

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Tasemnice přenosné ze zvířat na člověka**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Jitka Fialová**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Tasemnice přenosné ze zvířat na člověka“ jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4. 2018

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za spolupráci při zpracování a následných kontrolách mé bakalářské práce. Díky patří i celé mé rodině, zvláště pak mému manželovi a dětem za pomoc a trpělivost v obdobích přípravy na studium a jednotlivé zkoušky.

# Tasemnice přenosné ze zvířat na člověka

## Souhrn

Tato práce obsahuje základní přehled tasemnic přenosných ze zvířat na člověka. Nejnebezpečnějšími původci zoonóz jsou tasemnice rodu *Echinococcus*. Mezi další tasemnice se zoonotickým významem patří rod *Taenia*, *Diphyllobothrium*, *Hymenolepis* a *Dipylidium*. Převážná většina tasemnic se vyskytuje celosvětově. Výskyt tasemnic je ovlivněn mnoha faktory, tím základním je přítomnost vhodných hostitelů a mezihostitelů. Rod *Echinococcus* patří mezi tasemnice velmi malých rozměrů (mm) a způsobuje onemocnění zvané echinokokóza. Odolnost tohoto parazita vůči imunitnímu systému hostitele byla popsána v několika studiích, o kterých se zmiňují ve své práci. Tasemnice rodu *Taenia* řadíme naopak mezi tasemnice větších rozměrů. Dospělé tasemnice způsobují onemocnění zvané taenióza, larvální stádium *Taenia solium* může být příčinou lidské cysticerkózy. Obě onemocnění se vyskytují v mnoha zemích s různou prevalencí. Ostatní uváděné druhy se vyskytují sporadicky a často nejsou infekce těmito druhy zaznamenávány.

Při šíření všech uváděných zoonóz hraje důležitou roli prevence přenosu tasemnic. Prevence zahrnuje hlavně hygienické standardy a omezení konzumace syrového masa. Diagnostika tasemnic je v dnešní době na velmi dobré úrovni, hlavně díky molekulárním metodám lze bezpečně rozlišit jednotlivé tasemnice v rámci druhu. To nám následně umožňuje zvolit vhodnou konzervativní či chirurgickou léčbu. Jednou z možností jak využít tasemnice pro dobro člověka je tzv. terapie helminty. Parazit je účelně zaveden do těla pacienta a zmírňuje příznaky zánětlivých onemocnění střev či jiných autoimunních onemocnění. Terapie helminty je stále ve fázi vývoje, tak jako vývoj nových léků a vakcín proti tasemnicím.

**Klíčová slova:** tasemnice, zoonóza, člověk, *Echinococcus*, *Taenia*, *Hymenolepis*, prevence, terapie

# Tapeworms transmitting from animals to humans

## Summary

This work contains a basic overview of animal-to-human transmitted tapeworms. The most dangerous zoonotic agents are tapeworms of the genus *Echinococcus*. Other tapeworms of zoonotic importance include *Taenia*, *Diphyllobothrium*, *Hymenolepis* and *Dipylidium*. The majority of tapeworms occur worldwide. The occurrence of tapeworms is influenced by many factors, the basic one is the presence of suitable hosts and inter-hosts. *Echinococcus* is tapeworms of very small dimensions and causes a disease called echinococcosis. Resistance of this parasite to the host immune system has been described in several studies, which I mention in my task. The tapeworm of *Taenia* genus ranks among larger tapeworms. Adult tapeworms cause a disease called taeniosis, the larval stage of *Taenia solium* may be the cause of human cysticercosis. Both diseases occur in many countries with different prevalence. Other species reported are sporadic, and infections of these species are often not recorded. In spreading of all reported zoonoses plays an important role prevention of tapeworm transmission. Prevention includes mainly hygienic standards and a restrictions on the consumption of raw meat. Diagnosis of tapeworms is now very good, thanks to molecular methods, can be safely distinguished individual tapeworms within the species. This allows us to choose appropriate conservative or surgical treatment. One of the ways to use tapeworms for human good is called helminth therapy. The parasite is expediently introduced into the patient's body, and relieve symptoms of inflammatory bowel disease or other autoimmune diseases. Helminth therapy is still in the development phase as well, as the development of new drugs and vaccines against tapeworms

**Keywords:** tapeworm, zoonosis, human, *Echinococcus*, *Taenia*, *Hymenolepis*, prevention, therapy

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
3.1. Základní charakteristika tasemnic.....	3
3.2. Tasemnice rodu <i>Echinococcus</i> .....	3
3.2.1. Měchožil bublinatý ( <i>Echinococcus multilocularis</i> ).....	5
3.2.2. Měchožil zhoubný ( <i>Echinococcus granulosus</i> ).....	7
3.2.3. Ostatní druhy rodu <i>Echinococcus</i> .....	8
3.3. Tasemnice rodu <i>Taenia</i> .....	9
3.3.1. Tasemnice dlouhočlenná ( <i>Taenia solium</i> ).....	11
3.3.2. Tasemnice bezbranná ( <i>Taenia saginata</i> ).....	15
3.3.3. Ostatní vybrané druhy tasemnic rodu <i>Taenia</i> přenosné na člověka.....	16
3.4. Ostatní rody tasemnic se zoonotickým významem.....	18
3.4.1. Škulovec široký ( <i>Diphyllobothrium latum</i> ).....	18
3.4.2. Tasemnice rodu <i>Spirometra</i> .....	19
3.4.3. Tasemnice rodu <i>Hymenolepis</i> .....	21
3.4.4. Tasemnice psí ( <i>Dipylidium caninum</i> ).....	23
3.5. Prevence a diagnostika.....	24
3.5.1. Preventivní opatření.....	24
3.5.2. Využití návnad s antihelmintiky.....	25
3.5.3. Vyšetření (diagnostika).....	25
3.5.4. Speciální vyšetření.....	28

3.6. Léčba.....	29
3.6.1. Chirurgická terapie.....	29
3.6.2. Konzervativní terapie.....	29
3.6.3. Inaktivace boubelů.....	30
3.6.4. Experimentální infekce.....	33
3.7. Terapie helminty.....	34
3.7.1. Tenkohlavci a měchovci.....	34
3.7.2. Tasemnice krysí ( <i>Hymenolepis diminuta</i> ).....	35
3.7.3. Hádě střevní ( <i>Strongyloides stercoralis</i> ).....	36
<b>4. Závěr.....</b>	<b>37</b>
<b>5. Seznam literatury.....</b>	<b>38</b>

# 1 Úvod

Řada druhů tasemnic patří mezi parazity přenosné za zvířat na člověka. Jsou to bezobratlí živočichové, žijící anaerobním způsobem života. Známe asi 5000 druhů tasemnic parazitujících na obratlovcích (nejvíce u ryb a paryb), jen některé z tohoto velkého počtu jsou schopné parazitovat u člověku. Mezi ty základní druhy tasemnic přenosných ze zvířat na člověka patří především tasemnice rodu *Taenia*, *Echinococcus*, *Diphyllobothrium*, *Hymenolepis*. Přenos jednotlivých druhů tasemnic je v základu stejný. Hlavní podmínkou přenosu je nedodržování hygienických pravidel a návyků, a to hlavně v rozvojových zemích. Dochází tedy k pozření larválního stádia či jednotlivých článků tasemnic. Tasemnice jsou hermafrodité, kdy každý článek (proglotid) je samostatnou reprodukční jednotkou, obsahuje tedy samčí i samičí pohlavní orgány. K oplozování dochází buď mezi různými články jedné tasemnice nebo mezi dvěma tasemnicemi. Během svého ontogenetického vývoje tasemnice využívají několik typů hostitelů, dle toho je můžeme také rozdělit na druhy dvouhostitelské (*Taenia*) nebo tříhostitelské (*Diphyllobothrium*). Samotné hostitele můžeme rozdělit na definitivního hostitele, v němž většinou dochází k pohlavnímu a sexuálnímu dospívání tasemnic, a na mezihostitele ve kterém se vyvíjí larvální stádia tasemnic. Larvy v mezihostitelích se označují jako metacestoda, dle jejich morfologie je můžeme dále rozdělit na další typy (procerkoid, plerocerkoid, cysticerkoid nebo cysticerkus). U tasemnice rodu *Echinococcus* dochází k partogenezi, kdy v jedné larvální cystě vznikají až stovky zárodků malých tasemnic – tzv. protoskolexů. Larvální stádia tasemnic způsobují u člověka větší obtíže než samotná dospělá tasemnice. Velice záleží na tom, ve kterém orgánu se larvální stádium tasemnice nachází. Dospělá tasemnice parazituje většinou ve střevech a způsobuje maximálně lehké zažívací obtíže. Oproti tomu larvální stádia můžeme najít v mozku, plicích, svalech či játrech. V mozku způsobuje larvální stádium cysticerkózu nervového systému s následnými obtížemi jakými mohou být i záchvaty epilepsie. Dalším onemocnění, které způsobují larvální stádia je lidská cysticerkóza (human cysticerkosis). Tato stádia ovlivňují jak chování hostitelů, při napadení mozku, tak i samotný metabolismus hostitele či jeho hormonální regulaci. Obsah práce je zaměřena na druhy tasemnic napadajících člověka. Je zde snaha poukázat na základní pravidla prevence přenosu nálezů těmito parazity. V práci jsou uvedeny výsledky studie týkající se jak úspěšnosti léčebných postupů, tak využívání návnad či skolicidní aktivity různých látek.



## **2 Cíl práce**

Cílem práce bylo podle nejnovějších vědeckých studií a poznatků, zpracovat literární rešerši týkající se tasemnic přenosných za zvířat na člověka. Popsat jednotlivé životní cykly tasemnic, shrnout doporučenou diagnostiku, léčbu, prevenci a uvést nové poznatky v této oblasti.

## 3 Literární řešerše

### 3.1 Základní charakteristika tasemnic

Jednou ze základní charakteristik dospělých tasemnic je délka jejich těla, která může být jen několik milimetrů, ale i několik metrů. Vajíčka a larvální stádia lze pouhým pozorováním jen velmi těžko rozlišit, v současnosti se rozlišení stádií životního cyklu tasemnic děje na molekulární bázi. Tělo tasemnic se skládá z hlavičky (skolexu) a článkovaného (polyzoického) nebo nečlánkovaného (monozoického) těla (strobila). Na hlavičce se nachází přichycovací orgány, kterými se tasemnice uchycují nejčastěji na sliznici střeva. Přichycovacími orgány mohou být kruhové přísavky, přísavné rýhy (botrie), zasunovatelné chobotky (rostella) s háčky, díky nim lze tasemnice částečně také rozlišit. Vývojový cyklus probíhá ve dvou až tří hostitelích záleží na daném druhu tasemnice (Volf et Horák, 2007).

### 3.2 Tasemnice rodu *Echinococcus* (měchožil)

Rod *Echinococcus* jsou tasemnice malých rozměrů 1 - 6 mm. Tělo mají složené ze skolexu, rostella a několika málo článků, na skolexu jsou přítomny 4 přísavky, rostellum je tvořeno háčky (Volf et Horák, 2007). Mezi nejznámější zástupce tohoto rodu patří *Echinococcus multilocularis* a *Echinococcus granulosus*. Tento rod má zastoupení po celém světě s různou prevalencí a jeho zástupci způsobují onemocnění zvané echinokokóza, ta patří mezi jednu z nejnebezpečnějších zoonóz na světě. Životní cyklus tasemnic rodu *Echinococcus* probíhá ve dvou hostitelích. Mezihostiteli bývají různí savci včetně člověka, definitivními hostiteli jsou volně žijící anebo domácí masožravci z rodů psovitých popřípadě kočkovitých (Brožová et al., 2017).

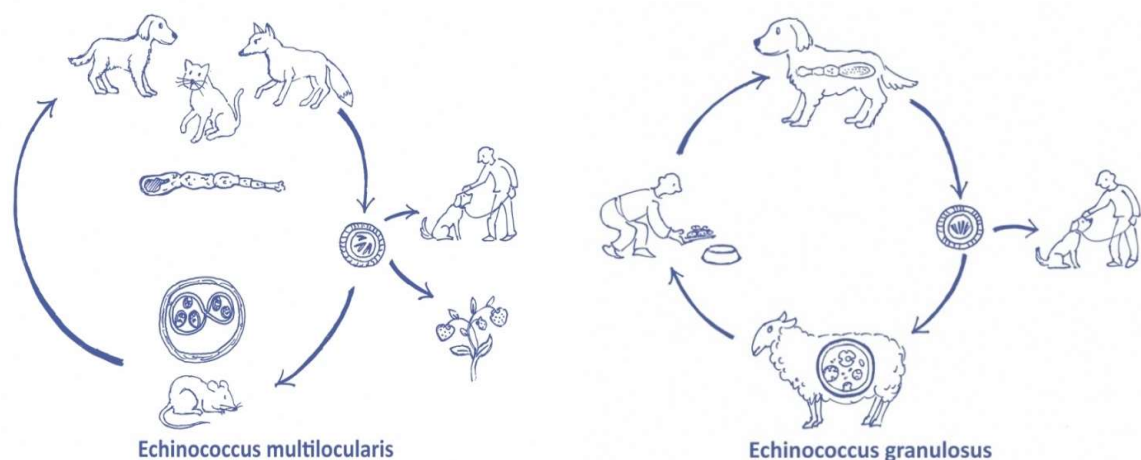
U definitivního hostitele dochází k vývoji parazita až do pohlavní zralosti (26 - 29 dní). Výkaly definitivních hostitelů bývají zdrojem vajíček, která jsou infekční i několik měsíců. Vajíčka jsou silnostěnná, okrouhlá, obsahující plně vyvinutou onkosféru, která se v trávicím traktu mezihostitele uvolňuje, penetruje sliznici nejčastěji tenkého střeva a dostává se do krevního a lymfatického oběhu. Tím je zanesena do různých vnitřních orgánů (játra, plíce, mozek, kosti), neexistuje orgán kde by se *Echinococcus* nemohl usadit. Primárně se však vyskytuje v játrech a to i z 90 %, jiný primární výskyt je velmi vyjimečný.

U definitivního hostitele probíhá onemocnění bez klinických příznaků. Při silné infekci se může objevit nepokoj, nechutenství, průjem, bolesti břicha i hubnutí. Při silných nákazách pokrývají dospělé tasemnice téměř celý povrch střeva jako koberec, dráždí ho a znemožňují vstřebávání živin (Reiterová et al., 2010).

Patogenními jsou hlavně larvocysty v mezihostitelích, způsobují mechanické, toxické a alergické potíže. Migrující onkosféry traumatizují okolní tkáň a rostoucí cysty vyvolávají tlakovou atrofii. Při napadení jater dochází k postupným cirkulačním změnám, vznikají zde nekrotické dutiny a následně až funkční poruchy jater. Následkem může být zvětšení jater (hepatomegalie), objevuje se portální hypertenze, obstrukce žlučových cest, až selhání jater. Pro druh *Echinococcus* je i charakteristická tvorba metastáz. Mezi nejčastější klinické příznaky alveolární echinokokózy u lidí patří bolesti v podbřišku, žloutenka, ascites a obtížné dýchání (Volf et Horák, 2007; Reiterová et al., 2010; Kolářová et Stejskal, 2014).

Rozdělení jednotlivých zástupců druhu *Echinococcus* není ještě kompletní a je stále rozpracováno, současné rozdělení je shrnuté v práci Brožová et al. (2017) a mohlo by být takové: *Echinococcus granulosus*, jako původce cystické echinokokózy, může být dále v širším slova smyslu dělen na *Echinococcus granulosus sensu stricto*, *E. felidis*, *E. equinus*, *E. ortleppi*, *E. canadensis*, původcem alveolární echinokokózy je *E. multilocularis* a *E. shiquicus*, polycystickou a unicystickou echinokokózu způsobuje *E. vogeli*, *E. oligarthrus* vyskytující se převážně v Jižní Americe.

