáhnout délky až 15 mm, zatímco samci jsou přibližně 10 mm dlouzí. Jeden z hlavních rozdílů mezi tímto druhem a *A. caninum* jsou spikuly, které jsou u *A. tubaeforme* až o polovinu větší. Velikost vajíček tohoto druhu se pohybuje mezi 56 a 75 μm na 34 až 47 μm (Ash & Orihel, 2020).

Druh *Ancylostoma duodenale* má světlejší zbarvení a válcovitý tvar. Tento druh je někdy nazýván jako měchovec starého světa. Délka jedinců tohoto druhu se pohybuje mezi 8 a 13 mm. Pár malých zubů a dva velké zuby jsou umístěny v bukální kapsli (Taylor et al. 2007).

Ancylostoma Buckleyi (Le Roux & Biocca, 1957) je méně významný než ostatní druhy rodu *Ancylostoma*. Je opatřen třemi páry ventrálních zubů a dvěma páry dorso-laterálních zubů, které je odlišují od ostatních druhů rodu *Ancylostoma*. Dalším znakem, podle kterého lze tento druh rozpoznat, je koncová část dorzálního laloku samčí kopulační bursy. Bukální kapsle je nálevkovitého tvaru. Samci dorůstají velikosti okolo 6-9 mm a samice 10-15 mm (Scioscia et al., 2016).

V Asijských zemích se lze setkat s *A. kusimaense*. Tento druh má na těle příčně pruhovanou kutikulu a dorůstá délky přibližně 8,6-8,7 mm při šířce těla 0,4-0,5 mm. Od ostatních druhů se dá rozpoznat na základě relativní velikosti, velikosti vnitřních i vnějších zubů a popřípadě dle uspořádání burzálních paprsků. Vnitřní zuby jsou pevné a mají tvar trojúhelníku. Toto se liší od druhu *A. ceylanicum*, u kterého jsou zuby jemné a zahnuté do tvaru háčku (Sato & Aoki, 2006).

Arthrostoma miyazakiense je dalším významným druhem, který se vyskytuje především v Asii, stejně jako *A. kusimaense*. Tento druh se odlišuje přítomností prevulválních papil na pravé straně těla a 10 kloubních destiček v bukální kapsli. Další významnou vlastností tohoto druhu je absence zubů v bukální kapsli. Vajíčka tohoto druhu dosahují velikosti 60-65 x 35-40 μm a téměř je nelze odlišit od vajíček druhu *A. caninum* (Shin, Sung-Shik, et al., 2007).

Jediným zástupcem rodu *Uncinaria*, který parazituje u psovitých šelem, je *Uncinaria stenocephala* (měchovec liščí). Vyskytuje se hojně a někdy je nazýván měchovec severní (Seppo Saari et al., 2018). Rodové jméno pochází z latinského slova *uncinatus*, což znamená hákovitý, zatímco druhové jméno je odvozeno z řeckých slov *stenas* a *cephalon* nebo *kephale*, což znamená úzká hlava (Mehlhorn, 2008). Tento parazit má bělavé zbarvení. Samice jsou větší, měří okolo 7-12 mm, zatímco samci měří od 5 do 8,5 mm. Bukální kapsle je velká a má kuželovitý tvar a na chitinových destičkách se nachází pár subventrálních zubů. Samci jsou opatřeni úzkými spikuly a mají dobře vyvinutou kopulační bursu s kratším dorsálním lalokem,

který je částečně oddělen od delších laterálních laloků. Na distálním konci těla samic je přítomen háčkovitý přívěsek (Seppo Saari et al., 2018). Vajíčka jsou tenkostěnná, vejčitého tvaru. V době, kdy jsou vylučovány do prostředí s výkaly, obsahují 2 až 8 velkých blastomer a mají rozměry 70–90 na 35–60 μm (Mehlhorn, 2008). Larva L_1 ve vnějším prostředí dosahuje zhruba 290–360 μm . V hostiteli se velikost může lišit a bývá obvykle větší (Seppo Saari et al., 2018). Další stádia svou velikostí dosahují mezi 500 až 580 μm (Chu et al., 2013).



Obrázek č. 2: Larva *Uncinaria stenocephala* z kožní biopsie měřící 572 μm (Chu et al., 2013)

3.3 Vývojové cykly

Měchovci procházejí během svého života několika stádii. Jsou to oviparní (vejcorodé) organismy, což znamená, že vajíčka z těla samice odchází do vnějšího prostředí (Taweethavonsawat & Schaper, 2010). Nakladená vajíčka následně prochází vývojem, při kterém se několikrát svlékají a ztrácejí svůj kutikulární plášť. Prvním stádiem vajíčka je morula, která se skládá z osmi buněk. Druhé stádium se nazývá gastrula (Uppal et al., 2017). Vajíčka rodu *Ancylostoma caninum* se správně vyvíjejí při teplotách mezi 20 a 30 $^{\circ}\text{C}$ a potřebují lehkou, teplou a vlhkou půdu bez přímého slunečního záření (Bowman et al., 2010). Líhnutí vajíček může ovlivnit i obsah kyslíku a oxidu uhličitého a také pH v obývaném prostředí (Strube & Mehlhorn, 2021).

Larvy se také postupně svlékají a přecházejí do dalších stádií – L_1 , L_2 a infekčního L_3 . Většinou se svléknou dvakrát, než se dostanou do infekčního stádia L_3 . Aby se tato larva mohla pohybovat, potřebuje vlhké prostředí, například dešťové kapky či rosu na vegetaci. Tam vyčkává na příležitost proniknout do hostitele, ať už perorální či perkutánní cestou (Lefkaditis, 2001). Poté se larva L_3 musí svléknout ještě dvakrát, aby dosáhla dospělého stádia. V těle hostitele může larva projít i stádiem L_4 (Mehlhorn, 2008; Loukas & Prociv, 2001). Měchovci jsou citliví na podmínky ve vnějším prostředí, což může ovlivnit jejich vývoj. Pro správný vývoj larev je ideální teplota mezi 18 a 26 $^{\circ}\text{C}$. Při vyšší teplotě se sice vývoj urychluje, ale zvyšuje se také úmrtnost. S klesající teplotou se naopak vývoj zpomaluje. Pokud je teplota nižší než 0 $^{\circ}\text{C}$

nebo vyšší než 45 °C, tak larvy umírají. Na přímém slunci larvy vysychají. Nezbytná je také vysoká vlhkost (Beknazarova, 2020; Bowman et al., 2010).

U rodu *Ancylostoma* probíhá přímý vývojový cyklus. Samice tohoto rodu jsou velmi plodné a dokážou během jednoho dne vyprodukovat až 20 000 vajíček (Mehlhorn, 2001). Tato tenkostěnná vajíčka mají jen jednu membránu, která se může rozpadnout v průběhu putování trávicím traktem (Daba et al., 2021). Po vyloučení hostitelem s výkaly se vajíčka v prostředí líhnou a procházejí vývojem přes larvální stádia L_1 a L_2 až k infekčnímu stadiu L_3 . Tento proces za optimálních podmínek trvá asi 5 dní (Seppo Saari et al., 2018). Pro správný vývoj vajíček je nezbytná vysoká vlhkost a dostatek kyslíku (Lefkaditis, 2001). Larvy L_1 i L_2 jsou mikrobivorní, což znamená, že se živí mikroorganismy, jako jsou například bakterie, které jsou přítomny v půdě a ve výkalech (Loukas & Prociv, 2001; Loker & Hofkin, 2022).

Larvy *U. stenocephala* nejsou teplotními podmínkami tolik ovlivněny a chladné teploty dokážou lépe překonat. Tohoto faktu se může využít při diagnostice, kdy při nízkých teplotách přežijí po určité době pouze vajíčka *Uncinaria* (Shchelkanov, 2021).

Vývojový cyklus všech druhů rodu *Ancylostoma* je podobný cyklu *A. caninum*, ale s drobnými rozdíly. Vajíčka se nejprve vyvíjejí do neinfekční rhabditiformní larvy po dobu 5-10 dní, a teprve poté dospívají do infekčního filariformního stádia (Aziz & Ramphul, 2022). U *A. Caninum* se larva L_3 může vyvinout z vajíčka během pěti dní. Infekce může proběhnout perorálně, perkutánně nebo u štěnat laktogenně přes mléko nebo kolostrum. Při perorální infekci existují 2 možné cesty. První cesta je přímá, když bukalní kapsle dospělců prochází tenkým střevem hostitele a pak se dostávají do střevní mukózy. Druhá cesta je nepřímá, když larvy vstoupí do dýchacího systému hostitele. Prepatentní perioda trvá obvykle 2-3 týdny (Wojnarowicz & Smith, 2007). Prepatentní perioda začíná infekcí hostitele a končí, když se parazit začne rozmnožovat v těle hostitele a je možné provést diagnostiku. Během této periody totiž není diagnostika možná a podaná antiparazitická léčiva nemusí být účinná (Seppo Saari et al., 2018).

Při nákaze penetrací přes kůži či chlupové folikuly larvy nejprve migrují do plic přes krevní oběh nebo lymfatické kapiláry. V průdušnici nebo v průduškách se pak larva vyvine do stadia L_4 . Následně ji jedinec vykašle, polkne a dostane se tak do tenkého střeva kde dospívá. V obou těchto případech nákazy v průběhu několika týdnů pak psi mohou vylučovat až miliony vajíček do vnějšího prostředí (Landmann & Prociv, 2003). Toto množství vajíček může být vysvětleno vysokou mírou adaptace popisovaného druhu (Dias et al., 2013). Na značnou míru adaptace upozorňuje i studie od De Silva, et al. (2003), která se opírá o vysokou míru prevalence helmintóz přenášených skrze půdu, mezi něž patří i ancylostomóza.

Existuje také možnost nákazy paratenickým hostitelem, který slouží jako zdroj nákazy pro další hostitele. Paratenický hostitel nemusí podléhat příznakům infekce a může být jakousi zásobárnou nákazy (Nolan et al., 2002).

Laktogenní nákaza může být způsobena různými druhy helmintů, včetně *A. caninum*. Po nákaze samice *A. caninum* zůstávají larvy neaktivní v kosterním svalstvu feny a aktivují se až při její březosti. Poté se larvy L_3 uvolňují do mateřského mléka a infikují štěňata během kojení. Prepatentní doba u laktogenní nákazy se pohybuje okolo 2-3 týdnů (Taylor et al. 2007).

Migrace přes průdušnici je nejčastější u mladých psů, u starších pak dominuje somatická migrace a následné usazení ve tkáních. Ve tkáních pak přebývají v tzv. hypobiotickém stadiu, také nazývaném jako „arrested development“, což znamená, že se v konkrétním bodě úplně

zastaví vývoj jedince, většinou kvůli nepříznivým podmínkám vnějšího prostředí (Speare & Croese, 2016). Larvy v hypobióze pak mají pravděpodobně systém vnitřních „hodin“, které jim umožňují se aktivovat dle vhodných vnějších podmínek (teplota, vlhkost) a následně pokračovat ve vývoji do dospělců. Aktivace hypobiotických stádií u transmamárního přenosu probíhá na základě změn v hladinách hormonů feny. Dospělci se dožívají přibližně 6-12 měsíců, nicméně onemocnění může trvat i několik let na základě opakované reaktivace těchto hypobiotických stádií (Loukas & Prociw, 2001). Tato stadia se po dobu svého klidu nachází v tukových a svalových tkáních hostitele, kam se dostanou buď aktivní migrací či pasivně přes krevní oběh (Datu, 2008).

U *A. Ceylanicum* a *A. braziliense* probíhá nákaza velmi podobně jako u *A. caninum*, nicméně prepatentní perioda trvá zhruba 2 týdny. U *A. braziliense* není možný přenos parazita přes mateřské mléko na štěňata (Taylor et al. 2007).

A. tubaeforme má prepatentní periodu dlouhou okolo 3 týdnů, jinak je vývojový cyklus téměř stejný jako u *A. caninum* (Taylor et al. 2007). Je také důležité zmínit, že myši a jiní hlodavci se mohou stát paratenickými hostiteli, což má velký význam z hlediska epidemiologie (Epe, 2009).

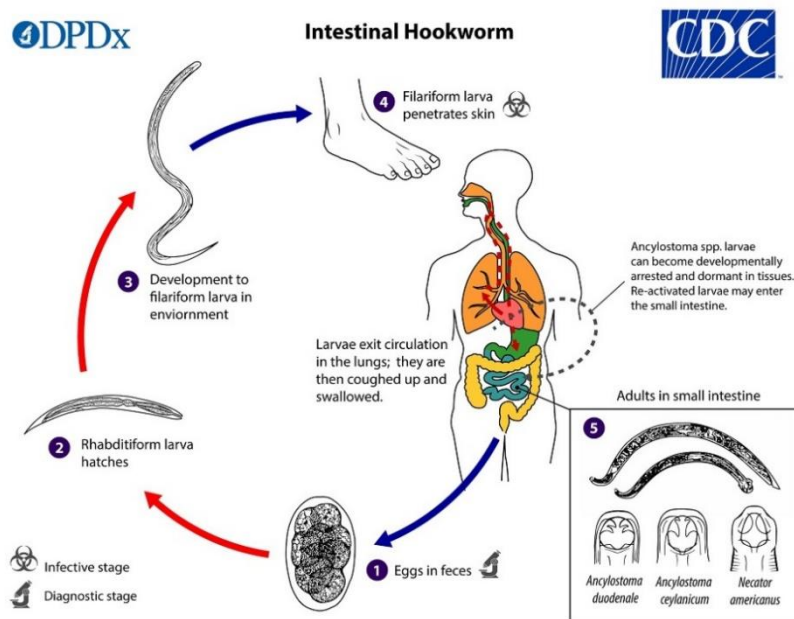
Stejně tak je to i u *A. duodenale*, u tohoto druhu je však prepatentní perioda nejdelší a to až 5 týdnů (Taylor et al. 2007). Dospělosti se většinou tyto parazity v těle hostitele dožijí pouze u psů s nízkou imunitou (Schad, 1979). Larvy tohoto druhu jsou schopny přežít v tenkém střevě po několik let (Chou & Chen, 2014). Samice jsou schopny vyprodukovat až 9000 vajíček za den. U lidí jsou larvy tohoto druhu mohou proniknout placentou a také infikovat kojence přes mateřské mléko (Mehlhorn, 2008).

