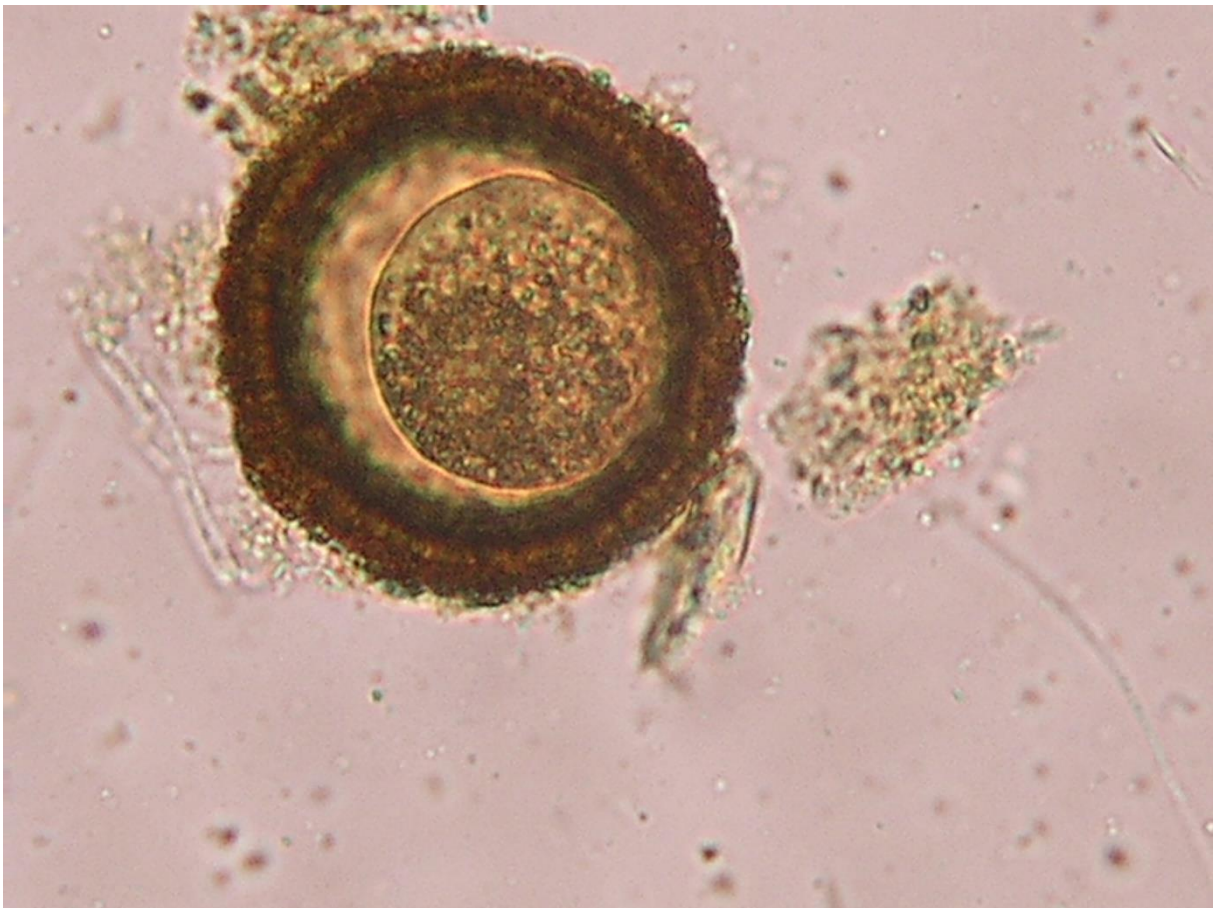


Endoparazité u koní: diagnostika, terapie, prevence -
výukový materiál



Veterinární a farmaceutická univerzita

Endoparazité u koní: diagnostika, terapie, prevence - výukový
materiál

Štěpán Bodeček, MVDr., PhD.

Zuzana Kecerová, MVDr.

Anna Drahoňovská

Interní vzdělávací agentura IVA VFU Brno

2017FVL/1670/25

Garant: Prof. MVDr. Jaroslav Hanák, DrSc., Dipl. ECEIM

Brno

2017

Obsah

Parazité trávicího traktu koní	3
Diagnostické metody	22
Antiparazitární program	25
Rezistence parazitů na anthelmintika	33
Literatura	36

Parazité trávicího traktu koní

Kůň je hostitelem několika desítek druhů vnitřních parazitů. Přibližně 40 druhů je považováno za časté parazity. Klinicky významní jsou až na výjimky helminti. Mezi nejvýznamnější vnitřní parazity koní patří: malí strongylidé patřící do podčeledě *Cyathostominae*, škrkavka koňská (*Parascaris equorum*), tasemnice koňská (*Anoplocephala perfoliata*), velcí strongylidé patřící do podčeledě *Strongylinae*, roup koňský (*Oxyuris equi*), střečci patřící do rodu *Gasterophilus*, hádě (*Strongyloides westeri*), filárie (*Habronema spp*, *Draschia megastoma*), prvoci tenkého střeva (*Eimeria leucarti*, *Cryptosporidium spp.*, *Giardia intestinalis*) a heteroxenní kokcidie (*Sarcocystis neurona*).

Nematoda

Škrkavka koňská

Škrkavka koňská (*Parascaris equorum*) je prvním člověkem identifikovaným parazitem. Patří do čeledě *Ascaridoidea* a třídy *Nematoda*. Jedná se o největšího vnitřního parazita koní, který je rozšířen celosvětově. Samičky dosahují délky až 40 cm, samci 18-25 cm.

Vývojový cyklus

Vývojový cyklus škrkavek je přímý. Ve vajíčku se v průběhu 10 dní, v závislosti na podmínkách venkovního prostředí, ideálně při 25-30°C, vyvine infekční larva L3. K přijetí vajíčka hostitelem dochází perorální cestou, poté se v tenkém střevě uvolní larva L3 a dále dochází k enterohepatopulmonální migraci. Tady larvy dozrávají do dalšího stadia, přičemž v játrech zanechávají vazivové stopy. Krevním řečištěm pokračují do plic. Následující tracheální migrací jsou larvy vykašlávány a spolknuty. Přibližně po měsíci extraintestinální migrace se dostávají opět do tenkého střeva, kde v průběhu 75-80 dní od infekce definitivně dozrávají. Ve střevě se škrkavky rozmnožují a samička vylučuje desetitisíce vajíček denně. Dospělé škrkavky žijí ve střevě až několik měsíců.



Obrázek 1 Vajíčko škrkavky (Foto Kamler)

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Vajíčka škrkavek mají typickou morfologii, jejich stěna je silná a vícevrstevná. Vyvinutá larva zůstává ve vajíčku a je dokonale chráněná před venkovními vlivy. Vajíčko s larvou přežívá v půdě velmi dlouho, uvádí se 5 i více let, je odolné vůči suchu a mrazu.

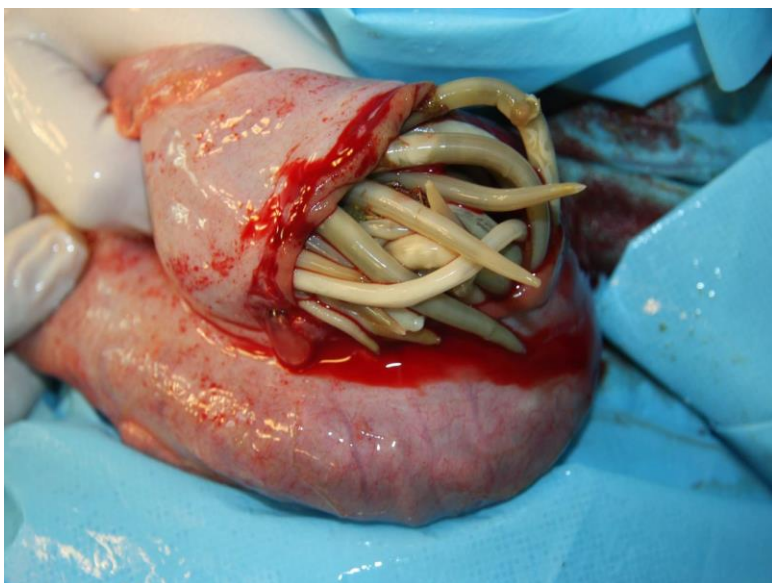
Vajíčka mají na povrchu lepkavý proteinový obal, pomocí kterého přilnou na různých površích a jsou velmi odolná vůči chemickým a fyzikálním dezinfekčním prostředkům.



Obrázek 1 Dospělci škrkavek v trusu po provedené dehelmintizaci (foto autor).

Na rozdíl od strongylidů je přenos infekce vázán na stájové i pastevní prostředí. Škrkavky se vyskytují hlavně u mladých koní – hříbat, odstávčat, ročků. V určitém věku se vyvíjí získaná imunita, tzv. „věková rezistence“. Askaridóza je v mnohých chovech koní

endemická díky pastevnímu chovu a nedůslednosti při vykonávání preventivních i terapeutických opatření. U mladých zvířat se vyskytují poruchy v růstu a méně často respirační příznaky jako následek migrace larev.



Obrázek 3 Obstrukce tenkého střeva dospělci škrkavek (foto Buchta)

Patogenita dospělců spočívá hlavně v možnosti obstrukce tenkého střeva s následnou rupturou vedoucí k terapeuticky nezvládnutelné peritonitidě (Lyons a kol. 1976; Clayton a Duncan 1979). K mechanické obstrukci také dochází po podání účinného

anthelmintika. To podporují výsledky několika studií, v nichž bylo chirurgicky ošetřeno víc jak 50 % hříbat napadených škrkavkami, kterým bylo podáno průměrně 6 dní před zákrokem anthelmintikum.

Velcí strongylidé

Velcí strongylidé z podčeledě *Strongylinae* patří do čeledě *Strongyloidea* a třídy *Nematoda*. Na rozdíl od malých strongylidů tato podčeleď zahrnuje jen tři zástupce.

Strongylus vulgaris má na dně okrouhlé kapsuly dva oválné zuby. Samec je velký 14-17 mm, samice 20-21 mm, vajíčka jsou strongylidního typu a jsou velká 80-93×47-54 μm .

Strongylus edentatus má na dně kapsuly čtyři zuby dvou velikostí. Samec dosahuje velikosti 27-37 mm a samice 35-50mm, vajíčka jsou velká 72-92×41-54 μm .

Strongylus equinus nemá v ústní kapsule žádné zuby. Samec je velký 22-26 mm a samice 32-45 mm, vajíčka jsou 75-92×41-54 μm velká.

Vývojový cyklus

Vývojový cyklus velkých strongylidů je přímý. Trusem jsou vajíčka uvolňována do zevního prostředí, kde se v závislosti na klimatických podmínkách v průběhu několika dní uvolní larva L1. Larvy se v průběhu 4-14 dní svlékají až na infekční stadium L3. Kůň se nakazí perorálně, larvy pronikají přes stěnu tenkého a tlustého střeva, prodělávají extraintestinální migraci, během níž se dvakrát svlékají a vracejí se zpět do tlustého střeva.

Nejpatogennější jsou L3 larvy *Strongylus vulgaris*, které se ve stěně střeva svlékají na L4 larvy, které pronikají do malých artérií a po endotelu cév migrují do *arteria mesenterica cranialis*, která je predilekčním místem pro další vývoj a do aorty. Tady se po několika měsících svlékají na nezralé L5 larvy, které jsou arteriální krví zaneseny zpět do stěny tlustého střeva, kde larvy během 6-8 týdnů dospějí. Dospělci zde kopulují a produkují vajíčka. Prepatentní perioda trvá 6-7 měsíců.

Larvy *Strongylus equinus* pronikají do stěny slepého a tlustého střeva. Přibližně po 7 dnech se svlékají na larvy L4, které migrací pronikají do peritoneální dutiny a přes Glissovo pouzdro do jater. Některé larvy tady dospívají na L5 a přibližně po čtyřech týdnech spolu s larvami L4 pronikají do pankreatu a lumina tlustého střeva. Prepatentní perioda trvá 8-9 měsíců.

Larvy *Strongylus edentatus* se dostávají portálním systémem do parenchymu jater a přibližně za dva měsíce migrují larvy L4 subperitoneálně do okolí *ligamentum hepatorenale*. Za 4-5 měsíců se svlékají na larvy L5, které migrují subperitoneálně do stěny tlustého střeva, kde dochází k vývoji hnisavých nodulů, které obsahují dospělé. Prepatentní perioda trvá 10-12 měsíců.

