

PROTOZOA



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Eukaryota → 6 říší:

- Excavata
- Chromalveolata
- Plantae
- Rhizaria
- Amoebozoa
- Opisthokonta

Excavata (Cavalier-Smith, 2002)

- bičíkovci, měňavky
- zpravidla jednobuněčné organismy s centrálním cytostómem (buněčná ústa) ve tvaru rýhy - v něm kmitá bičík, který svým pohybem přihání drobné organismy
- druhý bičík směřuje dopředu a slouží k pohybu
- mnozí exkaváti však tyto znaky druhotně ztratili (většina paraziticky žijících), např. přichází o cytostóm, centrální bičík; dochází k modifikaci mitochondrií (redukce → mitosom)

Kmen Fornicata

Kmen Parabasala

Kmen Preaxostyla

Kmen Euglenozoa

Kmen Heterolobosea

Kmen Fornicata

- monofyletická skupina prvoků

1. tř. Retortamonadea

2. tř. Trepomonadea

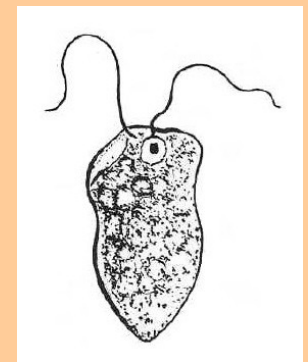
} = taxon: **Eopharyngia**: cytosom se zpětným bičíkem → fagocytóza

Třída Retortamonadea

- 4 bazální tělíska (bičíků) v blízkosti jádra → 1 bičík = zpětný, prochází cytosomem
- původně 4 bičíky - 2,4,8
- cytosom = prohlubeň na bocích buňky proložená fibrilami
- v jeho nejhlubší části (cytopharynx)- fagocytóza
- tvoří 1-jaderné cysty
- volně žijící i paraz. bičíkovci



Cysta



Trofozoit

BAZÁLNÍ TĚLÍSKO → ukotvení bičíku v cytoplazmě

1. třída: Retortamonadea

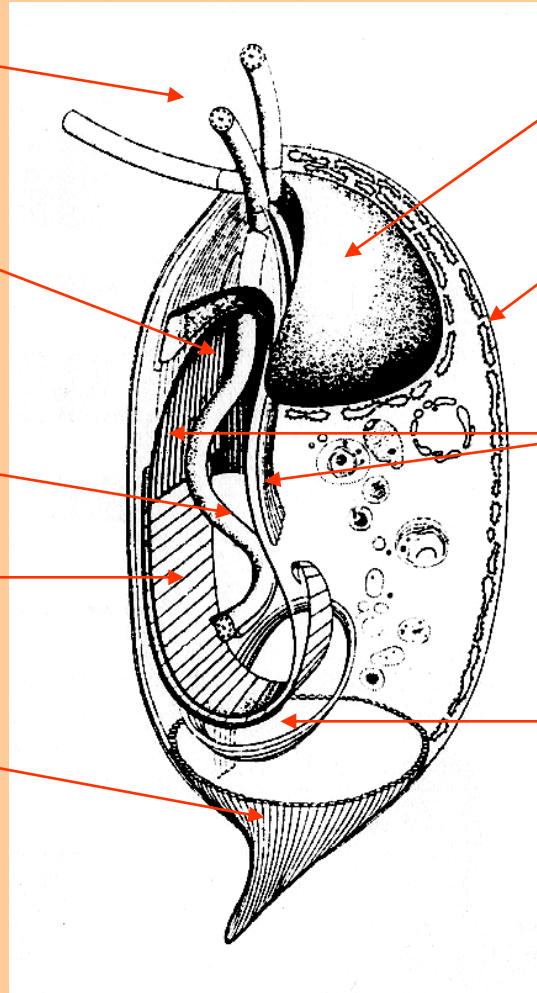
volné (přední) bičíky

cytostom

vlečný (zpětný) bičík

parakrystalinní lamela

subpelikulární
mikrotubuly



jádro

ER

mikrotubulární pásy
cytostomu

mikrotubulární pás
cytofarynxu

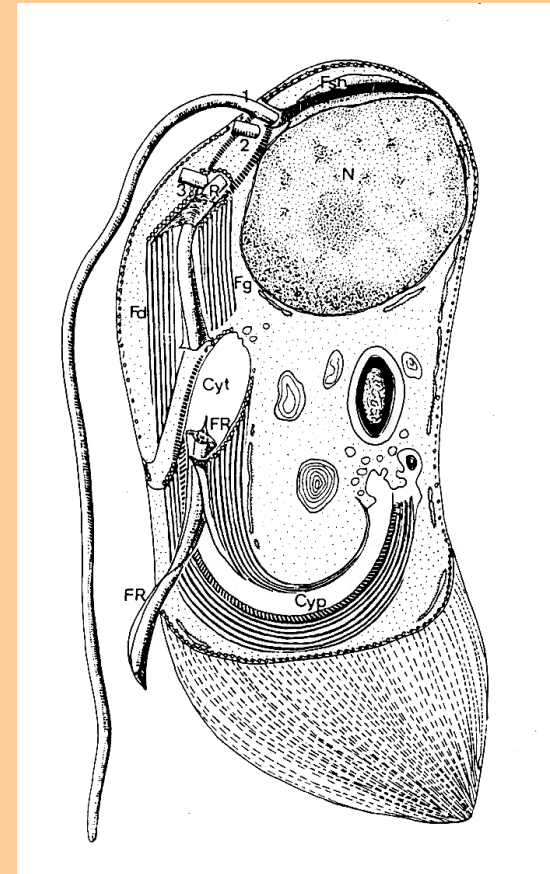
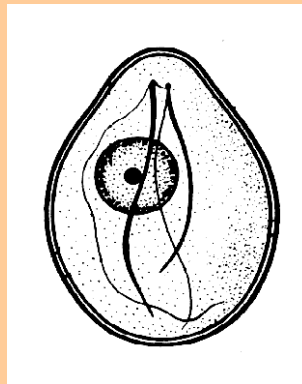
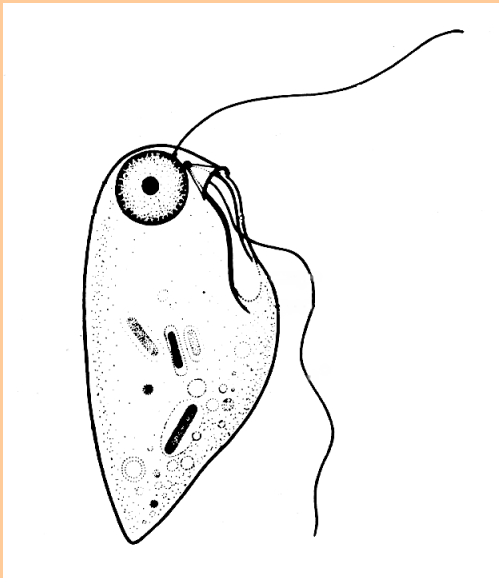
Nemají: mitochondrie a Golgiho komplex!!!

rod Retortamonas

- ! pouze 2 bičíky (1x zpětný- dlouhý, 1x přední)
- zpětný bičík přesahuje cytostom
- dvě bazální tělíska nenesou bičíky

Retortamonas intestinalis

- parazit tlustého střeva člověka



rod Chilomastix

- 4 bičíky
- zpětný bičík nesahá ven z mohutného cytostomu, 3 x přední bičík
- parazituje v zadní části střeva bezobratlých a obratlovců

Chilomastix mesnili

- parazit tlustého střeva člověka
- hruštičkovité cysty

jádro

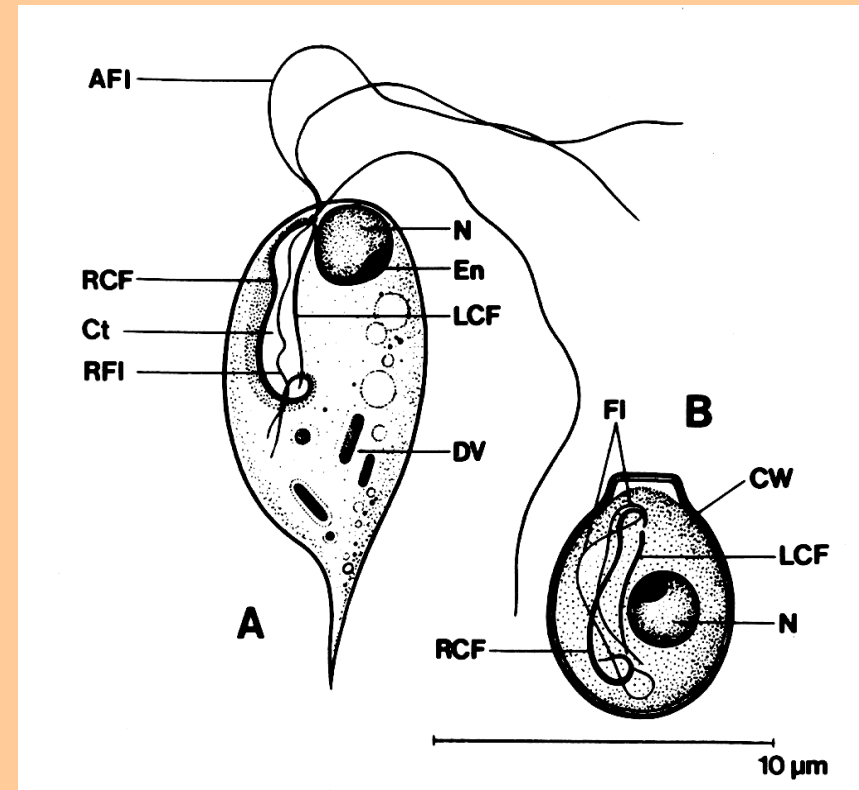


Trofozoit



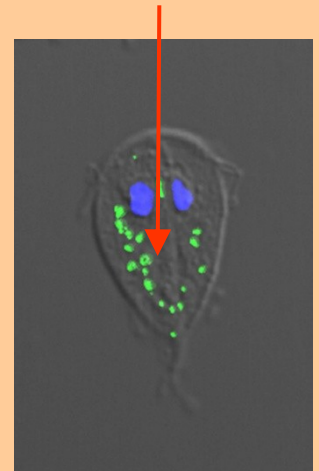
fibrila ve tvaru
pastýřské hole

Cysta



2. třída: *Trepomonadea*

- 4 bazální tělíška bičíků v těsné blízkosti jádra → 1 bičík = zpětný, probíhá cytotostomem (fagocyt.)
- přítomnost **funis** - po obarvení viditelná struktura (mikrotubuly + žíhané fibrily asociované s cytotostomem)
- nejsou mitochondrie → ale rudimentární pozůstatek = mitosom
- Golgiho komplex → rudimentární x chybí
- peroxisomy → chybí
- přenos infekce - 4-jaderné cysty



2 řády dle počtu jader a dalších struktur v buňce:

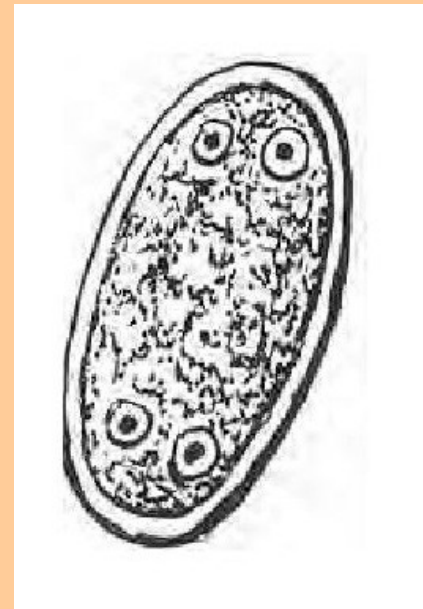
1. *Enteromonadida* - 1 sada organel

2. *Diplomonadida* - zdvojené a osově symetrické organely

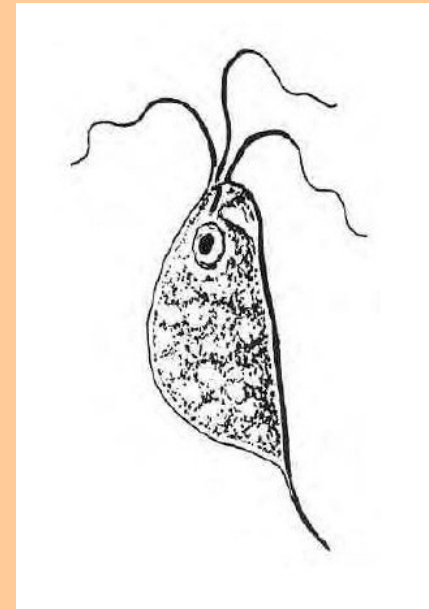
PEROXISOMY- odbourávání látek nebezpečných pro buňku, volné radikály

1.řád Enteromonadida

- 1 jádro
- 1 bičíkový aparát
- 1 nebo žádný cytostom



Cysta

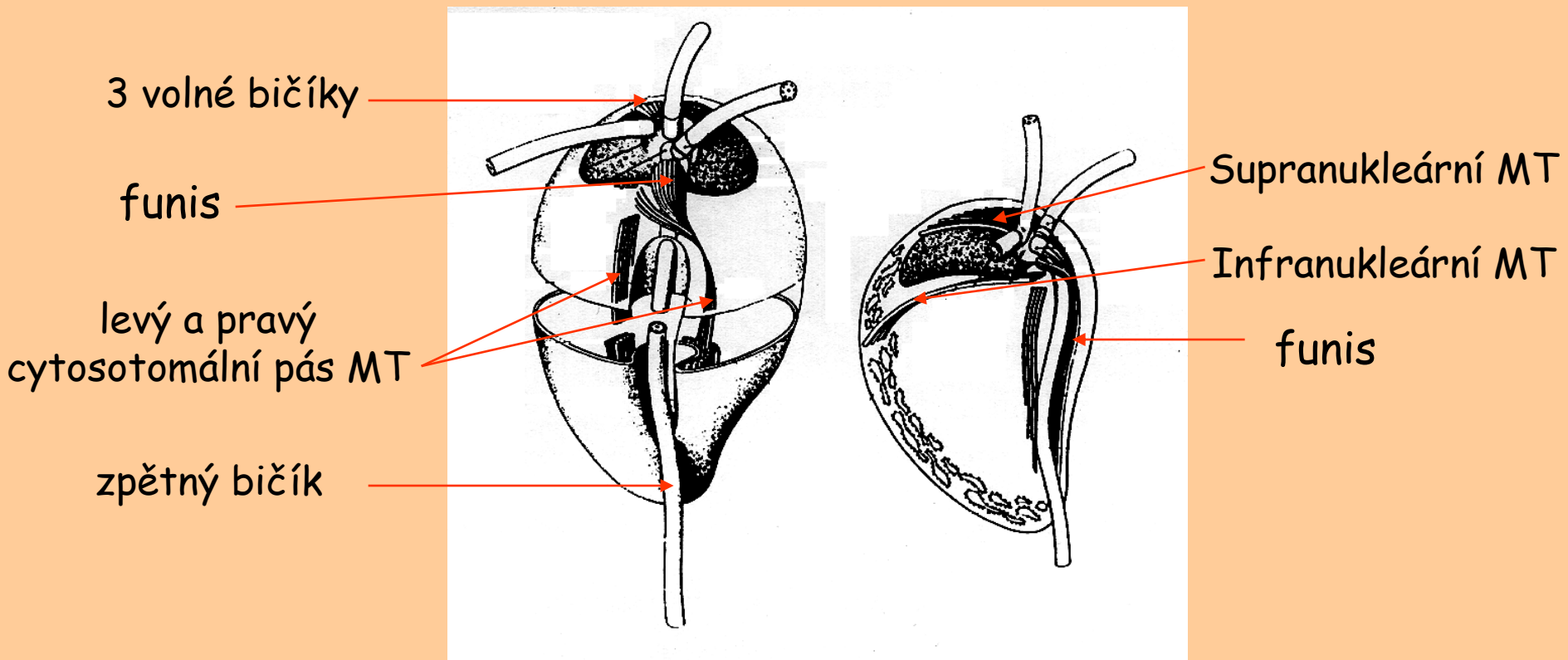


Trofozoit

Enteromonas hominis

- vzácnější parazit střeva člověka

rod *Enteromonas*



2.řád Diplomonadida

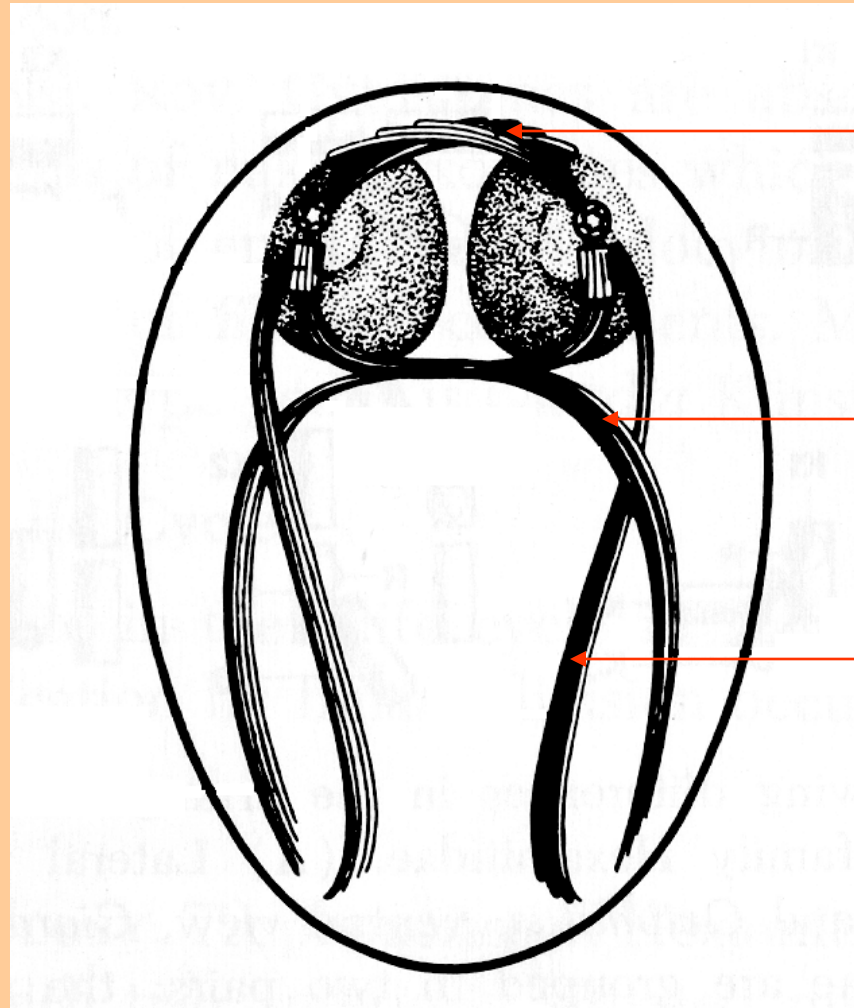
- 2 sady symetrických organel a jader
- druhy patogenní pro obratlovce v rodech: *Hexamita*, *Spiroucleus*, *Octomitus*, *Giardia*

Dle přítomnosti nebo nepřítomnosti cytostomů - 2 skupiny:

- a) čel. Hexamitidae
- b) čel. Giardiidae

Řád *Diplomonadida*

Čeledi *Hexamitidae*, *Giardiidae*



Supranukleární MT

Infranukleární MT

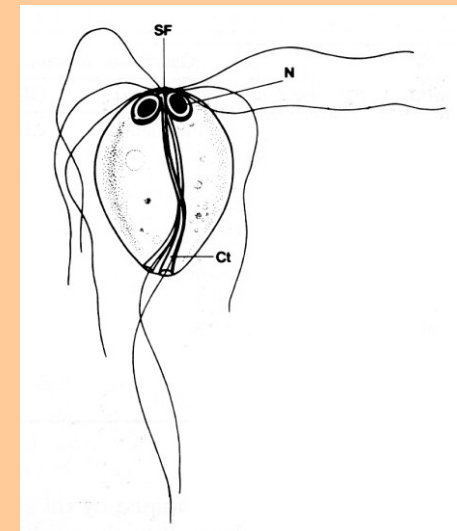
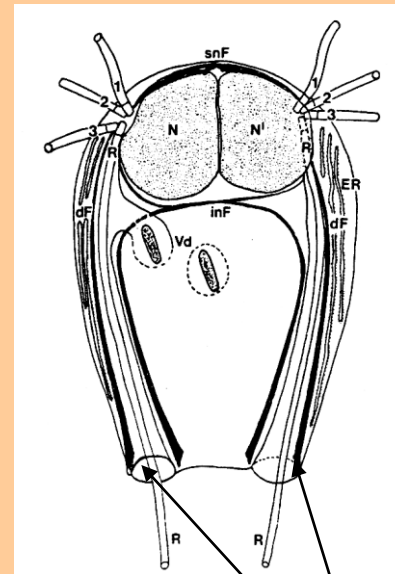
Funis

a) čel. Hexamitidae

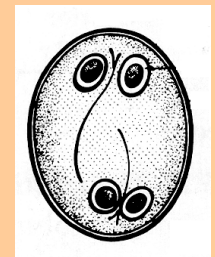
- cytostomy → 2 trubice vedoucí celou buňkou a otevírající se na jejím zadním konci
- zpětné bičíky prochází přes cytostomy

rod Hexamita

- kulovitá jádra
- volně žijící, paraziti obratlovců i bezobratlých



cytostomy

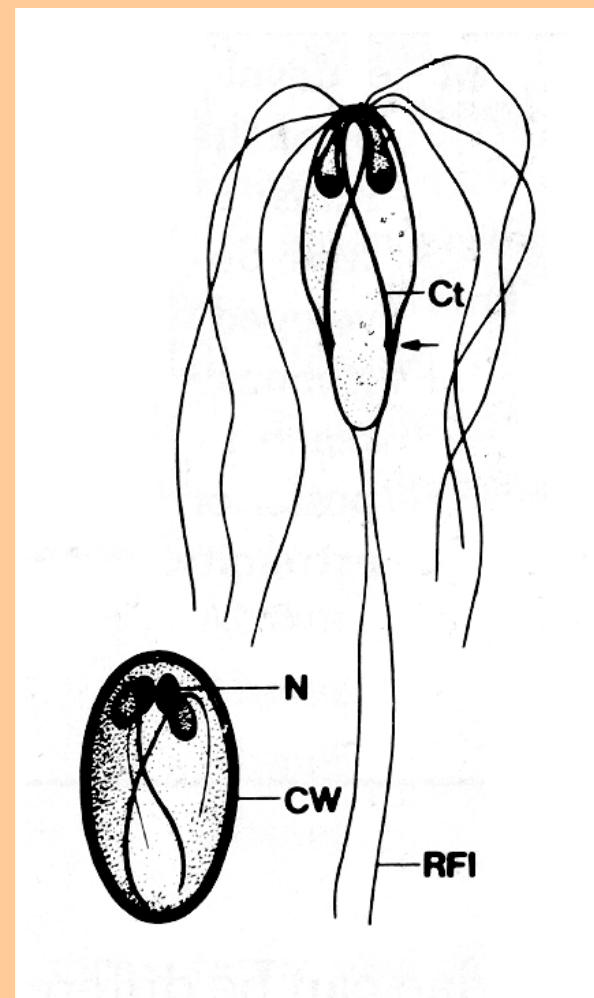


rod Spironucleus

- ledvinovitá (protáhlá) jádra
- tenké cytotomy
- patogenní druhy způsobující enteritidu tenkého střeva a průjmy → hexamitóza