Statní zdravotnický ústav na svých stránkách uvádí přehled výskytu echinokokózy v České republice. V roce 2014 bylo hlášeno 6 případů echinokokózy, v roce 2015 jen 3 případy, naopak v roce 2016 byly zaznamenány 4 případy nákazy. Rok 2017 byl velmi povzbudivý byl totiž nahlášen jen jeden případ echinokokózy v České republice.



Obr. 1. Životní cyklus měchožila bublinatého a zhoubného (*E. multilocularis*, *E. granulosus*)

(Zdroj: [www.mc-praha.cz/mcp/index.php?page=parazitarni-nemoci](http://www.mc-praha.cz/mcp/index.php?page=parazitarni-nemoci))

### 3.2.1 Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*)

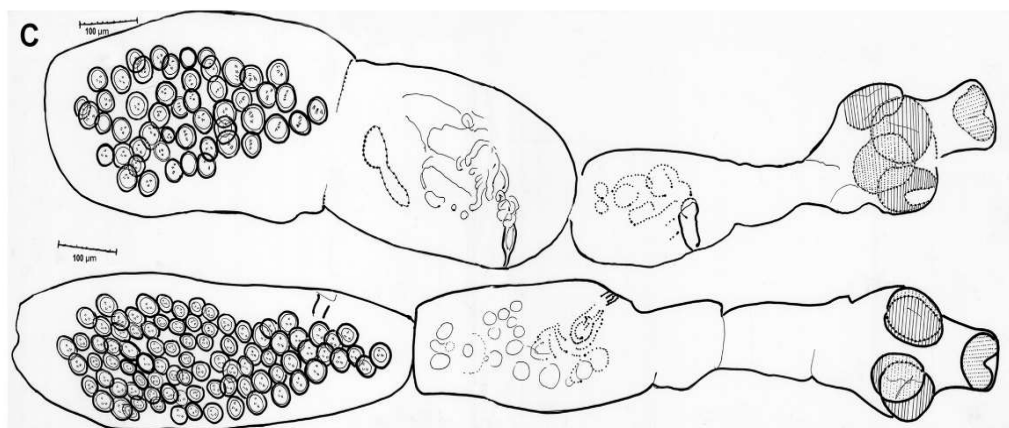
Měchožil bublinatý je tasemnicí, která je rozšířena především v severních zemích a Euroasii. Jelikož definitivním hostitelem bývají lišky, přenáší se v lesních oblastech. Mezihostiteli mohou být drobní hlodavci, hmyzožravci, ale náhodným mezihostitelem může být i člověk (Volf et Horák, 2007).

U mezihostitelů se tvoří larvální stádia označovaná jako alveokok, jež jsou hlavní příčinou alveolární echinokokózy (alveokokózy). Toto onemocnění se řadí mezi helmitózy, to znamená parazity přenosné ze zvířat na člověka. Alveolární echinokokóza je velmi závažným onemocněním a při jeho neléčení dochází během 10 - 15 let (Volf et Horák, 2007) k vysoké úmrtnosti pacientů až 90 % (Rosol'anka et al., 2016).

Larválním stádiem bývají nejčastěji u mezihostitelů napadeny játra, při sekundární formě se onemocnění může rozšířit metastatickou či lymfatickou cestou do plic a mozku. (Rosol'anka et al., 2016). Larva netvoří samostatnou cystu, ale difuzně prorůstá okolní tkáň, může tak imitovat i nádorové bujení (Volf et Horák, 2007). Velké cysty v játrech způsobují bolesti nadbřišku, útlak a trombózu jaterních žil, to má za následek vznik žloutenky, zvyšující se portální tlak vedoucí až k jaternímu selhání (Kolářová et Stejskal, 2014). V cystách bývá přítomna i vezikulární tekutina. Vezikulární tekutině *Echinococcus multilocularis* se ve své studii věnuje Bellanger et al. (2017), uvádí možný vliv vezikulární tekutiny na mononukleární buňky periferní krve (PBMC= peripheral blood mononuclear cells) a na přirozené zabíječské buňky tzv. natural killer cells (NK). Jmenované buňky se mimo jiné podílejí na funkci přirozené imunity. NK buňky mají schopnost napadat cizorodé látky, bez toho aniž by se někdy s nimi dříve setkali a byla provedena imunizace. Řadíme je mezi speciální lymfocyty tedy bílé krvinky. Tyto buňky byly vystaveny působení vezikulární tekutiny *Echinococcus multilocularis* po dobu šesti dnů. A následně byl hodnocen efekt vezikulární tekutiny na CD69 (lidský transmembránový lektinový protein typu C kódovaný genem CD69), dále životaschopnost a šíření byly hodnoceny dle transformačního růstového faktoru beta, interferonu, interleukinu 17 a 10, a to pomocí průtokové cytometrie a ELISA metody. Testy tedy ukázaly, že působení vezikulární tekutiny *Echinococcus multilocularis* indukovalo významné snížení proliferace NK buněk v den šestý a také významný pokles exprese CD69 NK buněk v den třetí. Je tedy uváděno, že vezikulární tekutina *Echinococcus multilocularis* by se mohla podílet na odolnosti daného parazita vůči imunitě hostitele a zároveň je schopna ovlivnit základní buňky, které se podílejí na obranyschopnosti hostitele. Bellanger et al. (2017) naznačují, že NK buňky by měly být podrobeny dalším testům, právě z důvodu

ovlivnění průběhu alveolární echinokokózy, kdy parazit přežívá v těle člověka i několik let bez výrazných příznaků a odolává tedy jeho imunitnímu systému.

Dříve se evropský výskyt *Echinococcus multilocularis* vztahoval na horské oblasti (Volf et Horák, 2007), dnes je tomu jinak, měchožil bublinatý je rozšířený především u lišek na celé severní polokouli (Budgey et al., 2017). Jedná se především o střední a severní Evropu, v posledních letech došlo k expanzi parazita v podstatě do všech evropských zemích, mezi něž patří i Česká republika a Slovenská republika (Rosolanka et al., 2016). Přestože je prevalence u lišek vysoká, výskyt onemocnění u člověka je poměrně nízký (Volf et Horák, 2007). V České republice se výskyt měchožila bublinatého u lišek pohybuje kolem 10 %, kontrola výskytu se provádí od r. 1994, nejvíce byl tento parazit zjištěn v krajích Západočeském, Severočeském, Jihočeském, Jihomoravském a Severomoravském, jsou to oblasti kde došlo k přemnožení lišek (Chroust a Forejtek, 2011). Na Slovensku došlo ke zvýšení zamoření u lišek zrzavých a to zejména v severních regionech (Prešovský kraj 38,5 %, Žilinský kraj až 47,7 %), proto se od roku 2000 objevují první případy alveolární echinokokózy a každý rok je evidováno několik nových případů nákazy (Rosolanka et al., 2016).



Obr. 2. Dospělá tasemnice měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*), v měřítku 1 cm = 100  $\mu$ m (Zdroj: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001379.g002>)

### 3.2.2 Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*)

Měchožil zhoubný je světově rozšířený druh s dvojhospitelským cyklem. V Evropě je rozšířen hlavně ve Středomoří (Balkánský poloostrov) a to v oblastech s rozvinutým pastevečtím a také v severských oblastech Evropy, nejvíce se ale vyskytuje v jižní a latinské Americe, odhaduje se, že ve světě je infikováno 2 až 3 miliony osob (Kolářová et Stejskal, 2014). V České republice je výskyt *Echinococcus granulosus* velmi vyjíměčný, v letech 2005 - 2007 se cystická echinokokóza objevila u malého počtu skotu, vyšší výskyt byl u prasat a ovcí, přesto se jedná o zanedbatelné množství s ohledem na počet kusů poražených zvířat za rok (skot cca 200 000 ks, prasata 2 600 000 ks, ovce a kozy 10 000 ks). Od roku 2008 ale platí to, že cystická echinokokóza není už evidována samostatně, ale patří mezi „ostatní parazitózy“, což může negativně ovlivnit včasné upozornění na její výskyt (Svobodová, 2014). Jde o drobnou tasemnici 3 - 6 mm dlouhou, s 3 až 5 články, kdy poslední z nich bývá většinou vyplněn vajíčky. Článek se často odděluje od dospělé tasemnice (Chroust a Forejtek, 2011) a dochází k jeho rozpadu, následně může dojít k nakažení mezihostitele. Mezihostiteli bývají býložravci (ovce, koza, skot) a ojediněle i člověk (Volf et Horák, 2007). U plně vyvinuté larvocysty je přítomen jednodukomorový měchýřek, vyplněný tekutinou s pH 7,2 – 7,4 a obsahuje různé soli, kyseliny, bílkoviny a jiné látky (Reiterová et al., 2010). Definitivními hostiteli jsou psovité šelmy (liška, vlk, pes), měchožil zhoubný parazituje v jejich střevech a nevyvolává žádné viditelné klinické onemocnění. V tenkém střevě se z vajíček líhne larva takzvaná onkosféra. Larvy u mezihostitelů pronikají do různých orgánů a mění se v cysticerkus označovaný jako echinokok neboli boubel či hydatida (Volf et Horák, 2007). Zvláštností larev je, že u nich dochází k asexuálnímu množení (partogenezi), výsledkem je vznik nových stovek až tisíců malých zárodků tasemnic v larvocystě tzv. protoskolexů. Z každého jednotlivého protoskolexu při jeho pozření může vzniknout dospělá tasemnice. Do mezihostitelů se protoskolexy dostávají pozřením vajíček přítomných ve výkalech na pastvě. Inkubační doba bývá i několik let a onemocnění se stává chronickým. U mezihostitelů se projevuje přítomností velkých cyst v játrech, plicích, mozku a jiných orgánech. Cysty jsou tvořeny dvěma stěnami, germinativní (vznikají z ní zárodky tasemnic tzv. protoskolexy a případně i dceřinné cysty) a laminární (tou je parazit obklopen a chráněn před napadením imunitní reakcí hostitele), obě stěny zastávají tedy důležité funkce (Kolářová et Stejskal, 2014). *Echinococcus granulosus* způsobuje onemocnění nazývaní se cystická echinokokóza či cystická hydatidóza. Příznaky cystické echinokokózy závisí na postiženém orgánu, umístění a velikosti jednotlivých cyst a také na vzájemném vztahu cysty s přilehlým orgánem. U přítomnosti cyst v játrech se může objevit atrofie okolní tkáně, utlačování

jaterních cév či žlučových cest s následnou žloutenkou. Mezi projevy plicní hydatidózy patří suchý kašel, dušnost, bolesti na hrudi. Dalšími možnými napadenými orgány mohou být i ledviny, slezina, kosti či ženské pohlavní orgány, příznaky jsou vždy typické pro každý napadený orgán. Specifickým příznakem může být i alergická reakce, která může přejít do anafylaktického šoku, příčinou bývá postupné uvolňování antigenu parazita. Pokud dojde k prasknutí cysty ať už spontánně či následkem operačního výkonu, mohou se objevit příznaky jako svědění kůže, otoky, dechové obtíže s následnými astmatickými záchvaty, průjem, zvracení, zvýšená teplota či leukocytóza (Kolářová et Stejskal, 2014).

Analýzy ukazují, že druh *Echinococcus granulosus* se skládá z několika kmenů, lišící se specifitou k mezipřenositelům (Volf et Horák, 2007; Brožová et al. 2017).

### 3.2.3 Ostatní druhy rodu *Echinococcus*

*Echinococcus granulosus* jako původce cystické echinokokózy může být dále v širším slova smyslu dělen na *Echinococcus granulosus* sensu stricto, *E. felidis*, *E. equinus*, *E. ortleppi*, *E. canadensis*, původcem alveolární echinokokózy je *E. multilocularis* a *E. shiquicus*, polycystickou a unicystickou echinokokózu způsobuje *E. vogeli*, *E. oligarthrus* vyskytující se převážně v Jižní Americe (Brožová et al., 2017).



Obr. 3. Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*)

(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Echinococcus\\_granulosus.JPG?uselang=cs](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Echinococcus_granulosus.JPG?uselang=cs))

Jednotlivé druhy se liší od základního, geneticky a také jiným hostitelským spektrem, morfologicky jsou stejné. *Echinococcus ortleppi* (G5) je drobnou tasemnicí kdy definitivním hostitelem je pes a mezihostitelem bývá hovězí dobytek či člověk. Vyskytuje se v Evropě, jižní Africe, Indii, Srí Lance, Rusku. V roce 2013 byly například hlášeny dva případy infekce *Echinococcus ortleppi* ve Vietnamu (De et Le Van, 2016). U obou případů je popsána cystická echinokokóza přítomna v plicích, cysty viditelné na rentgenových snímcích byly různého průměru. Pacienti byli mužského a ženského pohlaví a udávali příznaky jako: bolesti na hrudi či kašel s následným vykašláváním krvavého sputa. U jednoho pacienta byly vzorky odebrány během operace plic a došlo k odstranění cyst, u druhého pacienta byly vzorky získány při extrakci tekutiny přítomné v cystě. Následně byly provedeny základní testy ELISA na přítomnost antigenu či protilátek vůči *Echinococcus* a pro přesnější diagnostiku byly provedeny i molekulární analýzy. Pacienti byly následně sledováni po ukončení léčby albendazolem ještě 2 roky (De et Le Van, 2016). Případy uvedené De et Le Van (2016) byly prvními hlášenými případy echinokokózy způsobené *Echinococcus ortleppi* ve Vietnamu.

*Echinococcus ortleppi* a jeho prevalence ve Francii zdá se být také podceňovaná, ve své práci se o tom zmiňuje Grenouillet et al. (2014), poukazují na výskyt infekce způsobené touto tasemnicí a to mezi roky 2011 - 2012. Ve Francii byl *Echinococcus ortleppi* diagnostikován u dvou lidí, a průzkum jatek identifikoval 7 infekcí *Echinococcus ortleppi* u skotu (Grenouillet et al., 2014). Grenouillet et al. (2014) popisují dané dva případy nakažených, a poskytují i mapu Francie s místy kde byly infekce lokalizovány. Plodné léze pozorované u dobytka a lidí mohou také potvrzovat schopnost parazita přizpůsobovat se svým hostitelům (Grenouillet et al., 2014). Zjištění Grenouillet et al. (2014) odkazují na důležitost sledování infekcí způsobených *Echinococcus ortleppi* i ve Francii, a také na zvýšený dohled nad čtyřmi uvedenými jatkami.

### **3.3 Tasemnice rodu *Taenia***

Tasemnice rodu *Taenia* jsou helminti větších rozměrů parazitující u lidí, kdy dospělí jedinci dorůstají až do několika metrů. Mezi hlavní představitele tohoto rodu patří *Taenia solium* (tasemnice dlouhočlenná) a *Taenia saginata* (tasemnice bezbranná). U tohoto rodu bývají definitivními hostiteli primáti tedy i člověk, mezihostiteli tasemnice dlouhočlenné jsou prasata a mezihostitelem tasemnice bezbranné je skot. Rod *Taenia* vyvolává u člověka



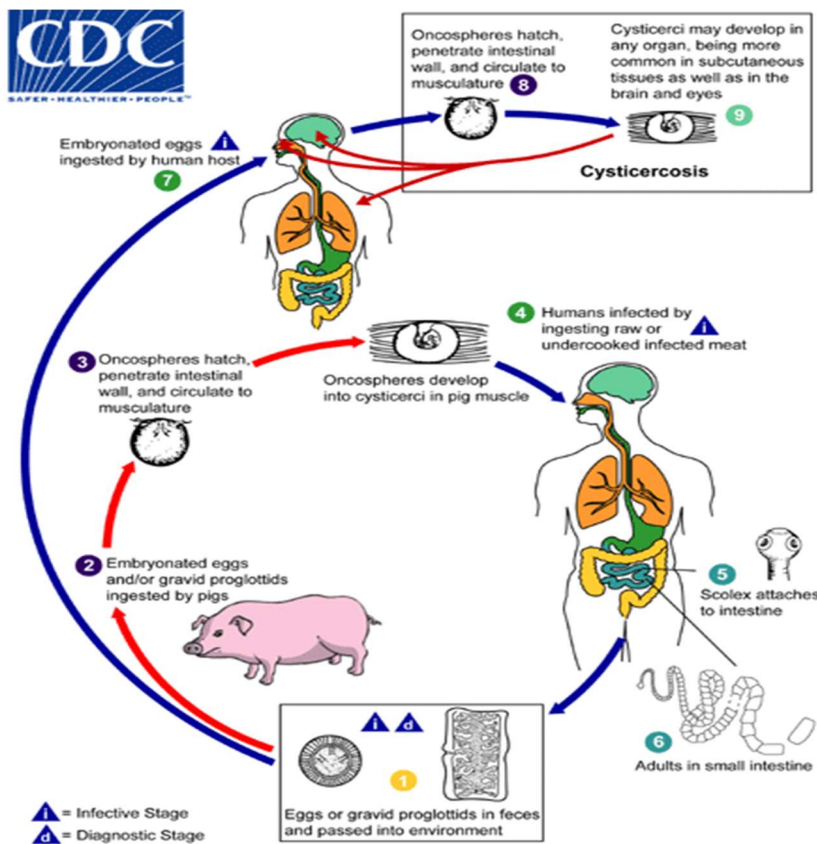
onemocnění zvané taenióza, jedná se o střevní infekci způsobenou dospělým stádiem tasemnice dlouhočlenné a tasemnice bezbranné, navíc larvální stádium *Taenia solium* je příčinou vzniku onemocnění zvané cysticerkóza vyskytující se u mezihostitelů (prasata). Odhaduje se, že na celém světě je infikováno kolem 2,5 až 5 miliónů lidí (Ng-Nguyen et al., 2017).

