

ŽIVOTNÍ CYKLY PARAZITŮ

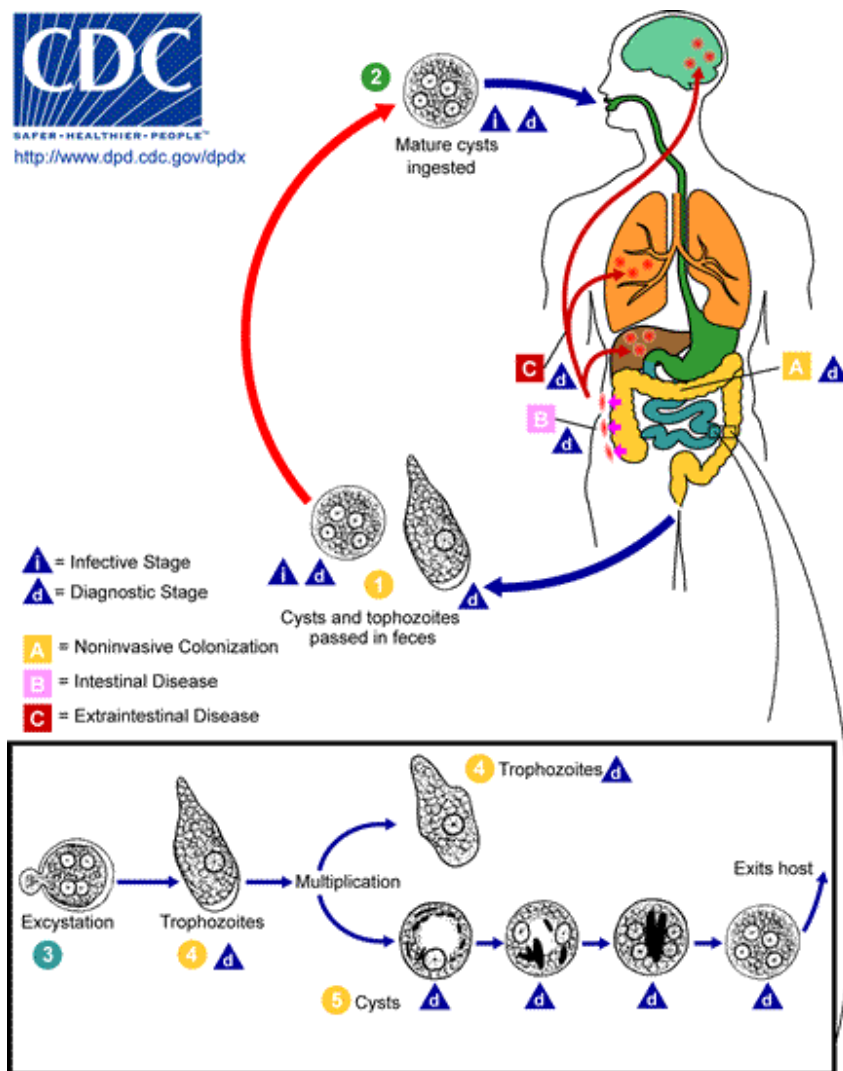
Upraveno dle BP Martyiny Slapničkové

Zdroj obrázků: <http://www.dpd.cdc.gov/DPDx/>

Pomoc při elektronickém zpracování: Petr Soukal

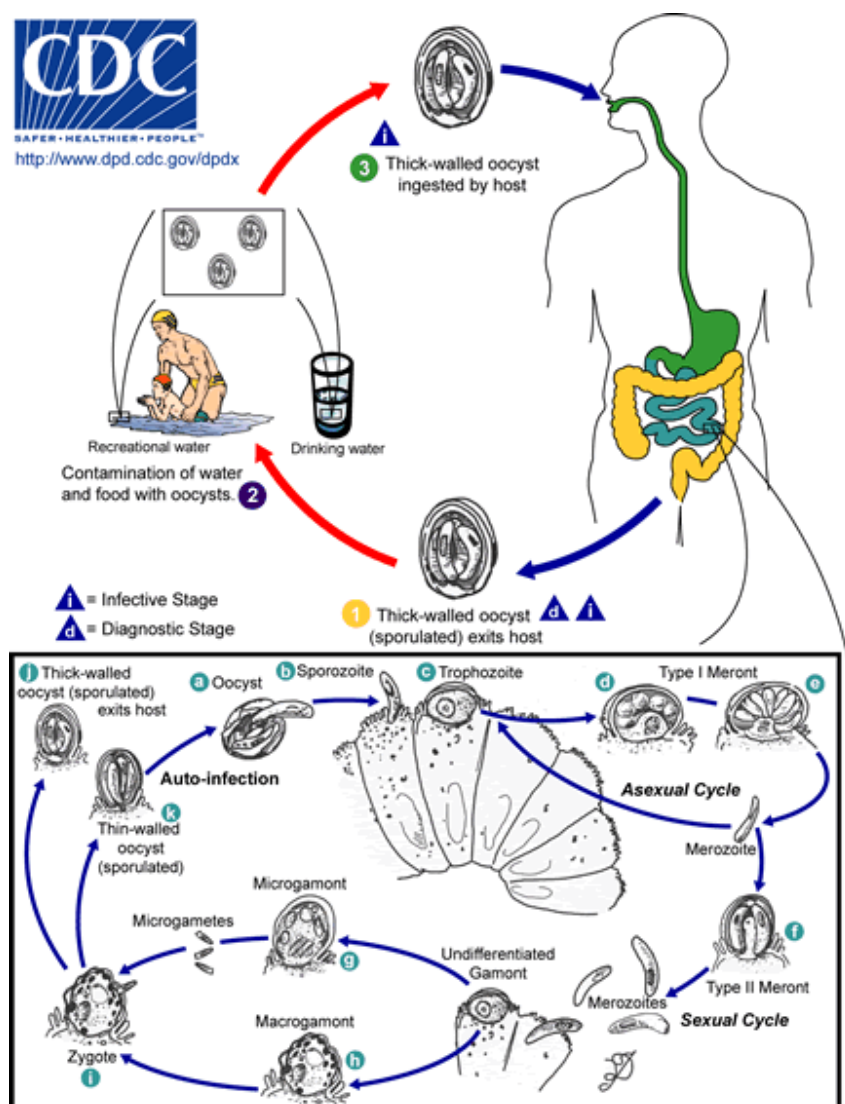
PROTOZOA (Prvoci)