S. muris - hlodavci

S. meleagridis - krocani



S. salmonicida

S. elegans

- střeva ryb



S. salmonicida - absces na ledvinách

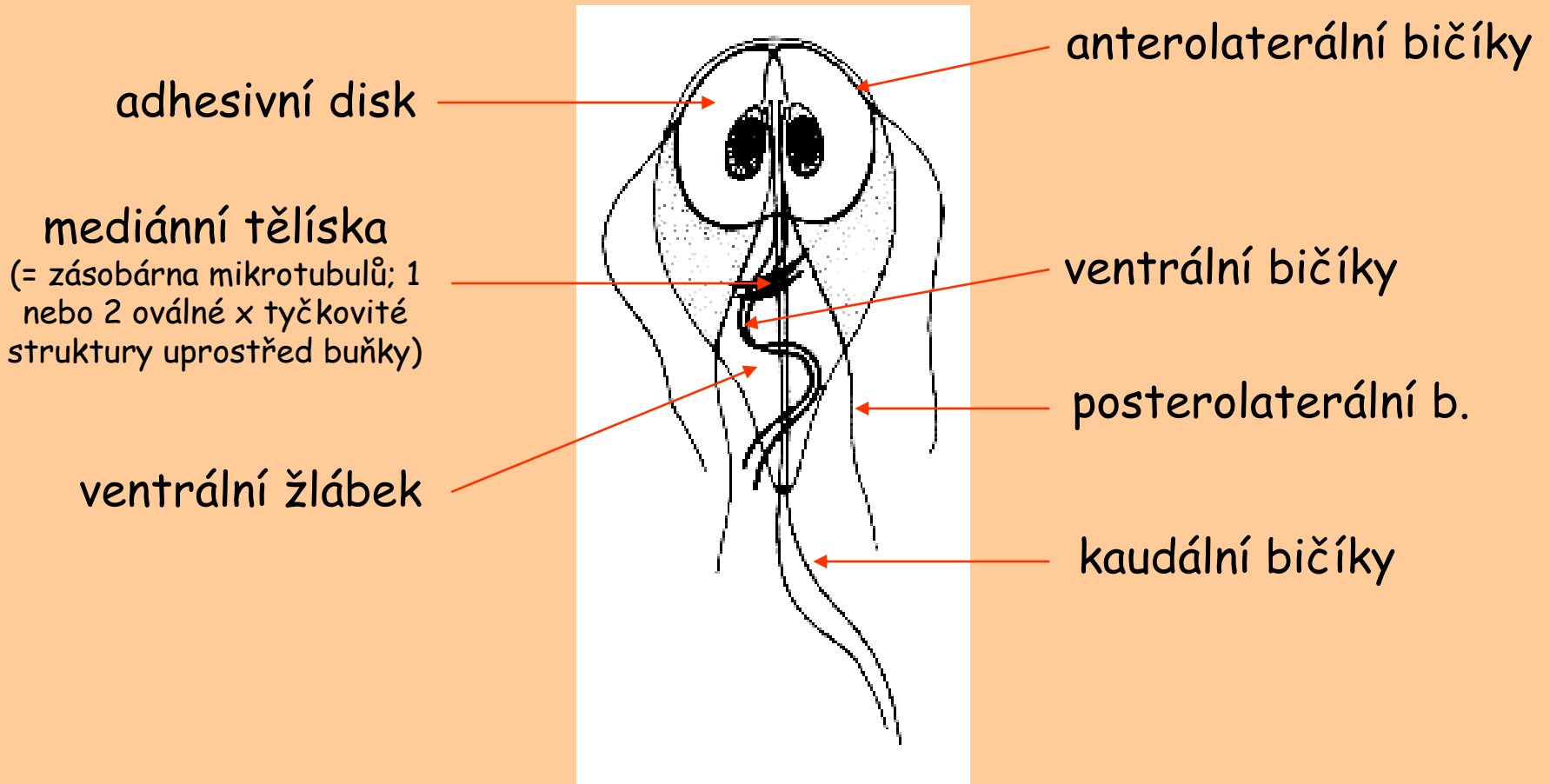
b) čel. *Giardiidae*

- nepřítomnost cytostomů → neschopnost fagocytózy → pinocytóza
- zpětné bičíky prochází přímo cytoplasmou buňky (nahé bičíky)

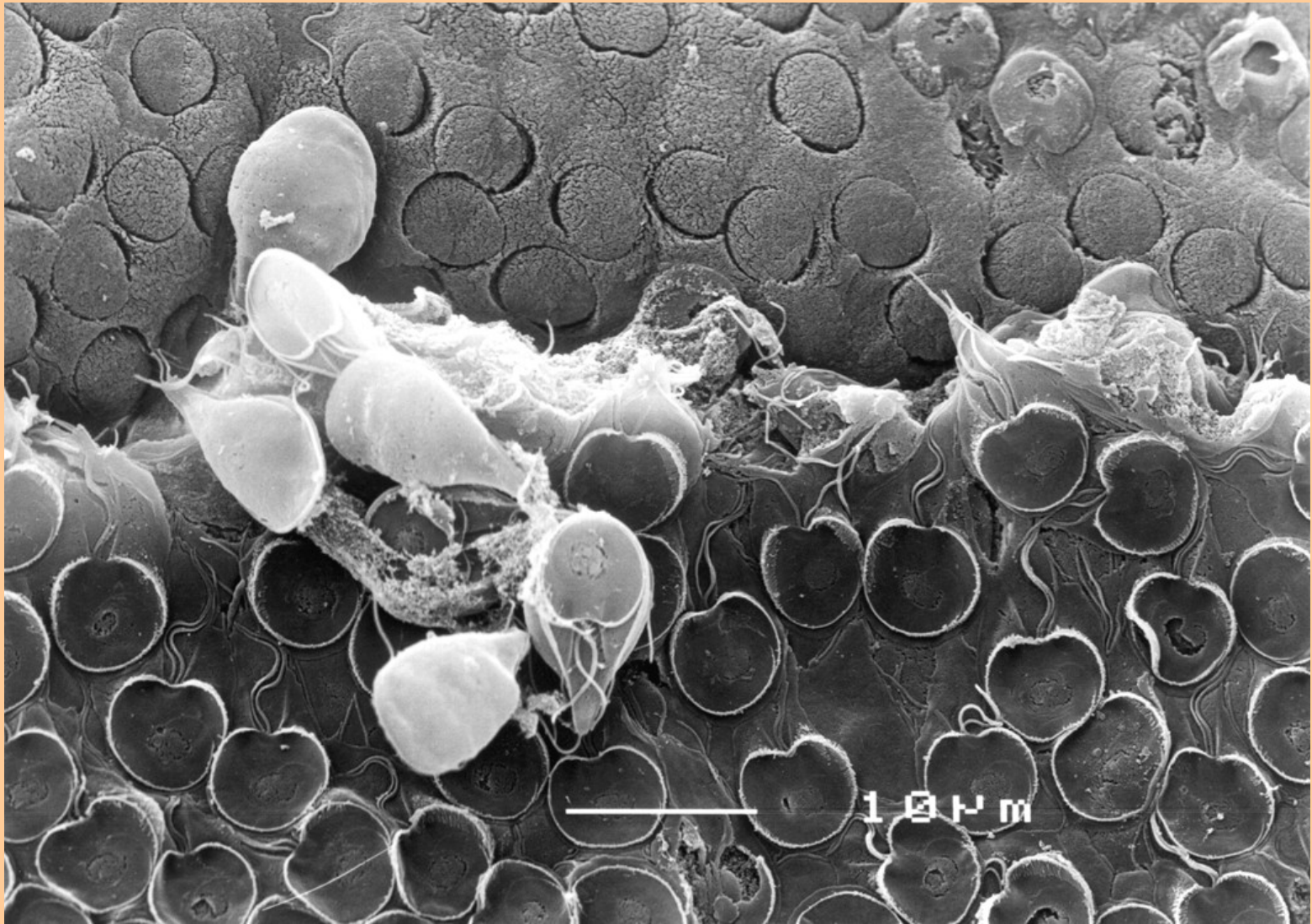
rod *Giardia* (syn. *Lambliia*)

- tenké střevo obratlovců (povrch enterocytů)
- přísavný disk na ventrální straně (! při dělení - desintegrace disku → znovu vytvoření dceřinými buňkami)
- mediánní tělíska (= zásobárna mikrotubulů pro tvorbu přísavného disku)

Rod *Giardia*



Giardia intestinalis přichycení na enterocytech



Podle tvaru buňky, velikosti disku a počtu mediánních tělísek → několik skupin druhů:

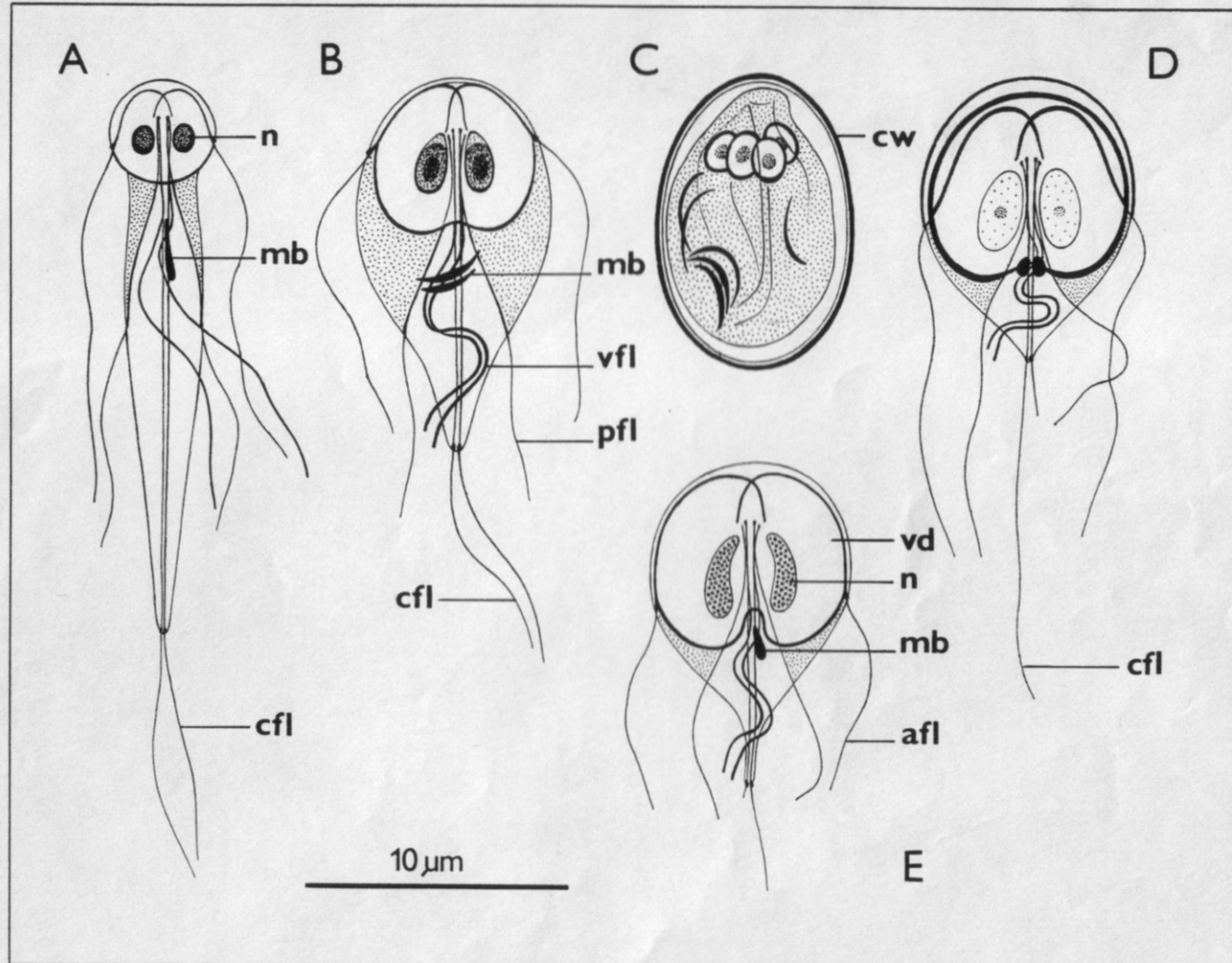
I. <i>G. agilis</i> - pulci II. <i>G. ardeae</i> - vodní ptáci III. <i>G. muris</i> - hlodavci, IV. <i>G. intestinalis</i>	} nejsou patogenní
---	--------------------

G. intestinalis (syn. *G. duodenalis*, *G. lamblia*)

- lidská a zvířecí giardióza (lamblióza)
- nejméně 7 genotypů (tzv. asambláží) = morfologicky nerozeznatelných druhů

Giardia z asambláží A, B - schopné nakazit člověka

- přenos: 4-jaderné cysty - voda (! cysty přežijí chlorování), potraviny, fekálně-orální



A: *G. AGILIS*

B: *G. INTESTINALIS*

D: *G. MURIS*

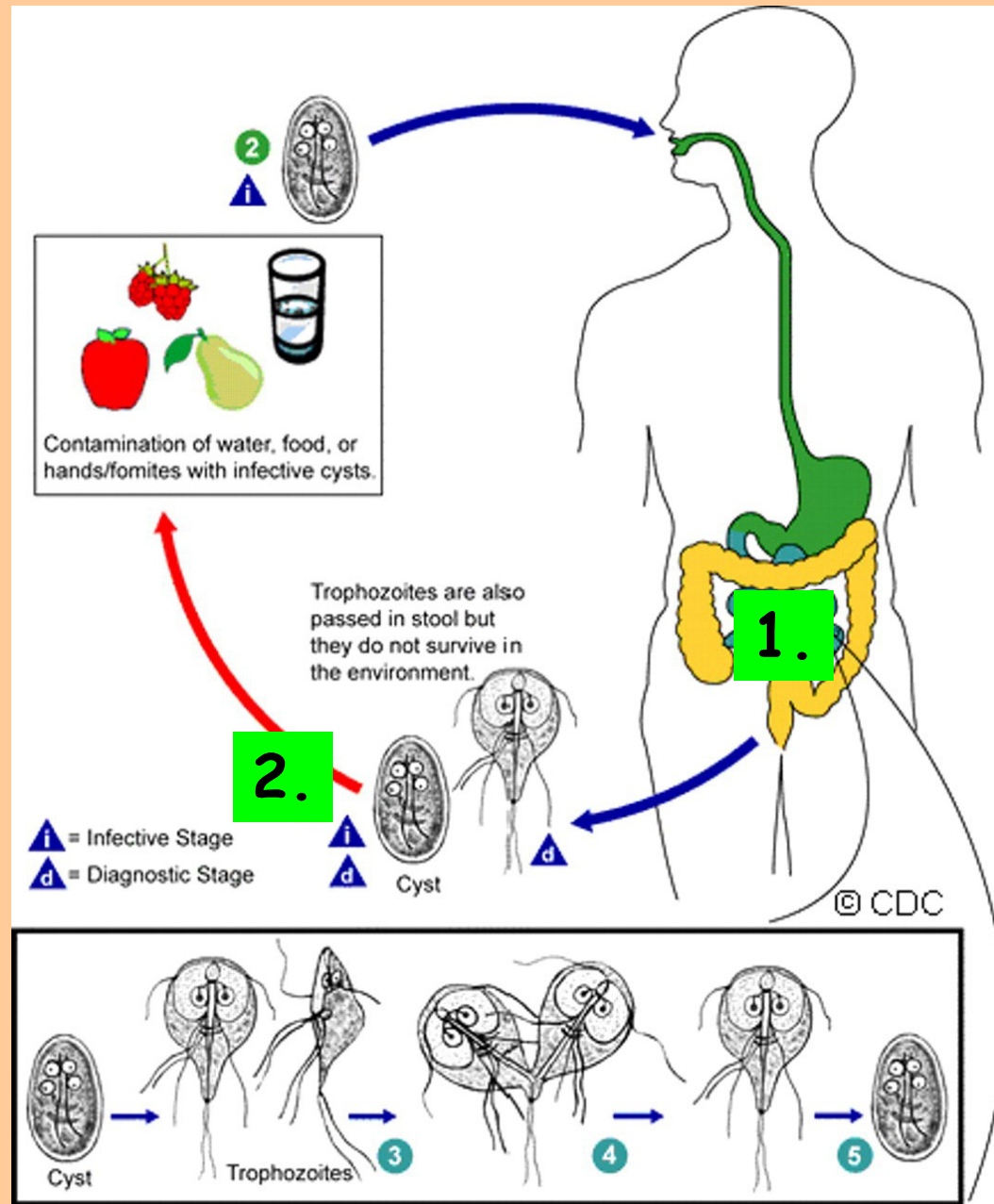
E: *G. ARDEAE*

Giardia intestinalis

- infekční dávka - několik cyst
- excystace cyst v duodenu
- trofozoiti v tenkém střevě, žlučovodech, žlučníku



- **1.** adheze přísavným diskem k enterocytům → mechanické poškození
- **2.** z hostitele odchází s fekáliemi cysty (! nepravidelně)
- inkubační doba = 1-3 týdny
- průkaz giardiózy - cysty ve stolici, trofozoiti v duodenální šťávě



Klinické příznaky giardiózy:

- nekrvavý průjem s hlenem, bolesti břicha, nevolnost, zvracení
- porucha vstřebávání sacharidů a tuků v duodenu → steatorrhea (přítomnost tuků ve stolici)

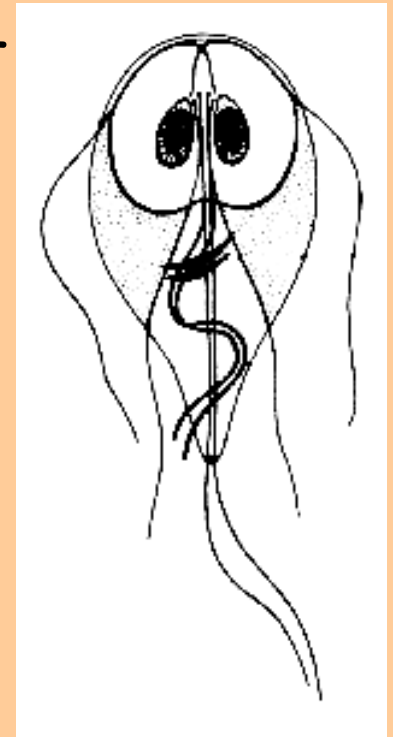
Giardióza v ČR:

- několik set případů/rok

cysta



trofozoit



km. Parabasala

Kmen Parabasala

- anaerobní organismy, komenzálové, mutualisté a parazité obratlovců i bezobratlých
- monofyletický taxon, morfologicky dobře definovaná skupina
- bičíky (0 až tisíce)- velká variabilita
- **zpětný bičík + undulující membrána** (asoc. s cytopl.lamelou)
- cytostom chybí → fagocytóza na celém povrchu buňky
- **hydrogenosomy** (homologické s mitochondriemi, energetický metabolismus), bez mitochondrií

- **parabazální aparát** = mohutný Golgiho aparát asociovaný s jádrem (pomocí parabazálních filamentů)
- typické organely (nemusí být vždy):
 - pelta = čepička z mikrotubul nad jádrem
 - axostyl = svazek mikrotubulů, vnitřní kostra
 - kosta = podložení undul. membrány žíhanou fibrilou
- mitóza = **extranukleární pleuromitóza (kryptopleuromitóza)**= jaderná membrána zůstává zachována, dělicí vřeténko-mimojaderné (laterální typ vřeténka)
- infekčním st. je trofozoit, pseudocysty (= kulovité buňky s internalizovanými bičíky a axostylem)
- chybí pravé cysty!

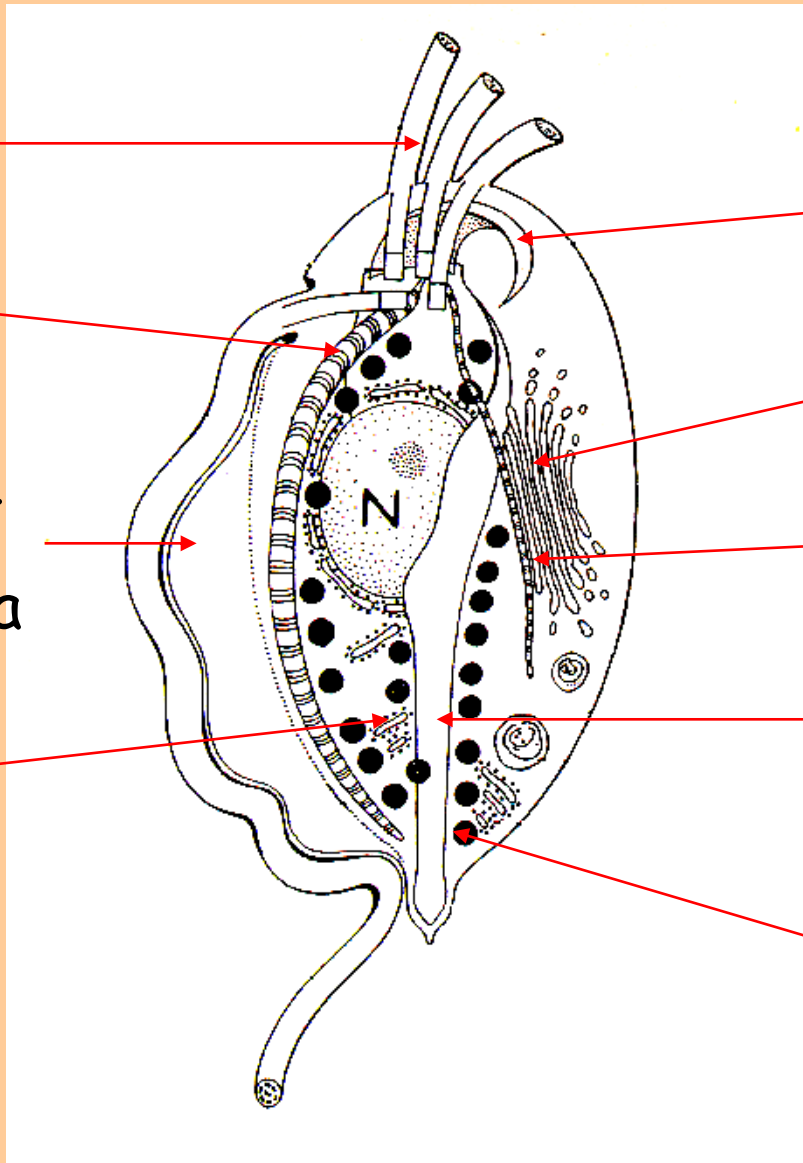
bičíky

kosta

= podložení
undul. membrány
žíhanou fibrilou

undulující
membrána

ER



pelta = čepička

z mikrotubul nad jádrem

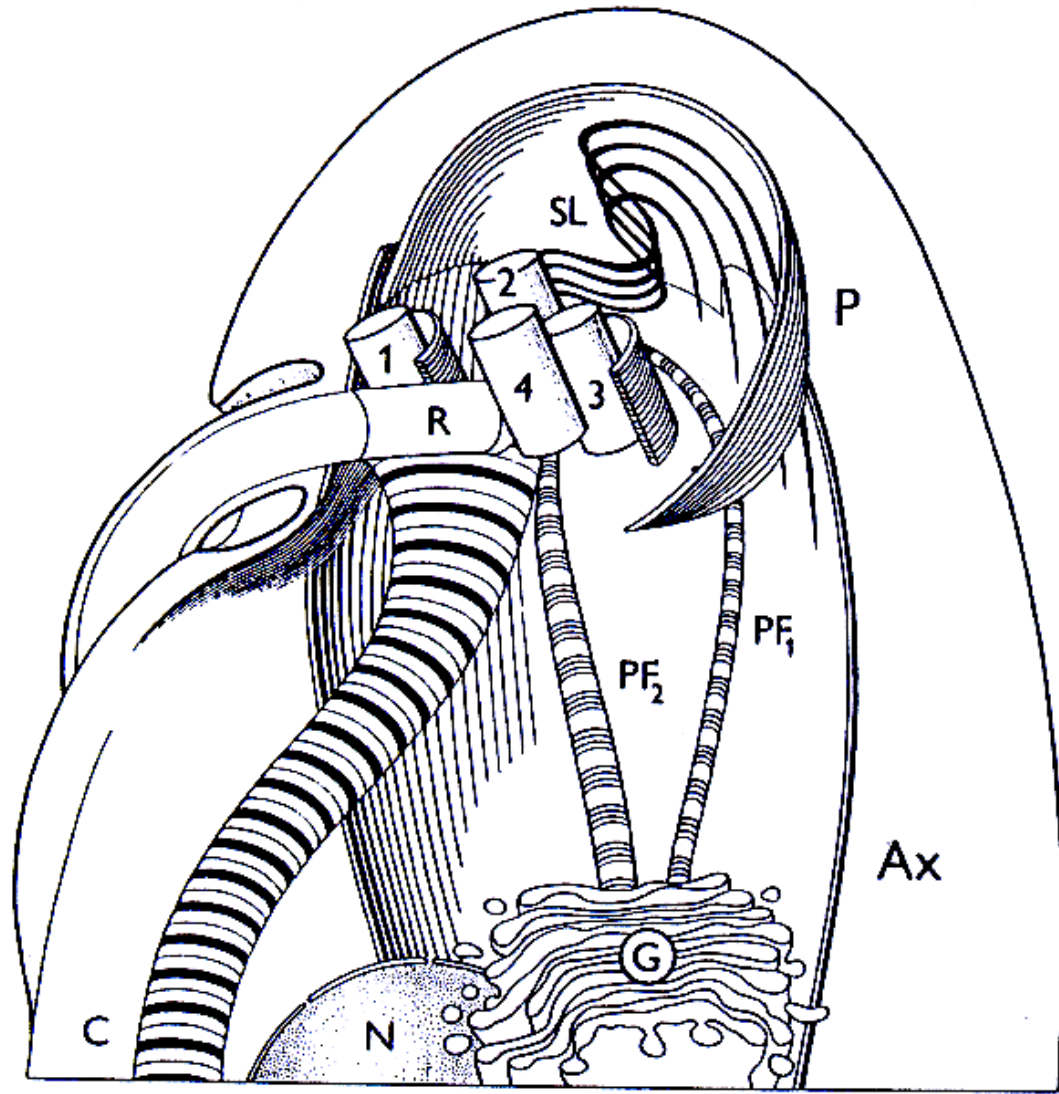
parabasální aparát

parabasální filamenty
(žíhané mikrofibrily)

axostyl

= svazek mikrotubulů, vnitřní
kostra

hydrogenosomy



km. Parabasala - 4 velké skupiny (řády):