Dle epidemiologické situace zpracované Orliková et al. (2013) od roku 1982 do 2012 dochází i díky preventivním opatřením v České republice k postupnému poklesu onemocnění způsobené rodem *Taenia*. V těchto letech bylo hlášeno celkem 4591 případů taenióz. Dochází tím k postupnému snižování výskytu taenióz (v r. 1982 – 739 případů; v letech 2008 – 2012 už jen 3 - 9 případů). Tasemnice bezbranná je nejčastější příčinou hlášených taenióz. Zajímavostí je výskyt taenióz u jednotlivých pohlaví, nejdříve byl v daném období větší podíl u žen a to 1,4:1 muži, až v letech 1998 - 2000 je zřejmý vzestup u mužů a to díky imigrantům a běžencům (Afghánistán, bývalá Jugoslávie). V dubnu roku 2013 bylo hlášeno 13 případů taenióz, 12 případů se díky laboratorním výsledkům potvrdilo. Případy byly hlášeny v Moravskoslezském kraji, jednalo se o 3 ženy a zbývající nakažení byli muži. U většiny z nich došlo ke konzumaci syrového hovězího masa ve formě „tataráku“. Zdroj nákazy nebyl v té době potvrzen, ale bylo naplánované další šetření (Orliková et al., 2013). Dle nejnovějších údajů Státního zdravotního ústavu ještě v roce 2014 bylo hlášeno 18 případů taenióz v České republice, v roce 2015 to už bylo jen 6 případů, během roků 2016 a 2017 bylo zaznamenáno také už jen 5 - 6 případů.

Laranjo-González et al. (2017) prováděli systematický přehled vědecké literatury věnující se výskytu taeniózy a cysticerkózy v západní Evropě, která byla publikována během let 1990-2015. Data o výskytu těchto onemocnění v západní Evropě jsou roztržštěná a neúplná, informace o přítomnosti choroby byly získávány také od místních odborníků. Výsledky přehledu udávají nálezy případu taeniózy ve dvanácti z osmnácti zemí západní Evropy. Každoroční výskyt taeniózy byly hlášeny v rozmezí 1 - 114 případů z Dánska, Nizozemska, Portugalska, Slovinska, Španělska a Velké Británie. Žádné případy nebyly hlášeny z Islandu, Irska, Lucemburska, Norska, Švédska a Švýcarska (Laranjo-González et al., 2017). Laranjo-González et al. (2017) byla zjištěna prevalence v rozmezí 0,05 až 0,27 %, odhadovaná prevalence se pohybovala v rozmezí od 0,02 do 0,67 %. Dle Laranjo-González et al. (2017) by mělo v dalších letech dojít ke zlepšení detekce a hlášení taenióz v celé západní Evropě.

### 3.3.1 Tasemnice dlouhočlenná (*Taenia solium*)

Tasemnice dlouhočlenná je celosvětově se vyskytující parazit. Parazituje v tenkém střevě člověka jako definitivního hostitele, mezihostitelem je prase divoké nebo prase domácí. Dospělá tasemnice má tělo skládající se ze skolexu (hlavičky) a několika set proglotid (článků), proto dosahuje délky mezi dvěma až čtyřmi metry. Hlavička je opatřena dvěma masivními řadami háčků, kterými je schopna se přichytit na sliznici střeva. Každé proglotidium je samostatně reprodukční jednotkou (vaječníky, děloha, varlat). Proglotidy nacházející se na konci těla postupně dozrávají a dochází k jejich oddělování. Mohou také obsahovat až několik tisíc vajíček, ty bývají následně pozřena mezihostitelem a v jeho tenkém střevě se z nich uvolňuje larva (onkosféra). Larvy pak penetrují střevní stěnou a pronikají až do krevního oběhu, díky tomu se mohou dostat do různých orgánů, kde dochází k jejich přeměně na cysticerkus (boubel). Většinou se cysticerkus vytváří ve svalovině prasat, při nedostatečné úpravě vepřového masa dochází k nákaze člověka. Taenióza probíhá velmi dlouhou dobu bez klinických příznaků, mohou se objevit občasné nevolnosti, nechutenství, bolesti břicha, zvracení, střídání průjmu se zácpou či anémie (Volf et Horák, 2007).



Obr. 4. Životní cyklus tasemnice dlouhočlenné (*Taenia solium*)  
(převzato: <https://www.cdc.gov/dpdx/cysticercosis/index.html>)

## **Cysticerkóza**

Cysticerkóza je závažnější onemocnění, dochází při něm k nakažení člověka vajíčky *Taenia solium* (autochtonní nákaza = fekálně-orální cestou), z požitých vajíček se v člověku přímo uvolňují onkosféry a ty následně migrují do jednotlivých orgánů, kde tvoří cysticerkus, člověk se tak stává alternativním mezipřevodcem. Autochtonní nákaza se u nás nevyskytuje tak často, bývají to ojedinělé případy (zahraníční cesty). Jednou z nejzávažnějších cysticerkóz bývá mozková tedy neurocysticerkóza, cysticerky se mohou ale objevit i ve svalech či podkoží, známá je i oční cysticerkóza (Volf et Horák, 2007). Cysticerkóza očí se projevuje poruchami zraku, cysticerkóza svalů probíhá většinou asymptomaticky, v podkoží se mohou objevovat bolestivá útvary, které ale po určité době ztvrdnou a vymizí. Laranjo-González et al. (2017) ve svém přehledu například uvádí, že nejvyšší počet případů lidské cysticerkózy v letech 1990 - 2015 byl hlášen z Portugalska a Španělska, objevila se i v ostatních státech kromě Islandu, bylo zde také podezření že většina infekcí byla získána mimo západní Evropu. *Taenia solium* byla nalezena u prasat v Rakousku a Portugalsku, dva případy z Portugalska byly potvrzeny pomocí molekulárních metod. Prasečí cysticerkóza byla hlášena v Německu, Španělsku a Slovinsku. Cysticerkóza u skotu byla nalezena ve všech státech, opět kromě Islandu, s prevalencí 0,0002 - 7,82 % založenou na inspekci masa (Laranjo-González et al., 2017).

## **Neurocysticerkóza**

Neurocysticerkóza je jednou z hlavních příčin získané epilepsie a také zvyšující se úmrtnosti u nakažených lidí. Bývá způsobena metacestodami *Taenia solium* je tedy závažným neurologickým onemocněním vyskytujícím se celosvětově (Ahn et al., 2017). Má také významné sociálně ekonomické dopady na komunity v rozvojových zemích (Ng-Nguyen et al., 2017). Dalšími možnými příznaky při napadení mozku, mohou být zvýšený nitrolebeční tlak či objevující se psychiatrické poruchy. Na dlouhodobém přežívání metacestod *Taenia solium* (TsM) se podílejí různé biaktivní molekuly, které mohou také přispět k progresi onemocnění. Extracelulární protein fasciclin (Fas) zprostředkovává adhezi, migraci a diferenciaci buněk pomocí interakcí s jinými molekulami, tím napomáhá odolnosti metacestod v hostiteli (Ahn et al., 2017). Ahn et al. (2017) postavili svou hypotézu na tom, že fasciclin larvy *Taenia solium* (TsMFas) je schopen se vázat na vápnitý korpus jiných molekul díky své adhezivní vlastnosti a podílet se tak na rozhodujících interakcích protein versus protein. Výsledkem je také vytvoření symbiotických sítí molekulárními interakcemi v buňkách. Tomu všemu předcházela izolace dvou paralogických TsMFas a následná

charakterizace jejich molekulárních vlastností. Bylo lokalizováno i místo navázání mezi TsMFas a vápnitým korpusem. Buněčné proteiny larev *Taenia solium* byly extrahovány ze scolexu a krku larvy tasemnice. Výsledkem pro parazita je jeho zefektivnění homeostatické funkce a zajištění prodlouženého přežití metacestod v hostiteli. Zaměření se na další výzkum vytvořených proteinových sítí, by mohlo v budoucnu přispět k možnému vývoji nových chemoterapeutik nebo vakcín (Ahn et al., 2017).

Paredes et al. (2016) se ve své práci věnují produkci monoklonálních protilátek pro detekci parazitních antigenů *Taenia solium* v tělních tekutinách u pacientů s neurocysticerkózou. Dosud používané antigenové testy jsou postaveny na monoklonálních protilátkách proti *Taenia saginata*, které jsou známé zkříženou reaktivitou u zvířecích cestod, ale jsou vysoce specifické u lidských vzorků. Paredes et al. (2016) postupně vyvinuli, charakterizovali a testovali 21 monoklonálních protilátek (mABs) proti *Taenia solium* a to z celé struktury cyst, vezikulárních tekutin či z vyloučených sekrečních produktů. Reaktivita monoklonálních protilátek *Taenia solium* byla pak zpracována pomocí dalších specifických metod. Aby se mimo jiné zjistila jejich použitelnost pro detekci antigenů *Taenia solium* v séru či moči v snadno provedeném ELISA testu. Dle znalostí autorů jsou uvedené monoklonální protilátky proti *Taenia solium* prvními, které byly vytvořeny proti cystám *Taenia solium* způsobujících lidskou neurocysticerkózu. Paredes et al. (2016) uvádějí i několik výhod oproti zatím dostupným antigenním testům; lze vyvinout specifické a citlivější testy vůči *Taenia solium*; zároveň objevením unikátních antigenů lze provádět měření akutního poškození cystou nebo případné úmrtí parazita. Výhodou je i vývoj snadných testů s menšími náklady, které by byly využívány v oblastech postižených chudobou kde jsou infekce tímto parazitem běžné. Monoklonální látky jsou tedy příslibem v možné budoucí aplikaci u pacientů s neurocysticerkózou, a také pro další studium vztahu mezi hostitelem a parazitem (Paredes et al., 2016).

Sledováním výsledkům intervencí proti tasemnici dlouhočlenné se zabývá Lightowers et al. (2016), který poukazuje na zájem o snižování výskytu lidské neurocysticerkózy. Ve své práci Lightowers et al. (2016) provádí kritická hodnocení jednotlivých diagnostických testů, které jsou v současné době k dispozici pro možné vyšetření taeniázy, lidské i prasečí cysticerkózy. Uvádí i kontrolní návrhy pro monitorování budoucích iniciativ proti tasemnici dlouhočlenné. Sérologické testy dle Lightowers et al. (2016) nelze doporučit jako průkazné při měření prevalence u lidské cysticerkózy. U posouzení úrovně taeniázy doporučuje jako nejefektivnější metodu PCR. Pro identifikaci prasečí cysticerkózy by se jako preventivní screening mohly použít sérologické testy. Případná detekce prasečí cysticerkózy je možná

i při důkladné prohlídce srdce, jazyka či žaludečních svalů u poražených prasat (Lightowers et al., 2016).

Výskyt tasemnice dlouhočlenné je popsán v oblastech subsaharské Afriky, Mexiku, Jižní Ameriky, Asii a východní Evropě (Orlíková et al., 2013), v těchto zemích je přenos z prasat na člověka vyšší, většinou z důvodu nedostatečné hygienické situace. O systematický přehled séro-epidemiologii *Taenia solium* a lidské cysticerkózy v endemických oblastech se snaží ve své práci Coral-Almeida et al. (2015), k vyhledávání použili tři databázi séro-epidemiologických dat z komunitních studií prováděných v letech 1989 - 2014 po celém světě. Hledání Coral-Almeida et al. (2015) bylo zaměřeno na data získaná pomocí vyšetření ELISA a EITB (Enzyme-linked Immunoelctrotransfer blot), jedná se tedy o prokázání cirkulujícího antigenu vůči *Taenia solium* anebo přítomnosti protilátek proti *Taenia solium* v krvi. Hlavní zjištění byla popsána v několika článcích. Například odhady prevalence cirkulujících antigenů vůči *Taenia solium* byly v Africe kolem 7,30 %, v Latinské Americe 4,08 % a v Asii 3,98 %. Odhady séroprevalence protilátek proti *Taenia solium* byly v Africe 17,37 %, v Latinské Americe 13,03 % a v Asii 15,68 %. Díky těmto údajům lze zhodnotit to, že například africké země vykazovaly nejvyšší výskyt aktivních infekcí. Důležitou roli v přenosu infekcí dle Coral-Almeida et al. (2015) hrají vnitřní faktory hostitelů (věk, stav imunity), které mohou být hlavními determinantami výskytu infekcí, tak i expozice která bývá většinou spojena s faktory prostředí, které jsou rozdílné mezi jednotlivými zeměmi. Při zpracovávání tohoto přehledu se Coral-Almeida et al. (2015) setkali s omezeními a nevýhodami. Mezi omezení zařadili tu skutečnost, že nebyl stanoven jednotný protokol na zpracování dat z jednotlivých oblastí, tím došlo ke snížení srovnatelnosti údajů, spolehnout se na jeden základní sérologický test také není moc dostačující. Jednou z nevýhod bylo dlouhé časové období (1989 - 2014) mezi studii, během těchto let došlo ke změnám v hygienických, zdravotních i vzdělávacích oblastech, mohlo také dojít ke změnám přenosu parazita. Vybrané studie uváděly přítomnost jen dospělých tasemnic a ne všechny studie uváděly dostatečné podrobnosti o studovaných populacích, všechny tyto skutečnosti považují Coral-Almeida et al. (2015) za nevýhody při sestavování daného přehledu. Tento přehled by měl být základem pro další možné zásahy a kontroly vůči infekcím způsobenými *Taenia solium* (Coral-Almeida et al., 2015).

O zjištění a popsání prevalence cysticerkózy u prasat způsobenou *Taenia solium* v severní Indii se ve své studii snaží Saravana et al. (2014). Na přítomnost cysticerkózy bylo testováno 175 prasat různého věku, pohlaví i plemene. Každoročně zde byl navštěvován místní provizorní porážkový dům v okrese Bareilly v severní Indii, kde bylo odebráno a následně

zpracováno 175 vzorků vepřového masa. Přítomné cysty byly vyříznuty ze svalů a analyzovány v laboratoři (Saravana et al., 2014). Výsledkem daným na základě charakteristiky morfologických rysů scolexu bylo, že u 9 prasat z 175 vyšetřovaných byla prokázána přítomnost larvy *Taenia solium*. Prevalence dle pohlaví byla u samců 4,82 %, u samic 5,43 %. U starších prasat (13 - 24 měsíců) byla prevalence nižší než u skupiny prasat starých 1 - 12 měsíců. O něco vyšší výskyt infekce byl zaznamenán také u prasat křížených než místních plemen. Studie byla provedena v rozmezí od srpna 2012 do července 2013, následná doporučení se týkají vhodné likvidace odpadů, dodržování hygienických zásad a dalšího sledování šíření infekce (Saravana et al., 2014).

