

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Optimalizace anthelmických opatření u ježků (*Erinaceus*
sp.) v Záchranné stanici hl. m. Prahy pro volně žijící
živočichy**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Pavla Nebesová

Obor studia: Zájmové chovy zvířat (AMPS)

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Čadková, Ph.D., DiS.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace anthelmických opatření ježků (*Erinaceus* sp.) v Záchrané stanici hl. m. Prahy pro volně žijící živočichy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Zuzaně Čadkové, Ph.D., Dis. za odborné vedení mé práce, cenné rady, trpělivost, humor, optimismus, pomoc v laboratoři, a především milý a vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Zuzaně Pokorné, Ph.D., že mi umožnila zkoumat ježky právě v Záchrané stanici hl. m. Prahy, vše řídila, měla s námi trpělivost a vždy si na nás našla čas. Na závěr bych chtěla poděkovat Ing. Lucii Bohaté, že mě k tomuto tématu a ježčkům přivedla.

Optimalizace anthelmických opatření u ježků (*Erinaceus* sp.) v Záchrané stanici hl. m. Prahy pro volně žijící živočichy

Souhrn

Parazitické infekce jsou nejčastější příčinou úhynu ježků v lidské péči. Proto je důležitá dobrá znalost jednotlivých druhů parazitů, kteří se u ježků vyskytují, jejich vývojových stádií, možností přenosu, patogenity, diagnostiky, a především možné léčby. Podání anthelmintik ježkům v záchranných stanicích je často prováděno preventivně u všech jedinců. Ovšem nevhodná či dokonce zbytečná léčba parazitóz může mít negativní vliv na zdraví jedince nebo vést k nežádoucím vedlejším účinkům. Je potřeba ověřit účinky jednotlivých anthelmintických přípravků a stanovit optimální léčebné schéma. Prvním cílem této diplomové práce byl komplexní monitoring helmintů u ježků přijatých do Záchrané stanice hl. m. Prahy pro volně žijící živočichy v průběhu roku a zjištění sezónní dynamiky jednotlivých skupin parazitů a druhým cílem bylo ověření účinnosti aktuálně používaných odčervovacích postupů a případný návrh jejich zefektivnění.

Přítomnost helmintů u ježků ze záchrané stanice a účinnosti aktuálně používaných účinných látek byla zkoumána pomocí koprologického vyšetření. Vzorky byly vyšetřovány třemi koprologickými metodami a to flotací, sedimentací a larvoskopií. Sběr vzorků probíhal od dubna 2019 do dubna 2020.

Celkem bylo vyšetřeno 225 vzorků z nichž bylo 69 % pozitivních. Nejčastějším parazitem ježků byla *Crenosoma striatum* s celkovou prevalencí 48 %. Druhým nejvíce vyskytovaným druhem byly hlístice rodu *Capillaria* spp. s prevalencí 36 %. Následovali vrtejší s prevalencí 17 % a *Physaloptera clausa* s prevalencí 13 %. Nejméně zastoupeným parazitem byla tasemnice *Hymenolepis erinacei* s prevalencí 3 %.

Bylo zjištěno, že pravděpodobnost infekce gastrointestinálních hlístic je vyšší v období rozmnožování a hibernace. Rizikové je období přípravy na hibernaci. Naopak méně rizikové období s vyšším počtem negativních výsledků je období nejvyšší aktivity. Zároveň je pravděpodobnost infekce vyšší u ježka západního a není ovlivněna pohlavím. V případě věkových kategorií je pravděpodobnost nákazy vyšší u dospělců a ročních mláďat. V praxi by to znamenalo, že podání anthelmintik by se mělo provádět především v rizikovém období v roce, a naopak jejich podání v období nejvyšší aktivity není příliš relevantní. Zároveň by se anthelmintika měla podávat především dospělčům a ročním mláďatům.

Co se týče používaných účinných látek, nově byl u ježků testován moxidektin, U rodu *Capillaria* spp. vykazoval moxidektin stejnou účinnost jako ivermektin. Naopak u infekce *Crenosoma striatum* vykazoval moxidektin lepší účinnost než ivermektin.

Klíčová slova: ježek, gastrointestinální helminti, plicnivky, léčba, ivermektin, moxidektin, koprologické metody

Optimization of anthelmintic treatment of hedgehogs (*Erinaceus* sp.) in Prague Rescue Station for wildlife

Summary

Parasitic infection are the most common cause of death of hedgehogs in human care. Therefore, it is important to have a good knowledge of the individual species of parasites that occur in hedgehogs, their developmental stages, the possibility of transmission, pathogenicity, diagnosis, and especially possible treatment. The administration of anthelmintics to hedgehog in rescue centre is often performed preventively in all individuals. However, inappropriate or even unnecessary treatment of parasitosis can have a negative effect on an individual's health or lead to undesirable side effects. It is necessary to verify the effects of individual anthelmintic preparations and to determine the optimal treatment regime. The first goal of this diploma thesis was comprehensive monitoring of helminths in hedgehogs admitted to the Prague rescue station for wildlife during the year and to determine the seasonal dynamic of individual groups of parasites. The second goal was to verify the effectiveness of currently used deworming procedures and a possible proposal for improvement of its efficacy.

The presence of helminths in hedgehogs from the rescue station and the efficacy of the currently used active substances was investigated by means of a coprological examination. The samples were examined by three coprological methods, namely flotation, sedimentation and larvoscopy. Sampling took place from April 2019 to April 2020.

A total of 225 samples were examined, of which 69 % were positive. The most common hedgehog parasite was *Crenosoma striatum* with an overall prevalence of 48 %. The second most common species was nematodes of the genus *Capillaria* spp. with a prevalence of 36 %. This was followed by acanthocephalans with a prevalence of 17 % and *Physaloptera clausa* with a prevalence of 13 %. The least prevalent parasite was the tapeworm *Hymenolepis erinacei* with a prevalence of 3 %.

It was found that the probability of infection of gastrointestinal nematodes is higher during the period of reproduction and hibernation. The period of preparation for hibernation is risky. On the contrary, the period of the highest activity is less risky period with a higher number of GIH negative samples. At the same time, the probability of infection is higher in the *Erinaceus europaeus* and is not influenced by sex. Regarding age categories, the probability of infection is higher in adults and one-year-old pups. In practice, this would mean that the anthelmintics should be administrate mainly during the risky period of the year, and conversely, their administration during the period of peak activity is not very relevant. At the same time, primarily adults and young should be treated.

As regards to the active substances used, moxidectin was as effective as ivermectin, in the genus *Capillaria* spp. In contrast, moxidectin was more effective than ivermectin for *Crenosoma striatum* infection treatment.

Keywords: hedgehog, gastrointestinal helminths, lungworms, treatment, ivermectin, moxidectin, coprology methods

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecké hypotézy a cíle práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Ježci v České republice	3
3.1.1 Rozšíření	3
3.1.2 Biotop	4
3.1.3 Způsob života a ekologie	4
3.1.4 Potrava	5
3.1.5 Rozmnožování	5
3.1.6 Hibernace	6
3.2 Endoparazité ježků	6
3.2.1 Kmen: Acanthocephala (Vrtejší).....	7
3.2.1.1 <i>Plagiorhynchus cylindraceus</i>	7
3.2.1.2 <i>Nephridiacanthus major</i>	8
3.2.2 Kmen: Nematoda (Hlístice).....	8
3.2.2.1 <i>Capillaria eorophila</i>	9
3.2.2.2 <i>Capillaria erinacei</i>	9
3.2.2.3 <i>Crenosoma striatum</i>	10
3.2.2.4 <i>Physaloptera clausa</i>	11
3.2.3 Kmen: Platyhelminthes (Ploštěnci).....	11
3.2.3.1 Třída: Cestoda (Tasemnice).....	12
3.2.3.2 Třída: Trematoda (Motolice)	13
3.3 Léčba helmintóz u ježků	14
3.3.1 Účinné látky	15
3.3.1.1 Fenbendazol.....	15
3.3.1.2 Ivermektin	15
3.3.1.3 Levamisol	16
3.3.1.4 Mebendazol	16
3.3.1.5 Moxidectin	16
3.3.1.6 Praziquantel	17
3.4 Chov ježků v záchranné stanici	17
3.4.1 Prohlídka přijatých ježků.....	17
3.4.2 Ubikace	18
3.4.3 Krmení	19
3.4.4 Vážení.....	20
3.4.5 Zazimování	21

3.4.6	Vypuštění.....	21
4	Materiál a metody	22
4.1	Komplexní monitoring helmintů u ježků (<i>Erinaceus</i> sp.) v průběhu roku v záchranné stanici.....	22
4.1.1	Záchranná stanice hl. města Prahy pro volně žijící živočichy.....	22
4.1.2	Odběr vzorků pro parazitologické vyšetření	22
4.1.3	Použité koprologické metody	22
4.1.3.1	Flotace	23
4.1.3.2	Sedimentace	23
4.1.3.3	Larvoskopie	24
4.1.4	Statistické vyhodnocení.....	25
4.2	Vyhodnocení efektivity anthelmických opatření u ježků (<i>Erinaceus</i> sp.) v záchranné stanici.....	26
4.2.1	Design experimentu	26
4.2.2	Použité antiparazitické přípravky	26
4.2.2.1	Biomectin.....	26
4.2.2.2	Cysectin.....	27
4.2.2.3	Bancid.....	27
4.2.3	Statistické vyhodnocení.....	27
5	Výsledky	28
5.1	Komplexní monitoring helmintů u ježků (<i>Erinaceus</i> sp.) v průběhu roku v záchranné stanici.....	28
5.1.1	Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnějšími faktory prostředí 31	
5.1.1.1	Období v roce.....	31
5.1.2	Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnitřními faktory hostitele 33	
5.1.2.1	Druh.....	33
5.1.2.2	Pohlaví.....	33
5.1.2.3	Věk	34
5.2	Vyhodnocení efektivity anthelmických opatření u ježků (<i>Erinaceus</i> sp.) v záchranné stanici.....	36
6	Diskuze	40
6.1	Komplexní monitoring helmintů u rodu <i>Erinaceus</i> sp. v průběhu roku...40	
6.1.1	Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnějšími faktory prostředí 42	
6.1.2	Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnitřními faktory hostitele 42	
6.2	Efektivita léčby infekce střevních a plicních nematod u rodu <i>Erinaceus</i> sp.43	
7	Závěr	45

8 Použitá literatura.....	46
----------------------------------	-----------

1 Úvod

Ježci jsou nejčastějšími pacienty záchranných stanic pro handicapované živočichy, a to jak v České republice, tak v ostatních evropských zemích. Záchranné stanice jich přes rok přijmou tisíce a počty stále narůstají. Například Záchranná stanice hlavního města Prahy pro volně žijící živočichy v minulých letech přijmula vždy okolo 500 jedinců, zatímco v roce 2019 už to bylo 759.

I když to nemusí být na první pohled patrné, přijatí ježci mohou trpět různě silnými invazemi vnitřních parazitů, není to ovšem pravidlem. Přesto většina záchranných stanic podává ježkům preventivně antiparazitika. Nevýhodou ovšem je, že účinnost aplikované léčby není zpětně kontrolována a obecně u ježků chybí informace o efektivitě používaných účinných látek na konkrétní druhy helmintů. Cílem není zbavit ježky parazitů úplně, ale snížit infekce parazity na takovou úroveň, se kterou dokáže ježek žít, jelikož je velká pravděpodobnost, že se v přírodě znovu nakazí. Léčba parazitóz by měla být prováděna vždy cíleně po předchozí diagnostice, což je ovšem v praktickém provozu záchranných stanic složité. Záchranná stanice v Praze se však v současné době snaží najít co neoptimálnější a nejúčinnější terapeutické schéma. Mezi nejčastější helminty ježků patří *Brachylaemus erinacei*, *Capillaria aerophila*, *Capillaria erinacei*, *Crenosoma striatum*, *Hymenolepis erinacei*, *Nephridiacanthus major*, *Physaloptera clausa* a *Plagiorhynchus cylindraceus*.

Nesmíme zapomenout na to, že ježci jsou důležitou součástí naší přírody a stále častěji se vyskytují v okolí městských parků, zahrad, ale i lidských obydlích. V současnosti se ježci stávají i populárními domácími mazlíčky. Nejedná se ovšem o ježky rodu *Erinaceus*, ale *Atelerix*. Avšak v poslední době dochází k úbytku populace ježků, což může vést k tomu, že na některých místech mohou být ježci vzácní či dokonce zcela vymizet. Příčin snížení ježčí populace je hned několik. Jednou z nejvýznamnějších je však ztráta jejich přirozeného prostředí. Další ohrožení představuje automobilová doprava, pesticidy používané v zahradách a zemědělských kulturách, vyhazování odpadků ale také výskyt endoparazitóz, které bývají nejčastější příčinou úhynů ježků v lidské péči. Proto je důležitá dobrá znalost jednotlivých druhů parazitů, kteří se u ježků vyskytují, jejich vývojových stádií, možností přenosu, patogenity, diagnostiky, a především možné léčby.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Hlavními cíli této diplomové práce byly:

- 1) Komplexní monitoring helmintů u ježků v průběhu roku a zjištění sezónní dynamiky jednotlivých skupin parazitů
- 2) Ověření účinnosti aktuálně používaných odčervovacích postupů a případný návrh jejich zefektivnění

Vědecké hypotézy

- 1) Nákaza ježků střevními a plicními helminty se v klimatických podmínkách ČR mění v průběhu roku a je ovlivněna vnějšími faktory prostředí (roční období) a vnitřními faktory hostitele (druh, věk, pohlaví).
- 2) Účinná látka moxidektin (20 mg/ml Cydectin inj.) je efektivní (> 95 %) v potlačení nematod rodů *Crenosoma* a *Capillaria* a léčba tímto druhem anthelmintika vykazuje lepší výsledky než dosud používaná aplikace ivermektinu (10 mg/ml Biomectin inj.).

3 Literární rešerše

3.1 Ježci v České republice

Vědecká klasifikace (Wilson & Reeder 2005)

- Říše: Živočichové (Animalia)
- Kmen: Strunatci (Chordata)
- Třída: Savci (Mammalia)
- Řád: Erinaceomorpha
- Čeleď: Ježkovití (Erinaceidae)
- Podčeleď: Ježkové (Erinaceinae)

V České republice žijí dva druhy ježků: ježek západní *Erinaceus europaeus* Linné, 1758 a ježek východní *Erinaceus roumanicus* Barrett-Hamilton, 1900. Ježek západní má hlavu s tmavohnědou kresbou, která se táhne od čenichu až k očím (tzv. brýle) a bodliny uhlazené dozadu (Obrázek 1). Ježek východní tmavohnědou kresbu na hlavě nemá a na hrdle a na prsou má bílou skvrnu. Bodliny mu rostou neuspořádaně (Obrázek 2). Tělo dospělých ježků je dlouhé 20 až 30 cm a váží 0,6 až 1,3 kg (v závislosti na ročním období, na jaře, po zimní hibernaci jsou ježci lehčí, naopak na podzim váží nejvíce). Rozlišit samce od samice je možné podle umístění vnějších pohlavních orgánů, samec má penis umístěn zhruba uprostřed břicha, kdežto pochva samice se nachází blízko řitního otvoru (Pokorná 2005).



Obrázek 1 Ježek západní (Zdroj: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id31879/?taxonid=20496&type=1>>)

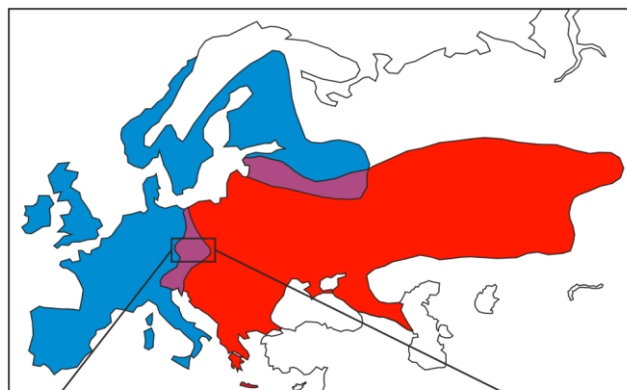


Obrázek 2 Ježek východní (Zdroj: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id10367/?taxonid=445695&type=1>>)

3.1.1 Rozšíření

Ježek západní se běžně vyskytuje na území sahající od Britských ostrovů po Pyrenejský poloostrov, západní a střední Evropu, severní Baltské moře a severozápadní Rusko, kde může žít a prosperovat v celé řadě stanovišť (Mancinelli 2017). Rozsah výskytu ježka východního sahá na západ až do Polska, Rakouska a bývalé Jugoslávie (včetně Srbska) a na jih Řecka a

Jadranské ostrovy. Dále na východ přes Rusko a Ukrajinu, až východně od řeky Ob na Sibiři (Pavlović & Savić 2017). Distribuce těchto druhů je parapatrická, nicméně k největšímu překryvu jejich areálů ve střední Evropě dochází právě v České republice (Obrázek 3) (Pfäffle et al. 2014).



Obrázek 3 Rozšíření ježka západního (modrá) a východního (červená) a jejich sympatrické zóny (fialová) (Zdroj: Pfäffle et al. 2014)

3.1.2 Biotop

Jako obyvatel původní lesnaté krajiny se ježek západní nejraději zdržuje v listnatých nebo smíšených lesích. Ježek východní jako původně lesní a lesostepní druh osídluje především teplejší a sušší lokality v otevřené krajině, rozsáhlým lesním porostům se vyhýbá. Ježci jsou však velmi přizpůsobiví, a proto jsou běžní v městském prostředí např. v parcích a dvorcích, zahradách, městských lesích a hřbitovech. (Mizgajska-Wiktor et al. 2010; Pavlović & Savić 2017).

3.1.3 Způsob života a ekologie

Ježci jsou samotáři, s výjimkou samic odchovávajících mláďata, lze málokdy spatřit pohromadě více ježků. Jsou to noční živočichové, pohybují se v noci a většinu dne tráví spaním v noře v zemi nebo skrytí pod trávou a keři (Rautio et al. 2016). Za denního světla jsou aktivní pouze jedinci s vysokými potravními nároky, jako například kojící samice a jedinci před hibernací. Mimo tyto dva případy jsou ježci nalezeni za denního světla mimo hnízdo většinou nemocní nebo zranění. Za potravou vyráží ježek po západu slunce, nejvíce aktivní je brzy v noci a potom kolem půlnoci nebo k ránu (Pokorná 2005).

Velikost domovského okrsku závisí na oblasti, ve které ježek žije. Pohybuje od 2 do 50 hektarů v závislosti na nabídce potravy a úkrytů. V městských a příměstských oblastech je obvykle menší než ve venkovské krajině. Ovšem jeho rozsah se mění každý den, jelikož ježci dokážou za jednu noc překonat tři až čtyři kilometry. V důsledku toho se domovské okrsky různých jedinců často překrývají, ale nedochází k teritoriálnímu chování, protože obrana domovského okrsku je pro ježka energeticky nevýhodná (Haigh 2011).

Vzhledem k velikosti jejich domovského okrsku, mají ježci více než jedno hnízdo, ve kterém přes den odpočívají. Samci mění hnízda častěji (každé tři dny) než samice (každých deset dní). To je dáno tím, že samci mají větší domovské okrsky. Hnízda lze rozdělit na denní, letní, zimní, hnízdní (sloužící pro porod a výchovu mláďat) a hibernakula. Různé typy hnízd se

svou konstrukcí příliš neliší. Jsou to pečlivě vytvořené struktury o průměru 30 – 60 centimetrů a skládají se z balených suchých listů tvořící stěny o tloušťce až 20 centimetrů. Vnitřní část hnízda je často lemovaná měkčí vegetací, jako je seno, mech nebo listy.

Dominantními smysly jsou sluch a čich. Přesto, že jsou konzervativní, vykazují různé specializace jako jsou například jejich bodliny a vysoce vyvinuté zádové svaly, které jim umožňují se zavinout. Tyto prvky slouží jako vysoce účinný obranný mechanismus proti predátorům (Rautio 2014). Když se ježek cítí ohrožený, je nejprve velmi ostražitý a vztyčí své bodliny. Většinu času ukazuje pouze pasivní obrazu (ztuhnutí a svinutí), ale někdy se brání i aktivně skákáním se vztyčenými bodlinami. Pravděpodobně díky bodlinám má ježek jen několik přirozených predátorů, z nichž nejdůležitější je pravděpodobně jezevec. Zdá se, že jezevci mohou být pro ježky velkou hrozbou díky predaci, ale zároveň dochází ke kompetici o jídlo a lokalitu. Ježky příležitostně zabíjejí i sovy, kuny, lišky a psi (Pfäffle 2010).

3.1.4 Potrava

Potravu ježků tvoří žížaly, hmyz (larvy, kukly i imaga), hlemýždi a slimáci, drobní obratlovci (obojživelníci, ještěrky a příležitostně i malí hlodavci), ptáčata, vejce ptáků ale i hadi. Díky tomu jsou považováni za užitečná zvířata pro přírodní ekosystémy a vzhledem k úbytku ježčí populace je najdeme i na seznamu chráněných druhů. Na druhou stranu mohou tato zvířata díky svým stravovacím návykům působit jako definitivní nebo paratenický hostitel patogenů, která představují riziko pro některá zoonotická onemocnění (Naem et al. 2015; Moshaverinia et al. 2016; Reuter et al. 2018). Mezi takové zoonózy patří například salmonelóza, tuberkulóza, plísňová onemocnění, influenza, svrab a giardióza (Pignon & Mayer 2011).

3.1.5 Rozmnožování

Na území České republiky se ježci rozmnožují jednou, méně často dvakrát do roka. K páření dochází v březnu až dubnu (v případě druhého rozmnožování v červenci až srpnu). Samec i samička jsou promiskuitní a během rozmnožovacího období vystřídají několik partnerů. O samičky svádějí samci souboj, který často vede i ke zranění. Vlastnímu páření předcházejí hlasité námluvy, kdy sameček obíhá samičku a doráží na ni. Páření trvá obvykle několik minut, přičemž ke kopulaci dochází opakovaně. O potomstvo se stará výhradně samice. Po 35 ± 4 dnech březosti přivádí v hnízdě vystlané suchou trávou na svět holá a slepá mláďata. Novorozená mláďata jsou 70 milimetrů dlouhá a váží 8 – 25 gramů. Ve vrhu může být 2 – 10 mláďat. Průměrná velikost vrhu je však 4 – 5 mláďat. Novorozenci začnou sát mléko již několik minut po narození

Mláďata jsou schopna se částečně zavinout již 11. den po porodu, úplně to dokážou až kolem 28. dne věku. Vidět a slyšet začínají od druhého týdne věku a v této době se jim také objevuje srst. Schopnost termoregulace je u mláďat velmi nízká do dvou týdnů po porodu a plně je vyvinuta až od 27. – 32. dne po porodu. První zuby se mláďatům objevují 20. – 21. den po porodu a od této doby začínají postupně přecházet na pevnou potravu. Plně odstavena jsou ale až ve věku 38 – 44 dní (Pokorná 2005; Pfäffle 2010; Rautio 2014).

