

OBECNÁ PARAZITOLOGIE



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PŘEDMĚT **ZÁKLADY PARAZITOLOGIE**

Parazitologie v **užším slova smyslu**

- parazitičtí PRVOCI, HELMINTI, ČLENOVCI
- paraziti živočichů

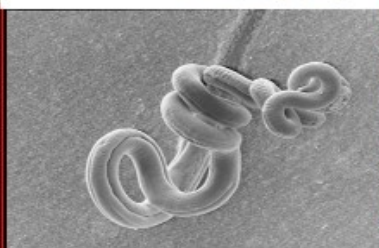
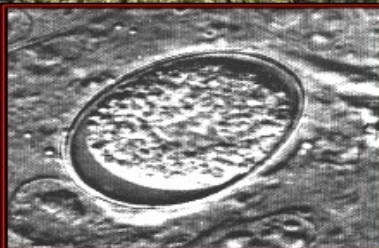
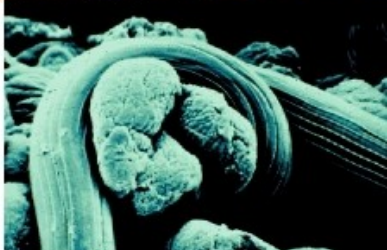
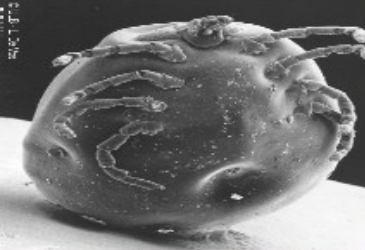
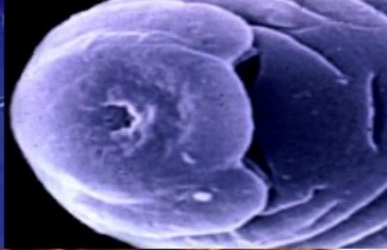
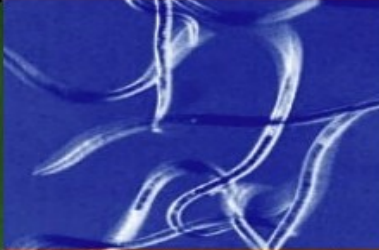
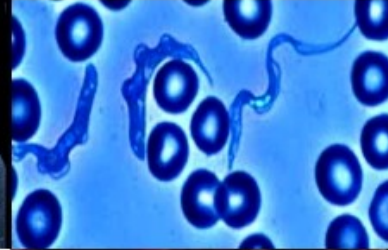
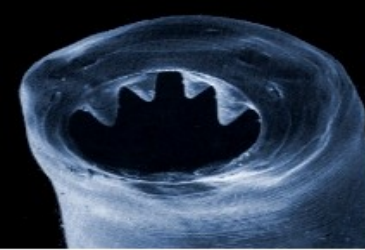
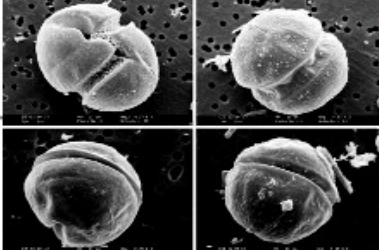
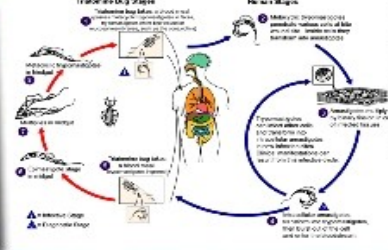
ODBORNÉ knihy

- Paraziti a jejich biologie, Volf, Horák a kol. 2007, Triton Praha/Kroměříž.
- Biologie helmintů, Horák, Scholz 1998, Karolinum Praha.
- Lékařská helmintologie, Jíra 1998, Galén Praha.
- Praktický atlas lékařské parazitologie, Förstl a kol. 2003, Nucleus HK.
- Protozoologie, Hausmann, Hülsmann 2003, Academia.

POPULÁRNÍ knihy

- Tajné stezky smrtonošů, Daniel 1985, Kolumbus.
- Vládce parazit, Zimmer 2005, Fenix.

biologický pohled ← PARAZITISMUS → lékařský pohled



Parazit (cizopasník) – z řeckého slova „*parasitos*“, což doslova znamená „vedle pokrmu“ (*para* = vedle + *sitos* = potrava).

- původně označení těch, kteří obsluhovali při chrámových slavnostech
- později označení prospěchářů (příživníků), kteří dostanou jídlo za potěšení příjemnou konverzací nebo poskytnutí nějaké služby → běžné postavy řecké komedie

maska parazita →

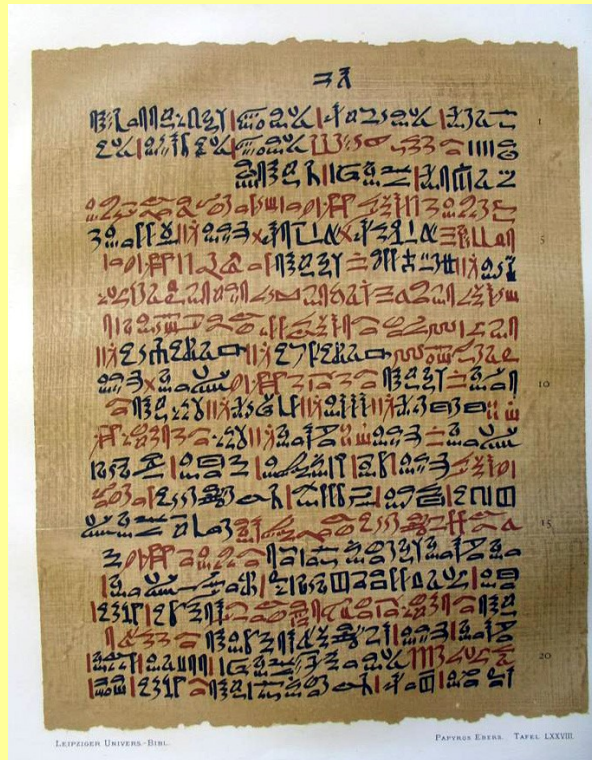


- o několik století později – termín v biologii označující život, který čerpá z životů jiných



Starověký Egypt

- **Škrkavky** – krvavé sputum, škrkavky ve stolici, migrace do dutiny ústní, nosní a ušní
- **Tasemnice** – články ve stolici
- **Krevničky (schistosomy)** – krvavá moč
- **Vlasovec medinský** – kožní léze s vyústěním uteru samičky



Ebersův papyrus (1500 př. n.l): německý egyptolog G.M. Ebers (1873)

Starověký Egypt

- přímé důkazy o parazitárních infekcích
- důkladná analýza vzorků parazitů získaných z mumií a jejich porovnání s „moderními“ představiteli motolic může přispět k odhalení těch částí jejich genetického kódu, jež podporují vznik a vývoj rakoviny.

Chrámová zpěvačka Asru (stáří: 2700 let) →

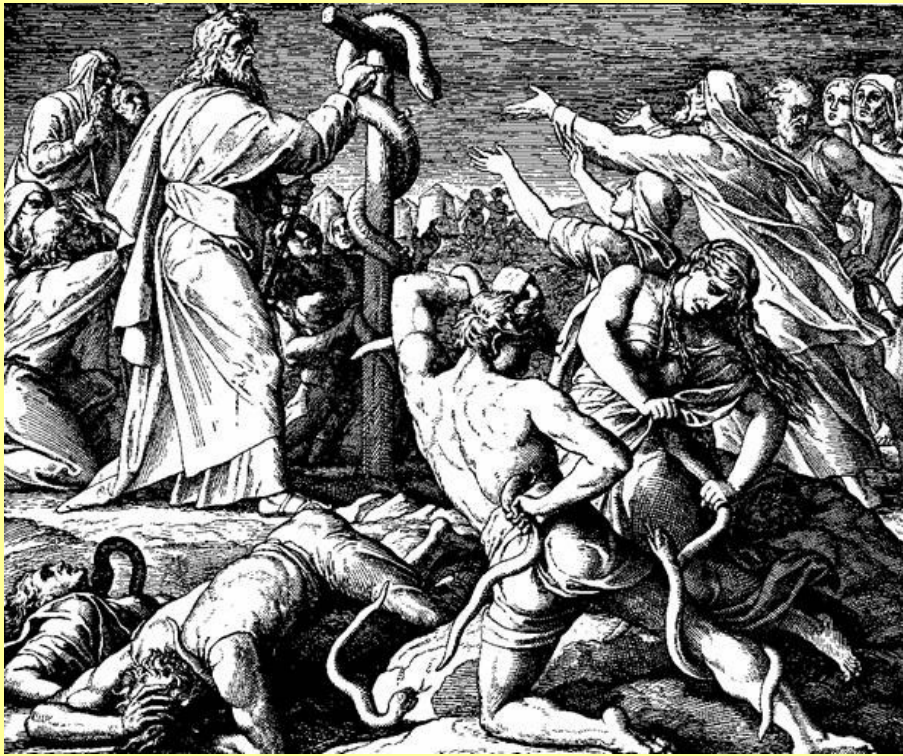
- střevní stěna - larvální stadia háďěte střevního
- tkáň močového měchýře – vajíčka krevničky močové