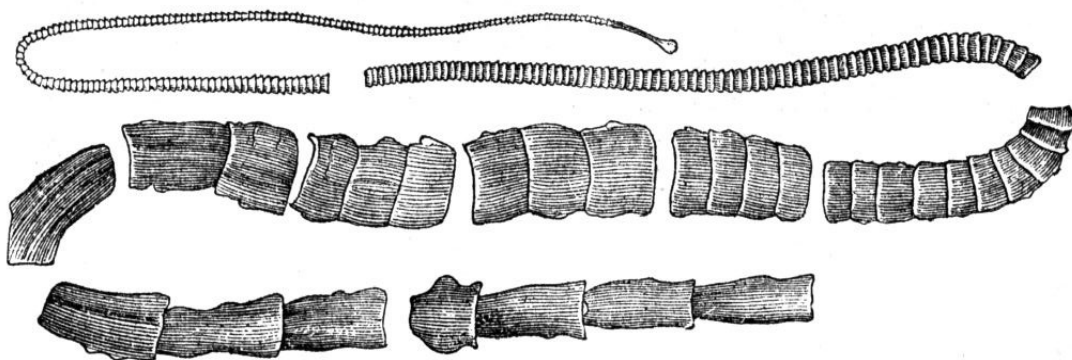
### 3.3.2 Tasemnice bezbranná (*Taenia saginata*)

Tasemnice bezbranná patří mezi helminty, dosahující v délce těla tři až pěti metrů. U definitivního hostitele, tím bývá člověk, se vyskytuje v tenkém střevě. Mezihostitelem je skot, vyjímečně buvol, ovce a kozy. *Taenia saginata* se od *Taenia solium* liší také v tom, že na scolexu má čtyři přísavky, ale chybí u ní rostellum s háčky. Tasemnici bezbrannou lze od tasemnice dlouhočlenné rozeznat i díky jinak morfologicky tvořené děloze (štěpí se na několik větví), díky tomu ji lze také diagnosticky odlišit.

V mezihostiteli se z onkosféry, která byla krevní cestou roznesena do jednotlivých orgánů, vytváří boubel tedy cysticerkus (*cysticerkus bovis*). Následně ve většině případů dochází k jeho degeneraci, kalcifikaci a vzniku léze, vzhled léze závisí na prodělaném stupni zánětu, mineralizaci či přítomnosti nekrózy (Chiesa et al., 2013). Chiesa et al. (2013) se ve své práci věnují diagnostickým kritériím u chronických lézí, přítomných u skotu v myokardu, způsobenými metacestodami *Taenia saginata*. K dispozici měli 117 vzorků ventrikulárního myokardu skotu s přítomností chronických lézí, jejichž předpokládaným původcem byla *Taenia saginata*. Po vizuální prohlídce na jatkách, byly následně vzorky podrobeny histologickému vyšetření a vyšetření pomocí molekulárních metod. Všechny vzorky měly pozitivní výsledek na přítomnost DNA *Taenia saginata*. Přítomnost lymfocytů, granulocytů a nekróz je typická při nálezů parazitárního granulomu, i tady jejich frekvence byla vyšší. Jen u 9 vzorků z 117 nebyla přítomnost lymfocytů, granulocytů a nekróz prokázána histologickým vyšetřením, ale následná molekulární vyšetření (PCR) ukázala, že 5 vzorků z těch 9 bylo přesto pozitivních na DNA *Taenia saginata*. Přestože pro histologická hodnocení suspektních lézí nebyla stanovena žádná kritéria, je toto vyšetření stále považováno za jediný laboratorní diagnostický nástroj vhodný pro rutinní posuzování lézí

během kontrol na jatkách (Chiesa et al., 2013). Definitivní hostitel se většinou nakazí pozřením nedostatečně upraveného hovězího masa (tatarský biftek, krvavý steak) s přítomnými cysticerku. Posléze dochází k uchycení ve střevě hostitele a následnému vývoji dospělé tasemnice, ta přežívá ve střevě i několik let (20 - 25 let). Šíření *Taenia saginata* úzce souvisí se zemědělstvím. Často právě ošetřovatelé skotu bývají nakaženi a následně jsou zdrojem infekce pro jednotlivé kusy dobytka. Infekce tasemnicí bezbrannou probíhá opět bez výrazných klinických projevů, mohou se objevit bolesti břicha, nevolnost, hubnutí, střídání zácpy a průjmu či svědění v oblasti konečníku. Faktem je i to, že tasemnice bezbranná nezpůsobuje závažnou cysticerkózu a přenos mezi lidmi není. Její přítomnost u skotu, může způsobovat velké ekonomické ztráty, protože maso s cysticerky není vhodné k lidské konzumaci.

Výskyt tasemnice bezbranné je prokázán v oblastech Afriky, střední Asie, v Evropě je to oblast Středozemního moře. V České republice dochází k neustálému snižování případů taenióz způsobených *Taenia saginata*.



Obr. 5. Tasemnice bezbranná (*Taenia saginata*)

(Zdroj:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unbewaffneter\\_Bandwurm-drawing\\_rotate.jpg?uselang=cs](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unbewaffneter_Bandwurm-drawing_rotate.jpg?uselang=cs))

### 3.3.3 Ostatní vybrané druhy tasemnic rodu *Taenia* přenosné na člověka

#### Tasemnice asijská (*Taenia asiatica*)

*Taenia asiatica* je velmi blízkým druhem *Taenia saginata*, na skolexu nemá rovněž vytvořené rostellum s háčky, jsou si podobné i morfologicky ohledně článků. Výskyt *Taenia asiatica* je spíše v asijských zemích, jako jsou Korea, Čína, Tchaj-wan, Thajsko, Vietnam, Japonsko, ale také Indonésie či Filipíny. Jejím mezihostitelem je prase domácí a prase divoké, ale i jiné

druhy zvířat. Dospělí jedinci parazitují u člověka, cysticerkus se nejčastěji objevuje v játrech mezihostitelů (Volf et Horák, 2007). Wang et al. (2016) uvádí případ infekce způsobenou právě *Taenia asiatica*, která byla potvrzen díky genetické analýze v Dali v Číně. Pacientem byl muž, který navštívil nemocnici v Dali poté co ve své stolici objevil bílé segmenty tasemnice. Jiné obtíže spojené s infekcí neuváděl, výsledky krevních testů byly v normě. V minulosti jedl syrová prasečí játra, která mohla být zdrojem infekce. Byla u něj provedena léčba pomocí tradiční čínské medicíny (užití dýňových semínek a extraktu z palmy areka) a 30 % hydrátového roztoku síranu hořečnatého. Výsledkem bylo vyloučení tasemnice o délce asi 1,8 metrů bez scolexu, po 3 - 6 hodinách po léčbě (Wang et al., 2016). Vyloučená tasemnice byla podrobena laboratorním vyšetřením a byla identifikována jako *Taenia asiatica*. Wang et al. (2016) poukazují na to, že *Taenia asiatica* je dominantním druhem způsobujícím lidskou taeniázu v několika regionech Číny. Zvykem místních obyvatel je jíst syrová prasečí játra společně s kyselou omáčkou, ty jsou často zdrojem cysticerků tasemnic. Wang et al. (2016) navrhuji dvě možné strategie vedoucí k zamezení dalšímu šíření parazita. Místní obyvatelé by měli být více vzdělávání v oblastech týkající se veřejného zdraví a nebezpečí ohledně konzumace syrových jater. Druhá strategie se týká pacientů vyléčených pomocí antihelmintik a toho, aby se místní prasata nedostávala k lidským výkalům a nedocházelo k jejich opětovnému nakažení a následnému přenosu na člověka (Wang et al., 2016). Velice podobný případ z Korei ve své práci popisuje Kim et Chung (2017), muž 42letý popisoval přítomnost pohyblivých bílých předmětů ve své stolici. Byla u něj snaha léčby antihelmintiky (albendazol) bez zjevného zlepšení, neudával žádné jiné příznaky. V dětství u něj byla diagnostikována chronická hepatitida B, babička mu „doporučila“ jíst syrová prasečí játra, aby se zlepšila funkce jeho jater. Pravděpodobně tím, ale došlo k nakažení *Taenia asiatica*. Pacient byl přijat do nemocnice, postupně byla provedena základní vyšetření, která vedla k potvrzení nákazy *Taenia asiatica* (Kim et Chung, 2017). Zajímavostí je, že u tohoto případu byla k potvrzení přítomnosti tasemnice použita kolonoskopie (vyšetření tlustého střeva), při tomto vyšetření byla z proximálního tlustého střeva viděna přítomnost tasemnice v tenkém střevě, kdy dokonce nebyl zcela jasný počet parazitů v tenkém střevě (1 - 2 kusy). Při odběru proglotid, byl zaznamenán i pohyb parazita, odebrané části byly podrobeny molekulárnímu vyšetření (PCR), s následným potvrzením přítomnosti *Taenia asiatica*. Pacient byl následně přeléčen doporučenou dávkou praziquantelu a nadále sledován (Kim et Chung, 2017).

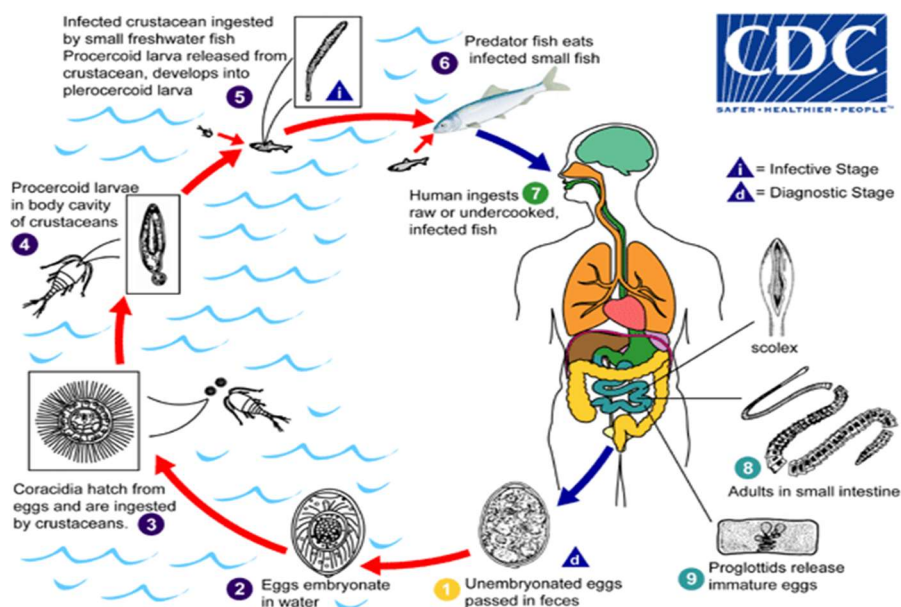


### 3.4 Ostatní rody tasemnic se zoonotickým významem

#### 3.4.1 Škulovec široký (*Diphyllobothrium latum*)

Z rodu *Diphyllobothrium* bylo celkově popsáno 14 druhů, které způsobují diphyllobothriózu, přičemž *Diphyllobothrium latum* je tasemnicí které převážně způsobuje lidské infekce (Kuchta et al., 2013). Škulovec široký je tasemnicí polyzoickou parazitující u obratlovců, savců mezi něž patří i člověk, častěji se ale objevuje u mořských ryb. Jedná se o velkou tasemnici dosahující délky až 10 m, na skolexu jsou přítomny dvě přísavné rýhy (botrie), ale mohou se zde objevit i háčky. Zajímavostí jednotlivých článků je přítomnost početných varlat a roztroušených žlutkových folikulů. Celkový vývoj probíhá ve dvou meziphostitelích a definitivním hostiteli. Prvním meziphostitelem bývá buchanka (z čeledi *Cyclopidae*, *Diaptomidae*) jedná se o vodního korýše, který pozře první obrvenou larvu (koracidium), ta se ve vodním prostředí vylíhla z vajíčka s víčkem (*operculum*). Vajíčka se do vody dostávají při vylučování trusu definitivního hostitele. *Procerkoid* je dalším vývojovým stádiem vyvíjejícím se v buchance, následně dochází k pozření buchanky druhým meziphostitelem a tím bývá většinou ryba. V rybě dochází k uvolnění *procerkoidu* a vzniká z něho *plerocerkoid*, který se usazuje ve svalovině ryby. Definitivní hostitelé jako masožraví savci (vlk, liška, kuny), ale i člověk se většinou nakazí pozřením syrové či nedostatečně tepelně upravené ryby (štika, okoun, mník). Dospělé tasemnice dokončují svůj vývoj ve střevě definitivního hostitele, kde dorůstají značných rozměrů. Škulovec široký je rozšířen u sladkovodních ryb v severních oblastech (Rusko, Skandinávie), dále v alpských jezerech Švýcarska a Francie, jeho příbuzný druh *Dibothriocephalus nihonkaiensis* byl nalezen i u lososovitých ryb v Japonsku a Severní Americe (Volf et Horák, 2007). Škulovec široký způsobuje onemocnění zvané diphyllobothrióza, která patří mezi nejčastější zoonózy způsobené pozřením většinou syrových nebo marinovaných ryb. Z důvodu velké obliby pokrmů ze syrových ryb, dochází k objevení se případů nákazy a to i v rozvinutých zemích. Diphyllobothrióza je vzhledem k nespecifickým příznakům považována za mírné onemocnění a nebývá systematicky hlášena, její výskyt proto není tak přehledný a ucelený (Scholz et al., 2009). Jedním z patogenních příznaků bývá vychytávání vitamínu B12 parazitem ve střevě hostitele, vitamín B12 ovlivňuje krevtvorbu, následkem tedy může být vznik zhoubné (perniciózní) anémie, mohou se objevit opět zažívací obtíže (průjem, zácpa, bolesti břicha, únava) zajímavým příznakem, který bývá uváděn je bolest jazyka při jídle (Scholz et al., 2009). Ve své práci Scholz et al. (2009) uvádí příklad epidemiologického šetření prováděného

ve Švýcarsku. Kde docházelo k postupnému zvyšování infekce právě škulovcem širokým z ryb vylovených v místních jezerech, ale i z ryb dovážených. Z důvodu špatné diagnostiky jen na základě morfologických znaků, dochází často k záměně *Diphyllobothrium latum* a *Diphyllobothrium dendriticum*, který nebyl považován za častého parazita u lidí. Avšak případy Evropanů (Nizozemí, Švýcarsko), u kterých došlo k nakažení tímto druhem dávají otázku, zdali by se lékaři a zvláště parazitologové neměli zabývat i druhem *Diphyllobothrium dendriticum*, který z tohoto řádu bývá opomíjený (Kuchta et al., 2013). Díky více než 900 dostupným odkazům a popisům aktualizovali Kuchta et al. (2013) znalosti o životním cyklu, zeměpisném rozšíření, epidemiologickém stavu a molekulární diagnostice parazita *Diphyllobothrium dendriticum*. A upozorňují na možnost celosvětového šíření tohoto parazita.