3.1.6 Hibernace

Hibernace neboli zimní spánek je strategie šetřící energii, která umožňuje ježkům přežít nepříznivé zimní období. Ježci si již od konce léta hromadí pod kůží silnou vrstvu zásobního tuku, který na začátku hibernace představuje třetinu jejich hmotnosti. Zásobní tuk se skládá z tzv. hnědé tukové tkáně, uložené především v hřbetních partiích těla (zajišťuje rychlou potřebu energie při probuzení) a bílé tukové tkáně, ukládající se pod kůží v tělní dutině (dlouhodobá zásobárna energie). Ztráta hmotnosti během přezimování činí celkově 20 – 50 % v přepočtu na den 0,2 – 0,3 % tělesné hmotnosti. Aby ježek zdárně přečkal zimu, potřebuje před hibernací dosáhnout hmotnosti minimálně 600 – 700 gramů.

V České republice se ježci ukládají k zimnímu spánku nejčastěji v říjnu, na severu to bývá dříve, na jihu později. Začátek hibernace obvykle následuje po dlouhodobějším poklesu průměrné teploty vzduchu pod 10 – 15 °C, což spolu se zkracujícím dnem vyvolává u ježka hormonální změny. U samců je hibernace vyvolána několika endogenními faktory, jako je fotoperioda, snížená hladina testosteronu a zvýšená hladina melatoninu. U samic je hibernace více spojena se změnami okolní teploty a dostupnosti potravy. Kromě toho se režim hibernace liší podle pohlaví a věku, což znamená, že samci začínají a ukončují hibernaci dříve než samice a juvenilní jedinci. Tyto rozdíly jsou spojeny s deficitem při tvorbě tuku, protože samice musí nejprve odchowat svá mláďata, než si může začít tvořit tukové zásoby

Během hibernace se ježek úplně stočí do klubička. Jeho teplota postupně klesne z normálních 35 – 36 °C až na 5 – 8 °C. Ježek sníží svůj srdeční rytmus z 200 – 280 tepů na 5 tepů za minutu a jejich dechovou frekvenci z 50 výdechů na 13 za minutu. V naprosté většině ježci hibernují samostatně, pouze mláďata někdy hibernují společně s matkou. Ježci se během hibernace občas budí, ale neopouštějí svá hnízda. Budí se také při vyrušení nebo při náhlém oteplení. Taková probuzení ale znamenají velkou spotřebu energie. Po několikánásobném probuzení mohou ježci uhynout naprostým vyčerpáním ještě před příchodem jara. Proto jsou tuhé a na sních bohaté zimy pro zimní spáče mnohem příznivější než mírné zimy provázené častými oblevy. Pokud je ježek aktivní během zimy, znamená to, že mu došly energetické zásoby nutné k hibernaci. Bez lidské pomoci zahyne (Pokorná 2005; Pfäffle 2010; Haigh 2011; Rautio 2014).

3.2 Endoparazité ježků

Ježci jsou hostitelé široké škály různých parazitů a patogenů. Ježci v dobré kondici dokážou žít v přírodě s nízkou intenzitou infekce parazitů, ale u mladých nebo slabých jedinců mohou vést k jejich smrti. Ježci se často nakazí helminty tím, že pozřou infikovanou kořist např. hlemýžďe, slimáky a žížaly, z tohoto důvodu není vhodné chycené ježky držené v lidské péči krmit přírodní potravou (Wright 2014).

Ježci jsou hostitelé široké škály různých parazitů (Pfäffle 2010). Napadají ho hlístice, motolice, tasemnice, vrtejší i kokcidie. Beck (2007) uvádí nejčastější endoparazity ježků: helminti v dýchacím traktu (*Crenosoma striatum* a *Capillaria aerophila*) způsobují plicní dysfunkci. Střevní trakt těchto malých savců často obývá *Capillaria erinacei*. Kromě toho mohou být ježci příležitostně infikováni jinými hlísticemi (*Physaloptera clausa*), motolicemi (*Brachylaemus erinacei*) a tasemnicemi (*Hymenolepis erinacei*). Občas jsou ježci napadeni

kokcií (*Isospora rastegaiev*) a kryptosporidií (*Cryptosporidium spp.*). V mé práci se budeme dále věnovat pouze helmintům z kmenu acanthocephala, nematoda a platyhelminthes.

3.2.1 Kmen: Acanthocephala (Vrtejší)

Vrtejší jsou střevní paraziti, jejichž definitivní hostitelé jsou obratlovci. Charakteristický je pro ně vychlípitelný chobotek (Obrázek 5) s háčky, který slouží k připojení ke stěně střeva. (Garey et al. 1996). Existuje více než 1000 druhů vrtejšů. Stejně jako u jiných parazitů, může životní cyklus vrtejšů zahrnovat jednoho či více mezihostitelů (Berman 2012).

Dospělci mají bílé nebo krémové válcovité tělo dlouhé od 1 mm do několika cm. Tělo se dělí na dvě části: přední část (praesoma), která zahrnuje především chobotek a jeho pochvu, lemnisky, nervová ganglia a zatahovací svaly chobotku, a zadní část (matasoma), která obsahuje především orgány reprodukční soustavy. Postrádají zažívací trakt a absorbují živiny přes celých povrch těla. Chobotek obsahuje velký počet chitinizovaných háčků, které poškozují hostitelskou tkáň a způsobují zánět střevní stěny (Morand et al. 2006).

Hostitel se nakazí požitím infekční larvy, nazývané cystakant, která se nachází v infikovaném bezobratlém mezihostiteli. Ve střevě klade matka vajíčka (Obrázek 4), již s vyvinutou infekční larvou známou jako akantor, která odchází do vnějšího prostředí spolu s výkaly. Mezihostitel se nakazí požitím vajíček z kontaminované půdy, potravy, vody nebo přímým požíváním výkalů. Ve střevě se z vajíčka uvolní akantor, který pomocí trnů proniká do střeva. V tělní dutině členovců se larva vyvíjí v infekční cystakant. Nejčastější skupinou hostitelů jsou pro vrtejše ryby, následují ptáci, savci, obojživelníci a plazi (Margulis et al. 2009).

U evropských ježků bylo popsáno několik druhů, např. vrtejš *Plagiorhynchus cylindraceus*, což je běžný střevní parazit ptáků, který se může vyskytovat i ve střevním traktu savců, *Nephridiicanthus major* a rod *Polymorphus* (Garey et al. 1996; Skuballa et al. 2010; Smales et al. 2010).



Obrázek 4 Vajíčko vrtejše (Zdroj: Vlastní)



Obrázek 5 Chobotek (Zdroj: Vlastní)

3.2.1.1 *Plagiorhynchus cylindraceus*

Plagiorhynchus cylindraceus je střevním parazitem ptáků, běžným konečným hostitelem je špaček obecný *Sturnus vulgaris* Linné, 1758 a další ptáci živící se zahradními členovci, ale vyskytuje se také ve střevním traktu masožravých savců, malých vačnatců a hlodavců (Wright 2014). Stejnonožci jako je svinka obecná *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804), ale i jiní zástupci tohoto řádu slouží jako mezihostitelé. Ježci jsou parateničtí hostitelé a

Plagiorhynchus cylindraceus není schopný se v nich množit. Pronikání střevní stěnou způsobuje infekci a zánět, následnou encystací v tělní dutině může způsobit průjem, slabost, otoky břicha a u mladých ježků dokonce až smrt (Pfäffle 2010).

Prevalence v České republice je 5,6 % u ježka západního a 16 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). Skuballa et al. (2010) uvádí prevalenci na Novém Zélandu 3,6 % a nejvyšší ve Velké Británii 47,6 %.

3.2.1.2 *Nephridiacanthus major*

Další vrtejš parazitující u ježků je *Nephridiacanthus major*, který může dosáhnout délky až 15 cm. Hostitelé se nakazí pozřením hmyzu obsahující infekční cystakanty. Dospělci žijí přichycení ke střevní sliznici hostitele. Na rozdíl od *P. cylindraceus*, se může v ježcích rozmnožovat (Pfäffle 2010; Heckmann et al. 2013). Vajíčka jsou vylučována spolu s výkaly do vnějšího prostředí a lze je detekovat sedimentací.

Prevalence v České republice je 4,2 % u ježka západního a 40 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). V Řecku uvádí prevalenci Liatis et al. (2017) 15,8 %. V severním Íránu zjistili prevalenci 30 % (Youssefi et al. 2013) a v Turecku 50 % (Cirak et al. 2010).

3.2.2 Kmen: Nematoda (Hlístice)

Jedná se o velice rozmanitou skupinu organismů zaujímajících obrovskou škálu ekologických stanovišť (Parkinson et al. 2004). Hlístice jsou nesegmentovaní živočichové vyskytující se v půdě i ve vodním prostředí. Mohou být užitečné nebo patogenní, mají velký vliv na rovnováhu životního prostředí (Seesao et al. 2017). Ohrožují zdraví rostlin, zvířat a lidí v globálním měřítku (Blaxter et al. 1998). Jejich velikost se pohybuje od 0,2 milimetrů do více než 6 metrů. Bylo popsáno přibližně 23 tisíc druhů, ale skutečná druhová rozmanitost může být 1 milion i více. Odhaduje se, že jen u obratlovců může parazitovat řádově 25 000 druhů hlístic (Blaxter & Koutsovoulos 2015).

Mají tělo pokryté nebuněčnou flexibilní vícevrstvou kutikulou, která je vylučována vrstvou podkladových hypodermálních buněk, tělní dutinu a kompletní zažívací trakt. Přestože postrádají specializovaný dýchací a oběhový systém, mají dobře vyvinutou nervovou a vylučovací soustavu a řadu podélných svalů (Thorp & Covich 2010).

U hlístic je vyvinut kompletní zažívací systém s předními ústy a zadním řitním otvorem. Ústa mohou být vybavena specializovanými strukturami, jako jsou rty, smyslové orgány a chitinózní zuby nebo desky, které slouží buď k příjmu potravy nebo k přichycení k hostiteli. Tyto struktury se používají při morfologické identifikaci hlístic. Důležitou roli při identifikaci hlístic hraje i tvar jícnu.

Jsou odděleného pohlaví a je u nich vyvinut pohlavní dimorfismus. Samice jsou obvykle větší než samci. Většinou mají přímý životní cyklus, ale existují i výjimky (Saari et al. 2019). Představují hlavní skupinu živočichů, u kterých je pozorováno mnoho různých způsobů reprodukce (Denver et al. 2011).

3.2.2.1 *Capillaria aerophila*

Capillaria aerophila je trichuroidní parazitická hlístice, která napadá dýchací soustavu domácích i divokých masožravců a příležitostně i člověka. Dospělci žijí v epitelu průdušek, průdušinek a průdušnice definitivního hostitele. Po páření klade samička vajíčka (Obrázek 6), která jsou vykašlána, spolknuta a následně uvolněna do vnějšího prostředí, kde se larvy vyvíjejí do infekčního stádia. Zvířata se nakazí požitím vajíček nebo žízal, které jsou považovány za přechodného nebo paratenického hostitele (Di Cesare et al. 2012). Po požití vajíčka se vylíhne larva, která proniká stěnou střeva a migruje přes krevní oběh do plic, kde se svléká a pohlavně dospívá po přibližně třech až šesti týdnech (Traversa et al. 2011).

Nízká intenzita infekce je asymptomatická a vyvolává zánět sliznice s výtokem z nosní dutiny a mírný kašel. Při silné parazitární infekci lze pozorovat přetrvávající suchý kašel a občasnou dušnost. Vysoký počet hlístic může vést až k život ohrožující bronchopneumonii a respiračnímu selhání (Traversa et al. 2011; Mehlhorn 2016). U ježků se objevuje apatie, kachexie, suchý kašel, sípání při dýchání, občas i rýma. Závažnější příznaky vykazují mladí nebo podvyživení jedinci, u kterých může dojít i k úhynu (Beck 2007).

Prevalence v České republice je 26,4 u ježka západního a 12 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). Nejvyšší prevalenci zaznamenali ve Velké Británii Gaglio et al. (2010) 66 %. Následuje Turecko 22,2 % (Cirak et al. 2010) a Írán 9 % (Youssefi et al. 2013).

3.2.2.2 *Capillaria erinacei*

Capillaria erinacei je nejčastější střevní hlístice ježků. Dospělci jsou dlouzí 10 milimetrů, usazují se ve střevní sliznici, kde způsobují zánětlivé léze. Často jsou objeveni až při pitvě. Bipolární vajíčka (Obrázek 7) jsou vylučována s výkaly a mohou být detekovány flotací, je však obtížné je odlišit od vajíček *Capillaria aerophila*, se kterou často *Capillaria erinacei* tvoří smíšené parazitární infekce, které se projevují respiračními a střevními potížemi.

K nakažení může dojít požitím vajíčka s infekční larvou nebo žízal, které jsou parateničtí hostitelé. Infekce jsou často subklinické, ale u mladých či nemocných zvířat může dojít k enteritidě s řídkým až hemoragickým průjmem a úbytku hmotnosti (Beck 2007; Wright 2014). Mezi další příznaky patří nechut' k jídlu, únava a anemie. Rychlý úbytek váhy často končí kachexií (Boch et al. 2006)

Prevalence v České republice je 75 % u ježka západního a 64 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). Nejvyšší prevalenci zjistili v Irsku 88 % Haigh et al. (2014), poté ve Velké Británii 61 % (Gaglio et al. 2010). Italští vědci Poglayen et al. (2003) uvádí prevalenci 41 % v Sardinii a 33 % na Sicílii. Nejnižší prevalence byla zjištěna v Íránu 5 % (Naem et al. 2015).



Obrázek 6 Vajíčko *C. aerophila* (Zdroj: Vlastní)



Obrázek 7 Vajíčko *C. erinacei* (Zdroj: Vlastní)

3.2.2.3 *Crenosoma striatum*

Crenosoma striatum je specifický a důležitý plicní parazit ježků. Dospělci mají bělavou barvu a nacházejí se v průdušnici, průduškách a plicních sklípcích. Samice jsou dlouhé 15 – 20 milimetrů a samci 10 – 15 milimetrů. Ježek se nakazí pozřením infikovaných plžů. Nicméně výskyt této hlístice u neodstavených mláďat naznačuje, že dochází také k přímému (možná transplacentárnímu) přenosu (Robinson & Routh 1999). Prepatentní perioda je 21 dní, poté hlístice pohlavně dospívají a ve výkalech se objevují první larvy. *Crenosoma striatum* může způsobit úbytek hmotnosti, suchý kašel, bronchitidu se sekundární bakteriální infekcí, poškození plic, zesílení stěny průdušnice, plicní emfyzém a nakonec kardiovaskulární selhání (Hoseini et al. 2014; Mirzaei 2014).

Samice kladou v průduškách vajíčka, ze kterých se líhnou larvy L1 dlouhé přibližně 300 μm . Ty jsou následně vykašlány, spolknuty a trusem vylučovány do vnějšího prostředí. Larvy se aktivně zavrtávají do svalnaté nohy slimáků a hlemýžďů. V noze hlemýžďe dochází k přeměně na larvu L2, z ní se asi za tři týdny stává infekční larva L3 (obrázek 8), která je následně pozřena ježkem. Za další tři týdny dosahují hlístice pohlavní dospělosti (Beck 2007).



Obrázek 8 Larva *C. striatum* (Zdroj: Vlastní)

Prevalence v České republice je u ježka západního 25 % u dospělců a 56,7 % u mláďat. U ježka východního je to poté 42,9 % u dospělců a 50 % u mláďat (Pfäffle et al. 2014). Nejvyšší

prevalenci zaznamenali v Irsku Haigh et al. (2014) a to 100 %, následuje Sicílie 77 % a Velká Británie 71 % (Poglayen et al. 2003; Gaglio et al. 2010), Írán 61 % (Naem et al. 2015), Turecko 55 % (Cirak et al. 2010), Sardinie 47 % (Poglayen et al. 2003) a severní Írán 40 % (Youssefi et al. 2013).

3.2.2.4 *Physaloptera clausa*

Physaloptera clausa je běžná hlístice parazitující u evropských ježků (Chen et al. 2017). Dospělé hlístice rodu *Physaloptera* se vyskytují v žaludku a málokdy v tenkém střevě obojživelníků, plazů, ptáku, široké škály hmyzu a savců na celém světě (Gorgani et al. 2013). Dospělci jsou dlouzí 17 – 25 milimetrů a širocí 2 milimetry (Gorgani-Firouzjaee et al. 2015).

Dospělé samice jsou ovoviviparní a vývojový cyklus zahrnuje hmyz čteně brouků, švábů a cvrčků jako mezihostitelů a plazů jako paratenických hostitelů. Parazit je obvykle pevně připojen ke sliznici žaludku definitivního hostitele a živí se krví. Bylo zjištěno, že paraziti mohou příležitostně změnit své místo připojení, a tím způsobit vznik četných edematózních vředů, následně krvácení, zánět a zvýšenou tvorbu hlenu. Těžké infekce vedou k anémii, slabosti, hubnutí, průjmu, kachexii a úbytku hmotnosti. U ježků způsobuje *Physaloptera clausa* vážné žaludeční léze (Gorgani et al. 2013). Kromě toho může *P. clausa* sloužit jako vektor leptospirózy a sloužit tak jako zdroj infekce pro zvířata i člověka (Gorgani-Firouzjaee et al. 2015). Diagnostika zahrnuje pozorování klinických příznaků a detekci vajíček (Obrázek 9) ve výkalech hostitele.

Prevalence v České republice je 2,8 % u ježka západního a 36 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). Naem et al. (2015) uvádí nejvyšší prevalenci a to 93 % v Íránu. V Turecku zaznamenali prevalenci 72,2 % (Cirak et al. 2010), v severním Íránu 40 % (Youssefi et al. 2013) a nejnižší prevalence byla zjištěna v Sardinii a to 3 % (Poglayen et al. 2003).



Obrázek 9 Vajíčko *P. calusa* s larvou (Zdroj: Vlastní)

3.2.3 Kmen: Platyhelminthes (Ploštěnci)

Kmen Platyhelminthes zahrnuje různé dorsoventrálně zploštělé živočichy obecně známé jako ploštěnci. Všichni členové jsou typicky dvoustraně symetriční a postrádají tělesnou dutinu. Trávicí trakt, pokud je přítomen, je neúplný (střevo končí slepě), tudíž pouze jeden otvor – ústa, slouží jak pro příjem, tak výdej látek. Obvykle chybí kostní, oběhový a respirační systém. Prostor mezi stěnou těla a vnitřními orgány obsahuje pojivové tkáně, svaly a volné nebo

pevné buňky různých typů. Mezibuněčné prostory jsou naplněny tělními tekutinami. Vlákná, buňky a prostory mezi nimi jsou společně označovány jako parenchym (Bogitsh et al. 2019).

Tělo je pokryto druhově specifickým tegumentem, jehož prostřednictvím dochází pravidelně k aktivnímu přísunu živin. Kutikula chybí. S výjimkou několika druhů jsou ploštěnci hermafrodité. Vývojový cyklus se liší v systematických skupinách a může být přímý nebo nepřímý, zahrnující různá larvální stádia (Mehlhorn 2016).

3.2.3.1 Třída: Cestoda (Tasemnice)

Všichni členové třídy Cestoda žijí parazitickým způsobem života, jsou dorzoventrálně zploštělí a některé druhy mohou dosáhnout délky až několika metrů. Dospělci obecně obývají střeva svých hostitelů a jsou fixováni ke střevní stěně pomocí typických přichycovacích orgánů (Mehlhorn 2016).

Tělo dospělé tasemnice se skládá z hlavičky (skolexu), kterým se zanořuje do střevní stěny, krku a různého počtu článků (proglotidů), které se z něho vyvíjejí. Tasemnice jsou hermafrodité, každý článek obsahuje samčí a samičí reprodukční orgány, které produkují oplozená vajíčka. U některých druhů tasemnic se vajíčka uvolňují do lumen střeva hostitele. U jiných dochází k uvolnění celých kaudálních článků, které opouštějí spolu s výkaly hostitele. (Colville & Berryhill 2007).

Vajíčka jsou pozřena zvířaty spolu s potravou. Infikovaná zvířata slouží jako primární nebo sekundární hostitelé. Po vylíhnutí vajíček migrují nezralé tasemnice ze střeva mezihostitele do různých tkání a orgánů v závislosti na druhu tasemnice, uzavřou se do cysty, ve které se dále vyvíjejí. Cysty způsobují u mezihostitele různá onemocnění, závažnost závisí na počtu, velikosti a anatomickém umístění (Berman 2012).

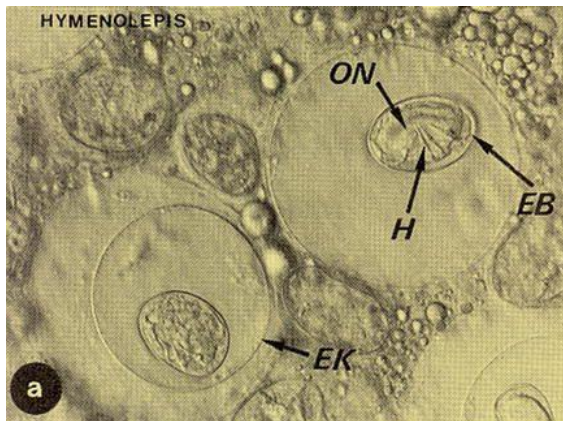
3.2.3.1.1 *Hymenolepis erinacei*

Tasemnice *Hymenolepis Erinacei* je považována za široce rozšířeného parazita u ježka západního rodu *Erinaceus* (Binkiene et al. 2019). Dospělci jsou dlouzí 10 – 16 cm a žijí v tenkém střevě (Boch et al. 2006).

Vývojový cyklus vždy zahrnuje mezihostitele, zejména blechy a další hmyz, ve kterém se tvoří cysticerkoid. K nakažení dochází pozřením tohoto hmyzu. V hostiteli se vyvíjejí pohlavně dospělé tasemnice, které parazitují v tenkém střevě. Články (Obrázek 11) nebo vajíčka (Obrázek 10) jsou vylučována spolu s výkaly do vnějšího prostředí. Zde jsou pozřena mezihostitelem, v jehož střevě se uvolní onkosféra, která proniká do tělní dutiny a vyvíjí se v cysticerkoid.

Infekce mají zřídka klinický význam. Při silné parazitární infekci se občas objevuje průjem a ačkoli ježci dobře přijímají potravu, hubnou (Beck 2007; Wright 2014).

Prevalence v České republice je 8,3 % u dospělců ježka západního, u ježka východního je to 14,3 % u dospělců a 11,1 % u mláďat (Pfäffle et al. 2014). Cirak et al. (2010) zjistili prevalenci 55,5 % v Turecku. V Srbsku je prevalence 25 % (Pavlović & Savić 2017), následuje Írán 16 % (Naem et al. 2015) a severní Írán 10 % (Youssefi et al. 2013).