1. ř. Trichomonadida:

- čel. Trichomonadidae,
- čel. Tritrichomonadidae,
- čel. Monocercomonadidae

2. ř. Cristamonadida

3. ř. Spirotichonymphida

4. ř. Trichonymphida

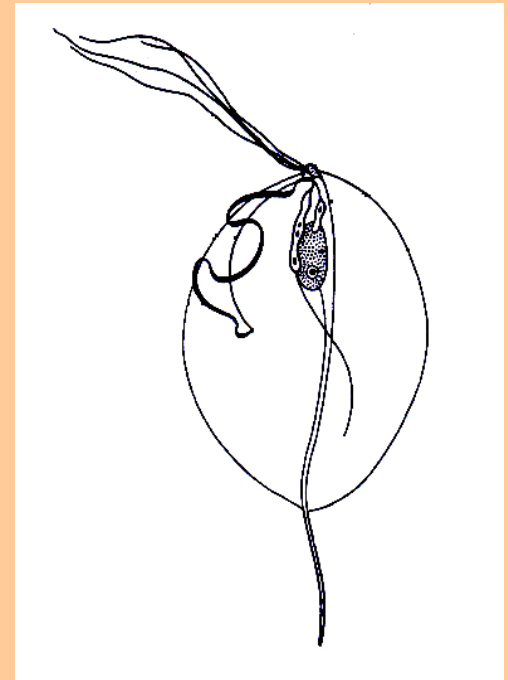
1. řád Trichomonadida

- střevní komenzálové obratlovců a bezobratlých
- druhy žijící v orgánech mimo střevo → patogenní
- jednojaderní bičíkovci s maximálně 5-ti předními a 1 zpětným bičíkem
- undulující membrána a kosta může být vyvinuta

1 a) čel. Trichomonadidae

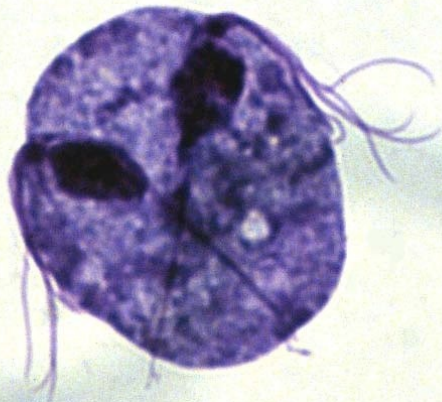
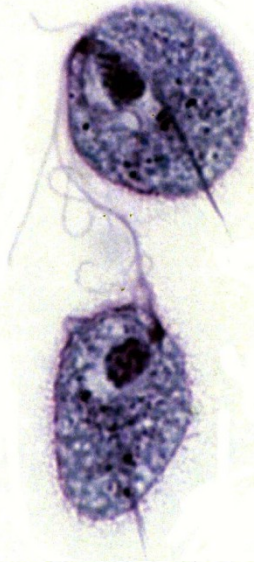
rod Trichomonas

- 4 přední bičíky + krátká undulující membrána
- není volná část bičíku
- zástupci v močopohl. soustavě nebo ústní dutině savců a ptáků

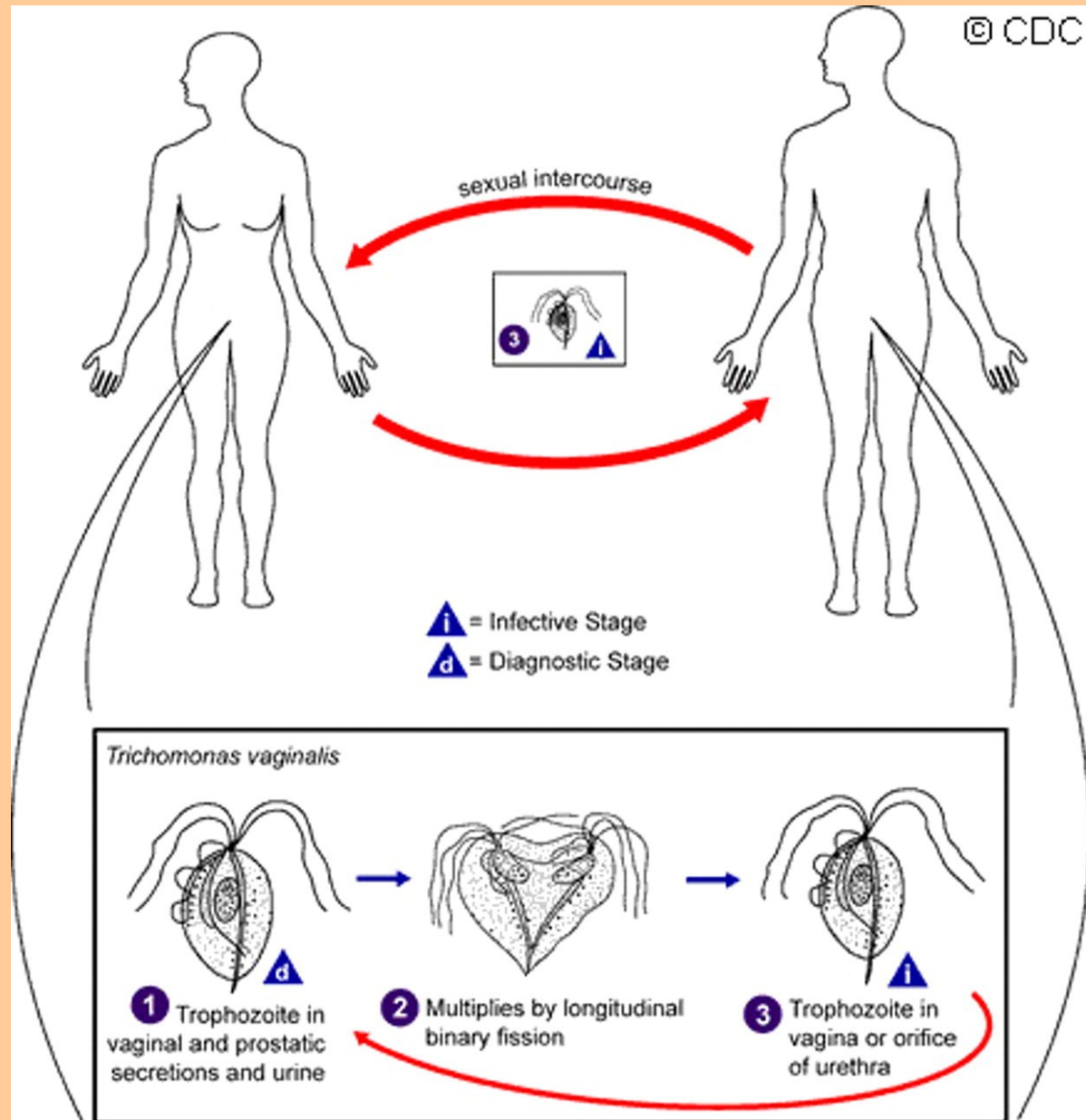


Trichomonas vaginalis

Trofozoiti



Trofozoit - podélné binární dělení



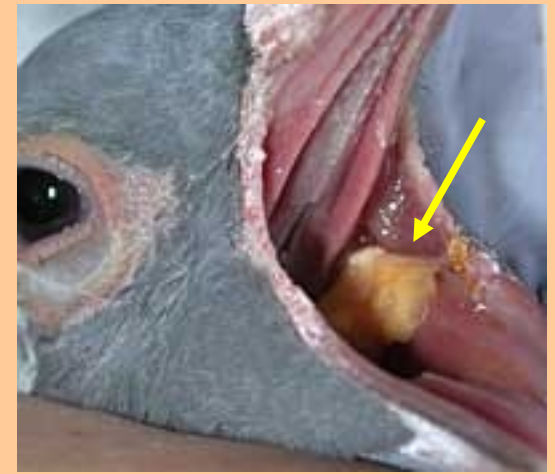
Trichomonas vaginalis

- lidská urogenitální trichomonóza - kosmopolitní rozšíření
- pohlavně přenosná
- asymptomatický průběh s mírnými záněty sliznice pohlavních cest - většina mužů a 50% žen - „přenašeči“
- výjimečně u **mužů** → zánět prostaty a nadvarlat až sterilita
- **ženy** - záněty vagíny a děložního hrdla, pěnovitý výtok
 - rozvrat přirozené mikroflóry, bez léčby zmírnění, ale časté recidivy (hl. v těhotenství)
- akutní trichomonóza v těhotenství → až předčasný porod
- trichomonóza = větší vnímavost k infekci HIV

- léčení: 5-nitroimidazolové preparáty (imunita proti T. se nevytváří)
- diagnostika: trichomonády na roztěrech vaginálního sekretu po obarvení Giemsou, kultivace materiálu z vagíny žen a močové trubice žen a mužů

Trichomonas gallinae

- těžká onemocnění ptáků (holubů)
- zobák, vole, vnitřní orgány
- přenos: sliny, kontaminovaná voda, predace



Trichomonas tenax

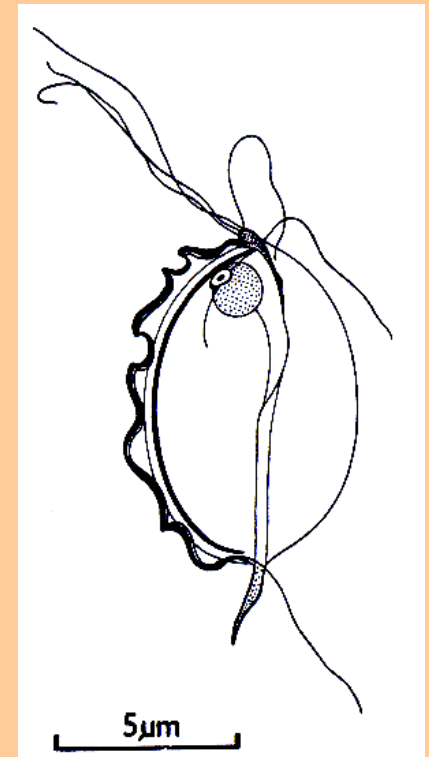
- dutina ústní (starší lidé)
- patogen x komenzál?

rod Pentatrichomonas

- 5 předních bičíků

Pentatrichomonas hominis

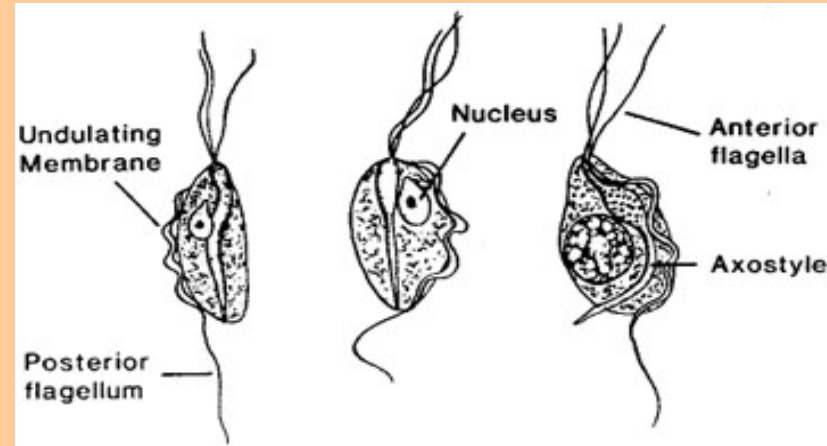
- undulující membrána dosahuje ke konci těla
- kulovité jádro
- střevní komenzál savců a ptáků
- v ČR spíše vzácný, hlavně tropy



1b) čel. *Tritrichomonadidae*

rod Tritrichomonas

- 3 přední bičíky + 1 dlouhý vlečný bičík s undulující membránou
- málo vyvinutá pelta
- střevní komenzálové, mírní patogeni
- původci urogen. trichom. skotu



Tritrichomonas foetus

- trichomonóza skotu -pohlavní aparát skotu (záněty vagíny, dělohy až potraty, permanentní sterilita)
- obrana: umělá inseminace krav → omezení výskytu (v ČR není, Amerika-tradiční chovy, vyšší prevalence)
- komenzálové tlustého střeva a dutiny ústní prasat (*T. suis*?)

Tritrichomonas muris

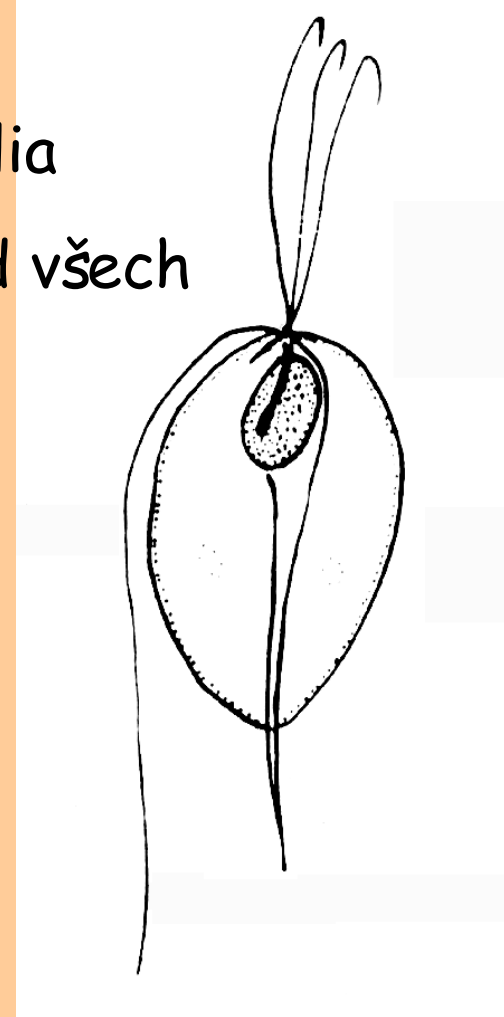
- slepé střevo drobných savců

1 c) čeleď *Monocercomonadidae*

- vlečný bičík většinou netvoří undulující membránu
- není kosta (nikdy, i když je und. membr.)
- dříve považována za nejpůvodnější parabazálie
- dnes: zástupci odvození nezávisle na sobě od všech tří předchozích čeledí → zrušení čeledi?

rod Monocercomonas

- 3+1 bičík, jádro, axostyl, parabasální aparát
- střevní komezálové obratlovců



Histomonas meleagridis

- krůty, kur domácí, bažanti, . . . hrabaví
- většinou nepatogenní, patogenní pro mláďata → histomonóza
- 2 morfologické formy:
 1. sférická bičíkatá stadia (slepá střeva)
 2. bezbičíkatá ameboidní stadia (játra)- průnik do střevních cév, do jater → množení a poškozování
- obě formy vylučovány trusem - málo odolné
- přenos vajíčky roupa kuřího *Heterakis gallinarum*
obsahujících histomonády - infekční po dobu několika let
- další možný přenos žížalami - pozřením vajíček roupa kuřího
- nepatogenní x histomonóza

Histomonóza („black-head disease“)

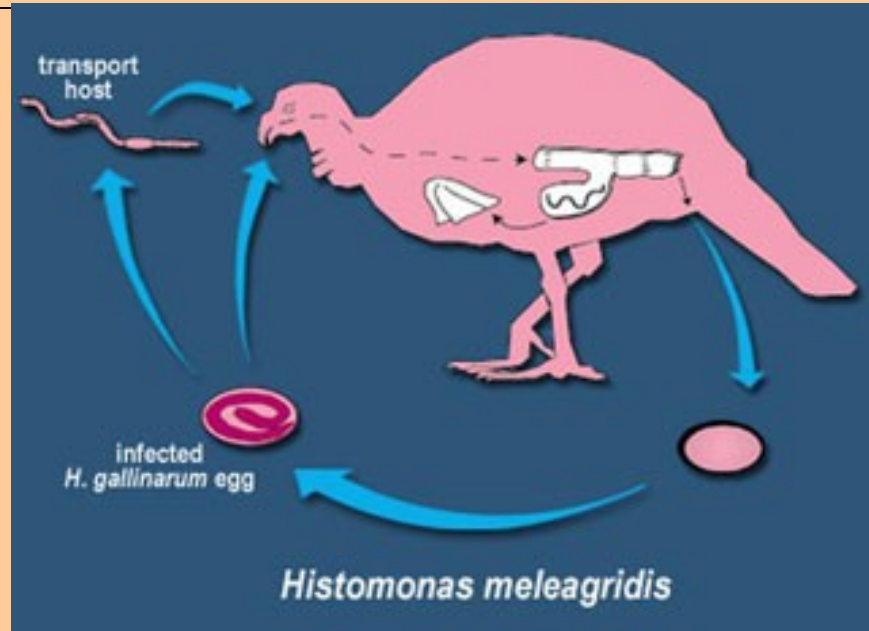
- krůt'ata, kuřata
- mortalita až 100%
- doživotní imunita

Klinika:

- 2 týdny po infekci- žl. oranž průjem, apatičnost, nechutenství, koaguace krve v cévách → ztmavnutí hlavy
- patologický nález: jaterní léze

Prevence:

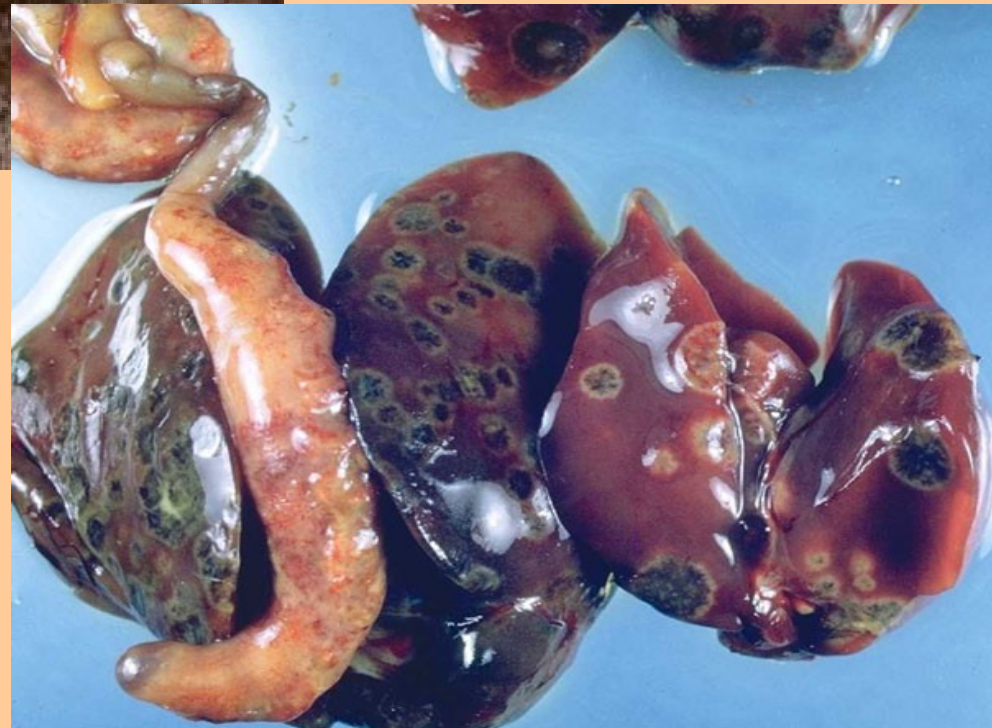
- karbarson (arsen. sloučenina) do potravy
- držení odděl. chovů (krůty x slepice zvlášt')- kur= bezpříznakový nosič
- přemíst'ování výběhů, léčení nákaz *Heterakis* albendazolem





Bezbičíkaté histomonády
invadují střevní sliznici →
průnik do střevních cév,
jater - enterohepatitida

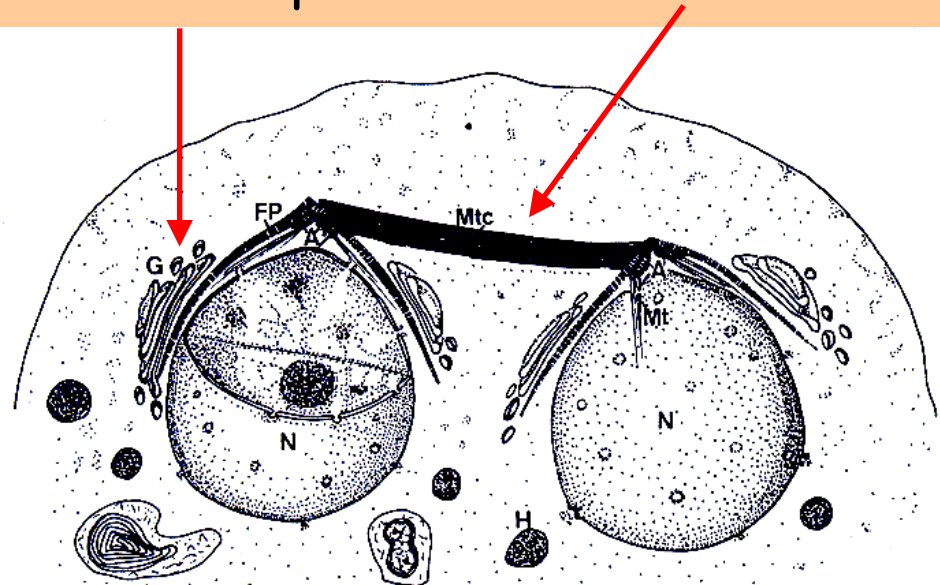
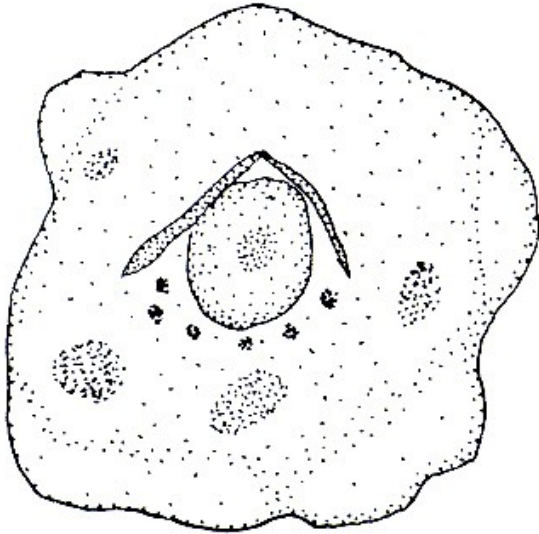
Charakteristické léze na slepých
střevech a játrech plné buněčné
drti a bezbičíkatých histomonád