STŘEVNÍ AMÉBÓZA: *Entamoeba histolytica*



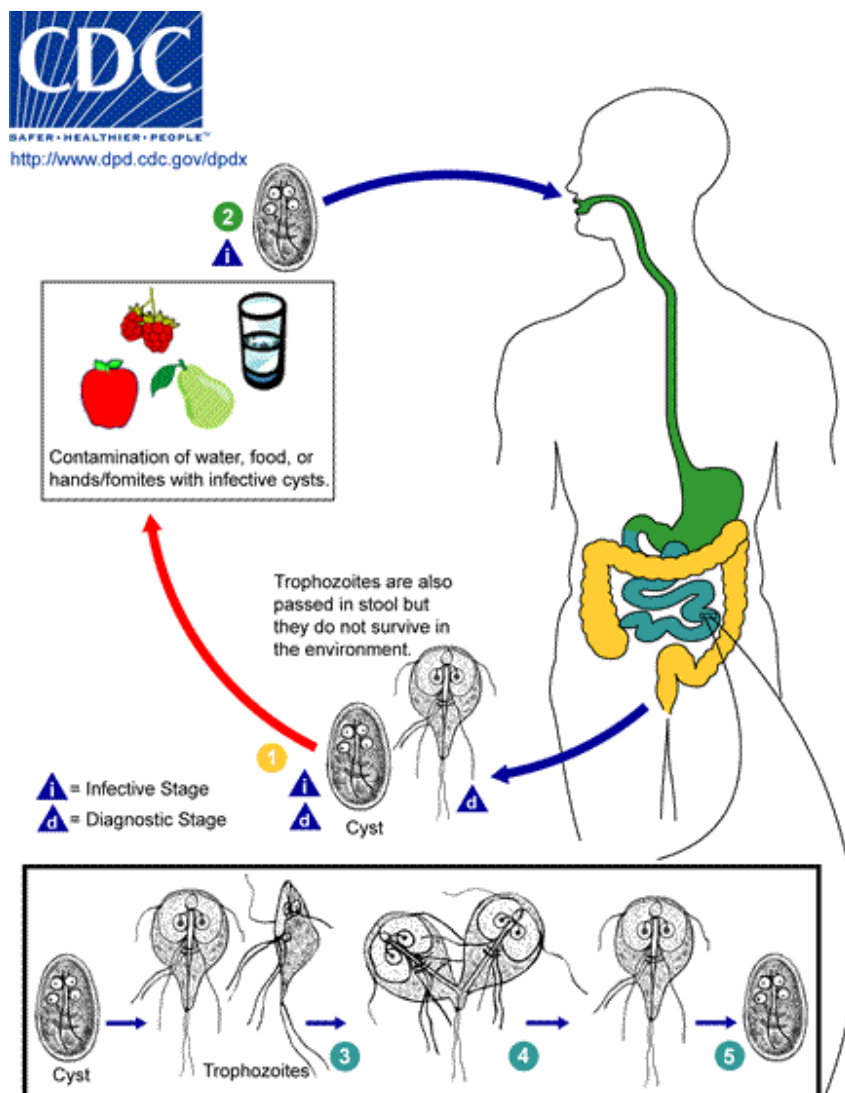
Čtyřjaderné cysty jsou vylučovány se stolicí [1]. K infekci prvokem *Entamoeba histolytica* dochází po požití zralých cyst [2] obsažených v kontaminovaném jídle či vodě nebo znečištěnými rukama (fekálně-orální přenos). V tenkém střevě probíhá excystace (tj. uvolnění z cyst) [3] a pohyblivý trofozoiti [4] migrují do tlustého střeva, kde se množí binárním dělením a část trofozoitů se přeměňuje na odolné cysty [5]. Ty odcházejí společně se stolicí z těla ven [1]. Díky ochranným stěnám mohou cysty přežít dny až týdny ve vnějším prostředí s nezměněnou schopností infikovat hostitele. Trofozoiti mohou také odcházet z těla s průjmovitou stolicí, ale záhy po opuštění těla hostitele jsou zničeni; jsou-li spolknuti, nepřežijí průchod kyselým prostředím žaludku. V mnoha případech se trofozoiti usídlují v kryptách tlustého střeva ([A] neinvazivní forma infekce) osob, které jsou asymptomatickými nosiči, do jejichž stolice se uvolňují vznikající cysty. U některých pacientů trofozoiti napadají střevní stěnu ([B] střevní onemocnění), nebo osídlují krevní cestou další orgány: játra, mozek, plíce ([C] extraintestinální forma onemocnění). Zjistilo se, že invazivní a neinvazivní formy reprezentují dva odlišné druhy: nepatogenní *E. dispar* a patogenní *E. histolytica*. Tyto dva druhy není možné od sebe morfoloogicky odlišit. Avšak ne všechny osoby infikované *E. histolytica* onemocní amebovou dysenterií, tu vyvolává pouze *E. histolytica* forma *magna* (f. dysenterica), zatímco *E. histolytica* forma *minuta* je neškodná. K přenosu může dojít i sexuálním kontaktem prostřednictvím výkalů (v tomto případě se na infekci podílejí nejen cysty, ale také trofozoiti).

KRYPTOSPORIDIÓZA: *Cryptosporidium* spp.



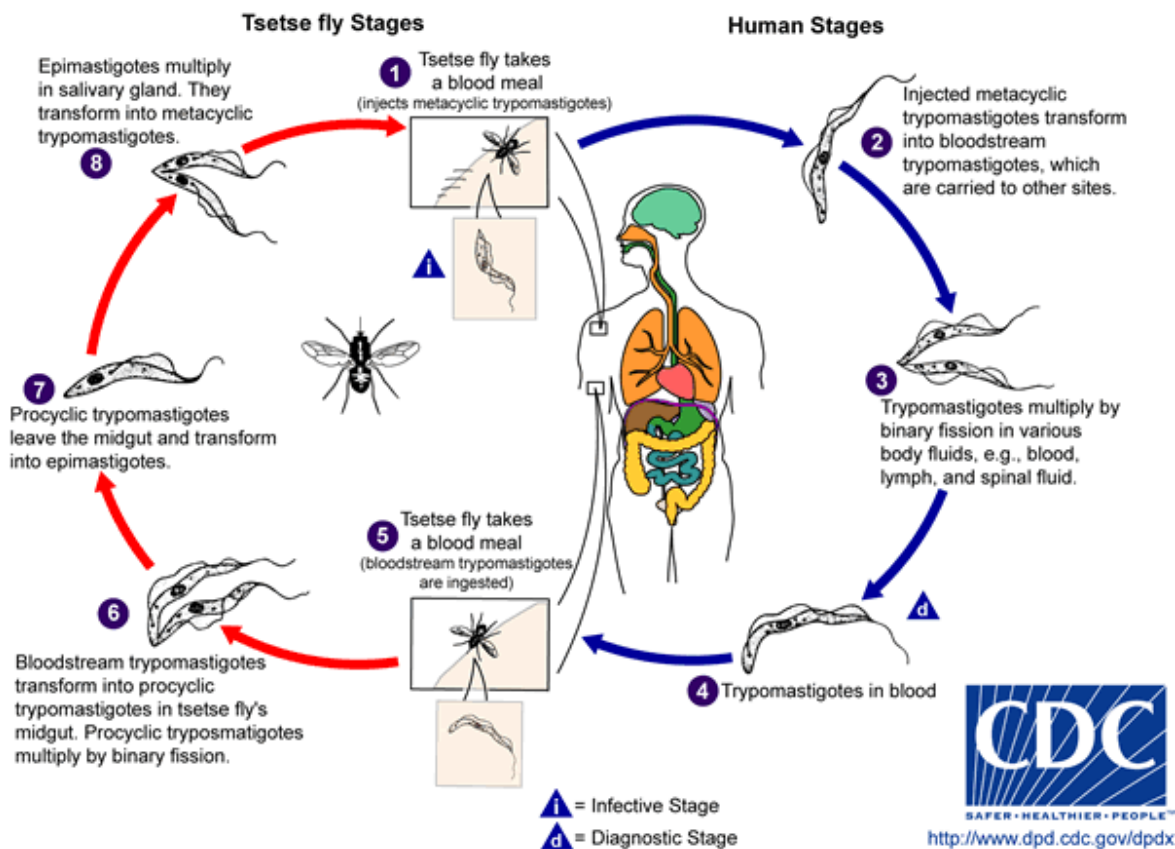
Vysporulované oocysty obsahující 4 sporozoity jsou vylučovány infekčním hostitelem spolu s exkrementy a pravděpodobně i dalšími cestami (respirační sekrece) [1]. K přenosu druhu *Cryptosporidium parvum* a *C. hominis* dochází především kontaktem s kontaminovanou vodou infikovanou výkaly (např.: pití nebo rekreace u vody), nebo kontaminovanými potravinami. Mnohá vzplanutí v USA se objevila na veřejných koupalištích. K přenosu na člověka může docházet jak z jiného člověka, tak i ze zvířete (fekálně-orální přenos) [2]. Následuje spolknutí (případná inhalace) silnostěnných cyst vhodným hostitelem [3], během excystace [a] ve střevě dochází k uvolňování sporozoitů, kteří masově napadají epiteliální buňky [b, c] gastrointestinálního traktu nebo jiných tkání (např.: respirační trakt). V těchto buňkách se parazité množí nejprve nepohlavně (schizogonie nebo merogonie) [d, e, f] a poté pohlavně (gametogonie). Během sexuálního množení vznikají mikrogamonty (samčí) [g] a makrogamonty (samičí) [h]. Po oplodnění makrogamontů mikrogametami [i] začínají oocysty [j, k] sporulovat v infikovaném hostiteli za produkce dvou typů oocyst: oocysty se silnou stěnou [j] jsou běžně vylučovány se stolicí z těla ven, oocysty s tenkou stěnou [k] se podílejí na autoinfekci. Oocysty jsou infekční okamžitě po exkreci, takže může docházet k přímému a okamžitému fekálně-orálnímu přenosu.