Obrázek 10 Vajíčko *H. erinacei*
(Zdroj: Mehlhorn 2016)



Obrázek 11 Články *H. erinacei* (Zdroj: <
http://wildpro.twycrosszoo.org/S/00dis/P/arasitic/Hedgehog_Tape.htm>)

3.2.3.2 Třída: Trematoda (Motolice)

Motolice jsou dorzoventrálně zploštělí živočichové kopinatého až lískového tvaru. Jsou dlouhé od 1 milimetru do více než 10 centimetrů (Bennett et al. 2015). Největší skupinu parazitických motolic představují zástupci podtřídy Digenea, kteří parazitují především u obratlovců včetně člověka. S výjimkou rodu *Schistosoma* jsou motolice hermafrodité (Bogitsh et al. 2019).

Motolice podtřídy Digenea jsou běžní a rozšíření parazité všech tříd obratlovců a mohou obývat téměř každý orgán svých hostitelů. Vyznačují se ústní (rostrální) a břišní (ventrální) přísavkou, které slouží jak k připojení k hostiteli, tak k pohybu. Tvar a umístění těchto přísavek je druhově specifický. Digenea mají komplikovaný vývojový cyklus, který zahrnuje jak dospělé, tak několik vývojových stádií: vajíčko, miracidium, sporocystu, redie, cerkarie a metacerkarie (Waikagul & Thaenkham 2014).

3.2.3.2.1 *Brachylaemus erinacei*

Dospělé motolice obývají střevo a žlučovody, mají délku 5 – 10 milimetrů a kopinatý tvar. Vývojový cyklus zahrnuje hlemýždě, kteří slouží jako mezihostitelé a vyvíjejí se v nich metacerkarie. Dospělá samice klade vajíčka velká 30 – 35 μm světle načervenalé barvy, která obsahují miracidium. Jsou vylučována spolu s výkaly do vnějšího prostředí, kde jsou pozřeny různými druhy plžů. Integument vajíčka je v žaludku plžů tráven a volné miracidium proniká stěnou žaludku do dalších orgánů. Miracidium se vyvíjí přes různá larvální stádia na infekční cerkarie, které přijímají ježci. Přichycují se ke střevní stěně prostřednictvím ústní přísavky a vyvíjejí se v dospělé. Prepatentní perioda je asi 17 dní (Pfäffle 2010).

Klinické příznaky závisí na velikosti motolic. Mírné infekce mohou vést k neklidu, chudokrevnosti a úbytku hmotnosti. Při větším množství parazitů je typický hemoragický průjem, zánět žlučovodů a sekundární bakteriální infekce. Diagnostika se provádí pomocí koprologického vyšetření, avšak vajíčka (*B. erinacei*) jsou mnohem menší než

vajíčka ostatních motolic, ale zato těžší, nemohou tedy flotovat, proto se používá detekce pomocí sedimentace (Beck 2007; Wright 2014).

Prevalence v České republice u ježka západního je 25 % u dospělců a 65 % u mláďat a u ježka východního je to 16,7 % u mláďat (Pfäffle et al. 2014). Gaglio et al. (2010) uvádí prevalenci 55 % ve Velké Británii, následuje Sardinie s prevalencí 53 % (Poglayen et al. 2003), Německo 8,4 % (Dyachenko et al. 2010) a nejnižší prevalenci zjistili v Íránu 2 % (Naem et al. 2015).



Obrázek 12 Vajíčka *B. erinacei* (Zdroj:

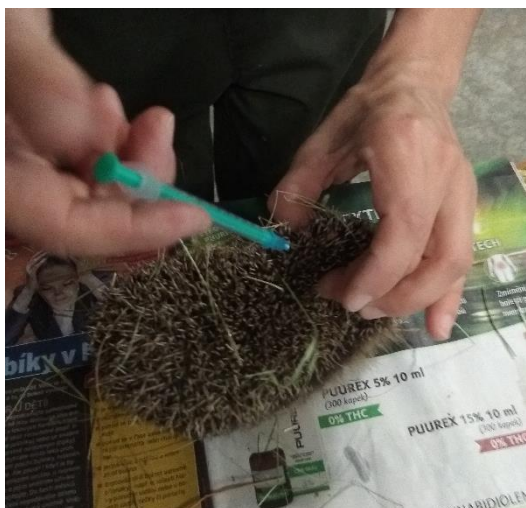
<http://wildpro.twycrosszoo.org/S/00dis/Parasitic/Hedgehog_Intestinal_Fluke_Infection.htm>
)

3.3 Léčba helmintózy u ježků

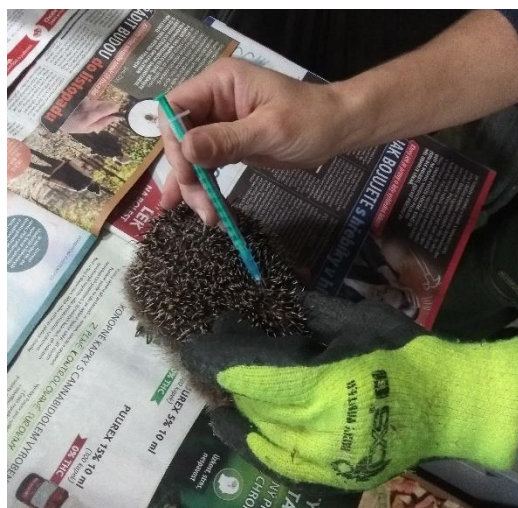
Dle Pokorné (2005) většina ježků přijatých do lidské péče trpí různě silnými invazemi vnitřních parazitů, přestože to nemusí být vždy na první pohled zjevné. Proto je vhodné všem přijatým ježkům preventivně podat antiparazitika.

V případě silné parazitární infekce by jakákoli léčba měla být doprovázena antibiotickým pokrytím. Dávky a výběr anthelmintik a antibiotik se liší. Druhy léčiv se volí pod dohledem veterinárního lékaře s ohledem na konkrétní stav jedince. Je třeba si uvědomit, že neexistuje léčivo, které by eliminovalo všechny parazity, který ježek pravděpodobně má. Některá léčiva jsou účinnější při odstraňování specifických druhů parazitů, ale méně účinná u jiných druhů. Ve většině případech není nutné eliminovat všechny parazity, ale snížit parazitickou infekci na takovou úroveň, se kterou dokáže ježek žít, jelikož ve volné přírodě dochází k opětovnému nakažení (Anonymus 2013).

Většina preparátů lze podat podkožní injekcí do kožní řasy (obrázek 13 a 14) v krajině bederní. Řasa se vytvoří povytažením kůže za bodliny pomocí pinzety. Vpich je veden rovnoběžně s povrchem těla. Injekční jehla by měla být v podkoží volně pohyblivá. Při aplikaci léčiv v krajině ramenní hrozí nebezpečí injekce do tzv. hnědého tuku, který je zásobárnou živin pro zimní spánek. Injekce do těchto míst může způsobit komplikace. Nitrosvalová injekce do svaloviny končetin může poškodit probíhající nervy a cévy (Pokorná 2005).



Obrázek 13 Aplikace léčiva do kožní rasy (Zdroj: Vlastní)



Obrázek 14 Aplikace léčiva do kožní rasy (Zdroj: Vlastní)

3.3.1 Účinné látky

3.3.1.1 Fenbendazol

Fenbendazol, patřící mezi benzimidazoly, je veterinární přípravek, který slouží k léčbě hlístic a tasemnic u domácích a hospodářských zvířat a ptáků (Forwood et al. 2013). Jeho účinnost se pohybuje okolo 62 %. Fenbendazol je podáván především perorálně. U ježků se používá při indikaci *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum* a *Hymenolepis erinacei*. Wright (2014) uvádí doporučené dávkování 100 mg/kg perorálně po dobu 5 – 7 dní, Boch et al. (2006) poté 50 – 100 mg/kg perorálně po dobu 5 dní. Účinnosti léčby u ježků se zatím nevěnuje žádná studie. Ovšem je známá účinnost například u lam 95 % (Beier et al. 2000), u skotu 90,56 % (Islam et al. 2015), nižší poté u koní 0,4 – 41 % (Relf et al. 2014) a nejnižší u koz 23,66 % (Godara et al. 2011). Z dostupných komerčních přípravků obsahuje fenbendazol například Caniquantel plus, Helmigal, Panacur a Zantel.

3.3.1.2 Ivermektin

Ivermektin je syntetický derivát širokospektrální antiparazitické třídy makrocyclických laktonů známých jako avermektiny. Používá se proti širokému spektru endoparazitických hlístic a ektoparazitů (hmyzu, roztočů) u lidí, domácích a hospodářských zvířat. Avšak zprávy o rezistenci hlístic proti ivermektinu jsou stále častější (Dent et al. 2000; Dourmishev et al. 2005). Na veterinárním trhu už je téměř čtvrt století a pro humánní použití je schválen již 18 let (Geary 2005). Účinnost léčby se pohybuje okolo 90 %. Lze ho podávat perorálně ve formě pasty nebo tablety, injekčně nebo jako spot on. U ježků ho lze použít při indikaci *Capillaria* spp. a *Cresonosoma striatum*. U ježků se doporučuje dávka 3 mg/kg subkutánně, ovšem neměl by se používat samostatně ale v kombinaci s jiným anthelmintikem na plicní červy (Robinson & Routh 1999; Boch et al. 2006).

Prozatím existuje pouze jediná studie, která se věnuje jeho použití na plicní parazity ježků. Ta uvádí účinnost vůči *Cresonosoma striatum* 95,9 % a dokonce 100 % pro *Capillaria* spp. (Barutzki et al. 1987). V dalších studiích zjistili účinnost 100 % například u koně převalského

či oslů (Imani-Baran et al. 2020; Tang et al. 2020), 97,85 % u prasat (Lopes et al. 2014), nižší účinnost u ovcí 78,6 % (Lifschitz et al. 2010) a koz 78 % (Terrill et al. 2001). Ivermektin je obsažen v přípravcích jako je například Biomec, Ivomec a Equiverm.

3.3.1.3 Levamisol

Levamisol je anthelmintikum používané pro léčbu a kontrolu řady parazitických hlístic a má rozsáhlé celosvětové využití jak u lidí, tak domácích zvířat (Maddison et al. 2008). Jeho účinnost se pohybuje okolo 95 %. Levamisol je podáván perorálně nebo injekčně. U ježků se může použít k léčbě *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum*, ale může působit i na vrtejše *Plagiorhynchus cylindraceus* a *Nephridiicanthus major*. Robinson & Routh (1999) a Wright (2014) uvádí doporučenou dávku 27mg/kg subkutánně po dobu 3 dní, naopak Boch et al. (2006) dávku 5mg/kg. Zatím nikdo nepublikoval studii, ve které by se věnoval použití a účinnosti levamisolu na parazitické hlístice ježků. Další studie se věnují především použití u ovcí a koz. Například Keyyu et al. (2002) zjistili účinnost 97 % u koz a 98 % u ovcí v Tanzánii.

3.3.1.4 Mebendazol

Mebendazol je širokospektrální anthelmintikum, patřící mezi benzimidazoly, účinné proti řadě parazitických hlístic a tasemnic (García-Rodríguez et al. 2011). Používá se v humánní i veterinární medicíně více než 20 let (Dayan 2003). Jeho účinnost se pohybuje okolo 80 %. Podává se především perorálně. U ježků je účinný vůči *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum* a *Hymenolepis erinacei*. Doporučená dávka při indikaci *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum* je 50 mg/kg perorálně pro jedince vážící méně než 500 g a 100 mg/kg pro jedince nad 500 g po dobu 5 dní, při indikaci *Hymenolepis erinacei* poté 10 – 20 mg/kg po dobu 5 dní (Wright 2014). Robinson & Routh (1999) uvádějí jednotnou dávku 100 mg/kg perorálně po dobu 5 – 7 dní

Prozatím neproběhl výzkum, který by se věnoval účinnosti mebendazolu na parazity ježků, známe ji ale u jiných druhů. Vůči hlísticím je to například okolo 60 % u štěňat (Obiukwu & Onyali 2008), 90 % u oslů (Gokbulut et al. 2016) a 99,4 u makaků (Wang et al. 2008). Účinnost vůči tasemnicím rodu *Hymenolepis* zjistili Li et al. (2012) to 100 % u lemuru kata. Z přípravků obsahující mebendazol jmenujme například Vermox.

3.3.1.5 Moxidektin

Moxidektin je anthelmintikum ze skupiny makrocyclických latonů (Cotreau et al. 2003). Má široké spektrum účinnosti proti vnějším i vnitřním parazitům. U skotu je licencován k léčbě gastrointestinálních parazitů, plicních červů, střevků, roztočů, vší a všenek, u koní a ovcí k léčbě gastrointestinálních parazitů, u psů pak slouží jako prevence proti plicním červům (Wagner & Wendlberger 2000). Jeho účinnost se pohybuje okolo 90 %. Forma podání je především injekční a perorální. U ježků ho lze použít k léčbě *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum*. Doporučené dávkování u ježků neuvádí žádná příručka, jelikož se s jeho použitím teprve začíná. Ovšem Kim et al. (2012) testovali účinnost moxidektinu u ježka bělobřichého *Atelex albiventris* (Wagner, 1841) vůči ektoparazitické strupovce *Caparinia tripilis*. Zvolili přípravek Advocate spot on v dávkách 0,1, 0,4 a 0,6 ml/kg. Výsledná účinnost byla 100 %. Tuto účinnost vykazoval moxidektin i u psů (Genchi et al. 2010), koček (Traversa et al. 2009a)

a ovcí (Hidalgo-Argüello et al. 2002). U skotu pak 91,1 % při perorální aplikaci a 55,5 při injekční (Leathwick & Miller 2013). Tato účinná látka je obsažena v přípravcích jako je Advantage, Advocate, Bravecto plus a Cydectin.

3.3.1.6 Praziquantel

Praziquantel je anthelmitikum ze skupiny chinolinových derivátů. Působí především proti motolicím a tasemnicím. Používá se v humánní i veterinární medicíně (Meister et al. 2016). U lidí je hlavním lékem proti schistosomóze (Chan et al. 2017). Výhodou praziquantelu je vysoká účinnost a nízká toxicita (Ma et al. 2004). Jeho účinnost se pohybuje okolo 90 %. Podává se hlavně perorálně. U ježků se doporučuje použít při indikaci *Brachylaemus erinacei* a *Hymenolepis erinacei*. Boch et al. (2006) doporučují dávku 12,5 mg/kg pro jedince pod 500 g a 25 mg/kg nad 500 g při perorálním použití. V případě subkutánní aplikace 6 – 7 mg/kg 2 krát v intervalu 48 hodin. Wright (2014) uvádí dávku 25 mg/kg perorálně po 48 hodinách do vymizení klinických příznaků parazitózy.

Použití praziquantelu k léčbě ježčích parazitóz se zatím nevěnuje žádná vědecká práce. Jeho účinnost zjistili například u koček 99,38 % (Traversa et al. 2009b), psů 100 % (Taweethavonsawat et al. 2010) a koní 100 % (Slocombe et al. 2007). Mezi přípravky s touto účinnou látkou patří například Caniverm, Droncit, Drontal a Profender.

3.4 Chov ježků v záchranné stanici

Ježci jsou nejčastějšími pacienty záchranných stanic pro handicapované živočichy, a to jak v České republice, tak v ostatních evropských zemích. Mezi ježky, kteří potřebují lidskou pomoc patří osířelá mláďata, která byla nalezena mimo hnízdo ve dne, nebo pokud bylo hnízdo zničeno a matka byla zabita nebo zraněna, zranění ježci s otevřenými ranami, zlomeninami, kousnutím, popáleninami nebo nějakým způsobem uvěznění, nemocní ježci obvykle nalezeni během dne, podvyživení, dehydratovaní, možná otrávení s dýchacími potížemi, dále jedinci kteří jsou na končetinách nestabilní (kolísající, houpající) a ti, kteří mají kolem sebe mouchy a mladí ježci narozeni koncem roku. Naopak ježci, kteří nepotřebují lidskou pomoc jsou dospělé nezraněné samice v létě, které byly objeveny ve dne (mohou být kojící matky), jakýkoli velcí nezranění ježci nalezeni nebo přesunuti do bezpečí, to znamená, že pokud je lidé zvednou ze silnice, měli by je vrátit poblíž místa, kde byli nalezeni. Lidé by měli mít na paměti, že jakákoli dospělá samice, může mít někde závislá mláďata (Anonymus 2013).

Jejich malá velikost, relativní tolerance k lidskému zásahu a neagresivní povaha činí z ježků ideální druh pro rehabilitaci v záchranné stanici (Robinson & Routh 1999).

3.4.1 Prohlídka přijatých ježků

Péče o ježka začíná důkladnou prohlídkou zvířete. Důležitým zdrojem informací o ježkovi jako pacientu jsou údaje, které uvádí nálezce zvířete. Významná informace je místo nálezu ježka. Ježci nalezeni na okrajích komunikací mohou být zranění, přičemž zranění nemusí být zjevné. Základní informací o zdravotním stavu a stupni vývoje ježka je jeho váha. Ježci s hmotností kolem 600 – 700 gramů, kteří nevykazují žádné známky nemoci či zranění, s velkou pravděpodobností lidskou pomoc nepotřebují. Při prohlídce ježka je důležité všimnout si

jeho chování. Zdravý jedinec se v neznámém prostředí zpravidla zavine. U nemocných zvířat jsou oči zapadlé, obranné reakce jsou malé nebo žádné, okolí nozder může být znečištěno hnisavým výtokem a bodliny nereagují na dotyk (snížený tonus bodlin). Přetrvávající kožní řasa, která se vytvoří povytažením kůže za bodliny, svědčí o dehydrataci zvířete.

Prohlídkou povrchu těla se zjistí invaze zevních parazitů. Ježci jsou napadáni blechami, klíšťaty a roztoči. Zesláblí a zranění jedinci jsou často zasaženi mušičkami nebo larvami (obvykle v okolí očí a uší a dále v ranách na všech částech těla). Při prohlídce ježka je zapotřebí vyvarovat se všech hlasitějších zvuků, ježci jsou na ně velmi citliví a reagují na ně zavnutím. Pokud zdravotní stav ježka vyžaduje déle trvající důkladné vyšetření, doporučuje se použít celkovou anestezii, k tomu je však oprávněn pouze veterinární lékař (Pokorná 2005).

3.4.2 Ubikace

Ježek by měl být držen v tichém a klidném prostředí (McClure 2011). V dospělosti jsou ježci samotáři, měli by proto být chováni v jednotlivých boxech nebo klecích. Individuální chov snižuje stres u zvířat. Mláďata však mohou být ubytována společně. Pouze nemocní a zranění jedinci by měli být ubytováni samostatně. Ježčí ubytovací prostor by měl obsahovat výběh o minimální velikosti 1 – 2 m² (to je nezbytné pro udržení kondice a zdraví ježka) a boudičku na spaní (může to být papírová krabice nebo dřevěný domeček). Pokud je společně ubytováno více ježků, musí být zvětšen tak, aby byla zachována doporučená minimální velikost výběhu 1 – 2 m² na ježka. Při společném ubytování ježků je také nutné umístit do výběhu množství boudiček na spaní. Ty by měly být o něco větší, neboť mladí ježci spí rádi pohromadě. Hygiena je velmi důležitá. Podlaha výběhu by měla být omyvatelná a pokrytá novinami nebo podestýlkou, které by se měly ježkům měnit každý den. Klece či boxy by měly být desinfikovány nejméně jednou týdně. Před a po manipulaci s ježkem by se měly vždy umýt ruce. Každý den se doporučuje sterilizovat veškeré nádoby a misky na krmení (Stocker 2005; Anonymus 2013)

Vhodnou výstelkou boudičky na spaní jsou noviny natrhané na kousky, seno, sláma nebo suché listí. Výběh se čistí denně, boudičku na spaní není třeba čistit často, neboť ji ježek většinou neznečišťuje. Stěny výběhu musí být vysoké minimálně 50 cm, aby je ježek nepřelezl. Ubytovací prostor pro ježka by se měl nacházet v suché, světlé a větratelné místnosti s teplotou 19 °C (měřeno u země) pro ježky do hmotnosti 300 g a 15 °C pro ježky těžší. Při větším množství ježků je vhodné rozdělit je do skupin podle váhy. U větších mláďat někteří autoři doporučují oddělit samce od samic, aby se předešlo případnému páření (Pokorná 2005).

V záchranné stanici hl. města Prahy rovněž chovají ježky individuálně v boxech či klecích (Obrázek 15 a 16). Na každé ubikaci se nachází evidenční karta zvířete, kde jsou informace o daném ježkovi jako např. druh, pohlaví, datum přijetí, váha, medikace, zdravotní problémy apod. Každý ježek má k dispozici papírovou krabici vystlanou senem či slámou, která slouží jako hnízdo, misku na vodu a dvě misky na potravu. Jako podestýlka se používají různé noviny a reklamní letáky. Momentálně stanice zkouší používat jako podestýlku i hobliny, které se nemusí měnit každý den, ale ob dva až tři dny. Každý den se ale vybírají alespoň ježčí výkaly. Výhodami tohoto individuálního chovu je již zmíněné snížení stresu u zvířat, ale také zároveň lepší přehled o zdravotním a celkovém stavu jednotlivých ježků a také menší riziko šíření chorob mezi jedinci.



Obrázek 15 Individuální ubikace ježků v ZS (Zdroj: Vlastní)



Obrázek 16 Individuální ubikace ježků v ZS (Zdroj: Vlastní)

3.4.3 Krmení

Ježek je hmyzožravec, proto musí v jeho jídelníčku převažovat masitá strava. Nedoporučuje se krmit ježky žížalami, slimáky nebo šneky, neboť často obsahují vnitřní parazity a ježci by se mohli nakazit. Ježčí jídelníček se liší pro jednotlivé váhové kategorie.