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Velcí strongylidé jsou nejpatogennější parazité koní z důvodu dlouhého vývojového cyklu a migrace larev mimo trávicí soustavu. Larvy *Strongylus vulgaris* poškozují endotel cév, přičemž dochází k rozvoji arteritid, vzniku trombů a verminózních aneuryzmat, což je spojováno s nárůstem rizika vzniku ischemických kolik. Může dojít k ruptuře cév poškozených aneuryzmaty, silnému krvácení až úhynu zvířete. Příznaky u kolikových stavů se pohybují od slabých intermitentních kolikových bolestí až k silným kolikám končících úhynem. Při uvolnění embolů z trombů dochází také k fenoménu *claudicatio intermitens*, při kterém vzniká částečná obturace *arteria iliaca externa*. Projevem je náhlé kulhání koně v zátěži na pánevní končetinu.

Larvy *Strongylus equinus* mohou být příčinou zánětu slepého střeva, peritonitidy, zánětu jater a pankreatu. Larvy *Strongylus edentatus* mohou tvořit hematomy až hnisavé uzlíky v peritoneu.

Vysoká účinnost moderních anthelmintik výrazně snížila výskyt velkých strongylidů, ale kontrola jejich výskytu zůstává nadále důležitou součástí anthelmintického programu, kterou je potřeba zvážit při výběru účinného anthelmintika.

Malí strongylidé

Strongylidé koní patřící do podčeledě *Cyathostominae* jsou v dnešní době považováni za nejdůležitější skupinu koňských parazitů, které se vyskytují celosvětově u pasoucích se koní.

Do podčeledi *Cyathostominae* spadá více než 50 druhů helmintů patřících do rodů *Cyathostoma*, *Cylicocyclus*, *Cylicostephanus*, *Coronocyclus*, *Cylicodontophorus* a dalších. Téměř vždy se jedná o smíšenou infekci několika rodů, proto se vžil označení obecně cyatostomy a pro onemocnění cyatostomóza.

Vývojový cyklus

Cyatostomy mají přímý vývojový cyklus, tj. bez mezihostitele. Dospělci se nacházejí hlavně v tlustém a slepém střevě. Dospělé samice kladou oválná vajíčka 100-140 µm velká, která jsou unášena trusem

do zevního prostředí, kde za 48 hodin dochází v příznivých podmínkách k rýhování vajíčka a líhnutí larvy L1, která se 2× svléká do infekčního stadia L3.

K infekci hostitele dochází pozřením L3 larvy s krmivem či vodou. V tlustém střevě v místě Lieberkūnových krypt provrtávají larvy sliznici, vazivo a opouzdřují se. Po 6 až 12 dnech se svlékají na larvy L4 a dále se vyvíjejí ve sliznici tlustého střeva v průběhu 1-2 měsíců. Toto období se nazývá histiotropní fáze. Poté migrují do lumen slepého střeva, dorzálního a ventrálního kolonu, kde dospívají. Samičky po kopulaci začnou produkovat vajíčka.



Obrázek 2 Strongylidní vajíčko (foto autor)

Velikost dospělců malých strongylidů je 0,5-2 cm. Prepatentní perioda, která představuje období od infekce do začátku vylučování vajíček, trvá 6 až 12 týdnů a patentní perioda je zastoupena dospělci, kteří ve střevě přežívají až 2,5 roku. Jednotlivé druhy malých strongylidů preferují určité úseky

tlustého střeva. Životní cyklus jedné generace malých strongylidů trvá 14 až 48 týdnů v závislosti na klimatu, v optimálních podmínkách se v průběhu roku mohou vyvinout až 3 generace.



Obrázek 3 Strongylidní vajíčko s vyrýhovanou larvou (foto Kamler).

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Hypobióza je významnou vlastností larev malých strongylidů, při které dochází k pozastavení vývoje v průběhu histiotropní fáze. Encystované larvy L3 mohou v sliznici tlustého střeva perzistovat až tři roky. Při hypobióze dochází k postupnému nárůstu počtu larev

ve sliznici tlustého střeva. Následný synchronní vývoj hypobiotických larev vede k poškození sliznice tlustého střeva, což je považováno za nejzávažnější příčinu vzniku klinické cyatostomózy. Předpokládá se, že fenomén hypobiózy je podmíněn vícerymi faktory, mezi které patří infekční dávka, virulence

jednotlivých druhů malých strongylidů, sezónní vlivy, imunitní odpověď hostitele a aplikace anthelmintika. Předpokládaným stimulem pro uvolnění encystovaných larev je odstranění dospělců při běžné dehelmintizaci (Monahan 2000).

Pro vývoj larev L1 v trusu a šíření L3 larev po pastvinách jsou důležité teplota a vlhkost. Larvy L1 se živí bakteriemi z trusu, L3 larvy potravu nepřijímají, spotřebovávají energetické zásoby, které při vyšších teplotách rychle ubývají a larvy hynou. Ideální teplota pro přežívání larev na pastvinách se pohybuje mezi 5-10°C, pod sněhem přežijí i teploty do -5°C. Mohou přežít celou zimu a nakazit koně příští rok na jaře.

Migrační dynamiku larev výrazně ovlivňují dešťové srážky, typ a charakteristika porostu. Prudké dešťové srážky v letním období rozšíří L3 larvy po celé pastvině. Ve vlhkém prostředí dokáží migrovat desítky centimetrů horizontálním i vertikálním směrem na vrcholky travin. Životnost volně žijících larev je v závislosti na vlhkém nebo suchém období roku 2-15 týdnů. V oblastech s horkým létem a mírnou deštivou zimou jsou koně vystaveni nejvyššímu riziku infekce od listopadu do března.

Zvýšené riziko výskytu klinické cyatostomózy je od pozdního podzimu do časného jara. Riziko vzniku klinické cyatostomózy stoupá, pokud se zvířata neustále pasou, jsou bez parazitologické kontroly, probíhá nevhodná aplikace anthelmintik, při výskytu anthelmintické rezistence a stresu. Onemocnění je typické pro mladé koně ve věku 1-6 let, ale může se objevit v jakémkoliv věku.

Cyatostomóza se může projevit několika klinickými syndromy (viz. níže).

Larvální cyatostomóza vzniká při synchronním uvolnění hypobiotických larev hlavně u mladých koní. Tato forma se projevuje jako akutní průjmové onemocnění, které přechází do chronicity, doprovázené febrilií, apatií, hubnutím a vznikem podkožních edémů na spodní části břicha a končetin. V závažných případech dochází k dehydrataci, acidobazickým poruchám, endotoxémií a úhynu. V trusu se nachází velké množství larev.



Obrázek 4 Podkožní otok v důsledku hypoalbuminémie (foto autor)

Rekurentní průjem se vyskytuje i u starších koní se stejným sezónním výskytem jako larvální cyatostomóza. V trusu je přítomno malé množství larev.

Rychlé hubnutí a tvorba podkožních edémů způsobená hypoalbuminémií je další variantou parazitózy. Průjem se nevyskytuje nebo se projeví po několika dnech až týdnech. V trusu je hojný počet larev.

Seasonal malaise syndrom (sezónní „malátnost“) se projevuje apatií, inapetencí, konzistence trusu je proměnlivá. Vyskytuje se od konce podzimu do jara

u dospělých koní ve Velké Británii.

Nespecifické koliky představují jinou formu onemocnění a v chovech malých strongylidů prostých je nižší riziko jejich výskytu. Význam malých strongylidů v etiologii kolik stoupá, mohou být příčinou nestrangulující nekrózy střevní stěny a tympanie slepého střeva.

Cékokoliká a cékocékální invaginace a současný výskyt larvální cyatostomózy signalizují vzájemnou souvislost mezi těmito patologickými procesy.



Obrázek 5 Larvy malých strongylidů (L4) v trusu (foto Plachý)

Diagnostika cyatostomózy je založená na klinických příznacích, hematologickém a biochemickém profilu a vyšetření trusu. Pomocným anamnestickým údajem je typické období, ve kterém se onemocnění projevilo (v našich podmínkách od konce podzimu

po časně jaro), přechodí aplikace anthelmintik a působení stresových vlivů. Klinické projevy jsou rozličné, liší se dle výše popsaných syndromů, nejčastějším bývá zhoršená kondice, neformovaný trus

až průjem, podkožní edémy a intermitentní koliky. Z laboratorních nálezů se v hematologickém vyšetření krve vyskytuje neutrofilie a anémie, v biochemickém vyšetření pak převládá hypoalbuminémie, zvýšení beta globulinů, elevace enzymu alkalické fosfatázy (ALP) a snížení hladin iontů, zejména draslíku, sodíku, chloru a vápníku. Průjem se ztrátou iontů přispívá ke vzniku metabolické acidózy.

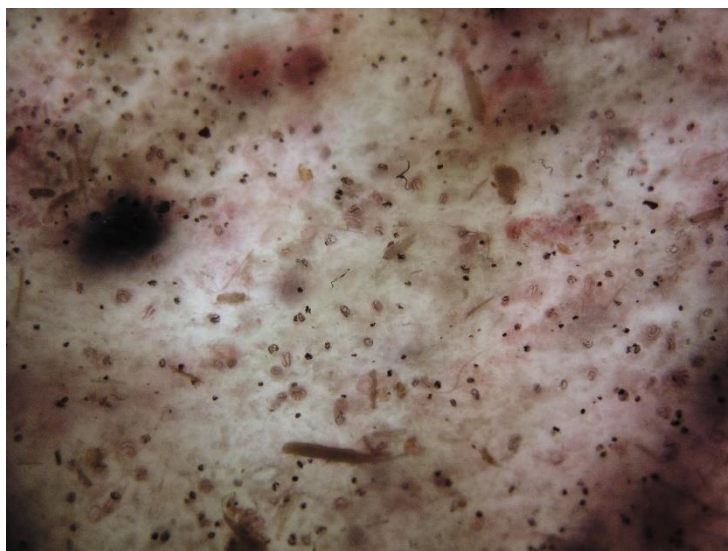


Obrázek 6 Mikroskopický záchyt larev L4 v tekutině vymačkané z trusu koně s cyatostomózou (foto Jahn)

Pro stanovení diagnózy je nezbytné potvrzení přítomnosti larev v gastrointestinálním traktu (buď v trusu, v bioptátu střešní stěny nebo při histopatologickém vyšetření).

Terapii cyatostomózy můžeme rozdělit na kauzální a symptomatickou.

Kauzální zahrnuje dva možné způsoby podávání larvicidních dávek anthelmintik. Jedním z nich je pětidenní kúra fenbendazolu (10 mg/kg ž. hm.), zakončená šestý den ivermektinem (0,2 mg/kg ž. hm.). Tato kúra může být opakována v desetidenních intervalech. Druhou možností je jednorázová dávka moxidektinu (0,4 mg/kg ž. hm.), která likviduje většinu encystovaných larev. Aplikace moxidektinu je provázena menší zánětlivou reakcí střeva.



Obrázek 7 Makroskopický záchyt larev ve sliznici tlustého střeva (foto Jahn)

Pro zvýšení účinnosti anthelmintik je vhodné současné podávání glukokortikoidů, které potlačením imunitní reakce organismu naruší ochranný val kolem encystovaných larev ve stěně střešní a zpřístupní tak larvy pro působení anthelmintika. Jedna z hypotéz uvádí, že kortikoidy

navozená imunosuprese urychlí vývin larev do stádia, kdy jsou k anthelmintikům citlivější. Jejich protizánětlivý účinek také napomáhá snížení edému střešní sliznice a secernace do jeho lumen. U závažných případů se doporučuje začít intravenózní aplikací dexametazonu (0,1 mg/kg ž. hm.) a

pokračovat perorálním podáním prednisolonu (1 mg/kg ž. hm.) minimálně do ukončení anthelmintické terapie.

Antibiotika je vhodné podávat z důvodu narušení střevní bariéry, které usnadňuje průnik endotoxinů a bakterií do krevního oběhu. V literatuře se doporučuje podávání širokospektrálních antibiotik u průjemových onemocnění u neutropenických koní nebo u koní s příznaky septicémie.

Nezbytná je ve většině případů antiendotoxemická terapie zahrnující podávání polymixinu B a antiendotoxemických dávek flunixin megluminu (0,25 mg/kg ž. hm. čtyřikrát denně). Běžné dávky nesteroidních antiflogistik (u flunixinu 1,1 mg/kg ž. hm.) se doporučují použít s ohledem na jejich vedlejší účinky (zánět až ulcerace pravého dorzálního kolonu) pouze pro analgezii při kolikových bolestech nereagujících na metamizol a butylscopolamin.

Symptomatická terapie spočívá v infuzní terapii, která upravuje hydrataci, acidobazickou a elektrolytovou rovnováhu a při těžké hypoalbuminémii koriguje tyto ztráty plazmou nebo aplikací koloidních roztoků. U pacientů s profúzním průjmem je vhodná terapie proti průjmu v podobě aktivního uhlí a diosmektinu v perorálních nálevech, stejně jako hojně doporučovaný kodein fosfát.