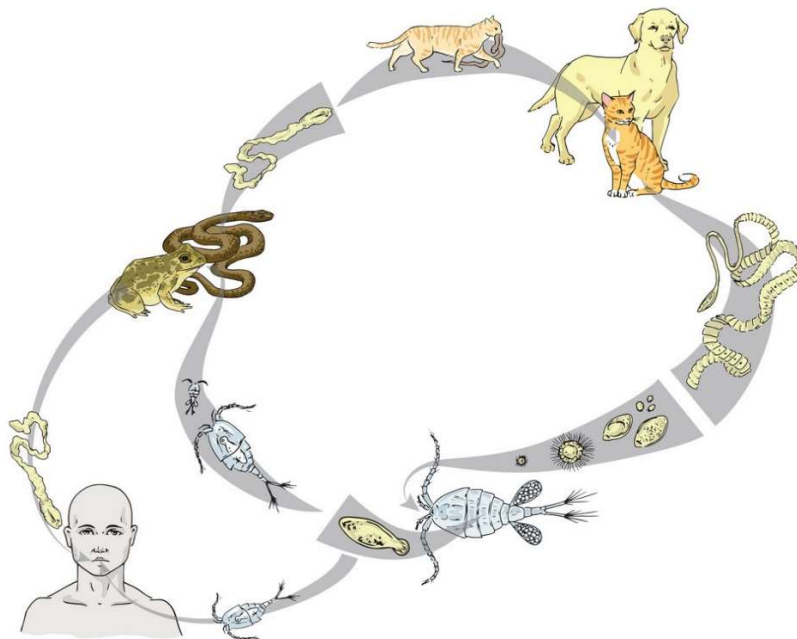
Obr. 6. Životní cyklus škulovce širokého (*Diphyllobothrium latum*)  
(převzato: <http://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobothriasis/index.html>)

### 3.4.2 Tasemnice rodu *Spirometra*

*Spirometra* patří také do řádu Diphyllobothriidea, její vývojový cyklus bývá také tříhostitelský, 1. mezihostitelem bývá buchanka (rodu *Cyclops*), dalšími mezihostiteli jsou většinou obratlovci (žáby, drobní ptáci, plazi), definitivním hostitelem je kočka nebo pes. V buchance je tedy přítomen procerkoid, u obratlovců plerocerkoid, stádium plerocerkoid se může vyskytovat u prasat i člověka, nejčastěji v podkoží či oku (Volf et Horák, 2007).

Jejími nejznámějšími zástupci jsou *Spirometra erinaceieuropae* a *Spirometra mansonoides*. Onemocnění zvané sparganóza se objevuje u člověka vzácně, k nakažení dochází pitím infikované vody či pozřením nevhodně tepelně upraveného masa, může vyvolávat edémy, záněty či poruchy krve (eozinofilii). Bennett et al. (2014) se ve své studii věnují nákaze způsobené právě *Spirometra erinaceieuropei*, kterou se jim podařilo izolovat z mozkové léze u 50-letého pacienta na východě Anglie. Pacient byl čínské etniky, žijící ale přes 20 let ve Velké Británii, často ale navštěvoval svoji domovinu kde pravděpodobně došlo k nakažení. Udával příznaky pravostranné progresivní bolesti hlavy, změny vnímání zápachu, zhoršení paměti. Všechny krevní testy (HIV, testy na tuberkulózu, syfilis, CRP i sedimentace) u tohoto pacienta byly negativní bez výrazných odchylek. Až vyšetření MRI (magnetická rezonance) prokázalo přítomnost abnormality (léze) v pravém mediálním mozkovém laloku s přítomností otoku. Následně byla provedena neurochirurgická biopsie. Pomocí PCR byla ze vzorku biopsie extrahována DNA a identifikována jako DNA *Spirometra erinaceieuropei*. Následně Bennett et al. (2014) izolovali a vytvořili návrh sekvence genomu této tasemnice, díky tomu mohli provádět pokusy ohledně toho, jak daný parazit bude reagovat na léčbu chemoterapeutiky či na nově vznikající léky. Data ze studie Bennett et al. (2014) také napomáhají k lepší identifikaci jednotlivých skupin parazitů a jejich původu. *Spirometra erinaceieuropei* se vyskytuje celosvětově, do Evropy jak uvádí případ výše, je spíše importovaná, na severu Itálie je prokázána v malém procentu mezi kočkami. Pro Ameriku je spíše typický druh *Spirometra mansonoides*.

Li et al. (2010) ve své studii identifikovali gen kódující Cu/Zn - superoxid dismutázu *Spirometra erinacei* (SeCuZn - SOD) a snažili se o charakterizaci biochemických a funkčních vlastností tohoto enzymu. Superoxid dismutáze je enzym skládající se většinou z kationtu kovu (Cu,Zn,Mn) a superoxidového anionu. Superoxidy se obecně podílejí na imunitní reakcích a pomáhají při likvidaci patologických buněk v těle. Daný enzym je také schopen hrát důležitou roli při přežití parazita v těle hostitele, chrání parazita před imunitními buňkami hostitele. Právě interakce mezi SeCuZn - SOD a hostitelem by měla být podrobena dalšímu zkoumání. Li et al. (2010) poukazuje také na možnost využití enzymu pro vývoj specifických vakcín proti parazitům, kdy inaktivace daného enzymu může vést k urychlení usmrcení parazita.



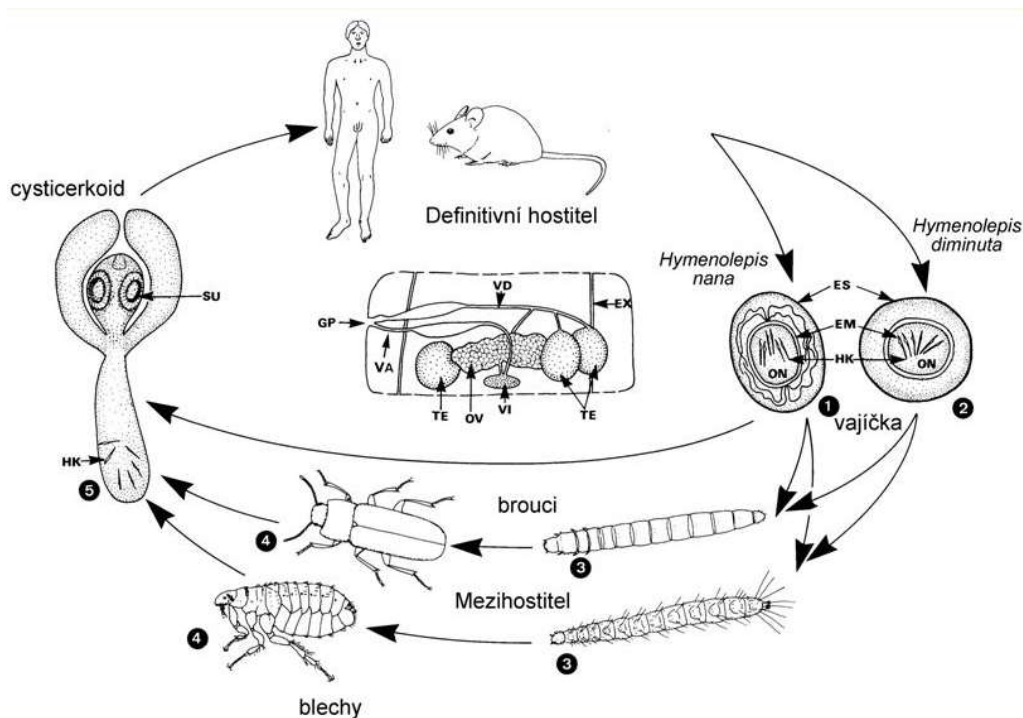
Obr. 7. Životní cyklus *Spirometra*  
 (převzato: <http://www.monaluo.com/czech-internship>)

### 3.4.3 Tasemnice rodu *Hymenolepis*

#### Tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*)

Tasemnice krysí je parazit jehož definitivním hostitelem bývá nejčastěji krysa, dalším hlodavcem, u kterého se *Hymenolepis diminuta* vyskytuje je potkan, definitivním hostitelem může být ale i člověk. Mezihostitelem stejně jako u *Hymenolepis nana* je hmyz (blechy, brouci), u mezihostitelů tato tasemnice může vyvolávat změny v chování a snižuje také jejich reprodukci, v těle mezihostitele dochází k přeměně vajíčka na cysticerkoid. Jedná se o tasemnici dlouhou cca 60 cm, na skolexu bez přítomnosti rostelárních háčků. Její rozšíření je celosvětové. Zvláštností druhu *Hymenolepis diminuta* je tzv. „crowding efekt“, při němž dochází k nevyvinutí všech tasemnic u definitivního hostitele, příčinou je rychlejší růst některých tasemnic a produkce látek, které zabraňují vývoji ostatním tasemnicím (inhibují syntézu DNA) (Volf et Horák, 2007). *Hymenolepis diminuta* se řadí také mezi tasemnice, které lze využívat v terapii helminty (Wang et al., 2017). Tasemnice krysí byla využita také ve studii Kosik-Bogacka et al. (2012) kdy provedli experimentální hymenolepidózu na laboratorních krysách. Následně Kosik-Bogacka et al. (2012) prováděli analýzu exprese Toll-like receptorů (tzv. „mýtné receptory“ hrající důležitou roli v imunitním

systemu, rozpoznávají patogeny a aktivují vrozenou imunitu), které jsou kódovány genem TLR2 a TLR4. Toll-like receptory jsou v podstatě membránovými proteiny, které jsou uvolňovány imunitními buňkami (monocyty, makrofágy, dendritickými buňkami), ale i intestinálními epitelálními buňkami gastrointestinálního traktu. Ve studii Kosik-Bogacka et al. (2012) tedy došlo ke zvýšené expresi jak v tenkém tak tlustém střevě, zvýšení bylo pozorováno 6 až 8 dní po infekci. Poté byla provedena vyšetření fragmentů tenkého i tlustého střeva krys na molekulární rovině (PCR). Daných výsledků interakce mezi TLR a patogenními molekulárními vzorci (PAMP), které jsou exprimovány parazity, by mohlo být využito při kontrole parazitárních onemocnění (Kosik-Bogacka et al., 2012).



Obr. 8. Životní cyklus tasemnice krysí (*H. diminuta*) a tasemnice dětské (*H. nana*) (převzato z: [slideplayer.cz/slide/4067577/](http://slideplayer.cz/slide/4067577/))

### Tasemnice dětská (*Hymenolepis nana*)

Tasemnice dětská (*Hymenolepis nana*) patří mezi tasemnice menších rozměrů (délka 4 - 8 cm), skolex je opatřen rostellárními háčky (Volf et Horák, 2007). Hmyz, z nichž hlavně brouci a blechy se stávají mezihostiteli po pozření vajíčka, v jejich těle dochází k procesu kdy se z onkosféry vyvíjí cysticerkoid. Definitivní hostitelé, kterými jsou lidé, myši či hlodavci bývají nakaženi infekčním cysticerkoidem, ten se uchytlí a je lokalizován v tenkém střevě. Zajímavostí u *Hymenolepis nana* je využití jednohostitelského cyklu, k němuž dochází často u člověka v dětských kolektivech, zdrojem nákazy je vajíčko, k jehož pozření dochází

při nedostatečných hygienických návycích u malých dětí. Ve střevě člověka (dítěte) tak dojde k dvěma fázím vývoje tasemnice, uvolněná onkosféra se dostává do sliznice střeva a vyvíjí se z ní cysticerkoid, ten se následně uvolňuje a na jiném místě ve střevě se z něj stává dospělá tasemnice. Mezihostitelem i definitivním hostitelem je v tomto případě člověk (Volf et Horák, 2007), nakažení probíhá bez výrazných příznaků, při silnější infekci se objevují bolesti břicha, průjem, zvracení či svědění v oblasti konečníku. Výskyt *Hymenolepis nana* je zaznamenán po celém světě (Středomoří, Afrika, Turecko, Španělsko), v České republice se objevuje během roku v průměru 20 případů.

#### 3.4.4 Tasemnice psí (*Dipylidium caninum*)

Tasemnice psí dorůstá v dospělosti do délky 40 - 70 cm, na skolexu je rostellum s více řadami háčků, jednotlivé články jsou tvořeny 2 sadami pohlavních orgánů. *Dipylidium caninum* má dvouhostitelský vývojový cyklus. Mezihostiteli jsou různé druhy hmyzu (vši, blechy, brouci, všenky), definitivními hostiteli jsou pak masožraví savci (šelmy, psi, kočky) i člověk (Volf et Horák, 2007). Dospělé tasemnice najdeme v tenkém střevě definitivních hostitelů, z nich společně s výkaly odchází články, mající tvar okurkových semen. Mezihostitelé jsou nakaženi při pozření vajíček, ty se uvolňují ve shlucích po 8 - 15 ks, například blechy se nakazí pouze jako larvy (detritofágní). Definitivní hostitel se infikuje pozřením hmyzu, který má v sobě vyvinuté cysticerkoidy. *Dipylidium caninum* se opět vyskytuje celosvětově, v Evropě je prevalence u koček někde mezi 1 - 21 %, u psů mezi 1 - 13 %, u lidí se vyskytuje spíše sporadicky.



Obr. 9. Tasemnice psí (*Dipylidium caninum*)

(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dipyl\\_can\\_worm1.JPG?uselang=cs](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dipyl_can_worm1.JPG?uselang=cs))

## 3.5 Prevence a diagnostika

### 3.5.1 Preventivní opatření

Základem preventivních opatření dle Orliková et al. (2013) je konzumace dostatečně tepelně zpracovaného masa. I přes oblibu, požití syrového či polosyrového masa (tatarský biftek, krvavý steak, kebab) není bezpečné. U tohoto masa se doporučuje předchozí zmrazení na teplotu -20 °C, čímž by se mělo předejít přežití cysticerku ve svalovině či orgánech. Ta samá doporučení ohledně zamrazování před konzumací platí také u masa ze syrových ryb. Dalšími prostředky prevence mohou být i nařízená veterinární opatření, společně s kontrolami živočišných produktů určených k lidské spotřebě. Důležitou součástí prevence je i zamezení kontaminace půdy a vody fekáliemi, obsahy žump by se neměli využívat k hnojení. Orliková et al. (2013) poukazuje na důležitost provedení parazitologických vyšetření u každého hlášeného podezření na taeniózu, a tím druhově rozlišit daný rod tasemnice. Následně by mělo dojít k nahlášení případu jak danou laboratoří tak ošetřujícím lékařem pacientů. U každého pacienta musí být provedena důkladná anamnéza a následně doporučený zvýšený dozor lékaře. Ten by měl zahrnovat také upozornění na dodržování osobní hygieny a dostatečného mytí rukou. Spolupráce praktického lékaře, epidemiologů, infektologů, parazitologů a inspekčních orgánů je nezastupitelná. Nutností je i osvěta obyvatelstva o správném zpracování syrového masa. Prohlídky u jatečných těl skotu jsou řízeny směrnicemi, kdy nejčastěji je kontrolována svalovina jazyka, jícnu, žvýkacích svalů, bránice a srdce, v těchto orgánech bývá často zachycen výskyt cysticerků *Taenia saginata*. Prevence může také zahrnovat využívání různých modelů aplikace antihelmitických návnad, které předpovídají úspěšné odstraňování ohnisek s parazity. Příkladem může být model navržený Budgey et al. (2017) ve Velké Británii. Díky těmto modelovým aplikacím se léčba a náklady na ni mohou výrazně snížit.

### 3.5.2 Využití návnad s antihelmitiky

Budgey et al. (2017) se snažili vyvinout model, který by předpovídal úspěšné odstranění ohnisek *Echinococcus multilocularis* díky distribuci antihelmitických návnad, při případném zanesení tohoto parazita do Velké Británie. Uvedli tři programy potenciální kontroly, každé z nich předcházela 36 měsíční návnadová kampaň. Kontroly začali 5, 10 a 15 let po simulovaném zavedení nákazy na určenou plochu 2827 km čtverečních. Dle předpokladů

měla být rovnováha prevalence mezi 30 %, 40 %, 55 %, ale ani po uplynutí 5 až 15 let rovnováhy nebylo dosaženo. Simulované hodnoty lokální prevalence byly mezi 0,5 % až 28 %. Budgey et al. (2017) zjistili, že onemocnění je možné vyloučit s úspěšností mezi 38 % - 86 %, pokud je první program kontroly proveden 5 let po simulované distribuci, onemocnění klesne na 0 % - 56 %. Pokud je kontrola zpožděna na dobu 15 let, je ovlivněna rovnováhou prevalence. Předpokládané odhady nákladů na tyto programy jsou dle Budgey et al. (2017) kolem 7 až 20 miliónů eur.