Dospělé a odstavené ježky lze krmit specializovaným ježčím krmivem nebo psími či kočičími granulami nebo konzervami s vysokým obsahem masa (kuřecí, krůtí, králičí a jehněčí). Problémem s dlouhodobým podáváním měkké stravy je nevyhnutelné hromadění zubního kamene. Tomu lze předejít právě zařazením kočičích nebo psích granulí. Maso by mělo tvořit minimálně polovinu krmné dávky. Jako doplněk lze podávat v malém množství nahrubo nastrouhaný netučný sýr, tvaroh, piškoty, rozinky a různé ovoce. Celková denní dávka by měla být zhruba 90 g pro ježka o hmotnosti 150 g, pro ježka o hmotnosti 450 g zhruba 120 g. Ježci by měli dostávat potravu večer, pokud mají ráno vše snědenu, měli by dostat menší porci i ráno. K pití se podává voda. Vyskytne-li se u ježka průjem, podává se silný čaj. Při společném ubytování ježků je nutné dávat potravu do více misek, aby měl každý ježek přístup k potravě a nebyl odstrkován silnějšími jedinci (Stocker 2005; Anonymus 2013)

Ježčím kojencům do 100 g se podává sušené mléko pro štěňata nebo kořata. Robinson & Routh (1999) uvádí i mléko feny či kozí kolostrum. Ježčí kojenci se krmí každé 4 hodiny, a to i v noci. Krmí se upraveným kapátkem nebo injekční stříkačkou přímo do tlamičky. Po každém nakrmení je nutné mláďatům jemně masírovat břicho a okolí řitního otvoru, aby se podpořilo vyměšování. K masírování je možné použít jemný štěteček, vatový tampon nebo měkký hadřík. Krmení v noci lze zrušit po dosažení stabilního přírůstku tělesné hmotnosti. Krmení mláďat by mělo být doprovázeno každodenním vážením, aby byl zajištěn přehled o dostatečném příjmu živin a přírůstku hmotnosti, dokud nejsou mláďata zcela odstavena. Mláďata od 100 do 150 g se krmí sušeným mlékem smíchaným s kočičí konzervou pro kořata. Směs je třeba rozmixovat, aby prošla stříkačkou. Tato strava se zkouší podávat mláďatům i na mělké misce, aby se co nejdříve naučila samostatně přijímat potravu. Od tří týdnů věku by měla přecházet na pevnou potravu. Poté začnou dostávat pouze samotné maso z kočičí konzervy a k pití slabý fenyklový čaj (Pokorná 2005).

Je třeba dbát na to, aby ježci nebyli překrmováni kvůli jejich predispozici k obezitě, která by mohla způsobit, že se ježek nemůže zavinout do klubíčka, tudíž by nebyl chráněn před

útoky predátorů. Ježci nesmějí dostávat kravské mléko, vepřové maso, uzeniny, solená a příliš tučná jídla a čerstvé pečivo (McClure 2011).

V záchrané stanici v Praze se ježci krmí 2 x denně, ráno a večer. Každý ježek má v ubikaci tři misky. Do jedné se dávají pouze mouční červy, do druhé konzerva s granulemi a do třetí voda. Jelikož jsou ježci aktivní především v noci, večerní dávka krmení je o něco větší než ta ranní. Diskutabilní je krmení moučnými červy. Podle British Hedgehog Preservation Society (2013) by měli být mouční červi podávány pouze ve velmi malém množství. Mají velmi nízkou výživnou hodnotu a mohou se stát návykovými. Ježci poté odmítají jíst jinou potravu. Navíc se má za to, že příliš mnoho červů by mohlo narušit poměr vápníku a fosforu u ježků, což může vést k problémům s kostmi. Zároveň mohou být mezipříteli parazitů.



Obrázek 17 Krmení dospělého ježka (Zdroj: ZS hl. m. Prahy)



Obrázek 18 Krmení mláďat (Zdroj: ZS hl. m. Prahy)

3.4.4 Vážení

Ježky je třeba pravidelně vážit, neboť váha je základním ukazatelem jejich zdravotního stavu. Ježek by měl pravidelně přibývat bez zjevných výkyvů. Malí ježci se váží častěji, po dosažení váhy 250 g stačí vážit 1 x týdně. Ježek by měl přibývat 50 – 70 g týdně (Stocker 2005).



Obrázek 19 Vážení mláďete (Zdroj: ZS hl. m. Prahy)

3.4.5 Zazimování

Po dosažení váhy 600 – 700 g se ježek umístí do nevytápěné místnosti o teplotě 0 – 5 °C (teplota by neměla klesnout pod 0 °C). Ježek by zde měl mít opět výběh a boudičku na spaní, přičemž výběh může být o něco menší (stačí 1 m² na ježka). Boudička na spaní by měla být dobře zateplena. Potrava se podává dál, ale suchá. Důležité je denně vyměňovat vodu. Ježek se totiž může v průběhu zimování několikrát probudit. Pokud by byl ježek aktivní více dní, je třeba zkontrolovat jeho zdravotní stav a hmotnost (Pokorná 2005).

3.4.6 Vypuštění

Vypouštění ježka zpět do přírody je poslední, nicméně velmi důležitá etapa péče. Je důležité vhodně vybrat jak dobu, tak i místo vypuštění. Vhodnou dobou pro vypuštění ježka je polovina dubna až začátek května, záleží na průběhu počasí. To by v době vypuštění mělo být teplé, s průměrnými teplotami neklesajícími pod 5 °C a bez deště. Při vypuštění v létě by měl ježek vážit nejméně 450 g, na konci listopadu 500 g a nejméně 600 g do poloviny prosince (Stocker 2005).

Přestože nejsou ježci teritoriální, je vhodné vypouštět je, pokud je to možné, zpět na stejné místo, kde byli nalezeni. Pokud je místo nálezu ježka nevhodné, musí být vypuštěn v nejbližší příhodné lokalitě. Vhodným místem jsou neudržované zahrady, sady, křovinatý terén a listnaté či smíšené lesy. U zahrad je důležité, aby měly takové ploty, které ježek snadno zdolá, jinak by byl na zahradě uvězněn. Měli bychom se ujistit, že lokalita vypuštění je již obývána ježky, nachází se mimo hlavní silnice a není obývána jezevci. Ježek se vypouští navečer, nejlépe pod keře, či v blízkosti hromady dřeva, kůlny apod., aby se měl kam schovat. Pokud je to možné, několik prvních nocí by se měla v blízkosti nechat potrava a voda, než se ježci aklimatizují do nového prostředí (Pokorná 2005; McClure 2011).

4 Materiál a metody

4.1 Komplexní monitoring helmintů u ježků (*Erinaceus* sp.) v průběhu roku v záchranné stanici

Od dubna 2019 do dubna 2020 probíhal sběr vzorků výkalů od ježků rodu *Erinaceus*, kteří byli přijati do péče Záchranné stanici hlavního města Prahy pro volně žijící živočichy. Cílem tohoto sběru byl komplexní monitoring helmintů u těchto jedinců a zároveň zjištění sezónní dynamiky jednotlivých skupin parazitů.

4.1.1 Záchranná stanice hl. města Prahy pro volně žijící živočichy

Záchranná stanice hl. m. Prahy pro volně žijící živočichy je součástí příspěvkové organizace Lesy hl. m. Prahy a jejím posláním je pomáhat zraněným a jinak handicapovaným volně žijícím živočichům s cílem vrátit je po zotavení zpět do pražské přírody. Ročně stanice přijme více než 3 000 živočichů a je tak nejvytíženější ze všech záchranných stanic v České republice. V roce 2018 přijala celkem 4 712 živočichů a v roce 2019 dokonce 5 368 živočichů 138 různých rodů, což je vůbec nejvyšší číslo v historii jejího fungování.

Záchranná stanice je od roku 2011 součástí Národní sítě záchranných stanic České republiky, která sdružuje záchranné stanice v Česku a garantuje vysokou odbornou úroveň péče o volně žijící živočichy. Stanice je také součástí střediska Ekologické výchovy Lesů hl. m. Prahy a zapojuje se do environmentálně zaměřených programů a aktivit, které středisko pro Pražany celoročně připravuje. Pracovníci stanice se tak snaží přibližovat život volně žijících živočichů, problematiku jejich ochrany i náležitosti péče o volně žijící živočichy.

4.1.2 Odběr vzorků pro parazitologické vyšetření

Odběr vzorků probíhal od dubna 2019 do dubna 2020 v Záchranné stanici hlavního města Prahy. Vzorky se odebíraly od všech nově přijatých jedinců, kteří nebyli odčerveni, a to jak od dospělců, tak od mláďat. Všichni ježci byly umístěny v individuální ubikaci, což zabraňovalo smísení vzorků od více jedinců nebo případnou kontaminaci. Tento oddělený chov zároveň přináší lepší přehled zdravotního stavu konkrétního jedince a brání přenosu různých chorob.

Všechny vzorky se odebíraly vždy ráno před čištěním ubikací do plastových nádobek k tomu určených, které byly následně řádně označené evidenčním číslem daného jedince, datem odběru a případně druhem. Poté byly převezeny do laboratoře katedry zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze, kde byly vyšetřeny pomocí tří koprologických metod – flotací, sedimentací a larvoskopií. Vzorky byly před vyšetřením uchovávány v lednici při teplotě 4 °C.

4.1.3 Použité koprologické metody

Přesná diagnostika parazitárních infekcí má zásadní význam jak pro individuální zdravotní stav hostitelů, tak pro populační studie, jako jsou studie efektivity jednotlivých účinných látek a přípravků nebo sledování programu kontroly eliminace parazitárních onemocnění a to jak v humánní tak veterinární medicíně (Cringoli et al. 2010).

Koprologické vyšetření je pravděpodobně nejběžnějším laboratorním postupem pro diagnostiku parazitárních infekcí prováděným ve veterinární praxi. Relativně levné a neinvazní vyšetření výkalů může odhalit přítomnost parazitů v několika tělních systémech. Paraziti, kteří obývají trávicí systém produkují vajíčka, larvy nebo cysty, které opouštějí tělo hostitele spolu s výkaly. Příležitostně mohou být ve stolici vidět i dospělci parazitů, zejména pokud má hostitel enteritidu. Vajíčka nebo larvy parazitických helmintů, kteří se nacházejí v dýchacím ústrojí jsou obvykle vykašláni do hltnu a následně polknuty a také se objevují ve stolici. Mnoho parazitických forem, které jsou viděny ve stolici mají charakteristické morfologické znaky, díky kterým můžeme spolu s kombinací znalostí hostitele určit konkrétní druh parazita. Na druhou stranu, určití paraziti produkují podobná vajíčka a oocysty, a proto nemohou být identifikováni na úrovni druhu (Zajac & Conboy 2012).

4.1.3.1 Flotace

Flotace je optimální procedura pro diagnostiku většinu střevních parazitů. Tato technika využívá skutečnosti, že vajíčka a oocysty parazitů lze oddělit od ostatních zbytků výkalů v důsledku rozdílné hustoty. Vajíčka a oocysty mají obvykle nižší hustotu než flotační roztok, a proto vyplavou na hladinu roztoku. Tato metoda umožňuje posoudit větší a reprezentativnější vzorek výkalů. Účinnost flotace závisí na kvalitě a typu roztoku, měrné hmotnosti a načasování postupu (Broussard 2003).

4.1.3.1.1 Postup McMasterovy koncentrační metody

Navážíme 4 g výkalů do trvale označené nádoby. Přidáme 56 ml vodovodní vody. Výkaly s vodou pečlivě promícháme. Poté provedeme suspenzi přes čajové sítko či jednu vrstvu bavlněné gázy do stejné označené nádoby. My používaly sedimentační válec, jelikož zbytek suspenze byl použit pro sedimentační metodu. Ihned po filtraci odlijeme 10 ml suspenze do označené plastové centrifugační zkumavky. Vložíme do centrifugy a centrifugujeme 5 minut při 1 200 otáčkách za minutu. Poté zkumavku vyjmeme a opatrně slijeme supernatant. Těsně před počítáním přidáme flotační roztok po rysku 4 ml. Pomocí pasterovy pipety opatrně promísíme obsah tak, aby se v suspenzi nevytvořily bublinky. Ihned po promíchání naplníme pipetou oba oddíly McMasterovy komůrky. Naplněnou McMasterovu komůrku necháme před počítáním stát alespoň 5 minut, aby přítomná vajíčka vyflotovala do horní vrstvy. Takto připravený vzorek prohlédneme pomocí mikroskopu Olympus CX 21 při zvětšení minimálně 200 x. Počítáme pouze vajíčka, která se nacházejí uvnitř vyznačených čtverců. Součet nalezených vajíček v obou oddílech komůrky vynásobíme dvaceti. Výsledek udává EPG (Eggs per gram – počet vajíček na 1 g výkalů (Roepstorff & Nansen 1998).

4.1.3.2 Sedimentace

Sedimentační metoda se používá k izolaci vajíček motolic, vrtejšů a některých dalších tasemnic a hlístic, jejichž vajíčka v běžných flotačních roztocích snadno neplavou. V jednoduchém sedimentačním testu se voda z vodovodu smíchá s výkaly a nechá se krátce usadit, než se odstraní supernatant. To umožňuje odstranění jemných částic (Zajac & Conboy 2012).

4.1.3.2.1 Postup sedimentační metody

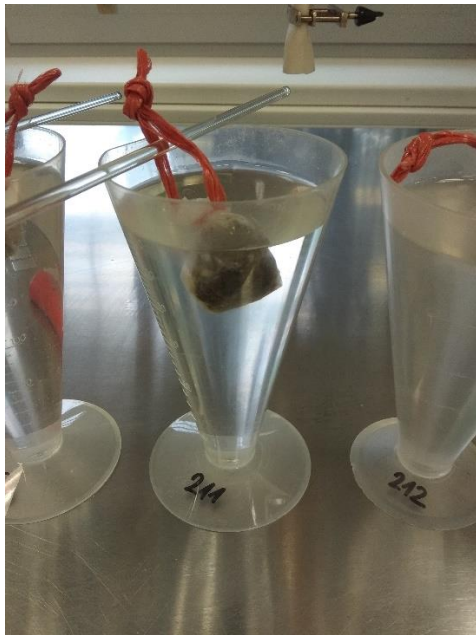
Byl použit upravený postup dle metodiky Roepstorff & Nansen (1998). Navážíme 4 g výkalů do trvale označené nádoby. Přidáme 56 ml vodovodní vody. Výkaly s vodou pečlivě promícháme. Poté provedeme suspenzi přes čajové sítko či jednu vrstvu bavlněné gázy do označeného sedimentačního válce. Ihned po filtraci odlijeme 10 ml suspenze do označené plastové centrifugační zkumavky. Tato suspenze byla následně použita pro McMasterovu metodu. Poté sedimentační válec dolijeme vodovodní vodou téměř po okraj a necháme 10 minut sedimentovat. Po 10 minutách odsajeme supernatant a znovu dolijeme vodu. Tento proces opakujeme, dokud není na dně nádoby menší obsah sedimentu. Následně přenášíme sediment pomocí pasterovy pipety do vyšetřovací komůrky o definovaném obsahu 0,5 ml a prohlížíme pomocí mikroskopu Olympus CX 21 při 40 – 100 násobném zvětšení. Proceduru opakujeme, dokud není vyšetřen veškerý sediment. Počet nalezených vajíček vydělíme navázkou výkalů, to nám dá výslednou hodnotu EPG. Tato hodnota byla nakonec ještě vydělena koeficientem 0,8, jelikož 1/5 (20 %) původního objemu vzorku výkalů byl na začátku procedury oddělen flotací.

4.1.3.3 Larvoskopie

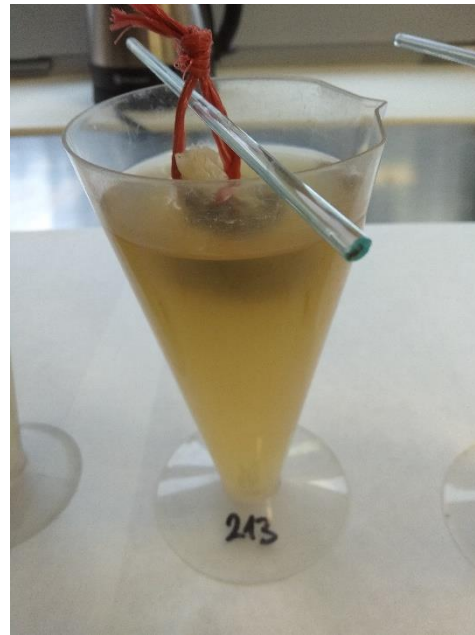
Larvoskopie využívá schopnosti aktivní migrace larev z chladného a vysušeného prostředí do prostředí teplejšího a vlhčího. Ačkoli existuje celá řada různých postupů, všechny jsou založené na tomto principu. Používá se především k diagnostice plicních červů. K izolaci larev ze vzorků se nejčastěji používá Baermannova metoda v různých modifikacích, která je považována za nejcitlivější diagnostickou metodu pro detekci živých larev hlístic ve výkalech u několika druhů zvířat. Základním principem je, že larvy hlístic jsou aktivní a když se výkaly, ve kterých jsou přítomny, umístí do vody, larvy z nich budou vylézat a sedimentovat. Pro tuto metodu je důležité, aby byl vzorek vždy čerstvý (McKenna 1999; Lacorcia et al. 2009; Zajac & Conboy 2012).

4.1.3.3.1 Postup Baermannovy larvoskopické metody

Vzorek výkalů umístíme doprostřed jednovrstvého papírového kapesníku. Všechny čtyři rohy papírového kapesníku dáme k sobě, zatočíme a vytvoříme balíček. Ten zavážeme uzlem pomocí provázku, na němž vytvoříme smyčku. Odstříhneme přesahující zbytky papírového kapesníku za uzlem a také přesahující provázek nad smyčkou. Poté balíček pověsíme na skleněnou laboratorní tyčinku, kterou umístíme na sedimentační válec tak, aby balíček visel uprostřed a nedotýkal se stěn nádoby. Následně zalijeme nádobu vodovodní vodou, aby byl balíček výkalů zcela ponořen (Obrázek 20). Takto necháme vzorek stát 24 hodin (Obrázek 21). Před vyšetřením vyndáme balíček a odsajeme supernatant. Pod mikroskopem Olympus CX 21 vyšetřujeme celý zbylý sedimentu s larvami pomocí vyšetřovací komůrky pod zvětšením 40 x. Počet nalezených larev vydělíme navázkou výkalů. Výsledná hodnota nám udává LPG – počet larev na gram výkalu.



Obrázek 20 Naložený vzorek k larvoskopii (Zdroj: Vlastní)



Obrázek 21 Vzorek po 24 hodinách (Zdroj: Vlastní)

4.1.4 Statistické vyhodnocení

Ke statistickému vyhodnocení dat byl použit program Statistica 12. Nejprve byla ověřena normalita dat pomocí vytvořených histogramů a následně byl použit Kolomogorov-Smirnovův test. Na základě jeho výsledků byl k ověření předpokladu, že intenzita nákazy ježků plicními helminty je ovlivněna vnějšími faktory (roční období), tak vnitřními faktory hostitele (druh, věk, pohlaví), použit neparametrický Kruskal-Wallisův test. Vliv těchto faktorů na celkový počet pozitivních a negativních jedinců byl poté vyhodnocen pomocí kontingenčních tabulek a Pearsonova chí-kvadrát testu.

Na základě biologie ježků rodu *Erinaceus* v našich podmínkách byl sledovaný rok rozdělený na čtyři jednotlivá období:

1. Období hibernace (H) – prosinec, leden, únor
2. Období rozmnožování (R) – březen, duben, květen
3. Období nejvyšší aktivity (NA) – červen, červenec, srpen
4. Období přípravy na hibernaci a tvorby zásob (PH) – září, říjen, listopad

Podle tohoto rozdělení bylo následně provedeno příslušné statistické šetření.

Co se týče testování vlivu pohlaví, pro potřeby statistického šetření byli ježci rozděleni na tři skupiny a to:

1. Male (M) – samec
2. Female (F) – samice
3. Juvenile (J) – mládě

Jako poslední bylo testováno ovlivnění nákazy věkem. Na základě biologie ježků rodu *Erinaceus* je věk v záchranné stanici určován do tří kategorií:

1. Mládě, pull (M) – mládě závislé na matce (tj. do 2 měsíců věku)
2. Roční mládě (M (1)) – mládě nezávislé na matce (od 2 měsíců věku)
3. Dospělec (D) – dospělý jedince (narozený předchozí rok a dříve)

4.2 Vyhodnocení efektivity anthelmických opatření u ježků (*Erinaceus sp.*) v záchranné stanici

V podzimním období roku 2019 byl realizován experiment, ve kterém byly přirozeně infikovaným jedincům rodu *Erinaceus*, kteří byli přijati do péče záchranné stanice v Praze, podávány anthelmintika s různými účinnými látkami. Cílem tohoto experimentu bylo ověření účinnosti aktuálně používaných terapeutických postupů záchranné stanice a případný návrh jejich zefektivnění. To ovšem nakonec nebylo v rámci našeho experimentu možné. Za prvé, terapeutické schéma v záchranné stanici nebylo zcela uniformní, a za druhé nebylo možné odebírat kontrolní vzorky, jelikož daní jedinci byli vypuštěni dříve, než by se dala ověřit účinnost podané látky. Proto jsme se v rámci našeho experimentu soustředili především na eliminaci hlístic pomocí dvou námi navržených postupů. V prvním případě to byla aplikaci již používaného Biomectinu, a poté zařazení nového preparátu, kterým byl Cydectin.

4.2.1 Design experimentu

Od října do prosince 2019 probíhal sběr vzorků výkalů od nově přijatých ježků do záchranné stanice. Toto období bylo vybráno proto, že v tuto dobu přijme záchranná stanice nejvíce ježků za celý rok. Vzorky byly následně převezeny do laboratoře katedry zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze, kde byly vyšetřeny pomocí tří koprologických metod – flotací, sedimentací a larvoskopií. Na základě výsledků vyšetření byl pozitivním jedincům podán příslušný antiparazitický přípravek. Při indikaci *Crenosoma striatum* a *Capillaria* spp. to byl Biomectin a Cydectin, v případě *Physaloptera clausa* a vrtejšů to byl Bancid (specifikace jednotlivých přípravků, viz. níže v textu). Po 10 dnech od aplikace byly po tři dny sbírány vzorky na kontrolní vyšetření.

Účinnost léčebného zásahu byla vyhodnocena na základě standardizovaného Faecal Eggs Reduction Testu (FECRT) a FLCRT pro rod *Crenosoma*. V závislosti na diverzitě aktuálně přítomných parazitů v reálných podmínkách byla pak efektivita léčby vyhodnocena samostatně pro každou skupinu helmintů. Poté byla účinnost jednotlivých testovaných variant porovnána a v případě dostatečné efektivity byla nejoptimálnější z těchto metod doporučena pro praxi v záchranné stanici. Nakonec byla statisticky vyhodnocena.

4.2.2 Použité antiparazitické přípravky

4.2.2.1 Biomectin

Biomectin injekční roztok obsahuje účinnou látku Ivermectinum (10 mg/ml). Pomocné látky jsou Glycerolfomal a Propylenglykol. Cílovou skupinou zvířat je skot, ovce a prasata. Slouží především k léčbě žaludečních a střevních hlístic a některých ektoparazitů. Doporučená dávka pro skot a ovce je 0,2 mg/kg živé hmotnosti (tj. 0,2 ml/10 kg ž. hm.), pro prasata 0,3 mg/kg živé hmotnosti (tj. 0,3 ml/10 kg ž. hm). Forma podání je přísně subkutánní. Tento ani níže uvedené přípravky nejsou standardizovány pro léčbu ježků, a proto neexistuje přesné doporučené dávkování pro tyto hostitele. Ježkům byl podáván při indikaci *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum*. V rámci tohoto experimentu byli ježci rozděleni dle živé hmotnosti do

třech váhových kategorií a podle toho jim bylo podáváno dané množství přípravku. Dávkování Biomectinu a Cydectinu bylo stejné a je uvedeno v Tabulce 1.