Roup koňský



Roup koňský (*Oxyuris equi*) patří do čeledě *Oxyuroidea*, třída *Nematoda*. Parazituje u koní, oslů, mul a zeber.

Obrázek 8 Dospělci roupu v trusu (foto autor)

Dospělé samice dosahují délky až 10 cm, jejich zužující se ocasní část může být až 3× delší než vlastní tělo. Samci jsou větší do jednoho centimetru. Vajíčka jsou ovoidního tvaru s mukoidní zátkou na jednom pólu. Velikost je 85-95×40-45 μm.

Obrázek 9 Vajíčko roupa (foto autor)



Vývojový cyklus

Vývojový cyklus je přímý. Dospělci se vyskytují v dorzálním a v malém kolonu převážně u mladých kategorií koní od

odstávat až po dvouletky. Dospělá samička vylézá z rekta a klade vajíčka v perianální oblasti hostitele. Vývin larev uvnitř vajíček je rychlý, již za tři až pět dní vzniká infekční larva L3. Hostitel se nakazí pozřením zralého vajíčka. Larva L3 se uvolňuje v tenkém střevě, migruje do slepého střeva a ventrálního kolonu, kde dokončí svůj vývoj. Dospívá v kaudálních partiích trávicího traktu, dospělé samičky po oplodnění migrují do rekta, kde vylučují vajíčka. Prepatentní perioda trvá čtyři až pět měsíců.



Obrázek 10 Vajíčka roupu nakladená v okolí řitního otvoru (foto autor)

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Larvy L4 mají ústní kapsulu a živí se mukózou střeva. Dospělci se živí střevním obsahem. Klinické příznaky se objevují vzácně v podobě hubnutí, průjmu a koliky. Při migraci samiček dochází k výraznému *pruritu* v anální oblasti, na které zvířata reagují dřením kořene ocasu o vybavení stáje. Při intenzivním odírání vznikají dermatitidy, ekzémy a často jsou výrazně vydřené žíně. Tímto způsobem se vajíčka dostávají do vnějšího prostředí, kde se přilepí na další zvířata a předměty. Nejvyšší procento nákazy je v období zimního ustájení koní ve společných stájích s nedostatečnou zoohygienou. Často jsou napadáni jedinci s oslabenou imunitou a výjimečně nejsou reinfekce. Nákaza je kosmopolitně rozšířena.

Strongyloides westeri

Hádě (*Strongyloides westeri*) patří do čeledě *Rhabditoidea* a třídy *Nematoda*. Má tenké tělo 6-8 mm dlouhé. Vajíčka jsou tenkostěnná o velikosti 45-54×25-33 μm.

Vývojový cyklus

Vývojový cyklus je složitý a může probíhat dvěma cestami, buď ve vnějším prostředí, nebo paraziticky v hostiteli. Parazitickým způsobem žijí jen partenogenetické samičky, tj. vyvíjející se asexuálně, zatímco volně žijící stadia se množí sexuálně. Vajíčka produkovaná partenogenetickými samičkami odcházejí z trávicího traktu hostitele trusem, larvy se rychle líhnou a v průběhu 24-48 hodin se vyvine infekční larva L3. Starší koně se infikují percutánně larvami z vnějšího prostředí, ty migrují krevními a lymfatickými cévami z končetin, přes plíce a tracheu do tenkého střeva, kde dospívají. Pokud byli

hostitelé již v minulosti infikováni, larvy nemigrují do střeva, ale do svaloviny a pojivového vaziva, u klisen do mléčné žlázy, což umožňuje galaktogenní infekci novorozených hříbat larvami L3 v kolostru. Prepatentní perioda L3 larev je 8-12 dní.

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Strongyloidóza je stájové onemocnění hříbat, která jsou chována společně se staršími koňmi, kteří jsou nositelé nákazy. Infekce se udržuje hlavně v teplých a vlhkých oblastech a při nedodržování správné stájové zoohygieny. Nejčastěji parazituje u hříbat do jednoho roku věku. Hříbata při přirozené infekci začínají vylučovat vajíčka *Strongyloides westeri* okolo druhého týdne života a infekce zpravidla končí ve věku 20-25 týdnů. Průjem u hříbat v období druhého týdne života je často zaměňován za tzv. „říjový průjem“. Larvy, které proniknou do organismu matky, pozastavují svůj vývoj, po porodu se s nástupem laktace aktivují a dostávají se do mléka. Intrauterinní nákaza plodu nebyla u koní zjištěna. Dospělé samičky se nacházejí v *duodenu* a *jejunu*, kde způsobují záněty, otoky a poškozují sliznici, při migraci plicemi vedou k dýchacím problémům, při penetraci kůže vyvolávají dermatitidy. Silně infikovaná hříbata vykazují slabost, vyčerpání, ztrátu hmotnosti a velmi silný akutně probíhající průjem. V minulosti dosahovala prevalence až 90 %, v posledních desetiletích je výskyt méně častý.

Trichostrongylus axei

Trichostrongylus axei je drobný helmint z čeledi *Trichostrongyloidea*, třída *Nematoda*, parazitující ve žlázách žaludku a tenkého střeva koní a přežvýkavců.

Vývojový cyklus

Vývojový cyklus je přímý. Samičky produkují vajíčka, ze kterých se rychle uvolňují larvy. Tyto dozrávají za 4-6 dnů ve vnějším prostředí. Hostitelé se nakazí larvami většinou na pastvě.

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Infekce obvykle probíhá bez klinických příznaků, při silné infekci se mohou objevit zvrácené chutě (koprofagie) a hubnutí, jako následek zánětu sliznice žaludku. Může docházet ke krvácení do trávicího traktu a k rozvoji anémie, melény, hypoproteinémie a podkožních otoků.

Nebezpečí této parazitózy se zvyšuje při společné pastvě koní s přežvýkavci.

Filárie

Filárie (*Habronema spp.*, *Draschia megastoma*) patří do čeledě *Habronematidae*, řádu *Spirurida*, třídy *Nematoda*. Všechny filárie vyžadují mezihostitele z řádu členovců. Druhy napadající koně se vyskytují buď jako dospělci v typických lokalitách, anebo jako larvy v aberantních lokalitách. Změny na sliznici žaludku u koňovitých vyvolávají hlavně tři druhy – *Habronema muscae*, *Habronema microstoma* a *Draschia megastoma*.

Vývojový cyklus

Pro všechny filárie je vývojový cyklus podobný. Velmi malá tenkostěnná vajíčka 16×45 µm velká s larvou L1 jsou vylučována do vnějšího prostředí trusem, kde jsou pozřena larvami, či dospělci rozličných much. Vývoj L3 larvy je synchronizovaný s vývojem a dospíváním mezihostitele. Infekce je kompletní pozřením mrtvých much, larev z krmiva, vody, anebo při nalétávání much v oblasti nozder na koně, kdy se larva filárie přesune z mezihostitele na srst koně a olíznutím srsti dojde k jejímu spolknutí. V žaludku se paraziti stávají dospělými v průběhu 8 týdnů.

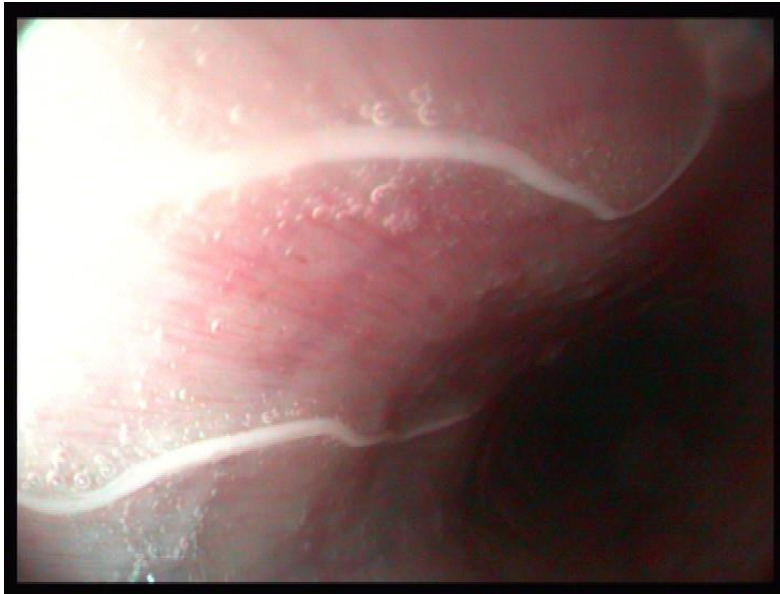
Vlastnosti a vztah k hostiteli

Habronema muscae, *Habronema microstoma*, oba druhy mají štíhle, bílé tělo, samci jsou 8-14 mm dlouzí, samice 15-25 mm. V žaludku se nacházejí v těsném kontaktu se sliznicí, ale obvykle nezpůsobují klinické problémy. Ojediněle mohou způsobit mírnou katarální gastritidu. Larvy nacházející se v ranách mohou způsobovat proliferativní granulomatózní léze, jako projev kožní habronematózy, tzv. „letní rány“ a perzistentní konjunktivitidu s uzlovitým zesílením a ulceracemi víček. Přítomnost larev se detekuje biopsií kůže a histologickým vyšetřením.

Draschia megastoma je štíhlý, bílý a průsvitný helmint. Dospělý samec dosahuje délky 7-10 mm a samice 10-13 mm. Dospělci se nacházejí ve fibrinózních masách připomínající tumory, které jsou obvykle lokalizovány v blízkosti *margo plicatus* žaludku. Filarióza probíhá obvykle bez klinických příznaků, vzácně může dojít k narušení funkce stěny žaludku. V případě sekundární bakteriální infekce dochází k tvorbě abscesů. *Draschia* je také původcem kožní habronematózy.

Dictyocaulus arnfieldi

Plicnivka patřící do čeledi *Trichostrongyloidea*, třída *Nematoda* je parazitem oslů, koní, mul a zeber.



Obrázek 11 Endoskopický záchyt plicnívek v průdušnici koně (foto autor)

Vývojový cyklus

Vývoj *D. arnfieldi* je přímý, trvá 5-13 týdnů a dospělci se nacházejí v bronších a bronchiolích. Samičky měří 4,5 až 7 cm, samečci 2,5 až 4 cm. Samičky kladou po oplození tenkostěnná embryonovaná vajíčka, která jsou

vykašlávána a po polknutí se z nich v průběhu pasáže trávicím traktem líhnou larvy prvního stádia L1. Tyto larvy L1 jsou vylučovány trusem do vnějšího prostředí, ve kterém jsou, obdobně jako v případě druhu *D. viviparus*, rozšiřovány sporangii houby rodu *Pilobolus* do okolí trusu deponovaného na pastvině. Za příhodných klimatických podmínek se z larev L1 vyvíjejí po dvojím svlékání infekční larvy L3 za 5 až 7 dní. Po pozření vhodným hostitelem penetrují infekční larvy L3 do sliznice tenkého střeva, následně migrují do mezenteriálních mízních uzlin, kde dochází ke svlékání larev do stádia L4. Tyto larvy se lymfou a krví dostávají do plicního parenchymu a periferních bronchiolů, kde se larvy L4 svlékají na preadultní larvy L5. Z periferních bronchiolů migrují larvy posledního stádia L5 do bronchů, kde dospívají. Produkce vajíček a následné uvolňování L1 larev do obsahu střeva je běžná u oslů a mul, zatímco v případě koní se vývoj často pozastaví na úrovni larev L5 lokalizovaných v plicním parenchymu.

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Infekce oslů plicnivkami probíhá často bez klinických příznaků a většina klinicky se manifestujících případů je u oslů mladších 2 roků.

Klinické příznaky verminózní pneumonie zahrnuje především záchvatovitý kašel, abdominální dýchání a slyšitelného exspira s přídatnými vlhkými šelesty během auskultace hrudníku. Podle literatury bývá přítomnost vysokého počtu eosinofilů v tracheálním sekretu typická pro chronické infekce plicnivkami u koní. K terapii verminózní pneumonie u oslů i koní je vhodné použít makrocyclické laktony.

Cestoda

Anoplocephala perfoliata

Tasemnice koňská (*Anoplocephala perfoliata*) je nejvýznamnější koňská tasemnice z čeledi *Anoplocephalidae*, kam patří i *Anoplocephala magna* a *Paranoplocephala mamillana*. *Anoplocephala perfoliata* patří do třídy *Cestoda* a kmene *Platyhelminthes*. Měří na délku 3-8 cm a je 1,5-2 cm široká, kulovitý skolex je vybavený čtyřmi kruhovými přísavkami, za kterými jsou kaudální lalůčky, označované jako *lapety*, které představují charakteristický morfologický znak.



