

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



Tasemnice rodu *Echinococcus* a jejich mezipřenositelé

Bakalářská práce

Autor práce: Iva Vavřínková

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Tasemnice rodu *Echinococcus* a jejich mezihostitelé vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 13.4.2012

Iva Vavřínková

Poděkování

Chtěla bych především poděkovat vedoucí práce Doc. Ing. Ivaně Jankovské Ph. D za cenné rady, vstřícnost a poskytnuté materiály a Ing. Adéle Brožové za užitečné rady, trpělivost a ochotu.

SOUHRN

Tato bakalářská práce shrnuje na základě literární rešerše téma „Tasemnice rodu *Echinococcus* a jejich meziphostitelé“. Tato práce je zaměřena na morfologii tasemnic, popis jednotlivých druhů a hostitelů tasemnic rodu *Echinococcus* a vývojový cyklus. Dále jsou v práci uvedena rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis* v Evropě a *Echinococcus granulosus* v Africe, onemocnění způsobené tasemnicemi rodu *Echinococcus* a in vitro kultivace larev a kmenových buněk tasemnice *Echinococcus multilocularis*. V současné době je popsáno 9 druhů tasemnic rodu *Echinococcus*: *E. granulosus*, *E. multilocularis*, *E. oligarthus*, *E. vogeli*, *E. shiquicus*, *E. canadensis*, *E. equinus*, *E. felidis* a *E. ortleppi*.

Tasemnice rodu *Echinococcus* patří do čeledi Taeniidae, jsou velmi malých rozměrů (1 - 12 mm) parazitující ve střevech savců, včetně lidí. Tasemnice rodu *Echinococcus* pro dokončení svého vývojového cyklu potřebují dva druhy hostitelů. Definitivním hostitelem jsou psovitě a kočkovitě šelmy, mající v tenkém střevě dospělé tasemnice. Trusem odcházejí vajíčka tasemnic, jimiž se nakazí meziphostitel. Meziphostitelem jsou nejčastěji drobní hlodavci, býložravci, ale i člověk. V meziphostiteli se z vajíčka uvolní onkosféra, která proniká do jater (plic a dalších orgánů) a mění se v hydatidu, která způsobuje onemocnění echinokokózu. Původcem cystické echinokokózy je tasemnice *Echinococcus granulosus*, která je kosmopolitně rozšířena. Tasemnice *Echinococcus vogeli* způsobuje polycystickou echinokokózu a *Echinococcus oligarthus* unicystickou echinokokózu. Alveolární echinokokóza způsobená tasemnicí *Echinococcus multilocularis* představuje velmi závažné zoonotické parazitární onemocnění, které končí pro meziphostitele bez provedené léčby téměř vždy smrtelně. U hlodavců si této skutečnosti všimneme jen výjimečně, u člověka je to nepochybně vážný a i za současných vědeckých poznatků neřešitelný problém. Prevencí proti nálezům je dodržování hygienických návyků a zabránění kontaktu vajíček s přijímanou potravou, odčervování psů, rozmístování návnad s anthelmintiky a informování veřejnosti.

Klíčová slova: tasemnice rodu *Echinococcus*, echinokokóza, *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*

SUMMARY

This bachelor thesis summarizes the topic “Cestodes of the genus *Echinococcus* and their intermediate hosts” on the basis of literary research. It focuses on the morphology of the cestodes, the description of the individual species and hosts of the genus *Echinococcus* and their life cycle. The thesis further addresses the issue of geographical distribution of the cestodes in Europe and Africa, diseases caused by *Echinococcus* cestodes and in vitro cultivation of the larvae and stem cells of *Echinococcus multilocularis*. Currently there are nine recognized species of the genus *Echinococcus*: *E. granulosus*, *E. multilocularis*, *E. oligarthus*, *E. vogeli*, *E. shiquicus*, *E. canadensis*, *E. equinus*, *E. felidis* a *E. ortleppi*.

Echinococcus tapeworms belong to the family Taeniidae, are very small in size (1 - 12 mm) and parasitize in the intestines of mammals, including humans. They need two types of hosts to finish their life cycle. The final hosts are canids and felids, who have adult cestodes in their small intestine. The eggs that infect the intermediate host are excreted with faeces. The most frequent intermediate hosts are small rodents, herbivores and also humans. In the intermediate host, the eggs release oncospheres, which penetrate the liver (or the lungs or other organs), transforming into a hydatid cyst, which causes the disease called echinococcosis. Cystic echinococcosis is caused by the worldwide distributed cestode *Echinococcus granulosus*. The tapeworm *Echinococcus vogeli* causes polycystic echinococcosis and *Echinococcus oligarthus* causes unicystic echinococcosis. Alveolar echinococcosis caused by *Echinococcus multilocularis* is a very serious zoonotic parasitosis, which is almost always lethal for the intermediate host. In humans, this condition is hardly noticed, but in humans it presents a grave problem that is impossible to solve with the current state of scientific knowledge. Infection control policy includes strict hygiene and avoidance of contact of the eggs with ingested food, deworming of dogs, placement of antihelminthic bait and education of the public.

Key words: the genus *Echinococcus*, tapeworms, echinococcosis, *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	1
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
3.1	Systematika (Volf a Horák, 2007)	2
3.2	Parasitismus.....	2
3.3	Tasemnice	2
3.3.1	Charakteristické znaky tasemnic	3
3.3.2	Projevy u zvířat napadených tasemnicemi	4
3.4	Tasemnice rodu <i>Echinococcus</i>	5
3.4.1	Druhy tasemnic rodu <i>Echinococcus</i>	5
3.4.2	Vývojový cyklus.....	10
3.5	Definitivní hostitelé tasemnic rodu <i>Echinococcus</i>	12
3.5.1	Liška obecná (<i>Vulpes vulpes</i>)	12
3.5.2	Psík mývalovitý (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	14
3.5.3	Pes domácí (<i>Canis familiaris</i>)	16
3.6	Mezihostitelé tasemnice rodu <i>Echinococcus</i>	17
3.6.1	Vliv infekce na graviditu mezihostitele.....	22
3.7	Geografická distribuce	23
3.7.1	Rozšíření tasemnice <i>Echinococcus multilocularis</i>	23
3.7.2	Výskyt tasemnice <i>Echinococcus granulosus</i> v Africe	28
3.8	Onemocnění způsobené tasemnicemi rodu <i>Echinococcus</i>	31
3.8.1	Cystická echinokokóza	33
3.8.2	Alveolární echinokokóza	34
3.8.3	Polycystická echinokokóza	36
4	ZÁVĚR	41
5	SEZNAM LITERATURY	42

1 ÚVOD

Parazitózy ze zoonotickým potenciálem představují v současné době závažný světový problém. Mezi zoonotické helminty patří i tasemnice rodu *Echinococcus*. Všeobecně tasemnice se skládají z hlavičky (skolex) a segmentovaného těla (strobilum). Tasemnice rodu *Echinococcus* jsou malých rozměrů (1 až 12 mm), jejichž tělo je kromě skolexu se čtyřmi přísavkami a na rostellu věnec malých a velkých háčků složeno ze tří až čtyř článků, jejich morfologie je důležitým taxonomickým znakem. Tasemnice jsou hermafrodité a ke svému životu potřebují dva hostitele, mezihostitele a definitivního hostitele. Definitivní hostitel je ten hostitel, v němž paraziti dosahují pohlavní zralosti a reprodukce. Mezihostitel je hostitel, ve kterém proběhne část vývoje parazita, ale parazit v něm nedosáhne pohlavní zralosti. Vzhledem k tomu, že larvální stádia vyvolávají u člověka, jako příležitostného mezihostitele, vážné a často smrtelné onemocnění, nabývá mimořádného významu monitoring jeho výskytu. Z těchto důvodů je potřeba detailně zmapovat výskyt této závažné zoonózy, vytipovat území s nejvyšší intenzitou výskytu a stanovit opatření k minimalizaci rizika nakažení člověka.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zpracovat literární rešerši s nejnovějšími vědeckými poznatky na téma „Tasemnice rodu *Echinococcus* a jejich mezihostitelé“.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Systematika (Volf a Horák, 2007)

Říše: Animalia

Kmen: Platyhelminthes

Podkmen: Neodermata

Třída: Cestoda

Podtřída: Eucestoda

Řád: Cyclophyllidea

Čeleď: Taenidae

Rod: *Echinococcus*

3.2 Parasitismus

Parasitismus je velmi rozšířený biologický jev v přírodě, který pomáhá udržovat ekologickou rovnováhu v ekosystémech, patří mezi nejsložitější úrovně vzájemných vztahů dvou organismů. Jedná se o koexistenční vztah dvou heterospecifických (různých druhů) organismů, z nichž jeden (parazit) získává výhody na úkor druhého (hostitel) nebo ho nějakým způsobem poškozuje, tedy parazit je metabolicky závislý na svém hostiteli (Volf a Horák, 2007).

3.3 Tasemnice

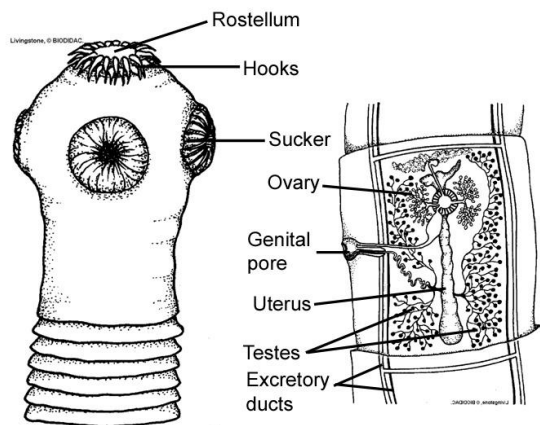
Tasemnice (Cestoda) jsou třídou bezobratlých živočichů, patřící do kmene ploštěnců (Platyhelminthes), kteří žijí parazitickým způsobem života. Nemají vůbec trávicí soustavu a potravu přijímají celým povrchem těla. Je známo zhruba 5000 druhů tasemnic, jež parazitují u všech skupin obratlovců, přičemž nejvyšší počet řádů tasemnic se nachází u paryb a ryb. Až na výjimečné případy jde o parazity, kteří mají vícehostitelské životní cykly a místem lokalizace dospělců je trávicí soustava obratlovců. Přenos mezi hostiteli se až na výjimky realizuje perorálně. Z hlediska humánní a veterinární medicíny může jít o závažné patogeny nejen ve stadiu dospělosti (*Bothriocephalus*, *Diphyllobothrium*, *Ligula*, *Moniezia*), ale především ve stadiu larev napadajících obratlovce (*Taenia solium*, *Echinococcus*). Třída Cestoda je považována za monofyletickou skupinu, která je tvořena třemi taxony:

Gyrocotylidea, Amphilinidea a Eucestoda (Volf a Horák, 2007). Tasemnice nalézáme u lovné zvěře jednak jako dospělce, parazitující v trávicím traktu hostitelů, jednak jako vývojová stádia (bouvele), která se nachází na povrchu či v tkáních různých orgánů svých mezihostitelů (Chroust a Forejtek, 2011).

3. 3. 1 Charakteristické znaky tasemnic

Tělo tasemnic je dorzoventrálně zploštělé, rozlišujeme hlavičku (skolex) a tělo (strobilum), které je rozčleněno na články (proglotidy). Skolex je opatřený typickými přichycovacími orgány. Jsou to buď kruhové přísavky (nejčastěji čtyři) rozmístěné po obvodu skolexu, nebo jen dvě podélné štěrbiny schopné sevřít střevní sliznici hostitele, botrie, a dále rostellární háčky buď přímo na skolexu nebo na zatažitelném chobotku (rostellum), kde jsou uspořádány do věnce v jedné nebo více řadách. Tvary a délka háčků jsou různé a jsou jedním ze systematických znaků. Hlavička přechází ve strobilum přímo nebo je mezi nimi nečlánkovaná část, krček, z jehož zadního konce se odškrcují články (obr. 1). U různých druhů je počet článků různý od tří do několika tisíc. Nejstarší články jsou na zadním konci strobila a je v nich vyvinutá děloha se zralými vajíčky. Délka tasemnic je od 1 mm až přes 10 m, jsou bílé nebo nažloutlé. Tasemnice mají kožně svalový vak v hlavních rysech podobné stavby jako motolice nebo jednorodí. Povrch tvoří bezjaderná vrstva cytoplazmy spojená tenkými proužky s částmi cytoplazmy s jádry, ponořenými pod okružní a podélnou svalovinu. Zvláštností tělního pokryvu jsou velmi jemné vláskovité povrchové výrůstky rozlišitelné pouze elektronovým mikroskopem. Mají velký význam při vstřebávání potravy celým povrchem těla. Kromě kompaktního svalového vaku tvořeného okružní a podélnou svalovinou prostupují tělním parenchymem svalové svazečky dorzoventrálně orientované. V tělním parenchymu bývají rozptýlena drobná vápenitá tělíčka tvořená uhličitanem vápenatým. Tato tělíčka mají opornou funkci. Trávicí soustava úplně chybí a tasemnice netvoří ani některé trávicí fermenty. Rozklad potravy trávicími fermenty je plně přenesen na hostitele a tasemnice vstřebávají povrchem těla již zažitinu podobně jako střevní stěna hostitele. Nervová soustava je slabě vyvinuta. Ve skolexu je párovitá uzlina, z níž vybíhají do těla podélné provazce spojené navzájem příčnými spojkami. Dva postranní jsou silnější. Vylučovací soustava je protonefridiálního typu. Vylučovací kanálky začínají u zadního konce strobila, směřují až do skolexu a odtud se znovu vracejí po stranách strobila dozadu, kde na zadním konci strobila ústí navenek. V každém článku jsou

spojeny příčnou spojkou. Tasemnice jsou až na nepatrné výjimky hermafroditi. Vajíčka tasemnic mají podobnou stavbu jako u ostatních ploštěnců, kromě vaječné buňky obsahují větší počet žloutkových buněk. Ve vajíčku se vyvíjí larva (onkosféra, koracidium, lycophora), která buď opouští vajíčko ve vodě, nebo opouští vajíčko až v trávicí soustavě mezihostitele. Vývojové cykly tasemnic probíhají v jednom nebo dvou mezihostitelích a definitivním hostiteli. Přechod vývojových stadií z jednoho hostitele do následujícího je založen na potravních vztazích. Předcházející mezihostitel nebo jeho části musí být požřeny následujícím, v němž pak může vývoj pokračovat. U některých druhů tasemnic např. *Echinococcus* se setkáváme s nepohlavním množením (pučením, dělením) larválních stadií (Ryšavý a kol., 1989).