4.2.2.2 Cydectin

Cydectin injekční roztok obsahuje účinnou látku Moxidectin (20 mg/ml). Pomocnými látkami jsou Benzylalkohol (40 mg/ml), Butylhydroxytoluen (2,5 mg/ml) a Edetát disodný E 385 (0,27 mg/ml). Cílovou skupinou zvířat je skot. Do našeho experimentu byl zařazen na základě jeho zjištěné vysoké účinnosti na plicní červy ve studii Vadlejš et al. (2016). Tento přípravek je indikován k léčbě gastrointestinálních a plicních hlístic a některých ektoparazitů. Doporučená dávka je 1ml/50 kg živé hmotnosti (tj. 0,2 mg/kg ž.hm.). Podává se subkutánně. Ježkům byl podáván při indikaci *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum*. Dávkování u ježků je uvedeno níže v Tabulce 1.

Váhová kategorie	Dávka přípravku
0 - 300 g	0,1 ml
301 - 500 g	0,2 ml
nad 500 g	0,3 ml

Tabulka 1 Dávkování Biomectinu a Cydectinu

4.2.2.3 Bancid

Bancid byl použit jako doplňující anthelmintikum na přání vedoucí ošetřovatelky ježků v záchranné stanici. Byl jí doporučen kolegou ze Slovenska a chtěla ověřit jeho účinnost. Následující informace o přípravku jsou pouze dodatečné. Jeho použití nebylo součástí cílů ani hypotéz mé diplomové práce.

Bancid injekční roztok obsahuje účinnou látku Paraziquantelum (56,80 mg/ml). Pomocné látky jsou Hemihydrát chlórbutanol (5mg/ml), Benzylalkohol a Propylénglykol. Tento přípravek je určený pro psy a kočky. Slouží k léčbě infekcí způsobenými plochými červy *Taenia hydatigena*, *Taenia pisiformis*, *Taenia ovis*, *Taenia taeniaformis*, *Multiceps multiceps*, *Joyeuxiella pasquali*, *Dipylidium caninum*, *Mesocestoides* spp., *Echinococcus granulosus* a *Echinococcus multilocularis*. Doporučená dávka pro psy a kočky je 5,7 mg paraziquantelu/kg živé hmotnosti (tj. 1 x 0,1 ml léku/kg ž. hm.). Podává se intramuskulárně nebo subkutánně. Bancid byl všem ježkům bez ohledu na hmotnost podáván v dávce 0,06 ml při indikaci vrtejší.

4.2.3 Statistické vyhodnocení

Ke statistickému vyhodnocení dat byl použit program Statistica 12. K ověření > 95 % účinnosti moxidektinu vůči nematodám rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma* byl použit t – test pro samostatný vzorek. Jelikož získaná statistická data nepocházela z normálního rozdělení (jsou uvedena v procentech), byl k ověření předpokladu, že aplikace moxidektinu vykazuje lepší účinnost vůči rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma* než aplikace ivermektinu použit neparametrický Mann-Whitneyův test.

5 Výsledky

5.1 Komplexní monitoring helmintů u ježků (*Erinaceus* sp.) v průběhu roku v záchranné stanici

Pro tuto práci bylo vyšetřeno celkem 225 vzorků od neodčervených jedinců z nichž bylo 155 pozitivních a 70 negativních (Graf 1). Více vzorků bylo odebráno od ježka východního než od ježka západního. Ve věkovém zastoupení převládají vzorky od mláďat. Co se týče pohlaví bylo vyšetřeno více samic. Převažovali ovšem jedinci, u kterých zaměstnanci záchranné stanice neurčili či nezaznamenali pohlaví. Všechny tyto parametry jsou podrobněji uvedeny v Tabulce 2. Počet odebraných vzorků v jednotlivých měsících poté znázorňuje Tabulka 3.

Pozitivní	155
Negativní	70
Ježek východní	146
Ježek západní	79
Samec	29
Samice	59
Nezařazeno	137
Dospělec	62
Mládě	163

Tabulka 2 Počty vzorků v jednotlivých kategoriích

Duben	14
Květen	15
Červen	5
Červenec	10
Srpen	25
Září	10
Říjen	58
Listopad	35
Prosinec	42
Leden	1
Únor	5
Březen	5

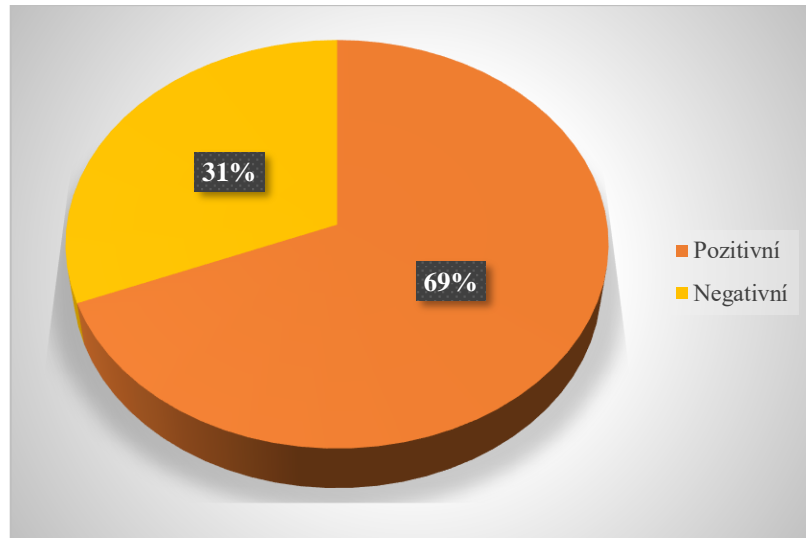
Tabulka 3 Počty vzorků v jednotlivých měsících

V pozitivních vzorcích byly nalezeny vajíčka a larvy těchto střevních a plicních helmintů: hlístic rodu *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum*, *Physaloptera clausa*, tasemnice *Hymenolepis erinacei* a vrtejšů. Vajíčka kapilárií je na základě pouhé morfologie velice obtížné od sebe odlišit a k přesné identifikaci by byla potřebná pitva uhynulých jedinců, proto nebyly určeny do konkrétního druhu. To se týká i nalezených vrtejšů. Parazitické infekce byly buď samostatné nebo smíšené.

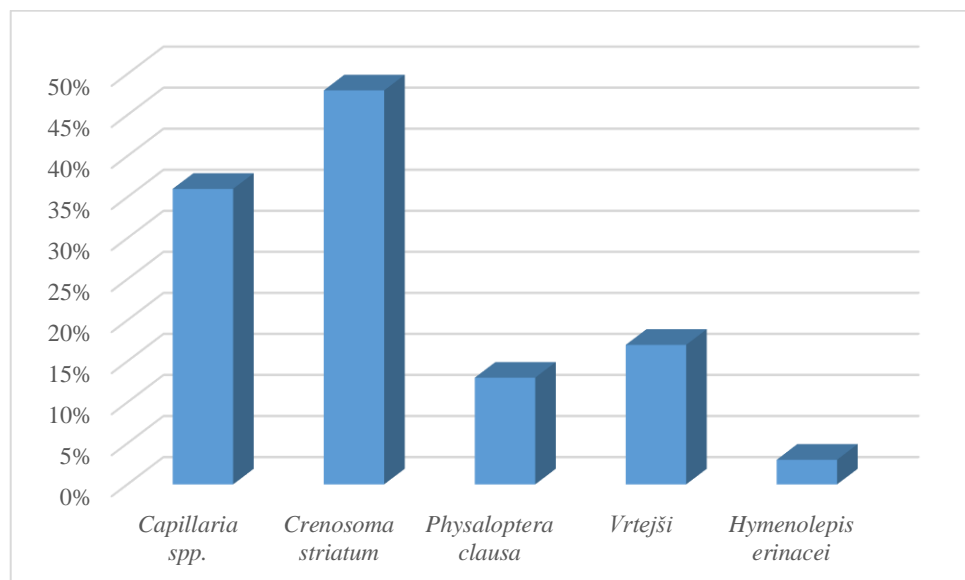
Vyšetření jedinci byli nejčastěji infikováni hlísticí *Crenosoma striatum* s celkovou prevalencí 48 %. Druhým nejvíce vyskytujícím se druhem byly hlístice rodu *Capillaria* spp. s prevalencí 36 %. Následovali vrtejši s prevalencí 17 % a *Physaloptera clausa* s prevalencí 13 %. Nejméně zastoupeným parazitem byla *Hymenolepis erinacei* s prevalencí 3 %. Všechny celkové prevalence jednotlivých helmintů přehledně znázorňuje Graf 3.

Co se týče intenzity infekce nejvyšších hodnot dosahoval *Hymenolepis erinacei* s průměrnou intenzitou 2 161 EPG. Jako druhé následovaly hlístice rodu *Capillaria* s intenzitou 1 733 EPG. Poté *Crenosoma striatum* s intenzitou 945 LPG. Průměrná intenzita infekce vrtejšů

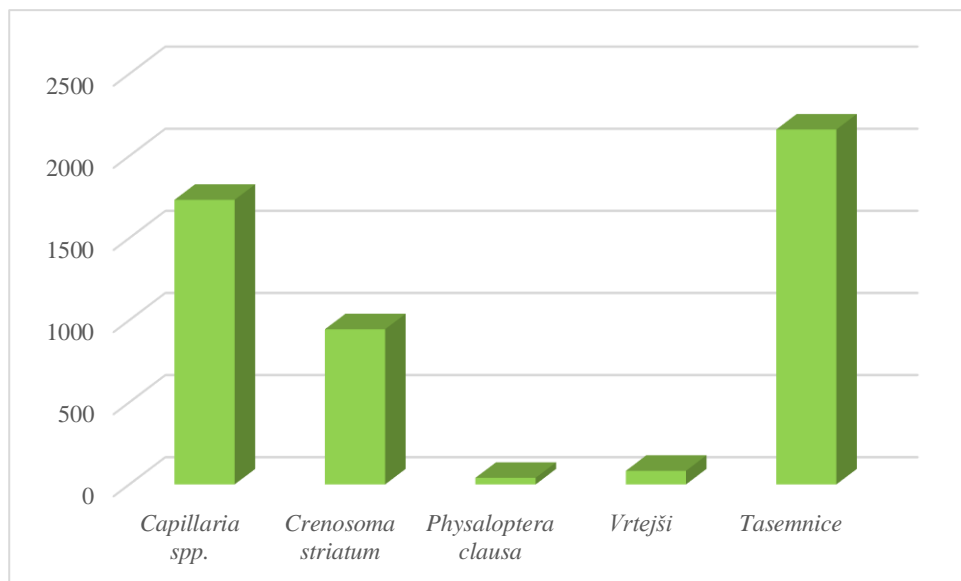
byla 83 EPG a nejnižší intenzitu vykazovala *Physaloptera clausa* a to 40 EPG. Porovnání intenzity infekce jednotlivých druhů helmintů znázorňuje Graf 2.



Graf 1 Poměr pozitivních a negativních jedinců (%)

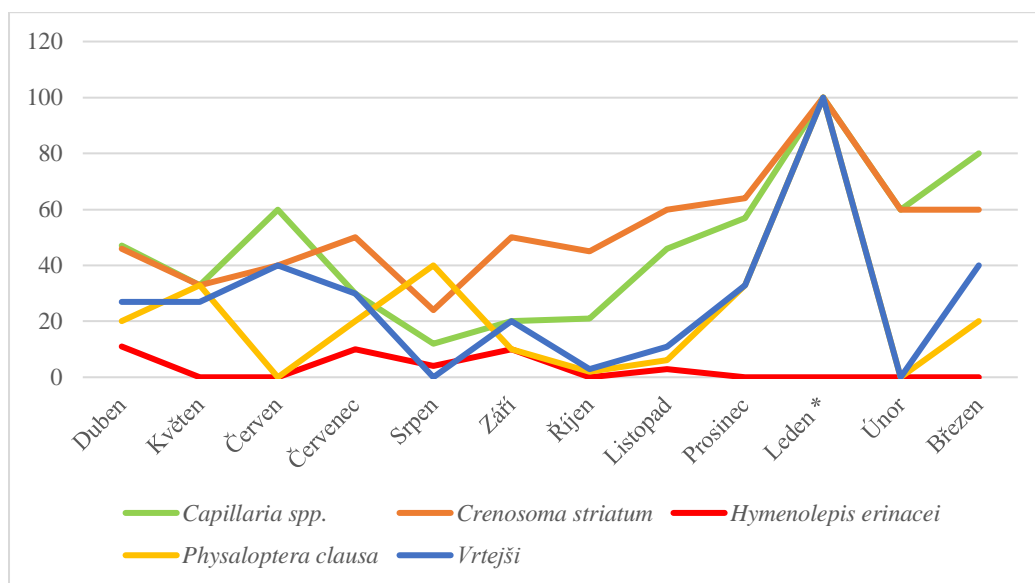


Graf 2 Celková prevalence výskytu jednotlivých druhů helmintů (%)



Graf 3 Intenzita infekce jednotlivých druhů helmintů (EPG, LPG)

Graf 4 znázorňuje průběh prevalencí helmintů v jednotlivých měsících. V Tabulce 4 je poté uvedena intenzita infekce helmintů v jednotlivých měsících.



Graf 4 Prevalence helmintů během monitoringu (%) (* V lednu byl vyšetřen pouze jeden jedinec, proto jsou výsledky v tomto měsíci zkreslené)

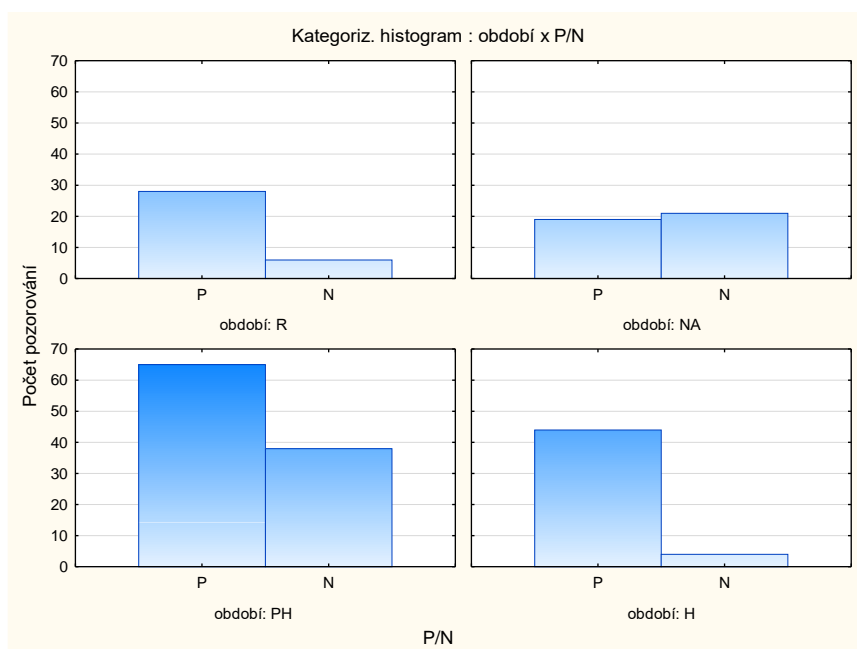
Měsíce	Inzentita infekce (EPG,LPG)				
	<i>Capillaria spp.</i>	<i>Crenosoma striatum</i>	<i>Hymenolepis erinacei</i>	<i>Physaloptera clausa</i>	Vrtejší
Duben	255	156	125	2	17
Květen	127	70	0	8	14
Červen	541	126	0	0	12
Červenec	190	262	3680	14	22
Srpen	473	502	4620	10	0
Září	960	1015	3740	3	15
Říjen	1035	731	0	5	12
Listopad	565	848	426	66	49
Prosinec	2325	2022	0	64	188
Leden	48880	295	0	75	21
Únor	337	30	0	0	0
Březen	1819	7	0	24	24

Tabulka 4 Průměrná intenzita infekce helmintů v jednotlivých měsících

5.1.1 Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnějšími faktory prostředí

5.1.1.1 Období v roce

V první řadě byl testován vliv jednotlivých období na počet pozitivních a negativních jedinců. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$), z něhož vyplývá, že pravděpodobnost infekce gastrointestinálních hlístic je vyšší v období rozmnožování a hibernace. Rizikové je období přípravy na hibernaci. Naopak méně rizikové období s vyšším počtem negativních výsledků je období nejvyšší aktivity (Obrázek 22).



Obrázek 22 Vliv jednotlivých období na počet pozitivních a negativních jedinců

Na základě statistického vyhodnocení intenzity infekce byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u hlístic rodu *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum*, *Physaloptera clausa* a vrtejšů. U těchto parazitů můžeme tedy potvrdit, že nákaza je ovlivněna daným obdobím v roce. Naopak statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn v případě tasemnice *Hymenolepis erinacei* ($p > 0,05$), tudíž nákaza touto tasemnicí nezávisí na daném období.

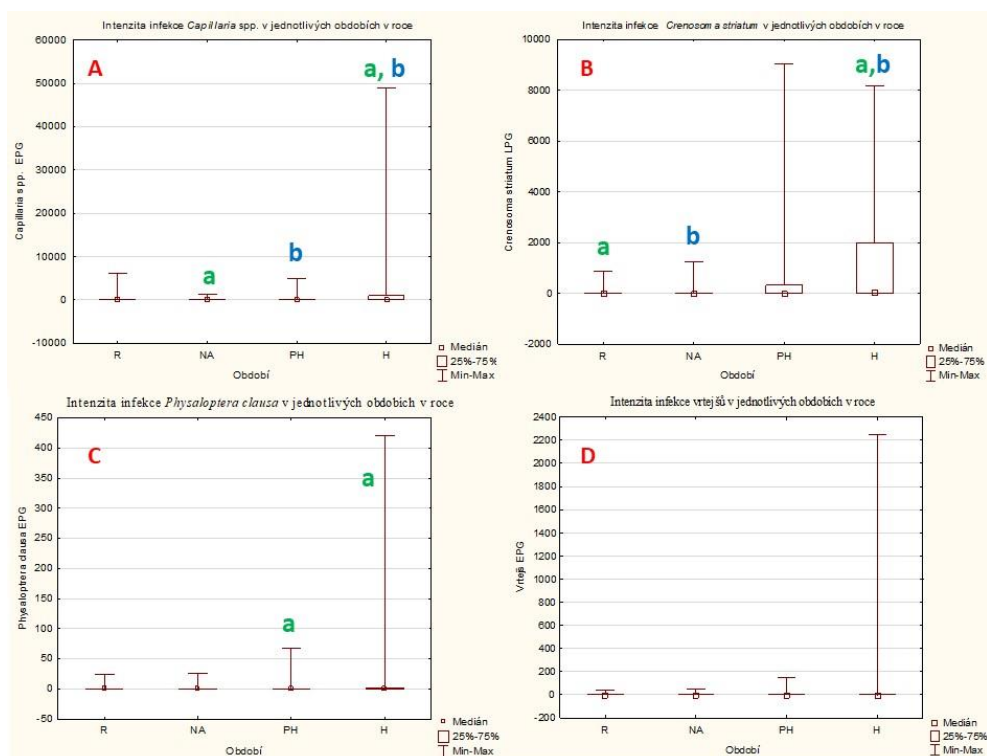
U rodu *Capillaria* spp. byl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi obdobím hibernace a nejvyšší aktivity ($p = 0,003$) a přípravy na hibernaci ($p = 0,003$). Z obrázku 23 A je patrné, že intenzita infekce byla nejvyšší v období hibernace.

V případě infekce hlístic *Crenosoma striatum* byl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi obdobím hibernace a rozmnožování ($p = 0,004$) a nejvyšší aktivity ($p = 0,001$). Intenzita infekce byla nejvyšší v období přípravy na hibernaci a hibernace (Obrázek 23 B).

Co se týče infekce tasemnicí *Hymenolepis erinacei*, nejvyšší intenzita infekce byla zaznamenána v období nejvyšší aktivity a přípravy na hibernaci.

U infekce hlístic *Physaloptera calusa* byl statistický významný rozdíl zjištěn mezi obdobím přípravy na hibernaci a hibernací ($p = 0,04$). Nejvyšší intenzita infekce byla zjištěna v období hibernace (Obrázek 23 C)

Jako poslední byla hodnocena infekce vrtejši, kde bylo zjištěno, že nejvyšší intenzita infekce byla zaznamenána v období hibernace (Obrázek 23 D). V případě vrtejšů byl zaznamenán trend zvyšující se intenzity infekce především ve druhé části roku. Během zimního období byly u některých jedinců zaznamenány i extrémně vysoké hodnoty EPG. Rozdíly mezi jednotlivými hodnocenými obdobími však nebyly statisticky průkazné.

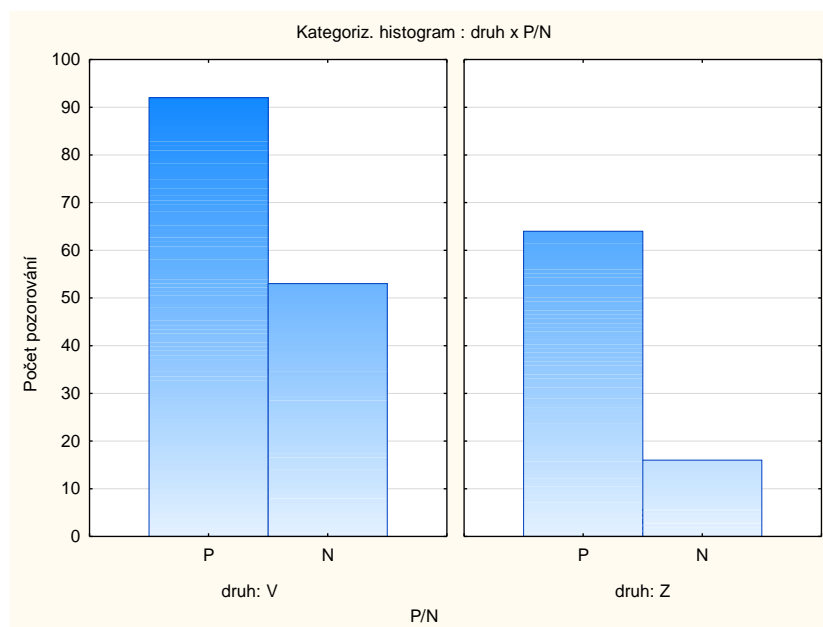


Obrázek 23 Intenzita infekce v jednotlivých obdobích v roce; A = *Capillaria* spp., B = *C. striatum*, C = *P. clausa*, D = vrtejši; mezi sloupci označenými stejnými písmeny existuje statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$)

5.1.2 Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnitřními faktory hostitele

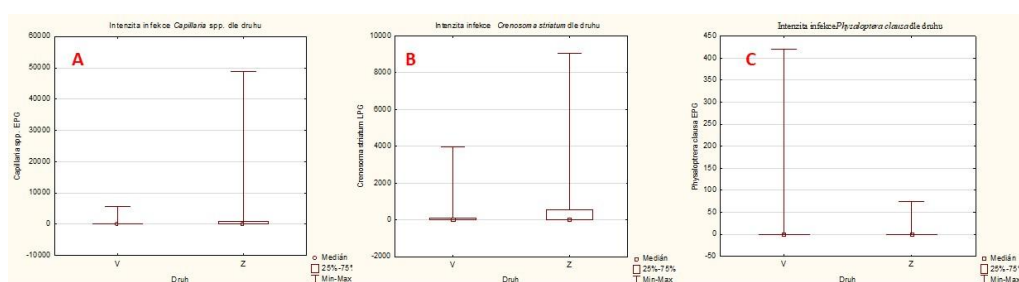
5.1.2.1 Druh

Nejprve byl testován vliv druhu na počet pozitivních a negativních jedinců. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$), z něhož vyplývá že pravděpodobnost infekce gastrointestinálními hlísticemi je vyšší u ježka západního (Obrázek 24).