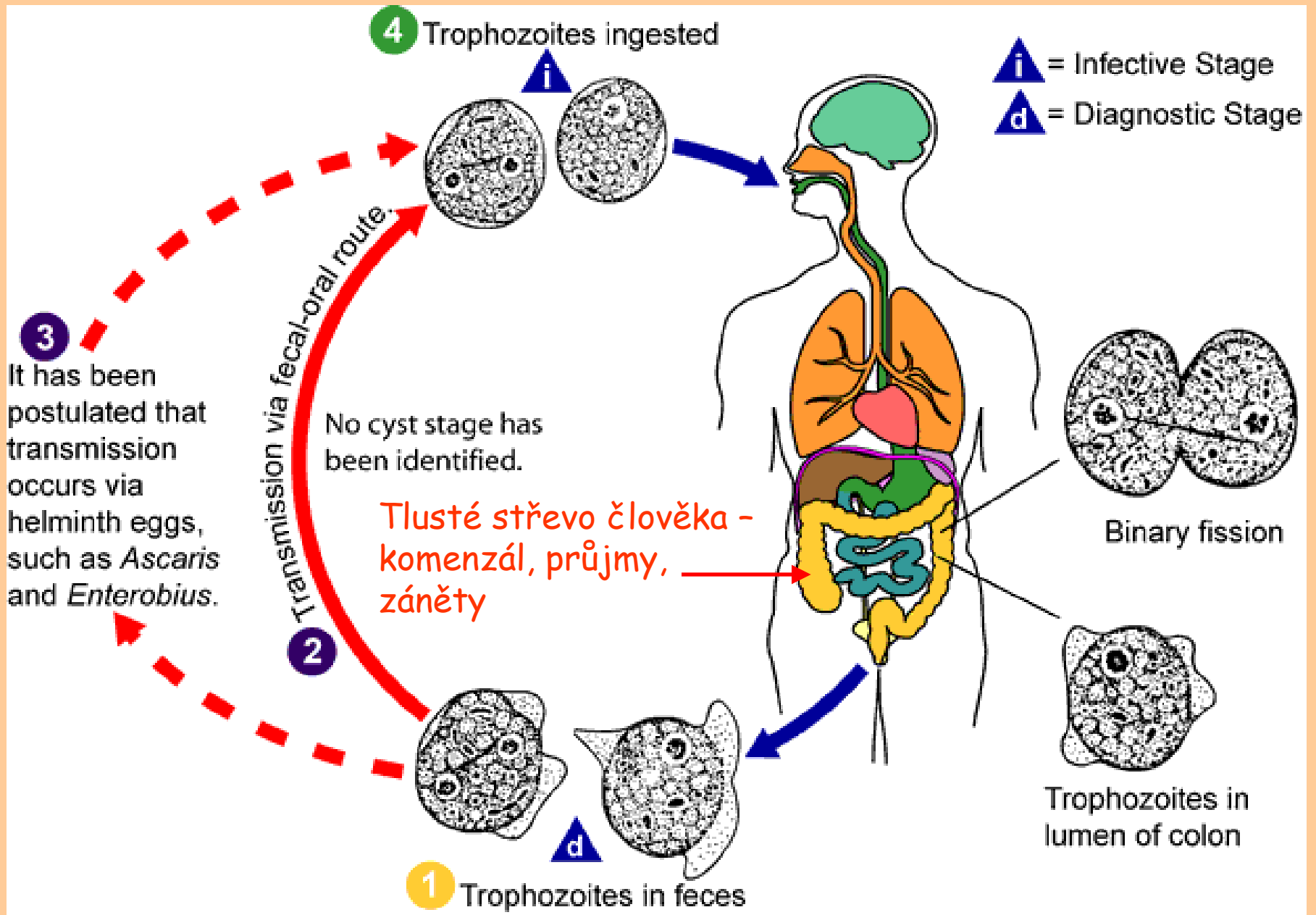


Dientamoeba fragilis

- nemá bičíky, bazální tělíska, axostyl → měňavka
 - laločnaté pseudopodie
 - parabazální aparát
 - cytokineze zpožděna za karyokinezi → většina buněk má 2 jádra
 - v tlustém střevě člověka
 - považ. za neškodného komenzála ale → +/- průjmy, bolesti břicha,... = mírně patogenní
 - netvoří cysty
-
- pravděpodobný přenos - vajíčka roupů *Enterobius vermicularis*
 - kosmopolitní rozšíření (až 4%)

parabazální aparát dělicí vřeténko



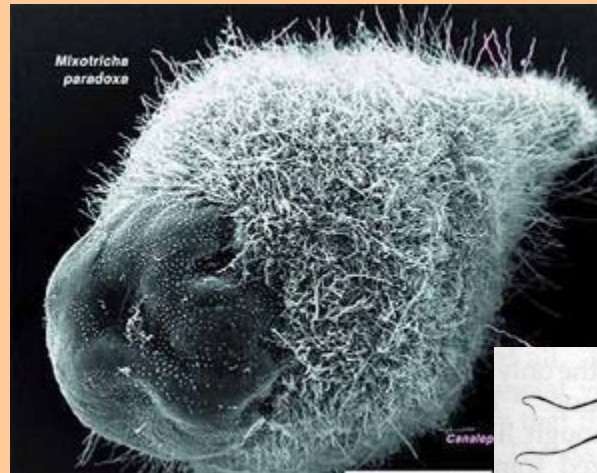


Řád Cristamonadida, Spirotrichonymphida, Trichonymphida

- střeva termitů, dřevožravých švábů → trávení celulózy (metan)
- velké buňky s mnoha bičíky

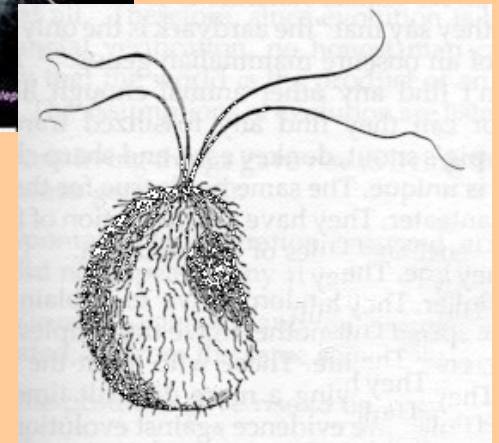


Calonympha grassii - střevo nižších termitů



Mixotricha paradoxa

- symbióza s bakteriemi
- 4 bičíky + spirochéty → pohyb



Kmen Euglenozoa

Kmen Euglenozoa

- monofyletický taxon

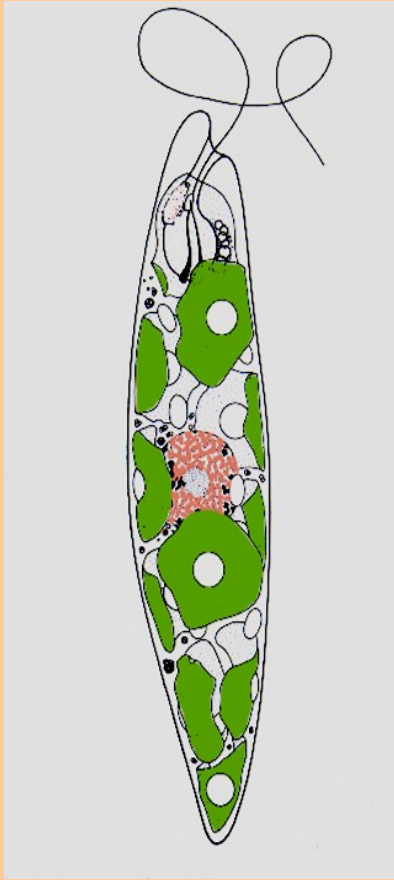
dvě třídy:

- 1) tř. EUGLENOIDEA (krásnoočka)
- 2) tř. KINETOPLASTEA (bičivky)

- dva řády:

- 1) ř. BODONIDA
 - rod *Cryptobia*
 - rod *Trypanoplasma*
- 2) ř. TRYPANOSOMATIDA
 - dvě skupiny: a) vyšší (dvouhostitelské)
 - rod *Trypanosoma*
 - rod *Leishmania*
 - rod *Endotrypanum*
 - b) nižší (jednohostitelské)
 - rod *Leptomonas*
 - rod *Phytomonas*

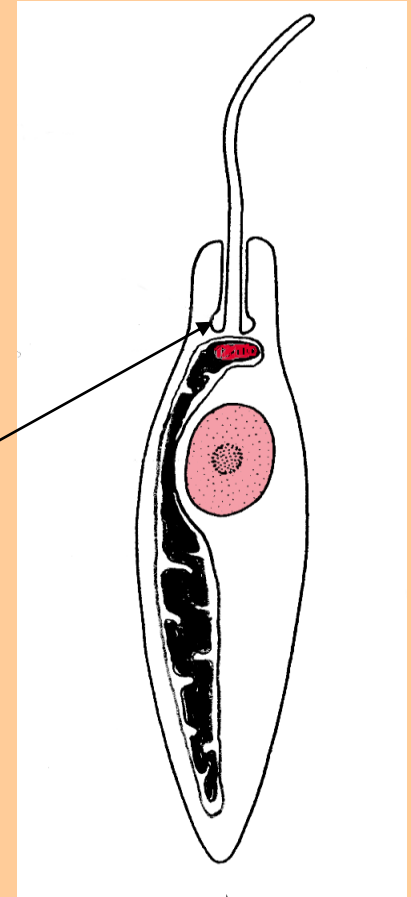
Třída: Euglenoidea (krásnoočka)



- **plastidy ze zelené řasy** → sekundární endosymbióza

Kinetoplastea (bičivky)

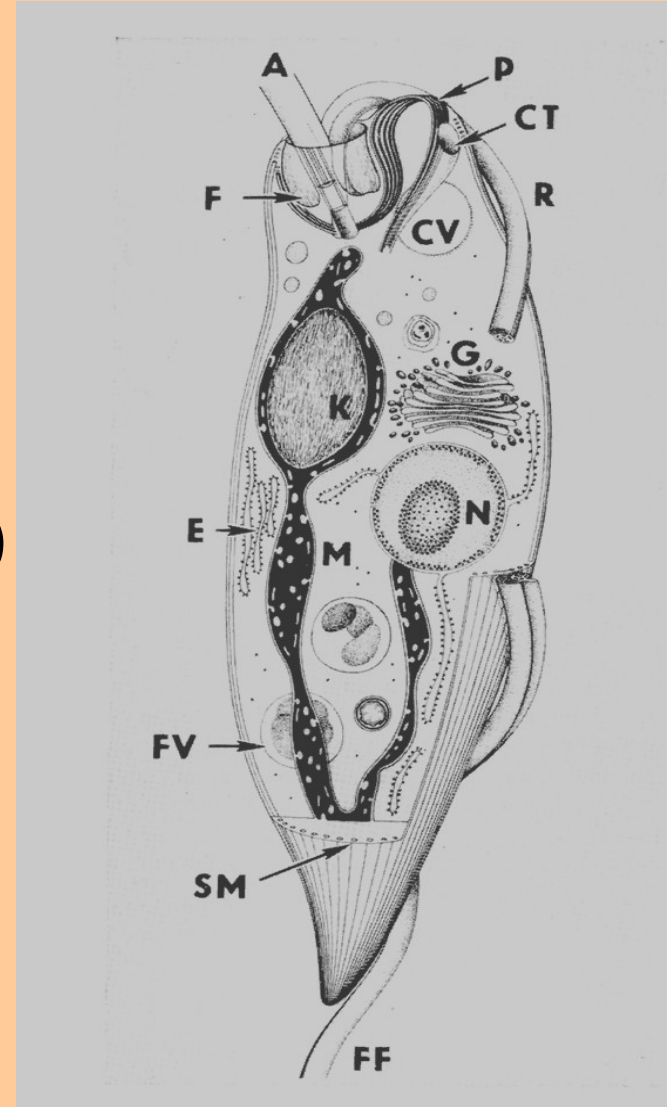
- ✓ **2 bičíky** (zpětný může být extrémně zkrácený → pouze bazální tělísko)
- ✓ **vestibulum (krásnoočka)** neboli
- ✓ **periflagelární kapsa (trypanosomatidy)** (=prohlubeň na povrchu buňky, vycházejí z ní bičíky)
- ✓ **paraflagelární tyč** (= zpevnění bičíku, struktura zodpovědná za interakce mezi parazitem a hostitelem)



- **kinetoplast**
= modifikovaná mitochondrie
- glykosom
- tuková granula

Třída Kinetoplastea

- **kinetozóm** = bazální tělísko v cytopl. (fce: ukotvení bičíku)
- 1-2 bičíky: 1. tažný (A)
 - 2. vlečný (zpětný, R)
- +/- vytv. undul membránu (FF)
- někdy **cytostóm** (CT) vedle **periflagelární kapsy** (F)
- 1 mitochondrie (M), **kinetoplast** (K)
- **Golgiho komplex** (G)
- **endoplasmatické retikulum** (E)
- **glykosomy** (microbodies)
 - obsah. někt. glykolytických enz.



AXONEMA= svazek mikrotubulů uvnitř bičíků a řasinek eukaryotních organismů

Kinetoplast

➤ specif. úsek mitochondrie, velké množství DNA (až 40% celkové v org.) v podobě kruhových molekul (maxi a minikroužky)

1) Maxikroužky - velké kruhové molekuly (homolog mitoch. genomu)

2) Minikroužky - kódují zvl. druh RNA (guideRNA), malé kruhové molekuly; opravují „nečitelné“ transkripty genů z velkých kruh. molekul

Kmen Euglenozoa

- monofyletický taxon

dvě třídy:  1) tř. EUGLENOIDEA (krásnoočka)
2) tř. KINETOPLASTEA (bičivky)

- dva řády:

1) ř. BODONIDA

- *rod Cryptobia*

- *rod Trypanoplasma*

2) ř. TRYPANOSOMATIDA

- dvě skupiny: a) vyšší (dvouhostitelské)

- *rod Trypanosoma*

- *rod Leishmania*

- *rod Endotrypanum*

b) nižší (jednohostitelské)

- *rod Leptomonas*

- *rod Phytomonas*

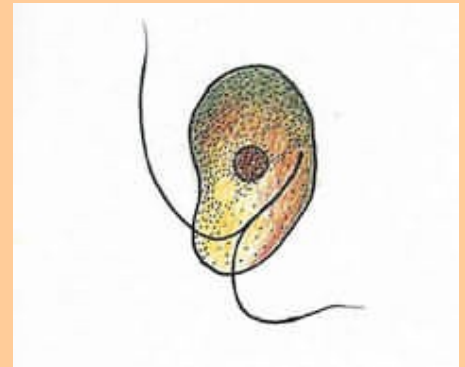
Třída Kinetoplastea

1. řád: Bodonida

2. řád: Trypanosomatida

1. řád: Bodonida

- 2 heterodynamické bičíky (přední: lokomoční; zadní: zpětný)
- často bez undulující membrány
- volní, parazitičtí
- eukinetoplastické druhy (tj. kinetoplast je u báze kinetozómy)

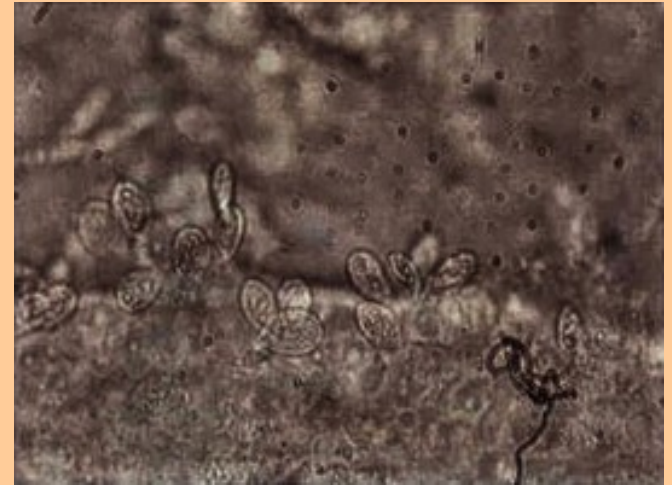
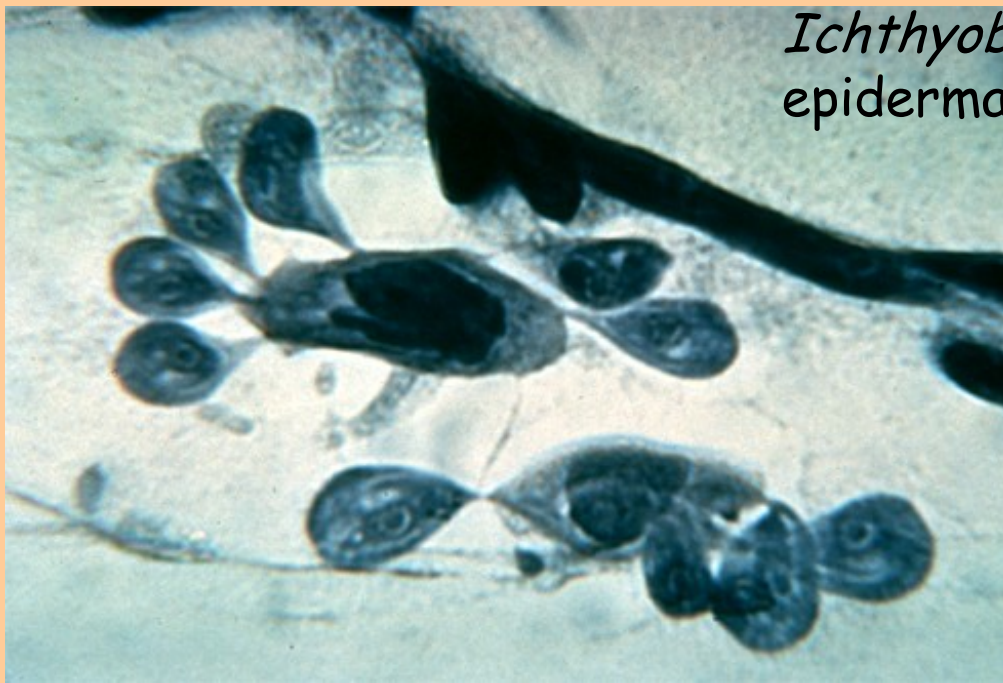


Ichthyobodo necator

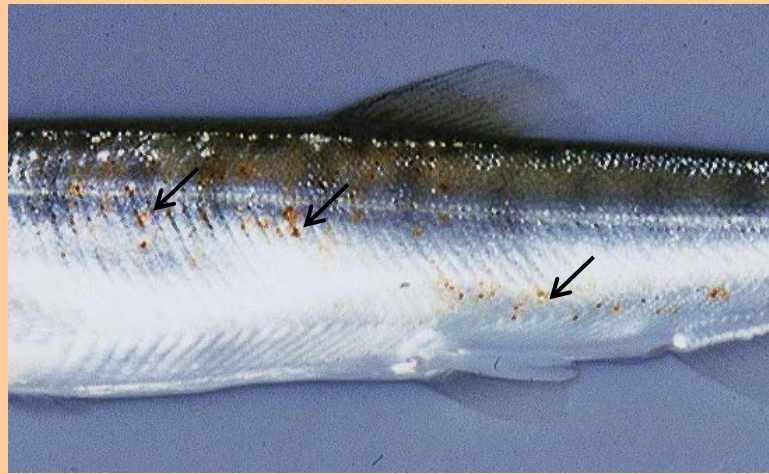
- kůže a žábry ryb (larvy obojživelníků) → destrukce epitelu
 - vysunutým cytostomálním kanálkem saje obsah buněk tkání
- rozrušuje tkáň napadených ryb, rychlé množení → hynutí
- netvoří cysty, vydrží několik hodin mimo hostitele
 - patogenní pro potěr a mladé ryby
 - léčba: koupele v trypaflavinu nebo 2% NaCl



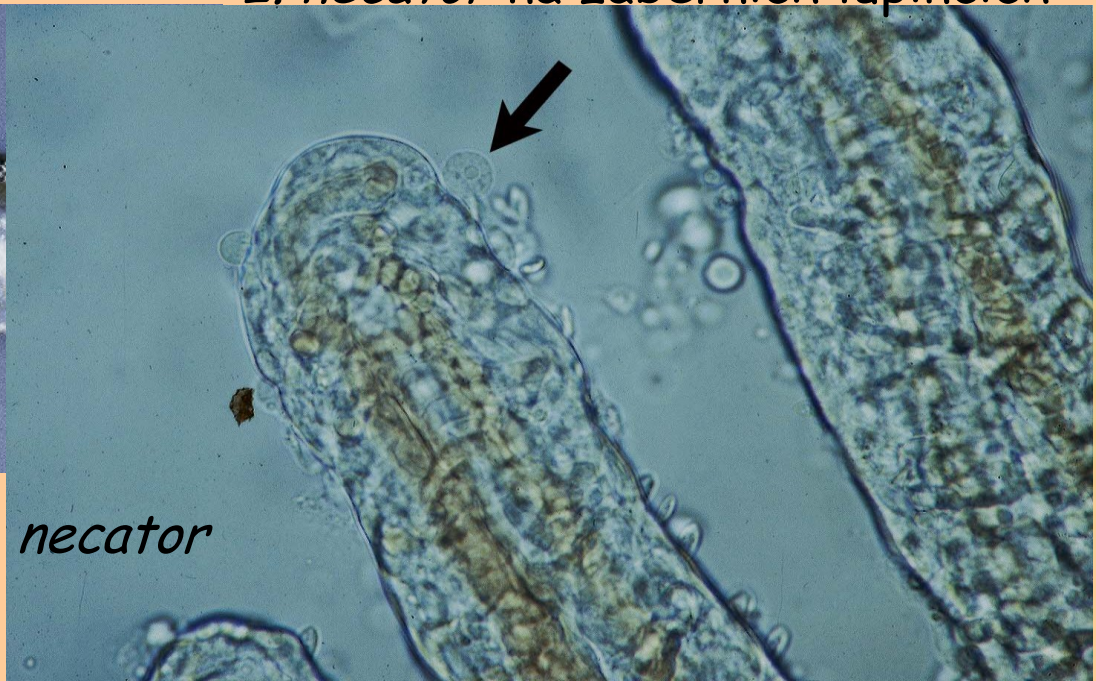
Ichthyobodo necator attached to loose epidermal cells of a fingerling rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.