Pomocí tohoto modelu Budgey et al. (2017) prokázali, že kontrola ohnisek je možná, pokud bude provedena dostatečně brzy po zanesení *Echinococcus multilocularis*. Důležitými determinanty jsou rovnovážná prevalence a přežívání vajíček *Echinococcus multilocularis* v prostředí.

### **3.5.3 Vyšetření (diagnostika)**

Kromě vyšetření výkalů definitivního hostitele, zahrnují základní vyšetření ještě zobrazovací techniky, sérologická a histopatologická vyšetření, a druhově specifickou molekulární analýzu. Každé z těchto vyšetření je možné použít u všech druhů tasemnic. Jaká metoda vyšetření bude zvolena záleží na stavu pacienta i na rozhodnutí ošetřujícího lékaře. Ale zpravidla dochází ke kombinaci jednotlivých vyšetření, aby byl parazit dostatečně identifikován. Právě zlepšování diagnostiky u definitivních hostitelů nám umožňuje zjištění většího rozšíření parazitů po celé Evropě (Volf et Horák, 2007). Avšak diagnostika u mezihostitelů, v našem případě u člověka bývá často zdoluhavá a i finančně náročná. Zároveň nedostatečné vyšetření u jednotlivých případů například alveolární echinokokózy, která bývá velmi dlouhou dobu bez klinických příznaků, je příčinou diagnostiky s velkým časovým posunem (Rosol'anka et al., 2016). Čím později je parazit identifikován tím více dochází k jeho postupnému šíření.

#### **Mikroskopické vyšetření**

Mikroskopická vyšetření postrádají citlivost a specifčnost (Jabbar et al., 2016). Například vajíčka rodu *Echinococcus* a *Taenia* jsou morfologicky shodná a při diagnostice pomocí světelného mikroskopu je nelze rozlišit. Ten samý problém nastává mezi vajíčky *Taenia saginata* a *Taenia solium*, u nich je patrný rozdíl pouze v morfologii dělohy. U rodu *Taenia* se také provádí výtěry z konečníku a další koprologické metody, jimiž je potvrzena přítomnost vajíček ve stolici. Škulovce širokého (*Diphyllobothrium latum*) i tasemnici



dětskou (*Hymenolepis nana*) můžeme také diagnostikovat pomocí mikroskopických nálezů vajíček či článku ve výkalech.

### **Zobrazovací metody**

Mezi základní zobrazovací metody patří rentgenové vyšetření, které se využívá už jen spíše k potvrzení kalcifikovaných cyst ve svalech anebo při vyšetření přítomnosti cyst v plicích nebo na játrech. Při vyšetření cysticerkózy mozku, je vhodné využít CT vyšetření (computer tomography neboli počítačová tomografie) a vyšetření pomocí magnetické rezonance (MRI), obě tyto zobrazovací techniky většinou potvrzují přítomnost cysty v oblastech mozku.

### **Molekulární analýzy**

Molekulární analýzy byly vyvinuty k překonávání omezení, které vzniká při mikroskopických a koprologických metodách (Ng-Nguyen et al., 2017), umožnili nám lepší rodové a druhové rozdělení tasemnic.

Jednou z nejčastějších používaných molekulárních metod je PCR (polymerázová řetězová reakce) je metodou snadného a rychlého zmnožení jednotlivých úseků DNA, založena je na principu replikace nukleových kyselin, sloužící k vytvoření exaktních kopií vzorového fragmentu DNA, díky tomu je možné provést analýzu DNA i z malého vzorku v našem případě parazita. Toho se využívá také při sekvenování DNA. Pro jednotlivou izolaci DNA tasemnic a následnou PCR metodu se využívá vzorků trusu, proglotid či vajíček. Vzorek můžeme získat i při provedené biopsii na chirurgickém oddělení, kam bývají pacienti odesláni při objevujících se obtížích (Rosol'anka et al., 2016).

Diphyllobothrióza a její původci jsou identifikováni často jen na úrovni rodu s následným podáním léku. Ale pomocí molekulárních metod, lze i u tohoto rodu určit jednotlivé druhy *Diphyllobothrium*, což umožní větší přehled o rozšíření jednotlivých druhů tohoto rodu celosvětově (Scholz et al., 2009).

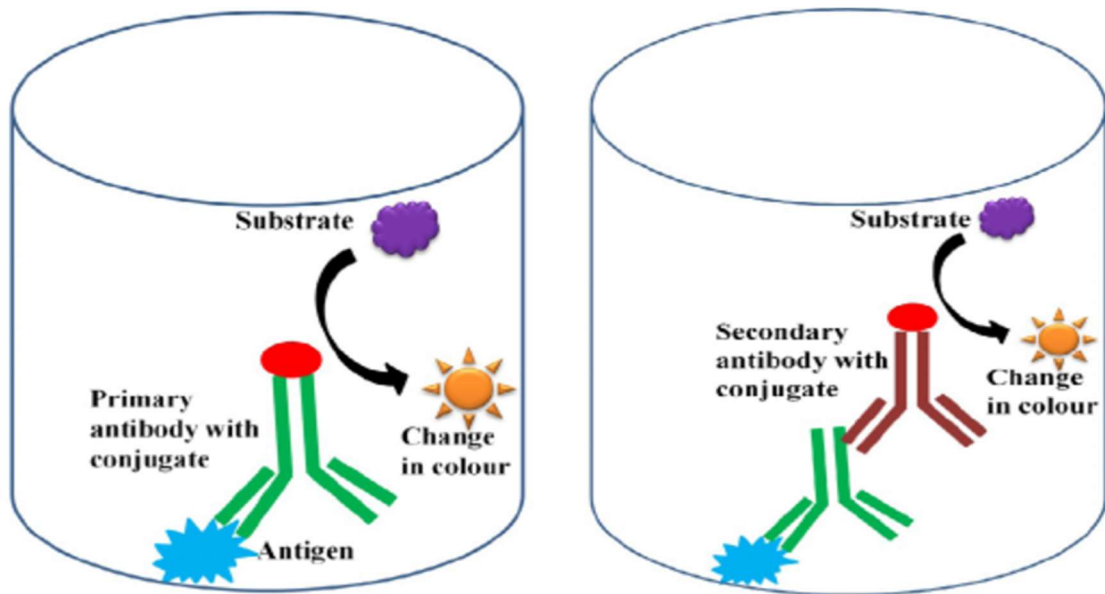
Studie Ng-Nguyen et al. (2017) se věnuje vývoji nového testu tzv. triplexu PCR v reálném čase (qPCR) za využití sondy Taq-Man (sonda používána na hydrolýzu, je navržena tak aby zvyšovala specifitu kvantitativní PCR) pro detekci a diskriminaci všech tří lidských tasemnic rodu *Taenia* (*T. solium*, *T. saginata*, *T. asiatica*) ve vzorcích stolice, shromážděných v oblastech centrální vysočiny Vietnamu. Zároveň jsou diagnostické vlastnosti nově navrženého triplexu qPCR (T3qPCR) porovnávány s konvenčním silným nátěrem Kato Katz (KK) a metodou ELISA copro-antigen (cAgELISA) s využitím stejných vzorků stolice a ze stejné oblasti (Ng-Nguyen et al., 2017). Odebráno bylo tedy 342 vzorků

od jedinců z provincie Dak Lak ve Vietnamu, celková prevalence taeniázy v provincii byla 6,72 %, z toho nakažení *T. solium* bylo dle T3qPCR 1,17 %. T3qPCR se tedy z hlediska citlivosti a specifity ukazuje jako nejvhodnější při vyšetřování vzorků stolice, dokáže identifikovat existenci jednotlivých druhů tasemnic rodu *Taenia*. Tento nově vyvinutý test T3qPCR se také ukázal jako nadřazený, dříve vyvinutým imunodiagnostickým a konvenčním mikroskopickým testům (Ng-Nguyen et al., 2017).

### **Sérologická vyšetření**

Sérologická diagnostika je neinvazivní vyšetřovací metoda, která se využívá při včasné detekci infekce, ale i při dlouhodobém sledování pacientů po zavedení léčby. Při vyšetření je využíván ELISA test (enzyme-linked immunosorbent assai) spolu s komerčně dostupnými specifickými antigeny proti *Echinococcus multilocularis*. V současnosti se nejvíce využívají a jsou doporučovány specifické antigeny Em2+ a Em18 získané z larev *Echinococcus multilocularis*. Specifické IgG4 protilátky jsou vhodnými indikátory monitoringu alveolární echinokokózy a při korelaci s aktivním onemocněním, záleží na výšce jejich hladiny. Protilátky se vyšetřují z krve, ale i z mozkomíšního moku a to hlavně u mozkové cysticerkózy. Imunologická metoda ELISA sloužící k detekci konkrétních protilátek jednotlivých parazitů či k přímé detekci parazitárních antigenů. ELISA metoda je založena na bázi imunoenzymatické reakce, lze z ní tedy detekovat i antigeny. Tato metoda má velké spektrum možností pro průkaz antigenů a specifických protilátek. Základní dělení je na: přímá ELISA (detekce antigenu) a nepřímá ELISA (detekce specifické protilátky). ELISA testy můžeme dále rozdělit do tří typů: detekce antigenu ze séra, detekce specifických protilátek ze séra a detekce patogenů ze stolice (coproantigen ELISA).

Analýza sérových protilátek pomocí metody Western blot je analytická technika používána k detekci specifického proteinu ve směsi s dalšími proteiny (ve vzorku tkáně či jiného biologického vzorku). K separaci proteinů podle jejich velikosti se využívá gelové elektroforézy. Proteiny jsou déle „přebírány“ (přeneseny) z gelu na membránu a na jejím povrchu jsou detekovány specifickými protilátkami. Oproti metodě ELISA je Western blot přesnější, má tedy větší specifitu, patří ale mezi náročnější a dražší vyšetření, proto se neprovádí tak často.



Obr. 10. Princip ELISA testu: vlevo přímá ELISA test, vpravo nepřímá ELISA test

(Zdroj: [https://www.researchgate.net/publication/291171327\\_Application\\_of\\_Molecular\\_and\\_Serological\\_Diagnostics\\_in\\_Veterinary\\_Parasitology](https://www.researchgate.net/publication/291171327_Application_of_Molecular_and_Serological_Diagnostics_in_Veterinary_Parasitology))

### Bioptické vyšetření

Přímým průkazem patogenního agens může být i bioptické vyšetření. Provádí se tzv. tenkojehlá biopsie (fine-needle biopsy) za kontroly ultrazvuku. 14 dní před zákrokem se aplikuje u pacientů léčba albendazolem, která by měla zabránit případné diseminaci infekčního agens a také zmenšení tlaku cysty. Následná histopatologická vyšetření vzorku jsou prováděna v laboratorních podmínkách.

### 3.5.4 Speciální vyšetření

Rosoňanka et al. (2016) poukazuje na nově využívané vyšetření, pozitronová emisní tomografie s využitím fluorodeoxyglukózy, která umožňuje zhodnotit glukózový metabolismus v jaterní lézi, glukóza je totiž základní energetickou složkou pro parazity. V současnosti se dle Rosoňanka et al. (2016) uvažuje i o dalších alternativních metodách s využitím imunomodulancí anebo interferonů. Právě při experimentálním podávání interferonu - alfa2a došlo u uměle infikovaných laboratorních zvířat k výrazné redukci lézí v játrech.

## 3.6 Léčba

Izolace pacientů s parazitickými infekcemi není indikována. Jako terapii u taeniáz využíváme chirurgickou i konzervativní léčbu, nejčastěji jejich kombinaci. Důležitou roli při léčbě hraje i spolupráce pacienta, například u uvedené kazuistiky Rosoľanka et al. (2016) byla spolupráce nedostatečná, 21letý pacient neužíval antihelmintika v doporučených dávkách a nechodil na pravidelné kontroly. Tento přístup může velice ovlivnit průběh onemocnění a následné vyléčení.

### 3.6.1 Chirurgická terapie

Chirurgická řešení vyžadují specializovaný a dobře trénovaný chirurgický tým. Operace byla dlouho považována za první volbu léčby, spolu s potvrzením dané diagnózy po vyšetření odebraného materiálu. Většinou bývají provedeny různé typy hepatektomií (částečné odstranění jater), kdy se odebírá celé ložisko společně s 2 centrimetrovým lemlem zdravé tkáně z okolí (Rosoľanka et al., 2016). Následně dochází k léčbě chemoterapeutiky po dobu nejméně 2 let. Při neoperovatelné cystě se chemoterapeutika mohou užívat dlouhodobě až doživotně a dle kontrolních výsledků se upravuje jejich dávkování. Jednou z možností je využití i transplantace jater, která může být nadějí pro pacienty s neoperovatelnou cystou. U oční cysticerkózy se také většinou přistupuje k chirurgickým zákrokům.

### 3.6.2 Konzervativní terapie

Při konzervativní léčbě se využívají antiparazitní látky benzimidazolového typu, které se zároveň řadí do chemoterapeutik, nejpoužívanějšími jsou Mebendazol (MBZ) a Albendazol (ABM). Při jejich aplikaci dochází k rozvratu metabolismu parazita a následně k jeho úmrtí. Přípravky byly vytvořeny na léčbu nekomplikovaných infekcí helminty u lidí i domestikovaných zvířat. Dávky MBZ a ABZ musí být výrazně vyšší například při použití na larvální stádia *Echinococcus multilocularis*. Délka léčby se upravuje dle stavu daného pacienta, po chirurgickém zákroku se léky užívají ještě 2 roky, ve výjimečných případech se aplikují i celý život. Jedná se o velmi agresivní látky, které se projevují nežádoucími účinky jako pancytopenií (současný pokles počtu všech typů krevních buněk – červených i bílých krvinek, krevních destiček) či hepatotoxicitou (chemicky způsobené poškození jater) (Rosoľanka et al., 2016). Dalšími využívanými antimikrobiálními chemoterapeutiky jsou Praziquantel, ten se spíše aplikuje při odčervování koček a psů, Niklosamid se používá

v terapii u tasemnice bezbranné, tasemnice dětské, ale i škulovce širokého. Při terapii škulovce širokého se navíc ještě doporučuje podávání vitamínu B12.

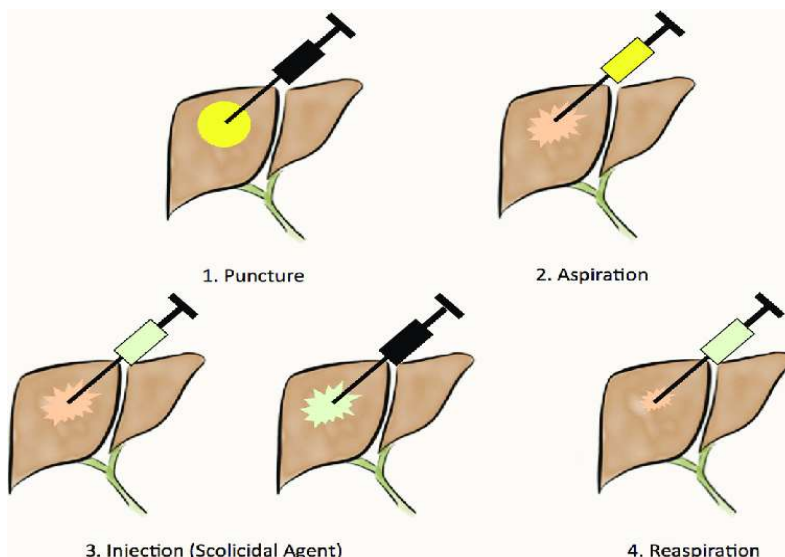
Účinností a bezpečností antihelmintik se ve své práci zabývá Mkupasi et al. (2013), testování bylo prováděno na cysticerkózách u prasat. Infekce způsobené metacestodami *Taenia solium* jsou neustále sledovány, zvýšený výskyt je v rozvojových zemích, kterými jsou Latinská Amerika, Asie a subsaharská Afrika. S ohledem na vzrůstající tendenci infekcí navrhla Světová zdravotnická organizace (WHO) postupy k eliminaci tohoto onemocnění, a to i za pomoci použití chemoterapeutik u infikovaných prasat. Bylo testováno několik léků s různou účinností vůči prasečí cysticerkóze a to Flubendazol (FLU), Fenbendazol (FBZ), Albendazol (ABZ), Albendazol sulfoxid (ABZSO), Oxfendazol (OFZ), Praziquantel (PZQ) a Nitazoxanid (NZX)(Mkupasi et al., 2013). Přehled Mkupasi et al. (2013) shrnuje dostupné informace o účinnosti a případných nežádoucích účincích těchto léků u prasat. Hodnocené studie se lišily ve velikostech vzorků, metodiky nebyly dostatečně popsány a jednotlivé studie uváděly také různé způsoby hodnocení životaschopnosti metacestod, proto byl tento přehled těžko zpracováván. Většina testovaných léků byla aplikována do krmiva a zvířata je přijala tedy orální cestou. U léků s obsahem bendazolu je obecně špatná absorpce při perorálním užívání, proto je vhodné volit alternativnější způsoby podání. Nejlepších výsledků dosáhl lék Oxfendazol, kdy jednorázová dávka 30 mg/kg byla vysoce účinná u svalových metacestód a zároveň i bezpečná, méně účinná pak byla u metacesód přítomných v mozku (Mkupasi et al., 2013). Dosud neexistují standardizované pokyny k posuzování a porovnávání účinnosti jednotlivých antihelmintik u prasečí cysticerkózy. Správná analýza účinnosti, registrace léčiv ve vhodném přípravku a dostupnost léků v endemických oblastech by měla být cestou vpřed k eliminaci cysticerkózy u prasat (Mkupasi et al., 2013). Zatím je postup léčby u lidí s cysticerkózou velice obdobný jak u předchozích onemocnění, při postižení mozku a epileptických záchvatech se k anthelmintikům přidávají ještě antiepileptické léky.