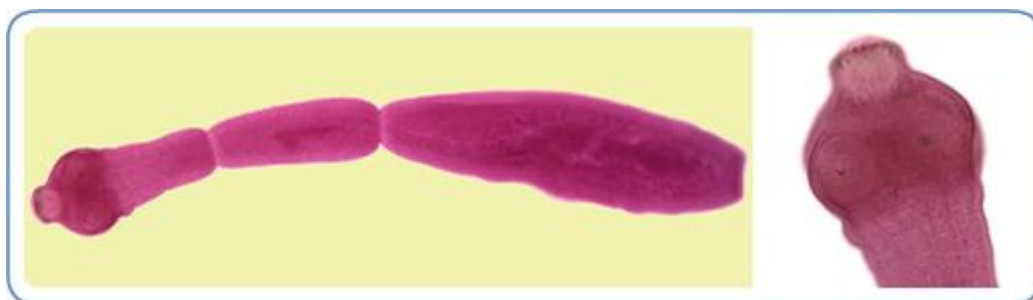
Obr. 1: Morfologie tasemnice (dostupné z < www.marlin.ac.uk>)

3. 3. 2 Projevy u zvířat napadených tasemnicemi

U šelem jako definitivních hostitelů vyvolávají dospělé tasemnice většinou příznaky velmi obecného charakteru a pouze při silných infekcích průjmy, nechutenství, hubnutí a případně i obturaci střeva. Typickým příznakem je zhoršená kvalita srsti. Uvolňované články tasemnic často ulpívají v okolí konečníku, dráždí sliznici a vyvolávají svědění, zvířata se je snaží odstranit. Tasemnice šelem, včetně psů a koček, jsou závažnou skupinou parazitů vzhledem ke skutečnosti, že vývojová stadia některých druhů mohou cizopasit i u člověka a vážně tak ohrožovat jeho zdraví (Chroust a Forejtek, 2011).

3.4 Tasemnice rodu *Echinococcus*

Tasemnice rodu měchožil (*Echinococcus*) patří do čeledi tasemnicovití (Taenidae), řádu kruhovky (Cyclophyllidea). Tasemnice rodu *Echinococcus* (obr. 2) jsou parazité střevních traktů masožravců. Rod *Echinococcus* na rozdíl od rodu *Taenia* zahrnuje tasemnice velmi malých rozměrů 1 - 6 mm (*E. vogeli* až 12 mm), jejichž tělo je kromě skolexu se čtyřmi přísavkami a rostellem s háčky složeno jen ze tří až čtyř článků (Volf a Horák, 2007).



Obr. 2: Tasemnice rodu *Echinococcus* (dostupné z <[www. cdc. gov](http://www.cdc.gov)>)

3.4.1 Druhy tasemnic rodu *Echinococcus*

Knapp et al. (2011) uvádějí 9 druhů tasemnic rodu *Echinococcus*: *E. granulosus*, *E. multilocularis*, *E. vogeli*, *E. shiquicus*, *E. oligarthus*, *E. canadensis*, *E. equinus*, *E. felidis* a *E. ortleppi*.

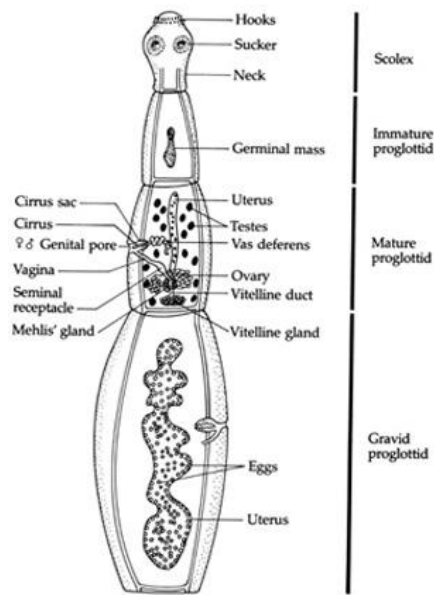
Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*)

Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*) dosahuje velikosti 3 až 6 mm a má pouze tři až pět článků (obr. 3), z nichž poslední, největší je zcela vyplněn vajíčky, v pravidelných intervalech se odděluje od tasemnice, rozpadá se a další článek opět dorůstá a dozrává. V dospělosti (obr. 4) parazituje u psovitých šelem jako definitivních hostitelů nejčastěji u psů, vlků a lišek. Tasemnice je nebezpečná především pro mezihostitele (býložravci a člověk), kde v játrech a plicích se vyvíjí boubel zvaný echinococcus. Tyto boubele pomalu rostou až několik let a dosahují pak značné velikosti (u spárkaté zvěře slepičino vejce, ale např. u skotu až dětské hlavy). Jsou typické tím, že jejich stěna je pevná, trojvrstevná a z vnitřní stěny (tzv. germinativní) pučí a odštěpují se skolexy, příp. i dceřiné boubele. Skolexy jsou průměrně pouze 250 µm velké, plavou volně v tekutině a v obrovském

množství se hromadí u dna boubele jako tzv. hydatidózní písek (v 1 ml tekutiny může být více než 100 000 skolexů). Po pozření takového fertilního boubele se u definitivního hostitele vyvíjí stovky až tisíce dospělých tasemnic a ve střevě dochází v důsledku poraňování háčky k těžkým změnám až nekrotického charakteru. U přežvýkavé spárkaté zvěře jsou však echinokokové boubele vesměs sterilní, tj. bez živých skolexů a nejsou proto pro další šíření nebezpečné. Tasemnice *Echinococcus granulosus* způsobuje onemocnění zvané cystická echinokokóza (Chroust a Forejtek, 2011). Tasemnice *Echinococcus granulosus* má dělohu bohatě větvenou a vytváří zřetelné postranní výběžky (Pavlásek, 1998). Analýzy ukazují, že druh *Echinococcus granulosus* se skládá z několika kmenů (v budoucnosti pravděpodobně samostatných druhů), které se kromě jiného liší specifitou k mezipříteli, což má zásadní epidemiologický význam: evropské kmeny infikující koně a prasata pravděpodobně nejsou infekční pro člověka, zatímco člověku nebezpečné jsou kmeny specializované na ovce a skot (Volf a Horák, 2007).

Geograficky odlišné kmeny tasemnice *Echinococcus granulosus* existují u různých hostitelů. Molekulární studie používající seskvenování mitochondriální DNA identifikovaly 10 odlišných genotypů. Mezi ně patří kmeny ovcí (G1 a G2), kmeny buvolů (G3 a G5), kmen koní (G4), kmen velbloudů (G6), kmen prasat (G7) a kmen jelenovitých (G8). Devátý genotyp (G9) byl popsán u prasete v Polsku a desátý genotyp (G10) u soba v Eurasii. Ovčí kmen (G1) je nejkosmopolitnější a nejčastěji spojován s infekcí u lidí. Ostatní kmeny se zdají být geneticky odlišné, to naznačuje, že taxon tasemnice *Echinococcus granulosus* je parafyletický a může vyžadovat taxonomickou změnu. Jelenovití, severní sylvatický genotyp (G8) se vyskytuje v cyklech zahrnující vlky a psi, myš a soba v severní Americe a Eurasii. Lidská infekce tímto kmenem je charakterizována převážně v plicích s pomalejším a benigním růstem a méně častým výskytem nebo klinických příznaků než bylo hlášeno u jiných forem. Výskyt odlišných kmenů *E. granulosus* má závažné důsledky na zdraví člověka. Zkrácení doby zrání dospělé formy parazita ve střevech psů naznačuje, že interval doby může být zkrácen po podání antiparazitických léků infikovaným psům jen v oblastech, kde se vyskytují kmeny G2, G5 a G6. Některé lidské činnosti (krmení psů vnitřnostmi ovcí atd.) usnadňují přenos ovčího kmene a tím se zvýší riziko, že se lidé nakazí. Největší prevalence cystické echinokokózy u lidí a zvířat byla nalezena v zemích mírného pásma, včetně severní Ameriky, celého středomoří, jižních a středních částí Sovětského svazu, střední Asii, Číny, Austrálie a částí Afriky. V USA nejvíce infekcí bylo diagnostikováno u imigrantů ze zemí, kde onemocnění echinokokóza je vysoce endemická. Sporadický a autochtonní přenos je v současné době v Aljašce, Kalifornii, Utahu, Arizoně

a Novým Mexiku. Infekce *E. granulosus* se znovu objevily v některých oblastech, které měly být už kontrolovány. Výskyt cystické echinokokózy u dětí v Bulharsku se zvýšil z 0.7 na 5.4 / 100 000 mezi roky 1970 a 1990 a po pádu usilovných kontrol ve Wales se prevalence u infikovaných psů více než zdvojnásobila. Mezi rokem 1993 (3.4 %) a 2002 (8.1 %), následující změny v politice upřednostňují týdenní dávkování psů praziquantelem (Moro et Schantz, 2009).



Obr. 3: Morfologie tasemnice *Echinococcus granulosus* (dostupné z <www.clem.mscd.edu>)



Obr. 4: Dospělá tasemnice *Echinococcus granulosus* (dostupné z <www.eol.org>)

Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*)

Echinococcus multilocularis (měchožil bublinatý – obr. 5) měří pouze 1,2 až 4,5 mm. Definitivním hostitelem je především liška, dále psík mývalovitý, vlk, kočka a pes. Mezihostitelem je hraboš, ondatra, hryzec, myš i člověk. K sliznici tenkého střeva se přichytí pomocí háčků a přísavek na hlavičce, za níž následuje tři až pět článků. Poslední článek je zralý (obr. 6) a zcela vyplněn vajíčky. Trusem odcházejí zralé články i uvolněná vajíčka a kontaminují prostředí. Jsou velmi odolná, v přírodě v klimatických podmínkách střední Evropy přežívají v létě tři měsíce a od podzimu do jara osm měsíců. V játrech, eventuálně dalších orgánech mezihostitelů, se vyvíjejí larvální stádia tvořená četnými drobnými puchýřky spojenými v houbovitou strukturu (alveokoky). Krevními a lymfatickými cestami se alveokoky rozšiřují především u člověka do dalších orgánů, kde tvoří metastázy podobně jako známe u nádorového bujení. Tasemnice *E. multilocularis* způsobuje onemocnění zvané alveolární echinokokóza. Z epidemiologického hlediska se tasemnice *E. multilocularis* vyskytuje ve dvou cyklech, sylvatickém (přírodním) a synantropním (v blízkosti člověka). Sylvatického a synantropního cyklu se zúčastňují jako definitivní hostitelé pouze volně žijící psovitě a kočkovitě šelmy a volně žijící drobní hlodavci jako mezihostitelé. Tasemnice *E. multilocularis* cirkuluje hlavně v sylvatickém cyklu (Chroust a Forejtek, 2011). Tasemnice *Echinococcus multilocularis* nemá uterus a postranní výběžky (Pavlásek, 1998).



Obr. 5: Tasemnice *Echinococcus multilocularis* (dostupné z <[http:// www.myslivost.cz/ Casopis Myslivost/Myslivost/2011/ Unor---2011/Psik-myvalovity---novy-hostitel-tasemnice-mechozil.aspx](http://www.myslivost.cz/CasopisMyslivost/Myslivost/2011/Unor---2011/Psik-myvalovity---novy-hostitel-tasemnice-mechozil.aspx)>)



Obr. 6: Zralý článek tasemnice *Echinococcus multilocularis* s vajíčky (dostupné z <[http://www.myslivo.cz/Casopis Myslivo/ Myslivo/ 2011/ Unor---2011/ Psik-myvalovity---novy-hostitel-tasemnice-mechozil.aspx](http://www.myslivo.cz/Casopis_Myslivo/Myslivo/2011/Unor---2011/Psik-myvalovity---novy-hostitel-tasemnice-mechozil.aspx)>)

Echinococcus shiquicus

Echinococcus shiquicus – tasemnice sekvenováním mitochondriální DNA a morfologickými studii byla identifikována jako nový druh s odlišnou charakteristikou než tasemnice *Echinococcus granulosus* a *Echinococcus multilocularis*. Larva *E. shiquicus* se vyskytuje u černolící pišťuchy (*Ochotona curzoniae*) nalezenou v kraji Shiqu v regionu Qinghai – Tibet plošiny v Číně. Dospělá stádia byla izolována z lišky horské (*Vulpes ferrilata*). Metacestodní larvální stádium se rozvíjí do unilokulární cesty hlavně v játrech. Přenos na člověka je v současné době neznámý (Moro et Schantz, 2009).

Echinococcus felidis

Echinococcus felidis – nedávné studie mitochondriální DNA identifikovaly odlišný druh od ostatních *Echinococcus* spp. Dospělá stádia byla izolována u afrických lvů, ale není jasné, zda se mohou také do životního cyklu zapojit kočkovité a psovité šelmy. Larvální stádium se vyvíjí do unilokulární cesty, domnívá se, že se mohou vyskytovat i u kopytníků. Zbývá identifikovat mezihostitele. Nejsou k dispozici údaje na patogenitu člověka tasemnicí *E. felidis*, její vliv by měl být minimální (Moro et Schantz, 2009).

Echinococcus vogeli

Echinococcus vogeli způsobuje polycystickou echinokokózu, životní cyklus zahrnuje psi a volně žijící psovité šelmy, domestikovaní psi jsou také náchylnější. Hlavními mezihostiteli jsou paka, agoutis a krysy. *E. vogeli* je původem z tropického pralesa

ze střední a severně jižní Ameriky. V endemických oblastech jsou lovečtí psi často krmeny syrovými vnitřnostmi paky. Polycystická echinokokóza byla nalezena u lidí v Panamě, Peru, Ekvádoru, Kolumbii, Venezuele a Brazílii. Malé množství polycystické echinokokózy v těchto zeměpisných oblastech bylo zapříčiněné také tasemnicí *Echinococcus oligarthus* (Moro et Schantz, 2009).

Echinococcus equinus

Echinococcus equinus je původně genotyp G4 *Echinococcus granulosus*, je adaptován na koně. Dosud nebylo zaznamenáno žádné onemocnění lidí uzpůsobené tasemnicí *Echinococcus equinus* (Thompson and McManus, 2001). V Evropě je cystická echinokokóza u koní vzácná, a ve většině případů je diagnostikována u zabitých zvířat nebo při posmrtném ohledání. Koňská cystická echinokokóza může být způsobena různými druhy tasemnic rodu *Echinococcus*, je známá tím, že produkuje plodné cysty. V Evropě se tento parazit zdá být endemický ve Velké Británii, Irsku, Španělsku a Itálii a nepravidelně byl hlášen výskyt v Belgii a Švýcarsku (Blutke et al., 2010).