I. necator na žaberních lupíncích

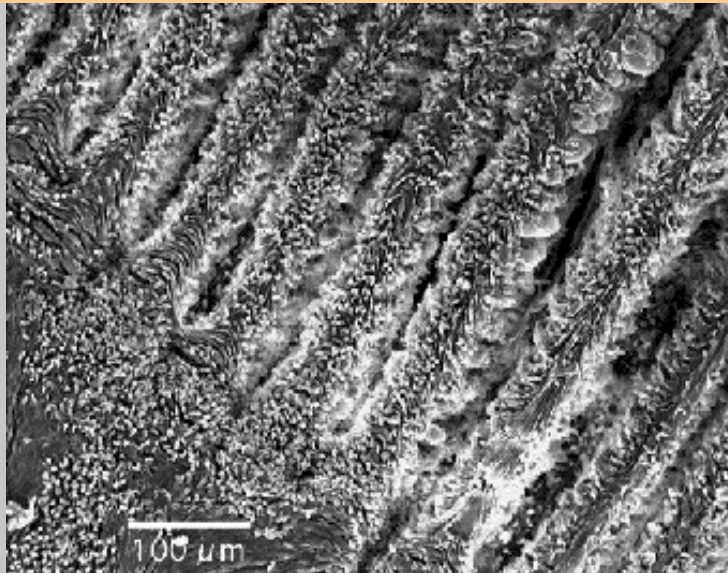
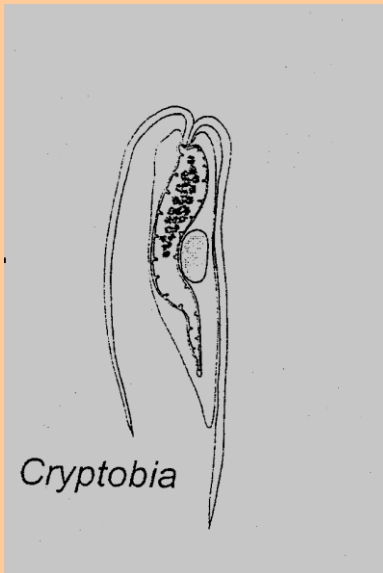


Hemoragické léze způsobené *I. necator*



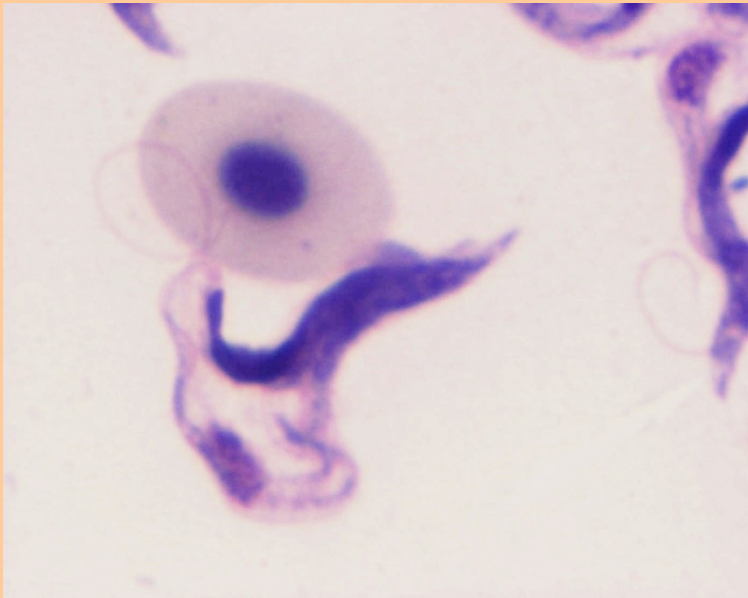
Cryptobia branchialis

- 2 bičíky
- zpětný bičík je přirostlý k povrchu buňky → na konci buňky však pokračuje jako volný vlečný bičík
- netvoří cysty
- povrch žaber sladkovodních ryb ve znečištěných vodách



Trypanoplasma borreli

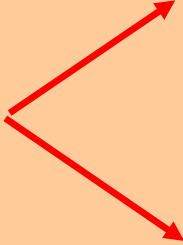
- krátký přední bičík, zpětný bičík - bohatě zvlněná undulující membrána
- v krvi evropských ryb
- přenos - pijavky
- závažní patogeni



Kmen Euglenozoa

- monofyletický taxon

dvě třídy: 
1) tř. EUGLENOIDEA (krásnoočka)
2) tř. KINETOPLASTEA (bičivky)

- dva řády: 
1) ř. BODONIDA
- *rod Cryptobia*
- *rod Trypanoplasma*

2) ř. TRYPANOSOMATIDA

- dvě skupiny: a) vyšší (dvouhostitelské)

- *rod Trypanosoma*

- *rod Leishmania*

- *rod Endotrypanum*

b) nižší (jednohostitelské)

- *rod Leptomonas*

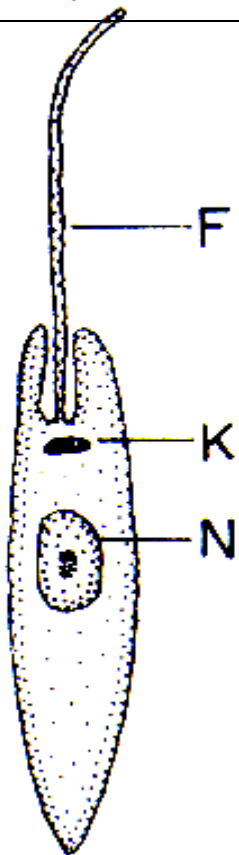
- *rod Phytomonas*

2. řád Trypanosomatida

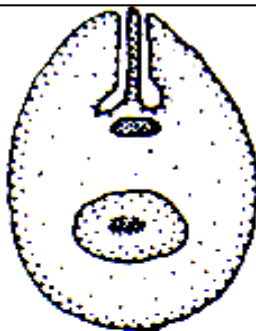
- parazité hmyzu, obratlovců, rostlin
- 1 bičík (odpovídá přednímu bičíku bodonidů), tvoří undulující membránu
- bazální tělísko (zbytek po 2. bičíku !!!)
- polymorfie → tvorba morfologicky a fyziologicky odlišných stadií během vývoje (délka bičíku, přítomnost membrány, poloha kinetoplastu)
- definice jednotlivých rodů - kombinace morf (! polyfyletičnost)

Trypanosomatida - morfologické formy (= morfy)

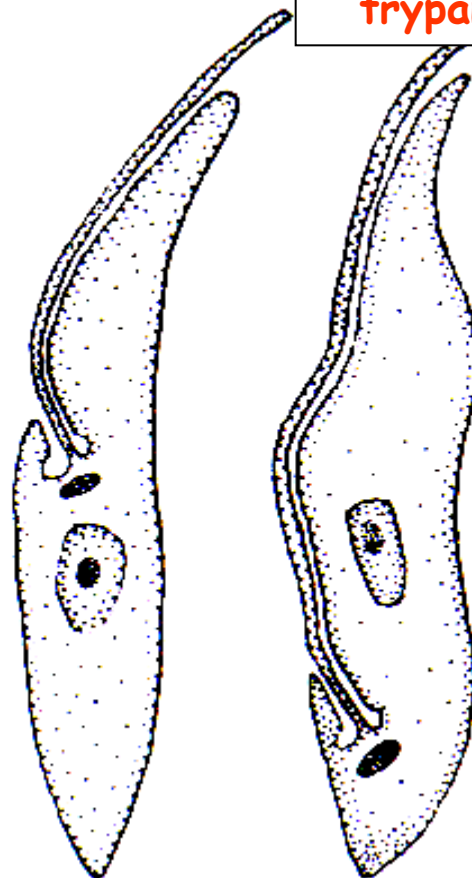
promastigot
leptomonádové



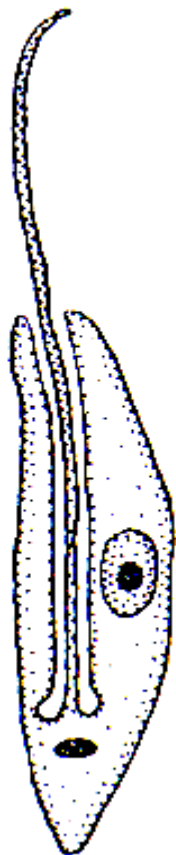
amastigot
leishmaniové



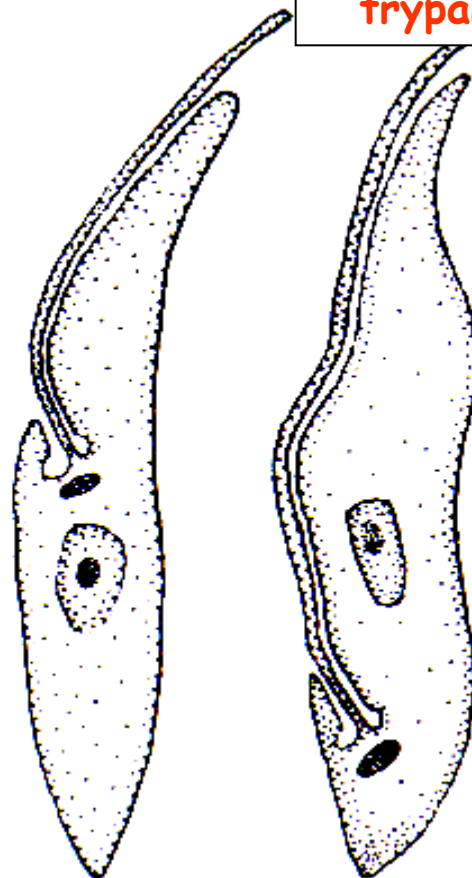
trypomastigot
trypanosomové



opistomastigot
herpetomonádové



epimastigot
crithidiové



PROMASTIGOT= štíhlá buňka s bičíkem na předním konci těla a kinetoplastem před jádrem

OPISTOMASTIGOT = dlouhá periflagelární kapsa, kinetoplast za jádrem

AMASTIGOT= kulatá forma s velmi krátkým bičíkem (nevyčnívá z periflag. kapsy)

EPIMASTIGOT= bičík vyčníhá na boku z krátké periflag. kapsy, kinetoplast těsně před jádrem (nebo vedle), tvoří krátkou undul. membránu

TRYPOMASTIGO = bičík vyčníhá z krátké periflag. kapsy na boku → dlouhou undul. membránu, kinetoplast za jádrem

Jednohostitelská (nižší) Trypanosomatida

rod Leptomonas

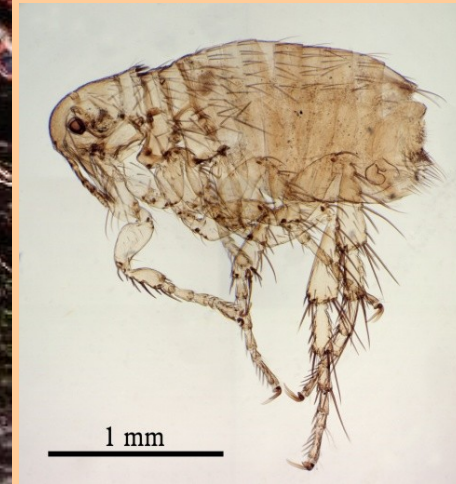
- pouze promastigoti, amastigoti (v podobě tenkostěnné cysty)
- tělní dutina hmyzu

Leptomonas pyrrhocoris

- střevo ruměnice pospolné (*Pyrrhocoris apterus*)

L. ctenocephali

- střevo blechy (*Ctenocephalides canis*)



rod Phytomonas

- pouze promastigoti
- ploštice (=přenašeči)
- paraziti cévního systému rostlin (kávovníky, kokosové palmy, ...)

Dvouhostitelská (vyšší) Trypanosomatida

Endotrypanum schaudini

- intracelulárně v erytrocytech lenochodů *Choleopus didacticus* → trypomastigoti, epimastigoti
- přenos - flebotomové → amastigoti, promastigoti



Trypanosomy

1. Stercoraria (strecus = trus)

rod *Trypanosoma*

- více než 300 druhů u všech tříd obratlovců
- přenos: hmyz (Diptera, Heteroptera), pijavky, upíři, i kontaminativní přenos
- dle vývoje v přenašeči a způsobu přenosu:

1. Stercoraria (strecus = trus)

- vývoj v přenašeči je ukončen v zadní části střeva (přenos: kontaminace výkaly)
- centrální, Jižní Amerika

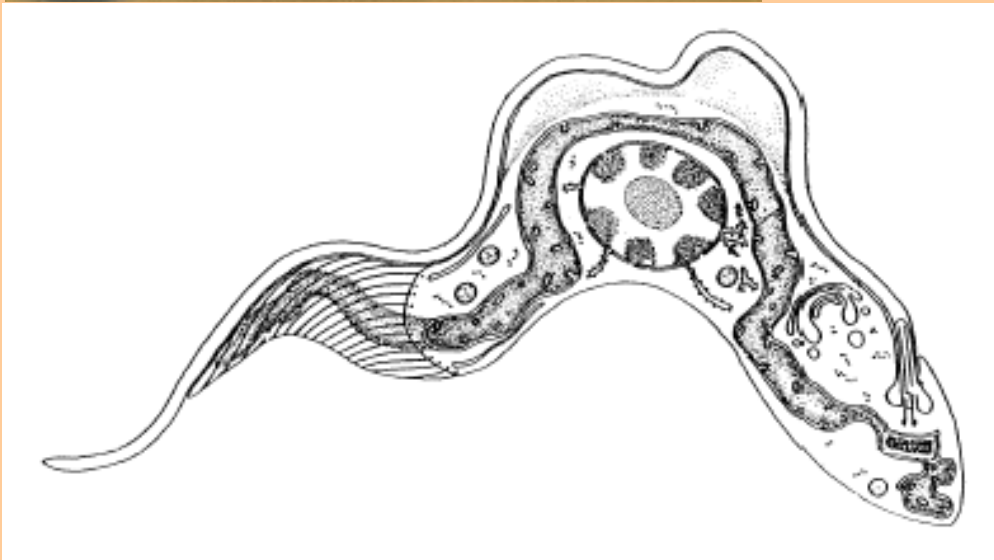
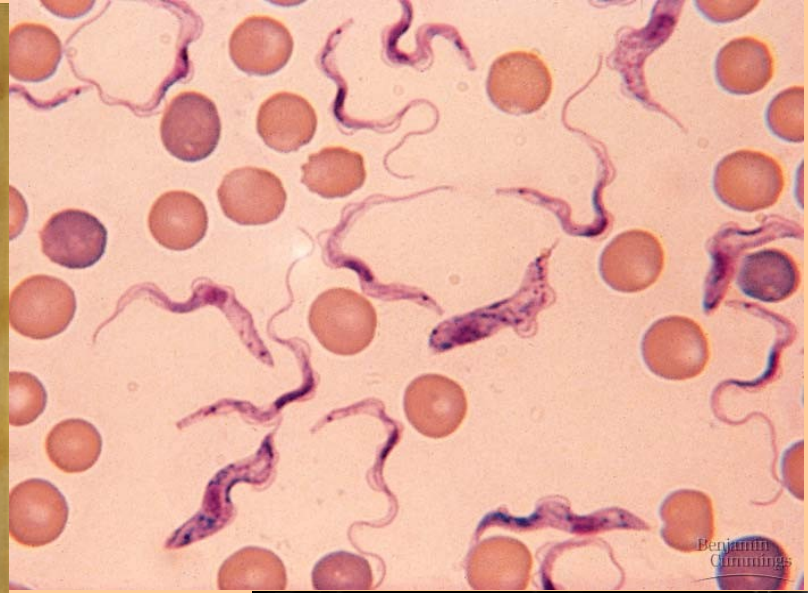
2. Salivaria (saliva = slina)

- vývoj v přenašeči je ukončen v přední části střeva

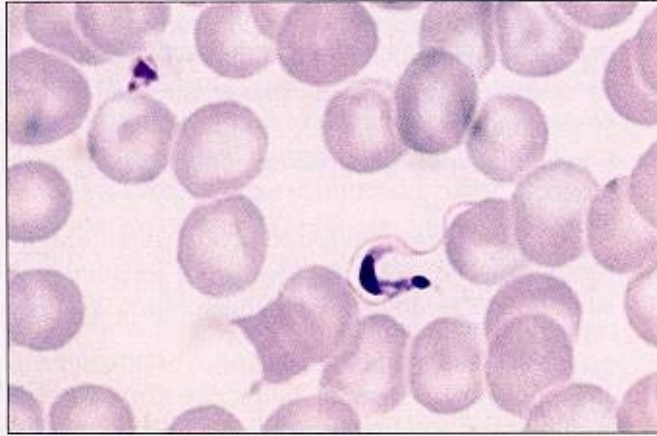
3. Trypanosomy z ryb a obojživelníků

- proboscis pijavek

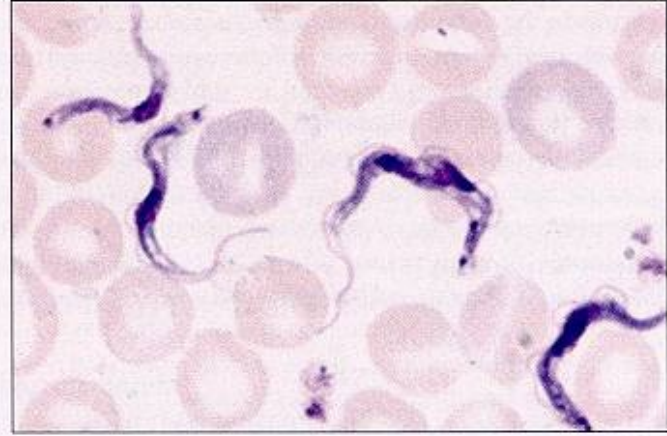
Trypanosoma spp.



Stercoraria
Trypanosoma cruzi



Salivaria
Trypanosoma brucei



ř. TRYPANOSOMATIDA

Vyšší trypanosomatina - *Stercoraria*

Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi

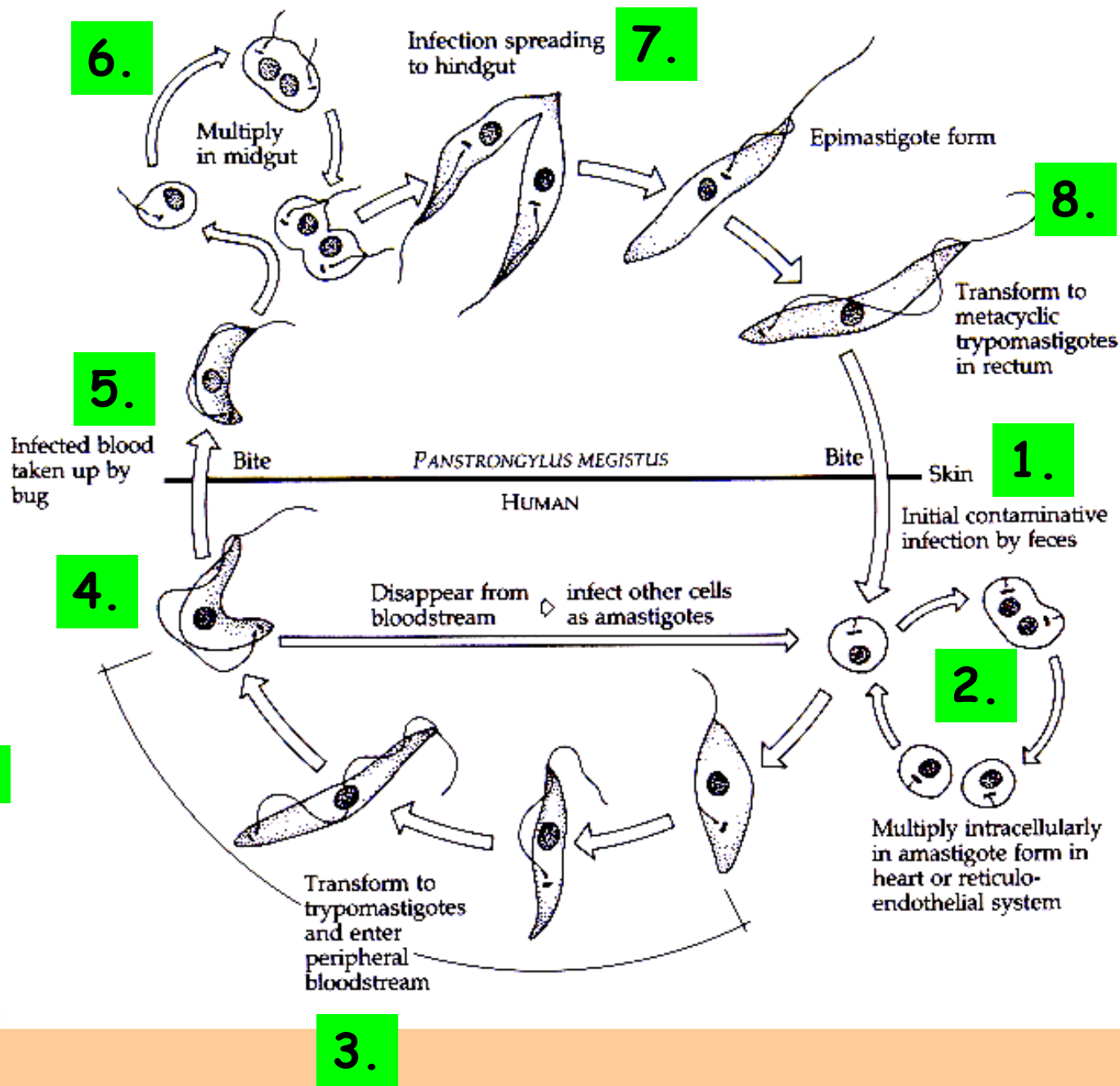
- Chagasova choroba
- v mírném, subtrop. a trop. pásmu J a Stř. Ameriky
- hostitel: > 100 druhů zvířat (divoká i domácí: hlodavci, vačice, pásovec, pes, člověk)
- přenašeč: ploštica Reduviidae (*Triatoma*, *Rhodnius*, *Panstrongylus*)
- „barbieros“ nebo „kissing bugs“
transfúze krve



Adult *Rhodnius prolixus*, a kissing bug.



1. Infekce (kousnutí x poranění + výkaly) → do různých buněk (sval., nerv.) → 2. pomnož. v podobě AMASTIGOTŮ (po několika děleních krátce před prasknutím transformace) → 3. TRYPOMASTIGOTI v kr. řečišti, nedělí se → 4. a) buď do dalších buněk x b) 5. nasátí → 6. transformace na AMASTIGOTY (stěh. do koncov. střeva) → 7. EPIMASTIGOTI (pomnožení, nahromadění) → 8. do vnějšího prostředí - infekční metacykl. TRYPOMASTIGOTI



Chagasova choroba

- prevalence 24 mil. lidí
- v ohrožení 100 mil. lidí

průběh: akutní, latentní, chronický

1. akutní fáze (hlavně u dětí)

- v místě průniku parazitů
 - chagom - zánětlivý uzlík (lokální zánětlivá rce)
- Romaňův syndrom (jednostranný otok víčka + konjunktivitida)
- další průběh mírný, těžký (akutní zánět srdeční nitroblány) i smrt (děti)

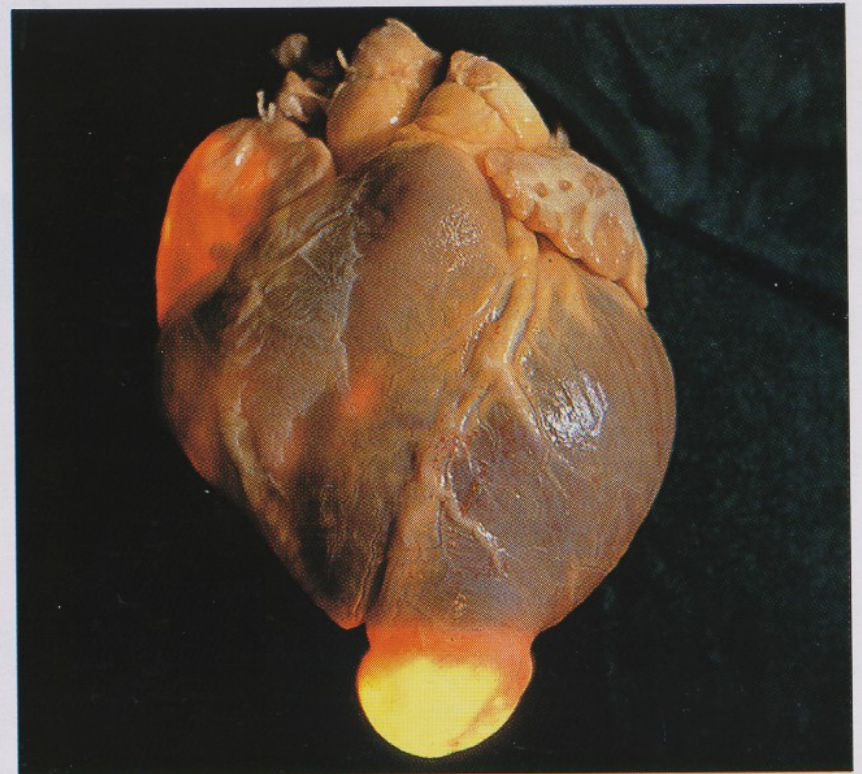
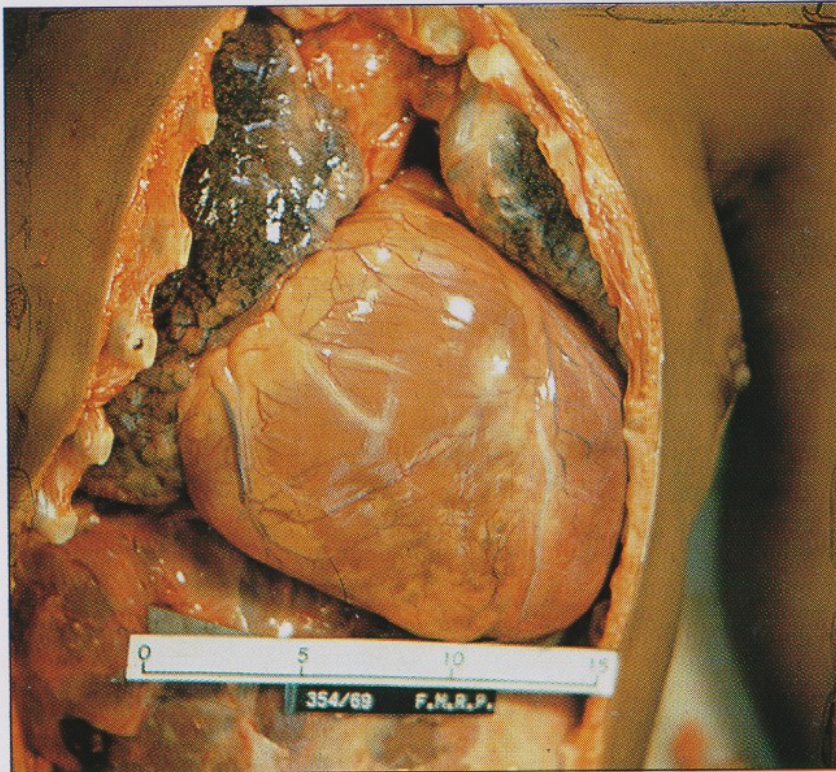
2. latentní fáze