Yoshida, et al. (1974) ve své studii podrobně zdokumentovali vývojový cyklus *A. ceylanicum* a *A. braziliense*. U obou druhů byly použity stejné metody a počty hostitelů. Jako hostitelé pro tento experiment sloužila štěňata od 2 do 3 měsíců. Zkoumal se jak vývoj při orální (17 jedinců), tak při perkutánní nákaze (15 jedinců). Pro infekci orální cestou byly vytvořeny želatinové kapsule obsahující 200 infekčních larev, které následně byly štěňatům podávány. Při cestě perkutánní byla štěňata v lehké anestezii a na kůži na břicho jim bylo aplikováno stejné množství infekčních larev v několika kapkách vody po dobu přibližně jedné hodiny. Nakažená štěňata byla následně v různých časových intervalech v rozmezí od 3 hodin do 21 dní u orální infekce a od 1 dne do 20 dní u perkutánní infekce postupně usmrcena. Poté u nich byla provedena pitva a při nálezů larev byla využita technika Baermannova aparátu. Významné množství larev L₃ *A. ceylanicum* bylo nalezeno ve střešní stěně už 3 hodiny po perorální nákaze. Toto množství s časem stoupalo. Okolo třetího dne od nákazy se ve střevech larva vyvíjí do čtvrtého stadia. Mezi 6-10 dnem se již začaly objevovat larvy pátého stadia. Po dvou týdnech se ve výkalech začala objevovat vajíčka. Při nákaze přes kůži se larvy objevily v plicích po 2 dnech. Larva L₃ byla nalezena 3. den v tenkém střevě. Vajíčka ve výkalech byla možná sledovat také po 14 dnech.

U *A. braziliense* byl velmi podobný průběh u orální nákazy, nicméně u perkutánní se vyskytly některé rozdíly. U tohoto druhu se při perkutánní nákaze vyvinulo více jedinců do dospělého stadia, než tomu bylo u *A. ceylanicum*. U obou druhů onemocnění se vyskytly i kožní projevy ve formě začervenalých ložisek (Yoshida, et al., 1974).

Novější studie od Iana Wrighta (2009) cyklus *A. ceylanicum* popisuje podobně. Nákaza dle něj může proběhnout buď přes kůži, či pozřením infekčního stadia. Toto stadium, L₃, se

následně dostane do krevního oběhu a migruje až do průdušnice. Páté stádium, L₅, lze v tenkém střevě nalézt okolo sedmého dne od nákazy. Když se z nedospělých jedinců vyvinou dospělci, začnou se rozmnožovat a samice pak produkují vajíčka. U lidí vylučování vajíček může trvat až 35 dní, u zvířat pak přibližně dva týdny.



Obrázek č. 3: Zjednodušený vývojový cyklus měchovců *A. duodenale*, *A. ceylanicum* a *Necator Americanus*
(DPDx, Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern)

Psi přenáší nákazu *A. caninum* vylučováním vajíček do prostředí, ze kterého se poté člověk či další pes může nakazit infekční larvou (Bowman et al., 2010). Parazit se pak vyvíjí ve směsi výkalů a půdy. V případě, že jsou vystaveni přirozeným podmínkám, jako například vysoká vlhkost či teplota, začnou zvyšovat svou aktivitu a vlnit se ze strany na stranu, a to jim umožňuje lépe najít vhodného hostitele. Infekční stadia larev *A. caninum* se pak po přichycení ke psímu chlupu řídí teplotním gradientem a posouvají se směrem ke kůži (Veraldi et al., 2013).

Důležité je také zmínit, že u studií, které probíhají v podmínkách laboratoří, kde jsou parazité chováni a vybíráni, mohou být jejich vlastnosti ovlivněny a vykazovat některé abnormality, které by se v přirozeném prostředí nemusely projevit (Loukas & Prociv, 2001).

Při vývoji larev rodu *Uncinaria* mají taktéž veliký vliv vnější podmínky. Nákaza může probíhat dvěma způsoby. Buďto orální cestou přes infekční larvu L₃, kdy se masožravá zvířata mohou nakazit například požitím infikované myši, či penetrací přes kůži, která je u psovitých šelem možná, ale nemoc se touto formou většinou neprojeví, jelikož larvy v těle nedospívají. Doba mezi samotnou nákazou a jejím propuknutím trvá přibližně 15 dní. Pes následně může být přenašečem až po dobu 8 měsíců, pokud není řádně léčen (Chu et al., 2013).

U rodu *Uncinaria* není běžná migrace přes plicní oběh. Prenatální ani laktogenní přenos u tohoto druhu není známý (Epe, 2009). Existuje však možnost přenosu nákazy přes paratenického hostitele (Seppo Saari et al., 2018).

3.4 Patogenita

Ancylostomóza a uncinarióza jsou onemocnění zapříčiněná měchovci, kteří se do těla hostitele mohou dostat několika způsoby, nejčastěji však penetrací kůže či pozřením parazita a jeho následnou migrací do tenkého střeva (Beugnet et al., 2018).

Měchovci se živí krví a užívají k tomu řezací destičky ústního aparátu, kterými se přichycují ke střevní mukóze a submukóze, poté vytvoří pomocí jícnu podtlak a nasají částici tkáně do svých bukálních kapsulí (Hotez et al., 2004). Dokážou vytvářet speciální látky, které zajišťují, že se krev hostitele nesráží a mohou tak iniciovat a udržet krvácení skrze žíly a vlasečnice. Ty posléze podléhají praskání následkem vlivu hydrolytických enzymů a mechanického poškození (Harrison et al., 2002). Kromě běžných příznaků, které se liší dle konkrétního druhu parazita, existuje u většiny z nich i nebezpečí alergické reakce u hostitele (Alipour & Goldust, 2015).

3.4.1 Patogenita u psovitých šelem

Měchovci mohou způsobovat 4 formy onemocnění, a to perakutní, akutní, chronickou a sekundární. Perakutní lze pozorovat u nově narozených štěňat, která se nakazí od své matky prostřednictvím sání mateřského mléka, které obsahuje infekční stadia larev. Tato forma je typická pro svou velmi špatnou prognózu a obtížnou léčbu. Průběh je rychlý a silný (Bowman et al., 2010).

Pokud je dospělý pes či starší štěně vystaveno vysokému počtu infekčních larev, pak vzniká akutní forma nákazy. V tomto případě léčba klasickými anthelmintiky většinou zabírá. Dále je vhodné uzpůsobit stavu psa i jeho výživu (Bowman et al., 2010). Ztráta krve může být v méně závažných případech vyvážena zvýšenou funkcí kostní dřeně, která s infekcí bojuje a vytváří větší počet erytrocytů (Dracz et al., 2014).

Chronická forma je typická tím, že se často vyskytuje bez významných příznaků. Pokud však tento stav trvá dlouhodobě a pes se mu nedokáže plně uzpůsobit, hrozí nebezpečí chronických zdravotních potíží. Diagnóza se provádí na základě koprologického vyšetření, počtu oslabených buněk, obsah hemoglobinu v krvi či poklesu počtu červených krvinek (Bowman, et al., 2010). Je také důležité zmínit, že nákazu můžou šířit i jedinci, kteří sami žádné příznaky nevykazují (Martínez-Moreno et al. 2007).

U starších psů se může objevit i sekundární forma infekce, jelikož kromě nákazy měchovci mají i více zdravotních obtíží. Anthelmintika by se měly začít podávat až po řádné podpůrné léčbě. Ta zahrnuje dodání železa, vitaminů, stravu vydatnou na bílkoviny a při špatném průběhu například i krevní transfuzi. Pes může při sekundární nákaze i uhynout, avšak měchovci většinou nejsou hlavní příčinou smrti (Bowman, et al., 2010).

Nejvíce patogenním druhem z rodu *Ancylostoma* je pro psy *A. caninum*. U starších psů nebývá průběh tolik závažný, ale je ovlivněn celkovou kondicí psa (Taylor et al. 2007). Při nákaze přes penetraci kůže se mohou objevit ekzémy, vřídky a jiné kožní infekce, které jsou způsobovány sekrecí proteolytických enzymů (Hotez et al., 2004) Mezi další příznaky mohou patřit průjmy (v některých případech s příměsí hlenu či krve), kožní léze, podváha, ztráta srsti a dýchací obtíže, které mohou být nepřímým následkem anémie. V konečných fázích, kdy zvíře již na ancylostomózu umírá se může objevovat fyzická slabost až vyčerpanost, bledé sliznice,

otoky, krváceniny anebo kožní projevy, jako například těžké puchýřkaté vyrážky či matná, nekvalitní a suchá srst. Dále se lokálně může objevit i myositis, což je zánětlivý otok svalstva, či folikulitida neboli zánět chlupových váčků a oftalmologická onemocnění (Bowman et al., 2010; Alipour & Goldust, 2015). *A. caninum* je jediným měchovcem, který v larválním stadiu může obývat svalová vlákna (Arasu, 2001).

Po opakovaném prodělání nákazy si může pes také vytvořit určitou míru odolnosti. Při testování odebrané krve psům nakažených *A. Caninum* se projevilo snížení množství cirkulujících červených krvinek, a naopak zvýšení hodnot bílých krvinek a potažmo neutrofilů. Počet lymfocytů, monocytů a eozinofilů byl nižší než před nákazou (Dias et al., 2013).

Zajímavým fenoménem, který se vyskytuje u jedinců nakažených *A. caninum*, je tzv. únik larev, během nějž hypobiotické larvy migrují nepřetržitě do tenkého střeva hostitele a v něm následně dospívají (Epe, 2009). Při tomto jevu nakažení psi chronicky vylučují vajíčka, kdy použité léky v jejich vylučování způsobují pouze krátké přestávky, protože mezitím se stihnou reaktivovat další hypobiotická stádia, která se v trávicím traktu opět rozmnoží, a tak začne pes znovu vylučovat další vajíčka (Bowman, 2008). Konkrétní příčina tohoto jevu zatím není potvrzená, ale je pravděpodobné, že se jedná o imunodeficienci (Loukas & Prociv, 2001).

Dalším neobvyklým jevem, který toto onemocnění může doprovázet, je syndrom pika. Ten se vyznačuje nutkáním přijímat neobvyklé, a to i nejedlé látky a předměty, a tak může být velice nebezpečný až smrtelný (Kucik & Sortor, 2004).

Při opakovaných infekcích měchovci lze pozorovat také tzv. premunici, nebo také nesterilní imunitu. Ačkoliv tento typ imunity nechrání jedince před nákazou jako takovou, výrazně snižuje počet parazitů v těle a tím následně i negativní dopad na organismus. Výhodou premunice je rychlost jejího působení, nicméně její působení není dlouhodobé (Bowman et al., 2010).

Odolnost jako taková může mít dvě různé podoby. První je ovlivněna věkem psa a také jeho získanou obranyschopností. To znamená, že rezistence psa proti měchovcům stoupá s věkem, nehledě na to, zda toto onemocnění ve skutečnosti prodělal. Druhá forma odolnosti spočívá ve faktu, že schopnost těla nahrazovat ztrátu krve způsobenou infekcí měchovci závisí na různých faktorech jako například výživným stavem, kondicí jedince a jeho kapacitou krvetvorby (Bowman et al., 2010).

U dvou až třítýdenních štěňat, která se nakazí parazity rodu *Ancylostoma* od své matky přes pití mléka hrozí závažná anémie. Pokud se fena jednou nakazí, v jejím mléce se infekce může nacházet až po tři vrhy štěňat. Larvy nacházející se v mléce a kolostru ohrožují štěňata až 18 dní po porodu (Jimenez Castro et al., 2019; Alipour & Goldust, 2015). Průběh nákazy a přenosu je ovlivněn délkou a intenzitou nákazy, délkou trvání kojení, pasivní ochranou pomocí mateřských protilátek nebo eliminací larev prostřednictvím štěněcího trávicího traktu (Arasu & Heller, 1999). Anémie se u štěňat projeví kolem osmého dne od nákazy, protože až v tuto dobu se těmto parazitům vyvíjí bukální kapsula. Pokud je nákaza velmi závažná, může štěňata ohrozit i na životě, protože každý parazit denně dokáže připravit zvíře o 0,1-0,2 ml krve. U několika týdních štěňat hrozí i erytroblastóza, při které se v krvi objevují i nezralé formy červených krvinek (Kamil & Al-Awad, 2014). Dospělí jedinci také dokážou vyvinout tlak pomocí jícnových pohybů a za jejich pomoci 120-150 sacích impulsů za minutu. Takto nasávají tkáň hostitele do své bukální kapsule a způsobují její poškození a následné krvácení (Strube & Mehlhorn, 2021).

A. braziliense na rozdíl od *A. caninum* není primárně krevsajícím druhem. Může způsobovat průjem, bolesti břicha a také hypoalbuminémii. Ve vážnějších případech se mohou objevit i otoky a dermatitida (Taylor et al. 2007). Dále se může projevit enteropatie, což je onemocnění střeva, u *A. braziliense* způsobující ztrátu bílkovin (Seppo Saari et al., 2018). Studie od Dias et al. (2013) uvádí, že po nákaze tímto parazitem psi vykazovaly nižší počty leukocytů v krvi.

Nákazu *A. tubaeforme* může doprovázet zhoršení stavu srsti, anémie a zpomalení tělesného růstu. Tyto příznaky se ale většinou projeví až při silné nákaze, jinak tento druh patří mezi méně patogenní (Lefkaditis, 2001).

Ani *A. ceylanicum* většinou nepředstavuje pro psy vážné ohrožení. Nejčastějším příznakem bývá průjem, nicméně při velmi silných infekcích se může ve stolici objevovat krev a pes může trpět mikrocystickou anémií, pro kterou jsou typické abnormálně malé červené krvinky. Na to se následně váže i nedostatek hemoglobinu v krvi (Colella & Traub, 2021).

Pokud je pes nakažen zároveň rodem *Ancylostoma* a rodem *Trichuris*, hrozí mu rozvoj silné anémie a zánět trávicí trubice, spojený s křečí a bolestí břicha, či vylučování výkalů s příměsí krve (Beugnet et al., 2018).

U. stenocephala je z měchovců pro psovitě šelmy nejméně patogenním druhem. Také sice způsobuje úbytek krve, nicméně v mnohem menším měřítku než *A. caninum* (Bowman, 2008). Silnější infekce *U. stenocephala* může mít za následek otok v oblasti *lamina propria* či atrofii tenkého střeva (Taylor et al., 2007). U více senzitivních psů se může projevit dermatitida polštářků na končetinách, která může být spojena s otokem tlap a nekrotizovanými drápy. Ta je zapříčiněna migrací larev do oblasti končetin (Wright, 2009). Chu et al. (2013) popisují případ psa z Kanady, u kterého se mezi příznaky objevilo začervenání kůže, oděrky, hnisavé pupínky, krusty a výrazně vypadaná srst, měl také popraskané, suché polštářky se ztlustělou svrchní vrstvou kůže. Potní žlázy byly nateklé. Výsledky vzorků z biopsie potvrdily histopatologické změny, a to hyperplastickou neutrofilní dermatózu a zánět chlupových váčků. Na povrchu epidermis a v některých epitelech se nacházely larvy. V krustách se často nacházely i kokovité bakterie a sekundární stafylokoková pyoderma.