Echinococcus ortleppi

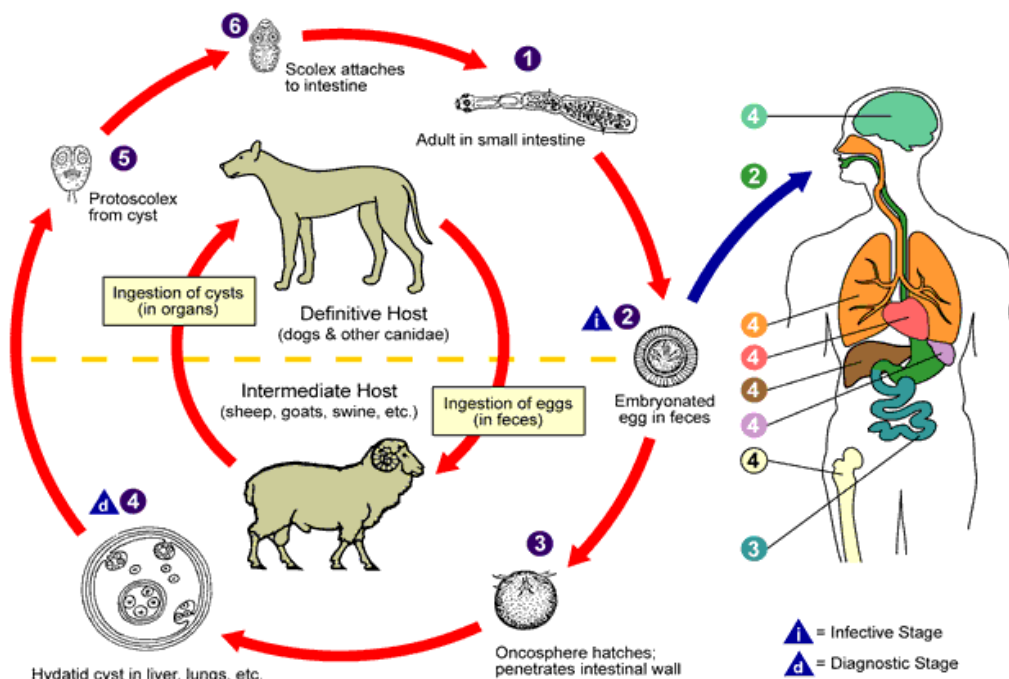
Echinococcus ortleppi je původně genotyp G5 *Echinococcus granulosus*, je adaptován na skot a jeho patogenita pro člověka je nízká (Bowles et al., 1992). Předchozí životní cykly založené na skotu ve střední Evropě, jsou přisuzováni tomuto druhu (Eckert et al., 2001 a). Pravidelné záznamy ze zabitých zvířat se začaly vyskytovat až v roce 1980 (Eckert and Thompson, 1988). Tento taxon je nyní považovaný za zaniklý v mnoha regionech či snížený na ojedinělý výskyt. Byl pouze jediný prokázaný lidský případ cystické echinokokózy způsobené tímto druhem tasemnice, a to v Nizozemí (Bowles et al., 1992).

3. 4. 2 Vývojový cyklus

Vývojový cyklus závisí na druhu tasemnice *Echinococcus*. U tasemnice *Echinococcus granulosus* (obr. 7), *Echinococcus multilocularis* a ostatních je ve většině případů definitivním hostitelem psovité popř. kočkovitá šelma. Odlišnosti nastávají v mezihostitelích těchto tasemnic.

Antolová et Reiterová (2011) uvádějí, že životní cyklus tasemnice *Echinococcus multilocularis* je převážně sylvatický u masožravců, především lišek jako definitivních hostitelů a savců, zvláště hlodavců, jako mezihostitelů.

Např. : (1) Dospělý parazit *E. granulosus* sídlí ve střevě definitivního hostitele, (2) proglotidy s oplozenými vajíčky se postupně oddělují a odcházejí s výkaly ven z těla hostitele, (3) mezihostitelé (ovce, kozy, prasata) se nakazí pozřením vajíček, ze kterých se uvolní larva - onkosféra, která proniká střevní stěnou do různých orgánů hostitele (zejména jater a plic), (4) onkosféra se v daném orgánu vyvíjí do dalšího stádia hydatidózní cysty, která se následně zvětšuje vytvářením protoskolexů a dceřiných cyst, (5) poté definitivní hostitel pozře infikovaného mezihostitele s hydatidózní cystou produkující protoskolexy, (6) skolexy se přichycují ke střevu definitivního hostitele, kde se vyvíjí v dospělého jedince (do 32 – 80 dnů). Vývojový cyklus může pokračovat u člověka, který se nakazí pozřením infikovaných vajíček (2), vajíčka se usadí ve střevech, kde se mění v onkosféry (3), a poté onkosféry putují do různých orgánů a produkují hydatidózní cysty.



Obr. 7: Vývojový cyklus tasemnice *Echinococcus granulosus* (dostupné z < <http://www.stanford.edu/class/humbio103/ParaSites2003/Echinococcus/lifecycle2.htm> >)

3.5 Definitivní hostitelé tasemnic rodu *Echinococcus*

Definitivní hostitel (DH) je ten hostitel, v němž paraziti dosahují stadia pohlavní zralosti a je zdrojem šíření vajíček v životním prostředí.

V Evropě je nejdůležitějším definitivním hostitelem tasemnice měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) liška obecná (*Vulpes vulpes*). V některých oblastech je infikováno 40 až 75 % populace. Podružnou roli vzhledem k málopočetným populacím hrají v epidemiologii echinokoků ostatní vnímavé šelmy jako psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*), vlk obecný (*Canis lupus*), šakal obecný (*Canis aureus*), kočka divoká (*Felis silvestris*) a rys ostrovid (*Lynx lynx*). Úplně vyloučit můžeme lasicovité šelmy, jako je kuna, tchoř, hranostaj, kolčava, jezevec, vydra i doma chované fretky a z kožešinových zvířat norek. Totéž platí i pro medvědovité a medvídkovité šelmy (Svobodová a kol., 2006).

Casulli et al. (2005) uvádějí, že pro diagnózu konečných hostitelů byla standardně považována technika sedimentační a odpočítávací neboli SCT, ale mezi nevýhody této techniky patří logistické nároky na udržování a zpracování liščích mršin (např. místnost pro nekropsii a mrazáky na - 80 °C k tomuto určené), potřeba zkušeného pracovníka a časově náročný postup. Serologické vyšetření je považováno za diagnosticky nevhodné kvůli nevýznamnému vztahu mezi přítomností protilátek a infekce tasemnicí. Za účelem detekce infekce tasemnice *Echinococcus multilocularis* byl vyvinut koproantigen ELISA a metody kopro - PCR. Při detekci koproantigenů ve zvířecí populaci s očekávaným nízkým výskytem tohoto parazita má ELISA pro detekci infekce vysokou negativní a nízkou pozitivní prediktivní hodnotu.

3.5.1 Liška obecná (*Vulpes vulpes*)

Brochier et al. (2007) uvádějí, že lišky obecné (obr. 8) se podílely v posledních desetiletí na přenosu virových nebo parazitických patogenních činitelů, které představují pro veřejnost zdravotní riziko a jsou významné z veterinárního hlediska. V některých státech kontinentální Evropy funguje liška obecná jako rezervoár viru vztekliny a parazitů *Echinococcus multilocularis* a *Toxocara canis*. Ty jsou zodpovědné za vzteklinu, lidskou alveolární echinokokózu a toxokarózu. Je pravděpodobné, že v městských a příměstských oblastech se riziko zoonóz zvýší z důvodu vyšší frekvence vnitrodruhového a mezidruhového kontaktu (úzký kontakt mezi hustými populacemi lišek, domácích zvířat a lidí). Stále více studií ukazuje, že liška obecná (*Vulpes vulpes*) osídlila několik velkých měst kontinentální Evropy, Severní Ameriky a Austrálie. Brusel začaly lišky osídlovat

už v 80. letech minulého století. Nedávná studie ukázala, že se vyskytují na 35 % regionu hlavního města Bruselu a hustota výskytu se pohybuje v závislosti na lokalitě od 0,6 do 4 liščích rodin na km².

V souvislosti s poměrně rozsáhlým vyšetřováním lišek v evropských zemích byla zjištěna poměrně vysoká prevalence v řadě oblastí např. ve Švýcarsku, Polsku, Rakousku, Slovensku, Německu a ve Francii (6 až 77 %). Na území České republiky nebyl výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis*, pro člověka velmi nebezpečné tasemnice, znám až do roku 1994. V České republice se průzkum výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek provádí od r. 1994, maximální výskyt byl zjištěn v krajích Západočeském (22,9 %), Severočeském (18,9 %), Jihočeském (15,9 %), Jihomoravském (14,8 %) a Severomoravském (2,5 %). V honitbách lesů a statků byl v letech 1999 - 2008 zjištěný průměrný výskyt tasemnice u 26% vyšetřovaných lišek s maximem 56 % pozitivních lišek ve vojenském prostoru Boletice. Jedná se tedy především o lokality v lesnatých oblastech s přemnožením lišek. Mezihostitelem, který zajišťuje šíření tohoto druhu, jsou ve volné přírodě myšovití hlodavci, příp. i veverky a ondatry, v jejich játrech se vyvíjí fertilní boubele. Lovem těchto mezihostitelů se lišky nakazí (Chroust a Forejtek, 2011).



Obr. 8: Liška obecná (dostupné z < [http://www.myslivo.cz/Casopis Myslivo/Myslivo/2010/Cervenec--2010/Opakovany-vyskyt-tasemnice-lisci-na-Melnicku.aspx](http://www.myslivo.cz/Casopis_Myslivo/Myslivo/2010/Cervenec--2010/Opakovany-vyskyt-tasemnice-lisci-na-Melnicku.aspx)>)

Casulli et al. (2005) uvádějí, že liščí populace žijící v alpských oblastech Itálie byly považovány za nepostížené parazitem tasemnice *Echinococcus multilocularis* až do roku 2002, kdy byly v provincii Bolzano (oblast Trentino Alto Adige) poblíž hranice s Rakouskem objeveny dvě infikované lišky.

Casulli et al. (2005) studií vyhodnotili prevalenci infekce v populaci lišky obecné v rámci pěti italských regionů. K detekci DNA tasemnice *Echinococcus multilocularis* ve vzorcích výkalů byla použita PCR metoda (polymerázová řetězová reakce). Amplikony

byly potvrzeny seskvenováním. Z 500 vzorků výkalů lišek zastřelených v oblastech Valle d' Aosta (n = 57), Ligurie (n = 44), Lombardie (n = 102), Veneto (n = 56) a Trentino Alto Adige (n = 241) bylo 24 shledáno pozitivními; všechny v regionu Trentino Alto Adige. 22 pozitivních zvířat pocházelo z provincie Bolzano a dvě pozitivní zvířata z provincie Trento. Některé z lokalit v provincii Bolzano, ve kterých byly objeveny pozitivní lišky, se shodují s místy, kde byla alveolární echinokokóza popsána u lidí v druhé polovině 19. století. Což ukazuje na dlouhodobou endemičnost zkoumané oblasti, která sousedí s endemickými oblastmi Rakouska.

3. 5. 2 Psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*)

Psík mývalovitý (obr. 9) je přizpůsobivá a poměrně razantní všežravá šelma. Psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*) byl jako kožešinové zvíře po roce 1928 introdukován do evropské části Ruska a některých území východoevropských a severoevropských států ze Sibíře a Střední Asie (Kazachstán, Kyrgyzstán). Pro šíření do Evropy jsou zřejmě nejvýznamnější Amurská a Ussurijská oblast známé svou největší rozmanitostí flóry a fauny z celého Ruska. Ve Finsku se psík vyskytuje od roku 1935, Švédsku 1945 - 1946, Rumunsku 1952, Polsku 1955, Německu a Maďarsku 1961 až 1962, Norsku 1983. Nedávno byl zaznamenán i v jižních Alpách v Itálii. Areálem jeho rozšíření jsou podle různých literárních údajů dále Slovensko, Bulharsko, Srbsko, Dánsko, Nizozemí, Francie, Švýcarsko, Rakousko, Slovinsko, Bosna. Na území České republiky se začal objevovat v oblastech severní Moravy, Slezska a severovýchodních Čech v období 1959 – 1965 a v roce 1966 zde byl také zaznamenán první jeho odlov v počtu osmi kusů. Statistické údaje Ministerstva zemědělství ČR informují, že se u nás populace psíka následně podle zjišťovaného výskytu a kolísavého odlovu zvyšovala. Na přelomu století (rok 2000) dosáhl jeho roční odlov 165 kusů. Zatímco za 30 let (1971 – 2000) bylo uloveno 774 těchto zvířat, tak za následujících devět let, tj. v období novelizovaného zákona o myslivosti, to bylo již 5515 kusů prakticky s každoročním vzestupem. Lze však předpokládat, že statistické údaje z těchto hlášení nemusí být zejména u této populace zcela úplné. Nicméně poukazují již dnes na poměrně značnou početnost tohoto zcela nového a do jisté míry nežádoucího druhu nejen pro jeho škodlivost, ale i potenciální nepříznivou zdravotní problematiku. Podle areálu původního rozšíření rozlišují šest poddruhů této psovité šelmy. V rámci jejich členění se dá usuzovat, že na území České republiky, podobně jako ve výše uvedených zemích Evropy, se s největší pravděpodobností vyskytuje poddruh *Nyctereutes procyonoides ussuriensis*, který

se do České republiky dostal z původních oblastí jihovýchodního Ruska a východní Číny migrací do severozápadní části Ruska. V období od roku 1935 - 1984 obýval v Evropě 1,4 miliónu km², což je dáno jeho značnou plasticitou v adaptaci na různé klimatické a životní podmínky. V našich honitbách nachází velmi příznivé až výborné životní podmínky (klimatické, potravní, krajinné, prostorové, nemá žádné predátory) ke svému postupnému poměrně značnému rozšíření na celém území republiky. Obtížnost jeho potenciálního odlovu a zákonným vyřazením z lovné zvěře (zák. č. 449/ 2001 Sb.) vytváří ty nejlepší předpoklady pro jeho plošné i početní šíření v krajině (Pavlásek a Bischof, 2011).



Obr. 9: Psík mývalovitý, foto J. Vogeltanz (dostupné z < <http://www.myslivo.cz/Casopis-Myslivo/Myslivo/2011/Unor---2011/Psik-myvalovity---novy-hostitel-tasemnice-mechozil.aspx> >)

Pavlásek a Bischof (2011) diagnostikovali ve Státním ústavu v Praze v říjnu a v listopadu roku 2010 první dva případy výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis* u psíka mývalovitého na území České republiky. První případ psíka mývalovitého pocházel z jedné lokality Polabské nížiny ve Středočeském kraji s požadavkem vyšetření na vzteklinu v roce 2010, po té byl dopraven do Státního veterinárního ústavu (SVÚ), kde částečnou helmintologickou pitvou celého střeva našli poprvé tasemnice *Echinococcus multilocularis*. Důkladným vyšetřením sliznice tenkého střeva v úseku 100 – 120 cm před slepým střevem se napočítalo 180 exemplářů této tasemnice. V souvislosti s tímto nálezem byly následně ve stejné honitbě a v blízkosti odlovu psíka mývalovitého cíleně uloveny dvě lišky, u kterých se rovněž potvrdil výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis*, avšak v podstatně nižší intenzitě (4 až 5 exemplářů). Druhý případ psíka mývalovitého pocházel z jedné lokality v Broumovském výběžku, též byl dopraven

do Státního veterinárního ústavu (SVÚ), kde obvyklou diagnostikovanou metodou pomocí stereomikroskopu vyšetřili sliznice tenkého střeva po celé jeho délce. V úseku 120 – 200 cm před slepým střevem se napočítalo celkem 58 exemplářů dospělých tasemnic *Echinococcus multilocularis*. V této oblasti je mývalovec loven již od roku 1976. V posledních letech se jeho početní stavy zvýšily a jeho přítomnost je zjišťována celoplošně – v lesích, skalnatém území, poblíž velkých stájí, zemědělských usedlostí a lidských obydlí ve vzdálenosti i 600 – 700 m, na okraji obcí apod. Psík je zde loven celoročně na základě povolení příslušné Správy chráněné oblasti s vědomím příslušného státního orgánu řídicího myslivost.