Obrázek 12 Vajíčko tasemnice (foto Koudela)

Vývojový cyklus

Vývojový cyklus tasemnice je nepřímý. Mezihostitelem jsou roztoči z čeledi *Oribatidae*, *Galumnidae*, *Carabididae*, tzv. pancířníci, kteří jsou důležitou součástí pastevního ekosystému a půdního potravního řetězce. Jsou to příležitostní

koprofágové. Vajíčka o velikosti 65-80 μm odcházejí trusem do vnějšího prostředí. V mezihostiteli se z vajíčka uvolní onkosféra, která se v jeho tělní dutině vyvíjí 1-4 měsíce do infekčního stadia – cysticerkoid. K infekci definitivního hostitele dochází spolknutím pancířníka spolu s cysticerkoidem. Za 6-8 týdnů se vyvine v těle definitivního hostitele dospělá tasemnice. Bylo prokázáno, že na pastvinách, na kterých se pásli koně s tasemnicí koňskou, je obvykle 3-6 % pancířníků s cysticerkoidy.



Obrázek 13 Záchyt *A. perfoliata* na sliznici tlustého střeva (foto Jahn)

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Nejvíce tasemnic *Anoplocephala perfoliata* je přichycených ve slepém střevě (80 %), v oblasti ileocékální chlopně (18 %) a vzácněji ve ventrálních slohách tlustého střeva. K nálezům dochází nejčastěji na jaře během pobytu koní na pastvě.

Koně s nižším počtem tasemnic než 100 jedinců nemusí vykazovat příznaky onemocnění. Při vyšší intenzitě se mohou objevovat intermitentní koliky a peritonitida. *Anoplocephala perfoliata* jako původce

kolikových onemocnění koní nabývá stále většího významu. Tasemnice nemigrují, ale žijí přisáté na povrchu sliznice střeva a při silnější infekci se shlukují do trsů. Predilekční místo je ileocékální chlopeň, kde vznikají ložisková poškození, která mohou vést k perforaci střevní stěny a až k úhynu hostitele. V některých případech dochází k poškození stěny a následnému ovlivnění motoriky střeva v oblasti ileocékální chlopně. Výsledkem jsou střevní intususcepce, intramurální hematom, intestinální obturace a jiné střevní komplikace. Koně často progresivně hubnou a trpí anémií.

Insecta

Žaludeční střečci

Střečci rodu *Gasterophilus* patří mezi parazitický dvoukřídlý hmyz s dokonalou proměnou.



Obrázek 14 Imago střečka (foto Koudela)

Podle místa, kde dozrávají larvy, se dělí na nosní patřící do čeledě *Oesteridae*, podkožní z čeledě *Hypodermatidae* a žaludeční z čeledě *Gasterophilidae*. *Gasterophilus intestinalis* je nejběžnějším žaludečním střečkem u koní.

V dospělosti je to robustní tmavý hmyz velikosti 10-15 mm, vajíčka jsou velikosti dva milimetry a larvy jsou veliké 16-20 mm.



Obrázek 15 Vajíčka střečků nakladená na srsti hrudní končetiny (foto autor)

Vývojový cyklus

Nálety dospělých střečků probíhají v letním období v nejteplejší části dne. Samička klade vajíčka jednotlivě zejména na přední část těla, hrudní končetiny, plece, výjimečně na pánevní končetiny. Larvy se líhnou spontánně do 7 dní nebo jsou stimulované teplem a vlhkem, které vzniká při olizování a pečování o srst. Po olíznutí se larvy v ústní dutině zavrtávají do jazyka a stěn tváří, kde setrvávají několik týdnů do prvního svlečení. L2 larvy se usadí v žaludku v blízkosti *margo plicatus*, kde dozrávají za 9-12 měsíců. Zralé L3 larvy jsou vylučované trusem v jarním období

následujícího roku zpravidla v nočních hodinách. Ve vnějším prostředí se larva zakuklí na jeden až dva měsíce. Dospělci se po vylíhnutí páří a nalétávají na hostitele. Žijí zpravidla 7-10 dní a nakladou přibližně 500 vajíček na hostitele, poté hynou.



Obrázek 16 Vajičko střečka fixované na chlupu (foto Koudela)

Vlastnosti a vztah k hostiteli

Dospělci v období svého krátkého života nepřijímají potravu a nemají vyvinuté ústní ústrojí. Při nalétávání vydávají charakteristický bzučivý zvuk, který vyvolává panické reakce u zvířat, která tzv. „střečkují“. Larvy mají silně vyvinuté ústní

háčky, kterými se přichytávají na stěně žaludku a poškozují ji. Klinické příznaky bývají pozorovány zřídka, mohou se projevit snížením chuti k příjmu krmiva a hubnutím. Při silnějších nákazách může dojít k zánětům žaludku a střev.



Obrázek 17 Larva střečka (foto Plachý)

Obdobný vývojový cyklus, jako mají žaludeční střečci je popisován u střečků podkožních. V našich podmínkách jsou koně hostiteli *Hypoderma diana* (střeček srnčí), který je parazitem volně žijících přežvýkavců. Kůň představuje atypického hostitele a vývoj larev obvykle nebývá dokončen. U koní se zpravidla objevují „střečkové boule“ (místo vývoje larev) v prosinci až únoru. Tyto útvary se nacházejí

v sedlové krajině a postižení jedinci bolestivě reagují na sedláni a tím je po několik týdnů omezeno jejich využití k jezdeckému účelu. Obvykle není doporučeno ošetřovat koně se střečkovými boulemi anthelmintiky (makrocyclické laktony), jelikož zánět, který vznikne po usmrcení larvy střečka bývá klinicky horší než samotná infekce. Vhodné je larvy odstranit manuálně vymáčknutím z boulí přes dýchací otvor na jejich vrcholu. Jelikož tento zákrok je pro koně bolestivý, provádíme jej na sedovaném koni.

Prvoci tenkého střeva

Eimeria leucarti je prvok s oocystami, které měří průměrně 80×60 μm. Sporocysta je velká 30-43×12-15 μm, kompletní životný cyklus není přesně znám. Vývojové stádium tzv. gamonti jsou v buňkách



lamina propria tenkého střeva. Prepatentní perioda trvá 15-33 dní, doba sporulace je 15-41 dní.

Obrázek 18 Oocysta *E. leucarti* (foto autor)

Rutiní histologické vyšetření hřibat a starších koní i bez klinických projevů onemocnění trávicího traktu často odhaluje protozoální infekci v tenkém střevě. *Eimeria leucarti* je

příčinou intermitentního průjmového onemocnění, kdy dochází k ohraničenému zánětu ve sliznici střeva a narušení klků.

Cryptosporidium spp. patří mezi prvoky, jejichž zralé oocysty jsou 5×4,5 μm velké. *Cryptosporidium parvum* patří mezi důležité původce enterokolitid u savců, kdy je infekční až pro 79 různých domácích a volně žijících druhů savců včetně člověka. Přenos oocyst může být přímý fekálně-orální cestou, anebo přijetím kontaminované vody a krmiva.

Cryptosporidióza byla zaznamenána i u imunodeficientních hřibat jako příčina průjmu a anorexie. Ve Velké Británii výzkumy u koní odhalily přítomnost *Cryptosporidium parvum* u 28 % plnokrevných hřibat bez spojitosti mezi infekcí a průjmem.

Giardia intestinalis je prvok s trofozoitem hruškovitého až elipsovitého tvaru a je 12-15 μm dlouhý, obsahuje dvě jádra a 8 bičíků. Cysty jsou ovoidní, 8-12 μm dlouhé se čtyřmi jádry. Hostitelem jsou lidé, další savci, plazi a obojživelníci. Infekce u koní je považována za nepatologickou, bez specifických klinických příznaků.

V minulosti bylo uváděno, že je *Giardia intestinalis* komenzální mikroorganismus tenkého střeva, ale v průběhu druhé poloviny 20. století vědci prokázali, že parazit je významným patogenem. Dnes je známý jako nejčastější humánní střevní parazit v celosvětovém měřítku.

Sarcocystis neurona

Tato heteroxenní kokcidie způsobuje onemocnění běžně označované jako EPM (*Equine protozoal myeloencephalitis*). Predilekčními místy výskytu tohoto parazita v organismu jsou mozek a mícha. Vývojová stadia tzv. meronti velikosti 5-35 μm jsou v cytoplazmě neuronů, leukocytů a obrovských buněk v šedé a bílé hmotě mozku a míchy. Koně jsou mezihostitelé. Definitivním hostitelem je vačice rodu *Opposum*.

Detaily životního cyklu tohoto parazita nejsou přesně známy. Mohou v něm být zahrnuti vačnatci, kteří konzumují uhynulé ptáky s obsahem identického organismu *Sarcocystis falcatula* a v této souvislosti se koně stávají aberantními hostiteli. Koně se nakazí z trusu vačnatce obsahující sporocysty. EPM se vyskytuje na celém americkém kontinentu a je nejčastěji diagnostikované neurologické onemocnění u koní v Severní Americe. Postižení mohou být koně všech věkových kategorií, nejčastěji onemocní zvířata ve věku 1-6 let.

Prvok vyvolává širokou škálu příznaků spojených s infekcí kterékoliv části CNS. Častým příznakem je manéžový pohyb, atrofie svalstva, paralýza obličeje, unilaterální vestibulární syndrom, Woblerův syndrom, monoplegie se svalovou atrofií, abnormality chodů, ataxie, slabost, *pruritus*, syndrom *cauda equina*.

Ve specifických regionech USA je přibližně 50 % koňské populace sérologicky pozitivní na *Sarcocystis neurona*, ale ne u všech se objeví klinické příznaky.

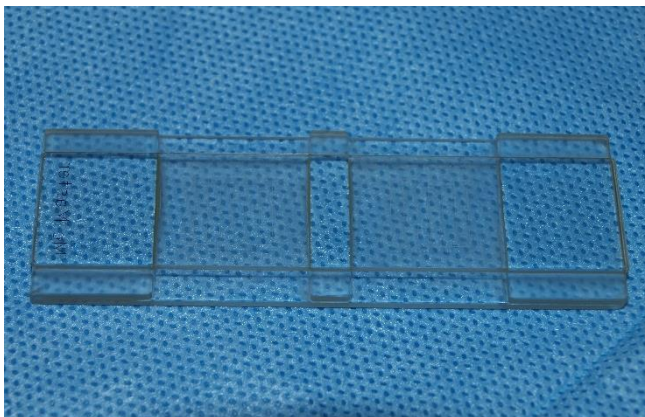
Diagnostické metody

Diagnostika parazitární infekce trávicího traktu je založena na získání anamnestických údajů, klinickém vyšetření koně a získání dalších informací z následného instrumentálního a laboratorního vyšetření. Pro diagnostiku infekce vnitřními parazity se využívají obvykle koprologické metody. Ty jsou založeny na průkazu vajíček, popřípadě larev v trusu koní. Flotační koprologické metody jsou u koní využívány zejména pro diagnostiku infekcí škrkavkami a strongylidy.

Metody flotace trusu rozlišujeme na kvalitativní a kvantitativní.

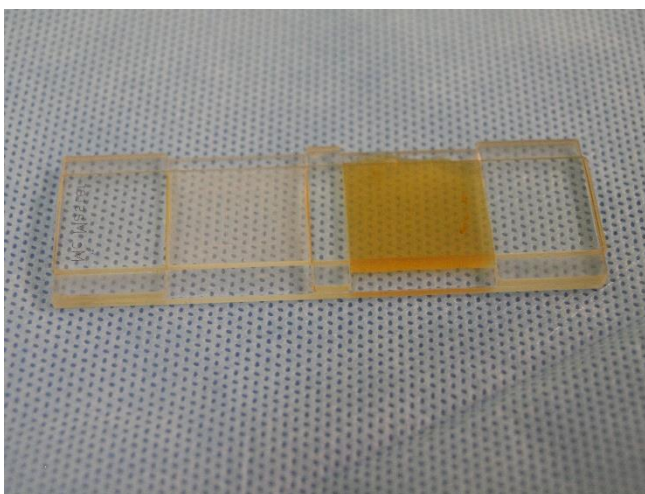
Kvalitativní flotace trusu slouží ke stanovení druhového spektra parazitární populace ve vyšetřovaném jedinci. Jedná se o jednoduchou a cenově dostupnou metodu, která je založena na flotaci vajíček z odstředěného sedimentu ze scezeného vzorku trusu.