Obrázek 24 Vliv druhu na počet pozitivních a negativních jedinců

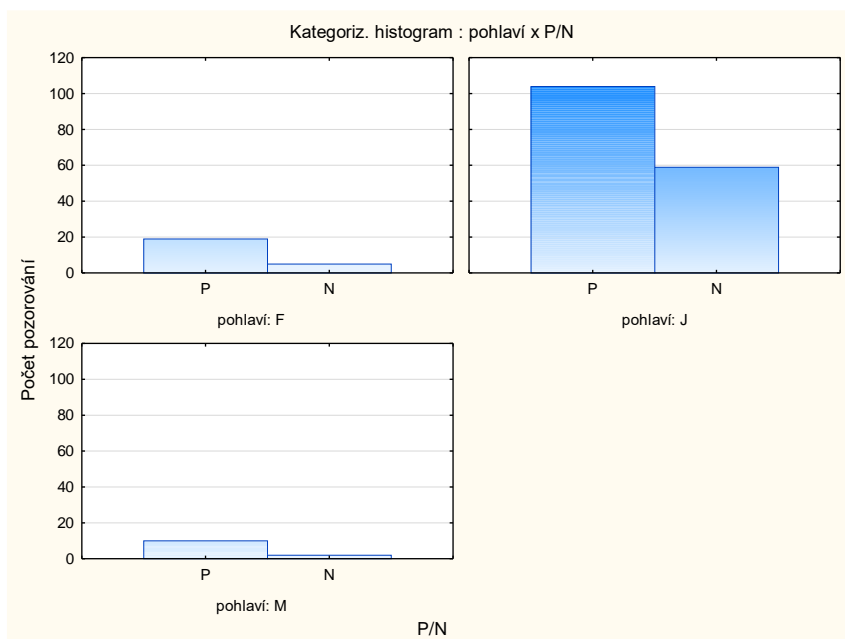
Z provedeného statistického vyhodnocení je patrné, že intenzita infekce střevními a plicními helminty ježků je ovlivněna druhem hostitele ($p < 0,05$) u rodu *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum* a *Physaloptera clausa* a naopak není ovlivněna v případě *Hymenolepis erinacei* a vrtejšů ($p > 0,05$). Vyšší intenzita infekce u ježka západního byla zjištěna u hlístic rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum* (Obrázek 25 A, B). U ježka východního byla pak vyšší intenzita infekce zaznamenána v případě hlístice *Physaloptera clausa* (Obrázek 25 C).



Obrázek 25 Intenzita infekce dle druhu; A = *Capillaria* spp., B = *C. striatum*, C = *P. clausa*

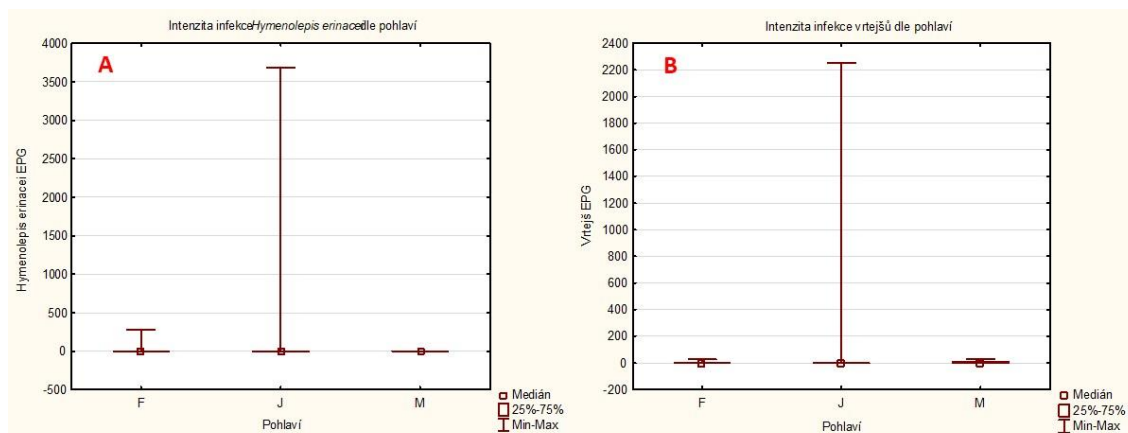
5.1.2.2 Pohlaví

Při testování vlivu pohlaví na počet pozitivních a negativních jedinců nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Tudíž pravděpodobnost nákazy gastrointestinálními hlísticemi je u všech třech testovaných skupin téměř stejná (Obrázek 26).



Obrázek 26 Vliv pohlaví na počet pozitivních a negativních jedinců

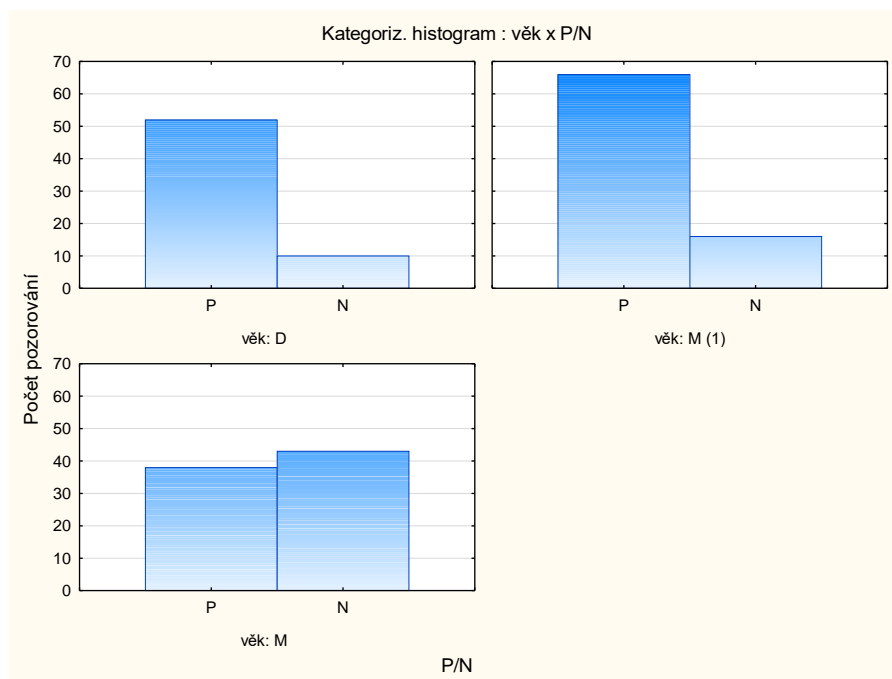
Na základě podrobnějšího statistického vyhodnocení bylo zjištěno, že intenzita infekce závisí na pohlaví v případě hlístic *Physaloptera clausa* a vrtejšů ($p < 0,05$) a naopak nezávisí na rodu *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum* a *Hymenolepis erinacei* ($p > 0,05$). U všech nalezených hlístic byla vyšší intenzita infekce zaznamenána u mláďat (Obrázek 27 A, B).



Obrázek 27 Intenzita infekce dle pohlaví; A = *P. clausa*, B = vrtejši

5.1.2.3 Věk

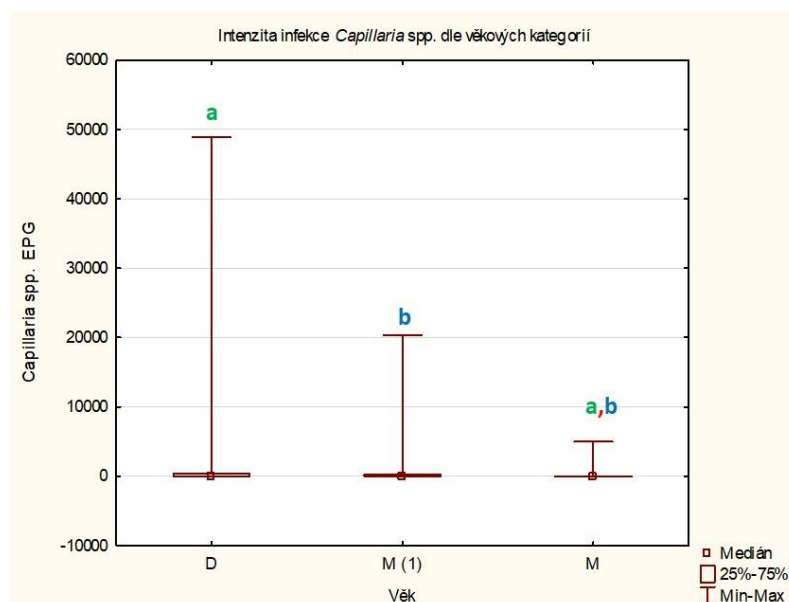
Na základě statistického šetření byl zjištěn vliv věku na počet pozitivních a negativních jedinců ($p < 0,05$). Pravděpodobnost nákazy gastrointestinálními hlísticemi je vyšší u dospělců a ročních mláďat (Obrázek 28).



Obrázek 28 Vliv věku na počet pozitivních a negativních jedinců

Při statistickém porovnání intenzity infekce mezi jednotlivými věkovými skupinami bylo zjištěno, že nákaza hlísticemi je ovlivněna věkem hostitele v případě rodu *Capillaria* spp., *Physaloptera clausa* a vrtejšů ($p < 0,05$) a není ovlivněna u *Crenosoma striatum* a *Hymenolepis erinacei* ($p > 0,05$).

U rodu *Capillaria* spp. byl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi dospělci a mláďaty ($p = 0,001$) a mezi mláďaty a ročními mláďaty ($p = 0,008$). Nejvyšší intenzita infekce byla zaznamenána u dospělců (Obrázek 29).



Obrázek 29 Intenzita infekce dle věkových kategorií *Capillaria* spp.; mezi sloupci označenými stejnými písmeny existuje statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$)

5.2 Vyhodnocení efektivity anthelmických opatření u ježků (*Erinaceus* sp.) v záchranné stanici

Účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum* je znázorněné v Tabulce 5.

Ježek Pořadí	Účinnost v %	
	IVM <i>Capillaria</i> spp.	IVM <i>Crenosoma</i> <i>striatum</i>
1	0	4
2	82	0
3	100	96
4	88	94
5	0	61
6	100	62
7	0	43
8	93	0
9	100	91
10	91	92
11	99	0
12	100	0
13	0	97
14	92	0
15	90	2
16	99	0
17	6	0
18	4	93
19	86	100
20	100	100
21		100
22		100
23		92
24		89
25		97
26		95
27		91

Ježek Pořadí	Účinnost v %	
	MOX <i>Capillaria</i> spp.	MOX <i>Crenosoma</i> <i>striatum</i>
1	100	100
2	53	100
3	98	100
4	64	100
5	100	100
6	25	100
7	87	100
8	28	100
9	66	100
10	75	100
11	80	100
12	98	100
13	96	100
14	100	100
15	0	100
16	100	100
17		100
18		100
19		100
20		100
21		100
22		100
23		100

Tabulka 5 Účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma striatum* (%)

K ověření > 95 % účinnosti moxidektinu vůči nematodám rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma* byl použit t – test pro samostatný vzorek v programu Statistica 12. Střední hodnota efektivity vůči rodu *Capillaria* spp. byla 73,125. Efektivita moxidektinu při léčbě infekce *Capillaria* spp. je nižší než 95 % (Tabulka 6), tudíž jeho účinnost není podle oficiální definice dostatečná. Naopak účinnost vůči *Crenosoma striatum* byla u všech jedinců 100 %, čemuž odpovídá i střední hodnota efektivity. Můžeme tedy potvrdit, že moxidektin má účinnost vyšší než 95 % vůči rodu *Crenosoma*.

Proměnná	Test průměrů vůči referenční konstantě (hodnotě) (Pokus)				
	Průměr	Sm.odch.	N	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
MOX	73,12500	31,76135	16	56,20057	90,04943

Tabulka 6 Efektivita moxidektinu při léčbě infekce *Capillaria* spp.

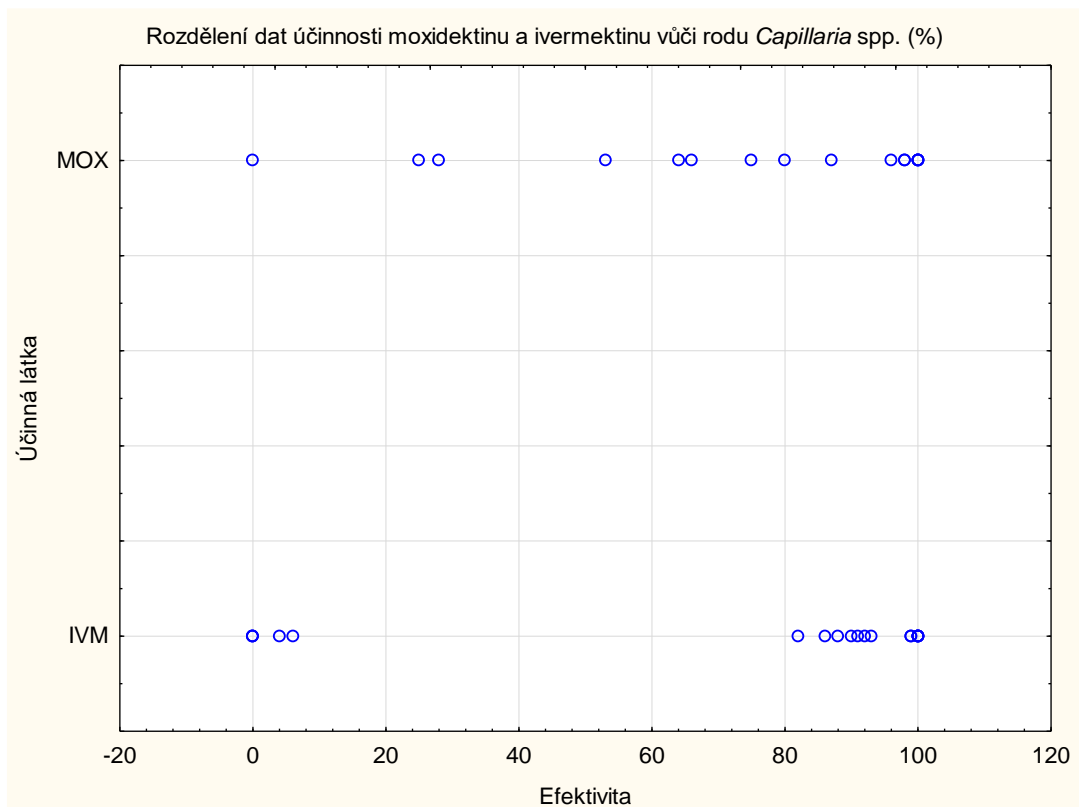
K ověření předpokladu, že aplikace moxidektinu vykazuje lepší účinnost vůči rodu *Capillaria* spp. a *Crenosoma* než aplikace ivermektinu byl použit Mann-Whitneyův test. U rodu *Capillaria* spp. vyšla p hodnota vyšší než 0,05 (Tabulka 7), z čehož vyplývá, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi účinností moxidektinu i ivermektinu (Graf 5 a 6). U rodu *Crenosoma* vyšla p hodnota nižší než 0,05 (Tabulka 8), což znamená, že existuje statisticky významný rozdíl mezi účinností moxidektinu a ivermektinu (Graf 7 a 8). Moxidektin vykazuje lepší účinnost, čímž potvrzujeme naši hypotézu.

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Pokus)					
	Dle proměn. Účinná látka Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$					
	Stř. hodn. IVM	Stř. hodn. MOX	Hodn. test. krit. Z	Počet příp. IVM	Počet příp. MOX	2*1str. přesné p
Efektivita	348,5000	281,5000	0,200542	19	16	0,831757

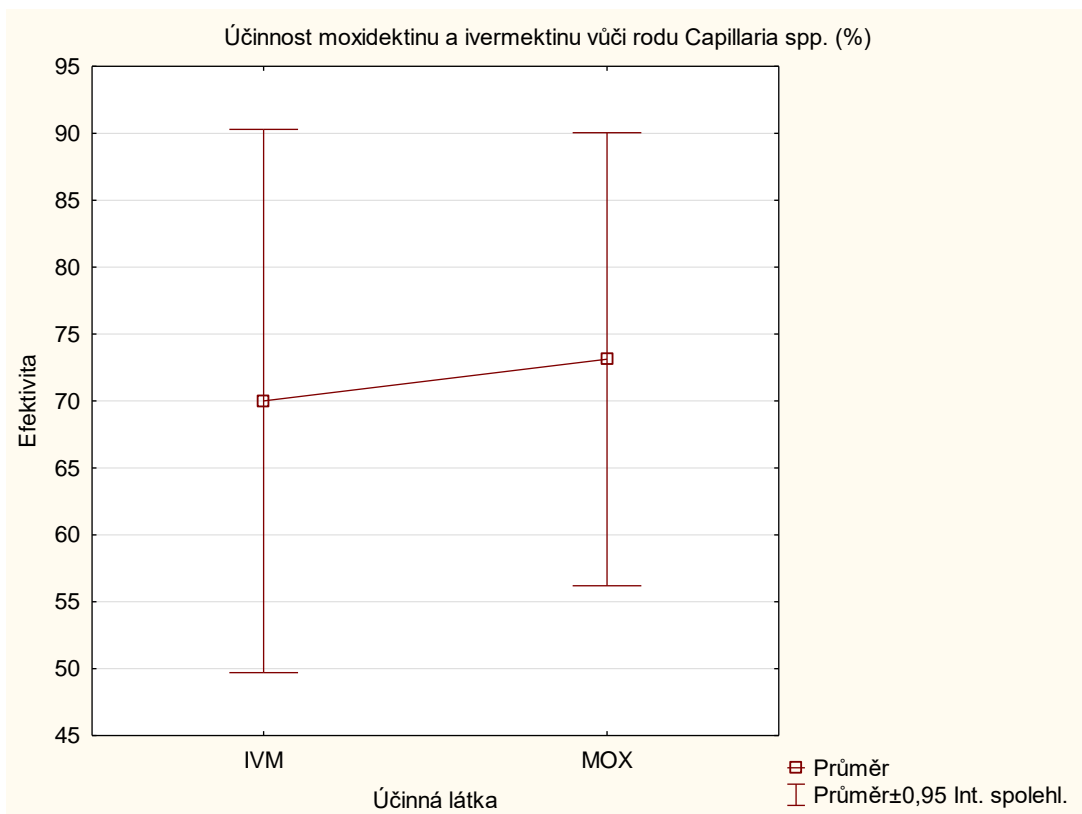
Tabulka 7 Efektivita moxidektinu a ivermektinu pro rod *Capillaria* spp.

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Pokus)					
	Dle proměn. Účinná látka Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$					
	Stř. hodn. IVM	Stř. hodn. MOX	Hodn. test. krit. Z	Počet příp. IVM	Počet příp. MOX	2*1str. přesné p
Efektivita	397,0000	828,0000	-5,55287	26	23	0,000000

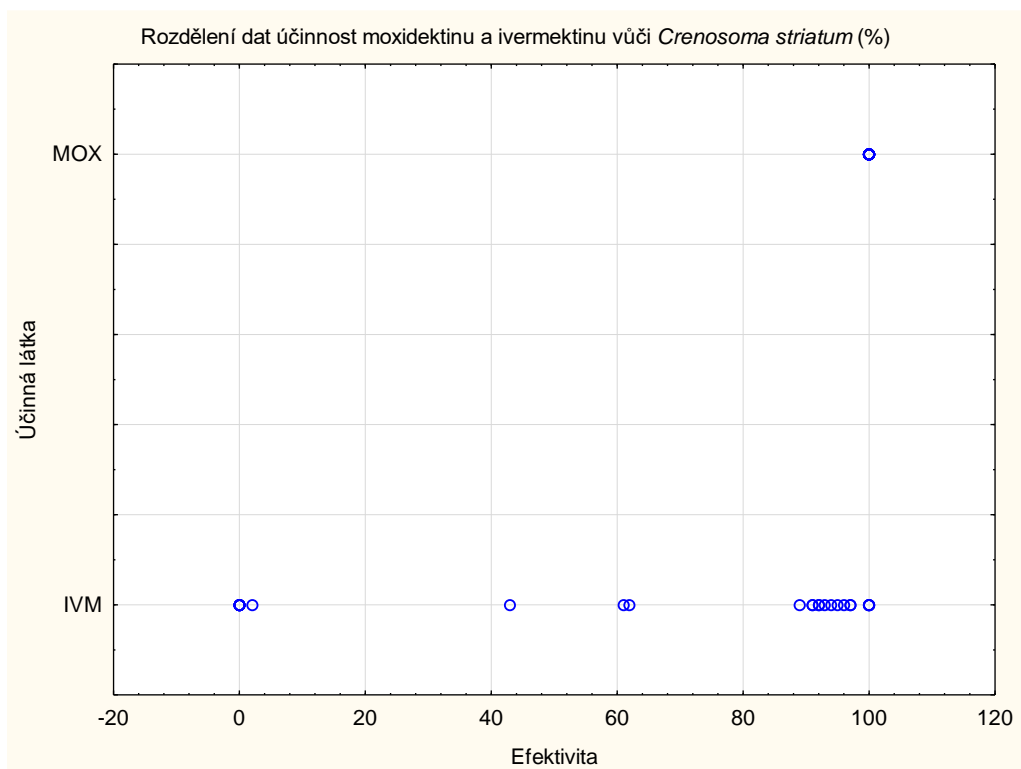
Tabulka 8 Efektivita moxidektinu a ivermektinu pro *Crenosoma striatum*



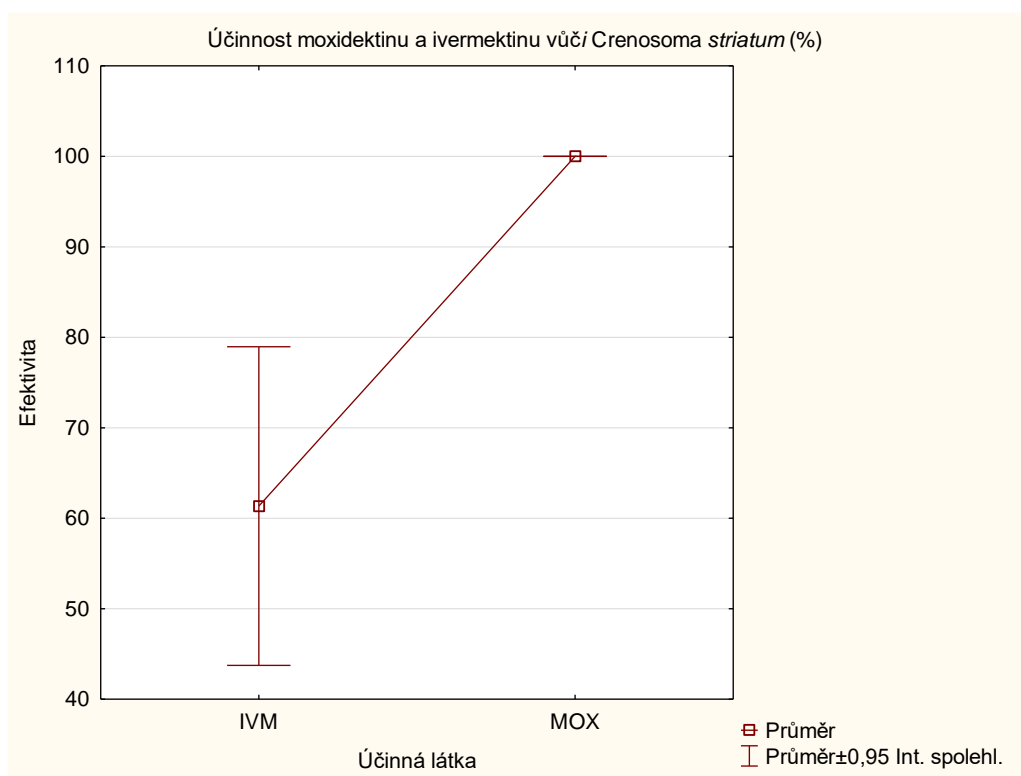
Graf 5 Rozdělení dat účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči rodu *Capillaria* spp. (%).