- bez příznaků, 10-40 let



3. chronická fáze

➤ degenerativní onemocnění dutých orgánů, **zánět srdečního svalu (myokarditida)**



Zbytnění jícnu (megaesofagus) a tlustého střeva (megacolon)



- v endemických oblastech až 10% úmrtí
- úspěšná léčba pouze v akutní fázi - benzidazol nebo nifurtimox

Diagnostika → závisí na fázi onemocnění

- vyšetření perif. krve a punktátu z mizních uzlin
- diagnostika ztěžována souč. výskytem nepatogenní *T. rangeli*
- mikroskopické vyšetření - akutní fáze
- aglutinační test - IgM
- xenodiagnostika - nasátí ploštice (nejspolehlivější metoda)
- PCR



Trypanosomy

2. Salivaria (saliva = slina)

rod Trypanosoma

- více než 300 druhů u všech tříd obratlovců
- přenos: hmyz - Diptera, Heteroptera, pijavky, upíři, i kontaminativní přenos
- dle vývoje v přenašeči a způsobu přenosu:

1. Stercoraria (strecus = trus)

- vývoj v přenašeči je ukončen v zadní části střeva (přenos: kontaminace výkaly)
- centální, Jižní Amerika

2. Salivaria (saliva = slina)

- vývoj v přenašeči je ukončen v přední části střeva

3. Trypanosomy z ryb a obojživelníků

- proboscis pijavek

ř. TRYPANOSOMATIDA

Vyšší trypanosomatina - **Salivaria**

- vývoj v přenašeči je ukončen v přední části trávicího traktu
- přenos: inokulace metacyklickými TRYPOMASTIGOTY při bodání a sání krve (x zjednodušený způsob: nezávislý na glossinách - na sosáku jiných krevsajících dipter (upírů) x výjíměčně při koitu obratl. hostitele)
- původně parazité glossin (mouchy tse-tse)
- původní areál: Afrika (po zjednodušení VC- nezávislý na glossinách → rozšíření mimo Afriku)



podrod *Trypanozoon* - pleomorfní (pleos= více)
Trypanosoma (Trypanozoon) brucei s poddruhy:

- *T. (T.) b. brucei*
- *T. (T.) b. rhodesiense*
- *T. (T.) b. gambiense*

dle závislosti VC na glossině:

podrod *Trypanozoon*:

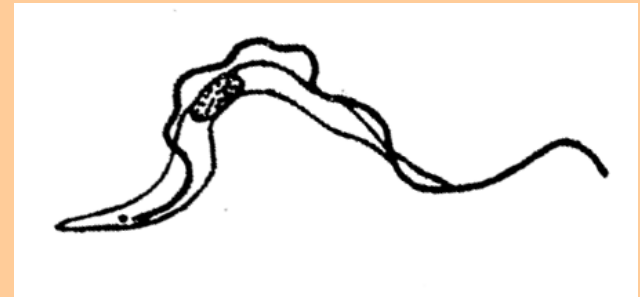
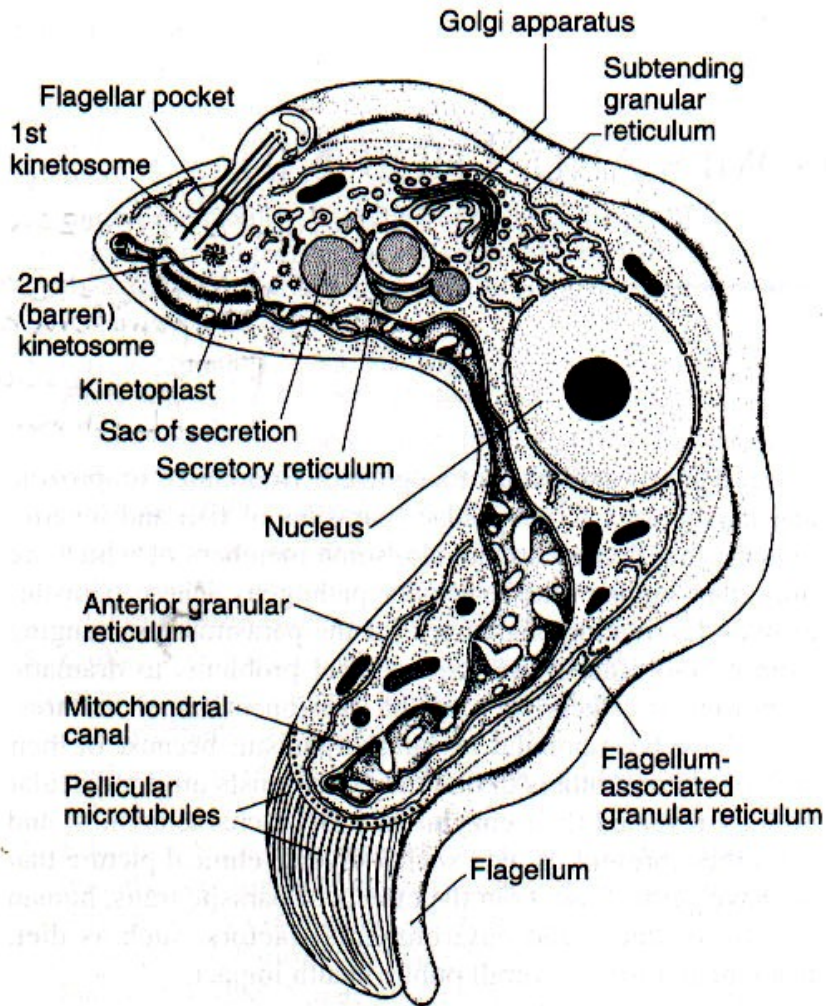
1. *T. (Trypanozoon) brucei* poddruhy- závislá na glossině, slož.
vývoj-střevo, sosák, slinné žlázy

X

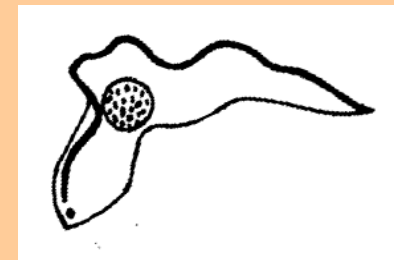
2. *T. (T.) evansi* a *T. (T.) equiperdum* závislost na glossinách
ztratily !!!

-
- *Trypanosoma (Trypanozoon) evansi* - na sosáku bodalek, ovádů (rozšíření do S. a Jižní Ameriky a JV Asie)
 - *T. (Trypanozoon) equiperdum* - dourina, přenos mechanicky při páření koní (rozšíření do V Evropy a Asie)

Morfologie *Trypanosoma brucei*

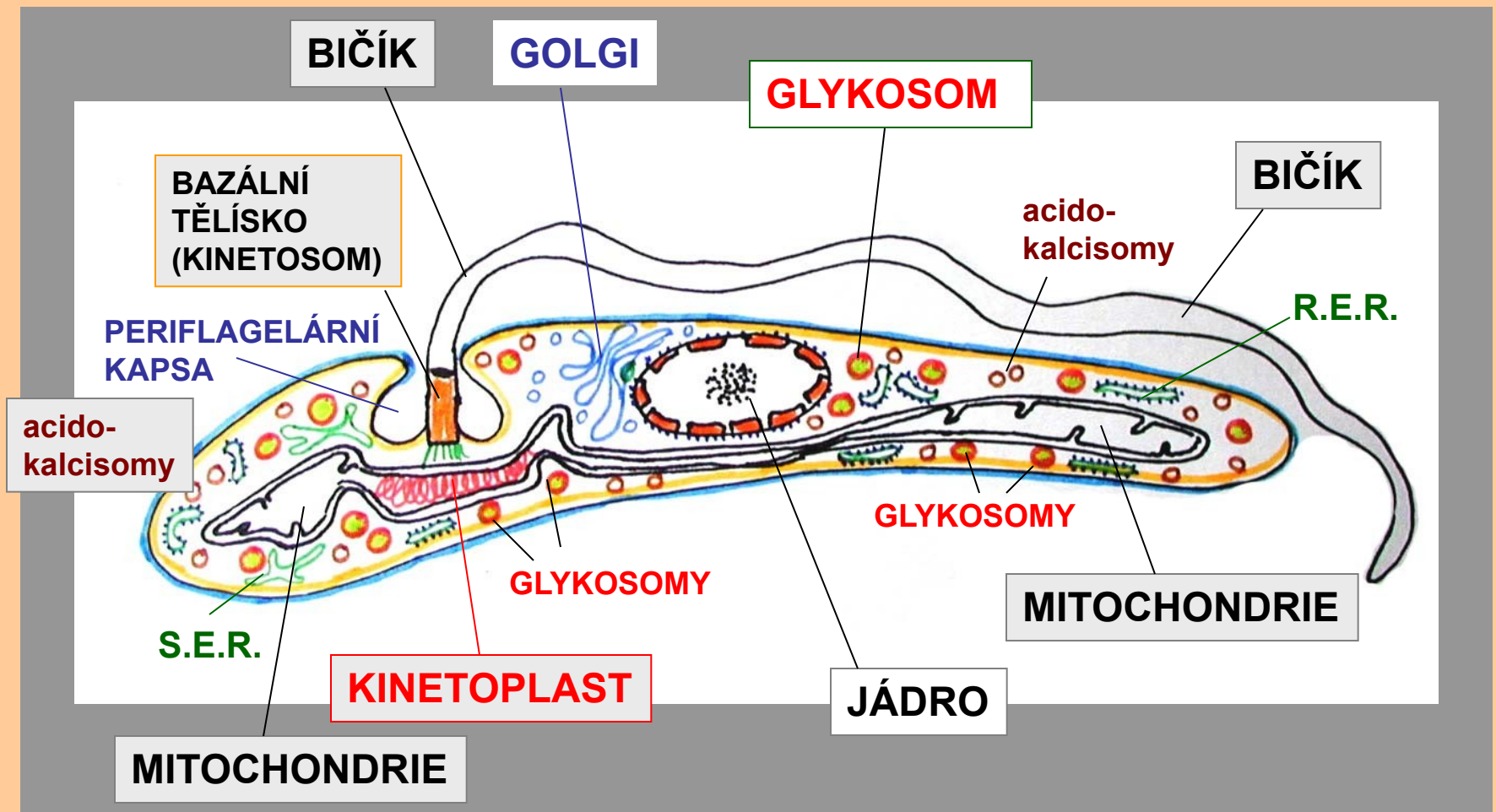


sledner form = štíhlé



**stumpy form = tlusté
(bez bičíku)**

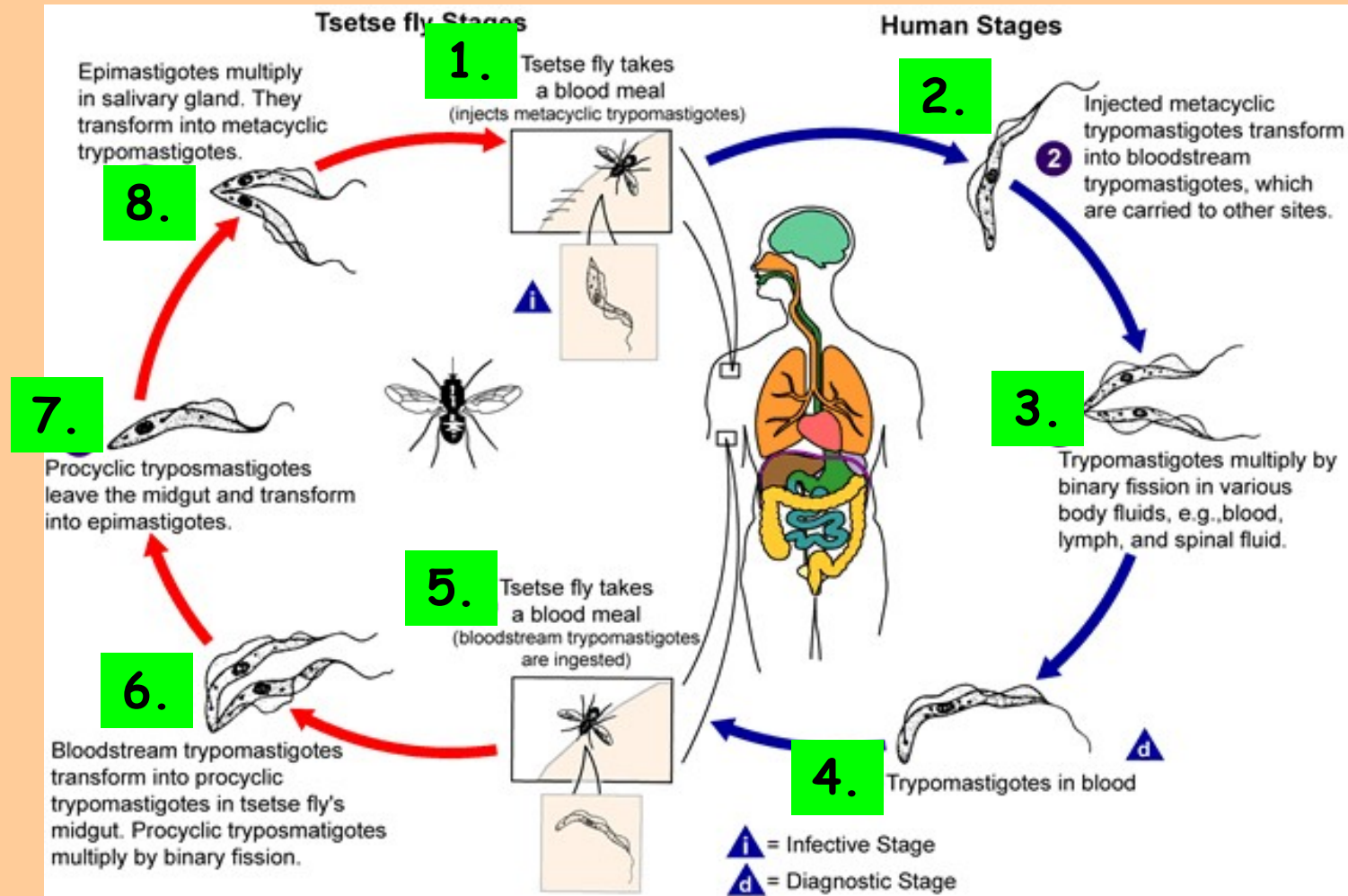
→ schopnost života v přenašeči



Acidokalcisom - organela bohatá na vápník a polyfosfát, pomocí níž se uskutečňuje homeostáze vápníku a intracelulárního pH a osmoregulace.

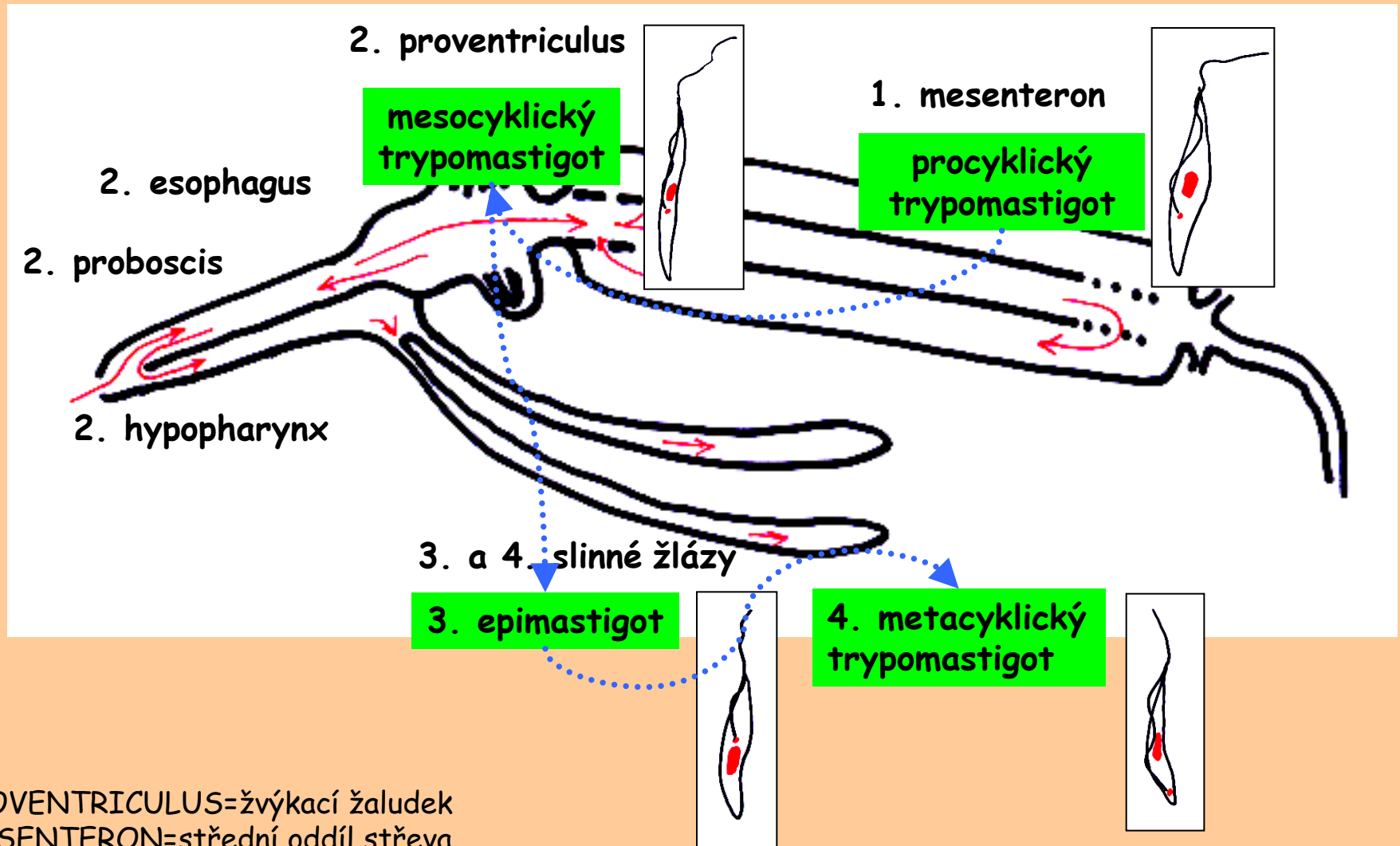
Vývojový cyklus *T. brucei*

2. přenos metacykl. TRYPOMASTIGOTŮ (s Ag povrchem) → 3. štíhlá forma TRYPOMASTIGOTA → binární dělení → namnožení v krvi, ... → 4. transformace na střední a tlusté formy (tlusté formy jsou inf. pro mouchu) → 5. nasátí mouchou → 6., 7. dělení v mezenteronu, stěhování do proventriculu a slinných žláz a transformace → 8. EPIMASTIGOTA → 1. transformace na TRYPOMASTIGOTA



Složité vývoj *T. brucei* v glossině

střevo → sosák → slinné žlázy



PROVENTRICULUS=žvýkací žaludek
MESENTERON=střední oddíl střeva

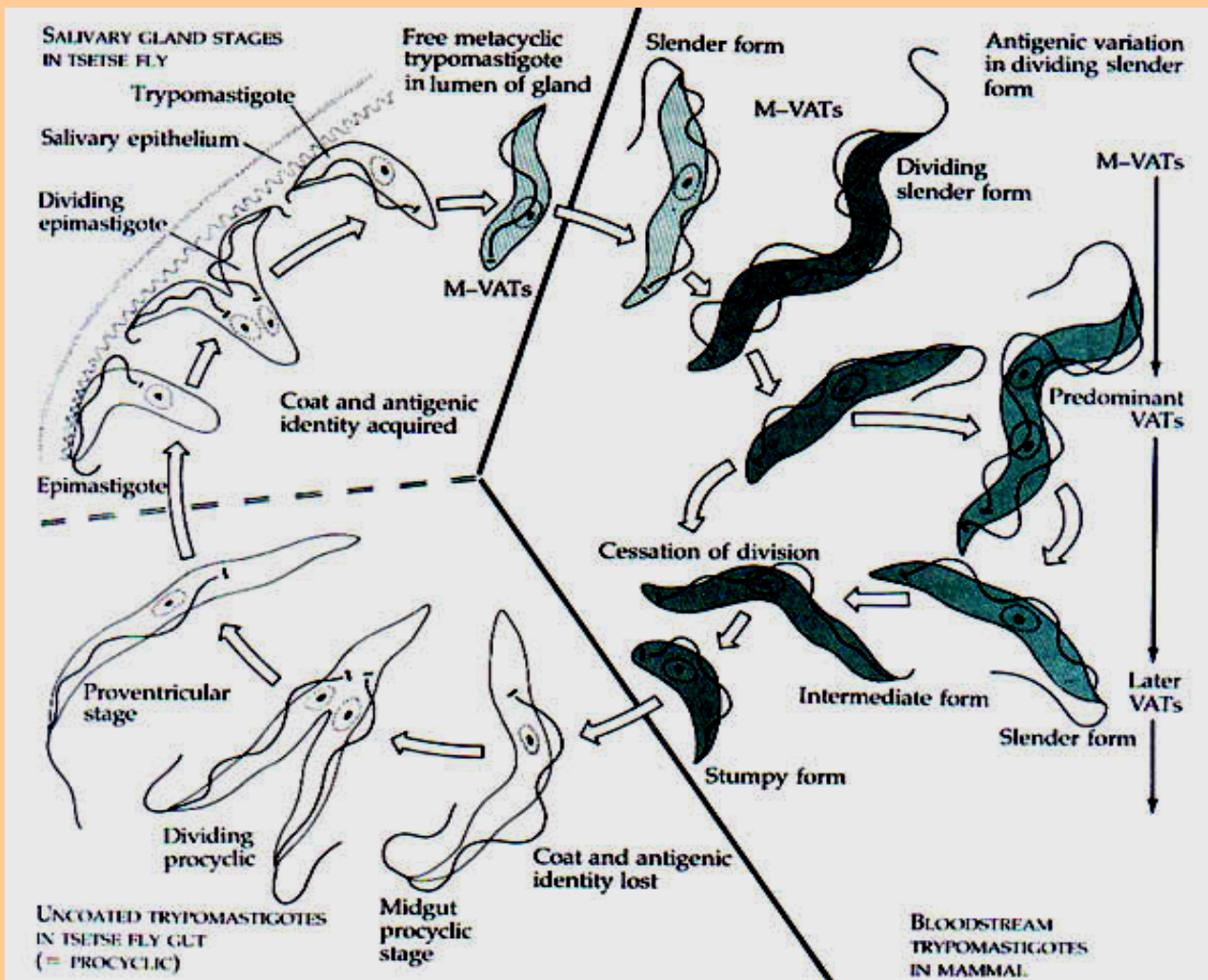


Figure 6-11
Diagram of life cycle of *Trypanosoma brucei* showing phases of multiplication and stages possessing the variable antigen-containing surface coat (VAT) (shaded).