Kvantitativní metody slouží nejen ke stanovení druhového spektra parazitů, ale i k určení velikosti parazitární populace na základě stanovení počtu vajíček v gramu trusu (EPG, *eggs per gram*). Nejčastěji používanou metodou je stanovení hodnoty EPG dle McMastera:



Obrázek 19 McMasterova komůrka pro kvantitativní stanovení počtu vajíček v gramu trusu (foto autor)

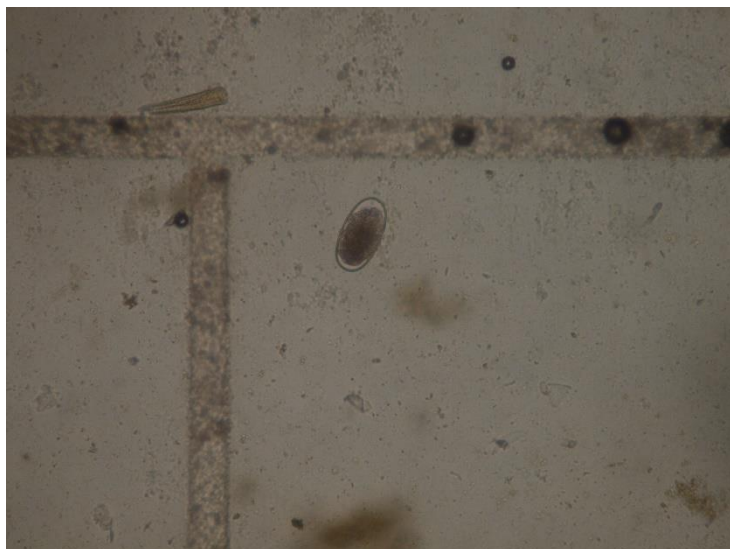
Z individuálně zabalených a označených vzorků trusu jsou odebrány 3 gramy trusu (vzorek nesmí být starší 48 hodin a musí být skladován v chladničkové teplotě). Tyto jsou smíšeny se 42 ml vody v kádince a ponechány tři minuty stát. Poté je vzorek přecezen přes sítko, a scezená tekutina je přelita do označené zkumavky. Zkumavky jsou následně odstředěny po dobu 2 minut při otáčkách 1500 ot./min.



Obrázek 20 McMasterova komůrka s aplikovaným vzorkem o objemu 2 ml (foto autor)

Supernatant ze zkumavek je slit a k sedimentu se přidá nasycený roztok kuchyňské soli v množství stejném jako slitý supernatant. Poté jsou zkumavky 10× překlomeny, čímž se sediment rozmíchá ve flotačním roztoku. Z každé zkumavky je pomocí pipety odsán vzorek do McMasterovy komůrky. Po umístění komůrky do mikroskopu se počítají

pouze vajíčka, která se nacházejí v obou mřížkách. Získané číslo se vynásobí koeficientem 50 a tím je získána hodnota EPG-počet vajíček v gramu trusu.



Obrázek 21 Strongylidní vajíčko v mřížce McMasterovi komůrky, zvětšení 100x (foto autor)

Existuje inovace této metody (FECPAK test), pracující na principu McMasterovy metody. Tento test je ve formě kitu, který nevyžaduje centrifugaci a lze jej provádět v terénu. Oproti klasické McMasterově metodě je tento test přesnější. FECPAK umožňuje přímý monitoring vajíček v

trusu ve stáji a tím zefektivnění anthelmintických opatření v chovu koní.

Další kvantitativní metodu využitelných ve veterinární parazitologii představuje FLOTAC. Tato metoda však vyžaduje složitější laboratorní vybavení.

Pro diagnostiku infekce roupy jsou běžné flotační metody nevhodné, protože vajíčka roupů se do vyšetřovaného trusu dostávají nepravidelně. Vajíčka mají typický tvar s pólou zátkou a jejich lepidlo obal umožňuje ulpívání na podkladu. Vhodnější metodou je použití průhledné lepicí pásky, která se přiloží na kožní řasy v okolí anu a potom se nalepí na podložní sklíčko.

Diagnostika vermiózní pneumonie oslů způsobené plicivkou *D. arnfieldi* je založena na klinických příznacích kašle a ztíženého dýchání při námaze a na výsledcích koprologického vyšetření, kdy se využívá larvoskopické vyšetření a následná typizace larev. Výjimečně mohou být plicivky diagnostikovány během endoskopického vyšetření jedince s pneumonií.

Koprologické vyšetření jako metoda detekce tasemnic (*A. perfoliata*) je považováno za málo citlivé. Jeho nízká senzitivita je vysvětlována tím, že se zralé články, obsahující dělohy s vajíčky, neuvolňují pravidelně a k otevření děloh a uvolnění vajíček do trusu dochází opožděně, až v kaudálních partiích trávicího traktu a tím nedochází k pravidelnému promísení vajíček v trusu. Diagnostika proběhlé infekce koní tasemnicí *A. perfoliata* je také možná serologickými metodami. Vysoce citlivá je detekce DNA z povrchu vajíček v trusu infikovaných koní pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR).

Žaludeční střechkovitost se často nemusí klinicky vůbec projevit nebo jsou příznaky nespecifické. Proto gasterofilóza představuje většinou náhodný nález na porážce nebo při pitvě. Intravitálně mohou být larvy zachyceny v trusu, nebo se mohou nacházet v žaludečním refluxu získaném sondáží. Larvy *G. haemorrhoidalis* fixované k rektální sliznici mohou být zjištěny během defekace, popřípadě při rektálním vyšetření. Diagnosticky významné jsou kožní čárkovité změny v oblasti ústních koutků a nález vajíček na srsti zejména plecí a hrudních končetin. Sérologické a alergologické metody se

diagnosticky neuplatnily. Podezření na gasterofilózu lze intravitálně potvrdit pouze gastrokopicky, což je i metoda sloužící k diferenciálnímu odlišení onemocnění projevujících se podobným abdominálním diskomfortem (žaludeční ulcerace).

Antiparazitární program

Vytvoření vhodného antiparazitárního programu by mělo vycházet z dodržování pravidel aplikace a výběru vhodných anthelmintik. Preventivní opatření k omezení výskytu parazitů v chovech koní zahrnují také koprologické vyšetření trusu a řadu úkonů chovatelského charakteru.

Pravidla aplikace anthelmintik

Zásadní význam v rámci antiparazitárního programu je výběr antiparazitika, který musí vycházet ze znalosti výskytu jednotlivých skupin parazitů. Dlouhodobé podávání jednoho typu antiparazitika vede obvykle ke zvýšenému výskytu parazitů jiné skupiny. Jako příklad lze uvést aplikaci avermektinů a benzimidazolů, které nejsou účinné proti tasemnicím.

Dávkování anthelmintika musí vycházet z doporučení výrobce. Obecně platí zásada raději mírně předávkovat než aplikovat nedostatečnou dávku. Poddávkování umožňuje přežití některých jedinců parazitů, kteří pak stojí u zrodu nové rezistentní populace.

Význam má také aplikační forma anthelmintika. V dnešní době jsou anthelmintika koním podávána perorálně, převážně ve formě pasty či gelu. Tato forma poskytuje výhodu snadné aplikace, určení dávky a malých ztrát. Prášková či granulovaná anthelmintika počítají s aplikací v krmivu, v tomto případě nelze obvykle určit, zda koně přijali potřebné množství anthelmintika.

Dalším prosazovaným opatřením je snaha omezit četnost dehelmintizace na nejmenší možnou míru. Snižuje se tím kontakt parazitů s anthelmintikem a tím možnost vzniku rezistence. Vhodné je aplikovat anthelmintika na počátku a konci pastevního období, aby se omezila kontaminace pastvin vajíčky parazitů. Trus po provedené dehelmintizaci obsahuje velké množství vajíček, proto by jejich sběr měl být obzvláště důkladný. Současně by se měla provést důkladná očista chovatelských prostor.

Za důležité se považuje pravidelné střídání anthelmintik. Doporučuje se aplikace avermektinů nebo moxidektinu na konci pastevní sezóny, jelikož působí i na parazity žijící mimo trávicí trakt (např. podkožní, žaludeční střečci). V jarních měsících jsou vhodné benzimidazolové preparáty. Důležité je použít pro všechna zvířata v chovu současně stejné anthelmintikum.

V posledním desetiletí se prosazuje roční střídání anthelmintik. Tento způsob prodlužuje dobu mezi použitím jednotlivých skupin anthelmintik a tím snižuje jejich kontakt s parazity a tak možnost vytvoření rezistence. Limitujícím faktorem této metody střídání anthelmintik je výskyt žaludečních nebo podkožních střečků v chovu.

Rychlé střídání anthelmintik během roku umožňuje rozvoj rezistence na více anthelmintik současně. Víceleté používání jednoho přípravku nebo více přípravků jedné skupiny anthelmintik vede také k rozvoji rezistence.

V současné době je zejména v chovech s individuálním ustájením a absencí pastevního areálu propagován spíše pravidelný koprologický monitoring parazitární populace u koní a cílená aplikace anthelmintik pouze zvířatům, která vylučují v trusu vajíčka. Tento přístup zamezí nadměrnému

promoření chovatelských prostor vajíčky a vývojovými stádii parazitů a současně může výrazně snížit spotřebu anthelmintik.

Velký význam má antiparazitární ošetření nových koní. Tato zvířata mohou být zdrojem rezistentních parazitů a jejich vývojových stádií, kteří se takto snadno zavlečou do chovu. Proto je nutné tyto jedince izolovat a do stáda vpustit až po dehelmintizaci. Ta by měla být ideálně provedena pětidenní aplikací fenbendazolu v larvicidní dávce, zakončenou aplikací ivermektinu nebo jednorázovou aplikací moxidektinu. Riziko zavlečení tasemnic (*Anoplocephala ssp.*) do chovu omezíme aplikací kombinovaných past s obsahem praziquantelu.

Efektivnost anthelmintických opatření by se měla alespoň jednou ročně kontrolovat sledováním spektra parazitů při koprologickém vyšetření.

Anthelmintika

Anthelmintika slouží jak k terapii helmintóz, tak i k preventivnímu tlumení populace parazitů. Ideální anthelmintikum by mělo být bezpečné, snadno dávkovatelné a aplikovatelné, se širokým spektrem účinku. V minulých letech tyto požadavky splňovaly benzimidazoly. Jejich plošné používání bez střídání s jinými druhy anthelmintik vedlo k rozvoji rezistence na tuto skupinu anthelmintik u malých strongylidů. Proto v dnešní době jako další sledovaný faktor, rozhodující o využití anthelmintika v antiparazitárním programu, je právě rezistence parazitů.

Další důležitou vlastností anthelmintik je larvicidní efekt. Zejména při přesunech koní do jiného chovu, kdy anthelmintikum bez larvicidního účinku zlikviduje pouze dospělé ve střevě, můžeme ve formě encystovaných larev zavléci do chovu rezistentní populaci malých strongylidů. Bohužel dnes není běžně dostupný žádný preparát se stoprocentním larvicidním účinkem po jedné aplikaci. Nebezpeční z hlediska zavlečení do chovu jsou především mladí koně, u kterých se vyskytuje větší počet hypobiotických larev ve sliznici tlustého střeva. Z běžně používaných anthelmintik vykazuje po opakované aplikaci larvicidní efekt fenbendazol a po jednorázové aplikaci moxidektin.

Většina moderních anthelmintik je bezpečná a vedlejší účinky se téměř nevyskytují. K léčbě helmintóz koní se používají anthelmintika několika skupin. Mezi nejpoužívanější patří benzimidazoly, makrocyclické laktony a tetrahydropyrimidiny. Dále byla u koní používána další anthelmintika, jako například imidazothiazoly, piperazin, organofosfáty a fenothiazin.

Benzimidazoly

Benzimidazoly jsou považovány za širokospektrální endoparazitika s nízkou toxicitou, nízkým dávkováním a širší účinností proti střevním parazitům. Jejich chemická povaha umožňuje jejich použití v celé řadě lékových forem, např. suspenze, pasta, pelety a prášek. Benzimidazoly lze bezpečně kombinovat s jinými anthelmintiky (např. piperazin). Jedná se o velmi bezpečná anthelmintika. Mechanismus účinku benzimidazolů je založen na schopnosti specifické vazby k mikrotubulární

proteinové podjednotce β -tubulinu. Mikrotubulinové struktury nacházející se v celé buňce hlístic zprostředkovávají životně důležité funkce, jako je mitóza, pohyb a transport. Změnou tvaru β -tubulinu působením benzimidazolového anthelmintika se hromadí volný tubulin a nedochází k jeho polymeraci na mikrotubulin. Výsledkem je pomalá destrukce parazita

Benzimidazoly působí proti dospělčům škrkavek v tenkém střevě, dále mají efekt proti dospělčům malých a velkých strongylidů a roupům v tlustém střevě. Larvicidní účinek na larvy malých strongylidů nastupuje po opakovaném podání vyšších dávek.

Tyto vlastnosti benzimidazolů je v minulosti předurčily k častému užívání. Bohužel další vlastností těchto anthelmintik je snadno vytvořitelná rezistence. Nevýhodou je, že získaná rezistence zahrnuje nejen konkrétní druh benzimidazolu, ale i ostatní zástupce této skupiny.