Graf 6 Účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči rodu *Capillaria* spp. (%)



Graf 7 Rozdělení dat účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči *Crenosoma striatum* (%)



Graf 8 Účinnost moxidektinu a ivermektinu vůči *Crenosoma striatum* (%)

6 Diskuze

6.1 Komplexní monitoring helmintů u rodu *Erinaceus* sp. v průběhu roku

Celkem bylo vyšetřeno 225 vzorků od neodčervených jedinců. Z toho bylo 155 pozitivních a 70 negativních. V pozitivních vzorcích byly nalezeny vajíčka a larvy těchto střevních a plicních helmintů: hlístic rodu *Capillaria* spp., *Crenosoma striatum*, *Physaloptera clausa*, tasemnice *Hymenolepis erinacei* a vrtejšů.

Vyšetření jedinci byli nejčastěji infikováni hlísticí *Crenosoma striatum* s celkovou prevalencí 48 % a průměrnou intenzitou infekce 998 LPG. Pfäffle et al. (2014) uvádí prevalenci v České republice u ježka západního 25 % u dospělců a 56,7 % u mláďat. Podobnou prevalenci pak zjistili u ježka východního a to 42,9 % u dospělců a 50 % u mláďat. Co se týče dospělců ježka západního, byla v naší práci zjištěna více než dvojnásobně vyšší prevalence (56 %) zatímco u mláďat tohoto druhu i obou věkových kategorií ježka východního se naše výsledky shodují s uvedenou studií Pfäffle et al. (2014). Nejvyšší prevalenci zaznamenali v Irsku Haigh et al. (2014) a to 100 %, následuje Sicílie 77 % a Velká Británie 71 % (Poglayen et al. 2003; Gaglio et al. 2010), Írán 61 % (Naem et al. 2015), Turecko 55 % (Cirak et al. 2010), Sardinie 47 % (Poglayen et al. 2003) a severní Írán 40 % (Youssefi et al. 2013). Z hlediska stejných klimatických podmínek, by bylo logické předpokládat, že naše zjištěné prevalence budou podobné jako zjistila Pfäffle et al. (2014), což se u *Crenosoma striatum* téměř potvrdilo. Ovšem není to pravidlem u všech nalezených parazitů. Vyšší či nižší prevalence mohla být ovlivněna několika faktory. Za prvé, v uvedené studii byly vzorky získávány z 21 různých lokalit v České republice, zatímco jedinci vyšetření v rámci této diplomové práce pocházeli pouze z Prahy a jejího okolí. Za druhé, v naší práci bylo vyšetřeno více vzorků od ježka východního, zatímco většina vzorků ve studii Pfäffle et al. (2014) pocházela od ježka západního, u kterého byla v naší práci prokázána signifikantně vyšší pravděpodobnost infekce gastrointestinálními helminty než u ježka východního. Rozdíl byl také v diagnostice daných parazitů, my používali koprologické metody, kdežto Pfäffle et al. (2014) prováděli pitvu uhynulých jedinců. To je pravděpodobně hlavní faktor, proč ve své studii zaznamenala vyšší prevalence u některých parazitů. Tyto výsledky nespíš souvisí i s biologií parazitů, konkrétně s intenzitou vylučování vajíček. I když je daný jedinec infikovaný, nemusí přítomný parazit aktivně vylučovat vajíčka, tudíž provedené koprologické vyšetření může být falešně negativní.

Druhým nejvíce vyskytujícím se druhem byly v této studii hlístice rodu *Capillaria* spp. s celkovou prevalencí 36 % a průměrnou intenzitou infekce 1 733 EPG. Naproti tomu Pfäffle et al. (2014) zjistila v České republice vyšší prevalenci a to 75 % u ježka západního a 64 % u ježka východního. V naší práci byla zjištěna prevalence 62 % u ježka západního a podstatně nižší (22 %) u ježka východního. Tento vyšší rozdíl mezi zjištěnými prevalencemi byl pravděpodobně také způsoben především rozdílem v diagnostice a biologií kapilárií, jak bylo zmíněno výše. I v případě rodu *Capillaria* spp. byla zaznamenána vyšší pravděpodobnost nákazy u ježka západního, což může vysvětlovat vyšší prevalence v uvedené studii. Nejvyšší prevalenci zaznamenali v Irsku 88 % (Haigh et al. 2014) poté ve Velké Británii 61 % (Gaglio et al. 2010). Italští vědci Poglayen et al. (2003) uvádí prevalenci 41 % v Sardinii a 33 % na Sicílii. Nejnižší prevalence byla zjištěna v Íránu 5 % (Naem et al. 2015). Zajímavá je podobná prevalence, kterou uvádí (Poglayen et al. 2003) na Sicílii i přes rozdílné klimatické podmínky.

Ovšem v uvedené studii bylo vyšetřeno méně vzorků a to 126, které navíc pocházeli pouze od ježka západního, což může vysvětlovat podobou prevalencí.

Následovali vrtejší s celkovou prevalencí 17 % a průměrnou intenzitou infekce 83 EPG. V naší práci jsme zjistili prevalenci 16 % u ježka západního a 17 % u ježka východního. Vrtejší nebyli určováni do konkrétních rodů, avšak jak bylo zmíněno výše, u ježků se na našem území vyskytují především dva. Prvním zmíněným je *Plagiorhynchus cylindraceus*, jehož prevalenci v České republice uvádí Pfäffle et al. (2014) a to 5,6 % u ježka západního a podobných 16 % u ježka východního. Skuballa et al. (2010) zaznamenali prevalenci na Novém Zélandu 3,6 % a nejvyšší ve Velké Británii 47,6 %. Druhý je *Nephridiacanthus major* se zjištěnou prevalencí v České republice 4,2 % u ježka západního a 40 % u ježka východního (Pfäffle et al. 2014). Prevalenci podobnou té naší uvádí Liatis et al. (2017) v Řecku a to 15,8 %. Naopak vysoké prevalence (30 a 50 %) tohoto druhu byly zaznamenány např. v severním Íránu a v Turecku (Cirak et al. 2010; Youssefi et al. 2013).

Dalším parazitem nalezeným v rámci provedeného monitoringu je *Physaloptera clausa* s celkovou prevalencí 13 % a průměrnou intenzitou infekce 40 EPG. Pfäffle et al. (2014) zaznamenala v České republice nižší prevalenci a to 2,8 % u ježka západního a naopak vyšší (36 %) u ježka východního. V naší práci byla u ježka západního zjištěna vyšší prevalence a to 8 %, a naopak nižší prevalenci jsme zaznamenali v případě ježka východního a to 16 %. Naem et al. (2015) uvádí nejvyšší prevalenci a to 93 % v Íránu. Tato vysoká prevalence může být způsobena například zvoleným způsobem diagnostiky, což byla v tomto případě pitva uhynulých jedinců, ale i jinými klimatickými podmínkami. V Turecku zaznamenali prevalenci 72,2 % (Cirak et al. 2010), v severním Íránu 40 % (Youssefi et al. 2013) a nejnižší prevalence byla zjištěna v Sardinii a to 3 % (Poglayen et al. 2003).

Nejméně zastoupeným parazitem byla *Hymenolepis erinacei* s celkovou prevalencí 3 %, ale naopak nejvyšší průměrnou intenzitou infekce a to 2 161 EPG. Pfäffle et al. (2014) zjistila prevalenci v České republice 8,3 % u dospělců ježka západního, u ježka východního je to 14,3 % u dospělců a 11,1 % u mláďat. V naší studii jsme zaznamenali podobnou prevalenci 8 % u ježka západního. Naopak u ježka východního byly zaznamenány nižší prevalence a to 5 % u dospělců a 2 % u mláďat. Cirak et al. (2010) uvádí prevalenci 55,5 % v Turecku. V Srbsku je prevalence 25 % (Pavlović & Savić 2017), následuje Írán 16 % (Naem et al. 2015) a severní Írán 10 % (Youssefi et al. 2013).

Překvapivým výsledkem bylo, že nedošlo k detekci motolice *Brachylaemus erinacei*, jejíž zjištěná prevalence v České republice je u ježka západního 25 % u dospělců a 65 % u mláďat a u ježka východního je to 16,7 % u mláďat (Pfäffle et al. 2014). Gaglio et al. (2010) uvádí prevalenci 55 % ve Velké Británii, následuje Sardinie s prevalencí 53 % (Poglayen et al. 2003), Německo 8,4 % (Dyachenko et al. 2010) a nejnižší prevalenci zjistili v Íránu 2 % (Naem et al. 2015). Důvodem absence tohoto druhu mohlo být především přehlednutí vajíček pod mikroskopem. Dalším faktorem by mohla být špatně provedena sedimentační metoda, což je ale vzhledem k nálezu vajíček vrtejšů málo pravděpodobné. V úvahu připadá i menší rozsah výskytu v daných lokalitách, kde byli ježci nalezeni.

6.1.1 Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnějšími faktory prostředí

Co se týče vlivu období na pravděpodobnost nákazy gastrointestinálních helmintů, bylo zjištěno, že je vyšší v období rozmnožování a hibernace. Rizikové je období přípravy na hibernaci. Naopak méně rizikové období s vyšším počtem negativních výsledků je období nejvyšší aktivity. Tyto výsledky mohou být vysvětleny různými způsoby. V souvislosti s rozmnožováním uvádí Haigh (2011) jako faktor ovlivňující intenzitu infekce především polygamií, kdy se samci páří s více samicemi, tím zvyšují příležitost k přenosu endoparazitů od jiných jedinců. Tento způsob přenosu se však na námi studované gastrointestinální helminty nevztahuje. Ovšem v naší práci nebyl zjištěn vliv pohlaví na pravděpodobnost nákazy gastrointestinálními helminty. Nicméně na základě podrobnějšího statistického vyhodnocení bylo zjištěno, že intenzita infekce závisí na pohlaví v případě hlístic *Physaloptera clausa* a vrtejšů.

Co se týče období hibernace, ježci v něm snižují své životní funkce na minimum, pravděpodobně i imunitní systém, což může představovat vhodné podmínky pro přežívání endoparazitů. Rizikem v období přípravy na hibernaci může být především vyšší příjem potravy, která může být infikována infekčními larvami. Vliv můžou mít i klimatické podmínky.

6.1.2 Ovlivnění nákazy ježků střevními a plicními helminty vnitřními faktory hostitele

Na základě statistického vyhodnocení bylo zjištěno, že pravděpodobnost infekce gastrointestinálními helminty je vyšší u ježka západního. Vzhledem k tomu, že v této práci bylo vyšetřeno více ježků východních, kterých se podle zaměstnanců záchranné stanice vyskytuje v Praze a okolí více, bude ovlivňujícím faktorem spíše odlišná biologie ježků rodů *Erinaceus*. Ježek západní se nejraději zdržuje v listnatých nebo smíšených lesích, zatímco ježek východní osídluje především teplejší a sušší lokality v otevřené krajině. Lze tedy předpokládat, že hlavním faktorem ovlivňující pravděpodobnost infekce je právě obývaný biotop. Lesní prostředí, které je vlhčí, stinnější a porostlé hustší vegetací, může představovat vhodnější podmínky pro přežívání a přenos infekčních stádií gastrointestinálních helmintů než otevřená krajina, která je sušší a porostlá řídkou vegetací, čímž je přístupnější slunečnímu svitu. V tomto typu habitatů je proto i vyšší množství UV záření, které snižuje životaschopnost vnějších stádií některých gastrointestinálních helmintů.

Co se týče pohlaví, nebyl prokázán jeho vliv na pravděpodobnost nákazy. Ovšem Riber (2006) zmiňuje, že vyšší prevalence parazitů je potvrzena u samců. Jako hlavní důvod uvádí, že tato vyšší prevalence souvisí s velikostí domovského okrsku, který mají samci mnohonásobně větší než samice, tudíž je vyšší i pravděpodobnost nákazy. Dalším faktorem, ovlivňující vyšší prevalenci u samců jsou samčí pohlavní hormony (Haigh 2011). U pohlavně dospělých savců jsou vylučovány pohlavní hormony, které ovlivňují imunitu organismu. Zatímco samičí estrogény stimulují imunitu, samčí androgeny imunitu inhibují (Schalk & Forbes 1997).

Jako poslední byl hodnocen vliv věku. Bylo zjištěno, že pravděpodobnost nákazy gastrointestinálními helminty je vyšší u dospělců a ročních mláďat. Vyšší nákaza u dospělců může být způsobena větším domovským okrskem či pohlavními hormony. S přibývajícím věkem je také vyšší pravděpodobnost, že se ježek infikuje větším množstvím různých parazitů. Dále skladbou potravy, která je různorodější než u mláďat závislých na matce a může obsahovat

různá vývojová stádia endoparazitů. Obvyklou potravou ježků jsou například žížaly, které slouží jako mezipřenositelé pro rod *Capillaria* spp. (Beck 2007; Di Cesare et al. 2012). Další neméně požívanou potravou jsou různé druhy plžů, kteří mohou obsahovat infekční larvy hlístice *Crenosoma striatum* a také metacerkarie motolice *Brachylaemus erinacei* (Pfäffle 2010; Hoseini et al. 2014). Ježci se živí i různým hmyzem, který může být infikovaný cystycerkoidem tasemnice *Hymenolepis erinacei* (Wright 2014). Ježčí potrava se skládá i z obojživelníků a drobných plazů, po jejichž pozření se mohou nakazit infekční larvou hlístice *Physaloptera clausa* (Gorgani et al. 2013). To samé platí i u ročních mláďat. Naopak mláďata závislá na matce přijímají pouze mateřské mléko, a navíc se pohybují pouze v hnízdě nebo jeho blízkosti, pravděpodobnost nákazy je u nich tedy nižší. Výjimku představuje ale druh *Crenosoma striatum*, u kterého byl potvrzen transplacentární přenos (Robinson & Routh 1999) a představuje proto pro kojená mláďata velké nebezpečí.

6.2 Efektivita léčby infekce střevních a plicních nematod u rodu *Erinaceus* sp.

Aby bylo anthelmintikum plně účinné, neměli by parazité přežít léčbu po uplynutí doby potřebné k vyprázdnění střev (obvykle do 48 hodin) (Coles et al. 2006). Pokud je účinnost léčiva vyšší než 95 %, lze ho považovat za efektivní (Kaplan 2020). Tato účinnost je ovšem definovaná především u domestikovaných a hospodářských zvířat. U volně žijících zvířat není striktně uvedena norma účinnosti pro daná léčiva a neexistují ani potřebné studie pro zjištění těchto informací. V rámci takových studií by se muselo testovat konkrétní léčivo na konkrétní druh parazita, stanovit potřebnou dávku a vhodný způsob aplikace, což je ale u volně žijících zvířat spíše nepravděpodobné.

V porovnání efektivity moxidektinu a ivermektinu vůči rodu *Capillaria* spp. nebyl v naší práci zjištěn statisticky významný rozdíl. Průměrná hodnota efektivity ivermektinu byla 67 % a 73 % u moxidektinu, což není podle oficiální definice léčiva dostatečné. Naopak 100 % účinnost uvádí například Di Cesare et al. (2017) vůči *Capillaria aerophila* u koček nebo Veronesi et al. (2017) vůči *Capillaria boehmi* u psů. Přímé srovnání s našimi výsledky je však problematické z následujících důvodů. Za prvé, ve výše uvedených studiích byla použita jiná forma aplikace léčiva spot-on vs. injekční. Za druhé, *C. aerophila* i *C. boehmi* parazitují v respiračním traktu hostitelů. Jak už bylo zmíněné, u ježků se vyskytuje jak plicní forma *C. aerophila*, tak i střevní forma *C. erinacei* a v rámci našeho pozorování nebyly, díky obdobným morfologickým charakteristikám, propagační útvary tohoto rodu určeny do konkrétního druhu. Pro určení konkrétního druhu by bylo potřeba provést kultivace vajíček do stádia larvy či pitva uhynulých hostitelů, což pro potřeby naší práce nebylo možné. Díky této skutečnosti nemůžeme přesně určit, vůči kterému typu kapilárií byl moxidektin či ivermektin účinnější. Přestože průměrná účinnost obou účinných látek použitých v tomto experimentu byla nižší než standardně požadovaných 95 %, musíme brát v úvahu, že pro volně žijícího ježka představuje i toto snížení infekce vnitřních parazitů úlevu, a především zlepšení zdravotního stavu. Jak už bylo zmíněné výše, cílem není eliminovat všechny vnitřní parazity, ale dostat míru infekce na takovou úroveň, se kterou dokáže ježek normálně fungovat a přežít, protože po vypuštění ze záchranné stanice do původního prostředí bude s vysokou pravděpodobností možností nákazy opět vystaven.

V léčbě *Crenosoma striatum* vykazoval moxidektin účinnost 100 % u všech jedinců. Tuto účinnost zjistili i Conboy et al. (2009) vůči *Crenosoma vulpis* u psů, léčba však opět probíhala pomocí spot-onu. V porovnání s ivermektinem má moxidektin vyšší účinnost, což bylo statisticky dokázáno. Průměrná účinnost ivermektinu byla 59 %. I tuto účinnost můžeme považovat u ježků za dostačující. Nicméně je důležité zmínit, že efektivita léčiva byla v rámci této studie hodnocena pomocí FECRT testu, který vypovídá o redukci počtu vajíček ve výkalech. Musíme proto brát v úvahu, že některá léčiva dokážou dočasně potlačit produkci vajíček, aniž by došlo k úmrtí parazita. Pro 100 % potvrzení eliminace parazitů by bylo potřeba provést pitvu. Další faktor, který může ovlivnit účinnost léčiva, je uplynulý čas, po kterém je provedeno kontrolní vyšetření.

Během našeho experimentu nevykazovali ježci při aplikaci účinných látek žádné viditelné zdravotní problémy nebo jiné vedlejší účinky. U ježků je třeba dbát na správné místo aplikace léčiva. V našem případě bylo podáváno injekčně do kožní řasy v oblasti lopatek, což je taky doporučováno. Hlavní riziko nesprávné aplikace představuje především injekce do tzv. hnědého tuku, který je zásobárnou živin pro zimní spánek. Injekce do těchto míst může způsobit závažné komplikace. Nitrosvalová injekce do svaloviny končetin může poškodit probíhající nervy a cévy. Tyto poznatky a případné negativní vlivy by se měly brát v potaz a je třeba se jim věnovat i v případné další navazující studii.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce byl komplexní monitoring helmintů u ježků v průběhu roku a zjištění sezónní dynamiky jednotlivých skupin parazitů a ověření účinnosti aktuálně používaných odčervovacích postupů a případný návrh jejich zefektivnění. To ovšem, jak již bylo uvedeno výše, nebylo možné, především kvůli neuniformnímu terapeutickému schématu záchranné stanice a také předčasnému vypouštění daných jedinců, díky kterému nebylo možné provést kontrolní vyšetření. Proto jsme se v rámci našeho experimentu soustředili především na eliminaci hlístic pomocí dvou námi navržených postupů. V prvním případě to byla aplikaci již používaného Biomectinu a poté zařazení nového preparátu, kterým byl Cydectin.

Základní hypotéza předpokládala, že nákaza ježků střevními a plicními helminty se v klimatických podmínkách ČR mění v průběhu roku a je ovlivněna vnějšími a vnitřními faktory hostitele. Dále že účinná látka moxidektin je efektivní (> 95 %) v potlačení nematod rodu *Crenosoma* a *Capillaria* a léčba tímto druhem anthelmintika vykazuje lepší výsledky než dosud používaná aplikace.

V naší práci se nám podařilo identifikovat široké spektrum helmintů parazitujících u ježků ze záchranné stanice hl. m. Prahy pro volně žijící živočichy. Téměř polovina jedinců byla infikována hlísticí *Crenosoma striatum*, třetina pak hlísticemi rodu *Capillaria* spp. Co se týče vrtejšů a žaludečních nematod *Physaloptera clausa* ty trápily okolo 15 % jedinců. Méně častým parazitem byla poté tasemnice *Hymenolepis erinacei* s prevalencí pod 5 %.

Bylo zjištěno, že pravděpodobnost infekce gastrointestinálních hlístic se v jednotlivých obdobích roku mění. Zároveň, že je ovlivněna druhem a věkem.

V rámci experimentu byla použita nová účinná látka moxidektin, která do té doby nebyla v praxi záchranných stanic u ježků používána. Podařilo se nám prokázat signifikantně vyšší účinnost moxidektinu na druh *Crenosoma striatum*, zatímco u rodu *Capillaria* spp. vykazoval stejnou účinnost jako již používaný ivermektin. Na základě těchto výsledků bych doporučila změnu používaného anthelmintika právě na moxidektin, jelikož plicnivky představují hlavní problém ohrožující zdravotní stav ježků v lidské péči.