Zajímavý klinický případ popisuje studie od Perry, Amie, et al. (2016), kdy byl objeven parazit rodu *Ancylostoma* v centrální nervové soustavě 14měsíčního štěněte. Pes trpěl hydrofobií, anorexií a také zhoršujícím psychickým stavem, vedoucím až k letargii. Kvůli silným neurologickým příznakům a také faktu, že nakažený jedinec nebyl vůbec vakcinován, se předpokládalo, že se jedná o vzteklinu a byla mu tak provedena eutanázie. Po jeho usnutí byla provedena pitva a objevily se rozsáhlé krváceniny na levé straně mozku kmenu. Mimo tyto krváceniny se v mozku také vyskytovaly otoky i nekrotická ložiska. Výsledky testů vyvrátily diagnostiku vztekliny, nicméně při bližším výzkumu byla nalezena dospělá samice rodu *Ancylostoma*. Tento objev je velmi neobvyklý, jelikož rod *Ancylostoma* běžně neinfikuje centrální nervovou soustavu živočichů.

3.4.2 Patogenita u lidí

Na infekci měchovci ročně zemře až 100 000 lidí po celém světě, přičemž latentní perioda některých druhů může dosahovat až 20 let (Mehlhorn, 2008). Studium parazitů u lidí je těžší než u zvířat, protože není snadné sehnat dostatek kvalitních materiálů z praxe (Albonico, 2003).

U lidí se nákaza měchovci dělí do tří fází. V první fázi, která se nazývá invazivní či kutánní, larva proniká do pokožky. Pokožka většinou není poškozena samotnou penetrací larvami, ale buněčnými reakcemi a stimulačním efektem pyrogenních bakterií. Kvůli těmto jevům pak vzniká na kůži jev podobný kopřivce, v anglickém jazyce nazývaný jako „ground itch“, do češtiny pak překládáno jako svědicí vyrážka, která se skládá z makul a papul (skvrny, pupínky) a jak už sám název napovídá, je doprovázena nepříjemným svěděním. Následuje fáze migrační, kdy larvy putují z plic, přes plicní sklípky a průdušky až do krku. Při tomto procesu vznikají krváceniny o různé závažnosti, které jsou doprovázeny bronchitidou, otoky lymfatických uzlin, suchým kašlem a bolestí v krku. Poslední a nejzávažnější fáze se nazývá střevní. Při ní měchovci sají krev pomocí bukálních kapsulí z mukózy tenkého střeva a způsobují tak ztrátu krve (Cheng, 2012). Následně se může objevit vysoká teplota, eosinofilie a stolice zbarvená krví do červené či černé barvy (Mehlhorn, 2008).

Anémie může být doprovázena i takzanou mikrocytózou, která se projevuje vysokým podílem červených krvinek o malém objemu, hypochromií neboli sníženou barevností erytrocytů, způsobenou nízkou koncentrací hemoglobinu. Hypochromie může následně přejít až do achromie, kdy barvitelnost buněk chybí úplně (Prasetyo & Ahmad, 2022). V nejhorších případech se může objevit i růstová retardace, mentálního či fyzického rázu (Traub et al., 2008).

Dále také záněty střev, respirační obtíže či eosinofilie (Postigo et al., 2006). Při eosinofilii se v krvi množí bílé krvinky – eozinofily (Bowman et al., 2010). Pro onemocnění způsobená měchovci je také typická zvýšená hladina imunoglobulinů IgG1 a IgG4 (Quinnell & Pritchard, 2004). Autoři studie, Brooker & Hotez (2004), se domnívají, že by mohla existovat spojitost mezi helmintózami a náchylností k virovým a bakteriálním nemocem a jejich následným urychleným průběhem. Rod *Ancylostoma* nezpůsobuje pouze fyzické poruchy, ale nákaza může zasáhnout i kognitivní funkce člověka (Aziz & Ramphul, 2022). Další problematiku představuje větší náchylnost k nákaze dalšími helmitickými infekcemi po prodělání nákazy měchovci. To má spojitost s imunokompetencí a nutričním stavem člověka (Fleming, et al., 2006).

Jedním z nejčastějších měchovců parazitujících u lidí je společně s *Necator americanus* i *A. ceylanicum*. Tento druh je spojen s vysokým zoonotickým potenciálem, především co se týká psovitých šelem, a to konkrétně hlavně psů. Nakaženého člověka může tížit například bolest břicha, nepříjemné svědění, horečka, vyčerpání či dušnost (Colella & Traub, 2021).

Člověk může být definitivním hostitelem *A. caninum*, ale není to příliš častým jevem. Pokud se tak stane, může způsobovat eosinofilní enteritidu. Parazit se však v těle člověka úplně nevyvíjí (Landmann & Prociv, 2003). Eosinofilní enteritida způsobená tímto parazitem se u lidí může projevovat silnými bolestmi břicha, obsahem krve ve stolici, průjmy a hubnutím. Může se objevit i neprůchodnost střev (Aziz & Ramphul, 2022). Další komplikací, která se může také vyskytnout je aftózní ileitida, způsobující aftózní vředy ve střevech (Traub et al. 2021). Největší hrozbu představují měchovci při nákaze malých dětí a těhotných žen, a to především kvůli vysokým ztrátám krve (Mehlhorn, 2001). Výjimečně se může objevit i hematochezie neboli přítomnost čerstvé syté červené krve ve stolici či melena, obsah natrávené krve ve stolici (Epe, 2009). Larvy *A. caninum* se v těle člověka pohybují a penetrují tkáň na základě kožních a sérových peptidů (Mehlhorn, 2008).

Případ, který je zdokumentován ve Dhir et al. (2010) dokazuje, že nákaza parazity rodu *Ancylostoma* může vést u člověka k poškození zraku. Pacient, který se vrátil nakažený z Keni,

trpěl totiž kromě kožních lézí ještě otoky a bolesti v oblasti levého oka a rozmazaným viděním. Autoři se domnívají, že larva *A. caninum*, která se dostala do blízkosti očního nervu, způsobila zánět tohoto nervu.

Nákazu člověka *A. duodenale* často doprovází významné ztráty krve v oblasti střev a následné snížení hladiny hemoglobinu a ferritinu v krvi, které vede k propuknutí anémie (Ellwanger & Chies, 2022). Za jeden den může jeden parazit tohoto druhu přijmout až 0,15 ml lidské krve. Infekční larvy poškozují při penetraci kůže jak vnější, tak vnitřní tkáně a buňky. Mezi příznaky onemocnění patří nedostatek bílkovin, otoky, srdeční potíže, suchá kůže. U dětí může nastat opožděná puberta a nafouklé břicho (Cheng, 2012). Dále se může projevit tzv. syndrom Wakana, doprovázený kašlem, bolestí v krku, dušností, chraptěním, nevolností a zvracením (Aziz & Ramphul, 2022). K projevu vážnějších příznaků stačí, aby v hostiteli přebývalo okolo 100 jedinců tohoto druhu (Cheng, 2012). Dokáže také v těle člověka přejít do hypobiotického stádia a v něm několik měsíců přebývat (Strube & Mehlhorn, 2021). Odolnost hostitele a tvorba přenosných stádií závisí na počtu parazitů v daném hostiteli (Cox, 2009). Studie od Umbrello et al. (2021) popisuje u tohoto druhu i možnost laktogenního přenosu z matky na novorozené dítě. Tato skutečnost je však často pediatrii úplně přehlížena, i přesto, že nabývá velkého významu v oblasti lidského zdraví. Existuje dokonce případ, kdy chlapec ve věku 5 měsíců na onemocnění *A. duodenale* zemřel. Příčinou úmrtí bylo selhání oběhového systému, a to i přes poskytnutí krevních transfuzí. Při autopsii pak byli parazité pouze tohoto druhu nalezeni v hojném počtu v lačníku (He et al., 1983). Ve většině případů lze však popisovaný druh nalézt v lidském dvanáctníku, popřípadě někdy i v kyčelníku. Existuje ovšem případ, kdy se *A. duodenale* objevilo u bengálské ženy v oblasti slepého střeva. Žena ještě před úspěšnou léčbou Albendazolem trpěla úbytkem hmotnosti, lehkou anémií a bolestí břišní dutiny (Changela et al., 2017). Mezi vzácné důsledky nákazy *A. dudodenale* se řadí i Löfflerův syndrom, který je způsoben hypersenzitivní reakcí plic na migraci larev skrze plicní tkáň (Hotez et al., 2004).

Měchovci rodu *Ancylostoma* jsou schopni produkovat účinné látky inhibující srážení krve a potažmo tvorbu trombů. Antikoagulant, který je tvořen druhem *Ancylostoma* a inhibuje krevní faktor Xa, se nazývá Ancylostomatin (Mehlhorn, 2008). Z *A. caninum* se podařilo izolovat proteázové inhibitory, které mají antikoagulační účinky, jejichž názvy jsou *Ancylostoma caninum* Antikoagulační Peptid-5 a *Ancylostoma caninum* Antikoagulační Peptid-c2 (Mieszczanek & Cappello et al., 2004).

U. Stenocephala může u člověka vyvolat silné svědění a vyrážku, způsobené sekrecí proteolytických enzymů larev. Creeping eruption (plazivá vyrážka) je výsledkem nevydařené migrace larev do šráry, kdy parazit zůstává pouze ve svrchní části kůže, pokožce, a tam vytváří typické úzké cestičky. Pokud se člověk na postižených místech hodně škrábe, často se stává, že u něj propukne i sekundární bakteriální infekce (Mehlhorn, 2001).

Zdravotní dopady infekce měchovci lze měřit pomocí tzv. DALYs (disability-adjusted life years). Tato zkratka označuje roky života, které člověk prožil s daným postižením (YLD – years of life lived with disability) společně s roky ztracenými kvůli prodělané nemoci (YLL – years of life lost). Nákaza těmito parazity však povětšinou není přímou příčinou smrti člověka, a tak se v některých studiích hodnota YLL z výpočtů vynechává (Bartsch et al., 2016).

V roce 2017 byl zdokumentován v Německu případ 10letého dítěte, které ztratilo zrak na pravém oku. Toto onemocnění bylo diagnostikováno jako difúzní unilaterální subakutní

neuroretinitida. Mezi další příznaky se u něj objevil zánět krevních cév v sítnici či odchlípení sítnice. Při operaci sítnice byl nalezen přibližně 10 mm dlouhý bílý pohyblivý parazit, později bezpochybně identifikován jako *Ancylostoma ceylanicum*. Tento jedinec byl z oka odstraněn a chlapci byl dodatečně předepsán albendazol. Další příznaky spojené s ankylostomózou se u něj neprojevily, ale zhoršení ostrosti zraku se ukázalo být permanentní. Příčina nákazy není známa, ale odhaduje se, že se chlapec mohl nakazit na dovolené ve Španělsku, nebo při pobytu v Kolumbii. Nákaza v Německu se však nemůže vyvrátit (Poppert et al., 2017).

Ve studii od Moorkoth et al. (2015) je popisován neobvyklý případ, kdy byl jedinec rodu *Ancylostoma* (neidentifikovaného druhu) objeven v lidském oku, konkrétně v přední komoře. 70letý muž, který pracoval na farmě a dostal se tak do styku s hnojem začal mezi prvními příznaky pociťovat rozostřené vidění na pravém oku, společně s bolestí a zarudnutím v této oblasti. Dále se objevilo krvácení do pravé oční komory a zelený zákal. Parazit byl nalezen pomocí mikroskopického vyšetření a následně z oka odstraněn. Jednalo se o 12 mm dlouhou samici. Při následném koprologickém vyšetření pacientovi stolice se již žádné známky parazitárního onemocnění neobjevily a muž netrpěl ani žádnými dalšími příznaky. Po operaci a medikaci albendazolem a topickými steroidy se mu vidění zlepšilo, glaukom a bolest ustoupily.

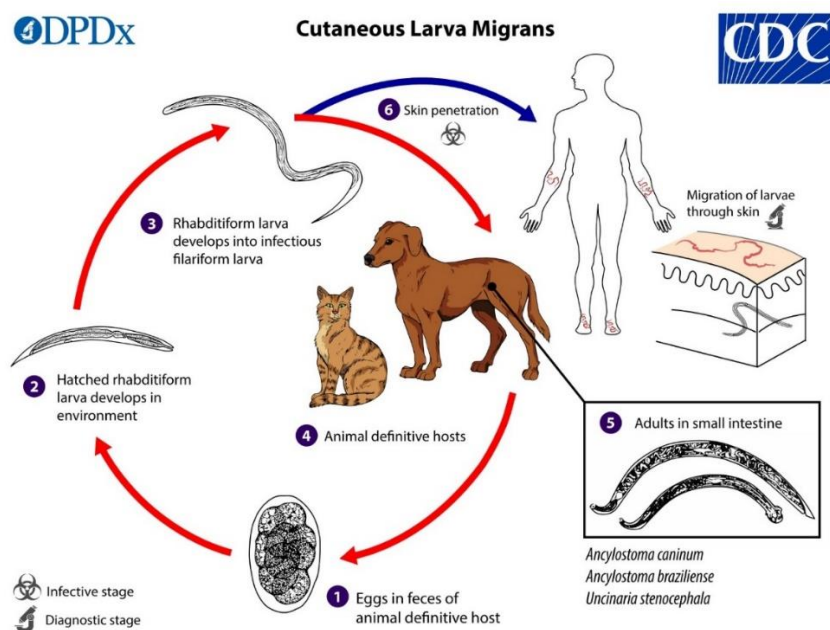
To, že je onemocnění rodem *Ancylostoma* stále aktuální potvrzuje například i studie z roku 2021, popisující těhotnou ženu z Indie nakaženou druhem *A. duodenale*. Pacientku v souvislosti s onemocněním bolelo břicho, zvracela, cítila se malátná a její výkaly byly zabarveny do černa. Po úspěšné léčbě a uplynulých 2 měsících již žádné příznaky nepociťovala. Tato žena se i v průběhu těhotenství pohybovala venku bez obuvi, včetně stáje s dobytkem, také vlastnila domácí kočku i psa, a navíc se v oblasti kde žije objevují problémy s čistotou vody. To vše mohlo její nákazu zapříčinit (Karadbhajne et al., 2021).

Měchovci pro lidskou populaci neznamenaají pouze potíže v oblasti zdraví a zdravotnictví, ale také státních ekonomik. Bartsc et al. (2016) totiž ve své studii tvrdí, že tento rod může představovat ročně finanční zátěž 7,5 až 138,9 miliard dolarů při použití hrubého národního produktu přepočítaného na obyvatele, což je více peněz než některé nemoci, které získávají obecně mnohem více pozornosti od lidí.

3.4.1.1 Kutánní larva migrans

Při nákaze člověka penetrací kůže hrozí syndrom larvy migrans, který může být buď okulární (OLM) anebo viscerální (VLM) a je způsobován migrací larev měchovců po těle nakaženého (Postigo et al., 2006). Někdy se také označuje jako HrCLM (Hookworm-related cutaneous larva migrans). Téměř všechny druhy z rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* mohou způsobit toto onemocnění, a mimo tento rod ještě parazit dobytka, *Bunostomum phlebotomum*. Otoky postižených částí těla jsou vedlejším příznakem tohoto syndromu. (Bedi & Dhaka, 2022).