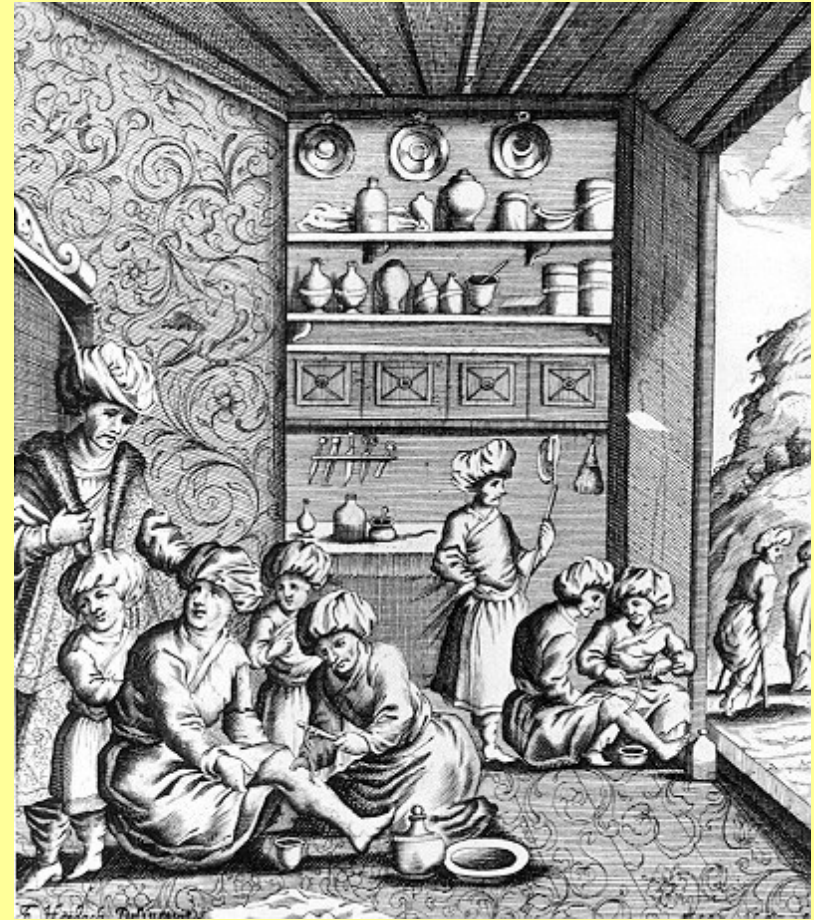
← Mumie č. 1770: kalcifikovaný samec vlasovce lidského v břišní stěně



Aeskulapova hůl = hůl obtočená hadem nebo vlasovcem?



The Brazen Serpent:
Julius Schnorr von Carolsfeld (1851-60)



Persie (9 stol.n.l.) – lékaři vytahují vlasovce z nohou pacientů namotáváním na klacík.

Starověké Řecko

- **Boubele tasemnic (?)** – tvorové zapouzdření v cystách tvrdých jako kroupy (Aristoteles).

.....Renesance (14. – 17. stol.)

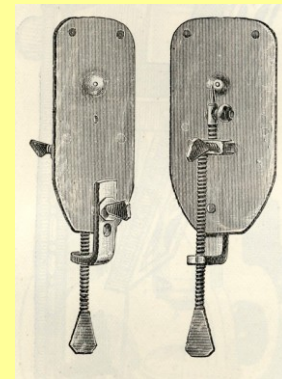
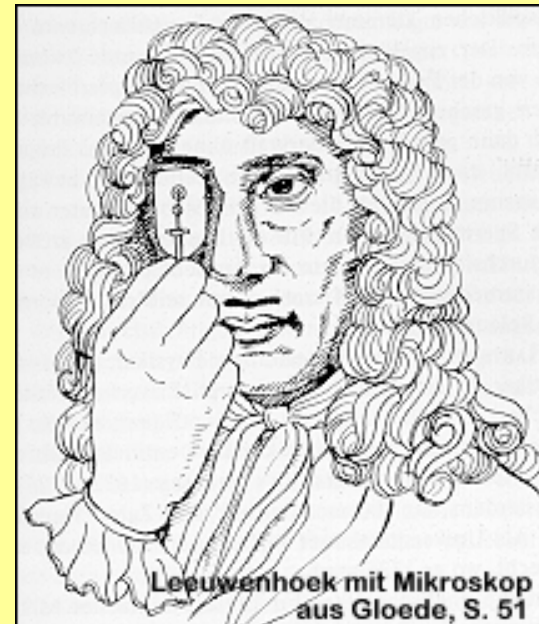
!Paraziti nezpůsobují nemoci, ale jsou produkty vlastního těla (paraziti = symptomy) :

- malárie – vdechování špatného vzduchu
- vlasovci (NE živý tvor) – shnilé nervy, natažené žíly, apod.
- škrkavky, tasemnice, motolice – samovolné vytváření v těle

60. léta 17. století

Antony van Leeuwenhoek (1632 - 1723)

→ jednoduchý mikroskop → pozorování „neviditelných“ parazitů (bakterie, prvoci – např. giardie), ...)



Francesco Redi (1626 - 1697)

- otec biologie
- svrab způsobují roztoči (zákožka svrabová)
- popsal více než 100 druhů cizopasníků
- zpochybnil myšlenku samoplození (roztoči kladou vajíčka z nichž se líhne nová generace a zavrhl tak mýtus neživé podstaty vzniku parazitů)

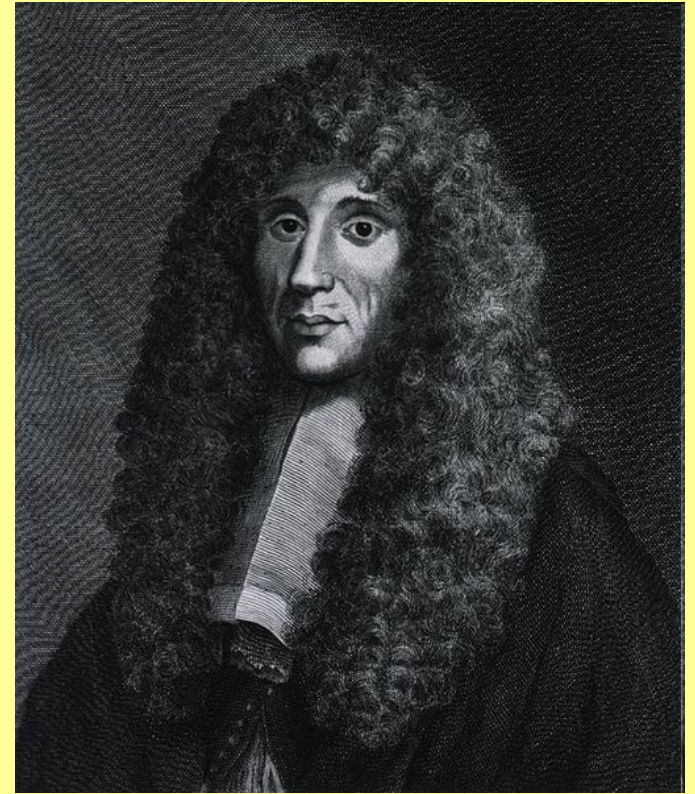
... 18. století

Teorie samoplození

- paraziti jsou spontánně tvořeni svými hostiteli a jsou pasivním příznakem nemoci
- chybí důkaz existence parazitů mimo tělo hostitele

19. století

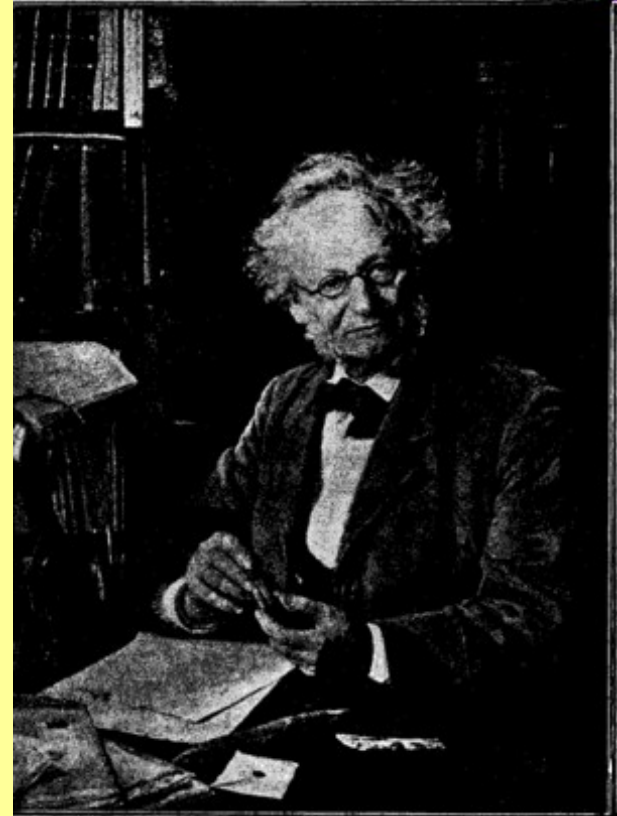
- vyvrácení myšlenky samoplození i u mikroorganismů (**Louis Pasteur**)
- velký pokrok v medicíně



30. léta 19. století

Japetus Steenstrup (1813 - 1897) : “Živočich plodí mladé, kteří jsou a zůstávají odlišní od svého rodiče, ale přivádí na svět novou generaci, která se sama nebo přes své potomky vrací do původní rodičovské formy“.

- motolice s chloupky (miracidium) - cercárie – královští žlutí červi (rédie) = různá životní stadia a generace jednoho jediného živočicha



40. léta 19. století

Friedrich Küchenmeister (1821 – 1890): „Paraziti nevznikají samoplozením, ale přicházejí z jiného hostitele, přičemž nemusí vždy cestovat vnějším prostředím.“

- vyvrácení názoru, že boubele jsou zbloudilé zakrslé tasemnice
- pokusy na zvířatech a lidech (trestancích odsouzených k smrti)

Význam parazitů

(z hlediska lidského zdraví)



Leishmaniasis

Onchocerciasis

Chagas disease

Leprosy

Tuberculosis

Schistosomiasis

Lymphatic filariasis

Malaria

African trypanosomiasis

Dengue

RESEARCH AREAS

10 nejvýznamnějších infekčních onemocnění na světě



8 z nich je parazitárních nebo parazity přenášených

WHO



SZO

PŮVODCE ONEMOCNĚNÍ	NEMOC	Počet infikovaných	Počet úmrtí/rok
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Chagasova nemoc	8-16 milionů	20 000
africké trypanosomy	spavá nemoc (africká trypanosomóza)	300 tisíc	50 000
<i>Leishmania</i>	leishmaniózy	12 milionů	40 000
<i>Plasmodium</i>	malárie	500 milionů	1-3 miliony
<i>Schistosoma</i>	schistosomózy	200 milionů	11 000
<i>Onchocerca</i>	říční slepota (onchocerkóza)	18 milionů	nepřímá mortalita
<i>Wuchereria</i>	lymfatická filarióza	120 milionů	nepřímá mortalita
virus Dengue (Flaviviridae)	horečka dengue	50-100 milionů	až 5 000
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	tuberkulóza	1/3 lidí	2 000
<i>Mycobacterium leprae</i>	lepra	11 milionů	výjimečně