GIARDIÓZA: *Giardia intestinalis* (syn. *G. lamblia*)



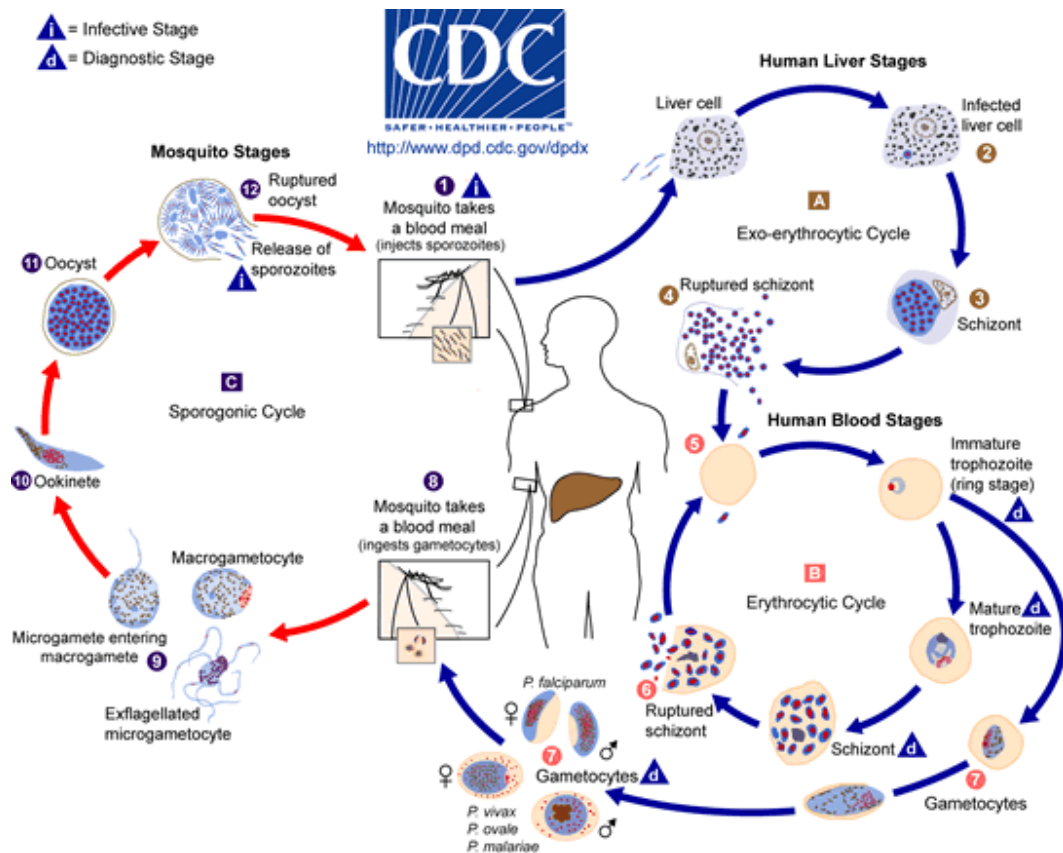
Oválné čtyřjaderné cysty jsou rezistentními formami parazita. Jak cysty tak trofozoiti mohou být nalezeny ve výkalech (diagnostické stádium) [1]. Cysty jsou velmi odolné, mohou přežít několik měsíců ve studené vodě a odolávají i běžným dezinfekčním prostředkům. K infekci dochází po požití cyst (obsažených v kontaminované vodě či jídle) nebo fekálně-orálním přenosem [2]. V tenkém střevě dochází k excystaci a uvolnění trofozoitů (z každé cysty 2 trofozoiti) [3]. Trofozoiti se množí podélným binárním dělením a setrvávají v lumen horní části tenkého střeva, kde mohou být volné nebo přichycené k mukóze střevní stěny pomocí přísavného disku [4], do tkání nevnikají. K encystaci dochází poté, co se parazit octne v koncové části tenkého střeva nebo na začátku tlustého střeva. Cysty se nejčastěji vyskytují v neprůjmové stolici [5]. Protože jsou cysty infekční již v okamžiku, kdy odcházejí z těla společně se stolicí nebo krátce poté, co tělo opustí, je možný přenos z člověka na člověka. Ačkoliv jsou teplotokrevní obratlovci infikováni *G. intestinalis* (bobři, ondatry, psi, kočky, ovce a další), jen některé z nich jsou efektivním rezervoárem infekce v přírodě.

TRYPANOSOMÓZA (SPAVÁ NEMOC): *Trypanosoma brucei gambiense*, *T. b. rhodesiense*



Během sání krve injikuje spolu se slinami infikovaná moucha tse-tse (rod *Glossina*) metacyklické trypomastigoty do savčího hostitele. Parazité vstupují do lymfatického systému a odtud do krevního řečiště [1]. V hostiteli se přeměňují v krevní formy trypomastigotů [2], jsou roznášeny po těle, vstupují do dalších tělních tekutin (např.: lymfy či mozkomíšního moku) a pokračují v replikaci binárním dělením [3]. Celý životní cyklus afrických trypanosom je reprezentován extracelulárními stádii. Moucha tse-tse se infikuje při sání na infikovaném savčím hostiteli, jehož krev obsahuje trypomastigoty [4, 5], a to zejména „tlusté“ formy. Ve středním střevě mouchy se parazité transformují na procyklické trypomastigoty a množí se binárním dělením [6], opouštějí střední střevo a mění se na epimastigoty [7]. Epimastigoti migrují do slinných žláz mouchy a pokračují v množení binárním dělením [8], zde též dochází k sexuálnímu množení (které je pro ostatní kinetoplastida celkem vzácné). Cyklus v mouše trvá přibližně tři týdny. I když jsou lidé hlavním rezervoárem *Trypanosoma brucei gambiense*, mohou tyto parazité infikovat také zvířata. Antilopy, skot a lovná zvěř jsou hlavním rezervoárem *Trypanosoma brucei rhodesiense*.

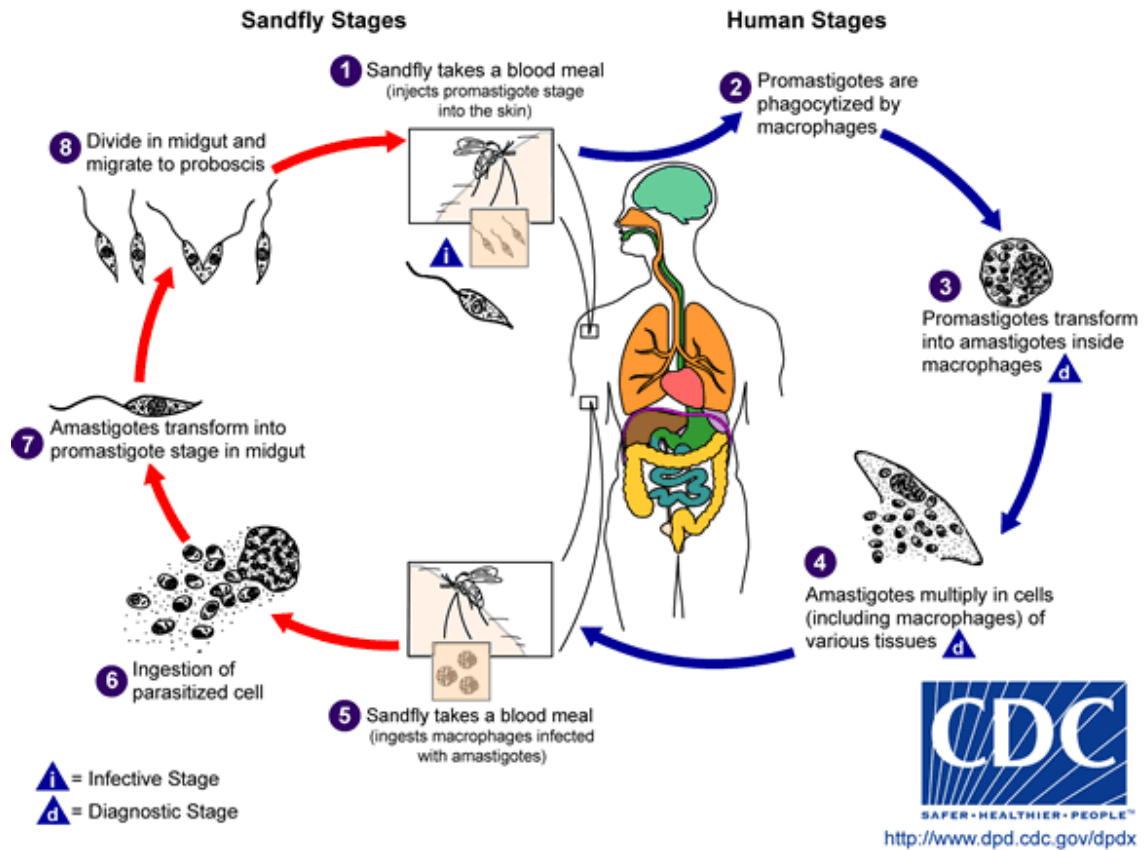
MALÁRIE: *Plasmodium malariae*, *P. ovale*, *P. vivax*, *P. falciparum* (krvinkovka)



Životní cyklus malarických parazitů zahrnuje dva hostitele. Během sání malárií infikované samice komára rodu *Anopheles* dochází spolu se slinami k inokulaci sporozoitů do člověka (mezihostitel) [1]. Sporozoiti zprvu infikují jaterní buňky [2], kde se množí a mění ve schizonty (=merozoity) [3], kteří se uvolňují z infikovaných buněk [4]. U druhů *P. vivax* a *P. ovale* může latentní stádium (hypnozoiti) perzistovat v játrech a způsobovat relapsy po vyplavení do krve, a to i roky po primární infekci. Po této iniciální replikaci parazitů v játrech (exoerytrocytární schizogonie [A]) se paraziti nepohlavně rozmnožování v erythrocytech (erythrocytární schizogonie [B]). Merozoiti infikují erythrocyty [5]. Nezralé trofozoity (stádium prstýnku) dozrávají v krvinkách, množí se a nově vzniklé merozoiti se synchroně uvolňují po destrukci hostitelské buňky [6]. Krevní stádia parazitů jsou zodpovědná za klinickou manifestaci onemocnění. Část parazitů se diferencují v pohlavní erythrocytární stádia (samčí a samičí gametocyty) [7].