V dnešní době se u koní v ČR používá fenbendazol (Panacur) a mebendazol (Telmin). Fenbendazol je účinný na dospělé velkých a malých strongylidů v dávce 7,5 mg/kg ž. hm., také vykazuje larvicidní efekt po pětidenní aplikaci v dávce 7,5-10 mg/kg ž. hm. na larvy *Strongylus vulgaris*, *S. edentatus* a malých strongylidů. V současné době jsou benzimidazoly anthelmintikem vhodným pro terapii škrkavek a roupů rezistentních na ivermektin.

Tetrahydropyrimidiny

Tetrahydropyrimidiny (pyrantel) jsou účinné proti intraluminálním stádiím velkých i malých strongylidů, proti škrkavkám a tasemnicím. Při použití proti tasemnicím se doporučuje dvojnásobná dávka pyrantelu, než se užívá pro terapii infekcí způsobených nematody. Pyrantel vykazuje účinek proti roupům a není efektivní při napadení koní *Strongyloides westeri*. Tetrahydropyrimidiny nejsou účinné vůči encystovaným larvám malých strongylidů. Mechanismus účinku tetrahydropyrimidinů spočívá v působení na nikotinové acetylcholinové receptory, způsobují spastickou paralýzu svalové tkáně parazita a jeho vyloučení trusem.

Výskyt rezistence na tetrahydropyrimidiny byl popsán v USA i v Evropě. Pyrantely jsou bezpečná anthelmintika pro všechny kategorie koní, včetně březích klisen. Toxicky působí až dvacetinásobek běžné dávky. Ta je u pyrantel tartátu 12,5 mg/kg ž. hm., u pyrantel embonátu 19 mg/kg a u pyrantel palmoátu 6,6 mg/kg. V současné době je v ČR registrován pyrantel embonát v perorální pastě (Equistrong).

Makrocyclické laktony

V dnešní době jsou hojně používány makrocyclické laktony, které se dělí na avermektiny (ivermektin - Noromectin, Ecomectin, Equalan...) a milbemyciny (moxidectin – Equest, Equimox). Jedná se o fermentační produkty hub rodu *Streptomyces*. Mechanismus účinku makrocyclických laktonů není zcela objasněn, existuje patrně souvislost mezi aktivitou makrocyclických laktonů a ireverzibilním otevřením

glutamát-chloridových kanálů svalových membrán u bezobratlých. Následkem je ochrnutí hltanu, svaloviny celého těla i dělohy. Tak parazité ztrácí schopnost pohybu a kladení vajíček

Makrocyclické laktony jsou vysoce účinná anthelmintika. Avermektiny působí vůči dospělým velkým i malým strongylidům, škrkavkám, roupům, onchocerkám, trichostrongylům i plicnivkám. Vykazují efekt i proti migrujícím larvám škrkavek a velkým strongylidům, ale jsou téměř neúčinné u encystovaných larev malých strongylidů. Vysoce účinné jsou i proti larvám střechků, jak v gastrointestinálním traktu, tak v podkoží. Avermektiny se také dají úspěšně použít k terapii sarkoptového svrabu. Aplikace v den porodu ochrání novorozené hříbě před galaktogenní infekcí *Strongyloides westeri*. Avermektiny nepůsobí proti tasemnicím.

Moxidektin vykazuje efekt i u encystovaných larev malých strongylidů. Jelikož se jedná o nejmladší a nejefektivnější anthelmintikum je doporučováno moxidektin používat především jako terapeutikum, než jej pravidelně zařadit do anthelmintického programu stáda.

Makrocyclické laktony se vyrábějí pro koně ve formě perorálních past a gelů. Avermektiny se aplikují dle váhy zvířete v dávce 0,2 mg/kg ž. hm, moxidektin v dávce 0,4 mg/kg ž. hm. Mohou se kombinovat s praziquantelem, čímž se zajistí účinek i proti tasemnicím (Equiverm, Equimax, Equest Pramox, Noromectin Duo...). Makrocyclické laktony jsou bezpečná anthelmintika i když jsou popisovány případy výskytu vedlejších účinků při injekční i perorální aplikaci u malého procenta léčených koní.

Rezistence na avermektiny a moxidektin, zejména u škrkavek a roupů představuje v současnosti aktuální problém koňské parazitologie.

Současně je třeba mít na paměti, že makrocyclické laktony, zejména avermektiny, vykazují značnou ekotoxickou aktivitu. Poločas rozpadu těchto látek vyloučených trusem je 111-260 dní, přičemž stále působí proti celé řadě hmyzu, který se vyvíjí v trusu. Vzhledem k masivnímu používání těchto látek, jako řešení rezistence parazitů na benzimidazoly, mohou makrocyclické laktony představovat určitou hrozbu pro ekosystém. Pokles počtu zástupců některých druhů hmyzu může narušit křehkou rovnováhu systému na pastvině, což v konečném efektu má i ekonomický dopad, neboť dojde k poklesu produktivity pastvin.

Praziquantel

Praziquantel je účinný proti tasemnici *A. perfoliata* v dávkách 0,75-1,0 mg/kg ž. hm a může být kombinován s makrocyclickými laktony. Praziquantel patří do chinolon-pyrazinové lékové skupiny látek. Jeho jediné využití u koní je pro jeho účinek proti tasemnicím. Působí na povrch těla tasemnic a moduluje propustnost buněčných membrán, což navodí spastickou paralýzu tasemnice a její vyloučení do zevního prostředí. Praziquantel se rozšířeně používá u koček a psů, u koní má jeho využití kratší historii.

Antiparazitární programy

Rozmanitost typů chovů koní a různý mechanismus účinku jednotlivých skupin anthelmintik vedly k vytvoření různých antiparazitárních programů. První z nich spočívá v cílené aplikaci („targeted dosing“) anthelmintik na základě pravidelného individuálního stanovení počtu vajíček strongylidů v trusu. Pokud počet vajíček na gram (EPG) dosáhne hodnot 200 a výše, je aplikováno anthelmintikum. Tento program je založen na faktu, že ve stádě koní se nachází 20 % jedinců (vylučovači), kteří vylučují až 80 % všech vajíček parazitů. V rámci tohoto programu je podáván praziquantel jednotlivým koním, u kterých byla prokázána vajíčka tasemnice *A. perfoliata* v trusu nebo byly u nich nově prokázány protilátky proti *A. perfoliata*. Tento antiparazitární program je uplatňován v různých modifikacích v chovech dospělých koní bez nákupu nových zvířat a s kvalitním managementem pastvin a individuálním ustájením.

Další typ antiparazitárního programu („strategic dosing“) je založen na znalosti klimatických podmínek na pastvinách a jejich vlivu na rozvoj stádií parazitů. Spočívá v opakované aplikaci vhodných anthelmintik všem koním v období pastvy při respektování opětovného výskytu vajíček po aplikaci. Obvykle jsou anthelmintika aplikována na začátku a konci pastevního období (jaro/podzim). Cílem tohoto programu je zamezení kontaminace pastvin infekčními stádii parazitů.

Dalším typem programu je synchronní podávání anthelmintik různých skupin v pravidelných 6 až 8 týdenních intervalech („interval dosing“) všem koním po celý rok. Tento program je určen pro otevřené chovy, ve kterých se často obměňují koně včetně mladých zvířat.

Posledním antiparazitárním programem je kontinuální podávání anthelmintika (pyrantel, 2,6 mg/kg ž. hm.) v krmivu. Tento program se využíval v USA a v Evropě není povolen.

Chovatelská opatření

Chovatelská opatření představují péči o pastviny a výběhy a dodržování zoohygienických zásad ve stájích s cílem přerušit vývojový cyklus parazitů. Péče o pastviny představuje sběr trusu hlavně za vlhkého počasí, což vede k snížení počtu larev na pastvině. Je doporučován sběr trusu z pastvin každý druhý den, tedy před vylíhnutím strongylidních vajíček. K bezpečné likvidaci vývojových stádií strongylidů může být trus kompostován na hnojišti po dobu jednoho roku. Vlácení pastvin má význam za sucha, což redukuje vývojová stadia malých strongylidů, na rozdíl od vlácení za vlhkého a chladného počasí, kdy dochází ke kontaminaci velké plochy pastviny parazity, protože za vlhka přežívají larvy delší dobu.

Rozdělením pastvin na menší celky, tzv. oplůtky, kdy jsou tyto celky část roku bez pasoucích se zvířat a jsou na nich vysekány nedopasky, má také nepříznivý dopad na populaci parazitů. Snadnou a účinnou metodou redukce počtu larev je střídání pastvin s jinými druhy býložravců. Pokud je larva pozřena atypickým hostitelem, dojde k přerušení vývojového cyklu. Jediné riziko pak představuje *Trichostrongylus axei*, který parazituje v žaludku a tenkém střevě koní a přežvýkavců. Důležité je

dodržovat i další opatření, jako jsou sekání nedopasků, přesouvání napáječek, oplocování vlhkých míst,



pasení po oschnutí rosy a střídání věkových kategorií koní na pastvinách, která snižují šíření parazitů.

Obrázek 22 Vysekávání nedopasků a oplocení vlhkých míst patří mezi opatření, která omezují přežití larev strongylidů na pastvině (Bukovské vrchy, foto autor)

Dodržování hygieny ve stájích, které spočívá v udržování čistoty napáječek a žlabů, nezkrmování sena znečištěného výkaly, denní odstraňování výkalů patří k základním předpokladům úspěšného boje s parazity.

U hříbat jsou nejdůležitějšími parazity škrkavky. Rozdíl je mezi larvami strongylidů, které se vylíhnou z vajíček za vlhkých podmínek a larvami škrkavek, které zůstávají ve vajíčku, a tím jsou méně citlivé k vnějším vlivům. Pooráním pastviny můžeme vajíčka škrkavek přemístit až 30 cm do půdy, kde zůstanou nepřístupná pro pasoucí se zvířata, mohou však v půdě zůstat infekce schopna i několik let. Životní cyklus škrkavek je díky dlouhodobé infekčnosti vajíček dokonale přizpůsobený svému hostiteli. Vajíčka, která vyloučila jedna generace hříbat jsou v jejich dospělosti připravena na novou generaci hříbat. Pravidelná orba pastvin každé tři roky může značně zredukovat počty vajíček škrkavek.

Správná péče o pastviny pomáhá i při kontrole malých strongylidů. Většina těchto helmintů je přítomna na pastvině a nikoli v hostiteli, proto střídání pastvin je důležitější než anthelmintická terapie. Výhodné je využití rotačního způsobu pastvy, kdy se koně neponechávají dlouho v jednom oplůtku a spásou jen vrchní část porostu, protože larvy malých strongylidů se drží v spodní části porostu, kde je větší vlhkost. Orba pastvin nemá u strongylidů takový význam, protože larvy mohou putovat v půdě na vzdálenost až 30 cm. Vhodné je koně vracet na stejnou pastvinu po šesti měsících, kdy je porost již dorostlý. Návrat po třech až čtyřech týdnech není vhodný, neboť v té době se většina vývojových stadií malých strongylidů nachází na vzrostlé trávě. Další dobrý způsob redukce počtu larev parazitů je střídání pastvy a sušení sena, kdy brzy na jaře se na pozemku pasou koně, potom se nechá vyrůst tráva, usuší se na seno a koně se na stejnou plochu vracejí na konci léta nebo brzy na podzim.

Vztah parazit – hostitel

Každý vztah parazit - hostitel vyvolává různorodé interakce. Od stavů ohrožení života k vzájemné spolupráci, od molekulární až po populační úroveň. V populaci pasoucích se koní bude rozmístění parazitů nerovnoměrné. Někteří jedinci budou s vysokým stupněm infekce na rozdíl od druhých. Platí pravidlo 20/80, což znamená, že 20 % koní přechovává 80 % parazitů v stádě. Stejně pravidlo platí i pro

počet vylučovaných vajíček. Důvody, proč někteří koně vylučují víc vajíček než jiní, nejsou přesně objasněné, ale bylo identifikováno několik faktorů.

Imunita hostitele hraje významnou úlohu v omezování přenosu téměř všech parazitů, ale koně jsou hostitelem dvou parazitárních druhů, které jsou typické pro mladé věkové kategorie, a to *Parascaris equorum* a *Strongyloides westeri*. Jen vzácně se infekce těmito nematody vyskytuje u dospělých koní na rozdíl od infekce strongylidy, která se může objevit v každém věku, avšak hříbata a mladí koně vylučují vyšší počty vajíček. Tady hlavní efekt imunity nespočívá v zamezení výskytu parazitů, ale v kontrole plodnosti samic parazitů, a tím ovlivňování přenosu infekce vajíčky. Koně nebudou nikdy kompletně imunní vůči strongylidům.