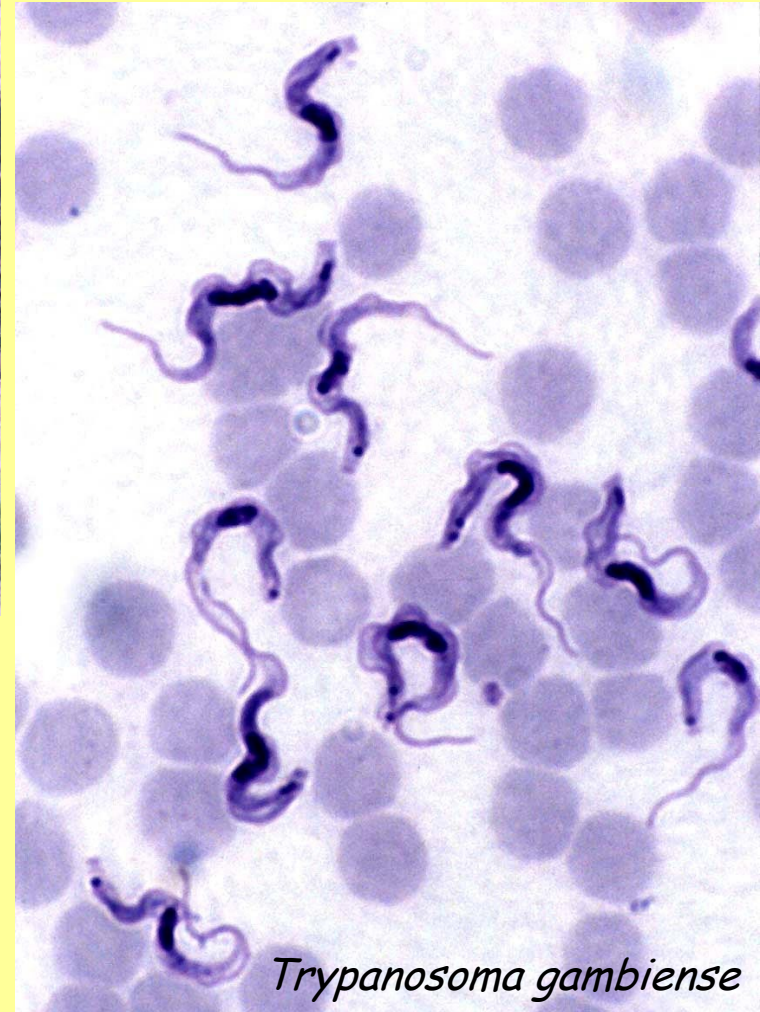
negativní ← vztahy mezi organismy → pozitivní

Typ vztahu	Zisk jednoho	Zisk druhého
PARAZITISMUS	+	-
PREDACE = dravý způsob života, loví kořist pro potravu	+	-
KOMPETICE = negativní vztah, čerpají ze stejných zdrojů	-	-
PROTOKOOPERACE = přechodné, vzájemně prospěšné soužití	+	+
MUTUALISMUS = vzájemně výhodné soužití dvou organismů, které jsou na sobě závislé	+	+
KOMENZALISMUS = neškodné příživnictví	+	0
AMENZALISMUS = jeden druh negativně ovlivňuje jedince druhého druhu	-	0
NEUTRALISMUS = vzájemně se neovlivňují	0	0

Jaký je rozdíl mezi predátorem a parazitem?



- parazit získává živiny z 1 nebo několika málo hostitelů (x predátor z mnoha)
- parazit obvykle škodí, ale nezabíjí okamžitě (x predátor zabíjí → sníží fitness na NULU)



Trypanosoma gambiense

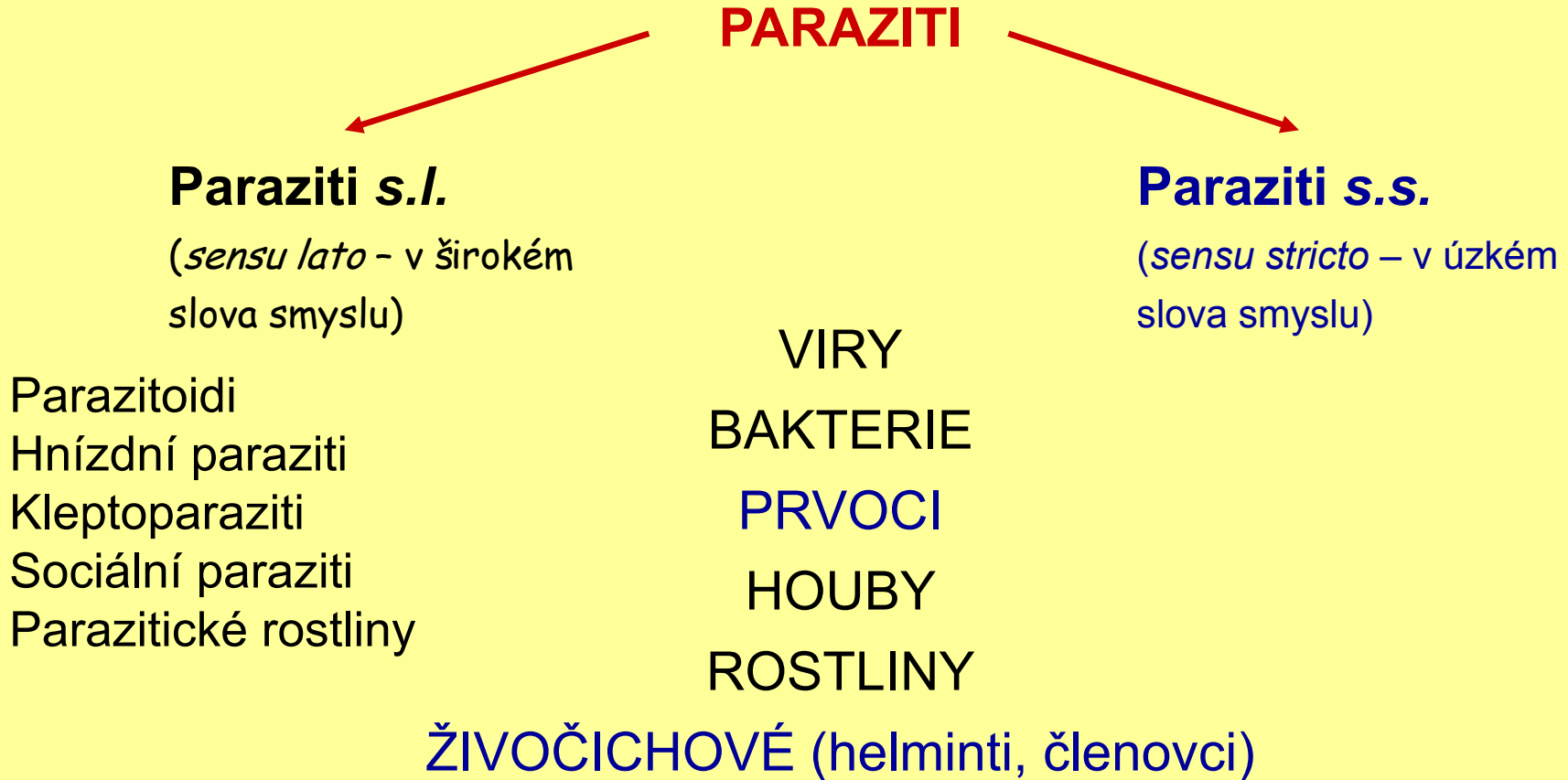
PARAZITISMUS = způsob soužití (koexistence) dvou (heterospecifických) organismů, z nichž jeden využívá druhého jako ZDROJ POTRAVY i jako své ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, přičemž má z této asociace užitek a hostitel škodu.

Parazit získává výhody na úkor hostitele nebo ho nějakým způsobem poškozuje → parazit je metabolicky závislý na svém hostiteli.

PARAZIT = organismus, který alespoň po část svého života (**životního cyklu**) využívá jiné organismy (**hostitele**) jako zdroj potravy i jako stálé nebo dočasné životní prostředí, a tím jim přímo nebo nepřímo škodí.

PARAZITI = ekologická skupina

→ společná vlastnost = žít na úkor ostatních



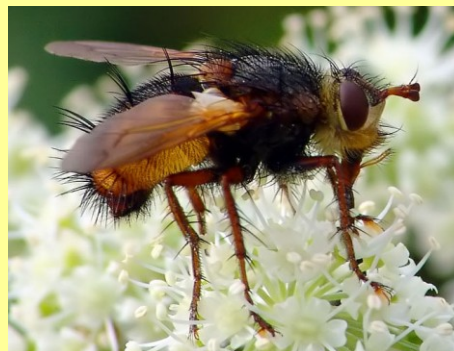
! 75% organismů na Zemi je parazitických ! → paraziti hlavní silou evoluce

Parazitoidi

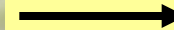
- svého HOSTITELE (různé druhy členovců = živé konzervy pro potomky parazitoidů) téměř vždy ZABÍJEJÍ
- parazitují jen larvální stadia, a to především na blanokřídlých (lumci, lumčící) a dvoukřídlých (tachiny)



Rhyssa persuasoria



Tachina fera



housenka lišaje s
vajíčky Tachinidae

- hostitelé: vývojová stadia hmyzu (housenky motýlů, larvy blanokřídlých) a bezobratlých

Hnízdní paraziti

- nepoškozují hostitele přímo, ale ohrožují jejich mláďata
- obligátní hnízdní paraziti (neznají rodičovskou péči vůbec, např. některé kukačky, vlhovci)
- fakultativní hnízdní paraziti (do cizích hnízd vajíčka snášejí příležitostně, např. kachny, snovači, vlaštovky)



- kukačka obecná (*Cuculus canorus*) snáší vejce do hnízd hmyzožravých pěvců (např. rákosník, pěnice, konipas)
- hnízda mravenců → více jak 5 000 druhů členovců (= myrmekofilní druhy; např. drabčící a larvy modrásků)

Kleptoparaziti (= zloději jídla)

- potravní parazitismus
- častý u ptáků (chaluhy, fregatky, orel bělohlavý...) → pronásledují ostatní ptáky (racek, rybák, kormorán) dokud nepustí svou kořist
- savci (hyeny, šakali → kradou kořist ostatním šelmám)
- hmyz („hovniválové“ si navzájem kradou kuličky trusu)



Stercorarius parasiticus



Crocuta crocuta



Scarabeus sp.