Vývoj *T. brucei* v obratlovci

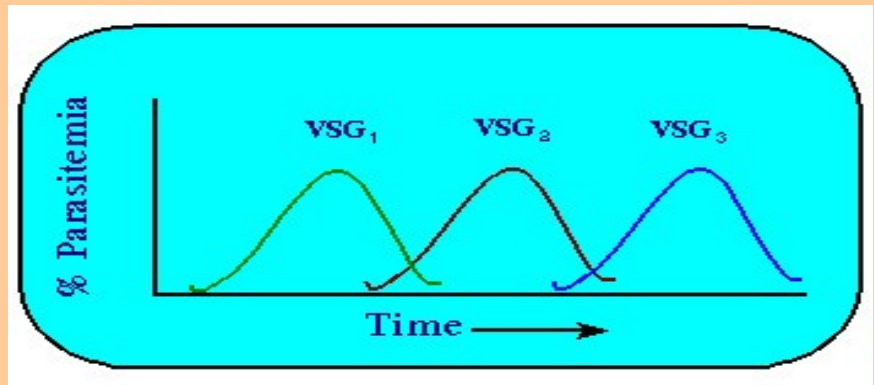
- v místě inokulace "**trypanosomový šankr**"= vřídek
 - 1. do lymfatického systému
 - 2. za 2 týdny v krvi a mozkomíšním moku- dělí se "**slender forms**" (různými VATs) - dělení, transformace
 - střední a tlustá („stumpy“) forma (schopnost žít v přenašeči, nedělící se)

člověk

glossina

Vývoj *T. brucei* v glossině

- stumpy forms (nedělící se) jsou nasáty glossinou
 - v mesenteronu: TRYPOMASTIGOT procyklický
 - proventriculus (esophagus, proboscis): TRYPOM. mesocyklický
 - 1. slinné žlázy: EPIMASTIGOT
 - 2. slinné žlázy : infekční TRYPOMASTIGOT metacyklický

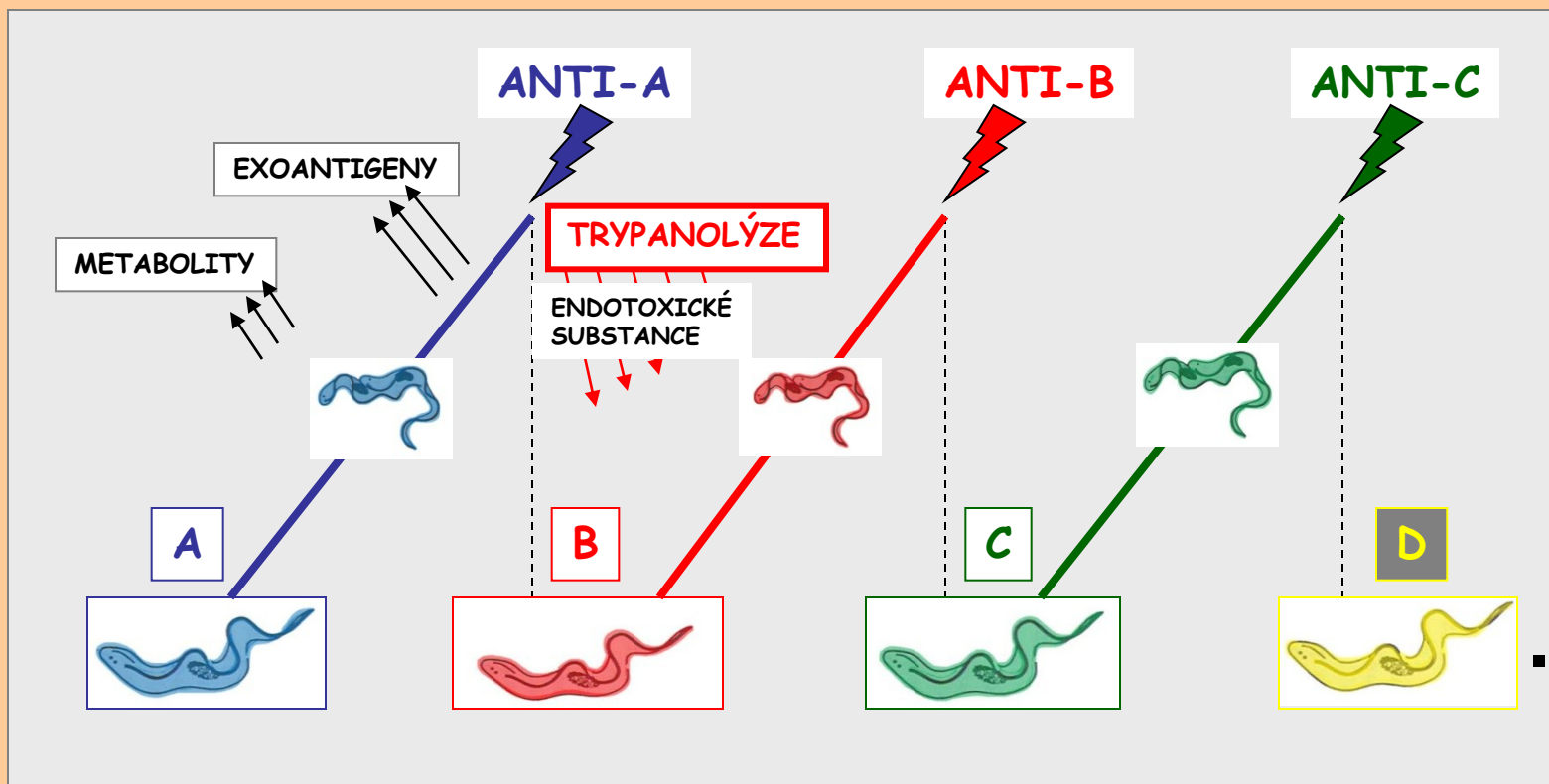


v obratlovci:

- různé VATs - variantní antigenní typy (variant antigenic types)
 - populace trypanosom s odlišným povrchem buňky
- povrch je tvořen *VSG* - variabilní povrchový glykoprotein (variable surface glykoprotein), který kryje plazm. membránu trypanosomy
 - 12-15 nm silná vrstva (vyjímkou je periflag. kapsa)
 - vytváří se v bičíkové kapse
 - několik tisíc modifikací
 - změna *VSG* cca 1 × za 100 buněčných dělení
- IS hostitele likviduje každou vlnu VAT, ale během několika dnů se objevuje nová populace → vyčerpání IS (neustálá aktivace IS po rozpadu trypanosom, uvolň. toxinů, Ag,...)

ANTIGENNÍ PROMĚNLIVOST

OPAKOVANÉ NAMNOŽOVÁNÍ A ZÁNİK POPULACÍ TRYPANOSOM



VSG (VARIANT SURFACE GLYCOPROTEIN) - POVRCHOVÝ GLYKOPROTEIN CHARAKTERISTICKÝ PRO DANOU ANTIGENNÍ VARIANTU

VAT (VARIANT ANTIGENIC TYPE) - POPULACE EXPRIMUJÍCÍ STEJNÝ VAT

nejdůležitější salivární trypanosoma: *Trypanosoma (Trypanozoon)*

brucei s poddruhy:

➤ *T. (T.) b. brucei*

➤ *T. (T.) b. rhodesiense*

➤ *T. (T.) b. gambiense*

přenos: glossinami (slož. VC)

1.) podrod *Trypanozoon* - pleomorfní (pleos= více)

- malý kinetoplast a výrazná undulující membrána,

- 6 (?) morfologicky nerozlišitelných zástupců (druhy, poddruhy?..)

2.) podrod *Nannomonas*

- středně velký kinetoplast, bez vlečného bičíků

3.) podrod *Dutonella*

- velký terminální kinetoplast, tupý zadní konec, vlečný bičík

lidské trypanosomy:

T. (T.) b. rhodesiense

- kromě zvířat i člověk (trypanosoma odolná vůči účinku lidského séra)
- přenašeč: *Glossina morsitans* (savanové glossiny)
- východní Afrika
- rychle probíhající forma spavé nemoci → smrt do několika týdnů



- akutní (rychlá spavá nemoc)
- *G. morsitans*
- východní Afr.

T. (T.) b. gambiense

- hlavní hostitel člověk (i zvířecí hostitele)
- přenašeč: *Glossina palpalis* (říční glossiny)
- západní Afrika
- způsobuje chronickou spavou nemoc → několik let, bez léčby smrt



- chronická spavá nemoc
- *G. palpalis*
- západní Afr.

Spavá nemoc:

- podmíněna vysokou schopností *T. brucei* měnit své povrchové Ag
- glossina inokuluje do místa vpichu několik stovek metacyk.
TRYPOMASTIGOTŮ → **trypanosomový šankr** → do lymf. systému
→ do kr. řečiště → nejprve „slender“ formy, pak „stumpy“
- po urč. době vnikají trypanosomy do mozku a mozkomíšního moku
→ bolesti hlavy, mozkové příznaky, poruchy spánku a postupující kachektizace → neúčinnost léčby až smrt
- invaze krevního řečiště → periodicky se opak horečky a celková malátnost
- problém: zaplavování nakaženého vlnami **odlišného antigenního typu** (VAT, ten je dán VSG- variab. povrchové glykoproteiny na povrchu plazm. membrány trypanosomy) → každá vlna zlikvidována → vyčerpání IS

- 1.) podrod *Trypanozoon* - pleomorfní (pleos= více)
 - malý kinetoplast a výrazná undulující membrána,
 - 6 (?) morfologicky nerozlišitelných zástupců (druhy, podruhy?..)
- 2.) podrod *Nannomonas*
 - středně velký kinetoplast, bez vlečného bičíků
- 3.) podrod *Dutonella*
 - velký terminální kinetoplast, tupý zadní konec, vlečný bičík

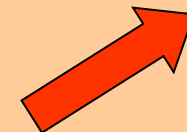
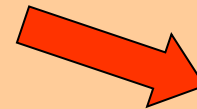
zvířecí trypanosomy:

Trypanosoma (Nannomonas) congolense

- skot, ovce, velbloudi, koně

Trypanosoma (Dutonella) vivax

- skot, ovce, kozy



NAGANA
= smrtelné
onemocnění
dobytka

T. (T.) brucei brucei

- zvířecí parazit (lyzován lidským kr. sérem)
 - divoká (antilopy, zebry, šelmy) i domácí (prasata, koně, kozy, skot) zvířata
- ➔ NAGANA

Trypanosoma brucei evansi (syn. *T. evansi*)

- mechanický přenos na sosáku ovádů, bodalek a upírů, u velbloudů
- ➔ SURRA

Trypanosoma brucei equinum (syn. *T. equinum*)

- mechanický přenos na sosáku ovádů a upírů v Jižní Americe
- ➔ MAL DE CADERAS

Trypanosoma equiperdum

- bez vektora
- ➔ DOURINE

Trypanosoma equiperdum

Dourina = syphilis equorum =
hřebčí nákaza

- koně, osli, mezci
- bez účasti vektora (pohlavním stykem)

1. stadium otoků
2. stadium tolarových skvrn
3. stadium paralytické
(paralýza končetin)
4. úhyn



Trypanosomy ryb a obojživelníků

- přenos pijavkami- ve střevě: epimastigoti
- proboscis: trypomastigoti → metacykl.

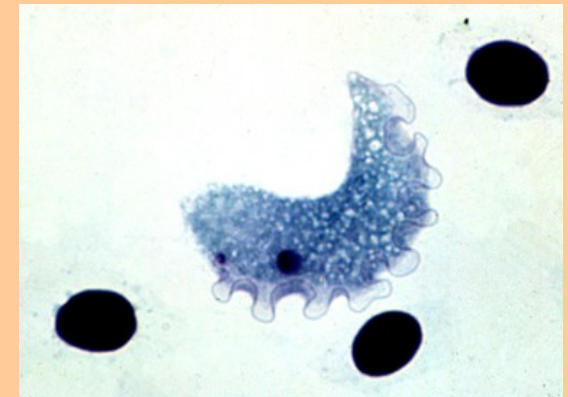
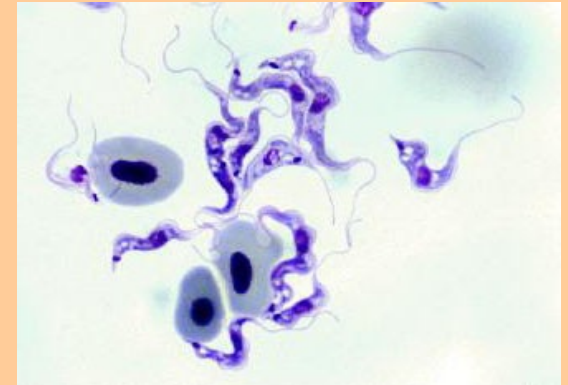
trypomastigoti

Trypanosoma carassii

-kaprovité ryby

Trypanosoma rotatorium

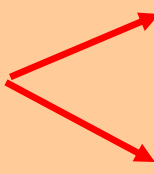
- trypomastigonti až 70 μm
- hostitel: skokani, množí se v krvi pulců
- přenašeč: *Hemiclepsis marginata*

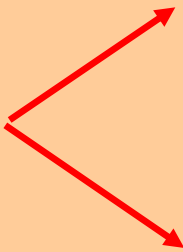


Leishmanie

Kmen Euglenozoa

- monofyletický taxon

dvě třídy:  1) tř. EUGLENOIDEA (krásnoočka)
2) tř. KINETOPLASTIDEA (bičivky)

- dva řády:  1) ř. BODONIDA
- *rod Cryptobia*
- *rod Trypanoplasma*

2) ř. TRYPANOSOMATIDA

- dvě skupiny: a) vyšší (dvouhostitelské)

- *rod Trypanosoma*

- *rod Leishmania*

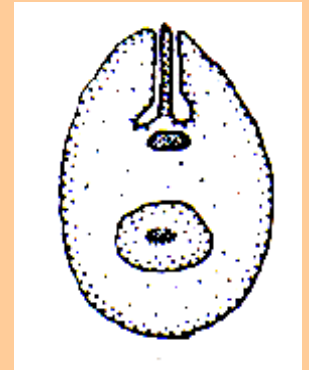
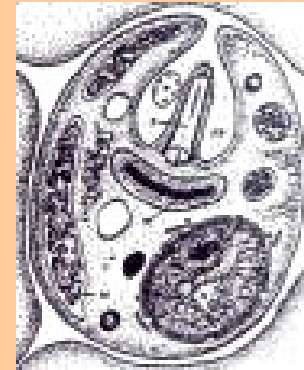
- *rod Endotrypanum*

b) nižší (jednohostitelské)

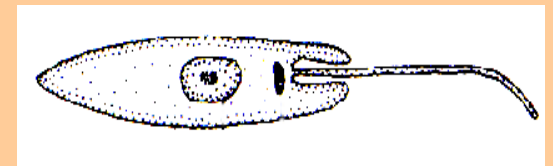
- *rod Leptomonas*

- *rod Phytomonas*

Morfologie *Leishmania* spp.



amastigot



promastigot

Leishmania

- cyklus: obratlovec - přenašeč (flebotomus, Diptera)

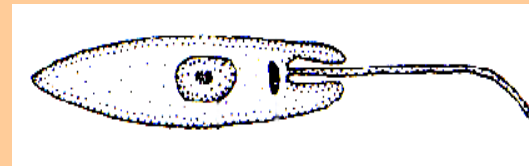
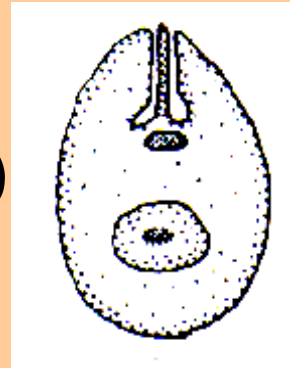
STARÝ SVĚT

Phlebotomus

NOVÝ SVĚT

Lutzomia

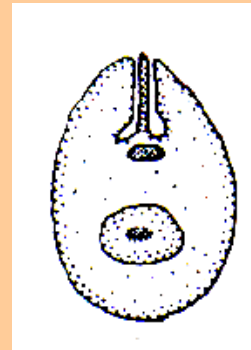
- v obratlovcu pouze **amastigotní stadia** (v makrofázích)
- v přenašeči jako **promastigoti** (v trávicím systému, neinfikují slinné žlázy!!!)



- velké množství morf. nerozlišitelných druhů - rozděl. dle různých pohledů (hostitelé, geograf. rozšíření, klinického obrazu,...)

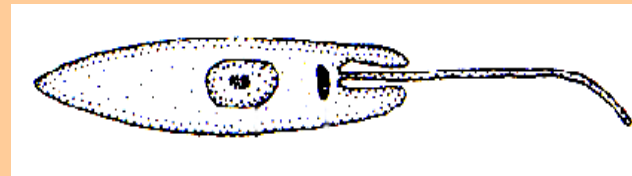
Rozlišení druhů leishmanií

- 30 druhů
 - morfologicky neodlišitelné
 - 21 infekční pro člověka
- dělení:
- dle hostitelů
 - klinického obrazu
 - geografického rozšíření
 - izoenzymové analýzy
 - DNA fingerprintingu aj.



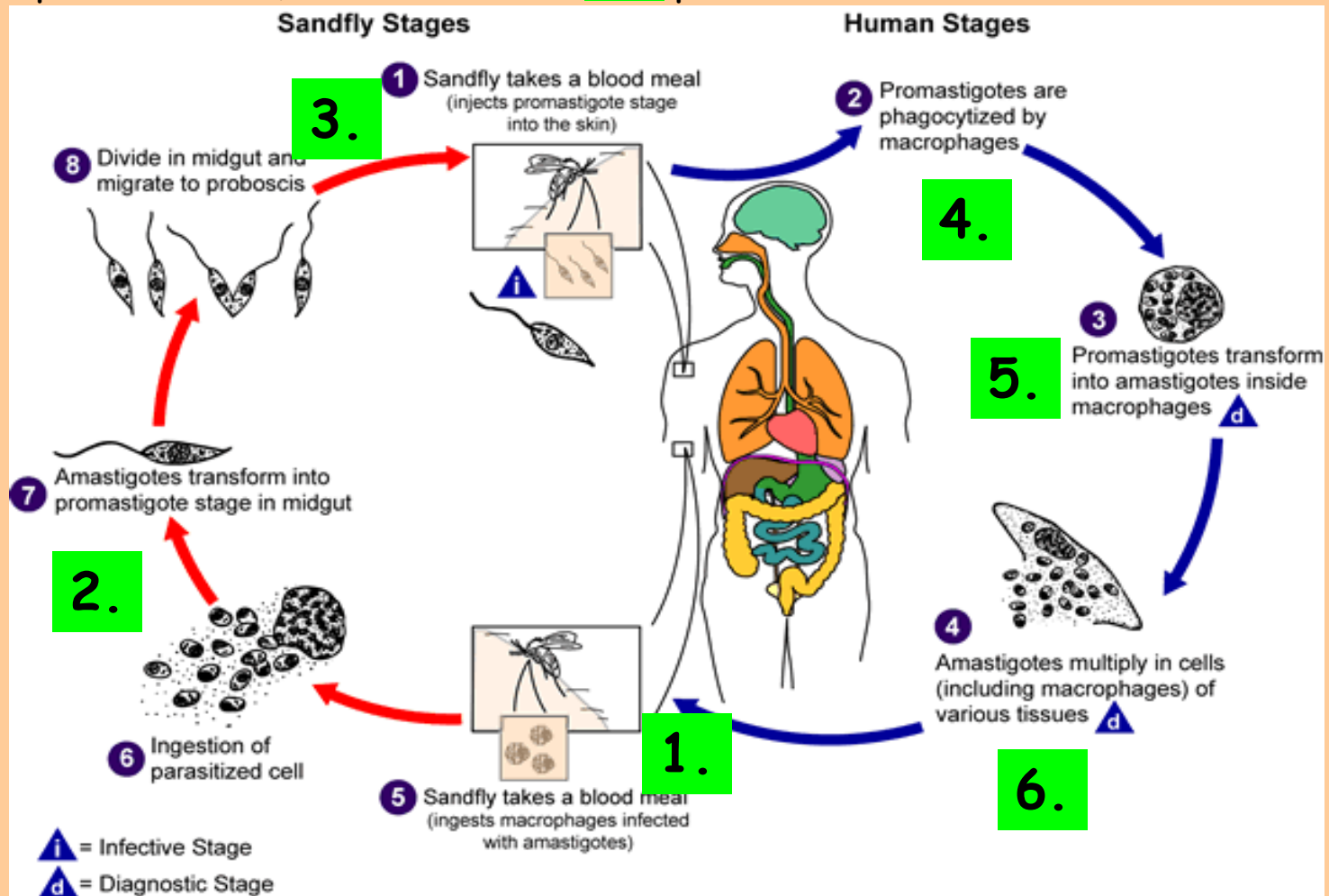
amastigoti
2,5 - 5 x 1,5-2 μm

promastigoti
14-20 x 1,5 - 3,5 μm



Vývojový cyklus *Leishmania* spp.

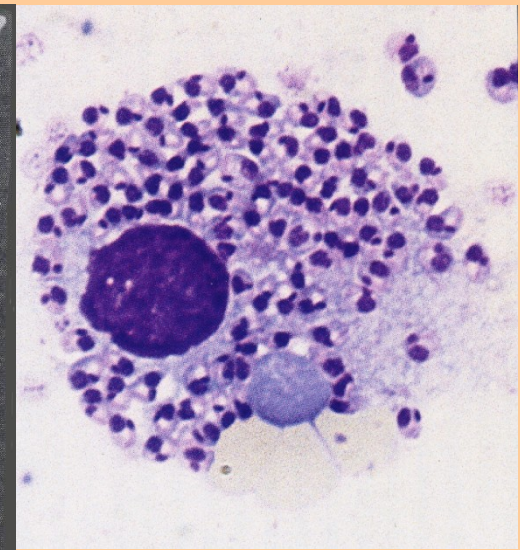
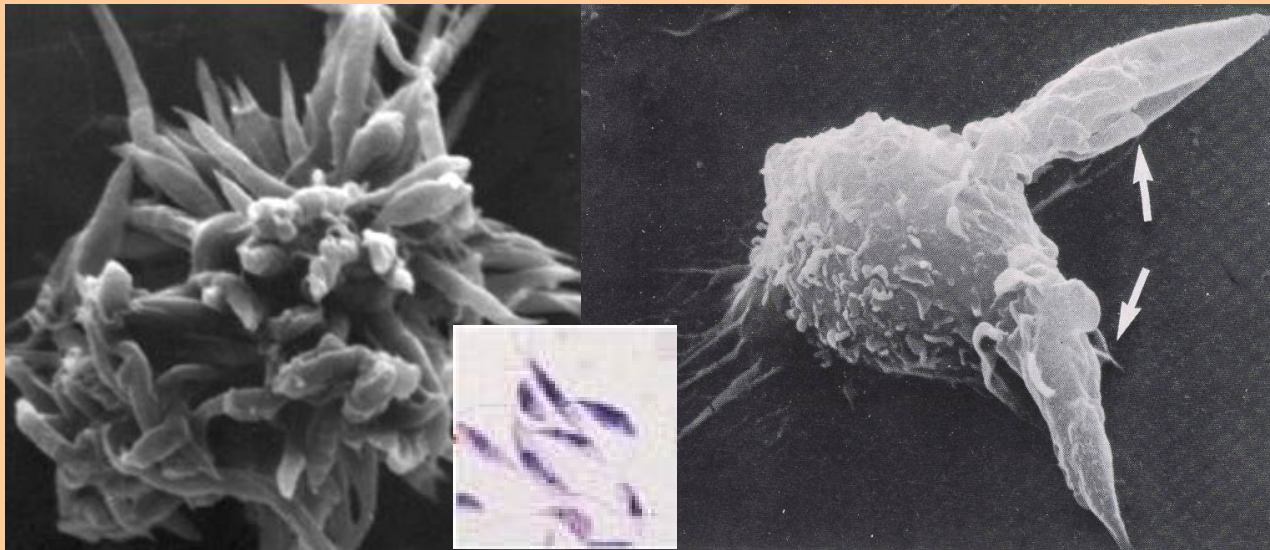
1. přenašeč nasaje AMASTOGOTI společně s makrofágy s krví → 2. množení ve střevě jako PROMASTIGOTI → 3. po několika dnech v lumenu střeva- metacykl. PROMASTIGOTI → inokulace při sání
4. v kůži obratlovce rychle zfagocytovány → 5. uvnitř makrofágů → AMASTIGOTI (inhibice produktů OV) → množení → 6. prasknutí → infekce dalších makrofágů



Neinfikují slinné žlázy!!