Nákaza parazity *Ancylostoma caninum* může u člověka vést k propuknutí syndromu kutánní larvy migrans, není to však příliš častým jevem. Se vzrůstajícím zájmem lidí o cestování po tropických destinacích se ovšem i tato nemoc objevuje čím dál častěji. Příznaky zahrnující svědění, bolestivé léze a suché šupinky na kůži, mohou přetrvávat až po dobu 8 týdnů (Kwon & Cho, 2003).



Obrázek č. 4: Vývojový cyklus při syndromu kutánní larvy migrans
(zdroj: DPDx, Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern)

Člověk není pravým definitivním hostitelem *A. braziliense*, nicméně pokud se jím nakazí, hrozí mu nebezpečí propuknutí CLM (kutánní larva migrans) a následně různých kožních projevů, zahrnujících tvorbu puchýřků, erozí, lézí a výrazné svědění (Taylor et al. 2007). U některých pacientů se mohou puchýřky a jiné projevy objevovat především v oblasti plosek nohou. Na kůži se mohou také objevit drobné útvary, vezikuly, které obsahují eozinofily a neutrofile. Diagnostikovat se takto může tzv. spongiotická dermatitida (Balfour & Lazova, 2002). Na kůži můžeme typicky vidět klikaté zánětlivé začervenalé cestičky, které larvy za sebou zanechávají, když putují škárou (Taylor et al. 2007). Těmto cestičkám se v anglickém jazyce říká „creeping eruption“ a v USA se jim v minulosti přezdívalo „instalátérské svědění“, jelikož jimi poměrně často trpěli instalatéři, kteří pracovali ve vlhkém a stinném prostředí a na písečné půdě (Bowman, et al., 2010). Lze se setkat i s názvy jako „tunelářská nemoc“, „cihlářská nemoc“ či „hornická blednička“. U těchto zaměstnání se nemoci nejspíše častěji objevovaly proto, že pracovníci obývali prostory s vyšší teplotou, než byla ta venkovní (Mehlhorn, 2008). Larvy v těle člověka většinou umírají a nedospívají do dospělých stadií, a tak se ani nemají možnost dostat do oběhové či dýchací soustavy (Balfour & Lazova, 2002).

3.5 Hostitelé a rozšíření

Měchovci rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* jsou geohelminté, což znamená, že jejich šíření a přenos je prakticky závislý na půdě či jiném vlhkém prostředí (De Mello et al., 2014).

U psů parazitují měchovci druhu *Ancylostoma caninum*, *A. braziliense*, *A. ceylanicum* a *Uncinaria stenocephala*. Nejčastěji jsou psi napadeni druhy *A. caninum* a *U. stenocephala* (Mehlhorn, 2008). U lidí se z rodu *Ancylostoma* nejvíce vyskytuje *A. duodenale*, *A. braziliense* a *A. ceylanicum* (Furtado et al, 2020).

Mezi běžné hostitele patří u *A. caninum* pes, liška a případně člověk, u *A. braziliense* pes, liška, kočka, u *A. tubaeforme* kočka, u *A. ceylanicum* pes, kočka, divoké kočkovité šelmy a člověk, a u *U. stenocephala* pes, kočka, liška a divoké psovitě i kočkovité šelmy a také jiní savci, kteří figurují jako parateničtí hostitelé. *A. duodenale* je hostitelsky specifický parazit, kterého můžeme pozorovat především u lidí a primátů (Taylor et al. 2007). Studie od Redman et al. (2016) popisuje výskyt *A. caninum* a *U. Stenocephala* i u divokých kojotů (*Canis latrans*).

Častěji se s nákazou setkáváme u toulavých psů než u psů žijících v domácnostech. To je způsobeno především nedostatkem lidské péče a absencí příjmu anthelmintik. I u zvířat chovaných v lidských obydlích se ale často děje, že nejsou pravidelně ošetřována proti parazitům (Becker, 2012).

Obecně je rozšíření parazitů ovlivněno mnoha faktory, jako je mimo jiné například životní prostředí, klima v dané oblasti, hustota lidského osídlení a míra hygieny či velikost populace hostitelských organismů (Macpherson, 2005). De Silva et al. (2003) uvádí mezi příčiny rozšíření parazitů přenášených přes půdu i nízkou úroveň školského systému nebo chybějící přístup ke zdravotní péči. Stejná studie prokazuje ve svých výzkumech významný vztah mezi socio-ekonomickou situací ve státě a prevalencí měchovců, což znamená, že v chudších zemích je prevalence prokazatelně vyšší, než je tomu u těch bohatších. Ekonomická i sociální struktura států je však velmi proměnlivá a s ní se tak mění i počty nemocí přenášených půdními měchovci. Za posledních několik desítek let se v těchto oblastech odehrály velké změny. V Americe a Asii počty infekcí lidí od roku 1994 výrazně poklesly. K tomuto poklesu přispěly například státní kontroly. Naopak ke zvýšení počtů došlo v oblastech Sub-Saharské Afriky, kde současně i vzrůstá hustota populace (De Silva, 2003).

Nákazu měchovci průměrně ve světě za život prodělá 20-25 % lidí (Mehlhorn, 2008). Měchovci se obecně hojně nacházejí v místech, kde panuje chudoba a přelidnění. Proto představují poměrně velký problém v rozvojových zemích. Kombinace nedostatečných veterinárních kontrol zvířat a špatných hygienických podmínek v těchto oblastech vede k výraznému šíření zoonotických onemocnění. Přispívat k tomu může například i nedostatečně sterilní likvidace výkalů (Nguí et al., 2012). Z estetických důvodů je uklízení výkalů po psech často nařizováno a poměrně dodržováno v okolí chodníků, silnic a sídlišť, ale co se týká velkých travnatých ploch a luk, lidé často nemají tendenci na těchto místech výkaly tolik uklízet (Felsmann et al. 2017). Zejména na dětských hřištích by měl být naprostý zákaz pohybu psů anebo alespoň ohlídáno odklizení výkalů po zvířatech (Epe, 2009). K nákaze lidí dochází především v důsledku kontaminace půdy a následně i plodin v ní pěstovaných (Lee et al., 2010). Mezi další cesty patří pití kontaminované vody nebo konzumace nedovařeného infikovaného masa (Landmann & Prociv, 2003). Ve výzkumu od Croese et al. (1996) se ve výsledcích významně projevil větší výskyt nákazy *A. caninum* také u lidí, kteří vlastní psa a vliv ročního období. Toto zjištění popisuje i novější studie od Singh et al. (2022), ve které se píše, že v letním a podzimním období je výskyt nákaz rodem *Ancylostoma* významně vyšší.

Ancylostoma caninum se vyskytuje převážně v teplejších oblastech, ale importem se dostává téměř do celého světa. *A. tubaeforme* je významný druh celosvětově, ale vyšší výskyt je například v Kolumbii či Panamě. *A. braziliense* i *A. duodenale* nalezneme hlavně v tropických a subtropických oblastech a *A. ceylanicum* v Asii, především v její jihovýchodní části a v oblasti Pacifiku (Mehlhorn, 2008).

A. ceylanicum je často velmi přehlíženým druhem a je označován za vzácný druh (Traub et al., 2008). To je nicméně v rozporu s faktem, že v Asii je tento parazit významně rozšířený u psů a koček a v Austrálii má stále více se rozšiřující zoonotický potenciál (Palmer et al., 2007). Počet nakažených lidí druhem *A. ceylanicum* po celém světě odhadem činí až 100 milionů (Traub, 2013).

Uncinaria stenocephala naopak žije v chladnějších podmínkách severní Ameriky a v severních oblastech Evropy (Taylor et al. 2007). Některé druhy dokážou drsné podmínky přežít v podobě hypobiotického stádia (Labiano-Abello et al., 1999). U všech ovšem platí, že se nakonec mohou vyskytnout prakticky kdekoli z důvodu importu (Štrkolcová et al., 2022).

A. buckleyi se nachází převážně v oblastech Kolumbie, Brazílie a Argentiny. Hostiteli tohoto druhu jsou především psi krátkouší (*Atelocynus microtis*) a pumy americké (*Felis concolor*) (Thatcher, 1971). V roce 2016 se tímto druhem zabývala studie od Scioscia et al., ve které byl popsán výskyt *A. buckleyi* u lišek pampských (*Lycalopex gymnocercus*), jenž je v jižní Americe jednou z nejrozšířenějších divokých psovitých šelem a kvůli tomu představuje do budoucna hrozbu přenosu nákazy na další divoké masožravce, ale také domácí psi v místech hojného výskytu. Jižní ameriku obývá i *Uncinaria carinii*, která napadá psovitou šelmu maikong (*Cerdocyon thous*).

Ve studii od De Silva et al. (2003) se udává, že *A. duodenale* společně s *Necator americanus* bylo v tomto roce nakaženo přibližně 740 milionů lidí, přičemž nejvýznamnější ohniska této nákazy se nacházela v Asii, Latinské Americe a sub-saharské Africe. Vzhledem k tomu, že tento počet sestává pouze ze dvou druhů a celkově je nakažených lidí měchovci ještě mnohem více, předpokládá se, že by nákaza měchovci mohla v blízké době představovat po malárii druhou nejvýznamnější parazitózu na světě (Brooker & Hotez, 2004)

V Asii se lze setkat i s *A. kusimaense*, jehož hostitelem bývá nejčastěji liška obecná či psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*) (Seguel & Gottdenker, 2017). Studie od Yoshida, Y. (1965) však popisuje i případ nakaženého psa v Japonsku. Dalším parazitem v této oblasti je *Arthrostoma miyazakiense*, který především v Japonsku, ale i Korei ohrožuje hlavně psíky mývalovité (Shin et al., 2007).

V roce 2016 se v České republice objevily 4 případy nákazy zdejších občanů *A. duodenale*. Pouze jeden z nich byl zapříčiněn importem z cizí země (Hůzová, 2016).

V České republice, v Praze byla provedena v letech 1998–2000 studie, při které se sbíraly vzorky psích výkalů z parků, ulic i travnatých úseků ulic. Zahrnuty byly i dva pražské psí útulky. Z těchto vzorků se pak jednotlivě prováděly rozborů na přítomnost hlístic, kokcií a protozoálních cyst. *Ancylostoma* a *Uncinaria* byly rozpoznávány na základě metod popsaných ve studii Euzeby z roku 1982. Při této studii byl nalezen alespoň jeden parazit u 17,6 % vzorků. Vajíčka *Ancylostoma* i *Uncinaria* byla určena v 0,4 % vzorků. Nejčastější nález představovala škrkavka *Toxocara canis*, která se objevila v 6,2 % vzorků. Tento výzkum také prokázal, že prevalence parazitárních onemocnění bývá vyšší ve venkovských oblastech, než je tomu ve velkých městech, v tomto případě v Praze. Autoři si také všimli, že nejvyšší počet onemocnění se objevil na podzim (Dubná et al., 2007).

Podobná studie probíhala v letech 1999–2001 v českých venkovských oblastech středních Čech, kde se chovají i jiná zvířata. V tomto případě se zkoumalo 540 koprologických vzorků. Výsledky zde byly o něco vyšší. Minimálně jeden parazit byl nalezen v 41,7 % vzorků. Vajíčka *Uncinaria* byla potvrzena u 0,9 % vzorků a vajíčka *Ancylostoma* u 0,7 % vzorků, což je oproti

studiím z jiných zemí poměrně nízké procento (Dubná et al., 2007). Borkovcová (2003) zveřejnila výsledky z výzkumu z Jižní Moravy, kde se prevalence *Ancylostoma* a *Uncinaria* pohybovala okolo 0,6 %.

Nová studie ze sousedního Slovenska si dala za cíl vyvinout morfologicko-molekulární a analytickou metodiku k rozpoznávání vajíček rodu *Ancylostoma* ze psích exkrementů a určování jejich druh. Vzorky poskytlo celkem 270 psů ze dvou různých prostředí. Ze dvou psích útulků se sesbíralo 160 vzorků a z romské osady 110. Jejich zpracování bylo provedeno pomocí flotace. Ve 26 vzorcích z celkového počtu 270 byly rozpoznány vajíčka měchovců. V každém z pozitivních vzorků byla nalezena vajíčka *U. stenocephala* (Štokrlcová et al., 2022).

Jiná studie ze Slovenska se zabírala psy a kočkami žijícími v lidských domácnostech a jejich endoparazity. Z 256 psů mělo 86 pozitivní výsledek koprologického testu, z nich 11 (4,3 %) bylo nakaženo podčeledí Ancylostomatidae (Šmigová et al., 2021).

V USA je *A. Caninum* nejvýznamější psí střevní hlísticí, především v chovu chrtů tam působí poměrně velké problémy. Laboratoře a univerzity zaznamenávají velké procento greyhoundů z celkového počtu nakažených psů, ale zasaženy jsou i další plemena (Pablo et al., 2020).

V západní Austrálii a severovýchodním Queenslandu jsou *A. caninum* a *A. ceylanicum* ohrožení nejen domácí psi, ale také psi dingové (*Canis lupus dingo*). Přítomnost volně žijících zvířat, která jsou poměrně často zdrojem zoonotických onemocnění je v Austrálii dlouhodobě předmětem zájmu, a to především co se týká domorodých komunit. V některých oblastech se tu totiž prevalence *A. caninum* u místních psů i dingo pohybuje okolo 91,8 % až 100 %. (Smout et al., 2018). Střevní infekce způsobovaná *A. caninum* byla přitom dle studie od Prociv & Croese (1990) v této době v severovýchodní Austrálii jedním z hlavních důvodů eosinofilní enteritidy u lidí. Další studie z Austrálie prokázala vyšší náchylnost k nákaze *U. stenocephala* u samců a mladých psů (Shchelkanov, 2021).

V Polsku jsou po škrkavkách druhými nejrozšířenějšími hlísticemi Ancylostomatidae. Z 500 psů žijících v okolí města Lublin se vajíčka Ancylostomatidae nacházela ve 26,8 % vzorcích z jejich výkalů (Demkowska-Kutrzepa et al., 2018).

V letech 2005-2007 probíhala studie v Polsku, při které bylo testováno 31 vzorků výkalů vlků šedých (*Canis Lupus L.*) chovaných ve třech zoologických zahradách a jedné experimentální stanici. Od vlků žijících ve volné přírodě bylo zkoumáno 26 vzorků. Studie se zabývala několika různými druhy parazitů včetně rodu *Ancylostoma*. *A. caninum* nacházel v 35,9 % vzorků od vlků chovaných v lidské péči. V zoologických zahradách byli vlci krmeni pouze masem z jatek. V experimentální stanici bylo kromě masa z jatek vlkům podáváno i srnčí a kančí maso (Szafrńska, 2010).

Borecka (2005) prováděla studii v okolí polského hlavního města, Varšavy, a uvedla, že nejvyšší počet vajíček ve výkalech představovala podčeleď Ancylostomatidae a také potvrdila již výše zmíněnou domněnku, že ve vesnických oblastech se vyskytuje více parazitárních onemocnění než ve městech.

V Asii a oblasti Tichomoří jsou *A. Ceylanicum* a *A. duodenale* společně s *Necator Americanus* nejrozšířenějšími druhy měchovců (Traub, 2013).