Doposud nebyla v zahraničí ani u nás uskutečněna systematická sledování výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis* u psíka mývalovitého a literárních údajů je velmi málo. Např. v Japonsku (jedna oblast na ostrově Hokkaido) postmortálně vyšetřili během června až září v roce 1999 třináct psíků (poddruh *Nyctereutes procyonoides albus*), z nichž u tří (23,1 %) zjistili tasemnici *Echinococcus multilocularis*. V Polsku vyšetřili 25 psíků mývalovitých s pozitivním nálezem u dvou kusů (8 %). V Německu, Polsku a Litvě se procento pohybovalo mezi 2,7 – 10 %. Výsledkem zjištění výskytu tasemnice u obou případů psíka mývalovitého z různých území v ČR naznačuje, že její frekvence výskytu může být na území ČR značně vysoká podobně jako u lišek (Pavlásek a Bischof, 2011).

3. 5. 3 Pes domácí (*Canis familiaris*)

Lenská a Svobodová (2003) uvádějí, že pes může být definitivním hostitelem tasemnice *Echinococcus multilocularis*, na území České republiky je pravděpodobně zejména mezihostitelem hlodavec hraboš polní (*Microtus arvalis*), kteří se nakazí pozřením vajíček tasemnic. Alveolární echinokokóza se může rozvinout i u psů, kteří následně přicházejí s nespecifickými symptomy, jako je např. inapetence, ztráta hmotnosti, abdominální distenze, vomitus, diarhoe, ascites atd. Podle některých autorů může k takovému typu infekce dojít poté, co se psi s rozvinutou alveolární echinokokózou nakazí pozřením infikovaných hlodavců, není však vyloučena ani možnost autoinfekce, ke které by mohlo dojít proliferací lézí do žlučovodů, následným uvolněním protoskolexů a jejich transportem žlučí přes ductus choledochus do tenkého střeva. U psů není doposud známá inkubační doba a faktory, které vedou ke vzniku onemocnění. Ve Francii bylo diagnostikováno 5,6 % pozitivních psů, ve Švýcarsku byly u psů zjištěny hodnoty v rozmezí od 0,3 do 9 % a v Německu bylo zjištěno 1,4 %.

Lenská a Svobodová (2003) detekovali v období 2000 – 2001 koproantigeny *Echinococcus* spp. u 15 psů z celkového počtu 186 vyšetřených vzorků na území České republiky, kteří pocházeli z oblastí s vysokým výskytem pozitivních lišek. Nejvíce pozitivních vzorků bylo zjištěno v Jindřichově Hradci (25 %) a naopak v Dolní Bělé a Šumperku nebyl detekován ani jeden pozitivní pes.

3.6 Mezihostitelé tasemnice rodu *Echinococcus*

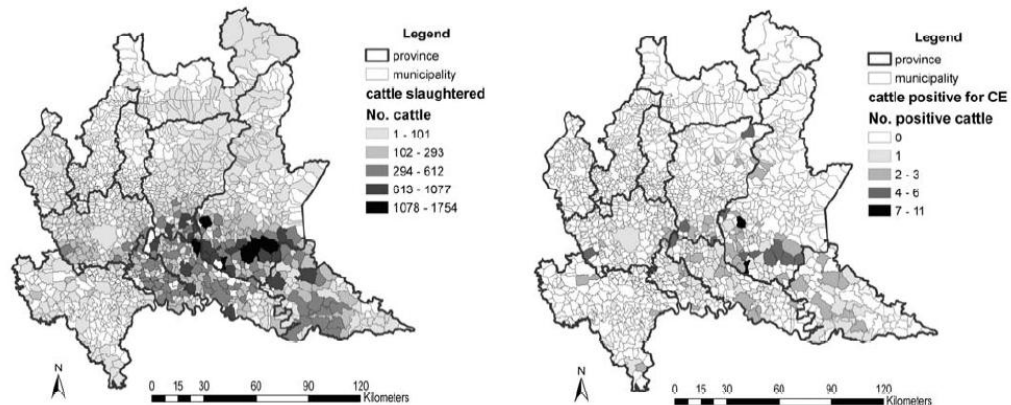
Mezihostitel (MH) je živočich, ve kterém proběhne část vývoje parazita, ale parazit v něm nedosáhne stadia pohlavní zralosti. V mezihostiteli se vyvíjí většinou tzv. infekční (invazní) stadia, která po vniknutí do definitivního hostitele mohou vyvolat nákazu.

Echinococcus granulosus

Tasemnice *Echinococcus granulosus* je přenášena mezi hostiteli na pastvinách. Definitivní hostitelem jsou psovité šelmy (velmi často psi), u kterých se ve střevě může nacházet velké množství dospělých tasemnic. Zralé články rozpadající se ve vnějším prostředí jsou zdrojem infekce pro mezihostitele – obvykle býložravci (přežvýkavci), případně člověk. V mezihostiteli se z vajíčka uvolní onkosféra, která proniká do různých orgánů a mění se na označovaný echinokok či (unilokulární) hydatidu. Působí tzv. cystickou echinokokózu. Larvy tvaru měchýře mohou v průběhu několika let dorůst velikosti až 15 cm a více. Jejich zvláštností je, že v nich dochází k asexuálnímu množení, jehož výsledkem je mnoho tisíc nových larev – protoskolexů. Nejčastěji napadeným orgánem mezihostitele jsou játra, následující plíce a další orgány. Ke zdravotním komplikacím a případnému ohrožení života mezihostitele dochází v závislosti na velikosti a lokalizaci hydatidy. V případě prasknutí hydatidy v těle mezihostitele dochází k vylití cystické tekutiny s množstvím parazitárního antigenu a vzniku anafylaktického šoku (Volf a Horák, 2007).

Manfredi et al. (2011) zkoumali přítomnost cyst tasemnice *Echinococcus* sp. u 822 ovcí, 123 koz a 112,521 skotu v regionu Lombardie severní Itálie. Analyzovali také vzorky výkalů od 40 ovčáckých psů, z nichž 8 vzorků obsahovalo vajíčka tasemnice (22,5 %), 8 vzorků bylo pozitivních koproantigenem (20 %) a 1 pes ze severní provincie (Lecco) byl pozitivní, potvrzen metodou PCR. Jejich cílem bylo vyhodnotit prevalenci cystické echinokokózy u mezihostitelů (zvířat a lidí) v Lombardii, nejvíce obývanou oblastí v severní Itálii, která má největší podíl půdy rozdělenou na zemědělské a zootechnické využití (obr. 10). Cystická echinokokóza byla zjištěna u 3 z 822 ovcí (P = 0,36 %)

a 321 z 112 521 skotu ($P = 0,29\%$) v roce 2004. U žádné z koz nebyly viděny hydatidózní cysty. Infikované ovce pocházely z jatek provincie Lecco, zatímco žádné ze 376 jehňat nebylo infikováno cystickou echinokokózou. Skot s hydatidózními cystami byli skoro všechny samice (96,9 %) v rozmezí 1 až 17 let. Množství infikovaného skotu bylo v rozmezí od 1 až 5 zvířat na farmu: 90,5 % farem měla 1 infikovaný kus, 7 % mělo 2 kusy, 1,75 % mělo 3 kusy a 0,35 % mělo 4 nebo 5 kusů. Předchozí studie na jatkách v severní Itálii ukázaly hodnotu prevalence pod 1 % u ovcí a skotu.

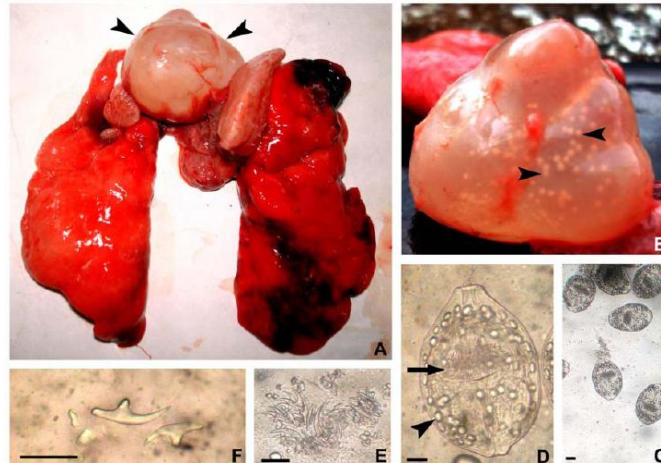


Obr. 10: Mapa ukazující celkový počet poraženého skotu (vlevo) a pozitivních zvířat s cystickou echinokokózou (vpravo) v každé obci (zdroj: Manfredi et al, 2011)

Shromážděné údaje z nemocničních záznamů pacientů infikovaných onemocněním cystickou echinokokózou z roku 2004 uvádějí 156 přijatých pacientů v Lombardii s cystickou echinokokózou (62 % mužů a 38 % žen). Cysty byly také nalezeny v plicích (13,5 %) a ostatních orgánech (7 %). Celková délka hospitalizace byla 1372 dní (1286 hospitalizovaných, 86 ambulantně). Většina pacientů (72,4 %) mělo bydliště v Lombardii a 1,9 % byli z Piedmontu; zbylých pacientů bylo ze střední a severní Itálie. Podle získaných dat cystické echinokokózy byla důsledkem hypoendemicity u zvířat v Lombardii. Rychlost prevalence u lidí bylo vyšší než se očekávalo v tomto regionu, které bylo obvykle považováno za neendemické. Stanovení prevalence cystické echinokokózy u lidí zůstává obtížným, nákladným, časově náročným a pracným úkolem. Manfredi et al. (2011) doporučují založit národní registr cystické echinokokózy s cílem upozornit na rizikové faktory a výhody klinických a epidemiologických dat.

Sreekumar et al. (2010) publikovali první případ samovolné nitrohruční mimoplicní hydatidózní cysty u brojlerového králíka chovaného v kleci (obr. 11). Přítomnost neinvazivní unilokulární cysty s typickými protoskolexy obsahující háčky (rostelum) upřednostňoval diagnózu tasemnice *Echinococcus granulosus* přes *Echinococcus multilocularis*, jako další

druh *Echinococcus*, který byl nalezen v Indii. Přítomnost oplozené hydatidózní cysty ukazuje na fakta, že králíci se mohou také chovat jako přirození mezihostitelé pro *Echinococcus granulosus*. Je docela pravděpodobné, že se králík nakazil z kontaminované trávy z pastvin, kde se vyskytovali psovité šelmy.



Obr. 11: (A) hydatidózní cysta ve střední části plic králíka. (B) přibližně kuželovité hydatidózní cysty s průhledným obsahem bělavého písku. (C) Protoskolexy (D) ukazující vápenitá tělíska a rostellum. (E) rostellární háčky. (F) složených z malých a velkých háčků (zdroj: Sreekumar et al., 2010)

Echinococcus multilocularis

Nejdůležitějšími mezihostiteli tasemnice *Echinococcus multilocularis* jsou hraboš polní (*Microtus arvalis*), hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) a ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*), dále hrabošík podzemní, norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), myš domácí (*Mus musculus*) a náhodně se může infikovat vajíčky i člověk (Svobodová a kol., 2006). Tasemnice *Echinococcus multilocularis* se přenáší především v sylvatických cyklech, neboť jeho dominantním definitivním hostitelem jsou lišky (a další šelmy). Způsob přenosu mezi hostiteli je obdobný jako u tasemnice *Echinococcus granulosus*. V mezihostiteli se vytváří larvální stádium označované jako alveokok, který působí alveolární echinokokózu. Larva napadá nejčastěji játra (asi 99 % všech případů), lze ji však najít i v dalších orgánech. Netvoří solitérní cystu, ale difúzně prorůstá okolní tkáň a imituje tak nádorové bujení (Volf a Horák, 2007).

Staebler et al. (2007) uvádějí, že ve střední Evropě jsou nejběžnější mezihostitelé tasemnice *Echinococcus multilocularis* hraboš polní (*Microtus arvalis*), hryzec vodní (*Arvicola terrestris*), norník rudý (*Clethrionomys glareolus*) a v některých regionech může mít epidemiologický význam také ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*). Nejvíce popsanych

hlodavců mezihostitelů patří do čeledi myšovití (Muridae) podřádu myšovci (Myomorpha) řádu hlodavci (Rodentia), včetně druhů běžně používaných a vysoce náchylných k experimentálním nákazám, a to křeček bavlíkový (*Sigmodon hispidus*), pískomil mongolský (*Meriones unguiculatus*) a různé druhy myši domácí (*Mus musculus*; Romig and Bilger, 1999).

Staebler et al. (2007) popisují první výskyt alveolární echinokokózy u dvou exotických druhů hlodavců v Evropě. První případ byla šestiletá činčila vlnatá (*Chinchilla lanigera*), která byla předložena veterináři kvůli nechutenství, zrychlenému dýchání a zvětšené břišní dutiny. Celková prohlídka odhalila tvrdé a bolavé břicho na pravé straně kaudálně od posledního žebra. Kvůli špatnému zdravotnímu stavu bylo zvíře utraceno a poté byla provedena pitva. V játrech byly nalezeny patologické změny, složených z mnoha malých váčků měřící v průměru 1 až 5 mm. Histologické části ukázaly nebuněčnou laminární vrstvu s tenkou vnitřní zárodečnou vrstvou a protoskolexy. Druhý případ byla 4,5 letá samice veverka Prevostova (*Callosciurus prevostii borneoensis*), kterou našli mrtvou ve venkovním oploceném areálu v zoologické zahradě v Curychu. Její strava byla složena z plodů, oříšků, semínek, květin, hmyzu a ptačích vajíček. V pitvě obsahovala játra dobře ohraničenou bílošedou masu v průměru 7 cm, tvořenou z četných malých cyst. Tato masa nahradila většinu jaterní tkáně a zabrala velkou část břišní dutiny. V dutině hrudní bylo nalezeno 10 ml čiré žluté tekutiny. Cysty měřily v průměru 5 mm a skládaly se z vnější, homogenní, eozinofilní vrstvy a vnitřní, celulární, zárodečné vrstvy. Vnitřní dutina obsahovala protoskolexy občas uspořádané v dceřiných kapslích a četná vápenitá tělíska. Vyšetření pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR) bylo v obou případech pozitivní a potvrdilo morfologickou a imunologickou diagnózu infekce metacestodním larválním stádiem tasemnice *Echinococcus multilocularis*. Infekce mezihostitelů a aberantních hostitelů se vyskytnou požitím vajíček. V případě veverky Prevostovy bylo podezření, že zvíře získalo infekci požitím kontaminovaného jídla, protože veverka se narodila a chovala v zoologické zahradě. Její klec byla obklopena liščím oplocením a tudíž přímý kontakt s liškami z vysoce endemické oblasti tasemnice *Echinococcus multilocularis* kolem Curychu může být vyloučen. Činčila byla krmena komerčně dostupným senem, krmivem určeným pro činčily a čas od času větvemi stromů nebo keřů. Z epidemiologického hlediska tyto dva případy představují infekce bez epidemiologického významu. Nicméně silná proliferace metacestodního larválního stádia tasemnice *Echinococcus multilocularis* u obou druhů zvířat s bohatou produkcí protoskolexů ukazuje, že tyto druhy by mohly být velmi citlivé k tomuto parazitovi. To může mít význam zejména v případě činčily, která představuje jednoho z největších druhů hlodavců (nad 1 kg

tělesné hmotnosti), kteří jsou citlivé k tasemnici *Echinococcus multilocularis* a chovají se jako domácí mazlíčci, ale také pro produkci kožešiny nebo jako laboratorní zvíře.