Získání informací o efektivnosti používaných účinných látek na jednotlivé druhy helmintů u ježků je spíše na svém začátku, ovšem aplikaci nové testované látky lze pokládat za efektivní. Je ale potřeba se této problematice více věnovat a terapeutické postupy dále zdokonalovat. K dosažení adekvátních výsledků týkajících se efektivnosti léčby je nezbytné testovat více jedinců po delší dobu. V rámci samotné Záchranné stanice by se měla provádět i koprologická vyšetření všech přijatých jedinců nebo alespoň u jedinců vykazující zdravotní problémy, které mohou být způsobené vnitřními parazity, aby bylo jasné, zda je terapie nutná. Musíme ale brát v úvahu, že v praxi záchranných stanic to není vždy možné, a proto je potřeba přijít sice s účinným, ale pro záchranné stanice s co nejjednodušším řešením.

Do budoucna by bylo vhodné provést terénní výzkum vypuštěných ježků z lidské péče, který by zahrnoval jejich monitoring, pozorování zdravotního stavu, ale i koprologické vyšetření, abychom mohli zjistit, kolik procent jedinců přežije, jestli péče v záchranné stanici zvyšuje šance jedince na přežití a jaká je pravděpodobnost, že se daný jedinec v přírodě znovu infikuje. Tyto informace by nám pomohly zjistit, do jaké míry má péče o ježky v záchranných stanicích smysl a zároveň by mohly vést k zefektivnění péče o tyto tvory.

8 Použitá literatura

- Barutzki D, Laubmeier E, Forstner MJ. 1987. [Endoparasitic infestation of wild hedgehogs and hedgehogs in human care with a contribution to therapy]. *Tierärztliche Praxis* **15**:325–31.
- Beck W. 2007. Endoparasiten beim igel. *Wiener Klinische Wochenschrift* **119**:40–44.
- Beier E, Lehenbauer TW, Sangiah S. 2000. Clinical efficacy of fenbendazole against gastrointestinal parasites in llamas. *Small Ruminant Research* **36**:17–23.
- Bennett JE, Dolin R, Blaser MJ. 2015. *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases*. Saunders.
- Berman JJ. 2012. *Taxonomic Guide to Infectious Diseases*. Academic press.
- Binkiene R, Miliute A, Stunženė V. 2019. Molecular data confirm the taxonomic position of *Hymenolepis erinacei* (Cyclophyllidea: Hymenolepididae) and host switching, with notes on cestodes of Palaearctic hedgehogs (Erinaceidae). *Journal of Helminthology* **93**:195–202.
- Blaxter M, Koutsovoulos G. 2015. The evolution of parasitism in Nematoda. *Parasitology* **142**:26–S39.
- Blaxter ML, De Ley P, Garey JR, Liu LX, Scheldeman P, Vierstaete A, Vanfleteren JR, Mackey LY, Dorris M, Frisse LM, Vida JT, Thomas WK. 1998. A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature* **392**:71–75.
- Boch J, Supperer R, Schnieder T. 2006. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Parey.
- Bogitsh BJ, Carter CE, Oeltmann TN. 2019. *Human Parasitology*. Academic press.
- British Hedgehog Preservation Society. 2013. *Care and Treatment of Sick and Injured Hedgehogs*. British Hedgehog Preservation Society, Shropshire.
- Broussard JD. 2003. Optimal fecal assessment. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* **18**:218–230.
- Chan JD, Cupit PM, Gunaratne GS, MyCorvy JD, Yang Y, Stoltz K, Webb TR, Dosa PI, Roth BL, Abagyan R, Cunningham CH, Marchant JS. 2017. The anthelmintic praziquantel is a human serotonergic G-protein-coupled receptor ligand. *Nature Communications* **8**:1–7.
- Chen HX, Ju HD, Li Y, Li L. 2017. Further study on *Physaloptera clausa*. *Acta Parasitologica* **62**:846–852.
- Cirak VY, Senlik B, Aydogdu A, Selver M, Akyol V. 2010. Helminth parasites found in hedgehogs (*Erinaceus concolor*) from Turkey. *Preventive Veterinary Medicine* **97**:64–66.
- Coles GC, Jackson F, Pomroy WE, Prichard RK, Von Samson-Himmelstjerna G, Silvestre A, Taylor MA, Vercruysse J. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* **136**:167–185.
- Colville J, Berryhill DL. 2007. *Handbook of zoonoses: identification and prevention*. Mosby/Elsevier Inc.
- Conboy G, Hare J, Charles S, Settje T, Heine J. 2009. Efficacy of a single topical application of advantage multi® (= Advocate®) topical solution (10% imidocloprid + 2.5% moxidectin) in the treatment of dogs experimentally infected with *crenosoma vulpis*. *Parasitology Research* **105**:49–54.
- Cotreau MM, Warren S, Ryan JL, Fleckenstein L, Vanapalli SR, Brown KR, Rock D, Chen

- CY, Schwertschlag US. 2003. The antiparasitic moxidectin: Safety, tolerability, and pharmacokinetics in humans. *Journal of Clinical Pharmacology* **43**:1108–1115.
- Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Utzinger J. 2010. FLOTAC: New multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols* **5**:503–515.
- Dayan AD. 2003. Albendazole, mebendazole and praziquantel. Review of non-clinical toxicity and pharmacokinetics. *Acta Tropica* **86**:141–159.
- Dent JA, Smith MM, Vassilatis DK, Avery L. 2000. The genetics of ivermectin resistance in *Caenorhabditis elegans*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **97**:2674–2679.
- Denver DR, Clark KA, Raboin MJ. 2011. Reproductive mode evolution in nematodes: Insights from molecular phylogenies and recently discovered species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **61**:584–592.
- Di Cesare A, Castagna G, Otranto D, Meloni S, Milillo P, Latrofa MS, Paoletti B, Bartolini R, Traversa D. 2012. Molecular detection of *Capillaria aerophila*, an agent of canine and feline pulmonary capillariosis. *Journal of Clinical Microbiology* **50**:1958–1963.
- Di Cesare A, Veronesi F, Capelli G, Deuster K, Schaper R, Basano FS, Nazzari R, Paoletti B, Traversa D. 2017. Evaluation of the Efficacy and Safety of an Imidacloprid 10 % / Moxidectin 1 % Spot-on Formulation (Advocate®, Advantage® Multi) in Cats Naturally Infected with *Capillaria aerophila*. *Parasitology Research* **116**:55–64.
- Dourmishev AL, Dourmishev LA, Schwartz RA. 2005. Ivermectin: Pharmacology and application in dermatology. *International Journal of Dermatology* **44**:981–988.
- Dyachenko V, Kuhnert Y, Schmaeschke R, Etzold M, Pantchev N, Dauschies A. 2010. Occurrence and molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. genotypes in European hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.) in Germany. *Parasitology* **137**:205–216.
- Forwood JM, Harris JO, Deveney MR. 2013. Efficacy of bath and orally administered praziquantel and fenbendazole against *Lepidotrema bidyana* Murray, a monogenean parasite of silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). *Journal of Fish Diseases* **36**:939–947.
- Gaglio G, Allen S, Bowden L, Bryant M, Morgan ER. 2010. Parasites of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in Britain: Epidemiological study and coprological test evaluation. *European Journal of Wildlife Research* **56**:839–844.
- García-Rodríguez JJ, De La Torre-Iglesias PM, Vegas-Sánchez MC, Torrado-Durán S, Bolás-Fernández F, Torrado-Santiago S. 2011. Changed crystallinity of mebendazole solid dispersion: Improved anthelmintic activity. *International Journal of Pharmaceutics* **403**:23–28.
- Garey JR, Near TJ, Nonnemacher MR, Nadler SA. 1996. Molecular evidence for Acanthocephala as a subtaxon of Rotifera. *Journal of Molecular Evolution* **43**:287–292.
- Geary TG. 2005. Ivermectin 20 years on: Maturation of a wonder drug. *Trends in Parasitology* **21**:530–532.
- Genchi M, Pengo G, Genchi C. 2010. Efficacy of moxidectin microsphere sustained release formulation for the prevention of subcutaneous filarial (*Dirofilaria repens*) infection in dogs. *Veterinary Parasitology* **170**:167–169.
- Godara R, Sharma RL, Sodhi SS. 2011. Efficacy of fenbendazole, levamisole and ivermectin

- against gastrointestinal nematodes in Jamunapari goats. *Journal of Parasitic Diseases* **35**:219–221.
- Gokbulut C, Aksit D, Santoro M, Roncoroni C, Mariani U, Buono F, Rufrano D, Fagiolo A, Veneziano V. 2016. Plasma disposition, milk excretion and parasitological efficacy of mebendazole in donkeys naturally infected by *Cyathostominae*. *Veterinary Parasitology* **217**:95–100.
- Gorgani-Firouzjaee T, Farshid AA, Naem S. 2015. First ultrastructural observations on gastritis caused by *Physaloptera clausa* (Spirurida: Physalopteridae) in hedgehogs (*Erinaceus europeus*). *Parasitology Research* **114**:3693–3698.
- Gorgani T, Naem S, Farshid AA, Otranto D. 2013. Scanning electron microscopy observations of the hedgehog stomach worm, *Physaloptera clausa* (Spirurida: Physalopteridae). *Parasites and Vectors* **6**:1–8.
- Haigh AJ, O’Keeffe J, O’Riordan RM, Butler F. 2014. A preliminary investigation into the endoparasite load of the European hedgehog (*erinaceus europaeus*) in Ireland. *Mammalia* **78**:103–107.
- Haigh AJ. 2011. The Ecology of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) in rural Ireland [PhD Thesis]. University College Cork, Cork.
- Heckmann RA, Amin OM, Halajian A, El-Naggar AM. 2013. The morphology and histopathology of *Nephridiacanthus major* (Acanthocephala: Oligacanthorhynchidae) from hedgehogs in Iran. *Parasitology Research* **112**:543–548.
- Hidalgo-Argüello MR, Díez-Baos N, Rojo-Vázquez FA. 2002. Efficacy of moxidectin 1% injectable and 0.2% oral drench against natural infection by *Dictyocaulus filaria* in sheep. *Veterinary Parasitology* **107**:95–101.
- Hoseini SM, Youssefi MR, Mousapour A, Dozouri R, Eshkevari SR, Nikzad M, Nikzad R, Omidzahir S. 2014. Histopathologic Study of Eosinophilic Bronchointerstitial Pneumonia Caused By *Crenosoma Striatum* in the Hedgehog . *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* **45**:335–338.
- Imani-Baran A, Abdollahi J, Akbari H, Jafarirad S, Moharramnejad S. 2020. Anthelmintic activity of crude powder and crude aqueous extract of *Trachyspermum ammi* on gastrointestinal nematodes in donkey (*Equus asinus*): An in vivo study. *Journal of Ethnopharmacology* **248**:1–26.
- Islam MM, Islam MS, Howlader R, Lucky NS. 2015. Comparative efficacy of Albendazole, Fenbendazole and Levamisole against gastrointestinal nematodiasis in cattle of Bangladesh. *International Journal of Biological Research* **3**:25–35.
- Kaplan RM. 2020. Biology, Epidemiology, Diagnosis, and Management of Anthelmintic Resistance in Gastrointestinal Nematodes of Livestock. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* **36**:17–30.
- Keyyu JD, Mahingika HM, Magwisha HB, Kassuku AA. 2002. Efficacy of albendazole and levamisole against gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Morogoro, Tanzania. *Tropical Animal Health and Production* **34**:115–120.
- Kim KR, Ahn KS, Oh DS, Shin SS. 2012. Efficacy of a combination of 10% imidacloprid and 1% moxidectin against *Caparinia tripilis* in African pygmy hedgehog (*Atelerix albiventris*). *Parasites and Vectors* **5**:1–8.
- Lacorcia L, Gasser RB, Anderson GA, Beveridge I. 2009. Comparison of bronchoalveolar

- lavage fluid examination and other diagnostic techniques with the Baermann technique for detection of naturally occurring *Aelurostrongylus abstrusus* infection in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **235**:43–49.
- Leathwick DM, Miller CM. 2013. Efficacy of oral, injectable and pour-on formulations of moxidectin against gastrointestinal nematodes in cattle in New Zealand. *Veterinary Parasitology* **191**:293–300.
- Li B, Zhao B, Yang GY, Wang Q, Niu LL, Deng JB, Gu X Bin, Wang SX. 2012. Mebendazole in the treatment of *Hymenolepis nana* infections in the captive ring-tailed lemur (*Lemur catta*), China. *Parasitology Research* **111**:935–937.
- Liatis TK, Monastiridis AA, Birlis P, Prousalis S, Diakou A. 2017. Endoparasites of wild mammals sheltered in wildlife hospitals and rehabilitation centres in Greece. *Frontiers in Veterinary Science* **4**:1–8.
- Lifschitz A, Entrocasso C, Alvarez L, Lloberas M, Ballent M, Manazza G, Virkel G, Borda B, Lanusse C. 2010. Interference with P-glycoprotein improves ivermectin activity against adult resistant nematodes in sheep. *Veterinary Parasitology* **172**:291–298.
- Lopes WDZ et al. 2014. Anthelmintic efficacy of ivermectin and abamectin, administered orally for seven consecutive days (100 µg/kg/day), against nematodes in naturally infected pigs. *Research in Veterinary Science* **97**:546–549.
- Ma C, Zhang QF, Tan YB, Wang L. 2004. Total synthesis of (-)-praziquantel: An anthelmintic drug. *Journal of Chemical Research* **4**:186–187.
- Maddison J, Page S, Church DB. 2008. *Small Animal Clinical Pharmacology*. Saunders Ltd.
- Mancinelli E. 2017. European hedgehogs: overwintering and common parasites. *Vet Times*:1–5.
- Margulis L, Chapman MJ. 2009. *Kingdoms & domains : an illustrated guide to the phyla of life on Earth*. Academic Press/Elsevier.
- McClure B. 2011. Hedgehogs – basic care and first aid. *Veterinary Nursing Journal* **26**:238–240.
- McKenna PB. 1999. Comparative evaluation of two emigration/sedimentation techniques for the recovery of dictyocaulid and protostrongylid larvae from faeces. *Veterinary Parasitology* **80**:345–351.
- Mehlhorn H. 2016. *Encyclopedia of Parasitology*. Springer.
- Meister I, Leonidova A, Kovač J, Duthaler U, Keiser J, Huwyler J. 2016. Development and validation of an enantioselective LC-MS/MS method for the analysis of the anthelmintic drug praziquantel and its main metabolite in human plasma, blood and dried blood spots. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **118**:81–88.
- Mirzaei M. 2014. Infection with *Crenosoma striatum* lungworm in Long-eared Hedgehog (*Hemiechinus auritus*) in Kerman province southeast of Iran. *Türkiye parazitolojii dergisi* **38**:255–257.
- Mizgajski-Wiktor H, Jarosz W, Piłacińska B, Dziemian S. 2010. Helminths of hedgehogs, *Erinaceus europaeus* and *E. roumanicus* from Poznań region, Poland – coprological study **56**:329–332.
- Morand S, Krasnov BR, Poulin R. 2006. *Micromammals and macroparasites: From evolutionary ecology to management*. Springer.

- Moshaverinia A, Borji H, Kameli M, Ghabdian S, Ghanei R. 2016. A survey on parasites of long-eared hedgehog (*Hemiechinus auritus*) in northeast of Iran. *Journal of Parasitic Diseases* **40**:1355–1358.
- Naem S, Pourreza B, Gorgani-Firouzjaee T. 2015. The European hedgehog (*Erinaceus europaeus*), as a reservoir for helminth parasites in Iran. *Veterinary research forum : an international quarterly journal* **6**:149–53.
- Obiukwu MO, Onyali IO. 2008. Comparative Efficacy Of Ancylosol, Ivomec, Mebendazole And Piperazine Against *Ancylostoma caninum* In Experimentally Infected Pups. *Animal Research International* **3**:540–544.
- Parkinson J, Mitreva M, Whitton C, Thomson M, Daub J, Martin J, Schmid R, Hall N, Barrell B, Waterston RH, McCarter JP, Blaxter ML. 2004. A transcriptomic analysis of the phylum Nematoda. *Nature Genetics* **36**:1259–1267.
- Pavlović I, Savić B. 2017. Helminth fauna of the northern white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus*) in Serbia. *Journal of Parasitic Diseases* **41**:605–606.
- Pfäffle M. 2010. Influence of parasites on fitness parameters of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) [PhD Thesis]. *Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe*.
- Pfäffle M, Černábořková B, Hulva P, Petney T. 2014. Different parasite faunas in sympatric populations of sister hedgehog species in a secondary contact zone. *PLoS ONE* **9**:1–14.
- Pignon C, Mayer J. 2011. Zoonoses of Ferrets, Hedgehogs, and Sugar Gliders. *Vet Clin Exot Anim* **14**:533–549.
- Poglayen G, Giannetto S, Scala A, Garippa G, Capelli G, Scaravelli D, Brianti E, Reeve NJ. 2003. Helminths found in hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in three areas of Italy. *Veterinary Record* **152**:22–24.
- Pokorná Z. 2005. Ježci - Metodika ČSOP č. 33. *ZO ČSOP Veronica, Brno*.
- Rautio A. 2014. On the northern edge – ecology of urban hedgehogs in eastern Finland [PhD Thesis]. *University of Eastern Finland, Finland*.
- Rautio A, Isomursu M, Valtonen A, Hirvelä-Koski V, Kunnasranta M. 2016. Mortality, diseases and diet of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in an urban environment in Finland. *Mammal Research* **61**:161–169.
- Relf VE, Lester HE, Morgan ER, Hodgkinson JE, Matthews JB. 2014. Anthelmintic efficacy on UK Thoroughbred stud farms. *International Journal for Parasitology* **44**:507–514.
- Reuter G, Boros Á, Földvári G, Szekeres S, Mátyás R, Kapusinszky B, Delwart E, Pankovics P. 2018. Dicipivirus (family Picornaviridae) in wild Northern white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus*). *Archives of Virology* **163**:175–181.
- Riber AB. 2006. Habitat use and behaviour of European hedgehog *Erinaceus europaeus* in a Danish rural area. *Acta Theriologica* **51**:363–371.
- Robinson I, Routh A. 1999. Veterinary care of the hedgehog. *In Practice* **21**:128–137.
- Roepstorff A, Nansen P. 1998. *Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth Parasites of Swine*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Saari S, Näreaho A, Nikander S. 2019. *Canine Parasites and Parasitic Diseases*. Academic Press.
- Schalk G, Forbes MR. 1997. Male Biases in Parasitism of Mammals: Effects of Study Type,

- Host Age, and Parasite Taxon. *Oikos* **78**:67.
- Seesao Y, Gay M, Merlin S, Viscogliosi E, Aliouat-Denis CM, Audebert C. 2017. A review of methods for nematode identification. *Journal of Microbiological Methods* **138**:37–49.
- Skuballa J, Taraschewski H, Petney TN, Pfäffle M, Smales LR. 2010. The avian acanthocephalan *Plagiorhynchus cylindraceus* (Palaeacanthocephala) parasitizing the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) in Europe and New Zealand. *Parasitology Research* **106**:431–437.
- Slocombe JOD, Heine J, Barutzki D, Slacek B. 2007. Clinical trials of efficacy of praziquantel horse paste 9% against tapeworms and its safety in horses. *Veterinary Parasitology* **144**:366–370.
- Smales L, Skuballa J, Taraschewski H, Petney T, Pfäffle M. 2010. An immature polymorphid acanthocephalan from a European hedgehog (Erinaceidae) from New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* **37**:185–188.
- Stocker L. 2005. *Practical Wildlife Care*. Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Tang L, Xiu Y, Yan L, Cui Y, Ma X, Ente M, Zhang Y, Li K, Zhang D. 2020. Drug efficacy of ivermectin against primary nematodes parasitizing captive Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*) after ten years of annually treatment. *Helminthologia* **57**:57–62.
- Taweethavonsawat P, Chungpivat S, Satranarakun P, Traub RJ, Schaper R. 2010. 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* **106**:533–537.
- Terrill TH, Kaplan RM, Larsen M, Samples OM, Miller JE, Gelaye S. 2001. Anthelmintic resistance on goat farms in Georgia: Efficacy of anthelmintics against gastrointestinal nematodes in two selected goat herds. *Veterinary Parasitology* **97**:261–268.
- Thorp JH, Covich AP. 2010. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press.
- Traversa D, Di Cesare A, Lia RP, Castagna G, Meloni S, Heine J, Strube K, Milillo P, Otranto D, Meckes O, Schaper R. 2011. New insights into morphological and biological features of *Capillaria aerophila* (trichocephalida, trichuridae). *Parasitology Research* **109**:97–104.
- Traversa D, Di Cesare A, Milillo P, Lohr B, Iorio R, Pampurini F, Schaper R, Paoletti B, Heine J. 2009a. Efficacy and safety of imidacloprid 10%/moxidectin 1% spot-on formulation in the treatment of feline aelurostrongylosis. *Parasitology Research* **105**:55–62.
- Traversa D, Milillo P, Di Cesare A, Lohr B, Iorio R, Pampurini F, Schaper R, Bartolini R, Heine J. 2009b. Efficacy and safety of emodepside 2.1 %/praziquantel 8.6% spot-on formulation in the treatment of feline aelurostrongylosis. *Parasitology Research* **105**:83–90.
- Vadlejch J, Makovický P, Čadková Z, Langrová I. 2016. Efficacy and persistent activity of moxidectin against natural *Muellerius capillaris* infection in goats and pathological consequences of muelleriosis. *Veterinary Parasitology* **218**:98–101.
- Veronesi F, Di Cesare A, Braun G, Günther L, Morganti G, Rueca F, Petry G, Schaper R, Traversa D. 2017. Evaluation of the Clinical Efficacy and Safety of a Spot-on Combination of Imidacloprid 10 % / Moxidectin 2.5 % (Advocate®, Advantage® Multi) in Comparison to an Untreated Control Group in the Treatment of *Capillaria boehmi* in Naturally Infected Dogs. *Parasitology Research* **116**:65–74.
- Wagner R, Wendlberger U. 2000. Field efficacy of moxidectin in dogs and rabbits naturally

- infested with *Sarcoptes* spp., *Demodex* spp. and *Psoroptes* spp. mites. *Veterinary Parasitology* **93**:149–158.
- Waikagul J, Thaenkham U. 2014. *Approaches to Research on the Systematics of Fish-Borne Trematodes*. Academic Press.
- Wang T, Yang G you, Yan H juan, Wang S, Bian Y, Chen A chun, Bi F jun. 2008. Comparison of efficacy of selamectin, ivermectin and mebendazole for the control of gastrointestinal nematodes in rhesus macaques, China. *Veterinary Parasitology* **153**:121–125.
- Wilson DE, Reeder DM. 2005. *Mammal species of the world : a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Maryland.
- Wright I. 2014. Parasites affecting wild European hedgehogs: disease potential and zoonoses. *Companion Animal* **19**:642–646.
- Youssefi MR, Rahimi MT, Halajian A, Moosapour AA, Nikzad R, Nikzad M, Ramezanpour S, Ebrahimpour S. 2013. Helminth parasites of Eastern European Hedgehog (*Erinaceus concolor*) in Northern Iran. *Iranian Journal of Parasitology* **8**:645–650.
- Zajac A, Conboy GA. 2012. *Veterinary clinical parasitology*. Wiley-Blackwell, Chichester.