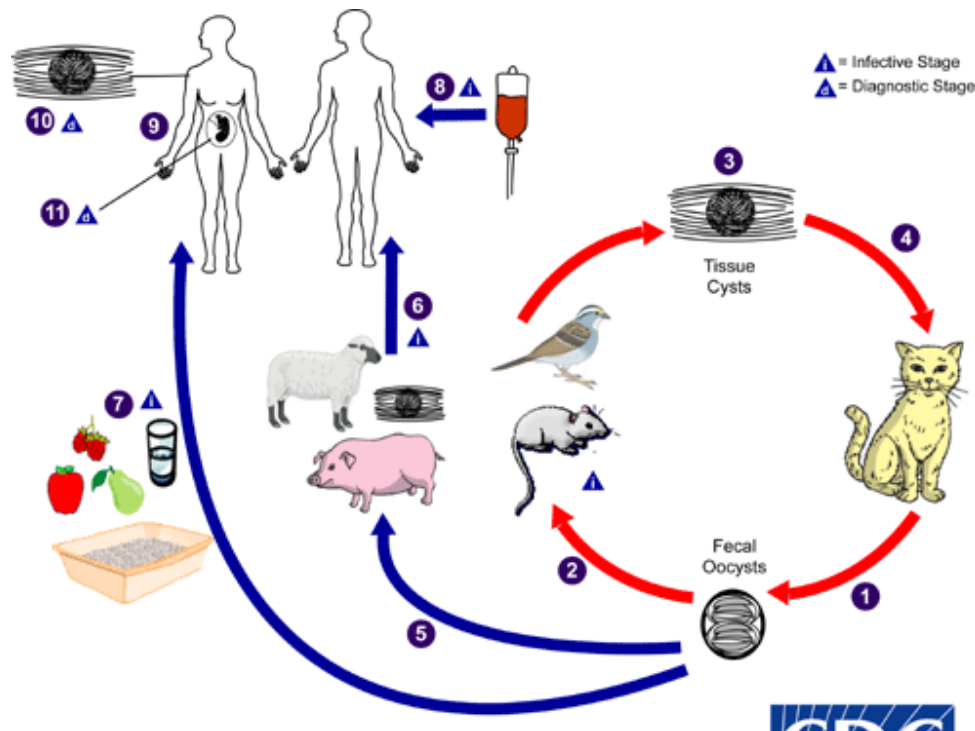
Samčí (mikrogametocyty) a samičí (makrogametocyty) gametocyty jsou nasáty definitivním hostitelem – samicí komára rodu *Anopheles* společně s krví [8]. Sexuální množení parazitů v komářím (definitivním) hostiteli se označuje jako sporogonie [C]. V komářím střevě po exflagelaci mikrogamety oplodňují makrogamety za vzniku zygoty [9]. Zygota se mění v protáhlý pohyblivý ookinet [10], který proniká stěnou středního střeva komára a na jeho vnější straně dochází k vývoji oocysty [11]. Oocysta roste, praská a uvolňují se z ní sporozoity [12], kteří podstupují cestu do komářích slinných žláz. Inokulace sporozoitů do dalšího lidského hostitele uzavírá životní cyklus malarických plasmodií [1].

LEISHMANIÓZA: *Leishmania* spp.



Leishmanióza je přenášena samicemi flebotomů (někdy označované jako koutule) (rod *Phlebotomus* ve Starém světě a rod *Lutzomyia* v Novém světě). Flebotomové v průběhu sání inokulují (regurgitací) do hostitele infekční stádia (metacyklické promastigoty) [1], která jsou fagocytována makrofágy [2] a transformují se v amastigoty (intracelulární forma parazita) [3]. Amastigoti se množí v infikovaných buňkách (což vede ke klinické manifestaci leishmaniózy) a napadají různé tkáně [4] podle toho, o který druh leishmanií se jedná. Flebotomové se infikují během sání na infekčním hostiteli, kdy nasají makrofágy s amastigoty [5, 6]. Ve středním střevě flebotomů se paraziti diferencují v promastigoty [7], množí se a migrují do oblasti stomodeální valvy, kterou poškozují a odkud jsou uvolňováni během sání do obratlovčího hostitele [8].

TOXOPLASMÓZA: *Toxoplasma gondii*



Kočkovité šelmy jsou jedinými známými definitivními hostiteli *T. gondii* (dochází u nich k pohlavnímu rozmnožování) a jsou tedy hlavním rezervoárem infekce. Kočky se infikují zejména pozřením syrového masa mezihostitele (nejčastěji myši). Z tkáňových cyst, které kočka snědla společně s masem, se uvolňují rohlíčkovití sporozoiti, kteří napadají epiteliální buňky tenkého střeva, kde dochází k nepohlavnímu rozmnožování, následně pohlavnímu rozmnožování a poté k tvorbě odolných oocyst, které jsou vylučovány z těla společně se stolicí. (Kočka se však může nakazit i oocystou a pak se jedná o „jednohostitelský“ cyklus.) Nevysporulovaným oocystám trvá 1 – 5 dní než vyzrají a stanou se infekčními. Ačkoliv kočky vylučují oocysty pouze po dobu 1 – 2 týdnů, může být vylučováno velké množství oocyst (až 1 000 000 oocyst za den). Oocysty mohou přežívat v prostředí po několik měsíců a jsou značně rezistentní k dezinfekčním prostředkům, mrazu a vyschnutí, jsou však usmrceny po zahřátí na 70 °C (po dobu 10 minut).

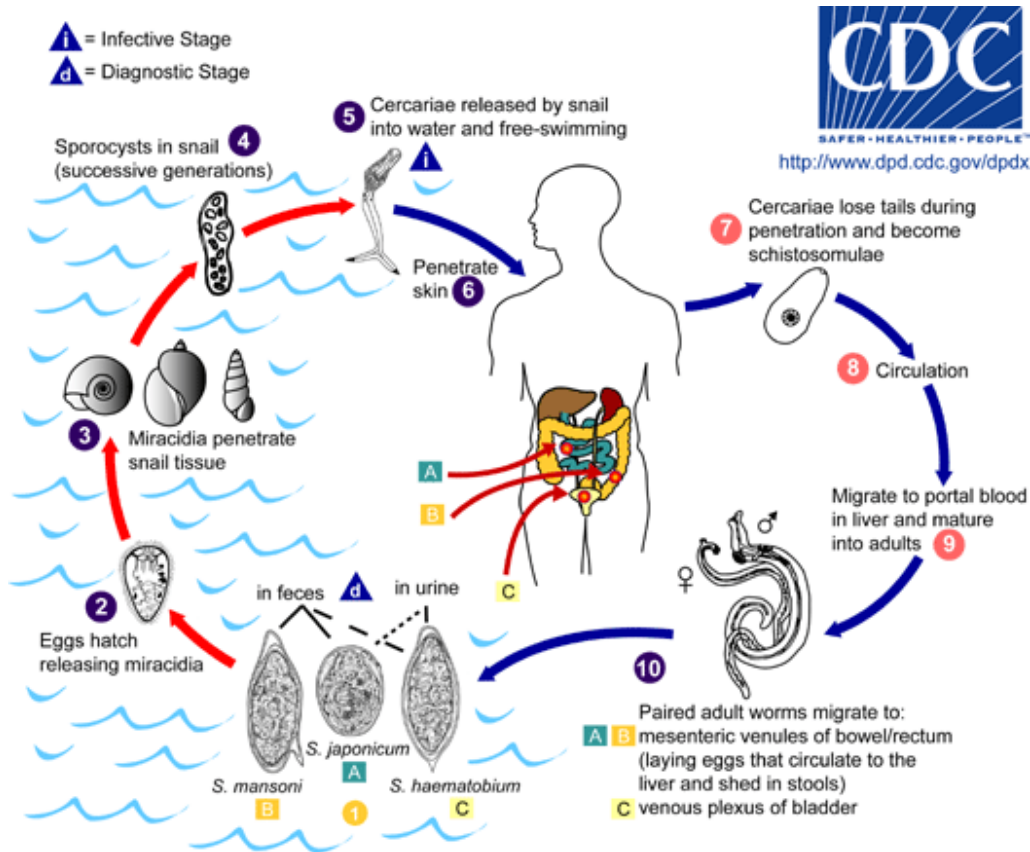
K infekci lidí může dojít několika způsoby:

- A) pozření syrového nebo nedostatečně tepelně upraveného masa mezihostitelů obsahujícího tkáňové cysty [6],
- B) spolknutí oocyst: znečištěné ruce, jídlo, voda (fekálně-orální přenos) [7],
- C) transplantace orgánů nebo krevní transfúze [8],
- D) transplacentární přenos [9].