Antolová et Reiterová (2011) uvádějí nízkou prevalenci alveolární echinokokózy obvykle nalezenou u meziphostitelů. Popisovali nízký výskyt infekce larválního stádia (metacestody) v rozmezí 1 % a 7 % ve střední Evropě. Našlo se ve Švýcarsku pozitivní množství 9,1 % hryzce vodního (*Arvicola terrestris*) a 2,4 % norníka rudého (*Clethrionomys glareolus*). V České republice jeden z 229 a na Slovensku jeden ze 452 odchycených malých savců byli infikováni tasemnicí *Echinococcus multilocularis*. Naopak se poznamenalo během dvou šetření 9 % a 20 % prevalence v městě Curychu a našlo místo výskytu infekce u hryzce vodního (*Arvicola terrestris*) až 39 % v Cantonu Fribourgu ve Švýcarsku. Alveolární echinokokóza významně ovlivňuje zdravotní stav člověka, meziphostitele tasemnice *Echinococcus multilocularis*.

Meziphostitelé tasemnic v Indii

V Indii byly zpozorovány pouze 2 druhy tasemnice *Echinococcus*, přičemž *Echinococcus granulosus* se rozšířil po celé Indii a *Echinococcus multilocularis* byl zaznamenán u lidí jako sporadický patogen. Tasemnice *Echinococcus granulosus* je zoonotickou tasemnicí vývojového cyklu psů a býložravců. Tasemnice *Echinococcus granulosus* se nalézá u psovitých šelem a využívá širokou škálu zvířat včetně člověka, jako jeho meziphostitelé. Většina býložravců počítaje dobytek, ovce, kozy, prasata a koně se našla infikovaná hydatidózními cystami. Metacestodní larvální stádium bylo nalezeno u dalších druhů menších zvířat. Člověk může být také náhodně nakažen zoonotickým onemocněním, zvanou hydatidózou. Ačkoli meziphostitelé tasemnice *Echinococcus multilocularis* v Indii nebyly ještě zdokumentovány, pro tasemnici *Echinococcus granulosus* byla zaznamenána široká škála meziphostitelů býložravců (skot, ovce, kozy, koně a prasata), nákazy malých savců s hydatidózními cystami nebyly ještě zdokumentovány (Sreekumar et al., 2010).

V Indii není znám meziphostitel tasemnice *Echinococcus multilocularis*, ačkoliv pískomilové se využívali jako experimentální hostitelé oznámili přítomnost hydatidózních cyst tasemnice *Echinococcus granulosus* na území veverek. Nicméně nebyly uveřejněny zprávy o tasemnici *Echinococcus granulosus* používající zajícovce jako meziphostitele (Sreekumar et al., 2010).

3. 6. 1 Vliv infekce na graviditu meziphostitele

Navzdory dobře prozkoumané infekci způsobené tasemnicí *Echinococcus multilocularis* je nedostatek znalostí o účinku parazitické infekce na graviditu, na kolik může ovlivnit vztah mezi matkou a plodem, změnit cytokínovou imunoregulaci a v konečném důsledku způsobit i potrat. Proto se Antolová et Reiterová (2011) zaměřili na vliv sekundární infekce tasemnicí *Echinococcus multilocularis* na reprodukci myši, meziphostitelů tohoto parazita a sledování změn imunologických parametrů u nakažených matek.

Antolová et Reiterová (2011) zjistili pouze malý vliv alveolární echinokokózy způsobenou tasemnicí *Echinococcus multilocularis* na reprodukci hlodavců, meziphostitelů parazita. Studovali samičky myši Balb/c, které byly rozdělené do tří skupin. Myši ve skupině 1 a 2 byly nakažené počtem 2000 protoskolexů tasemnice *Echinococcus multilocularis* a v 60. den po infekci byli myši z 1. skupiny připuštěné. Samice ze skupiny 3 nebyly infikované a byli připuštěné ve stejný den jako myši ze skupiny 1. U infikovaných zvířat se sledovala hmotnost larvocyst a u připuštěných zvířat počet a početnost vrhů. Hmotnost larválních stádií tasemnice *Echinococcus multilocularis* byla u obou skupin podobná, poté se u matek po porodu zvýšila a až na konci experimentu se hmotnost u obou skupin vyrovnala. U sledovaných matek nebyl zaznamenán významný rozdíl v počtu vrhů, porodilo 88,3 % infikovaných a 90 % zdravých matek. Podobně rozdíl v početnosti vrhů nebyl statisticky významný, obě skupiny měly v průměru šest až sedm mláďat.

Antolová et Reiterová (2011) dále uvádějí, že prevalence alveolární echinokokózy u meziphostitelů je určena charakterem lokality, v kterém se prováděl monitoring. Krajinný model příznivý pro meziphostitele, společně s vlhkým prostředím a nízkými teplotami umožňují přežití vajíček, představují klíčové faktory nutné pro existenci hyperendemických lokalit tasemnice *Echinococcus multilocularis*. Hustota populace malých savců v přírodních podmínkách není stejná, jejich rozsah často pokrývá jen několik metrů čtverečných. Lišky navštěvují častěji lokality s vysokou hustotou populace malých savců, což vede v takových místech k akumulaci jejich výkalů obsahující vajíčka parazita. Tento jev vede k neustálé reinfekci lišek a proto více hlodavců se infikují v dosahu infikovaných lišek. Je také možné, že infikovaní meziphostitelé jsou více vystaveny predaci, protože rostoucí metacestodní larvální stádium ničí jejich jaterní tkáň a snižuje jejich pohyblivost.

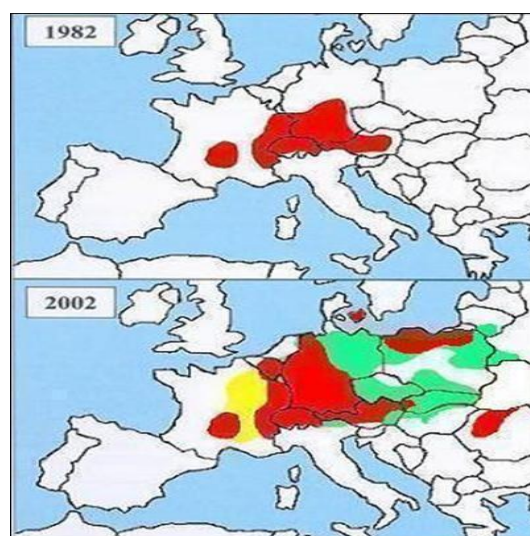
3. 7 Geografická distribuce

3. 7. 1 Rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis*

Staebler et al. (2007) uvádějí rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis*, které pokrývá severní hemisféru, endemickou oblast od severní Ameriky přes střední a východní Evropu ke střední a východní Asii včetně severních částí Japonska.

V Evropě je životní cyklus tasemnice *Echinococcus multilocularis* převážně sylvatický, což znamená, že zahrnuje divoce žijící masožravce (zejména lišky rodů *Vulpes* a *Alopex*) jako konečné hostitele a několik druhů hlodavců, zejména hryzce vodního (*Arvicola terrestris*), hraboše polního (*Microtus arvalis*) a ondatru pižmovou (*Ondatra zibethicus*) jako mezihostitele (Eckert et al., 2001 a). Nedávné studie ukázaly, že geografické rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis* je větší, než bylo popisováno dříve. V současnosti známá distribuce parazita v Evropě (obr. 12) zahrnuje oblasti ve 14 státech. Prevalence infekce u lišek ukazuje na vysokou variabilitu mezi státy a v endemických oblastech se pohybuje mezi hodnotami nižšími než 1 až po více než 60 % (Eckert and Deplazes, 1999).

Až do konce 80. let minulého století se mělo za to, že endemické oblasti tasemnice *Echinococcus multilocularis* jsou omezeny na části Rakouska, Švýcarska, Německa a Francie. Během 90. let a počátkem první dekády 21.století se prevalence infekce mezi liškami v několika endemických oblastech zvýšilo a zároveň byla objevena nová ohniska v Belgii, Polsku, České republice, Lucembursku, Nizozemsku, Slovenské republice a Maďarsku (Brochier, 2007).



Obr. 12: Rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis* v Evropě, červená barva: Výskyt parazita zjištěn u lidí i volně žijících zvířat. Zelená barva: Výskyt parazita byl potvrzen pouze u volně žijící zvířat. Žlutá barva: Bylo potvrzeno pouze onemocnění člověka. Bílá barva: Výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis* nebyl zjištěn (dostupné z <<http://www.myslivo.cz/Casopis-Myslivo/Myslivo/2006/Listopad-2006/Nebezpeci-echinokokozy-v-prirode.aspx>>)

Česká republika

Výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis* se postupně rozšiřuje. V České republice proběhlo plošné sledování tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek v letech 1994 až 1998. Průměrný výskyt se v různých krajích pohyboval v rozmezí 2,5 % až 22,9 %. Nejnižší výskyt byl ve středočeském kraji. Extrémně vysoký byl zjištěn v oblasti Českého Krumlova a Klatov (63,3 % až 70,6 %). V téže oblasti bylo prováděno v roce 2003 až 2004 vyšetření trusu psů a koček. Echinokokóza byla zjištěna u 8,1 % psů, jejichž majitelé potvrdili častý pobyt v přírodě a lov hlodavců. U koček s volným pohybem byl výskyt echinokokózy 3,7 %. Na Klatovsku se vyskytl v roce 1979 dosud jediný případ alveolární echinokokózy člověka v České republice (Svobodová a kol., 2006).

Problematické výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis*, zejména u lišek, příležitostně i jiných šelem, je v oddělení patologie a parazitologie Státního veterinárního ústavu v Praze (SVÚ) věnována zvýšená pozornost již od roku 1994 v rámci metodiky kontroly zdraví Státní veterinární správy České republiky. První pozitivní nález tasemnice se zjistil na území ČR počátkem září 1995 u lišky pocházející z Prachatic. Od této doby,

tj. za 15 let se vyšetřilo více než 10 tisíc lišek z krajů českých, Vysočiny a jižní Moravy. Nejvíce pozitivních nálezů (více než 40 %) pochází z oblastí jižních, západních a severních Čech (na Českokrumlovsku v některých měsících roku byla frekvence výskytu dokonce 100 %), což odpovídá hodnotám, které jsou uváděny v odborné literatuře pro oblasti s tradičním výskytem např. v Rakousku, Německu, Francii, Švýcarsku, ale i na Sibiři, Aljašce, v Číně a v Japonsku (obr. 14). V ostatních námi prošetřovaných krajích činily pozitivní nálezy až 20 %. Systematické sledování výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis* je v souladu se Směrnicí 2003/99 ES Evropského parlamentu a Rady EU o monitoringu zoonóz a jejich původců zařazené do skupiny „A“ platné pro všechny členské země EU (Pavlásek a Bischof, 2011).

V letech 1995 – 1998 bylo vyšetřeno na okrese Mělník 80 lišek (obr. 13), výsledek vyšetření byl negativní. Na okrese Mělník bylo při této příležitosti vyšetřeno na alveolární echinokokózu v roce 2005 celkem 8 lišek a v roce 2006 celkem 12 lišek. Výsledky vyšetření byly negativní. Avšak od roku 2007, kdy byla potvrzena první nakažená liška, dochází k opakovanému výskytu a výskyt je stále častější. Nejvyšší výskyt tasemnice liščí byl zjištěn v lokalitě Hořín (3000 tasemnic ve střevě lišky) a dále v lokalitě vodárna Mělnická Vrutice (1200 tasemnic ve střevě lišky). Zatím poslední pozitivní zjištěná liška je z lokality Vysoká – Kroužek a byla laboratorně potvrzena v roce 2010. Avšak je třeba počítat s tím, že každý další den může být zjištěn nový případ. Jednotlivé lokality s pozitivním zjištěním nakažené lišky jsou vyznačeny na mapě sledované oblasti (Šmolík a Straková, 2010).

Vyšetřované lišky jsou dospělá zvířata, protože monitoring echinokokózy se dělá v rámci depistáže vztekliny. Ročně je naplánováno na vyšetření na alveolárního echinokoka 15 lišek, takže vyšetření se nedělá u všech ulovených lišek. Kontaminovány mohou také být užitkové zahrady na okraji lidských obydlí, které jsou přístupné volně žijícím a nebo volně pobíhajícím psovitým a kočkovitým šelmám. Z domácích šelem jsou podstatně náchylnější psi a kočky. Zdrojem nákazy jsou hlodavci, kteří jsou mezipřenositeli pro tasemnici *Echinococcus multilocularis*. Psi a kočky se nakazí pozřením nakažených hlodavců. Koncem 80. let a začátkem 90. let v západní Evropě vakcinace lišek proti vzteclině i v zemích tzv. východního bloku (tj. také v České republice), a to se projevilo zdvojnásobením až trojnásobením populace lišek, a tím také větší možností rozšíření choroby (parazita). Při vyšším výskytu lišek dochází ke změnám stravovacích návyků u lišek a k jejich přibližování k lidským obydlím, tzv. urbanizaci lišek. To představuje zvýšené nebezpečí pro šíření chorob přenosných na lidi (Šmolík a Straková, 2010).



Obr.13: Výskyt *E. multilocularis* na Mělnicku: 1. výskyt – Obříství / Libiš (březen 2007), 2. výskyt – Obříství / Libiš (duben 2007), 3. výskyt – Kly/Obříství Kly (červen 2007), 4. výskyt – Hořín (2008), 5. výskyt - Skramouš (březen 2009), 6. výskyt – Úpor (březen 2009), 7. výskyt – Mlékojemy (duben 2010), 8. výskyt – Vesňany (duben 2010), 9. výskyt – vodárna Mělnická Vrutice (duben 2010), 10. výskyt – Jelenice (květen 2010), 11. výskyt – Vysoká / Kroužek, květen, 2010 (dostupné z < <http://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2010/Cervenec--2010/Opakovany-vyskyt-tasemnice-lisci-na-Melnicku.aspx> >)

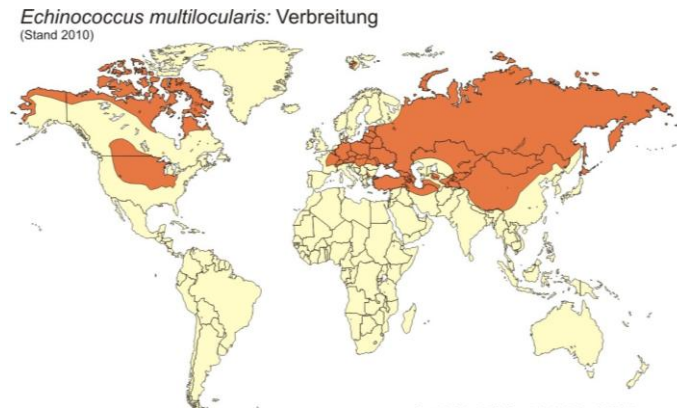
Slovensko

Antolová et Reiterová (2011) uvádějí první výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis* objevenou v roce 1999 na Slovensku. Poslední studie u lišek obecných (*Vulpes vulpes*) ukázala 31,1 % celkovou prevalenci parazita, s nejvyšší prevalencí v severních částech země. V některých oblastech odhadovaná prevalence přesáhla 60 %. Regionální rozdíly a mezi ročním kolísáním prevalence tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek může ovlivňovat hodně okolností. Kromě klimatických změn a dalších ekologických faktorů, hustota populace mezipřehoditelů této tasemnice se zdá být nejdůležitějším faktorem. V rámci prováděného výzkumu mezi rokem 2000 a 2004 se pozoroval úzký vztah mezi prevalencí tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek a hojností malých savců. První případy alveolární echinokokózy člověka byly diagnostikovány v roce 2000 a v dalších letech přibyly tři nové případy (Svobodová a kol., 2006).