Lidé ze zemí, ve kterých se měchovci nenachází, si mohou onemocnění přivést z dovolených. Studie z roku 2001 popisuje skupinu 140 lidí, kteří se vrátili z dovolené na Barbadosu. 90 % z nich se zúčastnilo dotazníku týkající ho se onemocnění způsobovaného

měchovci. 25,4 % z nich potvrdilo, že se u nich projevila vyrážka, která je jedním z příznaků CLM. Tito lidé se nakazili přímým kontaktem kůže s larvami, a to pravděpodobně z kontaminovaného písku či půdy (Tremblay et al., 2000).

3.6 Prevence onemocnění

Základním prvkem prevence proti parazitům je obecně dodržování hygieny a pravidelné odčervování zvířat. Psům by se měly preventivně podávat odčervovací přípravky minimálně 1–2x ročně. Pokud se pes často pohybuje na volno a setkává se s mnoha cizími psy, je možné tuto dávku i navýšit. Dále je nutné upravovat dávkování léčiv dle hmotnosti konkrétního jedince a dávat pozor, zda pes pozřel celou doporučenou dávku (Seppo Saari et al., 2018).

Důležité je také odklizení a asanace výkalů, a to nejen přímo psích, ale v obydlených oblastech i jiných psovitých šelem, například lišek. V ideálním případě by se tato divoká zvířata neměla na veřejných prostranstvích vůbec pohybovat (Wright, 2009). Larvy jsou velmi citlivé na sluneční svit a sucho, na což je vhodné myslet při zařizování ubikace pro zvíře (Seppo Saari et al., 2018). V místech, kde se nachází znečištění výkaly se doporučuje k čištění zasažených ploch používat vysokotlaký parní čistič, společně s účinnými dezinfekčními přípravky, například s obsahem chlornanu sodného či kresolu. Nalezení parazitů musí být řádně zlikvidováno (Epe, 2009). V některých větších zařízeních chovajících psy se využívá klecí s drátěným dnem, a to z důvodu oddělení výkalů z dosahu psa (Bowman et al., 2010). Při podezření na zamoření pozemku parazity rodu *Ancylostoma* je vhodné půdu řádně dezinfikovat, a to například boritanem sodným. Nevýhodou této sloučeniny však je, že zabíjí i okolní vegetaci (Seppo Saari et al., 2018). Další podobnou látkou je organofosfát dichlorvos, který však účinně zabíjí pouze stádia L₁ a L₂ (Aziz & Ramphul, 2022).

Preventivní léčba nedospělých stadií měchovců může snížit riziko klinického onemocnění u nakažených psů a také redukovat výskyt vajíček a infekčních larev v prostředí (Snyder et al., 2021). Majitelé psů a jiných zvířat by měli být obeznámeni s informacemi ohledně pravidelného odčervování a jeho často přehlíženými výhodami, jelikož v některých případech jej lidé nevyužívají například jen kvůli finančním nákladům. Edukace lidí je také formou prevence. Doporučuje se také se psy průběžně chodit na koprologická vyšetření a veterinární prohlídky, zejména v oblastech hojného výskytu nebezpečných parazitů. Tato vyšetření nejsou finančně nákladná, jsou neinvazivní a mohou včas odhalit parazitární nákazu psa, případně jestli je pes bez příznaků přenašečem a zda může být potencionální hrozbou pro šíření zoonóz (Epe, 2009; Bowman et al., 2010). Majitelé psů i koček by se také měli snažit o to, aby jejich mazlíčci venku nelovili zvířata a nepožírali mršiny a výkaly (Ribeiro, 2004).

Pokud lidé cestují se svými psy do oblastí, kde je výskyt těchto parazitů vysoký, nebo obecně do tropických oblastí, je vhodné, aby zvířeti před odjezdem zpět nebo těsně po příjezdu podali preventivně anthelmintika (Wright, 2009).

Jako prevence proti *Ancylostoma* i *Uncinaria* se používá selamektin. Selamektin je léčivo určené přímo pro psy a kočky. Jeho výhodou je, že při správném dávkování nepůsobí potíže ani zvířatům citlivým na ivermektin. U březích fen se doporučuje nejméně jedna dávka účinných anthelmintik za dobu březosti a poté podávat léčiva i kojeným štěňatům. U štěňat se musí využívat speciálních léků pro ně určených (Nolan & Lok, 2012). Oproti psům chovaným v domácím prostředí jsou více ohroženi parazitárními nemocemi toulaví psi. Proto jsou důležité

národní preventivní programy, nejen kvůli psům, ale i kvůli přenosu zoonotických infekcí (Puebla, et al., 2015). Také je potřeba více dbát na komplexní řešení ochrany proti parazitům ve zvířecích útulcích, než je tomu u zvířat chovaných v domácích podmínkách (Svobodová et al., 2003). Ohniska nákazy se však mohou nacházet i v klasických chovatelských stanicích (Seppo Saari et al., 2018). Pokud má majitel nemocného zvířete doma ještě i jiná zvířata, je vhodné jim taktéž poskytnout veterinární prohlídku a další preventivní opatření proti přenosu nákazy (Epe, 2009).

U lidí je vhodné jako prevence nákazy na plážích v tropických a subtropických oblastech světa nosit obuv, a to obzvláště, pokud se v okolí pláží pohybují potulná zvířata. Dále se doporučuje při opalování nebýt v přímém kontaktu s pískem a nejlépe místo ručníku používat na pláži matrace (Tremblay et al., 2000). Dětská pískoviště by měla být po dobu nevyužívání zakrytá (Bowman et al., 2010). V některých zemích, ve kterých je vysoký výskyt parazitárních onemocnění, existují anthelmintické programy pro děti školního věku. Cestovatelé a děti předškolního a školního věku se totiž řadí nejen u Ancylostomóz do nejohroženější skupiny v populaci (Aziz & Ramphul, 2022).

Bohužel se prevalence parazitických nákaz zvyšuje i s faktem, že lidé mají čím dál intimnější vztah se svými domácími zvířaty (Daba & Haile, 2021).

3.7 Léčba a rezistence

3.7.1 Léčba

3.7.1.1 Léčba psovitých šelem

Léčba psovitých šelem při nákaze parazity rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* spočívá především v podání antiparazitických léků. Je důležité pečlivě dodržovat doporučené dávkování a délku léčby, aby byla účinnost co nejvyšší. Kromě toho je také třeba pravidelně monitorovat zdravotní stav zvířete a případné příznaky infekce (Kopp et al., 2008).

Při léčbě parazitů z rodu *Ancylostoma* u psovitých šelem se užívají anthelmintika, která zabíjí jak dospívající stadia, tak dospělce. Patří mezi ně například nitroscanát, tetrahydropyridiny (pyrantel, oxantel), benzimidazoly (fenbendazol, mebendazol) a některé makrocyclické laktony (ivermectin, selamectin) (Castro et al., 2020).

Benzimidazoly fungují na principu přerušení vstřebávání živin v buňkách parazitického organismu. Parazit následně umírá na základě vyčerpání energie v buňkách. Výhodou těchto látek je jejich vysoká tolerance a minimální výskyt vedlejších účinků při užití. To se však nevztahuje k albendazolu, u kterého je nutno dbát opatrnosti, jelikož hrozí suprese kostní dřeně. Fenbendazol se používá u březích a čerstvě kojících fen a snižuje nákazu narozených štěňat až o 89 % fen (Seppo Saari et al., 2018). Je to jediný antiparazitický lék pro psy, který účinně zabraňuje vertikálnímu přenosu (Wiebe & Howard, 2009).

Makrocyclické laktony lze podávat transkutánně, subkutánně i orálně. Tyto látky parazity nejprve paralyzují a poté usmrtí. Ivermectin může u některých psů způsobovat nežádoucí vedlejší účinky. Nejvíce jsou na jeho působení citlivá plemena kolií a jim plemena podobná, a tak se u nich jeho používání nedoporučuje, jelikož na trhu jsou dostupná pro ně bezpečnější léčiva (Seppo Saari et al., 2018). Při výskytu kožních příznaků se mohou použít topická léčiva.

Ta bývají sama o sobě velmi účinná, ale často se ještě kombinují s orální formou prášků, aby se pacientovy příznaky odstranily co nejdříve (Mehlhorn, 2008).

Je nutné také brát v potaz možnost výskytu vedlejších účinků a nemocného člověka či zvíře průběžně kontrolovat. U některých pacientů totiž mohou vyvolat do vážného průběhu, a to především při vyšších dávkách léčiv. Mezi těmito příznaky se objevuje malátnost, hubnutí, průjem či závratě (Mehlhorn, 2008).

Proti *A. caninum* již byla v minulosti vyvinuta vakcína, ale kvůli špatné skladovatelnosti, přepravě přípravku a obavám ohledně jeho účinků byla stažena z trhu. Tato vakcína dosahovala až 90 % účinnosti a poskytovala prevenci proti závažné anémii a krvácení do střev, ale nenavazovala sterilní imunitu (Miller, 1987).

Pro léčbu se tedy používají klasické látky, nejčastěji například pyrantel, ivermectin, benzimidazoly či nitroscanát. Pokud se u psa vyskytne dermatitida v meziprstní oblasti, tak se na ni žádné léky nepodávají, jelikož na příznaky tohoto typu nezabírají. Jediným řešením je tedy dostatek času na samostatné vyléčení bez možnosti reinfekce (Seppo Saari et al., 2018). Lék moxidectin je jediným přípravkem, který při prevenci *A. caninum* u březích fen a jejich kojených mláďat dosahuje 100% účinnosti (Wiebe & Howard, 2009). Pokud je L₄ v hypobiotickém stadiu, je pravděpodobné, že léčba nebude účinkovat, a tak je nutno ji zopakovat po dozrání parazita do dospělosti (Taylor et al. 2007). V případě sekundárních bakteriálních infekcí zapříčiněných škrábáním se nakaženého je nutné léčbu doplnit i o antibiotika. Pokud se objeví výhřezy, je zapotřebí je chirurgicky odstranit (Mehlhorn, 2001).

V léčbě *U. stenocephala* u psovitých šelem se používá pyrantel, fenbendazol, nitroscanát, piperazin, mebendazol a milbemycin oxim (Chu et al., 2013). Dále se může použít ivermectin v injekční formě, který je účinný proti nedospělým i dospělým stádiím. U této látky je však potřeba dbát na správné dávkování, protože při zvýšené dávce se mohou objevit vedlejší účinky jako například obrna, ataxie, chvění či nadstandartní slinění (Bowman, 2008).

Lék febantel je proti dospělým stádiím měchovců *Uncinaria* i *Ancylostoma* vysoce účinný. Úspěšnost léčby tímto přípravkem přesahuje 90 % a to jak při samostatném užití, tak i v kombinaci s praziquantelem. Pokud bychom chtěli dosáhnout stejných účinků u štěňat či mladých psů, vhodnou kombinací léčiv je febantel s pyrantelem. Za jeden z nejbezpečnějších a nejúčinnějších léků proti druhu *Ancylostoma* je považován mebendazol (Mehlhorn, 2001). Pokud pes po nákaze trpí anémií, je vhodné mu podávat také železo a vitamin B12. Potrava by měla být obohacena o více bílkovin. U štěňat je někdy potřeba i krevní transfuze (Wright, 2009).

Je důležité o Ancylostomóze nadále informovat jak veterináře a zdravotníky, tak i majitele domácích zvířat (Stracke & Traub, 2020). Bylo prokázáno, že účinnost anthelmintik může být ovlivněna i plemenem ošetřovaného zvířete (Obiukwu & Onyali, 2006).

3.7.1.2 Léčba lidí

World Health Organization (1996) uvádí 3 způsoby podávání anthelmintik proti parazitům přenášeným přes půdu v měřítku větší populace. Prvním je univerzální způsob, při kterém se nezohledňuje pohlaví, věk, onemocnění ani jiné charakteristiky jednotlivých lidí při aplikaci anthelmintik celé populaci. Druhou možností je cílené podávání léčiv, při kterém se zohledňují výše uvedené vlastnosti populace, ale ne podoba nákazy. Třetí varianta je tzv. selektivní, kdy se léky podávají individuálně a na základě aktuální diagnózy jedince. Ať už konkrétní země

zvolí jakýkoliv program a způsob podávání anthelmintik svým občanům, je nutné, aby tento program korespondoval s doporučeními vydanými WHO a aby se řídil pokyny výrobce k použití vybraných léčiv. Tato léčiva musí být garantované kvality.

V lidské medicíně se jako nejúčinnější kombinace léčiv ukázal mebendazol a levamisol. Osvědčila se více, než užití pouze jednoho druhu léku a neobjevily se na ni žádné vedlejší účinky (Albonico et al., 2003).

Výsledek léčby může také výrazně ovlivnit kvalita léku. Mezi faktory kvality patří tvorba rezistence, účinnost a bezpečnost užívání. Léky se mohou lišit v obsahu účinné látky, čistotě, rozpustnosti či dostupnosti. V rozvojových zemích, kam se léky dováží, nebo se přímo tam vyrábí, může být kvalita léků nedostačující (Galia et al., 1999). Pokud v dané zemi nelze zajistit dovoz léků z ověřených firem, měli by řídicí jednotky zdravotnictví zajistit nezávislé testování dostupných léků a potvrdit jejich bezpečnost (World Health Organization, 1996). Země, ve kterých se anthelmintika vyrábí ve velkém množství, by se měly snažit o co největší kvalitu léků a vhodný obsah účinných látek v nich. Dbát se musí také na jejich správné skladování (Albonico, 2003). Ideální je, když v daném státu existuje společnost, která na kvalitu léčiv dohlíží. Pokud však není přítomna žádná nezávislá společnost, měla by alespoň být dodržována doporučení ohledně parametrů, které by měly léky splňovat. Světová zdravotnická organizace (WHO) má soupis takovýchto doporučení k dispozici. Mimo to poskytuje i návod, jak odhalit padělaná či nekvalitní léčiva, který mohou využít například menší zdravotnické laboratoře (World Health Organisation, 1999). Je také zapotřebí začít vyrábět větší množství účinnějších a levnějších variant anthelmintik pro lidi, které by následně byly využity pro rozvojové země, kde jsou nejvíce důležité. I přes velkou snahu o osvětu od organizace WHO však stále produkce takových léků není dostačující. Mnohem větší pokroky se v tomto směru odehrávají ve veterinárním odvětví, které je mnohem lukrativnější (Albonico, 2003).

Ve studii od Tremblay et al. (2000) se doporučuje jako účinné léčivo při lidském onemocnění kutánní larvou migrans thiabendazol, který se dá užívat i lokálně, pokud se tablety rozdrtí nebo ve formě suspenze. CLM se může léčit i tzv. kryoterapií neboli léčbou mrazem (Balfour & Lazova, 2002).