Sociální paraziti

- paraziti závislí na členech kolonie volně žijících druhů
- mravenci (Formicinae, Myrmicinae)



Temporální (dočasný) sociální parazitismus

- oplozená královna pronikne do hostitelské kolonie (původní královna je zabita) a produkuje vlastní potomky s přispěním péče hostitelských dělnic (mravenci rodu *Formica*)

Otrokářství (dulosis)

- otrokářské druhy využívají pro práci ve vlastní kolonii mravenčí dělnice volně žijících druhů (mravenci rodu *Polyergus*)

Permanentní (stálý) parazitismus bez dulosity (= inkvilinismus)

- parazitický druh hostitelskou královnu toleruje, protože při inkvilinismu nevytváří paraziti dělnickou kastu a dělníky nezískávají ani nájezdy do cizích hnízd

Parazitické rostliny

- vnikají do hostitele a napojují se na jeho cévní systém penetračními výběžky = HAUSTORIA (→ fyziologický a morfologický most mezi parazitem a hostitelem)
- asi 1% kvetoucích rostlin je parazitických

Holoparazit

Parazitické rostliny bez chlorofylu, jejich zásobování vodou, živinami a vázaným uhlíkem celkem závisí na jejich hostitelských rostlinách.



Raflézie (*Rafflesia arnoldii*)



Záraza (*Orobanche*)



Kokotice (*Cuscuta*)

X

Hemiparazit

Rostlina schopná fotosyntézy; čerpá minerální látky a vodu kořeny zapuštěnými do jiných rostlin.



Jmelí (*Viscum*)



Světlík (*Euphrasia*)

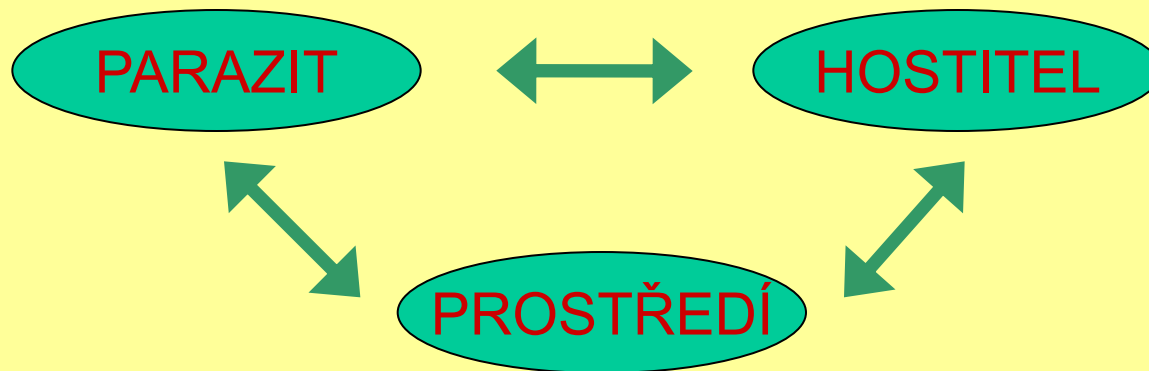


Kokrhel (*Rhinanthus*)

PARAZITOLOGIE = studium cizopasníků - parazita a jeho vztahů s hostitelem a prostředím (→ ekologická disciplína)

- interdisciplinární obor

- lékařsky a veterinárně důležitý obor + obor studující biologický fenomén (ekologické pojetí)



KLASIFIKACE PARAZITŮ

Podle lokalizace

- **Ektoparazit** - lokalizace na povrchu těla nebo povrchových orgánech hostitele (např. žábry ryb)
- **Endoparazit** – žije uvnitř těla hostitele
 1. Kožní a podkožní: larvy ptačích motolic v kůži, podkožní filariózy (*Onchocerca*)
 2. Krevní:
 - v plazmě (*Trypanosoma* spp., mikrofilárie, schistosomy)
 - v krvinkách (*Plasmodium* spp.)
 3. Tkáňoví (orgánoví, systémoví):
 - intracelulární (*Plasmodium* spp., *Leishmania* spp., mikrosporidie, kokcidie)
 - epicelulární (*Giardia intestinalis*, kryptosporidie)
 4. Střevní (intestinální): *Entamoeba histolytica*, Trematoda, Cestoda
 5. Kavitární (dutinoví): *Entamoeba gingivalis*, *Trichomonas vaginalis*

Ektopická (netypická) lokalizace – parazit při své migraci hostitelem mine cílový orgán a usadí se na atypickém místě (např. *Paragonomis westermani* – motolice plicní v mozku nebo játrech, *Fasciola hepatica* – motolice jaterní v mozku nebo v oku, apod.).

Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

Permanentní = parazitují po celou dobu své dospělosti (*Plasmodium* spp., *Trypanosoma* spp., helminti, ...)

Temporální (dočasný) = parazitují pouze občas, po určitou dobu se živí na svém hostiteli (klíšťaťata, komáři, *Argulus foliaceus*, ...)

Periodický parazitismus

- A. Stadijní
 - larvální (glochidia mlžů, larvy dipter – myiasis)
 - imaginální (komáři, muchničky)
- B. Generační - *Strongyloides stercoralis*, *Rhabdias bufonis*

Podle typu životního cyklu

Monoxenní = s účastí jednoho hostitele (Monogenea, *Enterobius vermicularis*, *Giardia*)

Heteroxenní = s účastí více hostitelů (motolice, *Toxoplasma gondii*, ...)

Podle způsobu výživy

Stenofágní (monofágní) = živí se na jednom druhu hostitele, úzký okruh (zpravidla jen 1) hostitelů (monogenea).

Euryfágní (polyfágní) = živí se na více druzích hostitelů, široké spektrum hostitelů (*Toxoplasma gondii*, *Trichinella spiralis*, ...)

Specifičnost cizopasníka = schopnost vyskytovat se na/v jednom nebo více druzích hostitelů (spektrum hostitelů), ať již na úrovni definitivního hostitele nebo mezihostitele.

Podle vazby na hostitele

OBLIGÁTNÍ parazit – bezpodmínečně musí část svého života (životního cyklu) žít paraziticky, aby mohl ukončit svůj vývoj (většina helmintů).

FAKULTATIVNÍ (příležitostní) parazit – volně žijící živočichové, kteří mohou za určitých podmínek (např. oslabení hostitele) přejít k parazitickému způsobu života (např. volně žijící hlístice rodu *Micronema*)

NÁHODNÝ parazit – parazit, který napadne živočicha, jenž není jeho normálním hostitelem, může se však postupně na tohoto hostitele adaptovat (např. vlasovka husí parazitující v žaludku hus - v žaludku hrdličky)

HYPERPARAZIT- cizopasí u jiného druhu parazita (např. rod *Udonella* na parazitických korýších)

Diverzita cizopasníků

- **Mikroparazit**

- množí se v hostiteli (zmnožuje svůj počet)
- úmrtnost hostitele nezávisí na intenzitě nákazy

- **Makroparazit**

- v hostiteli produkuje potomstvo, které infikuje dalšího hostitele (např. po vyloučení do vnějšího prostředí)
- úmrtnost hostitele závisí na intenzitě nákazy

- **Hyperparazit**

- cizopasí u jiného druhu parazita (mikrosporidie v člancích tasemnic nebo u motolic)

DIVERZITA PARAZITŮ

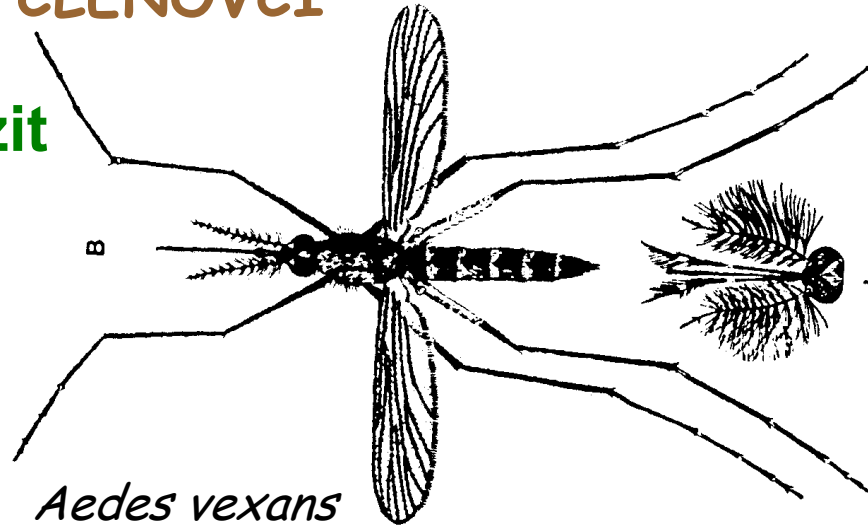
vícehostitelský

ČLENOVCI

HELMINTI

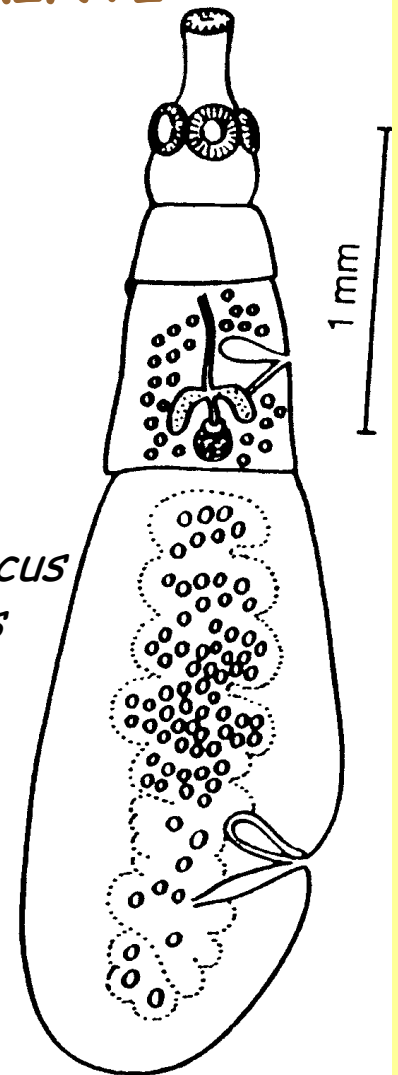
ektoparazit

vektor



Aedes vexans

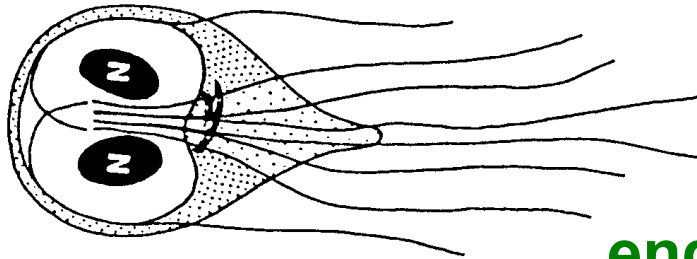
Echinococcus granulosus



jednohostitelský

Giardia intestinalis

PRVOCI



endoparazit

mikroparazit

makroparazit

PARAZITISMUS = způsob soužití (koexistence) dvou (heterospecifických) organismů, z nichž jeden využívá druhého jako ZDROJ POTRAVY i jako své ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, přičemž má z této asociace užitek a hostitel škodu.