Švýcarsko

Stieger et al. (2002) sledovali v letech 1998 – 2000 výskyt tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek a drobných hlodavců v městské a příměstské části Curychu. Metodou

ELISA detekovali výskyt koproantigenů v 156 vzorcích trusu lišek z celkového počtu 604, metodou PCR byla diagnostikována infekce u 55 z 889 vyšetřených hlodavců rodu *Arvicola terrestris* a 1 z 83 *Clathrionomys glareolus*.



Obr. 14: Rozšíření tasemnice *Echinococcus multilocularis* (dostupné z <[www. paras.uzh.ch](http://www.paras.uzh.ch)>)

Estonsko

V Estonsku bylo zjištěno 5 pozitivních lišek ze 17 ulovených v období od února do prosince 2003. Byl to první záchyt parazita v Estonsku, ale zároveň i nejvěrnější popsany výskyt u lišky obecné na evropském kontinentu (Moks et al., 2005).

Belgie

Brochier et al. (2007) uvádějí, že v Belgii bylo přenašečství tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek poprvé zaznamenáno v roce 1991. Další studie provedené od té doby na liškách z venkovských oblastí celého státu ukázaly vysokou prevalenci (33 %) na jihovýchodní náhorní plošině Arden a odhalily klesající severozápadní gradient prevalence. V severozápadní nížině, kde nadmořská výška zřídka překročí 100 m. n. m., byla prevalence tasemnice *Echinococcus multilocularis* nejnižší: 1,7 % ve Flandrech a 1,6 % v nížinné plošině oblasti Hesbaye. Mohlo by to souviset s mírnějšími klimatickými podmínkami a s odlišným charakterem a využitím půdy, která tak může být méně vhodná pro udržování životního cyklu tasemnice. Člověk je infekcí ohrožen ve všech oblastech, kde se tasemnice vyskytuje u lišek, protože právě ty jsou zodpovědné za kontaminaci prostředí infekčními vajíčky. Kočky a psi jsou také považováni za potenciální zdroj infekce lidí, ačkoliv prevalence je u těchto hostitelů nižší než u lišek. Od roku 1999 bylo v Belgii diagnostikováno osm případů alveolární echinokokózy u lidí a infekce byla s největší pravděpodobností získána přímo v místě.

Polsko

V Polsku došlo rovněž navýšení výskytu u lišek, v roce 2004 byl průměrný výskyt 29 %, přičemž výrazně vyšší výskyt byl zaznamenán v severních oblastech. Pozitivních bylo také 5 % psíků mývalovitých. V Polsku bylo dosud diagnostikováno 40 případů alveolární echinokokózy člověka (Svobodová a kol., 2006).

Maďarsko

V Maďarsku probíhalo vyšetření lišek v letech 2003 až 2005 a potvrdilo výskyt v různých oblastech v rozmezí 3 % až 26 %. První případ alveolární echinokokózy člověka v Maďarsku byl potvrzený v roce 2006 (Svobodová a kol., 2006).

3. 7. 2 Výskyt tasemnice *Echinococcus granulosus* v Africe

Inangolet et al. (2010) zjistili vysokou prevalenci a intenzitu infekce tasemnice *Echinococcus granulosus* v psí populaci v pasteveckých oblastech v okrese Moroto v Ugandě. Studii v průběhu srpna 2007 až března 2008 zkoumali rozšíření a intenzitu infekce tasemnice *Echinococcus granulosus* v pitevním vyšetření 327 psů (z toho bylo 106 domácích, 80 na půl ochočených a 141 toulavých psů; z toho 163 fen a 164 psů). Celková prevalence tasemnice *Echinococcus granulosus* byla 66,3 % (95 % CI = 60.8 - 71.4) s parazitickou zátěží 6 - 5,213 mezi nakaženými psi. Prevalence tasemnice *Echinococcus granulosus* byla především spojená s ročním obdobím, ale také s věkem a chovem zvířat. Zatímco psi měli spíše vysokou parazitickou zátěž v období deště než sucha, mladí psi byly více ohroženi infekcí tasemnicí *Echinococcus granulosus* než dospělci. Rovněž toulaví psi byli více ohroženi. Další studie se musí provést u člověka a mezipositelů k objasnění cyklu přenosu, která by napomohla navrhnout vhodná kontrolní opatření.

V Ugandě nejsou žádné informace o celostátní prevalenci tasemnice *Echinococcus granulosus* u psů; tedy relativní stupeň rizika nákazy pro člověka nemůže být upřesněno. Dřívější studie prováděná v místě Turkana okres Keňa, odhalila prevalenci 39,4 % a také nejvyšší výskyt lidské hydatidózy na severu okresu Turkana, v severozápadní Keni. V sousedním Karamojong žije v okrese Moroto v Ugandě pastevecká komunita, která chová velký počet ovcí, koz a skotu a menší populaci oslů a velbloudů (KADP 2006). Chovají psy z různých důvodů podle jejich individuálních požadavků. Domácí psi poskytují ochranu proti útokům divokých zvířat, jako jsou lišky a slouží jako stráž pro jejich hospodářská zvířata. Na půl ochočení psi se používají k ochraně a k lovu. Část populace toulavých psů v okrese

Moroto jsou často viděny požíváním odpadků kolem usedlostí často zmiňované Manyatas. Doposud žádná studie nedoložila výskyt tasemnice *Echinococcus granulosus* jak u psů tak u mezipřenositelů v žádné části Karamoja, Moroto. Nicméně, epidemiologické faktory, které mohou napomáhat přenosu a šíření infekce u psů a lidí v pasteveckých komunitách, se vyskytují právě v jejich částech obydlí, kde poráží ovce, kozy a skot v nehygienických podmínkách. Zkažené vnitřnosti z těchto zvířat se často nabízely psům (obr. 15), psi mohli pít vodu z nádob s pitnou vodou určenou pro lidi. Pastevci konzumují potravu za nehygienických podmínek, neumytí rukou (Inangolet et al., 2010).

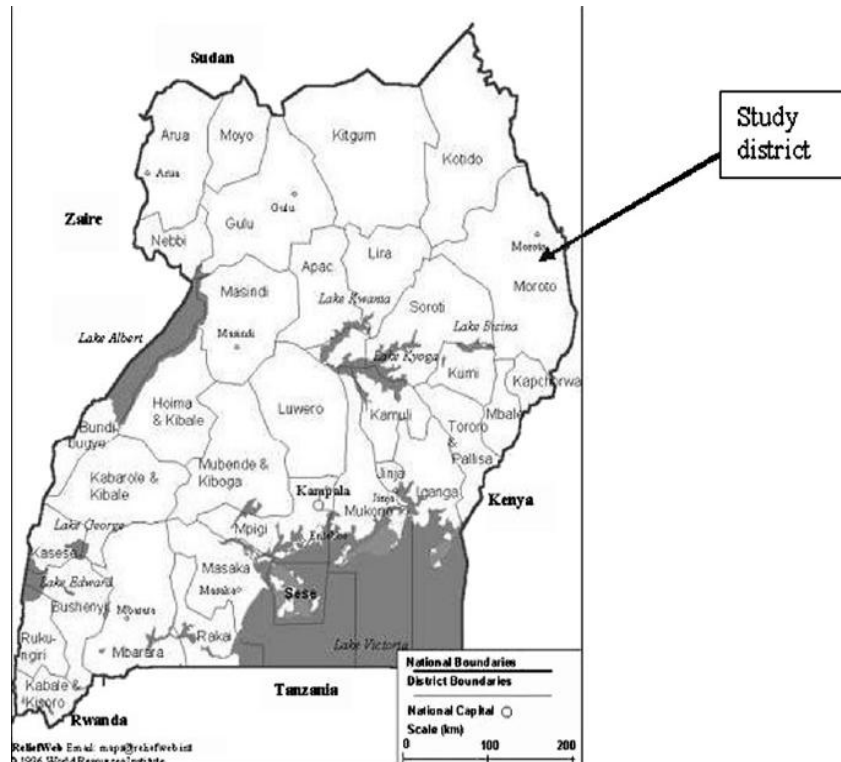
Poslední nemocniční záznamy mezi Karimojong a západní Ugandou ukázaly v průměru 20 hlášených případů ročně cystické echinokokózy v nemocnicích Karamoja a Mbarara v západní Ugandě. Nálezy ukazují, že cystická echinokokóza je vážným zdravotním a ekonomickým problémem v Ugandě. Cílem této studie bylo zjistit šíření intenzity nákazy tasemnicí *Echinococcus granulosus* v psí populaci v okrese Moroto v Ugandě (Inangolet et al., 2010).



Obr. 15: Psi pojídající vnitřnosti (zdroj: Moro et Schantz, 2009)

Inangolet et al. (2010) chtěli identifikovat možné určující demografické a zemědělské faktory, které přispívají k prevalenci a intenzitě infekce. Studie prokázala vysokou prevalenci nákazy tasemnicí *Echinococcus granulosus* v psí populaci v okrese Moroto. Ve srovnání měli psi ve věku 5 let a méně vyšší parazitickou zátěž než psi starší 5 let, je to pravděpodobně způsobeno získanou imunitou u starších psů. Podobný věkově specifický vývoj byl pozorován u psí populace v Kazachstánu, Keni, Libyi a Wales. Větší nákaza byla zjištěná u toulavých psů než u domácích psů, jelikož toulavým psům bylo umožněno konzumovat vnitřnosti z porážky přežvýkavců v oblasti, což vedlo k šíření infekce. Shodovalo se s provedenými dřívějšími studiemi, které označili požívání vnitřností psy za zdroj nákazy tasemnicí *Echinococcus granulosus*. Jedním z důvodů vyšší prevalence

a intenzity infekce bylo pravděpodobně deštivé období. Během měsíců srpna a září 2007 bylo velké množství deště a povodní v okresu Moroto, to způsobilo smrt velkého množství hospodářských zvířat (MDLG 2007) a to mohlo vést k vyšší intenzitě nákazy a prevalence.



Obr. 16: Mapa Ugandy, studovaná oblast Moroto (zdroj: Inangolet et al., 2010)

Inangolet et. al. (2010) zaznamenali v obou případech, že psi mající přístup k mrtvým zvířatům, byli nakaženi hydatidózními cystami. Zdá se, že v polosuchém africkém prostředí infekce prevalence *Echinococcus granulosus* je spojena s měnícími klimatickými podmínkami. V Moroto, Turkana je povrchová voda potenciálním zdrojem nákazy hydatidózou, jelikož teplotní rozmezí za ekologických a klimatických podmínek během deštivého období napomáhá šíření parazita, protože umožňuje vajíčkům echinokoka přežít alespoň 2 týdny. Naopak prevalence a výskyt infekce u psů je nižší v období sucha, vyšší teplota v Moroto zapříčiní vysušení parazitických vajíček, tím se snižuje procento nákazy.

Inangolet et al. (2010) uvádějí, že jejich zjištění nízké prevalence a intenzity infekce během suchého období se neshodovaly se studii provedenými v Masailand, Keni, kde zvyšování intenzity infekce se nezpozorovalo u psů po delší době sucha. V Íránu se ukázalo, že intenzita infekce byla vyšší u psů než u fen. Geografický původ psů neovlivnil prevalenci nebo stupeň intenzity v okresu Moroto. Vysoká prevalence a intenzita infekce tasemnice *Echinococcus granulosus* u psů v okresu Moroto (obr. 16) je známkou dobře

etablovaného vývojového cyklu a šíření parazita v oblasti. Je zřejmé, že v této oblasti jsou lidé ve vysokém riziku nákazy hydatidózou a to vyžaduje další vyšetřování v prostředí pastevců, kde ekologické a hygienické parametry jsou extrémně špatné. Migrace karamojongských pastevců se stády a psy živící se vnitřnostmi by přispěla k vyššímu rozptylu a šíření vajíček echinokoka. Potenciál šíření hydatidózy u lidí v této oblasti je vysoká (Inangolet et al, 2010).

3.8 Onemocnění způsobené tasemnicemi rodu *Echinococcus*

Problematika alveolární a cystické echinokokózy byla v popředí zájmů kliniků a patologů již v minulosti. Představa, že jejich původcem je jeden druh tasemnice, přetrvávala až do roku 1875. Teprve koncem minulého a počátkem tohoto století bylo na základě výsledků mnoha autorů, kteří dávali zkrmovat echinokoky ze zvířat a člověka psům, prokázáno, že různé typy hydatidózy jsou vyvolány různými druhy tasemnic. Původcem cystické echinokokózy je larvální stádium (jednokomorová, unilokulární cysta) druhu *Echinococcus granulosus*, která se může vyvíjet v jakémkoli orgánu. Většina pacientů (až 80 %) má zasažen pouze jeden orgán. Přibližně ve dvou třetinách případů jsou to játra, a přibližně u 20 % nemocných je cysta lokalizována v plicích. Původcem alveolární echinokokózy je larvální stádium (mnohokomorové, multilokulární měchýřky) druhu *Echinococcus multilocularis*. Alveokok se podobá zhoubnému nádoru. Liší se však od něho velmi pozvolným dlouhodobým vývojem. Larvální stádia (metacestody) *Echinococcus multilocularis* jsou lokalizována téměř výlučně v játrech – infikován je převážně pravý lalok, avšak zasažen může být i jaterní hilus zároveň s jedním nebo oběma laloky. Parazit se množí exogenním pučením, s tendencí šířit se na další orgány infiltrací nebo tvořením metastáz. Parazitární léze se mohou pohybovat od ložisek dosahujících velikosti pouze několik milimetrů až do velkých oblastí infiltrace o průměru 15 – 20 cm i více. Primární lokalizace larválních stádií mimo jater např. v mozku, plicích apod. jsou velmi vzácné. Pokud není onemocnění včas diagnostikováno (základními metodami jsou ultrasonografie, angiografie, počítačová tomografie, vyšetření punkční jehlovou biopsií a imunologická metoda s použitím reakcí ELISA a různých EM antigenů), končí podle nejrůznějších údajů během 5 až 15 let z více než 90 % letálně (Pavlásek, 1998).

Moro et Schantz (2009) uvádějí šest druhů rodu *Echinococcus*, z nichž čtyři představují závažná zdravotní rizika pro člověka. Kromě dobře zmíněných druhů

Echinococcus granulosus a *Echinococcus multilocularis* druhy *Echinococcus vogeli* a *Echinococcus oligarthus* jsou původcem polycystické echinokokózy.