V Zanzibaru, kde se uskutečnil program, při kterém se dětem školního věku podala třikrát v průběhu roku léčivá látka obsahující mebendazol, se snížil výskyt těžké anémie o 55 %. Tato léčba také výrazně ovlivnila obsah ferritinu v krvi dětí. V zemích, kde se podobné nákazy objevují často, by podobné programy mohly napomoci snížit počty chudokrevných lidí, ale je důležité odčervení opakovat alespoň dvakrát do roka (Stoltzfus et al., 1998).

Nově objevené molekuly produkované měchovci mohou pomoci při výzkumu molekulární patogeneze, vztahu mezi hostitelem a parazitem a některé se považují i za možné budoucí cíle působení vakcín. K jejich objevení přispěl rozvoj v oblasti molekulární biologie (Brooker & Hotez, 2004).

Pro léčbu *A. duodenale* doporučuje World Health Organization (1999) albendazol, levamisol, pyrantel či mebendazol a následnou lékařskou kontrolu 3 týdny po léčbě. Při užití mebendazolu po dobu 3 dní byly potvrzeny výsledky 95–100% úspěšnosti.

U rodu *Ancylostoma* lze izolovat neutrofilní inhibiční faktor (NIF). Významný je především z důvodu, že se pojednává o jeho využití ve vakcínách. Výzkumy stále pokračují, ale ve studiích se potvrdilo, že společně s rekombinantní látkou získanou z imunosupresantů produkovaných daným parazitem vakcína může zabránit přenosu nákazy (Ali et al., 2001).

3.7.2 Rezistence

Pojem rezistence označuje jev, při kterém se postupně snižuje citlivost k léčivu v populaci parazitů, která původně k dané látce citlivá byla. V populaci se tedy začíná objevovat více jedinců, kteří jsou schopni tolerovat léčebnou dávku než v normální populaci jedinců stejného druhu. Rezistence je dědičná z generace na generaci (Samson-Himmelstjerna & Deplazes, 2021). Je tedy důležité dbát na to, aby dlouhodobě nebyla používána léčiva stejného druhu, aby se zvířatům nepodávaly příliš malé dávky a také aby se léčiva neužívala příliš často. Kvůli těmto chybám pak vzniká proti léčbě rezistence (Bowman et al., 2010). Univerzální léčba není žádoucí, látky by se měly určovat dle konkrétních druhů parazitů, kterými je jedinec ohrožen. Vzniku rezistence se dá předcházet, nebo ho alespoň oddálit zajištěním relativního toku genů. K tomu dochází například při léčbě pouze části obyvatelstva (nejčastěji dětí školního věku). Geny se pak rozdělí mezi přeživšími parazity a těmi, kteří čelí selekčnímu tlaku. Dále je také důležité rozeznat rozdíl mezi rezistencí a tolerancí a včas tyto komplikace odhalit. K tomu se nejčastěji užívá FECRT (World Health Organization, 1996). FECRT neboli test snížení počtu vajíček ve stolici (faecal egg count reduction test) je metoda, při které se vyhodnocuje účinnost anthelmintik za pomoci počítání vajíček ve výkalech před léčbou a po ní. Aby byly výsledky co nejpresnější, je vhodné zkoumat skupinu alespoň 10 zvířat (Kotze & Kopp, 2008). FECRT je však poměrně nákladná a zdoluhavá metoda, která se dá nahradit *in vitro* testy EHA neboli test líhnutí vajíček (egg hatch assay) a LDT, tedy test vývinu larev (larval development test). Tyto testy jsou levnější, ale zároveň dostatečně citlivé (World Health Organization, 1999).

Rezistence se může postupem času rozšířit o léky stejné třídy, nebo i o odlišné třídy léčiv (křížová rezistence) (World Health Organization, 1999).

Většina měchovců je bez potíží залéčena běžně dostupnými anthelmintiky. Nicméně případy opakujících se či dlouhodobých nákaz se v posledních letech výrazně zvyšují, což napovídá možnému utvoření rezistence těchto parazitů proti anthelmintikům (Castro et al., 2019).

U *A. Caninum* byla prokázána rezistence proti několika druhům anthelmintik (Castro et al., 2020). Jedním z nich je pyrantel, u kterého je rezistence *A. caninum* dlouhodobým problémem (Kopp et al., 2008). Proti pyrantelu se objevila rezistence i u druhu *A. duodenale*. V obou případech se ovšem jedná hlavně o oblasti světa, které jsou poměrně izolované a je zde velká přenosnost nákazy měchovci, a navíc je zde pyrantel používán již mnoho let (World Health Organization, 1999).

3.8 Diagnostika

Diagnostika měchovců rodu *Uncinaria* a *Ancylostoma* zahrnuje různé metody, včetně mikroskopického vyšetření stolice, imunologických testů a molekulárních technik. Tyto metody umožňují identifikaci vajíček parazitů v trávicím traktu hostitele a potvrzení jejich přítomnosti. Kromě toho se provádí také klinické vyšetření pacientů, aby byly zjištěny případné příznaky onemocnění způsobené parazity. Základem tohoto vyšetření je zhodnocení zdravotního stavu postiženého jedince. Hledí se například na chuť k jídlu, chování, konzistenci výkalů, přítomnost krve ve výkalech a zbarvení sliznic a membrán (Kopp et al., 2007). S rozvojem moderních diagnostických technik se ustupuje od invazivních, endoskopických

vyšetření a upřednostňují se spíše molekulárně založené metody, jako například qPCR (quantitative polymerase chain reaction) či PCR-RFLP (Stracke et al., 2020).

Většina metod založených na molekulární diagnostice jsou typu PCR, tedy polymerázové řetězové reakce. Palmer et al. (2007) adaptoval techniku testů PCR-RFLP, aby za pomoci nich a flotačních metod mohl určit druh vajíček přímo z kontaminovaných výkalů. Tímto způsobem se od sebe dají u nakažených zvířat odlišit druhy *A. caninum*, *A. braziliense* a *A. ceylanicum*. Výhodou těchto testů je jejich rychlost a jednoduchost provedení (Traub et al., 2004).

A. Caninum se často diagnostikuje podle počtu vajíček ve výkalech za použití flotační metody. U štěňat, která se ještě kojí, mohou však příznaky onemocnění započít ještě dříve, než se objeví vajíčka ve výkalech. Naopak u dospělých jedinců přítomnost několika vajíček ve výkalech nemusí nutně znamenat, že se infekce projeví klinicky (Taylor et al. 2007). U lidí je tuto nákazu identifikovat velmi těžké, při kolonoskopii se například najdou vřídky, ne vždy se ale přijde na jejich příčinu, dalším nálezem mohou být aftózní vředy anebo například lokální zánět sliznice. Někdy se diagnóza tohoto parazitárního onemocnění může zaměnit s Crohnovou chorobou, u které je však podoba vředů odlišná (Changela & Reddy, 2017). Kromě kolonoskopie je možné i vyšetření laparotomií neboli otevřením dutiny břišní, při které se získají vzorky pro histopatologii. Laparotomie může ukázat na zánět serózních blan, zvětšené lymfatické uzliny či různé množství zánětlivého výpotku z oblasti pobřišnice. Výpotek může obsahovat i eozinofily, které tekutinu zakalují. Tato metoda se však v běžných případech příliš nevyužívá (Aziz & Ramphul, 2022).

Při koprologické diagnostice vajíček *Ancylostoma* i *Uncinaria* je nutno dávat pozor na záměnu s vajíčky hlístic z čeledi Strongylidae, které se do psích výkalů dostávají kvůli koprofágii (požírání výkalů) a jejich odlišení může méně zkušenému pozorovateli činit potíže (Bowman et al., 2010). Nejčastějším způsobem koprologické diagnostiky je flotace, a to buď McMasterova metoda či FLOTAC (Shchelkanov, 2021). Nejúčinnější formou flotace je centrifugační, ostatní jednodušší nemají v porovnání takovou úspěšnost (Dryden & Hegarty, 2020).

Při sběru koprologických vzorků je ideální, když se odeberou jedinci přímo z rekta. V tomto případě je nutné dbát na pravidla welfaru zvířat. Výhodou u této metody je minimální kontaminace vzorků vlivem vnějšího prostředí. Pokud to ale není možné, je vhodné alespoň vzorky vždy sbírat okamžitě po defekaci zvířete (Puebla et al., 2015). Stolicе se pak zkoumá například za pomoci metody dle Kato, tedy tlustým nátěrem. Ta poskytuje informaci o prevalenci a počtu vajíček ve vzorku, a tedy nepřímě i o intenzitě nákazy. Intenzita souvisí i s počtem nakažených ku počtu obyvatel v dané oblasti, a proto by mělo být cílem antiparazitárních programů intenzitu snižovat (World Health Organization, 2011). Mimo Kato-Katz se dá ještě využít techniky formalíno-etherové koncentrace (Aziz & Ramphul, 2022).

Počet vajíček lze spočítat na základě EPG (egg per gram), které je měřítkem používaným v parazitologii k odhadu počtu vajíček parazitů přítomných v určitém množství trusu. Je běžně používán k určení závažnosti parazitární infekce u zvířat. Pro výpočet EPG se odebere malý vzorek trusu, který se zpracuje pomocí metody flotace, která oddělí vajíčka parazitů od stolice. Vajíčka jsou poté počítána pod mikroskopem a vypočte se množství vajíček na gram stolice. Vysoký počet EPG ukazuje na větší zátěž parazity a závažnější infekci. (Obiukwu & Onyali, 2006). Pokud dosahuje počet vajíček na 1 gram hodnot mezi 2000 a 4000, je infekce

považována za silnou. Pokud je množství vajíček vyšší než 4000, je nákaza velmi závažná (Wertheim & Woodall, Eds., 2012).

Pokud je potřeba rozlišit, zda se jedná o *A. ceylanicum* či *A. braziliense*, může se využít metody tepelné úpravy. U druhu *A. braziliense* se jedinec výrazně ohýbá, u *A. ceylanicum* ne. U tepelného upravování je však důležité dbát na to, aby vzorek nebyl poškozen (Taylor et al. 2007). Dalším spolehlivým morfologickým rozdílem mezi těmito dvěma druhy je rozložení laterálních paprsků burzy (Traub et al., 2007).

Diagnóza *A. duodenale* probíhá nalezením vajíček ve výkalech nebo se při posmrtné pitvě ve střevech vyskytují dospělci tohoto druhu (De Silva & Savioli, 2003). Tato vajíčka jsou morfologicky téměř nerozeznatelná od vajíček *Necator americanus* a proto se při jejich rozlišování užívá metody PCR a následně ještě RFLP, tedy polymorfismus délky restričních fragmentů (restriction fragment length polymorphism) (Traub & Thompson, 2008).

U lidí se může použít i odebrání vzorku obsahu dvanáctníku, a to především při podezření na nákazu *A. duodenale*, ale to se provádí většinou jen v případech, kdy z nějakého důvodu nebylo úspěšné vyšetření stolice (Votava, 2010).

Vajíčka *Ancylostoma* a *Uncinaria* mezi sebou rozeznáváme především podle jejich rozdílné velikosti pomocí mikroskopu. Rozlišování konkrétních druhů je pak pouhým mikroskopem obtížné a spíše se využívá metod molekulární biologie (Lucio-Forster et al., 2012). Molekulární biologie nachází své uplatnění především v případech, kdy je těžké mezi sebou rozlišit vajíčka více druhů a také při diagnostikování nemocných volně žijících zvířat (Lucio-Forster et al., 2012).

Zda se jedná o nákazu *U. stenocephala* se zjišťuje podle povahy příznaků a nálezu vajíček ve výkalech pomocí flotace. Pokud se jedná o oblast, kde se zároveň nachází i rod *Ancylostoma*, můžou se pěstovat i larvální kultury, aby se rozlišilo, o který z těchto rodů se jedná (Dias et al., 2013). Při dermatologických symptomech se využívá kožních seškrabů a biopsie, ve kterých se mohou objevit larvy. Nejčastěji jsou v místech, kde se tělo přímo dotýká s půdou. Toto onemocnění však v mnoha případech nakažených psů není diagnostikováno, jelikož larvy se vždy v histologických vzorcích nemusí vyskytovat, příznaky navíc většinou neohrožují život jedince a anthelmintická léčiva, která zabírají výskytu vajíček ve výkalech jsou ve většině zemí běžně dostupná, a tak často diagnostika není nutná (Chu et al., 2013). U lidí se kožními seškraby může diagnostikovat syndrom kutánní larvy migrans, folikulitida či dermatitida způsobované měchovci (Le Joncour et al., 2012).

Při realizaci studií, kde se jedná o především o sbírání vzorků se mohou buď brát od přirozeně či uměle nakažených zvířat. U lidí se dá využít možnosti dobrovolnictví anebo se odebírají vzorky od lidí, co vykazují příznaky dané parazitární nemoci. Povinností pořadatele studie je dobrovolníky dopředu plně informovat o průběhu celého procesu, jedinci musí být zdraví a jejich účast musí být schválena pověřenou organizací (Landmann & Prociv, 2003).

Laboratorní metoda ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) je biochemická technika, která se používá k detekci a kvantifikaci specifických proteinů (antigenů) v různých biologických vzorcích, jako jsou krevní séra, tkáně nebo kultivované buňky. Metoda ELISA využívá specifických interakcí mezi antigeny a protilátkami. Účelem je detekce vnitrobuněčných a cirkulujících antigenů a protilátek. Poskytuje i informaci o množství těchto látek. Při imunologické diagnostice parazitárních onemocnění je hojně využívána. Této metodě předchází odběry a testy krve a následně společně s ní potvrdí či vyvrátí přítomnost protilátek

proti danému parazitovi (Elsemore et al., 2017). Při zkoumání krve a jejích vlastností se může využít také krevních nátěrů, ze kterých se následně dá zjistit například počet krevních buněk, jejich barvitelnost, tvar, velikost či počet. Tato technika se používá při příznacích anémie u ankylostomóz a uncinarióz (Prasetyo & Ahmad, 2022).

Možná je i postmortální diagnostika. Například při studii z roku 2006 ze Španělska bylo humánně usmrceno a vykřveno 62 psů. Po vyjmutí tenkého střeva proběhlo jeho makroskopické vyšetření. Samice získané ze střeva se řádně očištěny fyziologickým roztokem pufrovaným fosfátem a inkubovány za účelem produkce vajíček při teplotě 37 °C. Dále byla odebrána krev z cefalické žíly a následně vysrážena. Sérum z krve se skladovalo při -25 °C. Výsledky potvrdily nákazu *U. Stenocephala* u 22 psů (Postigo et al., 2006).

Samotní paraziti se v případě potřeby jejich zkoumání mohou usmrtit například náhlým ponořením do horké vody, která dosahuje více než 65 °C a následně se musí co nejdříve přesunout do 10% roztoku formalínu či alkoholu o koncentraci 70 % (Guerrant & Weller, 2011). Vzorky se pak dají očistit za pomoci glycerinu nebo kreozotu (De Albuquerque et al., 2009). Pokud je třeba dosáhnout průsvitnosti zkoumaného jedince, je možné využít laktofenolu (Seppo Saari et al., 2018).