### 3.6.3 Inaktivace boubelů

Jednou z dalších možností léčby cyst je využití skolicidních roztoků. Mezi nejčastěji používané patřil formalín, ten byl jedním z prvních skolicidních roztoků, dnes už se pro svou toxicitu ale nepoužívá. Běžnými skolicidními roztoky jsou hypertonický NaCl (20 %), dusičnan stříbrný, peroxid vodíku, cetremonium (bromid cetylmethylamonný) a 95 % etanol, používají se pro inaktivaci obsahu cysty. Aplikují se při ultrazvukem řízeném perkutánním zákroku - PAIR (puncture – aspiration – injection – reaspiration), kdy nejdříve dochází

k propíchnutí cysty, následuje vysátí části jejího obsahu, posléze je aplikováno skolicidní činidlo, které se nechá působit 15 - 30 minut a potom se celý obsah cysty vysaje, tím by se mělo zabránit dalšímu šíření cysty. Tato metoda je poměrně úspěšná, dochází k zahubení germinativní vrstvy a spolu s ní i všech protoskolexů, posléze dochází k postupnému zmenšování cysty.

Této metody se využívá u neoperovatelných ložisek, dále u polymorbidních pacientů, u kterých je nebezpečí vzniku komplikací po operaci, a také u kalcifikované inaktivních cyst. Pokud jsou cysty přítomny v plicích je PAIR kontraindikováno (Svobodová, 2014). Bohužel i při aplikaci skolicidních roztoků se mohou objevit vedlejší účinky, jakými jsou zánět žlučových cest a jejich následná fibróza, nekróza jater nebo methemoglobinémie (hemoglobin nepřenáší kyslík, může nastat hypoxie), většinou se zavádí ještě následná chemoterapie benzimidazolovými preparáty.

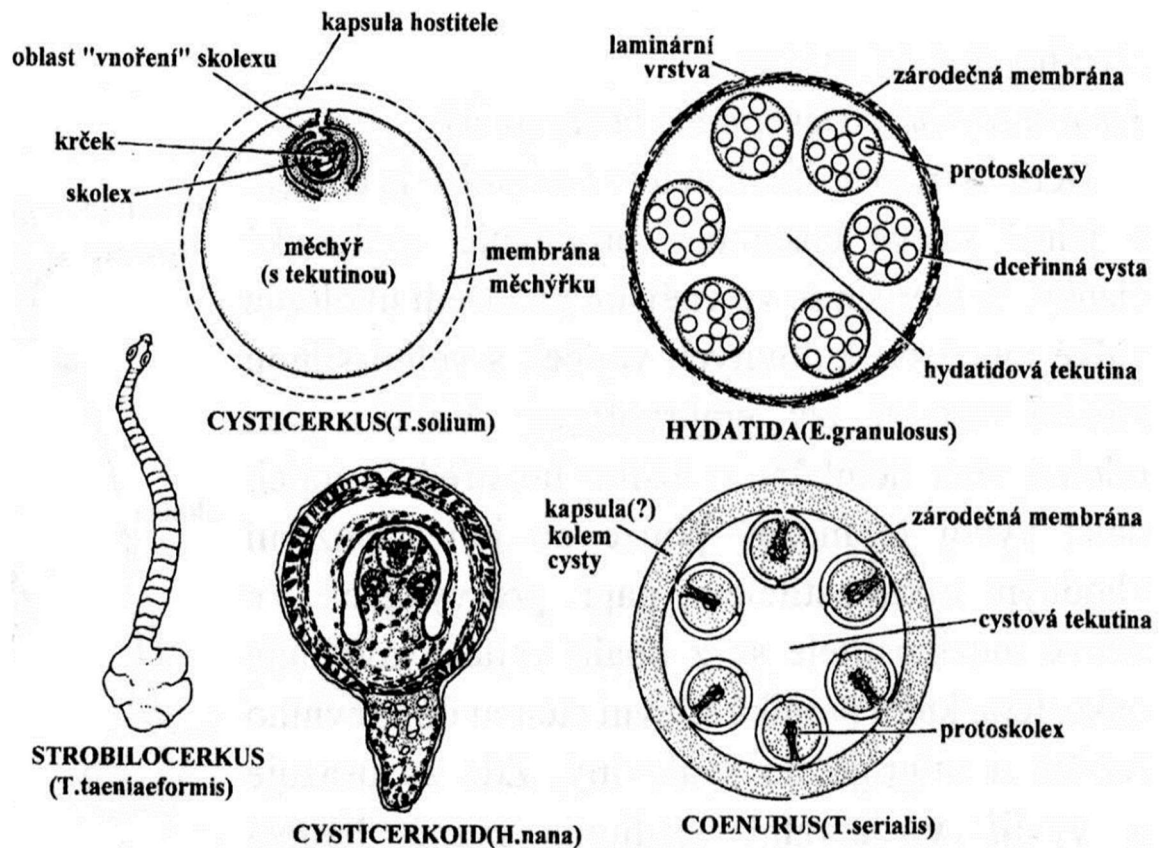


Obr. 11. Postup aplikace skolicidních roztoků při PAIR

(převzato: [https://www.researchgate.net/publication/316881762\\_Imaging\\_of\\_Hydatid\\_Disease\\_with\\_a\\_Focus\\_on\\_Extrahepatic\\_Involvement](https://www.researchgate.net/publication/316881762_Imaging_of_Hydatid_Disease_with_a_Focus_on_Extrahepatic_Involvement))

Jednu z novinek mezi skolicidními přípravky uvádějí Barabadi et al. (2017). Zkoumali možnou skolicidní aktivitu biogenních syntetizovaných zlatých nanočástic s využitím plísně *Penicillium aculeatum* vůči hydatidovým cystám *Echinococcus granulosus*. Velikost a morfologie zlatých nanočástic byla potvrzena pomocí mikroskopických vyšetření. Nanočástice byly vytvořeny relativně uniformní, s kulovitým tvarem a průměrným průměrem 60 nm. Barabadi et al. (2017) použili různé koncentrace syntetizovaných nanočástic (0,05;

0,1; 0,2 a 0,3 mg/ml), které byly rozptýleny v destilované vodě při různých dobách expozice (10, 30, 60 a 120 minut) při teplotě 37 °C. Výsledkem bylo, že největší eliminační účinek na protoscolexy až 94 % měla koncentrace 0,3 mg/ml AuNPs po dobu expozice 120 minut. Studie Barabadi et al. (2017) uvádí jednu z možností jednoduchého a hlavně ekologického přístupu k výrobě účinného skolicidního prostředku, kterými mohou být právě syntetizované zlaté nanočástice.



Obr. 12. Cystická larvální stádia tasemnic

(Zdroj: docplayer.cz/39399287-Tasemnice-charakteristika.html)

Léčbu infekcí způsobených tasemnicemi, můžeme považovat za úspěšnou, pokud došlo ke stabilitě či regresi nálezu na snímcích zobrazovacích metod. Snížila se hladina celkových IgE protilátek, či se stabilizovaly nebo poklesly protilátky proti parazitům a neobjevují se nežádoucí účinky léčby.

### 3.6.4 Experimentální infekce

Experimentální vývoj modelu prasečí neurocysticercózy ve své práci uvádí Fleury et al. (2015). Aktivní onkosféry *Taenia solium* v počtu 500 až 1000 jedinců byly chirurgicky implantovány do subarachnoidálního prostoru v mozku selat. Dospělé tasemnice byly získány od lidských pacientů žijících v mexických endemických oblastech, následně byly tasemnice podrobeny makroskopickému a mikroskopickému vyšetření. Na základě morfologických charakteristik a molekulárních metod došlo k přesnému určení a rozlišení *Taenia solium* a *Taenia saginata*. Vzorky promotorů *Taenia solium* byly uchovávány ve vhodném roztoku při 4 °C, až do následných aplikací. Infikováno bylo 24 prasat stáří dvou měsíců a různého pohlaví, z farem bez nákazy cysticercózou. Byly provedeny dva individuální pokusy s významnými rozdíly, ty byly převážně dány použitím aktivovaných onkosfér a dobou jejich uchovávání. Před první implantací bylo aktivováno jen 5 % onkosfér a v chladničce byly po dobu 4 týdnů, u druhé aplikace naopak bylo aktivováno až 85 % onkosfér a chlazeny byly jen po dobu jednoho týdne, výsledkem bylo, že vyšší procento aktivovaných onkosfér zvýšilo i účinnost provedené infekce. Zajímavostí je i vyšší procentuální (5,4 %) účinnost infekce při použití menšího počtu onkosfér (500 ks). Klinický stav a případné příznaky onemocnění byly pozorovány po dobu 4 měsíců. Infekce se projeví zvýšenými specifickými protilátkami, ale bez výrazných neurologických příznaků. Většina parazitů byla obklopena zánětlivou odezvou s infiltrační lymfocytů a zvýšeným zánětlivým markerem. Zvířata byla po 4 měsících usmrcena, během pitvy byla spočítáno množství cyst a byla provedena jejich charakteristika jak makroskopická tak i mikroskopická. Cysty byly nalezeny nejenom v mozku infikovaných prasat, ale i ve svalech (Fleury et al., 2015). Tento nový experimentální model by mohl poskytnout užitečné informace k vyhodnocování protizánětlivých přístupů a zlepšení léčby u pacientů s rozvinutou neurocysticercózou, kterým současné léčebné postupy nepomáhají (Fleury et al., 2015). Za pokus by se mohla brát i práce Li et al. (2014), kteří se snažili o potvrzení možnosti usmrcení protoscolexů v hydatidových cystách *Echinococcus granulosus* pomocí uvaření ovčích jater a plic. Li et al. (2014) upozorňují na celkově špatnou likvidaci jatečně upravených těl po domácí porážce v Číně, často zde dochází ke konzumaci vnitřností psy, tím se také udržuje vyšší prevalence infekce *Echinococcus granulosus*. Cílem studie bylo poskytnout vhodná doporučení majitelům hospodářských zvířat týkajících se následného zpracování vnitřností po porážce. Výsledky Li et al. (2014) ukazují, že vaření celých ovčích jater i plic po dobu 30 minut by mělo být dostačující k usmrcení protoscolexů *Echinococcus granulosus* v hydatidových cystách. Kratší vaření se nedoporučuje, při době vaření 5 minut bylo stále několik procent protoscolexů



naživu. U větších zvířat (jak, velbloud) doporučuje Li et al. (2014) jejich vnitřnosti nejdříve rozřezat na menší části a následně uvařit. Vařené vnitřnosti mohou být bezpečně podány psům jako krmivo, což se zdá ekonomicky i kulturně výhodné. Avšak většina farmářů praktikuje spíše spálení či zahrabávání vnitřností, zde může dojít k opětovnému vyhrabání zbytků nejen psy, ale i liškami či vlky. Po pozření dochází znovu k šíření parazita. Li et al. (2014) se snaží poukázat o vhodném zavedení jednoduché reklamy, která by se týkala propagace doporučující vaření vnitřností, čímž by se zabránilo dalšímu šíření infekce *Echinococcus granulosus* v Číně.

### **3.7 Terapie helminty**

Při této terapii se používá helmintů jako prostředků ke zlepšení stavů u pacientů se zánětlivými onemocněními střev, celiakií, roztroušenou sklerózou či diabetem mellitu I. typu (vrozená cukrovka). Přestože je využití helmintů v terapii různých autoimunních chorob, alergií a některých zánětlivých onemocnění stále ve fázi výzkumu a klinických studiích, můžeme říci, že u některých chorob po zavedení této terapie došlo ke zlepšení některých příznaků. Helmintická terapie je založena na přítomnosti parazita v těle hostitele, kde dochází k tlumení mechanismů imunitního systému.

#### **3.7.1 Tenkohlavci a měchovci**

Dobrych výsledků bylo dosaženo u pacientů s výskytem zánětlivých onemocnění střev (Inflammatory bowel disease = IBD), při nedostatečném posouzení je toto onemocnění často charakterizováno jako Crohnova choroba nebo ulcerózní kolitida. V raných klinických studiích bylo zjištěno, že za použití hlístů tenkohlavce prasečího (*Trichuris suis*) či měchovce amerického (*Necator americanus*) může dojít ke zlepšení příznaků zánětlivých onemocnění střev, těmi příznaky mohou být bolesti břicha, průjem různé intenzity, rektální krvácení či únava (Weinstock et Elliott, 2013). Právě Weinstock et Elliott (2013) navrhuji možnost použití helmintů při terapii zánětlivých onemocnění střev, z prováděných klinických studiích vyplývá že helminti působí na imunitní regulační mechanismy pacienta a dokáží potlačovat střevní zánět. Weinstock et Elliott (2013) naznačují že moderní životní styl a enormní hygiena mohou být příčinou vzniku zánětlivých onemocnění střev a ztrátě helmintických infekcí ve vyspělých zemích.

Helminti působí na imunitní systém prostřednictvím T buněk a modulací funkce dendritických buněk. Klinické studie byly prováděny na laboratorních myších, ale i na pacientech s Crohnovou chorobou či ulcerózní kolitidou. Helmin byl pacientům podáván ve formě vajíček (*Trichuris suis*) či larev (*Necator americanus*), v různých počtech, a byl sledován efekt terapie helminty, u některých pacientů došlo ke zlepšení příznaků zánětlivého onemocnění střev (Weinstock et Elliott, 2013). Weinstock et Elliott (2013) poukazují také na to, že použití terapie helminty může být pro některé pacienty volbou léčby. Protože podávání léčivých přípravků je pro pacienty často spojeno se spoustou vedlejších účinků, a proto může být terapie helminty jedním z možných přístupů léčby zánětlivých onemocnění střev s malým rizikem vzniku závažných komplikací.