Alveolární echinokokóza (AE) a cystická echinokokóza (CE) jsou závažná onemocnění, která jsou způsobena metacestodním larválním stádiem tasemnic *Echinococcus multilocularis* a *Echinococcus granulosus*. Nakažení meziphostitele (domestikovaná zvířata, hlodavci a lidé) je zahájeno perorálním příjmem tzv. infekčními vajíčky, které obsahují 1. larvální stádium - onkosféru. Jednou z aktivovaných v žaludku a střeva meziphostitele jsou onkosférické poklopy z vajíčka, které aktivně pronikají střevní bariérou a následně získají přístup k vnitřním orgánům, kde prodělávají metamorfózu k 2. larválnímu stupni (metacestody). Váčky metacestodního larválního stádia tasemnice *Echinococcus granulosus* primárně postihují hostitelova játra a plíce a mohou se rozvinout do masivních hydatidózních cyst obsahující vnější, acelulární laminátovou vrstvu složenou z karbohydrátů, ke které jsou připojeny parazitické a hostitelské proteiny, právě tak jako vnitřní zárodečná vrstva, která oplozuje početné protoskolexy v pozdější době v místě nákazy (Brehm, 2010).

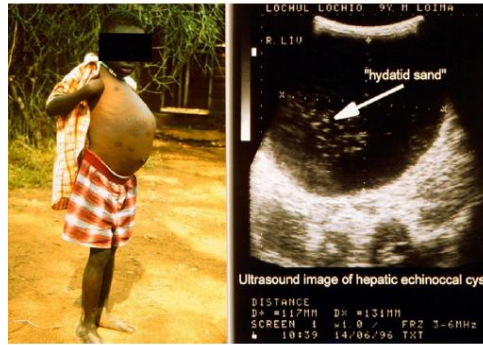
Na rozdíl od tasemnice *Echinococcus granulosus*, larvální stádia tasemnice *Echinococcus multilocularis* ukazují velmi silný orgánový tropismus k játrům meziphostitele. Váčky jsou strukturálně podobné jako u tasemnice *Echinococcus granulosus*, ale s hodně tenčí laminátovou membránou. Váčky metacestodního larválního stádia tasemnice *Echinococcus multilocularis* mohou nejen růst do rozměrů, ale také produkovat dceřiné váčky skrz pučení, které má za následek komplexní, multivesikulární, parazitickou tkáň rostoucí infiltrativně, jako maligní tumor na okraji hostitelské tkáně. V pozdější fázi v místě nákazy, jsou protoskolexy oplozeny ze zárodečné vrstvy a poté přejdou požitím meziphostitele do definitivního hostitele. Na rozdíl od tasemnice *Echinococcus granulosus*, metacestodní larvální stádium tasemnice *Echinococcus multilocularis* má schopnost k metastázi, tvárně rozšiřující parazitická tkáň v sekundárních orgánech jako je mozek, srdce či ledvina během dlouhotrvajících nálezů. Navzdory odlišným morfologickým znakům metacestodních larválních stádií tasemnic *Echinococcus multilocularis* a *Echinococcus granulosus* se předpokládá, že počáteční fáze parazitárního založení v různých cílových orgánech je převážně identické alespoň z hlediska biologie. Zásadní pro biologii všech ploštěnců je populace totipotentních somatických kmenových buněk, zvané neoblasty, které mají velké regenerační schopnosti a morfologickou plastičnost uvnitř volně žijících ploštěnek (Turbellaria). Uvnitř parazitických ploštěnců (motolic a tasemnic), se funkční ekvivalenty neoblastů nazývají zárodečné buňky, regenerační buňky nebo často kmenové buňky, v závislosti na terminologii. Nicméně, navzdory různé terminologii se předpokládá,

že základní biologické funkce včetně regulačních mechanismů zachování kmenových buněk a diferenciací, jsou především rozděleny mezi neoblasty volně žijících a parazitických ploštěnců a tedy tento buněčný typ hrál hlavní roli v evoluci složitého vývojového cyklu motolic a tasemnic. Somatické kmenové buňky jsou přítomné v oblasti krčku dospělé tasemnice, kde neustále dochází k tvorbě nových článků (proglotidů). Uvnitř článků (proglotidů) somatické kmenové buňky poté zahájí tvorbu pohlavních buněk a po pohlavním rozmnožování se nově tvoří v onkosféře. Po nákaze mezihostitele se kmenové buňky onkosféry podílejí na tvorbě metacestodního larválního stádia, předpokládá se, že kmenové buňky jsou připevněné na zárodečnou vrstvu a jsou také klíčové pro tvorbu protoskolexu v pozdější fázi infekce. Ačkoli druhy tasemnic jako *Echinococcus granulosus* jsou klinicky více významnější z hlediska množství infekcí, které způsobují na celém světě, tasemnice *Echinococcus multilocularis* může být uměle vypěstována za mnohem jednodušších laboratorních podmínek, je nezbytné provést molekulární studie týkající se interakce hostitel a parazit. Na rozdíl dalších dvou druhů, larvální zárodky tasemnice *Echinococcus multilocularis* se mohou běžně udržovat v dutině pobřišnice laboratorních zvířat a již se velmi úspěšně používá v in vitro kultivaci (Brehm, 2010).

3. 8. 1 Cystická echinokokóza

Inangolet et al. (2010) uvádějí, že tasemnice *Echinococcus granulosus* je považována u býložravců, lidí (obr. 17), šelem za nejzávažnější parazitickou zoonózu ekonomického a zdravotního významu v rozvojových zemích. Vzhledem k tomu, že domestikace psů před 14 000 lety, v blízkém vztahu člověka a psa umožnilo šíření asi 50 onemocnění, jednou z nejdůležitějších je echinokokóza/hydatidóza způsobená tasemnicí *Echinococcus granulosus*. Lidská cystická echinokokóza způsobená larválním stádiem tasemnice *Echinococcus granulosus* zůstává hlavním zdravotně veřejným problémem v několika kontinentech a objevenou nákazou v několika státech.

Manfredi et al. (2011) uvádějí, že cystická echinokokóza nebo hydatidózní onemocnění zapříčiněné tasemnicí *Echinococcus granulosus* je jednou z nejvíce rozšířených parazitických onemocnění ve středomořském regionu. Onemocnění je endemické v Itálii, nejvíce převládající v severních regionech a ostrovech Sardinie a Sicílie.



Obr. 17: Chlapec s břišní distenzí způsobenou cystickou echinokokózou vyskytující se v játrech, jak je vidět na ultrazvuku (zdroj: Moro et Schantz, 2009)

3. 8. 2 Alveolární echinokokóza

Alveolární echinokokóza je jednou z nejzávažnějších a život ohrožující zoonóz na světě, způsobená metacestodním larválním stádiem liščí tasemnicí *Echinococcus multilocularis*. Hlavně díky dostupnosti parazita v in vitro kultivaci, se tento parazit vyvinul do experimentálního modelového systému k studii vývoje larvy tasemnice a podporoval interakci hostitele a parazita. Jednotlivé postupy obsahují založení axenických in vitro kultivačních metod pro larvu parazita, kde na začátku vývoje váčků metacestodního larválního stádia z totipotentních parazitických kmenových buněk mohou být rozpuštěny za kontrolovaných laboratorních podmínek. Série evolučně signalizujících molekul inzulinu, epidermální růstový faktor a transformující růstový faktor β jsou schopné k funkční interakci s příslušnými cytokiny hostitele, které byly popsány v tasemnici *Echinococcus multilocularis* a s největší pravděpodobností hrají rozhodující roli v parazitárním vývoji v játrech mezihostitele (Brehm, 2010).

Patologickoanatomické změny jater u osob postižených alveolární echinokokózou byly popsány již v letech 1852 – 1854 a pojmenovány jako alveolární koloid nebo karcinom s regresivním průběhem. Parazitární původ těchto útvarů byl určen v roce 1855. K infekci člověka dochází orální cestou. Všeobecně se předpokládá, že člověk se nakazí při požití rostlinné potravy (zeleniny, lesních plodů) kontaminované vajíčky z exkrementů infikovaných lišek (Pavlásek, 1998).

Vývoj parazita v člověku je obdobný jako u hlodavců, larvocysty však dosahují během několika let značné velikosti a nevyvíjejí se pouze v játrech, ale i v ostatních orgánech. Alveolární echinokokóza člověka se rozvíjí záludně, dlouhodobě 10 až 15 let, v pokročilém stádiu způsobuje těžké onemocnění poznamenané až smrtí. Parazit se rozrůstá

podobně jako novotvar s možností tvorby metastáz v mozku a v plicích. Z počátku probíhá onemocnění skrytě, až po několika letech se u pacientů začne projevovat únava a úbytek hmotnosti. Postupně se rozvíjí typický obraz onemocnění. Období bez příznaků onemocnění však může trvat i více než 10 let. Diagnostika je složitá spočívá ve vyhodnocení výsledků zobrazovacích metod (USG, CT), laboratorních testů a klinického vyšetření pacienta. Rovněž léčba je velmi náročná. Z lékařského hlediska je preferován rozsáhlejší chirurgický zákrok, kterým je odstraněna postižená i okolní tkáň. Chirurgický zákrok je doplněn podáváním antiparazitik ze skupiny benzimidazolů. V případech, kdy chirurgický zákrok nemůže být proveden, je nutná mnoholetá až celoživotní chemoterapie. Omezeně může být navržena i transplantace jater. Naproti tomu hostitelství dospělců tasemnic *Echinococcus multilocularis* (lišky, psi, kočky) je bez jakýchkoli příznaků, i když se může jednat o stovky až tisíce jedinců. Cirkulace tasemnice *Echinococcus multilocularis* především v přírodním cyklu omezuje možnosti účinné likvidace parazita. Podobně jako při eliminaci jiných chorob (vzteklina, mor prasat) se ověřovalo použití návnad s antiparazitárním léčivem praziquantel, který je specifický a účinný lék na tasemnice. Je netoxický i pro jiné druhy volně žijících zvířat, a proto i v případě přijetí návnady necílovými živočichy nehrozí žádné zdravotní riziko. Experimentálně byla tato metoda ověřována na Slovensku. Ve třech lokalitách byly umístěny návnady v počtu 20 kusů na km² každé 4 týdny po dobu 6 měsíců. Už při druhé aplikaci se projevil výrazný pokles ve dvou lokalitách. Na třetí, kde byla vysoká hustota populace divokých prasat, nebyly návnady účinné (Svobodová a kol., 2006).

Pro snížení rizika nakažení lidí alveolární echinokokózou v rizikových oblastech s vysokým výskytem tasemnic u lišek se doporučuje terapie psů a koček ve čtyřtýdenních intervalech, které odpovídají době nutné k dosažení zralosti a vylučování vajíček tasemnicí, přípravkem obsahujícím praziquantel samostatně nebo v kombinaci s látkami účinnými na hlístice (škrkavky). Tato vysoká frekvence je opodstatněná, jestliže se zvířata pohybují volně v přírodě, loví a požírají hlodavce. Ostatní psy a kočky preventivně odčervujeme podle doporučení veterinárního lékaře, zpravidla dvakrát ročně. Vzhledem na závažnost alveolární echinokokózy je nejdůležitější prevence. Především osoby, které jsou vystaveny riziku nakažení, musí důkladně znát cesty infekce, aby se mohly účinně chránit. Primárním zdrojem jsou vajíčka tasemnice *Echinococcus multilocularis*. K nakažení dochází požitím vajíček, která se nacházejí na kontaminované zelenině nebo lesních plodech, které jsou konzumovány čerstvé. Vajíčka jsou také na povrchu půdy, trávě, spadlých větvích. Mohou být i na srsti psa či kočky. Přežívají také ve vodě, a proto je nevhodné pít vodu z lesních studánek a neznámých vodních zdrojů. Největšímu riziku jsou vystaveni obyvatelé oblastí

s vysokým výskytem echinokoků u lišek, zejména myslivci, lesníci a lesní zaměstnanci, sběrači lesních plodů a hub, farmáři a zahrádkáři. Nejlepší ochranou je osobní kontrola svého chování v lese (pitnou vodou s sebou, nežvýkat stébla nebo větvičky), pozor na špinavé ruce, nekonzumovat potraviny při práci, jíst pouze omytou syrovou zeleninu a ovoce. Frekvence podávání účinných prostředků proti tasemnicím psů a kočkám by se mělo odvíjet od místa bydliště a způsobu života, především možnosti lovit hlodavce. Alveolární echinokokóza je závažné onemocnění a stejně jako při ostatních zoonózách a přenosných onemocněních je nezbytné znát nejen zdroj a přenos infekce, ale i opatření, kterými se můžeme chránit své zdraví a předejít tak zatížení dlouhodobou náročnou terapií (Svobodová a kol., 2006).

Nejvýznamnější oblastí výskytu jsou Aljaška, Sibiř, severní Čína, ale byla zjištěna i v mnoha oblastech zejména západní Evropy. Až do nedávné doby převládal názor, že se výskyt alveokokózy v Evropě omezuje výhradně na některé oblasti Německa, Rakouska, Švýcarska, Francie a část bývalého SSSR. V posledních letech však v souvislosti se zvýšenou pozorností na parazitofaunu lišek v důsledku narůstání jejich populací od šedesátých let byla tato drobná tasemnice zjištěna v řadě dalších zemích, včetně České republiky. V řadě okresů, hlavně v západní části státu bylo zjištěno nakažení až 20 – 30 lišek. Lze předpokládat, že se zde paraziti vyskytovali i v minulosti, ale pro malé rozměry unikali při vyšetření pozornosti. Na základě dlouhodobého sledování této parazitózy v České republice a výsledků vyšetření je zřejmé, že onemocnění alveokokózou nepatří k často se vyskytujícím. V ČR je doložen doposud jen jediný publikovatelný případ lidské alveokokózy, který skončil smrtí. Jednalo se o ženu, důchodkyni, dříve pracující v zemědělství, která do té doby nebyla vážněji nemocná. Pacientka po několikaměsíčním průběhu onemocnění zemřela za příznaků jaterního selhání. Z příznaků převažovaly zvětšení jater, žloutenka, bolesti v nadbřišku a hubnutí. V průběhu onemocnění dochází u člověka k protilátkové odpovědi a právě na základě průkazu specifických protilátek je založena diagnostika tohoto onemocnění (Vysloužil a kol., 2001).

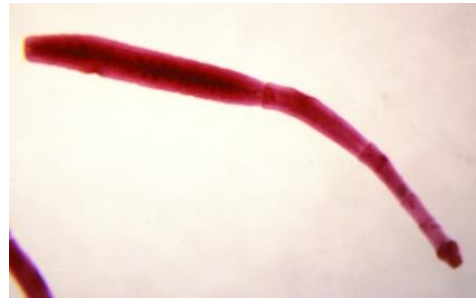
3. 8. 3 Polycystická echinokokóza

Lidská polycystická echinokokóza je parazitické onemocnění způsobené metacestodním larválním stádiem tasemnice *Echinococcus vogeli* pocházející z jižní a střední Ameriky. Definitivní hostitelé jsou pes pralesní (*Spoethos vanaticus*) – obr. 20 a pes domácí (*Canis familiaris*), v jejich střevech se vyskytují dospělé tasemnice. Trusem odcházejí vajíčka a mezihostitelé, jako je paka nížinná (*Cuniculus paca*) – obr. 21 a aguti zlatý (*Dasyprocta aguti*), se jejich pozřením nakazí a vyvíjí se v rozvíjející cysty napadající játra či plíce. Lidé

se mohou příležitostně infikovat trusem, kontaminovanou vodou, ovocem a zeleninou (Siqueira et al., 2010).