Parazit získává výhody na úkor hostitele nebo ho nějakým způsobem poškozuje → parazit je metabolicky závislý na svém hostiteli.

PARAZIT = organismus, který alespoň po část svého života (**životního cyklu**) využívá jiné organismy (**hostitele**) jako zdroj potravy i jako stálé nebo dočasné životní prostředí, a tím jim přímo nebo nepřímo škodí.

Tři ekosystémy Země

A. Suchozemský



B. Vodní (slano x sladko-vodní)



C. Ekosystém hostitele

Prostředí parazitů

Organismus hostitele = prostředí 1. řádu

Faktory - druh hostitele, stáří, velikost, pohlaví, hormon. aktivita, fyz. stav, imunitní odpověď, rezistence, atd.

Prostředí hostitele = prostředí 2. řádu

Faktory - teplota, fotoperioda, salinita, pH, proudění, atd.



Vliv na životní cyklus parazita

HOSTITEL

JANZEN (1968): **Hostitelé jsou ostrovy kolonizovány parazity**

- prostředí hostitele – stabilní a uniformní (→ výhoda), obtížná dostupnost a obrana hostitele (→ nevýhoda)
- interakce mezi hostitelem, parazitem a jednotlivými parazity (např. vrtejší dokáží ze střev hostitele vystrnadit tasemnici, echinostomní redie x sporocysty schistosom, ...)

Typy hostitelů:

1. Definitivní
2. Mezihostitel
3. Paratenický
4. Rezervoárový
5. Náhodný

Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

1. Definitivní hostitel (definitive, final host) = hostitel, v němž parazit **POHLAVNĚ DOSPÍVÁ** a produkuje vajíčka nebo larvy

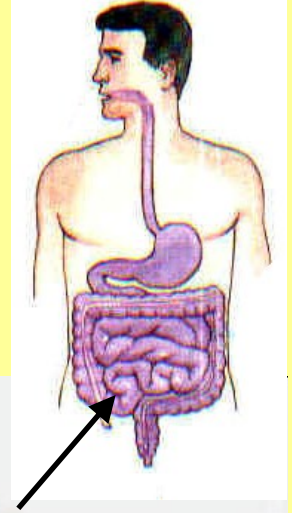
● Př. Člověk jako DH: *Schistosoma*, *Ascaris*, *Taenia*



Schistosomóza → *Schistosoma mansoni*



Ascarióza →
Ascaris lumbricoides



Taeniidóza → *Taenia solium*

Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

2. Mezihostitel (intermediate host) = hostitel (často bezobratlý, obratlovec), který je **NEZBYTNÝ PRO VÝVOJ** larválních stadií parazita → parazit se zde vyvíjí do stadia invazního pro dalšího MH nebo pro DH

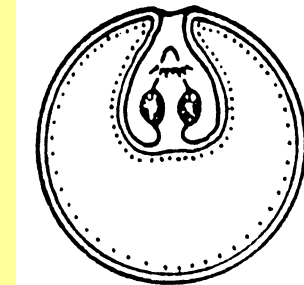
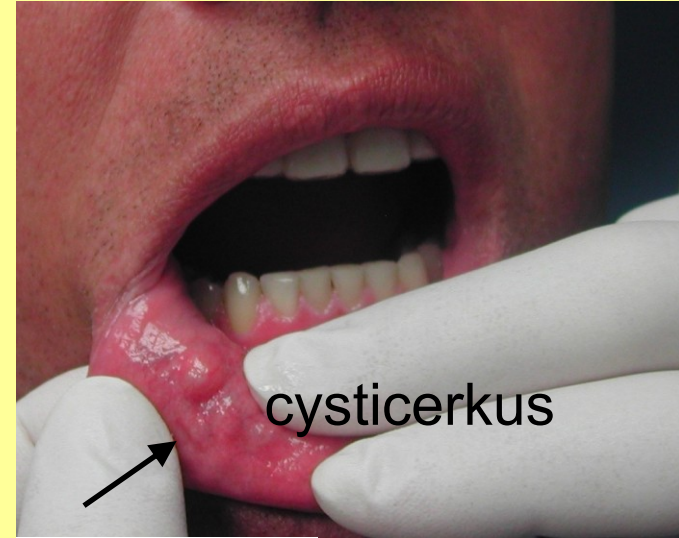
Pr. Člověk jako MH: *Echinococcus*, *Taenia*



Echinokokóza, hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticerkus

Cysticerkóza
(*Taenia solium*)

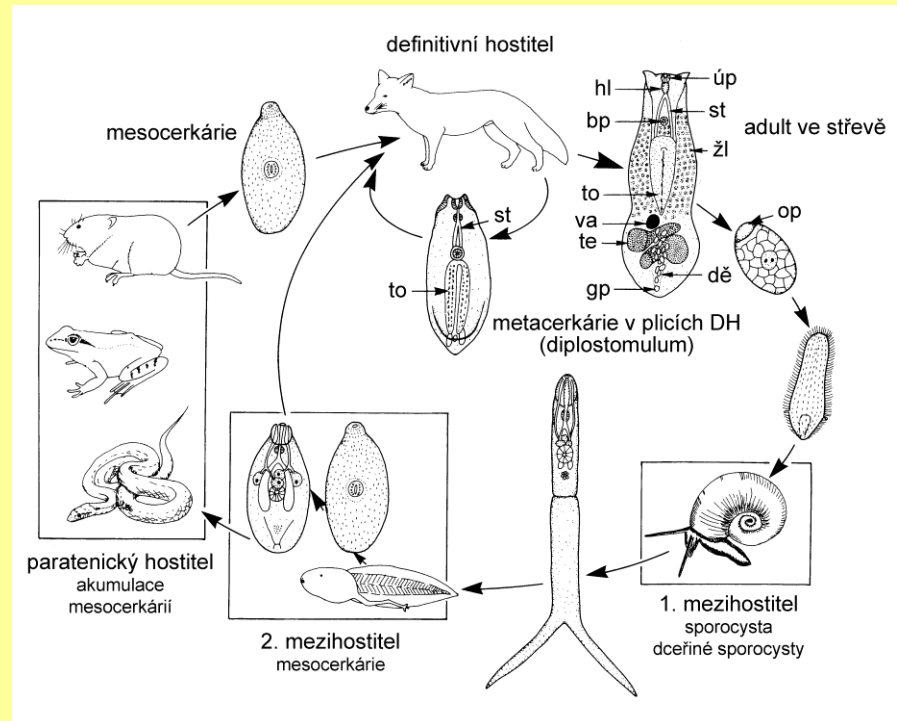
Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

3. Paratenický hostitel (paratenic nebo transport host) = parazit se v tomto hostiteli **NEVYVÍJÍ**, ale je schopen přežít a udržet si svou **INVAZESCHOPNOST** (tj. schopnost nákazy DH nebo MH). Účast PH není nezbytná pro dokončení VC parazita, ale v přirozených podmínkách PH představuje **VÝZNAMNÝ ZDROJ NÁKAZY** pro DH (→ překonání „ekologické mezery“ mezi MH a DH)

Př. Motolice č. Strigeidae

Alaria canis

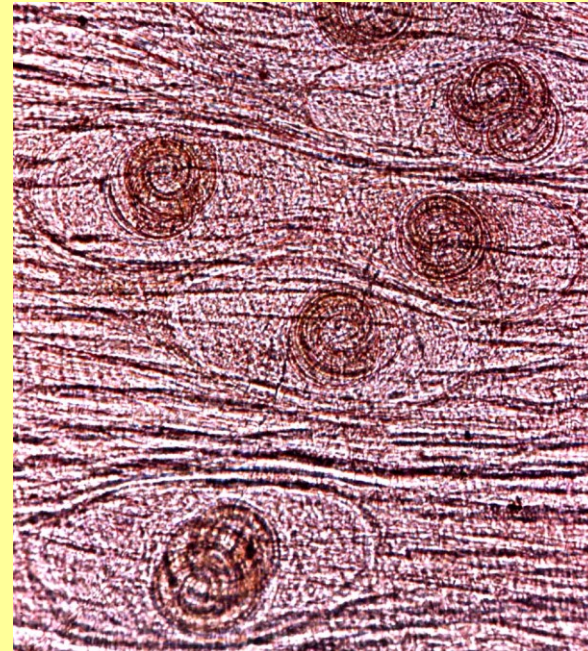
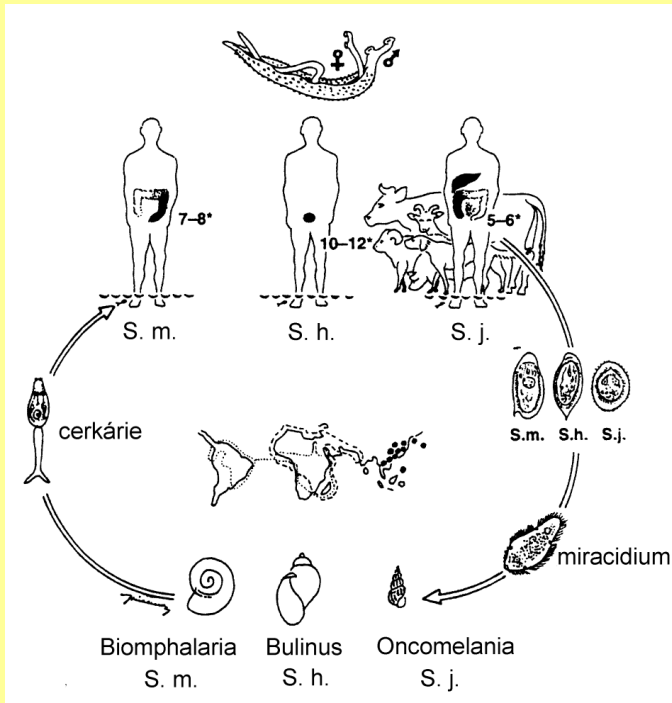


Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

4. Rezervoárový hostitel (reservoir host) = hostitel, který představuje **ZDROJ NÁKAZY** parazitem pro ekosystém a který umožňuje cizopasníkovi přežít i v podmínkách bez jiných vhodných hostitelů

- Př.** *Schistosoma japonicum*: RH = volně žijící živočichové
Trichinella: RH = potkani, šelmy



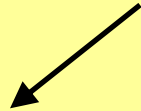
Trichinella spiralis ve svalovině (!DH = MH)

Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

5. Náhodný hostitel (accidental host) = parazit dlouho **NEPŘEŽÍVÁ** a **NEVYVÍJÍ** se!!! Atypická migrace parazitů v NH → pro hostitele silně patogenní.

● Př. „*larva migrans*“ škrkavek rodu *Toxocara* nebo čeled' Anisakidae



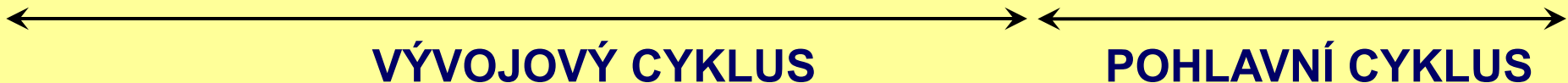
Životní cykly parazitů

- velmi **složitě** → náročné vysledování (zmatky)
 - ↳ střídání hostitelů + změna podoby
- objasnění životních cyklů → efektivní boj s nebezpečnými patogeny

Životní cyklus: zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu

Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stadií dceřiných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.

Vajíčko → invazní larva → juvenilní jedinec → pohlavně zralý jedinec



Dva klíčové momenty v životě každého parazita:

1. schopnost překonat obranu hostitele
2. zajistit přenos potomků do nových hostitelů

Kolonizace nových území (= hostitelů) → pro parazita náročný úkol → produkce velkého množství potomků.

Přenos a šíření cizopasníků:

Horizontálně

= mezi členy téže populace

Vertikálně

= mezi rodiči a potomky

(toxoplazmóza, toxokaróza, HIV,...)

1) přímý (*Trichomonas vaginalis*, *Sarcoptes hominis*, *Schistosoma* spp.)

2) nepřímý (pomocí vektoru nebo mezihostitele): *Cestoda*, *Trematoda*,

Plasmodium spp., aj.)

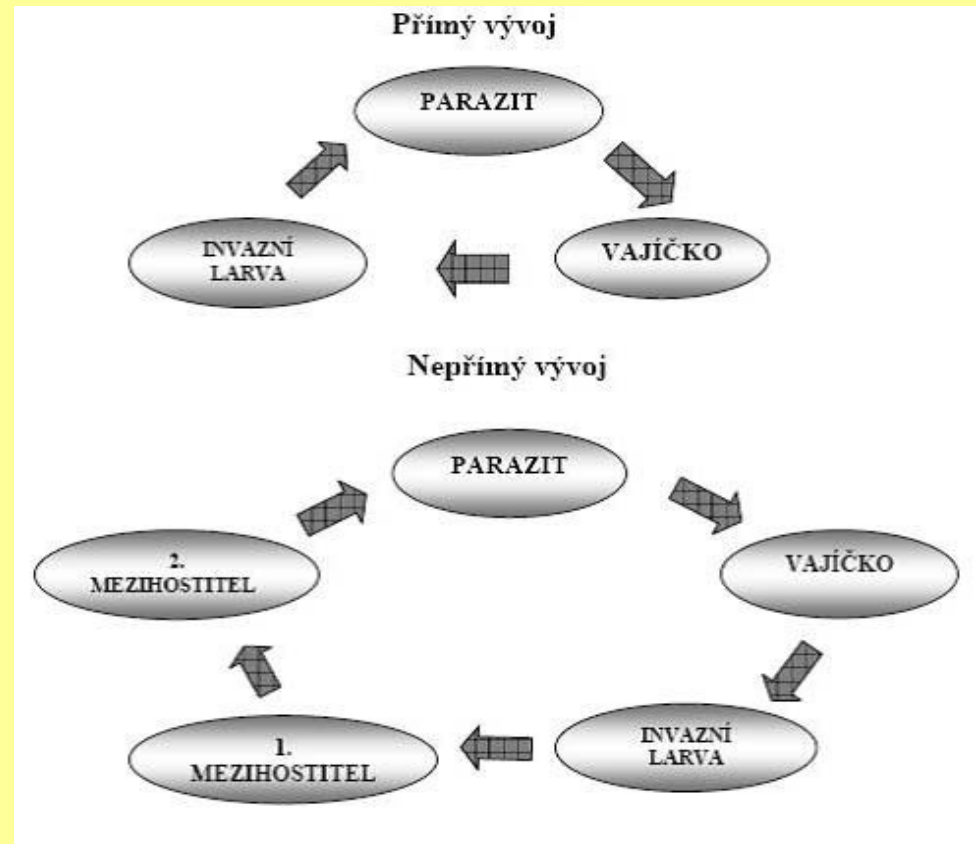
A. Přenos v generační linii (vertikální přenos)

- parazit hostitele neopouští v žádné fázi ŽC, nevytváří žádná odolná stadia, přenos pouze při tvorbě potomstva hostitele (viry, bakterie, prvoci – olizování u býložravců, atd.)

Typy vývojových cyklů (horizontální přenos):

B. Jednohostitelský (přímý)

C. Vícehostitelský (nepřímý)



PŘÍMÝ VÝVOJOVÝ CYKLUS (= monoxenní) → GEOHELMINTI

→ bez účasti meziphostitele

→ larvální stadium napadá přímo DH (někdy bez opuštění hostitele - *Trichinella*)

Výhody: rychlá reprodukce (střídání generací)

Nevýhody: omezené mechanismy snižující riziko spojené s vlivem vnějšího prostředí (eliminace larválních stadií), omezení možnosti mnohonásobného množení v MH

- r-stratégové, rychlá reprodukce + vysoká početnost → závažná onemocnění (!!! velkochovy)

- Monogenea, velká část hlístic (Nematoda)

Přímý vývojový cyklus – PŘENOS

Bez odolných stadií:

1. Parazit přežije, přeletí nebo přeplave z hostitele na hostitele - ektoparaziti (vši, blechy, zákožka, komáři, kapřivci, monogenea, atd.).
2. Potomstvo parazita aktivně proniká do hostitele z vnějšího prostředí (měchovci, háďata, atd.)
3. Parazit je „předán“ při pohlavním styku (*Trichomonas vaginalis*, virus HIV, atd.).

S odolnými stadii:

Parazit produkuje odolná stadia (vajíčka, cysty, spóry), která jsou ve vnějším prostředí schopná delší dobu přetrvávat.

- přenos: vdechnutím, kontaminovaným jídlem nebo vodou (škrkavky, roupi, kokcidie, měňavky)