Pastevní chování koní spočívá ve vytváření typických vzorů při spásání, které obsahují charakteristické oblasti, kde koně kálejí, ale nepasou se, a oblasti, kde se koně pasou a nekálejí. Místa k pasení mohou být, v závislosti na počtu zvířat a rozloze pastviny, velmi výrazně vypasená, zatímco na místech, kde koně kálejí, zůstává vzrostlý porost. Počet infekčních larev strongylidů je 10-15× vyšší na místech, kde koně kálejí. Toto selektivní pastevní chování vytváří přirozený systém regulace vystavování se



Obrázek 23 Volná pastva představuje nepřirozenější obranu pasoucích se koní před infekcí parazitů (Munții Apuseni, Rumunsko, foto autor)

parazitární infekci. Na pastvinách s malou rozlohou mohou být v hierarchii stáda níže postavení jedinci donuceni pást se v místech, kde koně kálejí, takže v rámci stáda jsou koně

různě vystaveni parazitům. Toto může částečně vysvětlit rozdílnou distribuci parazitární populace v stádě koní.

Stres a jeho účinek na imunitní stav hostitele je dobře zdokumentovaný. Často bylo zjištěno, že nově přicházející koně do stáda vykazují vyšší produkci strongylidních vajíček než členové stáda. Případové studie z koňských klinik prokázaly, že jejich pacienti vykazovali zvýšený počet strongylidních vajíček ve srovnání se záznamem stejného jedince z domácích podmínek. Zdravotní stav vyžadující příjem na klinice může být doprovázen až desetinásobně zvýšeným vylučováním vajíček. Protože tento nárůst je za poměrně krátkou dobu, můžeme předpokládat, že parazitární zátěž je neměnná a pravděpodobně jde o zvýšení plodnosti samic strongylidů ovlivněné stresovými faktory. Proto lze vyslovit domněnku, že působení stresu v krátkém časovém úseku nezvyšuje zátěž dospělci parazitů, ale zvyšuje magnitudu

vylučování vajíček. Sportovní akce a dostihy patří mezi další stresové podněty pro koně. Fyziologický stres je doprovázen dočasným anebo trvalým zvýšením plazmatického kortizolu. Významný nárůst v počtu vylučovaných strongylidních vajíček byl také zaznamenán u koní s Cushingovým syndromem ve srovnání s kontrolní skupinou stejného věku bez Cushingového syndromu. Jejich narušené imunitní funkce dovolují parazitům zvýšené vylučování vajíček bez zvyšování zátěže dospělci. Proto starší zvířata nad 20 let věku vyžadují častější parazitární kontrolu.

Rezistence parazitů na anthelmintika

Anthelmintická rezistence je definovaná jako existence jedinců v rámci populace, která je schopná snášet terapeutickou dávku léčiva v porovnání s citlivou populací stejného druhu. Jedná se o změnu počtu alel v populaci parazitů, která je způsobena selekčním tlakem použitého léčiva v původně citlivé populaci, tedy o geneticky založenou schopnost parazita přežít terapii doporučenou dávkou anthelmintik.

Vedlejší rezistence vzniká, když populace rezistentní k určitému anthelmintiku získá odolnost k dalším preparátům se stejným mechanismem účinku. To je typické například pro benzimidazoly.

Zkřížená rezistence je definovaná jako odolnost ke dvěma rozdílným chemickým skupinám léčiv s rozdílným mechanismem účinku.

Polyrezistence je charakterizovaná jako odolnost vůči dvěma anebo více skupinám látek s rozdílným mechanismem účinku.

Tolerance k anthelmintiku může být mylně zaměněná s rezistencí, jedná se však o přirozenou dědičnou odolnost parazitů k danému léčivu bez předcházejícího kontaktu s touto látkou.

Reverze znamená návrat k citlivosti k anthelmintikům u původně rezistentních parazitů.

Výrazem „*refugia*“ je označovaná část populace parazita, která není vystavena působení anthelmintika v okamžiku proběhlé terapie, a proto jsou jejich alely vnímavé k používaným látkám a jsou důležité pro naředění rezistentních alel v populaci parazitů. Nejvýznamnější části *refugia* jsou volně žijící parazitární stadia na pastvině. Dále sem patří neléčení koně ve skupině a encystovaná stadia parazitů, popřípadě vývojová stadia mimo trávicí trakt.

Rezistence jednotlivých druhů parazitů

Malí strongylidé patřící do podčeledě *Cyathostominae* jsou jediným druhem parazitů koní, u kterého byla jednoznačně prokázána rezistence na anthelmintika. Celosvětově je popisována rezistence proti benzimidazolům, fenotiazinu, piperazinu a pyrantelu. Předpokládá se určitý stupeň rezistence i proti makrocyclickým laktonům a tetrahydropyrimidinům. Larvální stadia cyatostom jsou odolná vůči mnohým běžně používaným anthelmintikům a mají schopnost rychle získávat rezistenci, často již při prvním kontaktu s látkou. Tato rezistence je dědičná. Rezistence na benzimidazoly je rozšířená celosvětově. V USA byla poprvé zaznamenána již v roce 1965. V Evropě byla prokázána v mnoha různých státech včetně České Republiky. Rezistence na pyrantel je rozšířená v USA vzhledem ke každodennímu podávání malých dávek anthelmintika v krmivu. V Evropě byla rezistence na pyrantel popsána v Itálii, Dánsku a v některých dalších severských státech. Rezistence na makrocyclické laktony začíná být postupně aktuálním problémem v koňské parazitologii. Případy snížené účinnosti jsou hlášeny z několika zemí, například z USA. U oslů ve Velké Británii byla popsána rezistence na moxidektin.

Škrkavka koňská (*Parascaris equorum*) je parazitem, u kterého nebyla nikdy popsána rezistence na benzimidazoly. Benzimidazoly odstraní při aplikaci všechny dospělé jedince z lumen střeva, avšak účinek na juvenilní stadia mimo trávicí trakt je až poloviční. Ke vzniku rezistence do budoucna může přispívat i doporučené nižší dávkování pro strongylidy a roupy (5 mg/kg ž.hm.), zatímco doporučená dávka na škrkavky je dvojnásobná (10 mg/kg ž.hm.). Rezistence na makrocyclické laktony byla poprvé popsána v roce 2002 v severní Evropě a Kanadě. Celosvětově je popisována i rezistence vůči pyrantelu, zejména v USA.

Velcí strongylidé z podčeledě *Strongylinea* jsou parazité, u kterých se běžně k anthelmintické terapii využívají benzimidazoly a ivermektin. Rezistence vůči nim nebyla nikdy popsána. Což je připisováno delšímu generačnímu intervalu velkých strongylidů v porovnání s malými. V roce 1999 byla popsána rezistence na pyrantel.

Roup koňský (*Oxyuris equi*) je parazit, u kterého je často popisována perzistující infekce dospělců roupů navzdory opakovanému ošetření makrocyclickými laktony.

Tasemnice koňská (*Anoplocephala perfoliata*) je parazit, u kterého dosud rezistence nebyla popsána.

Metody stanovení rezistence malých strongylidů na anthelmintika

Stanovení rezistence parazitů na anthelmintika lze provádět na živých zvířatech – tedy metodami *in vivo* nebo *in vitro* v laboratorních podmínkách.

In vivo metody jsou často využívány, zejména test redukce počtu vajíček v trusu zvířat (FECRT, z anglického *faecal egg count reduction test*).

Určování rezistence malých strongylidů nebo škrkavek touto metodou je založeno na stanovení redukce počtu produkovaných vajíček dospělci ve střevě po provedené dehelmintizaci. Jedná se o nejjednodušší a nejčastěji používaný test pro stanovení rezistence na všechny skupiny anthelmintik. Test sleduje vliv anthelmintika na dospělého žijící ve střevě vyšetřovaných zvířat. Protože není znám počet parazitů ve střevě, ani jejich reprodukční aktivita, nelze na základě tohoto testu určit efektivnost anthelmintika, lze pouze sledovat jeho vliv na počet vyloučených vajíček.

V testu smí být použita jen zvířata, která nebyla v posledních 8-12 týdnech ošetřena anthelmintikem. Během první návštěvy v chovu se odebere čerstvý vzorek trusu. Trus se vyšetří modifikovanou McMasterovou metodou a stanoví se počet vajíček v gramu trusu. Vybraná zvířata se ošetří anthelmintikem dle jejich hmotnosti dávkou stanovenou výrobcem. Vzorok trusu se odebírá v den léčby a v rozmezí 10-14. dne po jejím provedení. Získané hodnoty EPG ze dne léčby a z 10-14. dne se využijí ke stanovení procenta redukce vajíček v trusu. O rezistenci hovoříme tehdy, pokud se počet vylučovaných vajíček v trusu nesníží o více jak 90 %.

In vitro metody jsou jednak farmakologické, kde působí anthelmintikum na fyziologické funkce parazitů, nebo biochemické, kdy je sledován vliv anthelmintika na určitou biochemickou reakci. Ke stanovení rezistence u koní se z *in vitro* metod nejčastěji používá test líhnutí vajíček a test vývinu larev.

Možnosti tlumení rezistence malých strongylidů na anthelmintika

Nejvýznamnější je prevence vzniku rezistence parazitů, zahrnující správné použití anthelmintik (dodržování dávky, omezení četnosti terapie, střídání anthelmintik, kontrola účinnosti terapie) a chovatelská opatření (zoohygiena pastvin a stájí, karanténa atd.).

Pokud se rezistentní populace již v chovu vyskytla, existuje několik možností jejího řešení:

Pokud je v chovu potvrzena rezistence na určitou skupinu anthelmintik, doporučuje se použití anthelmintik s jiným mechanismem účinku. Cílem je zajistit likvidaci rezistentní populace parazitů a tím obnovit citlivost k anthelmintiku, na které byl daný druh parazitů rezistentní. Tento jev se označuje jako reverze. Problémem je, že rezistence se velice rychle navrácí po opětovném použití tohoto anthelmintika.

Kombinace anthelmintik představuje další možnost tlumení rezistence. Zkombinováním anthelmintik s rozdílným mechanismem účinku dosáhneme toho, že pokud jsou přítomni parazité odolní na určitou složku v kombinaci, působí na ně další složka. Rizikem této metody je možný vznik polyrezistence.

Jako možnost tlumení anthelmintické rezistence se testovala aplikace dvojnásobné dávky léčiva, tím se ovšem pouze krátkodobě zvýší jeho maximální hladina v krvi. Patrně se jako významnější jeví podat terapeutickou dávku léčiva dvakrát ve dvanáctihodinovém intervalu. Tak dosáhneme dlouhodobější maximální koncentrace v krvi, a tím vyššího efektu anthelmintika. Pokud současně omezíme velikost krmné dávky, dojde ke zpomalení peristaltiky, a tak prodloužení času, po který působí anthelmintikum na parazity v tlustém střevě.

Možnosti řešení nebezpečí rezistence představují i alternativní metody terapie helmintóz. Patří sem využití nematofágních hub a vakcín proti helmintům. Nematofágní houby umožňují kontrolu nad vývojovými stádii parazitů na pastvinách. Předpokladem je jejich schopnost projít trávicím traktem koní a nadále pokračovat v růstu. Nematofágní houby neovlivňují dospělé parazity, nemohou proto nahradit anthelmintickou terapii. Jejich význam spočívá v ovlivnění počtu vývojových stádií na pastvině, a tím se stávají součástí preventivních opatření v boji proti parazitům. Využití nematofágních hub může omezit četnost aplikace anthelmintik, a tím i jejich negativní dopad na ekosystém.

Vakcíny proti helmintům gastrointestinálního traktu koní zatím neexistují. Výhodou vakcín je především vysoká specifita a minimální možnost vzniku rezistence. Také aplikace vakcín není spojena s produkcí reziduí. V helmintologii se doposud uplatnily u plicnivek skotu.