Data, která jsou získána z diagnostických metod se mohou následně zpracovat pomocí deskriptivní statistiky a analýzy rozptylu ANOVA (analysis of variance) (Obiukwu & Onyali, 2006).

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo podrobně popsat všechna důležitá odvětví týkající se měchovců rodu *Ancylostoma* a *Uncinaria* za použití odborných studií a knih, a to především těch zahraničních.

Tito měchovci mohou způsobovat závažná onemocnění nejen u zvířat, ale i u lidí. Patří mezi ně například anémie, syndrom kutánní larvy migrans, enteritida, dermatitida a další. Nebezpečí hrozí zvláště zvířatům a lidem se sníženou imunitou a také nejmladším jedincům.

Závěrem lze konstatovat, že měchovci rodu *Uncinaria* a *Ancylostoma* jsou vážným zdravotním problémem u psovitých šelem i u lidí. Důležitou součástí boje proti těmto parazitům je prevence a včasná diagnóza infekce, která umožní adekvátní léčbu, proto je také potřeba, aby o nejen těchto parazitárních infekcích byli lékaři řádně informováni. Při léčbě je nutné brát v úvahu možnost vývoje rezistence na antiparazitika, a proto je důležité využívat vhodné kombinace léků a správné dávkování. Výzkum těchto parazitů by měl být i nadále zaměřen na identifikaci nových způsobů prevence a léčby, aby bylo možné minimalizovat výskyt infekcí a snížit jejich dopad na zdraví zvířat i lidí. Pokud by byla vyvinuta účinná vakcína, mohla by společnosti přinést veliký benefit při boji s těmito nákazami. Úmrtnost sice není příliš vysoká, nicméně počet nakažených lidí i zvířat značí, že se stále jedná o závažný a aktuální problém, který je třeba řešit, například i tím, že se bude více informovat široká společnost o rizicích této nákazy a také možnostech, jak onemocnění předejít, nebo v případě již propuklé infekce, jak ji úspěšně léčit. To platí zejména pro oblasti, kde se popisovaní paraziti běžně vyskytují a pro zájemce o návštěvu těchto lokalit. V České republice rody *Ancylostoma* a *Uncinaria* nemají zvláště velký význam, nicméně i zdejší obyvatelé, a to především majitelé psů i koček, tedy zvířat, které mají přístup do lidských domovů, by měli dbát opatrnosti a být informováni.

5 Literatura

AHMED, M., et al. Nematode taxonomy: From morphology to metabarcoding. *Soil Discussions*, 2015, 2.2: 1175-1220.

ALBONICO, M. Methods to sustain drug efficacy in helminth control programmes. *Acta tropica*, 2003, 86.2-3: 233-242.

ALI, F., et al. Vaccination with neutrophil inhibitory factor reduces the fecundity of the hookworm *Ancylostoma ceylanicum*. *Parasite Immunology*, 2001, 23.5: 237-249.

ALIPOUR, Human; GOLDUST, Mohamad. Apparent contact dermatitis caused by *Ancylostoma caninum*: a case report. *Annals of Parasitology*, 2015, 61.2.

ARASU, P. In vitro reactivation of *Ancylostoma caninum* tissue-arrested third-stage larvae by transforming growth factor- β . *Journal of Parasitology*, 2001, 87.4: 733-738.

ASH, Lawrence R.; ORIHEL, Thomas C. *Human Parasitic Diseases: A Diagnostic Atlas*. ASCP Press, 2020.

AZIZ, Mochamad Helmi; RAMPHUL, Kamleshun. *Ancylostoma*. In: *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing, 2022.

BALFOUR, Erika, et al. Cutaneous larva migrans with parts of the larva in the epidermis. *CUTIS-NEW YORK*-, 2002, 69.5: 368-370.

BARTSCH, Sarah M., et al. The global economic and health burden of human hookworm infection. *PLoS neglected tropical diseases*, 2016, 10.9: e0004922.

BECKER, A.-C., et al. Prevalence of endoparasites in stray and fostered dogs and cats in Northern Germany. *Parasitology research*, 2012, 111.2: 849-857.

BEDI, Jasbir Singh; VIJAY, Deepthi; DHAKA, Pankaj. *Textbook of Zoonoses*. John Wiley & Sons, 2022.

BEKNAZAROVA, Meruyert, et al. Opportunistic mapping of *Strongyloides stercoralis* and hookworm in dogs in remote Australian communities. *Pathogens*, 2020, 9.5: 398.

BEUGNET, Frédéric; HALOS, Lénaïg; GUILLOT, Jacques (ed.). *Textbook of clinical parasitology in dogs and cats*. Servet editorial-Grupo Asís Biomedica, SL, 2018.

BIOCCA, E. On *Ancylostoma braziliense* (de Faria, 1910) and its morphological differentiation from *A. ceylanicum*. *Journal of Helminthology*, 1951, 25.1-2: 1-10.

BOJAN Tambur, Suzana Kirbiš, Tadej Hrovat, Jelka Zabavnik-Furger, & Darja Duh. (2016). Hookworm infections in dogs and humans. *Slovenian Veterinary Research*, 53(Suppl 15), 69-80.

BORECKA, Anna. Nicienie z rodzaju *Toxocara*-niebezpieczne dla ludzi pasożyty zwierzęce. *Kosmos*, 2005, 54.1: 105-108.

BORKOVCOVA, M. Prevalence of intestinal parasites of dogs in rural areas of South Moravia (Czech Republic). *Helminthologia*, 2003, 40.3: 141-146.

BOWMAN, Dwight D. *Georgis' Parasitology for Veterinarians-E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2008.

BOWMAN, Dwight D., et al. Hookworms of dogs and cats as agents of cutaneous larva migrans. *Trends in parasitology*, 2010, 26.4: 162-167.

BROOKER, Simon; BETHONY, Jeffrey; HOTEZ, Peter J. Human hookworm infection in the 21st century. *Advances in parasitology*, 2004, 58: 197.

CASTRO, Pablo D. Jimenez, et al. Efficacy evaluation of anthelmintic products against an infection with the canine hookworm (*Ancylostoma caninum*) isolate Worthy 4.1 F3P in dogs. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 2020, 13: 22-27.

CHAPMAN, Paul R., et al. Experimental human hookworm infection: a narrative historical review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2021, 15.12: e0009908.

CHOU, Jen-Wei; CHENG, Ken-Sheng; CHEN, Shih-Feng. Overt small-intestine bleeding caused by *Ancylostoma duodenale*. *Gastrointestinal endoscopy*, 2014, 80.1: 173-174.

CHU, Shirley, et al. Hookworm dermatitis due to *Uncinaria stenocephala* in a dog from Saskatchewan. *The Canadian Veterinary Journal*, 2013, 54.8: 743.

COLELLA, Vito; BRADBURY, Richard; TRAUB, Rebecca. *Ancylostoma ceylanicum*. *Trends in parasitology*, 2021, 37.9: 844-845.

COX, Francis EG (ed.). *Modern parasitology: a textbook of parasitology*. John Wiley & Sons, 2009.

CRINGOLI, Giuseppe, et al. *Ancylostoma caninum*: calibration and comparison of diagnostic accuracy of flotation in tube, McMaster and FLOTAC in faecal samples of dogs. *Experimental Parasitology*, 2011, 128.1: 32-37.

CROESE, JOHN, et al. A distinctive aphthous ileitis linked to *Ancylostoma caninum*. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 1996, 11.6: 524-531.

CROLL, Neil A. Feeding and lipid synthesis of *Ancylostoma tubaeforme* preinfective larvae. *Parasitology*, 1972, 64.3: 369-378.

DABA, Merga; NARAMO, Misgana; HAILE, Gelana. Current status of *Ancylostoma* species in domestic and wild animals and their zoonotic implication. *Animal and Veterinary Sciences*, 2021, 9.4: 107-114.

DA SILVA, Rute Cavalcante; DE OLIVEIRA, Patricia Aguiar; DE FARIAS, Leonardo Alves. Particularidades do *Ancylostoma caninum*: Revisão. *Pubvet*, 2020, 15: 143.

DAVID, Érica Boarato, et al. Molecular characterization of intestinal protozoa in two poor communities in the State of São Paulo, Brazil. *Parasites & Vectors*, 2015, 8.1: 1-12.

DE ALBUQUERQUE, M. C., et al. Permanent mounting technique and morphometry of *Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859), *Oxyspirura mansoni* (Cobbold, 1879) Ransom, 1904 and *Oesophagostomum columbianum* Curtice, 1890. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 2009, 31.2: 80-84.

DE SILVA, Nilanthi R., et al. Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture. *Trends in parasitology*, 2003, 19.12: 547-551.

DE MELLO, Ingrid Ney Kramer, et al. Biological control of infective larvae of *Ancylostoma* spp. in beach sand. *Revista Iberoamericana de Micología*, 2014, 31.2: 114-118.

DEMKOWSKA-KUTRZEPA, Marta, et al. Determining the occurrence of the *Uncinaria stenocephala* and *Ancylostoma caninum* nematode invasion in dogs in Poland, with special emphasis on the Lublin region. *Medycyna Weterynaryjna*, 2018, 74.8: 526-531.

DHIR, Luna; O'DEMPSEY, Tim; WATTS, Mark T. Cutaneous larva migrans with optic disc edema: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 2010, 4.1: 1-3.

DIAS, Sílvia Regina Costa, et al. Evaluation of parasitological and immunological aspects of acute infection by *Ancylostoma caninum* and *Ancylostoma braziliense* in mixed-breed dogs. *Parasitology research*, 2013, 112.6: 2151-2157.

DINI, Yara, et al. Comparison of real-time PCR and conventional coprological methods for the detection of *Ancylostoma caninum* in dogs from Brazil. *Acta tropica*, 2008, 107.2: 179-182. ISSN 0001-706X

DRACZ, Ruth Massote, et al. Parasitological and hematological aspects of co-infection with *Angiostrongylus vasorum* and *Ancylostoma caninum* in dogs. *Veterinary parasitology*, 2014, 200.1-2: 111-116.

DUBNÁ, Soňa, et al. The prevalence of intestinal parasites in dogs from Prague, rural areas, and shelters of the Czech Republic. *Veterinary parasitology*, 2007, 145.1-2: 120-128.

EPE, Christian. Intestinal nematodes: biology and control. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2009, 39.6: 1091-1107.

FELSMANN, Mirosława, et al. Invasive forms of canine endoparasites as a potential threat to public health—A review and own studies. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2017, 24.2: 245-249.

FLEMING, Fiona M., et al. Synergistic associations between hookworm and other helminth species in a rural community in Brazil. *Tropical Medicine & International Health*, 2006, 11.1: 56-64.

FURTADO, Luis Fernando Viana, et al. Egg genotyping reveals the possibility of patent *Ancylostoma caninum* infection in human intestine. *Scientific reports*, 2020, 10.1: 1-7.

GALIA, E.; HORTON, J.; DRESSMAN, J. B. Albendazole generics—a comparative in vitro study. *Pharmaceutical research*, 1999, 16.12: 1871-1875.

GILABERT, Aude; WASMUTH, James D. Unravelling parasitic nematode natural history using population genetics. *Trends in Parasitology*, 2013, 29.9: 438-448.

ERCOLANI 1859 (*Ancylostomidae*). *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe B. Journal of Veterinary medicine. Series B*, 1991, 38.2: 111-122.

HARRISON, Lisa M., et al. Molecular characterization of *Ancylostoma* inhibitors of coagulation factor Xa: Hookworm anticoagulant activity in vitro predicts parasite bloodfeeding in vivo. *Journal of biological chemistry*, 2002, 277.8: 6223-6229.

HE F.T., Feng M.T., San N.Y. and Song X.K. Complications of infant hookworm disease.

HOTEZ, Peter J., et al. Hookworm infection. *New England Journal of Medicine*, 2004, 351.8: 799-807.

HŮZOVÁ, Zuzana. Počet vyšetření na střevní parazity v roce 2016-ČR. Praha: Národní referenční laboratoř pro diagnostiku střevních parazitóz, 2017.

CHANGELA, Kinesh; SHARMA, Santosh; REDDY, Madhavi. *Ancylostoma duodenale*: Lost Its way into Appendix: 1428. *Official journal of the American College of Gastroenterology | ACG*, 2017, 112: S776.

CHU, Shirley, et al. Hookworm dermatitis due to *Uncinaria stenocephala* in a dog from Saskatchewan. *The Canadian Veterinary Journal*, 2013, 54.8: 743. *Intermed. Med. J.*, (1983), (6), 18-19

JIMENEZ CASTRO, Pablo D., et al. Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? *Parasites & vectors*, 2019, 12.1: 1-15.

KAMIL, Zainab H.; RASHID, Karim H.; AL-AWAD, Alaa S. The prevalence of anemia and hookworm ancylostoma duodenale infection in Mishamish Village, Al-Hashimya District, Babylon Province, Iraq. *Med J Babylon*, 2014, 11.4.

KARADBHAJNE, Priti, et al. A Case Report on Ancylostoma Duodenale Infection in Pregnant Woman. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 2021, 14: 100-103.

KOPP, Steven R., et al. Application of in vitro anthelmintic sensitivity assays to canine parasitology: detecting resistance to pyrantel in Ancylostoma caninum. *Veterinary parasitology*, 2008, 152.3-4: 284-293.

KOPP, Steven R., et al. High-level pyrantel resistance in the hookworm Ancylostoma caninum. *Veterinary parasitology*, 2007, 143.3-4: 299-304.

KOTZE, Andrew C.; KOPP, Steven R. The potential impact of density dependent fecundity on the use of the faecal egg count reduction test for detecting drug resistance in human hookworms. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2008, 2.10: e297.

KUCIK, Corry J.; MARTIN, Gary L.; SORTOR, Brett V. Common Intestinal Parasites. *American Family Physician*, 2004, 69.5: 1161-1168.

KWON, In-Ho, et al. A serologically diagnosed human case of cutaneous larva migrans caused by Ancylostoma caninum. *The Korean journal of parasitology*, 2003, 41.4: 233.

LABIANO-ABELLO, Nora, et al. Epidemiology of hookworm infection in Itagua, Paraguay: a cross sectional study. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 1999, 94: 583-586.

LANDMANN, Juergen K.; PROCIV, Paul. Experimental human infection with the dog hookworm, Ancylostoma caninum. *Medical journal of Australia*, 2003, 178.2: 69-71.

LE ROUX, Ph; BIOCCA, E. Sur una nuova specie del genere Uncinaria e su due specie del genere Ancylostoma. *Rend Accad Naz Lincei*, 1957, 22.2: 192-199.

LEE, Alice CY, et al. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in parasitology*, 2010, 26.4: 155-161.

LEE, Donald L. (ed.). *The biology of nematodes*. CRC Press, 2002.

LEFKADITIS, M. Ancylostomiasis in dogs. *Revista Scientia Parasitologica*, 2001, 1: 15-22.

LE JONCOUR, Alexandre, et al. Molecular characterization of Ancylostoma braziliense larvae in a patient with hookworm-related cutaneous larva migrans. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 2012, 86.5: 843-845.