Jednohostitelský ŽC

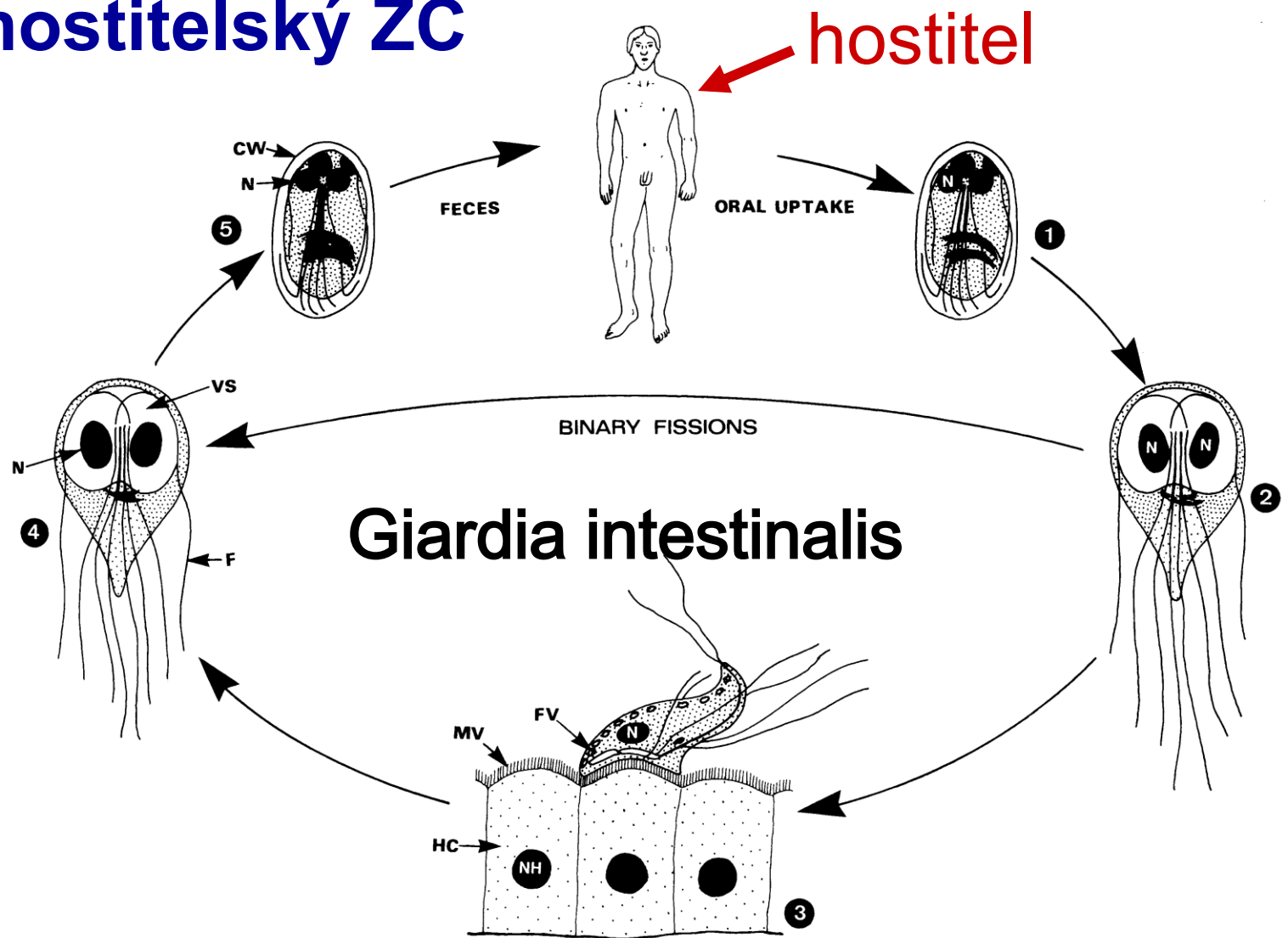


Fig. 1. Life cycle of *Giardia lamblia* (for other species → Diplomonadida/Table 1). 1 Oral uptake of cysts after fecal contamination of food. 2 Trophozoites excyst in small intestine and may divide by binary fission. 3 Trophozoites are attached to the surface of intestinal villi; pinocytosis occurs at their dorsal side (FV). 4, 5 Free trophozoites encyst in the intestine and are passed in feces. CW, cyst wall; F, flagellum (4 pairs); FV, food vacuoles; HC, host cell; MV, microvilli of host cell; N, nucleus; NH, nucleus of host cell; VS ventral → sucker

NEPŘÍMÝ VÝVOJOVÝ CYKLUS (= heteroxenní) → BIOHELMINTI

- pasivní přenos pomocí potravy nebo vody není příliš pravděpodobný
- nezbytná účast alespoň jednoho mezipostitele → STRÍDÁNÍ HOSTITELŮ

Výhody: vysoká produkce infekčních stadií – množení ve 2 fázích vývoje (tj. i na úrovni larválních stadií – larvální stadia motolic v měkkýších) + možnost dlouhodobého přežívání larev v MH

Nevýhody: pomalá reprodukce, malá pravděpodobnost završení celého cyklu vzhledem k jeho složitosti

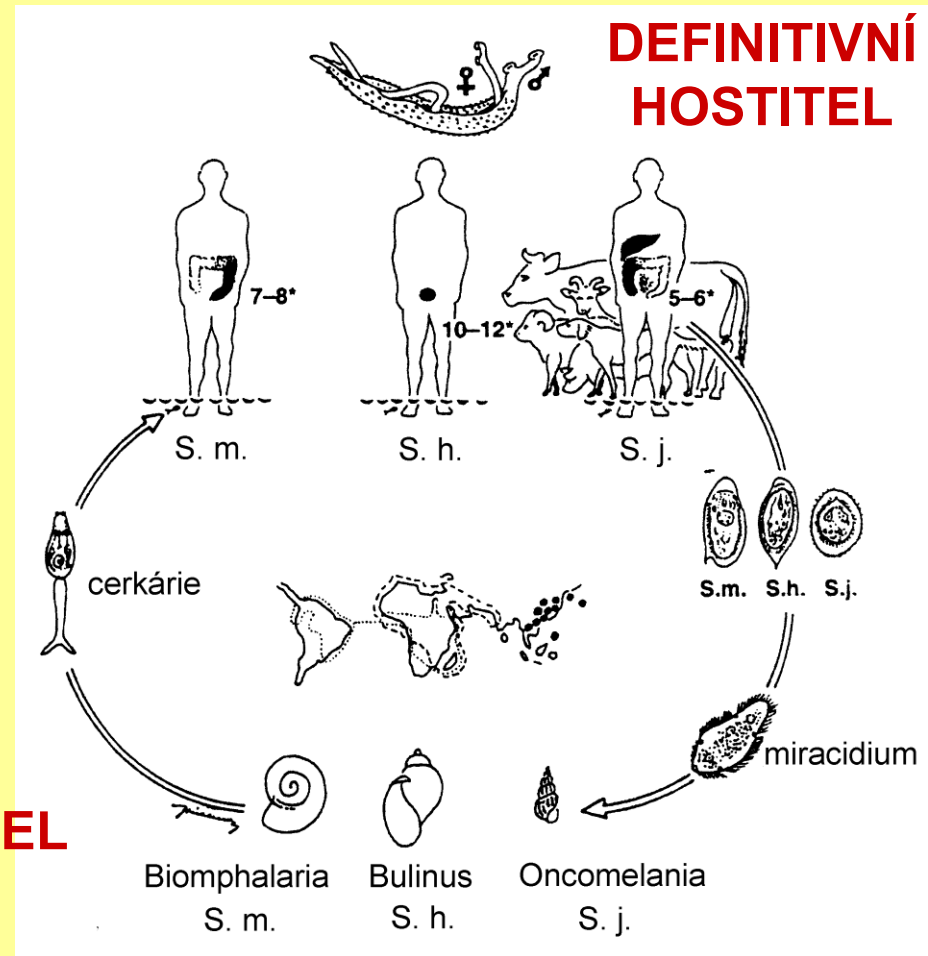
- K-stratégové
- téměř všechny motolice, tasemnice, vrtejší

Nepřímý vývojový cyklus – PŘENOS

1. Přenos se děje na základě vztahu KOŘIST (= mezihostitel) – LOVEC (= definitivní hostitel)
(= definitivní hostitel)
 - tasemnice, vrtejši, hlístice, motolice, kokcidie
2. Aktivní průnik - schistosomy