Parazit tvoří tkáňové cysty, nejčastěji v kosterním svalstvu, myokardu, mozku a očích; tyto cysty mohou přetrvávat po celý život mezihostitele (člověk je jedním z mnoha možných, MH se mohou stát prakticky všichni teplokrevní obratlovci).

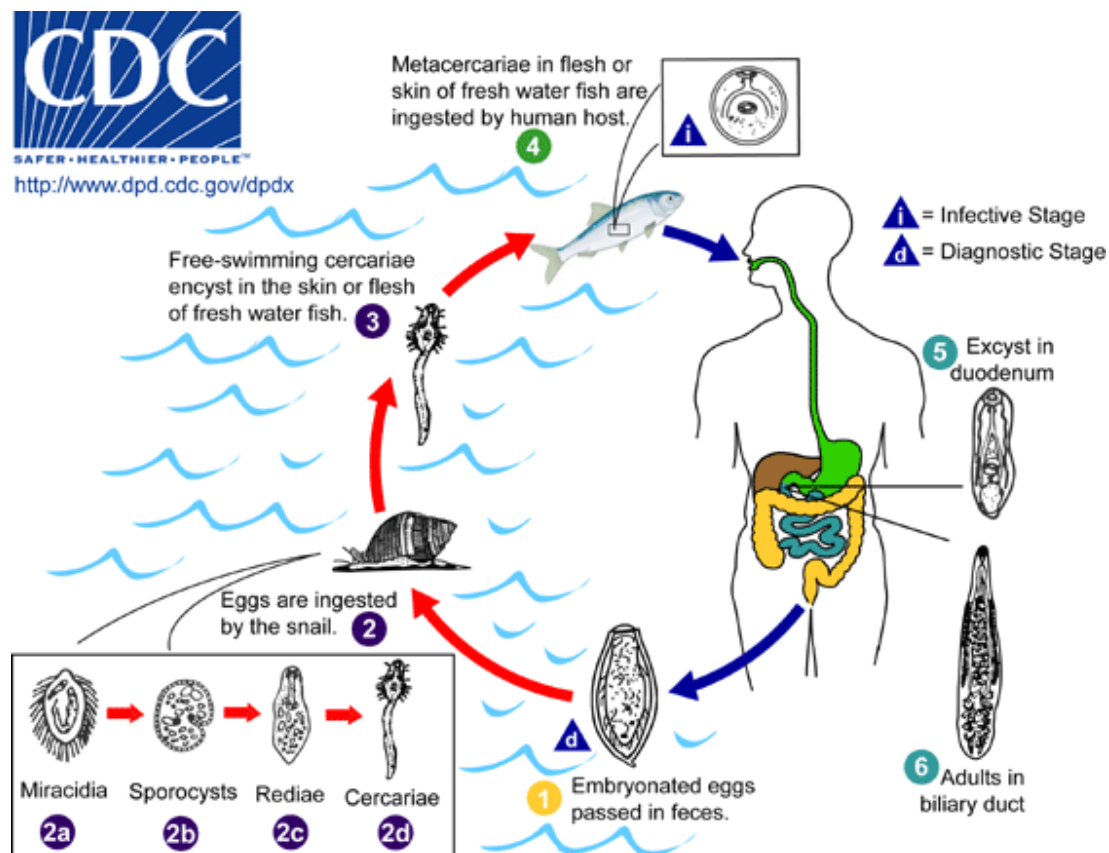
TREMATODA (Motolice)

SCHISTOSOMÓZA: *Schistosoma* spp. (krevničky)



Vajíčka motolic (oddělené samčí a samičí pohlaví) jsou vylučována ve stolici nebo v moči [1]. Za optimálních podmínek se z vajíček ve vodě líhnou miracidia [2], která plavou a napadají specifického meziphostitele – plže [3]. Stádia v plži zahrnují dvě generace sporocyst [4] produkující cercárie [5]. Po uvolnění z plže plavou infekční cercárie ve vodě a po vyhledání hostitele penetrují kůži člověka [6], odvrhují vidlicovitý ocásek, obměňují svůj povrch a stávají se schistosomulami [7]. Ty mění svá stádia a migrují přes různé tkáně do místa definitivní lokalizace v cévách žilního systému [8, 9]. Dospělí červi (samice i samci) osidlují cévy v různých lokalitách specifické pro jednotlivé druhy parazitů [10]. *S. japonicum* se častěji vyskytuje v horní mezenterické žíle drénující tenké střevo [A]; *S. mansoni* osidluje horní mezenterickou žílu drénující tlusté střevo [B]. Nicméně, oba druhy mohou osidlovat obě lokality a mohou se přemísťovat mezi zmíněnými místy. Není proto možné jednoznačně rozhodnout o který druh se jedná jen podle lokalizace parazita v těle. *S. haematobium* se nejčastěji vyskytuje ve venózním plexu močového měchýře [C], ale může být také nalezena ve venulách rekta. Samice (velikost 7 až 20 mm, samci jsou trochu kratší a širší) kladou a hromadí vajíčka ve venulách portálního a perivezikulárního systému. Vajíčka jsou postupně vylučována do lumen střeva (*S. mansoni* a *S. japonicum*) nebo močového měchýře a močodův (*S. haematobium*), a odcházejí z těla společně se stolicí nebo s močí [1]. Kontakt člověka s vodou je nezbytný pro infekci schistosomami. Různí živočichové, jako psi, kočky, hlodavci, prasata, koně, kozy, jsou rezervoárem *S. japonicum*, a psi *S. mekongi*.