- LOKER, Eric S.; HOFKIN, Bruce V. *Parasitology: a conceptual approach*. CRC Press, 2022.
- LOUKAS, Alex, et al. Hookworm infection. *Nature reviews Disease primers*, 2016, 2.1: 1-18.
- LOUKAS, Alex; PROCIV, Paul. Immune responses in hookworm infections. *Clinical microbiology reviews*, 2001, 14.4: 689-703.
- LUCIO-FORSTER, Araceli, et al. Morphological differentiation of eggs of *Ancylostoma caninum*, *Ancylostoma tubaeforme*, and *Ancylostoma braziliense* from dogs and cats in the United States. *Journal of Parasitology*, 2012, 98.5: 1041-1044.
- MACPHERSON, Calum NL. Human behaviour and the epidemiology of parasitic zoonoses. *International journal for parasitology*, 2005, 35.11-12: 1319-1331.
- MARTÍNEZ-Moreno FJ, Hernández H, López-Cobos E, Becerra C, Acosta I, Martínez-Moreno A (2007) Estimation of canine intestinal parasites in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Vet Parasitol* 143:7–13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.004>
- MEHLHORN, H. Biology, Structure, Function. *Encyclopedic references of Parasitology: Diseases, Treatment, Therapy*, 2001.
- MEHLHORN, Heinz (ed.). *Encyclopedia of parasitology*: AM. 2008.
- MELDAL, Birgit HM, et al. An improved molecular phylogeny of the Nematoda with special emphasis on marine taxa. *Molecular phylogenetics and evolution*, 2007, 42.3: 622-636.
- MOORKOTH, Anitha P., et al. Hookworm infection: An unusual presentation. *Journal of The Academy of Clinical Microbiologists*, 2015, 17.2: 121.
- NGUI, Romano, et al. Epidemiological and genetic data supporting the transmission of *Ancylostoma ceylanicum* among human and domestic animals. *PLoS neglected tropical diseases*, 2012, 6.2: e1522.
- NOLAN, T. J., et al. *Ancylostoma ceylanicum* (Looss, 1911). *Feline Clinical Parasitology*, 2002, 52: 249.
- NOLAN, Thomas; B LOK, James. Macrocyclic lactones in the treatment and control of parasitism in small companion animals. *Current pharmaceutical biotechnology*, 2012, 13.6: 1078-1094.
- OBIUKWU, Millian Okwudili; ONYALI, Ikechukwu Oliver. Comparative efficacy of ancylosol, ivomec, mebendazole and piperazine against *Ancylostoma caninum* in experimentally infected pups. *Animal Research International*, 2006, 3.3: 540-544.
- PAGE, Antony P.; JOHNSTONE, I. J. The cuticle. *WormBook*, 2007.

PALMER, Carlisle S., et al. The veterinary and public health significance of hookworm in dogs and cats in Australia and the status of *A. ceylanicum*. *Veterinary parasitology*, 2007, 145.3-4: 304-313.

PERRY, Amie, et al. Aberrant *Ancylostoma* sp. in the brain of a dog. *Veterinary Parasitology*, 2016, 223: 210-213.

POPPERT, Sven, et al. Diffuse unilateral subacute neuroretinitis caused by *Ancylostoma* hookworm. *Emerging infectious diseases*, 2017, 23.2: 343.

POSTIGO, I.; MARTINEZ, J.; GUIANTES, J. A. *Uncinaria stenocephala*: Assessment of antigens for the immunodiagnosis of canine uncinariosis. *Experimental parasitology*, 2006, 114.3: 215-219.

PRASETYO, Widodo Adi; AHMAD, Armen. Iron-Deficiency Anemia Related to *Ancylostoma duodenale* Infection in 67 Years Old Female Patient. *Bioscientia Medicina: Journal of Biomedicine and Translational Research*, 2022, 6.3: 1455-1459.

PROCIV, P.; CROESE, J. Human eosinophilic enteritis caused by dog hookworm *Ancylostoma caninum*. *The Lancet*, 1990, 335.8701: 1299-1302.

PROCIV, Paul; CROESE, John. Human enteric infection with *Ancylostoma caninum*: hookworms reappraised in the light of a “new” zoonosis. *Acta tropica*, 1996, 62.1: 23-44.

PUEBLA, L. E. J., et al. Prevalence of intestinal parasites in dogs from municipality La Lisa, Havana, Cuba. *J Vet Sci Technol*, 2015, 6.5.

QUINNELL, R. J.; BETHONY, J.; PRITCHARD, D. I. The immunoepidemiology of human hookworm infection. *Parasite immunology*, 2004, 26.11-12: 443-454.

RIBEIRO, Vitor Márcio. Controle de helmintos de cães e gatos. *Rev Bras Parasitol Vet*, 2004, 13.Suppl 1: 88-95.

SAARI, Seppo; NAREAHO, Anu; NIKANDER, Sven. *Canine parasites and parasitic diseases*. Academic press, 2018.

VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, Georg, et al. Spread of anthelmintic resistance in intestinal helminths of dogs and cats is currently less pronounced than in ruminants and horses—Yet it is of major concern. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 2021, 17: 36-45.

SATO, Hiroshi; SUZUKI, Kazuo; AOKI, Masanari. Nematodes from raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) introduced recently on Yakushima Island, Japan. *Journal of veterinary medical science*, 2006, 68.7: 693-700.

SCIOSCIA, Nathalia Paula; BELDOMENICO, Pablo Martín; DENEGRI, Guillermo María. *Ancylostoma (Ancylostoma) buckleyi* (Nematoda: Ancylostomatidae): new wild host and distribution expansion. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2016, 25: 231-234.

SEGUEL, Mauricio; GOTTDENKER, Nicole. The diversity and impact of hookworm infections in wildlife. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2017, 6.3: 177-194.

SHCHELKANOV, Michail Yur'iyevich, et al. A retrospective study of *Uncinaria stenocephala* in domestic dogs: Age, sex distribution, and risk factors. *Veterinary World*, 2021, 14.1: 265.

SHIN, Sung-Shik, et al. *Arthrostoma miyazakiense* (Nematoda: Ancylostomatidae) infection in raccoon dogs of Korea and experimental transmission to dogs. *The Korean Journal of Parasitology*, 2007, 45.2: 121.

SCHAD, G. A. *Ancylostoma duodenale*: maintenance through six generations in helminth-naïve pups. *Experimental parasitology*, 1979, 47.2: 246-253.

SINGH, Nishtha, et al. Atypical Case of Hookworm Infestation in Chronic Anaemic Patient in a Tertiary Care Centre. *Journal of Diagnosis & Case Reports. SRC/JDCRS-135*. DOI: [doi.org/10.47363/JDCRS/2022\(3\)](https://doi.org/10.47363/JDCRS/2022(3)), 2022, 131: 2-2.

SMOUT, Felicity A., et al. Zoonotic helminth diseases in dogs and dingoes utilising shared resources in an australian aboriginal community. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 2018, 3.4: 110.

SNYDER, Daniel E., et al. Effectiveness of a novel orally administered combination drug product containing milbemycin oxime and lotilaner (Credelio® Plus) for the treatment of larval and immature adult stages of *Ancylostoma caninum* in experimentally infected dogs. *Parasites & Vectors*, 2021, 14.1: 1-8.

SPEARE, Rick; BRADBURY, Richard Stewart; CROESE, John. A case of *Ancylostoma ceylanicum* infection occurring in an Australian soldier returned from Solomon Islands. *The Korean journal of parasitology*, 2016, 54.4: 533.

STOLTZFUS, Rebecca J., et al. Effects of the Zanzibar school-based deworming program on iron status of children. *The American journal of clinical nutrition*, 1998, 68.1: 179-186.

STRACKE, Katharina; JEX, Aaron R.; TRAUB, Rebecca J. Zoonotic ancylostomiasis: an update of a continually neglected zoonosis. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2020, 103.1: 64.

SVOBODOVA, V., et al. Parasitic infections in an animal shelter. *Acta Veterinaria Brno*, 2003, 72.3: 415-420.

SZAFRAŃSKA, E.; WASIELEWSKI, O.; BERESZYŃSKI, A. A faecal analysis of helminth infections in wild and captive wolves, *Canis lupus L.*, in Poland. *Journal of helminthology*, 2010, 84.4: 415-419.

ŠMIGOVÁ, Júlia, et al. The occurrence of endoparasites in Slovakian household dogs and cats. *Veterinary Research Communications*, 2021, 45.4: 243-249.

ŠTRKOLCOVÁ, Gabriela, et al. Occurrence of Hookworm and the First Molecular and Morphometric Identification of *Uncinaria stenocephala* in Dogs in Central Europe. *Acta Parasitologica*, 2022, 67.2: 764-772.

TAWEETHAVONSAWAT, Piyanan, et al. Efficacy of a combination product containing pyrantel, febantel and praziquantel (Drontal® Plus Flavour, Bayer Animal Health) against experimental infection with the hookworm *Ancylostoma ceylanicum* in dogs. *Parasitology research*, 2010, 106: 533-537.

Taylor MA, Coop RL, Wall RL. 2007. *Veterinary Parasitology*. Blackwell Publishing, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK.

THATCHER, VERNON E., et al. Some hookworms of the genus *Ancylostoma* from Colombia and Panama. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 1971, 38.1: 109-116.

TRAUB, Rebecca J. *Ancylostoma ceylanicum*, a re-emerging but neglected parasitic zoonosis. *International journal for parasitology*, 2013, 43.12-13: 1009-1015.

TRAUB, Rebecca J., et al. A case of mistaken identity—reappraisal of the species of canid and felid hookworms (*Ancylostoma*) present in Australia and India. *Parasitology*, 2007, 134.1: 113-119.

TRAUB, Rebecca J., et al. Application of a species-specific PCR-RFLP to identify *Ancylostoma* eggs directly from canine faeces. *Veterinary parasitology*, 2004, 123.3-4: 245-255.

TRAUB, Rebecca J., et al. PCR-based coprodiagnostic tools reveal dogs as reservoirs of zoonotic ancylostomiasis caused by *Ancylostoma ceylanicum* in temple communities in Bangkok. *Veterinary parasitology*, 2008, 155.1-2: 67-73.

TRAUB, Rebecca J., et al. PCR-based coprodiagnostic tools reveal dogs as reservoirs of zoonotic ancylostomiasis caused by *Ancylostoma ceylanicum* in temple communities in Bangkok. *Veterinary parasitology*, 2008, 155.1-2: 67-73.

TRAUB, Rebecca J., et al. Zoonotic hookworms of dogs and cats—lessons from the past to inform current knowledge and future directions of research. *International Journal for Parasitology*, 2021, 51.13-14: 1233-1241.

TREMBLAY, A., et al. Outbreak of cutaneous larva migrans in a group of travellers. *Tropical Medicine & International Health*, 2000, 5.5: 330-334.

UMBRELLO, G., et al. Hookworm infection in infants: a case report and review of literature. *Italian Journal of Pediatrics*, 2021, 47.1: 1-5.

UPPAL, Harsimarandeep Singh, et al. Morphometric and scanning electron microscopy based identification of *Ancylostoma caninum* parasites in dog. *Journal of Parasitic Diseases*, 2017, 41: 517-522.

VAN MEGEN, Hanny, et al. A phylogenetic tree of nematodes based on about 1200 full-length small subunit ribosomal DNA sequences. *Nematology*, 2009, 11.6: 927-950.

VERALDI, Stefano, et al. Chronic hookworm-related cutaneous larva migrans. *International Journal of Infectious Diseases*, 2013, 17.4: e277-e279.

VOTAVA, Miroslav. Lékařská mikrobiologie – vyšetřovací metody. Brno: Neptun, c2010. ISBN 978-80-86850-04-7

WERTHEIM, Heiman FL; HORBY, Peter; WOODALL, John P. (ed.). *Atlas of human infectious diseases*. John Wiley & Sons, 2012.

WIEBE, Valerie J.; HOWARD, James P. Pharmacologic advances in canine and feline reproduction. *Topics in companion animal medicine*, 2009, 24.2: 71-99.

WOJNAROWICZ, Chris; SMITH, Ken. *Ancylostoma caninum* infection in a Texas-born Blue Lacy dog—Alberta. *The Canadian Veterinary Journal*, 2007, 48.11: 1185.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. Report of the WHO Informal Consultation on Monitoring of Drug Efficacy in the Control of Schistosomiasis and Intestinal Nematodes, Geneva, 8-10 July 1998. In: *Report of the WHO Informal Consultation on Monitoring of Drug Efficacy in the Control of Schistosomiasis and Intestinal Nematodes, Geneva, 8-10 July 1998*. 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. *Counterfeit drugs: guidelines for the development of measures to combat counterfeit drugs*. World Health Organization, 1999

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. *Helminth control in school-age children: a guide for managers of control programmes*. World Health Organization, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. *Report of the WHO Informal Consultation on the Use of Chemotherapy for the Control of Morbidity Due to Soil-Transmitted Nematodes in Humans, Geneva, 29 April to 1 May 1996*. World Health Organization, 1996.

WRIGHT, Ian. Canine hookworm: a worm for all climates. *UK Vet Companion Animal*, 2009, 14.7: 29-32.

YEATES, Gregor W., et al. The role of nematodes in ecosystems. In: *Nematodes as environmental indicators*. Wallingford UK: CABI, 2009. p. 1-44.

YOSHIDA, Yukio, et al. Comparative studies on *Ancylostoma braziliense* and *Ancylostoma ceylanicum*. III. Life history in the definitive host. *The Journal of Parasitology*, 1974, 636-641.

YOSHIDA, Yukio. *Ancylostoma kusimaense* from a dog in Japan and comparative morphology of related ancylostomes. *The Journal of parasitology*, 1965, 631-635.

6 Seznam zkratk a symbolů

CLM – kutánní larva migrans (cutaneous larva migrans)

EPG – počet vajíček na gram vzorku (egg per gram)

PCR – Polymerázová řetězová reakce (polymerase chain reaction)

RFLP – Polymorfismus délky restrikčních fragmentů (restriction fragment length polymorphism)

FECRT – test redukce počtu vajíček ve výkalech (faecal egg count reduction test)

ANOVA – analýza rozptylu (analysis of variance)

EHA – test líhnutí vajíček (egg hatch assay)

LDT – test vývinu larev (larval development test)

7 Samostatné přílohy

Obrázek č. 1: WHEELER, Lance 2018. *Ancylostoma caninum* adult female, 40x magnification, 1,000 μm scale bar, *Veterinary parasitology*, <https://www.veterinaryparasitology.com/ancylostoma.html>

Obrázek č. 2: CHU, Shirley, et al. Hookworm dermatitis due to *Uncinaria stenocephala* in a dog from Saskatchewan. *The Canadian Veterinary Journal*, 2013, 54.8: 743.

Obrázek č. 3: DPDx, Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern – Parasite Image Library [online].

Obrázek č. 4: DPDx, Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern – Parasite Image Library [online].