***Schistosoma mansoni*,
S. haematobium, *S. japonicum***

MEZIHOSTITEL

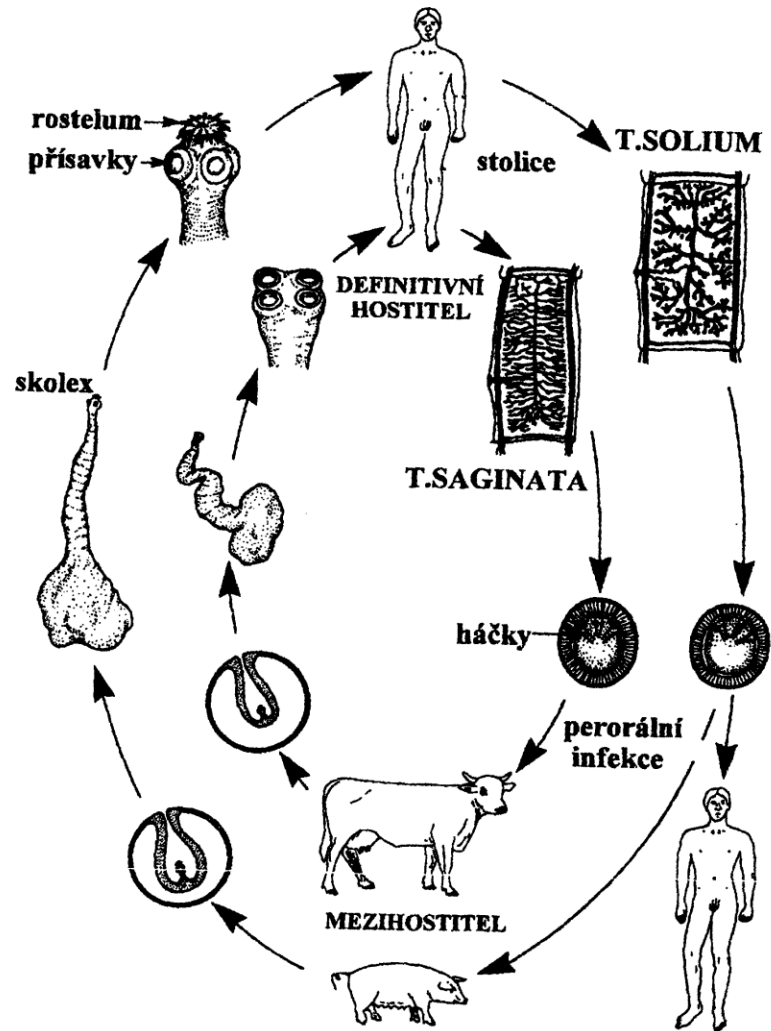


Dvouhostitelský ŽC

**DEFINITIVNÍ
HOSTITEL**

Taenia solium
a *T. saginata*

MEZIHOSTITEL



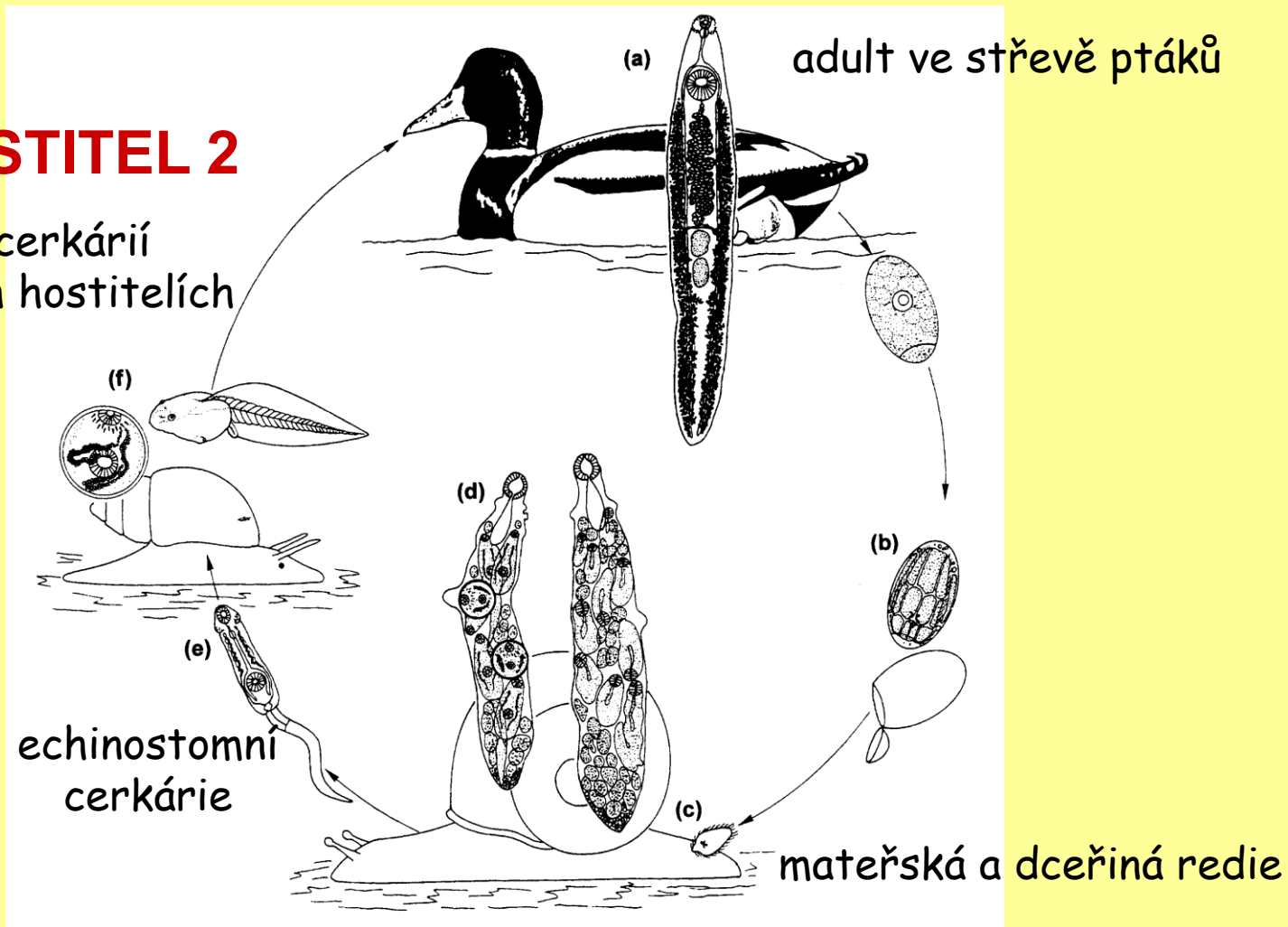
Obr. 62. Životní cyklus dvouhostitelský

Tříhostitelský ŽC

DEFINITIVNÍ HOSTITEL

MEZIHOSTITEL 2

encystace cercárií
v transportních hostitelích



MEZIHOSTITEL 1

Echinoparyphium recurvatum

Obranné mechanismy hostitele

1. Kůže, sliznice: nízké pH, lysozym, žaludeční enzymy, hlen atd.
2. Imunitní systém

Neadaptivní (vrozená) imunita – evolučně starší, rychlejší zásah proti patogenu

Adaptivní (specifická) imunita

- pouze u obratlovců, zaměřena na konkrétního patogena (→ velmi účinná)
- založena na T- a B- lymfocytech, které nemají vrozenou schopnost rozpoznávat patogeny → nutné sestavení nového genu kódujícího T-receptor (T-lymfocyty) a protilátky (B-lymfocyty)
- nevýhoda – pomalejší imunitní odpověď na patogen

Neadaptivní a adaptivní imunita – založena na spolupráci molekul (humorální složka) a buněk (buněčná složka).

Humorální složka imunitního systému

1. Komplement (nespecifická imunita)

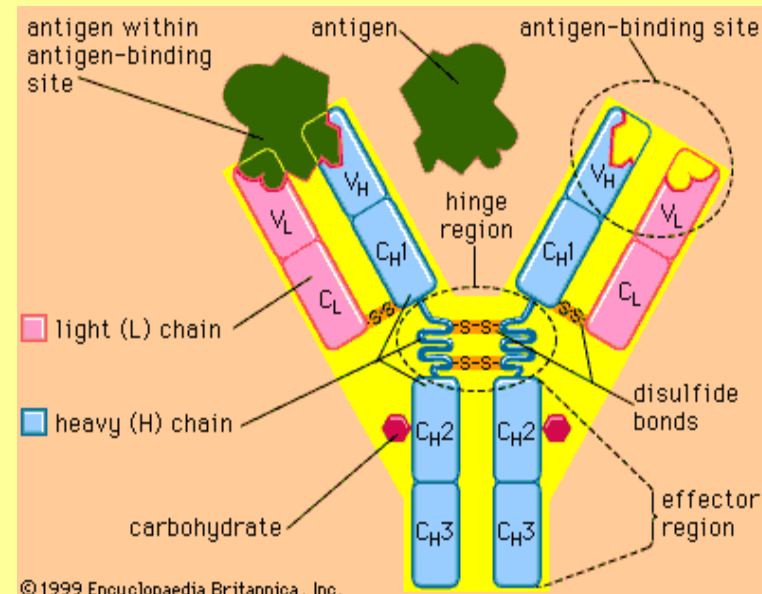
- soubor proteinů z krevního séra: navázání na povrch patogena → aktivace → vznik póru v membráně patogena → porušení osmotických poměrů
- proti virům, bakteriím, prvokům

2. Interferony (nespecifická imunita)

- molekuly produkované napadenými buňkami hostitele → pozastavení replikace DNA (vlastní + patogena)
- aktivují makrofágy, NK buňky, cytotoxické T-lymfocyty

3. Protilátky (specifická imunita)

- imunoglobuliny produkovány B-lymfocyty
- variabilní domény – vazebné místo pro antigen (nekovalentní vazby)
- hlavní fce protilátek – označení cizorodých částic → fagocytóza, aktivace komplementu



B-lymfocyty → produkce protilátek lišících se:

a. variabilními oblastmi (vazba různých antigenů)

b. konstantními oblastmi → typ produkovaných imunoglobulinů:

IgA – povrch sliznic (dýchací cesty, střevo)

IgE – vázány granulocyty a mastocyty → zásadní význam v obraně proti mnohobuněčným parazitům

IgM – aktivace komplementu

IgG - fagocytóza

Buněčná složka imunitního systému

- bílé krvinky (leukocyty) – kostní dřeň → diferenciace v:

Granulocyty

- bazofilní granulocyty - receptor pro vazbu IgE → uvolnění hydrolytických enzymů a histaminu (zánět, zvýšená sekrece hlenů)

- eozinofilní granulocyty – vazba s IgE, ochrana proti tkáňovým parazit. Červům (svalovec)

- neutrofilní granulocyty (= mikrofágy) – schopnost fagocytózy

Lymfocyty (specifická imunita)

- B-lymfocyty (kostní dřeň) → produkce protilátek
- T-lymfocyty (brzlík) → diferenciaci na cytotoxické T-lymfocyty a helpery

Cytotoxické T-lymfocyty

- ničení virem napadených a nádorových buněk
- rozpoznání „nemocné“ buňky na základě přítomnosti „špatného“ proteinu prostřednictvím MHC I a následné „zabití“ působením perforinů

Helpery (TH)

- napomáhají rozvoji imunitní reakce („povzbuzování“ makrofágů a B-lymfocytů)
- kontrola molekul MHC II nacházejících se na antigen-prezentujících buňkách (fagocyty, B-lymfocyty) → MHC II vystavují molekuly fagocytovaných částic!
→ rozpoznání nebezpečného antigenu helperem → změna na podtyp:

TH1 → stimulace množení makrofágu (pomocí cytokinů), který antigen prezentoval
= Th1-buněčná reakce

TH2 → stimulace množení B-lymfocytů (pomocí cytokinů), které produkují příslušné protilátky = TH2-protilátková reakce

Způsob imunitní odpovědi - !!! – životně důležitý pro patogenní organismy

TH2-protilátková reakce – omezený vliv na vnitrobuněčné mikroorganismy
(př. Leishmanie v makrofázích)

NK buňky (Natural Killers)

- ničení buněk se sníženým množstvím MHC I produkcí perforinů (→ vznik póru v membráně a narušení osmotických poměrů)

Strategie úniku parazitů před imunitním systémem hostitele

1. Štěpení IgA protilátek na povrchu sliznic

Př. *Trichomonas vaginalis* – proteázy štěpící protilátky i složky komplementu

2. Zvýšená sekrece slizu

Př. Tasemnice, motolice, hlístice – produkce histaminu bazofilními granulocyty → zvýšení sekrece hlenu → znesnadnění uchycení

3. Povrchové proteázy štěpící protilátky a komplement + fagocytóza

Př. *Entamoeba histolytica*

4. Rychlé svlékání povrchových molekul s navázanými protilátkami

5. Molekulární maskování – navázání molekul hostitele na povrch parazita

Př. Krevničky – splývání membrány parazita s membránami erytrocytů

6. Molekulární mimikry – molekuly hostitele jsou aktivně produkovány parazitem

7. Inhibice komplementu – přítomnost molekul bránících aktivaci komplementu v membránách hostitelových buněk

Př. *Schistosoma mansoni*

8. Antigenní variabilita („převlékání kabátů“)

Př. Periodické množení trypanozom a potlačení populací parazita s určitým typem VSG (= Variant Surface Glycoprotein - povrchové molekuly glykoproteinu)

Borrelia recurrentis – původce návratné horečky

9. Ukrytí do nitra hostitelských buněk

Př. Viry (herpetické viry – snížení množství MHC I)

10. Parazitace v buňkách imunitního systému

Př. Leishmanie chráněné glykoproteiny proti hydrolytickým enzymům v lysozómech fagocytů

Toxoplasma gondii – aktivní průnik do fagocytu → parazitoformní vakuola → zabránění splynutí s lysozomy

11. Aktivní zásah do imunitních reakcí hostitele

Př. Krevničky- zánět v okolí uvolněných vajíček → usnadnění jejich cesty ven tkání do močových nebo trávicích cest