ČÍNSKÁ JATERNÍ DISTOMATÓZA – CLONORCHIÓZA: *Clonorchis sinensis*

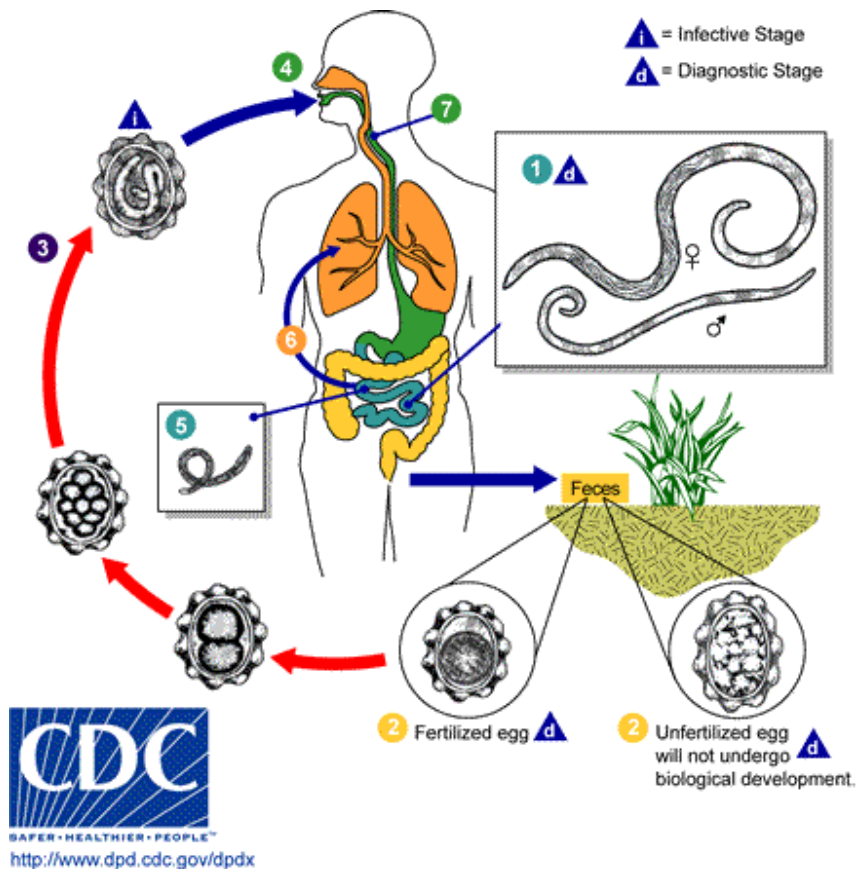


Oploďněn vjčka jsou vylučována do Źlučovodů a se stolicí odcházejí z těla hostitele [1]. Vjčka jsou pohlcena vhodnm mezihostitelem – predoŹbrm plem [2]. V pli se z vjček uvolnuj miracidia [2a], kter v hepatopankreatu procházejí několika vývojovými stadii (sporocysts [2b], redie [2c] a cercárie [2d]). Cercrie opouštějí plže a po krátkou dobu voln plavou ve vodě, penetrují kŹi zejména kaprovtch ryb, v jejichŹ svalovině se encystují a tvo **metacercrie** [3]. K infekci člověka dochází po pozření syrového, soleného, nakládaného, uzeného nebo nedostatečně tepeln zpracovaného masa sladkovodních ryb [4]. Po spolknutí se metacercrie excystuj v duodenu [5] (tenk střevo) a vzestupnm bilirnm traktu, kam pronikají přes Vaterovu papilu¹. Zrání trvá pibliŹn jeden měsíc. Dospel motolice (dlouh 10–25 mm a 3–5 mm Źirok) se usidlují v malých a středních Źlučovodech. Rezervoárem motolic jsou masoŹrav (ryboŹrav) savci.

¹ <http://www.csgh.info/detail.php?stat=218>

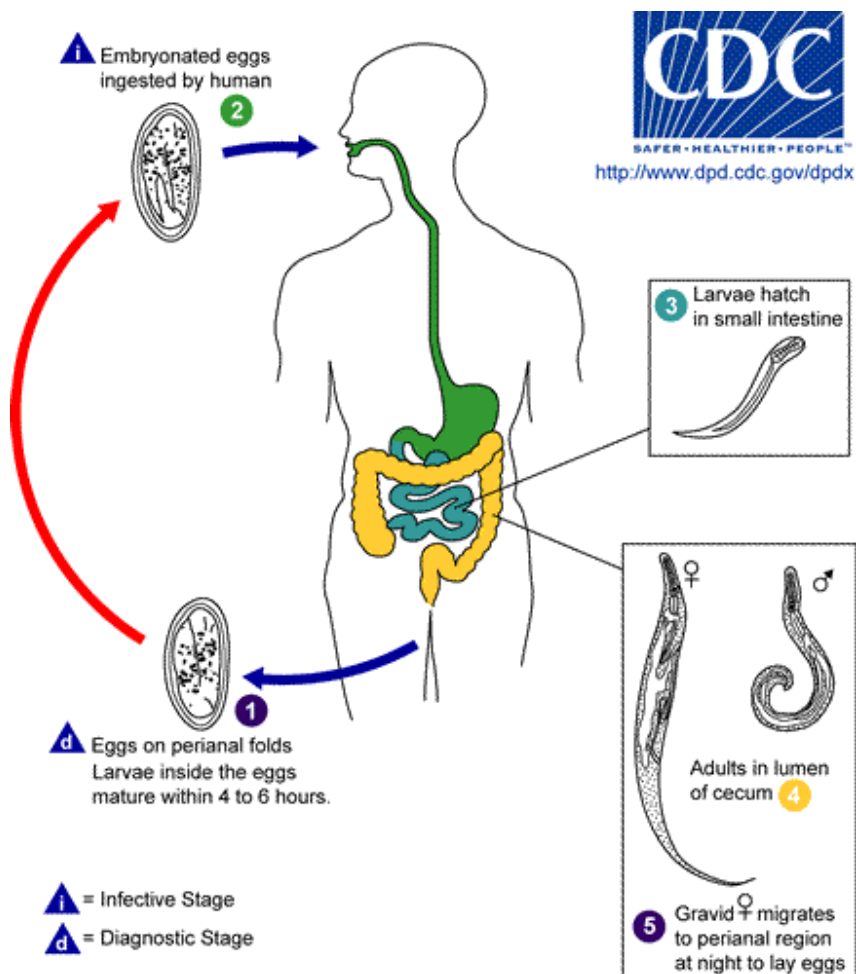
NEMATODA (Hlístice)

ASKARIDÓZA: *Ascaris lumbricoides* (škrkavka dětská)



Dospělé hlístice [1] žijí v lumen tenkého střeva. Samice (10–30 cm dlouhé) mohou produkovat přibližně 200 000 vajíček za den. Vajíčka odcházejí z těla se stolicí [2]. Neoplozená vajíčka mohou být pozřena hostitelem, ale nejsou infekční. Oplodněná vajíčka se stávají infekčními přibližně za 2 až 4 týdny [3], v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí (optimum: vlhko, teplo, stín). Poté, co jsou infekční vajíčka se zcela vyvinutou larvou třetího stádia (L3) spolknuta [4], uvolněné larvy [5] napadají střevní mukózu a migrují portálním krevním řečištěm přes srdce do plic [6]. Larvy rostou v plicích 10–14 dní, penetrují stěny alveolů, postupují bronchiálním stromem k hrtanu, hltanu a polknutím [7] se dostávají do tenkého střeva, kde se svlékají do stádia L4 a následně se vyvíjejí v dospělé hlístice [1]. Trvá přibližně 2 až 3 měsíce od pozření infekčních vajíček než se vyvinou pohlavně zralé samice. Dospělé škrkavky mohou žít 1 až 2 roky.

ENTEROBIÓZA: *Enterobius vermicularis* (roup dětský)



Ke kladení a akumulaci vajíček dochází v perianální oblasti [1]. K autoinfekci přenosem infekčních vajíček z rukou do úst dochází po škrábání perianální oblasti [2], kde dochází k silnému svědění. K přenosu mezi lidmi může dojít při manipulaci se znečištěným osobním nebo ložním prádlem či předměty (hračky v dětských kolektivech apod.). Enterobióza může být získána po kontaktu s povrchy, které jsou kontaminovány vajíčky (např.: záclony, koberce). Malý počet vajíček může poletovat ve vzduchu a být vdechnut (vdechnutá vajíčka jsou spolknuta). Po spolknutí infekčních vajíček dochází k líhnutí larev v tenkém střevě [3] a dospělci se usazují v tlustém střevě [4]. Časový interval mezi spolknutím infekčních vajíček a dokončením vývoje pohlavně zralých samic je přibližně jeden měsíc. Doba života 1 cm dlouhých dospělců je přibližně dva měsíce. Samice v noci migrují ven ze střeva do perianální oblasti, kde kladou vajíčka [5]. Larvičky ve vajíčkách se za optimálních podmínek stávají infekčními v průběhu 4 až 6 hodin [1]. Ke zpětné infekci nebo migraci nově vylíhnutých larev zpět do rekta může docházet, ale frekvence výskytu retroinfekce není známa. Infektivita vajíček je mnohem kratší než u škrkavek.