Obr. 13. Tenkohlavec

(Zdroj: <https://www.symptomy.cz/nemoc/tenkohlavec>)

### 3.7.2 Tasemnice krysí (*Hymenolepis diminuta*)

Dalším možným parazitem, který se v této terapii může využít je i *Hymenolepis diminuta* neboli tasemnice krysí. Možnost využití této tasemnice popisuje ve své práci Wang et al. (2017), snaží se o potvrzení vzniku paměťové reakce po infikování laboratorních myší

*Hymenolepis diminuta* a také o inhibici kolitidy za pomoci *Hymenolepis diminuta*, která byla indukována podáním kyseliny dinitrobenzensulfonové (DNBS). Počáteční studie potvrdili, že perorální infekce cysticerkoidy *Hymenolepis diminuta* vedly k zmírnění zánětu. Myši infikované před 28 dní antigenem této tasemnice, například vykazovaly paměťovou odezvu a to zvýšením interleukinů (IL - 4, IL - 10) a přítomností specifického antigenu IgG proti *Hymenolepis diminuta* v séru (Wang et al., 2017). Wang et al. (2017) řeší zároveň tři problémy, kterými jsou - infekce *Hymenolepis diminuta* je pozoruhodně silným protizánětlivým stimulantem; infekce jedním cysticerkoidem vedla ke vzniku ochrany vůči kolitidě indukované pomocí DNBS; navíc nízká dávka antigenu této tasemnice vyvolává paměťovou odezvu u dříve nakažených myši a tím zlepšuje poškození tkáně způsobené DNBS. Přestože dané studie nám podávají důkazy o bezpečnosti a snášenlivosti používání helmintů v terapii různých onemocnění, chybí stále důkazy o dopadu na následnou aktivitu daného onemocnění (Sipahi et Baptista, 2017). Používání helmintů vede také ke snížení nákladů na léčbu, protože éra přítomnosti imunologických agens výrazně zvýšila výdaje na léčbu pacientů. Ve fázích výzkumu stále zůstává, použití vhodného druhu helminta při léčbě určitého onemocnění, vhodný dávkovací režim také zatím není zcela určen, ani vhodné načasování kdy s léčbou začít (Sipahi et Baptista, 2017; Wang et al., 2017). Léčba je ovlivněna také specifíčností každého pacienta, jeho genetickým založením, stravováním i prostředím ve kterém žije (Sipahi et Baptista, 2017). Gastroenterologové jsou jedni ze specialistů, kteří se k léčbě helminty přiklánějí a považují ji za jednu z možností terapie gastroenterologických obtíží či k výrobě nových léků (Sipahi et Baptista, 2017).

### **3.7.3 Hádě střevní (*Strongyloides stercoralis*)**

Sipahi et Baptista (2017) ve své práci uvádějí také hádě střevní (*Strongyloides stercoralis*) jako dalšího helminta možného použít při terapii autoimunních či zánětlivých onemocnění. Má vliv na snížení střevní propustnosti u lidí a při prodloužené interakci *Strongyloides stercoralis* a jeho hostitele, indukuje větší imunomodulační účinek na rozdíl například od tenkohlavce prasečího (Sipahi et Baptista, 2017).

Terapie helminty je tedy zajímavou možností léčby různých autoimunních onemocnění a nejen jich. Vývoj této metody je stále ve fázích výzkumů a pokusů. Protože najít vhodného helminta na terapii daného onemocnění je pořád ještě sázkou do loterie.

## 4 Závěr

Přestože se tasemnice vyskytují celosvětově, nákazy jimi způsobené jsou často přehlíženy a nedostatečně diagnostikovány. Také nedostatečná informovanost obyvatelstva v rozvojových zemích a nejen tam způsobuje, že infekce tasemnic se stále vyskytují a jsou příčinou závažných onemocnění. Aby nedocházelo k opětovným nákazám, je určité důležité zvolit vhodnou formu podání informací, o tom jak zabránit dalšímu šíření infekcí. Zároveň dodržování hygienických zásad a samozřejmě nevhodnost konzumace syrového masa i vnitřností, je tím správným základem preventivních opatření. S tím jsou také spojena opatření týkající se odklizení výkalů definitivních hostitelů, je zde tedy snaha zabránit následovnému a opakovanému znovu pozření zvířaty z okolního prostředí.

Opomenout by se neměla i správná diagnostika, která je základem pro zvolení správné léčby u infikovaných pacientů. Kombinace konzervativní a chirurgické terapie je vždy na zvážení lékaře a na celkovém stavu pacienta.

Tasemnice patří mezi parazity, kteří jsou velice dobře schopni se přizpůsobit daným podmínkám a jejich odolnost vůči imunitnímu systému hostitele je pozoruhodná až překvapující. Mnoho studií se tomuto úkazu věnuje a jsou stále objevovány nové molekuly a látky, které napomáhají tasemnicím v jejich odolnosti. Právě tyto objevy by měli být a jsou využívány k vytvoření nových léků a vakcín vůči tasemnicím.

Naopak při terapii helminty je tato pozoruhodnost tasemnic žádoucí. Uvolňování molekul a látek tasemnicemi bývá ku prospěchu pacienta a dochází tím ke zlepšení příznaků daných onemocnění. Můžeme tedy konstatovat, že tasemnice se zoonotickým významem jsou velmi specifictí parazité, žijící mezi námi a významně ovlivňující život svých hostitelů, ať už v pozitivním či negativním slova smyslu.

## 5 Seznam literatury

- Ahn, C. -S., Kim, J. -G., Bae, Y. -A., Kim, S. -H., Shin, J. -H., Yang, Y., Kang, I., Kong, Y. 2017. Fasciclin-calcareous corpuscle binary complex mediated protein-protein interactions in *Taenia solium* metacestode. *Parasites & Vectors*. 10:438. 1-13. DOI: 10.1186/s13071-017-2359-2.
- Barabadi, H., Honary, S., Mohammadi, M. A., Ahmadpour, E., Rahimi, M. T., Alizadeh, A., Naghibi, F., Saravanan, M. 2017. Green chemical synthesis of gold nanoparticles by using *Penicillium aculeatum* and their scolicidal activity against hydatid cyst protoscolices of *Echinococcus granulosus*. *Environ Sci Pollut Res*. 24. 5800-5810. DOI: 10.1007/s11356-016-829-8.
- Bellanger, A. -P., Mougey, V., Pallendre, J. -R., Gbaguidi-Haore, H., Godet, Y., Millon, L. 2017. *Echinococcus multilocularis* vesicular fluid inhibits activation and proliferation of natural killer cells. *Folia Parasitologica*. 64:029. 1-5. DOI: 10.14411/fp.2017.029.
- Bennett, H. M., Mok, H. P., Gkrania-Klotsas, E., Tsai, I. J., Stanley, E. J., Antoun, N. M., Coghlan, A., Harsha, B., Traini, A., Ribeiro, D. M., Steinbiss, S., Lucas, S. B., Allinson, K. S. J., Price, S. J., Santarius, T. S., Carmichael, A. J., Chiodini, P. L., Holroyd, N., Dean, A. F., Berriman, M. 2014. The genome of the sparganosis tapeworm *Spirometra erinaceieuropaei* isolated from the biopsy of a migrating brain lesion. *Genome Biology* [online]. 15. [cit. 2018-02-02]. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13059-014-0510-3>.
- Brožová, A., Jankovská, I., Bejček, V., Nechybová, S., Peřínková, P., Horáková, B., Langrová, I. 2017. *Echinococcus* spp.: tapeworms that pose a danger to both animals and humans. (in print). in print.
- Budgey, R., Learmount, J., Smith, G. C. 2017. Simulating control of a focal wildlife outbreak of *Echinococcus multilocularis*. *Veterinary Parasitology*. 237. 47-56.
- Volf, P., Horák, P. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. 1. TRITON. Praha. ISBN: 978-80-7387-008-9.

Coral-Almeida, M., Sarah, G., Nji Abatih, E., Praet, N., Benitez, W., Dorny, P. 2015. *Taenia solium* Human Cysticercosis: A Systematic Review of Sero-epidemiological Data from Endemic Zones the World. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. . 1-20. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003919.

De, N. V., Le Van, D. 2016. The first report of two cases of cystic echinococcosis in the lung by *Echinococcus ortleppi* infection, in Vietnam. *Dovepress*. 8. 45-51. DOI: <https://doi.org/10.2147/RRTM.S122014>.

Fleury, A., Trejo, A., Cisneros, H., Garcia-Navarrete, R., Villalobos, N., Hernández, M., Villeda Hernández, J., Hernández, B., Rosas, G., Bobes, R. J., S. de Aluja, A., Sciutto, E., Frago, G. 2015. *Taenia solium*: Development of an Experimental Model of Porcine Neurocysticercosis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 9 (8). 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003980>.

Grenouillet, F., Umhang, G., Arbez-Gindre, F., Manton, G., Delabrousse, E., Millon, L., Boué, F. 2014. *Echinococcus ortleppi* Infections in Humans and Cattle, France. *Emerging Infectious Diseases*. 20 (12). 2100-2102. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2012.140641>.

Chiesa, F., Nucera, D., Gili, S., Tursi, M. 2013. Diagnostic criteria of chronic lesions caused by *Taenia saginata* metacestodes in bovine myocardium. *Large Animal Review*. 19. 242-245.

Jabbar, A., Gauci, C., Lightowers, M. W. 2016. Diagnosis of human taeniasis. *Under the Microscope*. . 43-45. DOI: 10.1071/MA16011

Chroust, K., Forejtek, P. 2011. Tasemnice u lovné zvěře. *Myslivost*. . 26.

Jabbar, A., Gauci, C., Lightowers, M. W. 2016. Diagnosis of human taeniasis. *Under the Microscope*. . 43-45. DOI: 10.1071/MA16011.

Kim, H. U., Chung, Y. -B. 2017. A Case of *Taenia asiatica* Infection Diagnosed by Colonoscopy. *Korean Journal Parasitol* [online]. 55 (1). 65-69. [cit. 2018-03-23]. DOI: <https://doi.org/10.3347/kjp.2017.55.1.65>.

Kolářová, L., Stejskal, F. 2014. Hydatidóza cystická a alveolární (multilokulární). In: Seminář "Echinokokové infekce". Praha. s. 1-5. DOI: [www.parazitologie.cz/sborniky.html](http://www.parazitologie.cz/sborniky.html).

Svobodová, V. 2014. Výskyt tasemnic rodu *Echinococcus* u zvířat v České republice. In: Seminář "Echinokokové infekce". Praha. s. 1-2. DOI: [www.parazitologie.cz/sborniky.html](http://www.parazitologie.cz/sborniky.html).

Kuchta, R., Brabec, J., Kubáčková, P., Scholz, T. 2013. Tapeworm *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda)-Neglected or Emerging Human Parasite? *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 7 (12). 1-10. DOI: [10.1371/journal.pntd.0002535](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002535).

Laranjo-González, M., Devleeschauwer, B., Trevisan, C., Allepuz, A., Sotiraki, S., Abraham, A., Boaventura Afonso, M., Blocher, J., Cardoso, L., Correia da Costa, J. M., Dorny, P., Gabriël, S., Gomes, J., Gómez-Morales, M. Á., Jokelainen, P., Kaminski, M., Krt, B., Magnussen, P., Robertson, L. J., Schmidt, V., Schmutzhard, E., Smit, G. S. A., Šoba, B., Stensveld, C. R., Starič, J., Troell, K., Vergles Rataj, A., Vieira-Pinto, M., Vilhena, M., Wardrop, N. A., Winkler, A. S., Dermauw, V. 2017. Epidemiology of taeniosis/cysticercosis in Europe, a systematic review: Western Europe. *Parasite & Vectors*. 10. 1-14. DOI: [10.1186/s13071-017-2280-8](https://doi.org/10.1186/s13071-017-2280-8).

Li, A. -H., Na, B. -K., Ahn, S. -K., Cho, S. -H., Pak, J. -H., Park, Y. -K., Kim, T. -S. 2010. Functional expression and characterization of a cytosolic copper/zinc-superoxide diamutase of *Spirometra erinacei*. *Parasitol Res* [online]. 106. 627-635. [cit. 2018-03-21]. DOI: [10.1007/s00436-009-1714-4](https://doi.org/10.1007/s00436-009-1714-4).

Li, J., Wu, C., Wang, H., Liu, H., Vuitton, D. A., Wen, H., Zhang, W. Boiling sheep liver or lung for 30 minutes is necessary and sufficient to kill *Echinococcus granulosus* protoscoleces in hydatid cysts. *Parasite*. 21. 1-5. DOI: [10.1051/parasite/2014064](https://doi.org/10.1051/parasite/2014064).

Lightowers, M. W., Garcia, H. H., Gauci, C. G., Donadeu, M., Abela-Ridder, B. 2016. Monitoring the outcomes of interventions against *Taenia solium*: options and suggestions. *Parasite Immunology*. 38 (3). 158-169. DOI: [10.1111/pim.12291](https://doi.org/10.1111/pim.12291).

Mkupasi, E. M., Sikasunge, C. S., Ngowi, H. A., Johansen, M. V. 2013. Efficacy and Safety of Anthelmintics Tested against *Taenia solium* Cysticercosis in Pigs. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 7 (7). 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002200>.

Ng-Nguyen, D., Stevenson, M. A., Dorny, P., Gabriël, S., Vo, T. V., Nguyen, V. -A. T., Phan, T. V., Fui Hii, S., Traub, R. J. 2017. Comparison of new multiplex real-time PCR with the Kato Katz smear and copro-antigen ELISA for the detection and differentiation of *Taenia* spp. in human stools. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 11 (7). 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005743>.

Orlíková, H., Martinková, I., Kodym, P., Beneš, Č. 2013. Aktuální epidemiologická situace ve výskytu teniózy v České republice. *Zprávy CEM (SZÚ, Praha)*. 22 (3). 89-91.

Paredes, A., Sáenz, P., Marzal, M. W., Orrego, M. A., Castillo, Y., Rivera, A., Mahanty, S., Guerra-Giraldez, C., García, H. H., Nash, T. E. 2016. Anti-*Taenia solium* monoclonal antibodies for the detection of parasite antigens in body fluids from patients with neurocysticercosis. *Experimental Parasitology*. 166. 37-43.

Reiterová, K., Miterpáková, M., Antolová, D. 2010. Líška, šíriteľ nebezpečného ochorenia, alveolárnej echinokokózy. *VEDA* , vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava. ISBN: 978-80-224-1127-1.

Rosol'anka, R., Antolová, D., Nováková, E., Bartošová, V. 2016. Závažné život ohrožujúce parazitárne ochorenie pečene komplikované disemináciou do pľúc. *Gastroenterologie a Hepatologie*. 70 (2). 145-149.

Saravana, B. C., Manjunathachar, H. V., Tewari, A. K., Gupta, S. C., Karthik, K., Tamilmahan, P., Sudhakar, N. R. 2014. Prevalence of porcine cysticercosis in Bareilly, Northern India. *Veterinary World*. 7 (5). 281-283. DOI: 10.14202/vetworld.2014.281-283.

Scholz, T., Garcia, H. H., Kuchta, R., Wicht, B. 2009. Update on the Human Broad Tapeworm (Genus *Diphyllobothrium*), Including Clinical Relevance. *Clinical Microbiology Reviews*. 22 (1). 1-22. DOI: 10.1128/CMR.00033-08.



Sipahi, A. M., Baptista, D. M. 2017. Helminths as an alternative therapy for intestinal disease. *World Journal of Gastroenterology*. 23 (33). 6009-6015. DOI: 10.3748/wjg.v23.i33.6009.

Volf, P., Horák, P. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. 1. TRITON. Praha. ISBN: 978-80-7387-008-9.

Wang, A., Arai, T., Campbell, A., Reyes, J. L., Lopes, F., McKay, D. M. 2017. Triggering immunological memory against the tapeworm *Hymenolepis diminuta* to protect against colitis. *Parasite Immunology*. 39. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/pim.12490>.

Wang, L., Luo, X., Hou, J., Guo, A., Zhang, S., Li, H., Cai, X. 2016. Infection of *Taenia asiatica* in a Bai Person in Dali, China. *Korean Journal Parasitol* [online]. 54 (1). 67-70. [cit. 2018-03-21]. DOI: <https://doi.org/10.3347/kjp.2016.54.1.67>.

Weinstock, J. V., Elliott, D. E. 2013. Translatability of helminth therapy in inflammatory bowel diseases. *International Journal for Parasitology*. 43 (3-4). 245-251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.10.016>.