Literatura

- ABBOTT, E. M.: Larval cyathostomosis. *Equine Practice*, 20, 1998, 6-8.
- BARNES, E. H., DOBSON, R. J.: Population dynamics of *Trichostrongylus colubriformis* in sheep: Computer model to stimulate grazing systems and the evaluation of anthelmintic resistance. *International Journal for Parasitology*, 20, 1990, 823-831.
- BARTON, A. J.: Emergence of *Haemonchus contortus* resistant to thiabendazole. *Australian Veterinary Journal*, 56, 1980, 46-47.
- BOERSEMA, J. H., BORGSTEEDE, F. H. M., EYSKER, M., ELEMA T. E., GAASENBEEK, C. P. H., VAN DER BURG, W. P. J.: The prevalence of anthelmintic resistance of horse strongyles in the Netherlands. *The Veterinary Quarterly*, 13, 1991, 209-217.
- BRADY, H. A., NICHOLS, W. T.: Drug resistance in equine parasites : an emerging global problem. *J. Equine Vet. Sci.*, 29, 2009, 285 – 295.
- BOYLE, G. A., HOUSTON, R. Parasitic pneumonitis and treatment in horses. *Clin Tech Equine Pract* 2006; 5:225-232.
- CLAYTON, H. M.: Ascarids: recent advances. *Vet. Clin. North. Am. (Equine Pract.)*, 2, 1986, 313 – 328.
- COLES, G. C., BAUER, C., NORGSTEEDE, F. H. M., GEERS, S., KLEI, T. R., TAYLOR, M. A., WALLER, P. J.: World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W. A. A. V. P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 1992, 44, 35-44.
- COLES, G. C., BROWN, S. N., TREMBATH, C. M.: Pyrantel-resistant large strongyles in racehorses. *Veterinary Record*, 1999, 145, 408-408.
- CRAIG, T. M.: Anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 46, 1993, 121-131.
- CRAVEN, J., BJORN, H., BARNES, E.H., HENRIKSEN, S.A., NANSEN, P., LARSEN, M., LENDAL, S.: Survey of anthelmintic resistance on danish horse farms, using 5 different methods of calculating faecal egg count reduction, *Equine Veterinary Journal*, 30, 1998, 289-293.
- CRINGOLI, G., RINALDI, L., MAURELLI, M.P., UTZINGER, J.: FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative compromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans, *Nature Protocols*, 5, 2010, 503-515.
- ČORBA, J., ANDRAŠKO, H., ŠTOFFA, P., HOLAKOVSKÝ, P.: Účinnosť preparátov Eqvalan a Panacur pri gastroenteronematodózach koní. *Veterinárství*, 36, 1986, 79-80.
- ČORBA, J., PRASLIČKA, J., VÁRADY, M., ANDRAŠKO, H., HOLAKOVSKÝ, P.: Efficacy of Moxidectin 2% Equine Gel and Eqvalan 1% Paste against naturally acquired internal parasite infections in horses. *Helminthologia*, 32, 1995, 215-218.
- ČORBA, J., VÁRADY, M., KONIGOVÁ, A.: Antihelmintická resistencia: Aktuálny stav na Slovensku. *Slovak Veterinary Journal*, 26, 2001, 145-150.
- DIPIETRO, J., TODD, K. S.: Anthelmintics used in treatment of parasitic infections of horses. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*, 3, 1987, 1-14.
- DRUDGE, J. H., LYONS, E. T.: Newer developments in helminth control an *Strongylus vulgaris* research. In: Proceeding of 11th Annual Meeting AAEP, Miami Beach, Florida, 1965, 381-389.
- DRUDGE, J. H., LYONS, E. T.: Benzimidazole resistance of equine strongyles-critical tests of six compounds against population B. *American Journal of Veterinary Research*, 40, 1979, 590-594.

DRUDGE, J. H., LYONS, E. T., SWERCZEK, T. W., TOLLIVER, S. C.: Cambendazole for strongyle control in a pony band: selection of a drug resistant population of small strongyles and teratologic implications. *American Journal of Veterinary Research*, 44, 1983, 110-114.

DRUDGE, J. H., LYONS, E. T., TOLLIVER, S. C.: Parasite control in horses: A summary of contemporary drugs. *Veterinary Medicine/Small Animal Clinician*, 10, 1981, 1479-1489.

DUNCAN, J. L.: Studies on the efficacy of fenbendazole used in a divided dose regime against strongyle infections in ponies. *Equine Veterinary Journal*, 12, 1980, 78-80.

DUNCAN, J. L.: Parasitic diseases. In: *Equine surgery and medicine*. Eds. Colahan, P. T., Merritt, A. M., Moore, J. N., Mayhew, E. D., Mosby, 2166 pp., 1999.

DUNCAN, J. L., BAIRDEN, K., ABBOTT, E. M.: Elimination of mucosal cyathostome larvae by five daily treatments with fenbendazole. *Veterinary Record*, 142, 1998, 268-271.

EWERT, K. M., DIPIETRO, J. A., FOREMAN, J. H., TODD, K. S.: Control programs for endoparasites in horses. *Compendium continues Education practice Veterinary*, 6, 1991, 1012-1018.

EYSKER, M., JANSEN, J., KOOYMAN, F. N. Y., MIRCK, M. H., WENSING, T.: Comparison of two control systems for cyathostome infections in the horse and further aspects of the epidemiology of these infections. *Veterinary Parasitology*, 22, 1986, 105-112.

HEARN, F. P. D., PEREGRINE, A. S.: Identification of foals infected with *Parascaris equorum* apparently resistant to ivermectin. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223, 2003, 482-485.

HENNESSY, D. R.: The disposition of antiparasitic drugs in relation to the development of resistance by parasites of livestock. *Acta Tropica*, 56, 1994, 125-141.

HERD, R. P.: Epidemiology and control of equine strongylosis at New Market. *Equine Veterinary Journal*, 18, 1986, 447-452.

HERD, R. P.: Equine parasite control – problems associated with intensive anthelmintic therapy. *Equine Veterinary Education*, 2, 1990, 41-47.

HERD, R. P.: Choosing the optimal equine anthelmintic. *Veterinary Medicine*, 87, 1992, 231-239.

HUDSON, D., GROTELUESCHEN, D., RICE, D.: Effective control programs for equine internal parasites. *Equine Internal Parasites*, 2001, 1-5.

CHAPMAN, M. R., FRENCH, D. D., MONAHAN, C. M., KLEI, T. R.: Identification and characterization of pyrantel pamoate resistant cyathostome population. *Veterinary Parasitology*, 66, 1996, 205-212.

JACOBS, D. E., HUTCHINSON, M. J., PARKER, L., GIBBONS, L. M.: Equine cyathostome infection: suppression of faecal egg output with moxidectin. *Veterinary Record*, 137, 1995, 545.

JURÁŠEK, V., DUBINSKÝ, P.: *Veterinárna parazitológia. Príroda*, Bratislava, 1993, 146-151.

KAPLAN, R. M.: Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Veterinary Research*, 33, 2002, 491-507.

KAPLAN, R.M., MATHEIIEWS, J.B.: Equine cyathostomins, *Veterinary Parasitology*, 125, 2004, 203-220.

KAPLAN, R.M., NIELSEN, M.K.: An evidence – based approach to equine parasite control: It is not the 60th anymore, *Equine Veterinary Education*, 22, 2010, 306-316.

KOUDELA, B.: Vnitřní parazité koní. *Aktuální parazitózy koní*, 2008, 1-8; 15-19.

KUZMINA, A. T., KHARCHENKO, O. V.: Anthelmintic resistance in cyathostomins of brood horses in Ukraine and influence of anthelmintik treatments of strongylid community structure. *Vet. Parasitol.*, 154, 2008, 277 – 288.

LANGROVÁ, I., JANKOVSKÁ, I., BOROVSÁ, M., FIALA, T.: Vliv klimatu na migraci infekčních larev malých strongylidů. *Vet. Med.*, 48, 2003, 18 – 24.

- LOVE, S., MURPHY, D., MELLOR, D.: Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet. Parasitol.*, 85, 1999, 113 – 122.
- LYONS, E. T., DRUDGE, J. H., TOLLIVER, S. C.: Larval cyathostomiasis. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*, 16, 2000, 501-513.
- LYONS, E. T., DRUDGE, J. H., TOLLIVER, S. C.: Studies on the development and chemotherapy of larvae of *Parascaris equorum* (Nematoda: Ascaridoidea) in experimentally and naturally infected foals. *Journal of Parasitology*, 62, 1976, 453–459.
- LYONS, E. T., TOLLIVER, S. C., IONITA, M., LEWELLEN, A., COLLINS, S. S.: Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.*, 103, 2008, 209 – 215.
- MAIR, T. S.: Larval cyathostomosis. In: Mair T., Divers T. J., Ducharme N. G., Ed. *Manual of Equine Gastroenterology*, WB Saunders Co., 2002, 432-436.
- MAYHEW, J.: *Large Animal Neurology*. Wiley-Blackwell, 2nd edition, 2008, 464s.
- MICHAEL, J. F.: Strategies for the use of anthelmintics in livestock and their implications for the development of drug resistance. *Parasitology*, 90, 1985, 621-628.
- MURPHY, D., KEANE, M.P., CHANDLER and ROSALISH GOULDING: Cyathostome-associated disease in the horse: Investigation and management of four cases. *Equine Veterinary Education*, 9, 1997, 247-252.
- NIELSEN, M.K.: Sustainable equine parasite control: Perspectives and research needs, *Vet. Parasitol.*, 185, 2012, 32-44.
- PRASLIČKA, J., ČORBA, J.: Resistance to anthelmintics in nematodes of sheep and goats. *Veterinární Medicína - Czech*, 40, 1995, 257-260.
- PRESLAND, S. L., MORGAN, E. R., COLES, G. C.: Counting nematode eggs in equine faecal samples. *Veterinary Record*, 156, 2005, 208-210.
- PRICHARD, R. K.: Anthelmintic resistance in nematodes: extend, recent, understanding and future directions for control and research. *International Journal for Parasitology*, 20, 1990, 515-523.
- PRICHARD, R. K.: Anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 54, 1994, 259-268.
- PRICHARD, R. K., HALL, C. A., KELLY, J. D., MARTIN, I. C. A., DONALD, A. D.: The problem of anthelmintic resistance in nematodes. *Australian Veterinary Journal*, 56, 1980, 239-251.
- REIMMEYER, R. C., NIELSEN, M. K.: Parasitism and colic. *Vet. Clin. Equine*, 25, 2009, 233 – 245.
- REIMMEYER, R.C., NIELSEN, M. K.: *Handbook of Equine Parasite Control*, Wiley & sons, 2013, 224s.
- REIMMEYER, C.R.: Anthelmintic resistance in non-stongyloid parasites of horses, *Veterinary Parasitology*, 185(1), 2012, 9-15.
- RELF, V.E., LESTER, H.E., MORGAN, E.R., HODKINSON, J.E., MATTHEWS, J.B.: Anthelmintic efficacy on UK Thoroughbred stud farms. *Internat. J. Parasitol.* 44, 2014, 507-514.
- ROUND, M. C.: Lungworm infection (*Dictyocaulus arnfieldi*) of horses and donkeys. *Vet Rec* 1976; 99:393-395.
- ROUSH, R. T., MCKENZIE, J. A.: Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology*, 32, 1987, 361-380.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.: Molecular diagnosis of anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 136, 2006, 99-107.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., FRITZEN, B., DEMELER, J., SCHÜRMAN, S., ROHN, K., SCHNIEDER, T., EPE, C.: Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance

period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Veterinary Parasitology*, 144, 2007, 74–80.

VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., FRITZEN, B., SCHNIEDER, T., EPE, C.: Suspected Ivermectin Resistance In Small Strongyles From The Horse. *Proceedings of the 20th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*, 20, 2005, 196.

SANGSTER, N. C.: Pharmacology of anthelmintic resistance in cyathostomes: will it occur with the avermectin/milbemycins. *Veterinary Parasitology*, 85, 1999, 189-204.

STEINBACH, T., BAUER, CH., SASSE, H., BAUMGÄRTNER, W., REY-MORENO, C., HERMOSILLA, C., DAMRIYASA, I., ZAHNER, H.: Small strongyle infection: Consequences of larvicidal treatment of horses with fenbendazole and moxidectin. *Veterinary Parasitology*, 139, 2006, 115-131.

TARIGO-MARTINIE, J. L., WYATT, A. R., KAPLAN, R. M.: Prevalence and clinical implications of anthelmintic resistance in cyathostomes of horses. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 218, 2001, 1957-1960.

TAYLOR, M.A., COOP, R.L, Wall, R.L.: *Veterinary parasitology*, Wiley-Blackwell, 2007, 3.rd Edition, 600s.

TRAVERSA, D., PARENTE, F. I., IORIO, R., GATTI, A., BARTOLINI, R., FUSCO, M., Di LUCENTE, A., PAOLETTI, B., COSTANZO, F., KLEI, T.: Valutazione dell efficacia dell oxibendazolo e della moxidectina nei confronti dei cyathostomini resistenti al fenbendazolo. XIII Congresso Multisala SIVE, Italy-Bologna 2007, 13, 2007 193-194.

TRAVERSA, D., IORIO, R., OTRANDO, D., GIANGASPERO, A. MILLILO, P., KLEI, T. R.: Species-specific identification of equine cyathostomes resistant to fenbenfazole and susceptible to oxybendazole by macroarray probing. *Exp. Parasitol.*, 121, 2009, 92 – 95.

TRAWFORD, A.F., BURDEN, F., HODGKINSON, J.: Suspected Moxidectin Resistance in Cyathostomes In Two Dondey Herds at the Donkey Sanctuary, UK, *Proceeding of the 20th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*, 20, 2005, 196.