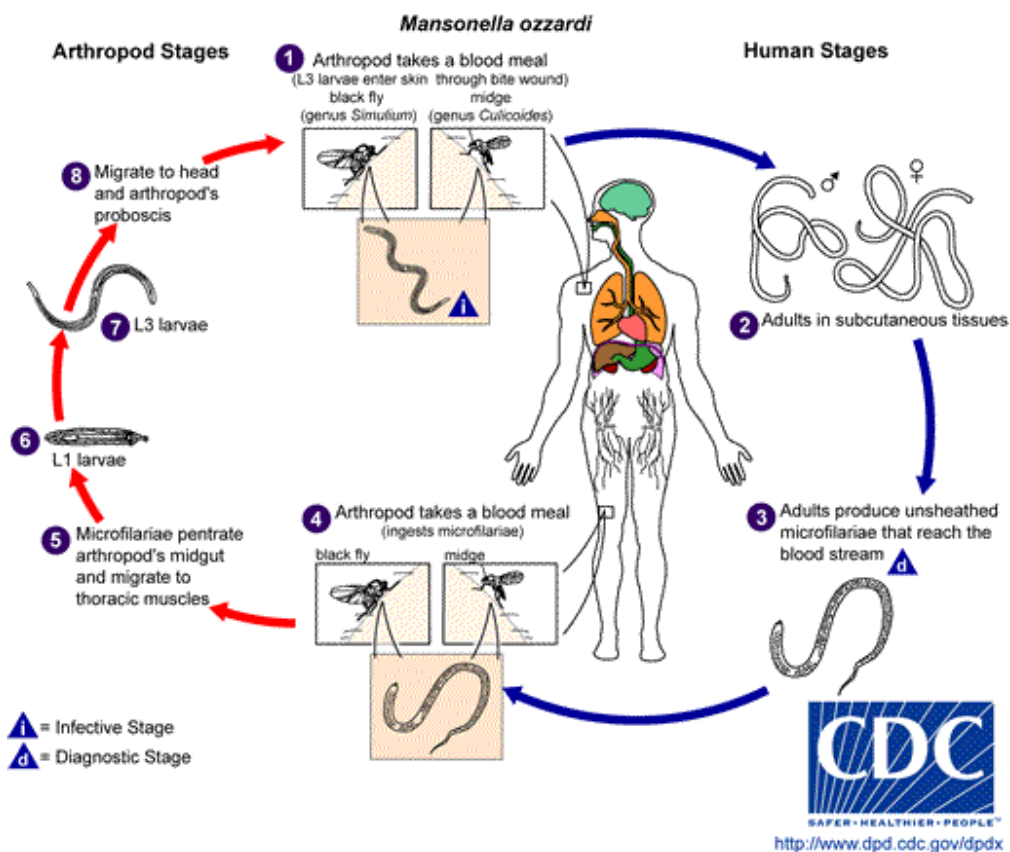
FILARIOZA:

- a) filárie s pochvou: *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Loa loa*
b) filárie bez pochvy: *Mansonella spp.*, *Onchocerca volvulus*

Životní cyklus filárií (obecně):

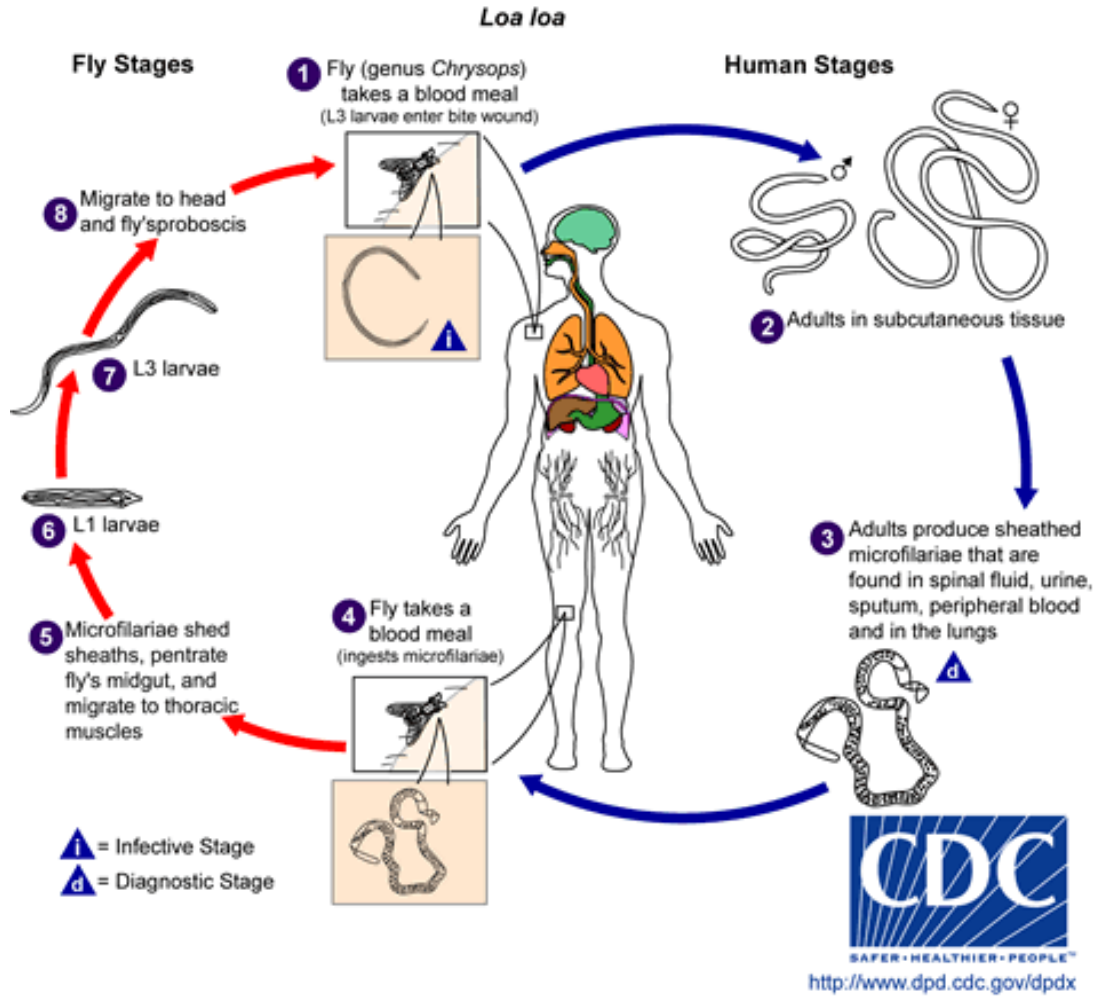
Infekční larvy filárií jsou přenášeny krev sajícím hmyzem v průběhu sání [1]. Larvy migrují do určité části hostitelova těla, kde se vyvíjejí v dospělé, kteří mohou žít až několik let. Zástupci lymfatických filárií osidlují lymfatické cévy a lymfatické uzliny (*W. bancrofti*, *B. malayi*), podkožní noduly (*O. volvulus*), podkožní tkáň a orgány (*L. loa* – aktivně jimi migruje), kůži a podkoží (*M. streptocerca* a *M. ozzardi*) nebo tělní dutiny a okolní tkáň (*M. perstans*) [2]. Samičky filárií po oplození rodí živé larvy – mikrofilárie, které cirkulují v krvi [3], s výjimkou *O. volvulus* a *M. streptocerca*, u nichž se mikrofilárie vyskytují v kůži a u *O. volvulus* dokonce i v oku. Mikrofilárie jsou nasáty krev sajícím hmyzem [4] (vektory jsou: komáři – lymfatické filariózy; muchničky – *O. volvulus*; tiplíci – *M. perstans* a *M. streptocerca*; komáři i tiplíci – *M. ozzardi*; ovádi – *L. loa*). V hmyzím těle se mikrofilárie v průběhu 1 až 2 týdnů vyvinou [5, 6, 7] v infekční filariformní larvu (třetí stadium, L3) [8] lokalizované v sosáku (spodní pysk apod.) hmyzího vektora. Během následujícího sání krve vektor infikuje larvami obratlovčího hostitele [1].

Mansonella ozzardi (filárie bez pochvy)



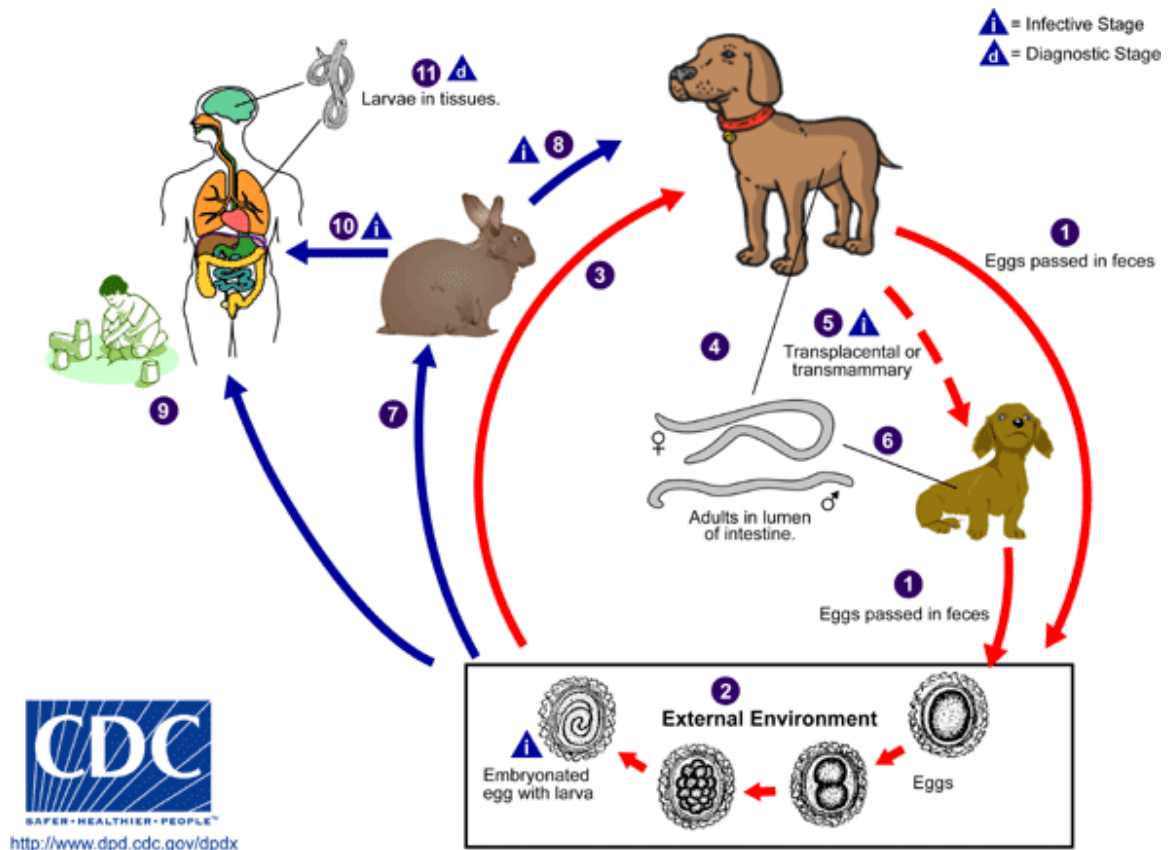
² [vušereria]