Obr. 18: *E. vogeli* (12 mm dlouhá)



Obr.19: *E. oligarthus* (2mm dlouhá)

(Zdroj: Alessandro and Rausch, 2008)

Alessandro and Raush (2008) uvádějí, že cystickou echinokokózu způsobuje *Echinococcus vogeli* (obr. 18) a *Echinococcus oligarthus* (obr. 19) způsobuje unicystickou echinokokózu, jejíž definitivní hostitelem je kočka.



Obr. 20: Pes pralesní (zdroj: Alessandro and Rausch, 2008)



Obr. 21: Paka nížinná (zdroj: Alessandro and Rausch, 2008)

3.9 In vitro kultivace larev a buněk *Echinococcus multilocularis*

První úspěšné pokusy kultivovat larvální stádia (metacestody) tasemnice *Echinococcus multilocularis* in vitro pocházejí z roku 1990, když se zavedli tzv. kokultivační metody na koinkubaci parazitické tkáně, která se izolovala z pobřišnice laboratorní myši, s buňkami hostitele jako krysí hepatocyty nebo CaCO₂ rakovinové buňky tračníku. V obou metodách, přítomností séra a buněk bylo naprosto nutné podporovat parazitický vývoj, který by odolně indikoval tyto hostitelské buňky, které vylučují rozpustné růstové faktory pro metacestodní larvální stádium. Ačkoli vajíčky larválního stádia (metacestody) nebyly způsobeny ani jednou z metod, ukázalo se, že jsou vysoce úspěšné v screeningových analýzách nebo jako zdroj nukleových kyselin k navázání cDNA, omezovaly se na použití identifikace faktorů definitivního hostitele, které podporují parazitický růst kvůli neustálé přítomnosti sousedních buněk (Brehm, 2010).

Brehm (2010) vyvinul se svým týmem k překonání překážek axenickou kultivační metodu, která prozkoumá proliferaci vajíček larválního stádia (metacestody) a jejich diferenciaci směrem ke stádiu protoskolexů in vitro v nepřítomnosti hostitelských buněk. V metodě se ukázalo, že parazitické vajíčky zůstávají za snížených podmínek a vzdušného dusíku a larva tasemnice *Echinococcus multilocularis* je vysoce citlivá na kyslík. Ačkoli snižující podmínky a sérum umožnily přežití vajíček larválního stádia (metacestody) na několik týdnů, parazitický růst a vývoj závisely na přidání sousedních buněk pěstující médiem, znovu indikují, že hostitelské buňky vylučují rozpustné růstové faktory, které podporují parazitický vývoj. Protože nejen supernatant hepatomy nebo CaCO₂ buněk, ale také médium které bylo podmíněno množstvím dalších buněk, okamžitě podporovaly parazitický růst. Překvapivě, epidermální růstový faktor (EGF) a EGF cytokiny jako měnící růstový faktor - α (TGF α) nebo amphiregulin se ukázaly, že jsou často vylučovány měnícími tvary buněk, včetně hepatomy u krys a rakovinových buněk tračníku.

Jednou z rozhodujících předností axenické kultivační metody bylo, že podlehla vajíčkům metacestodnímu larválnímu stádiu, které byly téměř zbaveny hostitelských buněk. V dřívějších pokusech zárodečné buněčné kultivační metody pro tasemnici *Echinococcus multilocularis*, se parazit izoloval z dutiny pobřišnice myši, která byla obvykle použita eventuálně vedla k ukončení růstu parazitických buněk skrz hostitelské fibroblasty. V metodě se zejména aplikují modifikace k produkci vysokého množství axenických vajíček larválního stádia (metacestody), dostačující kvalita primárních buněk by se mohla izolovat po dlouhou dobu inkubace bez hostitelských fibroblastů. Na principu elektronového mikroskopického

vyšetření a cytometrické analýzy, nejméně 30 % buněk v nedávno prokázaných primárních kulturách se ukázaly být zastoupeny zárodečnými buňkami. Překvapivě, když tyto parazitické buňky zrály za nepříznivých růstových podmínek, první prodělaly proliferaci a skončily produkcí buněk po 1 - 2 týdnech kultivace. Během této doby vznikly malé vnitřní dutiny, které se neustále zvětšovaly a měly za následek, po čtyřech až pěti týdnech, že uvnitř mladých váčků byly obklopeny růstovou, syncytiální zárodečnou vrstvou, ke kterým byly připojené zárodečné buňky. Po šesti týdnech inkubace, se vyskytla laminátová vrstva, na které se oddělily zralé váčky a mohly se dále inkubovat do tvaru protoskolexu. Po vpichu injekce do pobřišnice laboratorní myše, in vitro obnovili váčky larválního stádia (metacestody), které podlely vysoké zátěži parazita, včetně četných zcela vyvinutých protoskolexů, což potvrzuje totipotenci zárodečných buněk, která byla použita k vytvoření původní kultury. Kromě toho, in vitro regenerující váčky by mohly být zdrojem kmenových buněk a iniciovat tvoření nové řady váčků, naznačující, že regenerační schopnost tkáně metacestodního larválního stádia tasemnice *Echinococcus multilocularis* dokonce převyší volně žijící ploštěnce (Brehm, 2010).

Morfologií, in vitro regenerace váčku metacestodního larválního stádia procesu se podobala generaci metastatických ložisek. Primární buněčná kultura tasemnice *Echinococcus multilocularis* metody by měla sloužit jako velmi užitečný nástroj k studování molekulárního mechanismu interakce hostitel a parazit spojený s tvořením metastázy napadající i lidi během dlouhotrvajících infekcí. Pozorovaly se podobnosti mezi in vitro regenerujících váčků tasemnice *Echinococcus multilocularis* a ranného vývoje tkáně metacestodního larválního stádia z onkosféry u pokusných infikovaných myší. I přes různý původ kmenových buněk echinokoka v regeneračním systému (z metacestodního larválního stádia) a infekce (z onkosféry) se zdá kvalitativním rozdílem, jak reagují ve srovnatelných environmentálních podmínkách. In vitro regenerační metoda by mohla být proto vysoce relevantní pomůckou k studii molekulárních vývojových procesů během vytvoření onkosféry uvnitř jater mezihostitele. Je podpořena faktem, že regenerující parazitické váčky už po 1 týdnu in vitro kultury, speciální antigeny jako EM95, byly popsány jako onkosférické specifické povrchové faktory. Rozvíjející metacestodní larvální stádia by mohla být citlivá na spuštění imunitního systému hostitele, in vitro regenerační metoda může být použita ke studiu exkrece a sekrece parazitických produktů, které jsou relevantní pro imunomodulární procesy k založení fáze onemocnění. V posledním desetiletí byl potvrzen velký nárůst v repertoáru Brehma (2010) provést molekulární studie vývoje tasemnice *Echinococcus multilocularis* a mechanismů interakce hostitele a parazita.

Parazitická buněčná populace, která řídí larvální a adultní vývoj uvnitř hostitele, totipotentní zárodečné buňky mohou být nyní přímo adresované z buněčného biologického bodu s ohledem na primární buňku in vitro kultivační metody. Extenzivní genomová a transkriptomická data postihují velké části vývojového cyklu parazita, jsou vždy dostupná a můžou usnadňovat šetření ohledně signalizujících cest, které řídí diferenciaci kmenových buněk a samoobnovení (Brehm, 2010).

4 ZÁVĚR

Jak je uvedeno v mé práci mezihostiteli rodu tasemnice *Echinococcus*, může být široké spektrum savců a pro většinu z nich (včetně člověka) má tato nákaza letální následky. Jedním z preventivních opatření proti šíření nákazy je monitorování epizootologické situace stupně nakažení hostitelů na území regionu, eventuálně státu. Nutné je také dodržovat preventivní opatření (hygienické zásady) při manipulaci se všemi definitivními hostiteli parazita (tj. psovité a kočkovité šelmy). Nutné je objektivní informování veřejnosti a pravidelné odčervování psů dvakrát ročně. U lišek se zavádí rozmísťování návnad s anthelmintiky proti této tasemnici. V rizikových oblastech by se mohla provádět vyšetření na přítomnost specifických protilátek u rizikových skupin obyvatelstva (lesníci, myslivci, veterináři).

5 SEZNAM LITERATURY

- D' Alessandro, A., Rausch, R. L. 2008. New aspects of neotropical polycystic (*Echinococcus vogeli*) and unicystic (*Echinococcus oligarthus*) echinococcosis. Clin. Microbiol Rev. 21 (2). 380-401
- Antolová, D., Reiterová, K. 2011. The course of *Echinococcus multilocularis* infection and pregnancy in mice model. Helminthologia. 48 (4). 251 – 255
- Blutke, A., Hamel, D., Huttner, M., Gehlen, H., Romig, T., Pfister, K., Hermanns, W. 2010. Cystic echinococcosis due to *Echinococcus equinus* in a horse from southern Germany. Journal of veterinary diagnostic investigation. 22 (3). 458 – 462
- Bowles, J., van Knapen, F., McManus, D. 1992. Cattle strain of *Echinococcus granulosus* and human infection. Lancet. 339. 1358 – 1368
- Brehm, K. 2010. The role of evolutionarily conserved signalling systems in *Echinococcus multilocularis* development and host - parasite interaction. Medical Microbiology and Immunology. 199 (3). 247 - 259
- Brochier, B., De Blander, H., Hanosset, R., Berkvens, D., Losson, B., Saegerman, C. 2007. *Echinococcus multilocularis* and *Toxocara canis* in urban red foxes (*Vulpes vulpes*) in Brussels, Belgium. Preventive Veterinary Medicine. 80. 65 – 73
- Casulli, A., Manfredi, M. T., La Rosa, G., Di Cerbo, A. R., Dinkel, A., Romig, T., Deplazes, P., Genchi, C., Pozio, E. 2005. *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) of the Italian Alpine region: is there a focus of autochthonous transmission? International Journal For Parasitology 35. 1079 – 1083
- Deplazes, P., Alther, P., Tanner, I., Thompson, R. C. A., Eckert, J. 1999. *Echinococcus multilocularis* coproantigen detection by enzyme linked immunosorbent Assay in fox, dog and cat population. Parasitology. 85. 115 - 12

Eckert, J., Gemmelli, M. A., Meslin, F. X., Pawlowski, Z. S. 2001a. In: Eckert, J., Gemmelli, M. A., Meslin, F. X., Pawlowski, Z. S. (editors) WHO/OIE Manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. Office International des Epizooties. Paris. 100 – 142

Eckert, J., Thompson, R. C. A. 1988. *Echinococcus* strains in Europe: a review. Tropical Medicine Parasitology. 39. 1 – 8

Chroust, K., Forejtek, P. 2011. Tasemnice u lovné zvěře. Myslivost. 1. 26 - 27

Inangolet, F. O., Biffa, D., Opuda – Asibo, J., Oloya, J., Skjerve E. 2010. Distribution and intensity of *Echinococcus granulosus* infections in dogs in Moroto District, Uganda. Tropical Animal Health and Production. 42 (7). 1451 - 1457

Knapp, J., Nakao, M., Yanagida, T., Okamoto, M., Saarma, U., Lavikainen, A., Ito, A. 2011. Phylogenetic relationships within *Echinococcus* and *Taenia* tapeworms (Cestoda : Taenidae): An inference from nuclear protein - coding genes. Molecular Phylogenetics and Evolution. 61 (3). 628 – 638

Lenská, B., Svobodová, V. 2003. Detekce koproantigenů tasemnic rodu *Echinococcus* u psů v České republice. Veterinářství. 53. 53 - 57

Manfredi, M. T., Di Cerbo, A. R., Zanzani, S., Moriggia, A., Fattori, D., Siboni, A., Bonazza, V., Filice, C., Brunetti, E. 2011. Prevalence of echinococcosis in humans, livestock and dogs in Northern Italy. Helminthologia. 48. (2). 59 – 66

Moks, E., Saarma, U., Valdmann, H. 2005. *Echinococcus multilocularis* in Estonia. Emerging Infectious Diseases. 11 (12). 1973 – 197

Moro, P., Schantz, P. M. 2009. Echinococcosis: a review. International Journal of Infectious Diseases. 13. 125 - 133

Pavlásek, I. 1998. Aktuální situace výskytu měchožila větveného *Echinococcus multilocularis* u lišek v Evropě a v České republice. Remedica Klin Mikrobiol. 2 (7). 233 – 240

Pavlásek, I., Bischof, J. 2011. Psík mývalovitý – nový hostitel tasemnice měchožila větveného. *Myslivost*. 2. 71 - 74

Romig, T., Bilger, B. 1999. Animal models for Echinococcosis. In: Zak O. Snde MA (eds) *Handbook of animal models of infection*. Academic, San Diego. P. 877 - 884

Ryšavý, B., Černá, Ž., Chalupský, J., Országh, I., Vojtek, J. 1989. *Základy parazitologie*. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 216 s. ISBN: 8004208649.

Siqueira, N. G., Almeida, F. B., Suzuki, Y. A. C., Lima, R. N. A., Machado – Silva, J. R., Rodrigues – Silva, R. 2010. Atypical polycystic echinococcosis without liver involvement in Brazilian patients. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 104 (3). 230 - 233

Sreekumar, C., Kirubakaran, A., Venkataramanan, R., Selvan, P., Anilkumar, R., Iyue, M. 2010. Spontaneous primary intrathoracic, extrapulmonary hydatid cyst in a broiler rabbit. *Helminthologia*. 47 (3). 193 – 195

Staebler, S., Steinmetz, H., Keller, S., Deplazes, P. 2007. First description of natural *Echinococcus multilocularis* in chinchilla (*Chinchilla lanigera*) and Prevost' squirrel (*Callosciurus prevostii borneoensis*). *Parasitol Res.* 101. 1725 – 1727.

Steiger, C., Hegglin, D., Schwarzenbach, G., Mathis, A., Deplazes, P. 2002. Spatial and temporal aspects of urban transmission of *Echinococcus multilocularis*. *Parasitology*. 124. 631 - 640

Svobodová, V., Dubinský, P., Cabaj, W., Sréter, T. 2006. Rizika onemocnění získaných v přírodě a potravin. *International Visegrad Fund – Noviko*. Brno. 91 s. ISBN: 8086542106.

Šmolík, J., Straková, Š. 2010. Opakovaný výskyt tasemnice liščí na Mělnicku. *Myslivost*. 7. 60 – 62

Thompson, R. C. A., McManus, D. P. 2001. Aetiology: parasites and life – cycles. 1 – 19. In: Eckert, J., Gemmell, M. A., Meslin, F. X., Pawlowski, Z. S. (editors) *WHO/OIE Manual*

on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. World Organisation for Animal Health. Paris, France. 1 - 19

Volf, P., Horák, P. 2007. Paraziti a jejich biologie. Triton. Praha. 320 s. ISBN: 9788073870089

Vysloužil, L., Veselý, Z., Förstl, M. 2001. Alveokokóza. Myslivost. 6. 30 - 31