Loa loa (filárie s pochvou)



TOXOKARÓZA: *Toxocara canis*, *Toxocara cati* (psí a kočičí škrkavky)

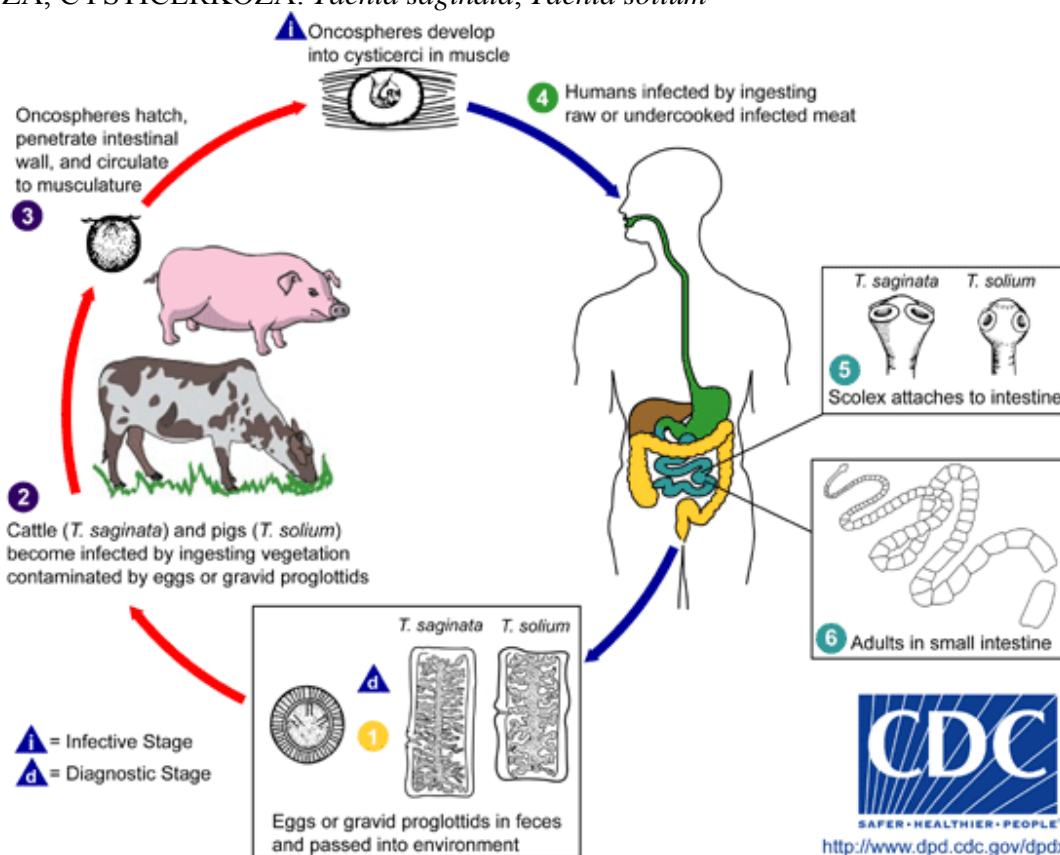
(*larva migrans visceralis*, *larva migrans ocularis*)



T. canis je střevním parazitem psů a lidé se nakazí pouze náhodně. Psovité šelma spolkně infekční vajíčka, z nichž se ve střevě vylíhnou larvy, které penetrují stěnu střeva a migrují do různých tkání, kde se encystují za předpokladu, že je pes starší než 5 týdnů. U mladších psů larvy migrují přes plíce, bronchiální strom a esofagus; dospělé škrkavky se vyvíjejí a kladou vajíčka v tenkém střevě. U starších psů se encystovaná stadia reaktivují v průběhu březosti a transplacentárně nebo mateřským mlékem infikují štěňata, v jejichž tenkém střevě po výše popsané migraci tělem červi dospívají. Infekční vajíčka odcházejí se stolicí infikovaných štěňat a také laktujícími fen (u kterých došlo v důsledku potlačené imunity v průběhu březosti k dokončení migrace škrkavek jejich tělem a k jejich dospění ve střevě feny). Lidé jsou náhodnými hostiteli, kteří jsou infikováni při pozření infekčních vajíček (výkaly kontaminovaná země, pískoviště atd.). Po ingestci se z vajíček líhnou larvičky penetrující stěnu tenkého střeva a putující krevním oběhem podobně jako škrkavka dětská. Vzhledem k tomu, že člověk není pro psí a kočičí škrkavky vhodným hostitelem, larvy nedokončí migraci tělem a dlouhodobě přežívají v různých orgánech, které mohou poškozovat (játra, srdce, plíce, mozek, svaly, oko). Dvěma hlavními klinickými projevy přítomnosti toxokarózy jsou: viscerální larva migrans (VLM) a oční larva migrans (OLM).

CESTODA (Tasemnice)

TAENIÓZA, CYSTICERKÓZA: *Taenia saginata*, *Taenia solium*



Taenióza

Člověk je jediným známým definitivním hostitelem tasemnice *T. saginata* a *T. solium*. Vajíčka nebo zralé články tasemnice odcházejí se stolicí [1]; vajíčka mohou přežívat dny až měsíce ve vnějším prostředí. Hovězí dobytek (*T. saginata*) a prasata (*T. solium*) se infikují pozřením potravy kontaminované vajíčky nebo články tasemnice [2]. Ve střevě zvířete se líhnou onkosféry [3], napadají stěnu střeva a migrují do příčně pruhovaných svalů, kde se z nich vyvíjejí cysticerky (boubele). Cysticerkus může v těle zvířete přežívat i několik let. Lidé se infikují pozřením syrového nebo nedostatečně tepelně upraveného masa [4]. V lidském střevě se cysticerkus vyvíjí více než 2 měsíce v dospělou tasemnici, která může žít roky. Dospělé tasemnice jsou přísátý ke stěně tenkého střeva skolexem³ [5]. Délka dospělých tasemnic je obvykle do 5 m u *T. saginata* a až 7 m u *T. solium* (největší lidská tasemnice *D. latum* dosahuje až 17-ti m). Hermafroditní dospělé tasemnice se skládají z článků, které postupně dozrávají⁴, oddělují se a migrují směrem k anu nebo jsou vylučovány se stolicí (až 6 článků denně). Dospělá tasemnice [6] *T. saginata* se obvykle skládá z 1 000 až 2 000 článků, zatímco *T. solium* má průměrně 1 000 článků. Vajíčka jsou uvolňována poté, co články opustí se stolicí tělo. Jeden článek *T. saginata* může obsahovat až 100 000 a *T. solium* 50 000 vajíček.

Cysticerkóza (pouze u *T. solium*)

Člověk (který je v mnohém podobný praseti) pozře infekční vajíčka *T. solium* a začne vystupovat v roli mezihostitele. Vajíčka se v jeho tkáních vyvíjejí ve váčkovitý cysticerkus (boubel). Cysticerkus je obvykle lokalizován ve svalech, mozku, míše, oku, plicích, srdci nebo podkožně.

³ hlavička

⁴ Starší články (dál od hlavičky) jsou oplozeny mladšími články (článek je nejprve „samcem“ a později se mění v „samici“).