Interakce leishmanií s makrofágy

- přichycení na povrch makrofágů
- transformace promastigotů na amastigoty
- přežívání a množení ve fagolysozómu
 - inhibice tvorby radikálů kyslíku
 - inhibice hydroláz



SUPRApylaria - bez vývoje v zadní části střeva

Podrod:

- *Viannia*
- *Leishmania braziliensis*
- *Sauroleishmania tarantolae*

PERIpylaria - vývoj v zadní části střeva

Podrod:

- *Leishmania*
L. major, L. tropica, L. aethiopica, L. mexicana,
L. donovani,

Leishmaniózy

- 12 miliónů infikovaných lidí
- 350 miliónů ohrožených

lidské leishmaniózy: zoonózy × antroponózy (vyjíměčně)

- infekce začíná vždy v kůži → kožní leishmaniózy
- a) přestupuje do slizic → kožně-slizniční x muko-kutánní
- b) invaliduje vnitřní orgány → útrobní, viscerální leishmaniózy
(mizní uzliny, slezinu, játra, kostní dřeň,..)

 lokalizace záleží na vlastnostech parazita, aktivitě IS, genetické výbavě

ZOONÓZA = nemoc zvířat přenosná přirozenou cestou na člověka
ANTROPONÓZA = onemocnění přenášené mezilidským kontaktem
ANTROPOZOONÓZA = infekční onemocnění přenosné ze zvířat na člověka

Podle geografického rozšíření:

STARÝ SVĚT



kožní leishmaniózy

Phlebotomus

- L. tropica* → suchý vřed (rezerv. pes?, damani?)
- L. major* → vlhký vřed (hlodavec)
- L. ethiopica* → difúzní leish. (damani)

NOVÝ SVĚT



kožní a kožně slizniční leishmaniózy

Lutzomia

- L. mexicana* } → kožní leishmanióza
- L. peruviana* }
- L. brasiliensis* → kožně slizniční leishmanióza (četné léze, metastázy do nazofaryng. sliznic), **espundia** (nejtěžší forma) → až smrt (hlodavci)

Viscérální a orgánové leishmaniózy

STARÝ SVĚT

Phlebotomus

NOVÝ SVĚT

Lutzomia

STARÝ SVĚT

L. infantum → dětská viscerální leishmanióza (pes, liška)

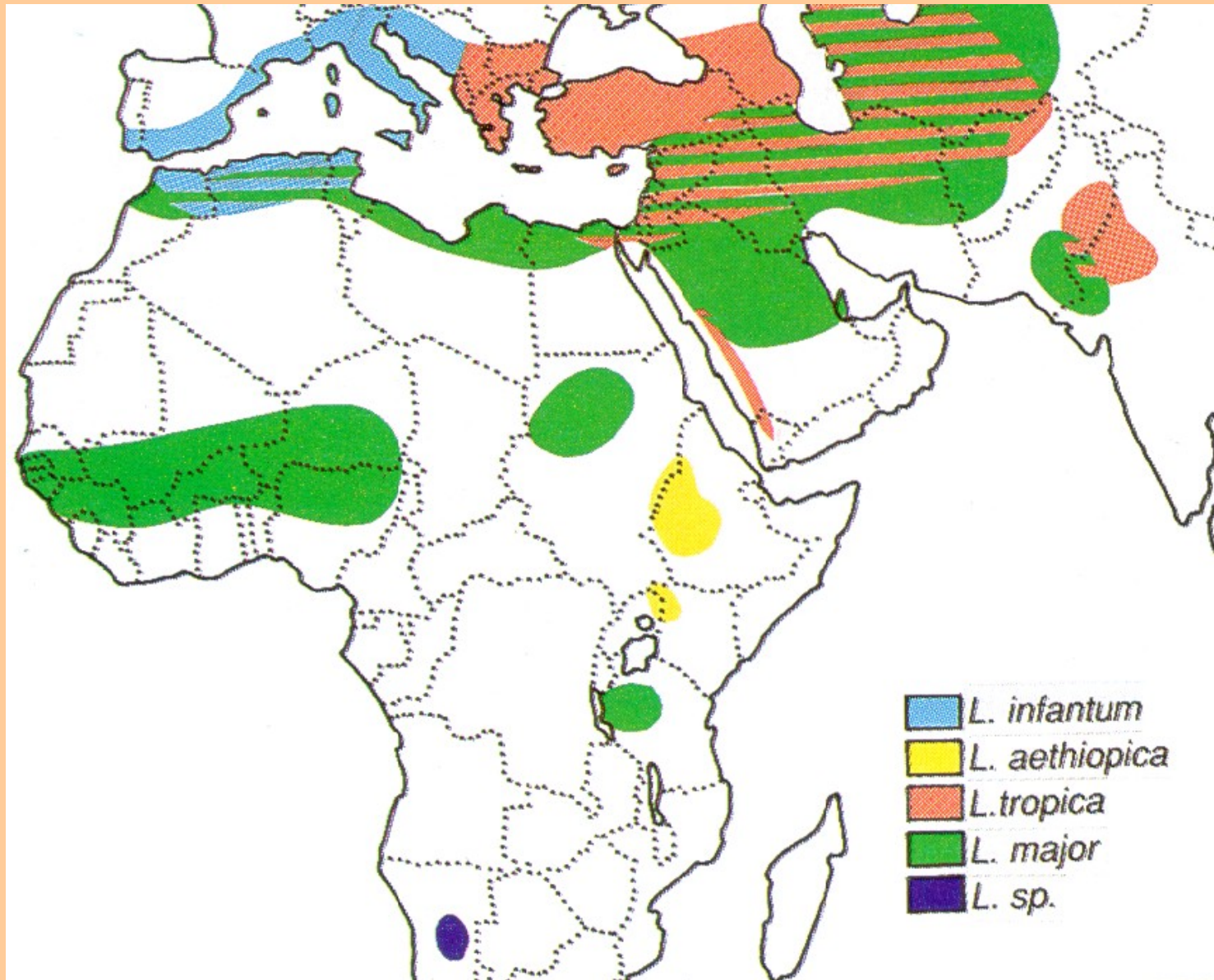
NOVÝ SVĚT

L. chagasi → dětská viscerální leishmanióza (pes, liška)

STARÝ SVĚT

L. donovani → těžké nákazy vnitřních orgánů, nejtěžší forma: kala-azar (černá nemoc);

Kožní leishmaniózy Starého světa



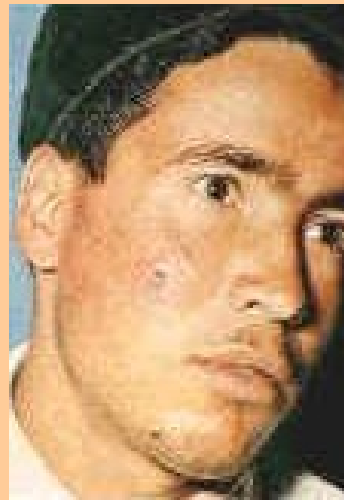
Leishmania tropica

- typus urbanus (městské a příměstské oblasti)
- Rozšíření: Středomoří, Blízký Východ, Střední Asie, Indie
- chronický suchý vřed 12-18 měsíců spont. vyhojení (ale trvalá jizva)
- přenašeč: *Phlebotomus sergenti*
- rezervoár: pes?, damani?
- dříve považ. za antroponózu (člověk- flebotomus -člověk)

Leishmania tropica

Onemocnění:

- inkubační doba 2-8 měsíců
- hojení 12-18 měsíců



Leishmania major

- typus rusticus
- akutní vlhký vřed (mokvající)
- přenašeč: *Phlebotomus duboscqi*
P. papatasi
- rezervoár: hlodavci-pískomilové
(Phlebotomové se vyvíjejí v norách)
- rozšíření: aridní oblasti, polopouště (s
řídkou vegetací obýv. norovými hlodavci)
- Afrika, Střední Východ, Asie

Onemocnění:

- inkubační doba: 1-4 týdny
- samovyhojení vředu za 3-6 měsíců



Leishmania aethiopica

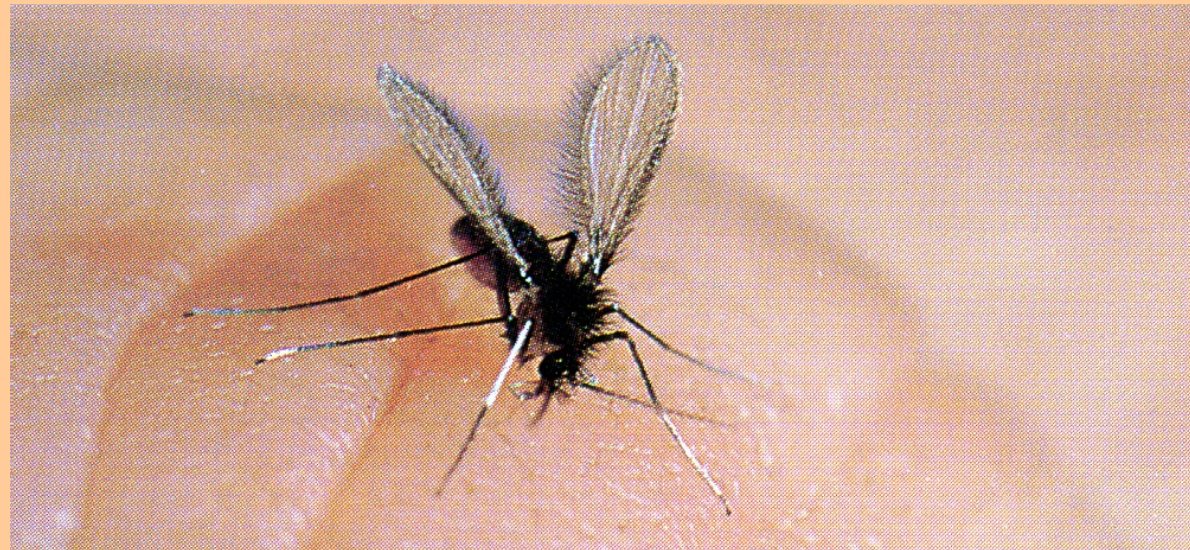
- suchý vřed
- často mukokutaní leishmanióza
- rezervoár: damani (Hyracoidea)
- rozšíření: Etiopie, Keňa

- Onemocnění:
 - chronický pomalý průběh (3 roky)
 - edematózní neulcerující léze
 - kožní, mukokutánní, difúzní leishmanióza



Leishmania mexicana - komplex druhů

- kožní leishmaniózy Střední Ameriky
- přenos: *Lutzomyia longipalpis* aj.
- na ušním boltci, metastáze v přilehlých chrupavkách



Leishmania braziliensis

Komplex několika poddruhů

- kožní a kožně slizniční leishmaniózy
- Jižní Amerika

L. b. braziliensis


- lesy v povodí Amazonky
- rezervoár: drobní lesní hlodavci

Onemocnění:

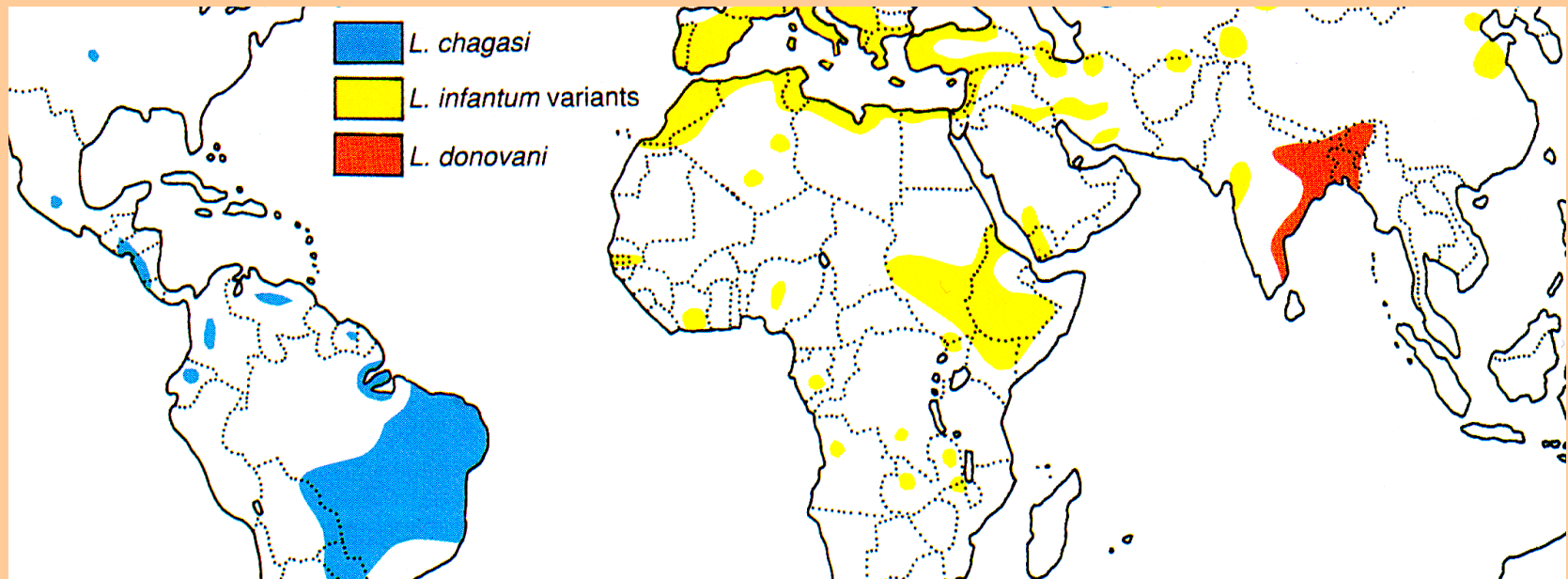
- působí nejtěžší formu kožně-slizniční leishmaniózy
- nejdříve kožní vřed → rozsev do nosohltanových a ústních sliznic a přilehlých chrupavčitých tkání ("Espundia") → až smrt



Leishmania donovani

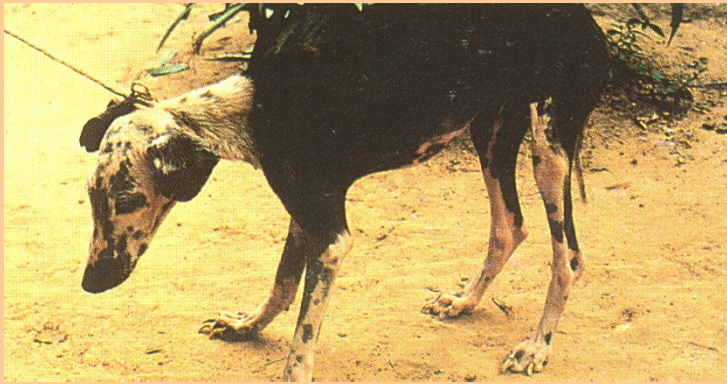
komplex minimálně 4 druhů:  útrobní (viscerální) leishmaniózy

L.d. infantum, *L.d. chagasi*, *L.d. archibaldi*, *L.d. donovani*



Leishmania donovani infantum

- „dětská viscerální leishmanióza Starého světa“
- Středomoří
- rezervoár: psovité šelmy, člověk je náhodným hostitelem
- příznaky (hl. u dětí) : anémie, horečka, splenomegalie



Leishmania donovani chagasi

= *L. infantum* zavlečená do Jižní Ameriky

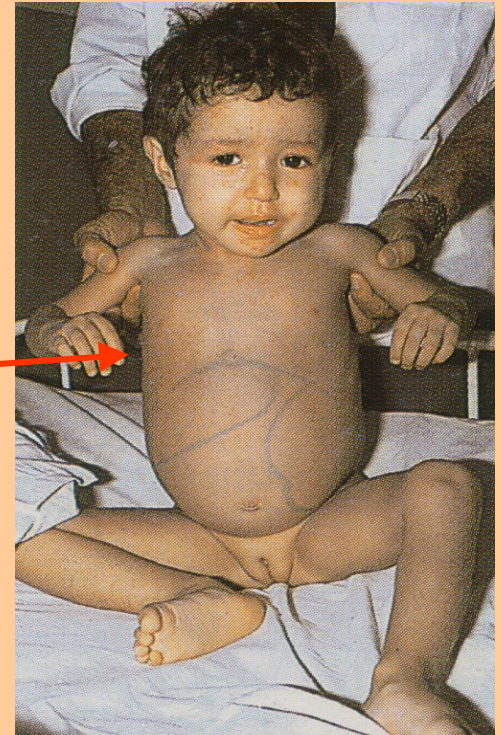


Leishmania donovani donovani

- nejtěžší forma viscerální leishmaniózy - "Kala azar"
= černá nemoc (nemocným ztmavne kůže)
- Indie (antroponóza)
- Afrika (zoonóza - rezerv. cibetkovité a kočkovité šelmy)

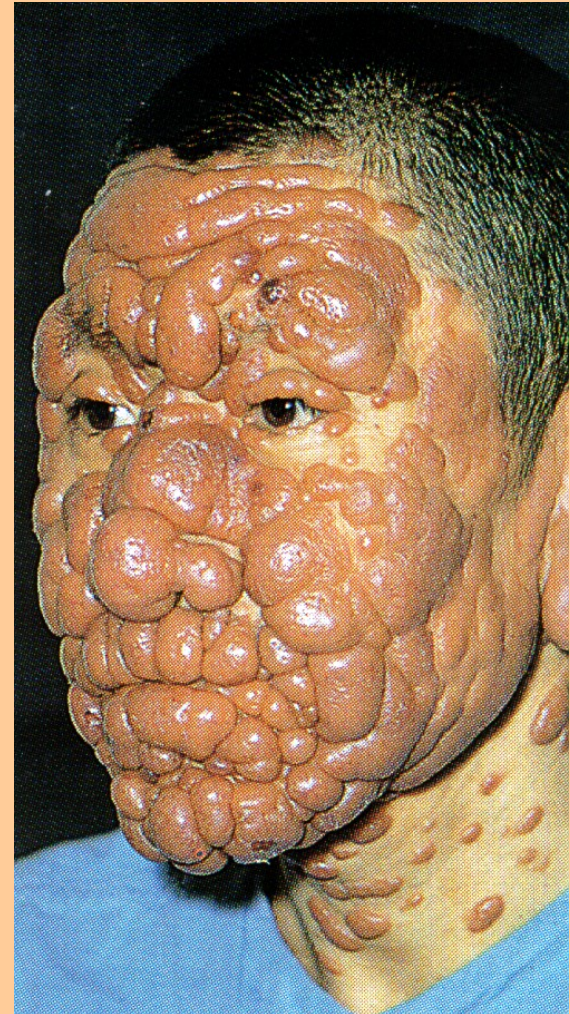
Klinické příznaky:

- anémie, zvýšená teplota,
- hepatosplenomegálie
- hypergamaglobulinémie, kachexie
- kachexie → smrt během několika měsíců až let



Post-kalaazarová kožní leishmnióza

1-2 roky po vyléčení

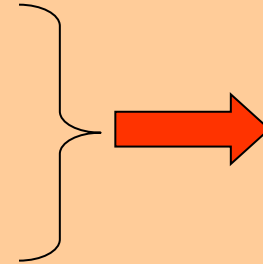


Diagnostika leishmaniózy

➤ průkaz leishmanií (amastigotů):

a) z lézí (kožní leish.)

b) orgánové biopsie- kostní dřeň,
lymfatické uzliny, slezina (viscerální)



- ✓ mikroskopické vyšetření
- ✓ kultivace na NNN agaru

➤ průkaz specif. protilátek

➤ k typizaci leishmanií se používá:

- analýza izoenzymů

- PCR - minikroužky kDNA

Apicomplexa

Kmen Apicomplexa

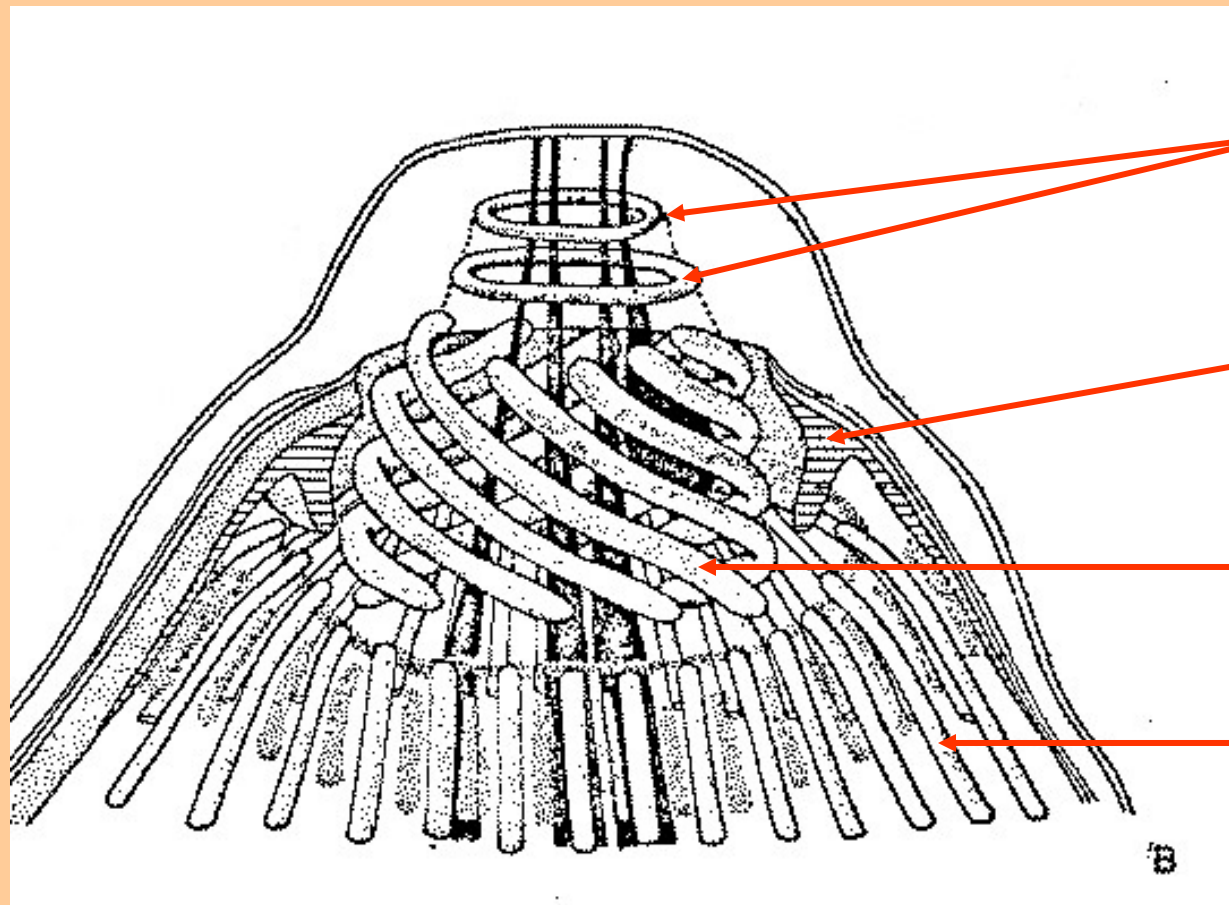
- přítomnost apikálního komplexu
- intracelulární paraziti (alespoň 5-6 tisíc zástupců - největší počet zástupců)
- složité vývojové cykly:
 1. **SCHIZOGONIE/MEROGONIE**
= opakované mnohonásobné dělení
 2. **GAMETOGONIE/GAMOGONIE**
= sexuální část vývoje (po merogonii)
 3. **SPOROGENIE** (po gametogonii)

Apikální komplex = soubor několika organel na předním pólu
těch stadií živ. cyklu, které vnikají:

a) částečně

b) úplně do buněk hostitele

zoiti (merozoiti, sporozoiti)



prekonoidální
prstence

polární
prstenec

konoid

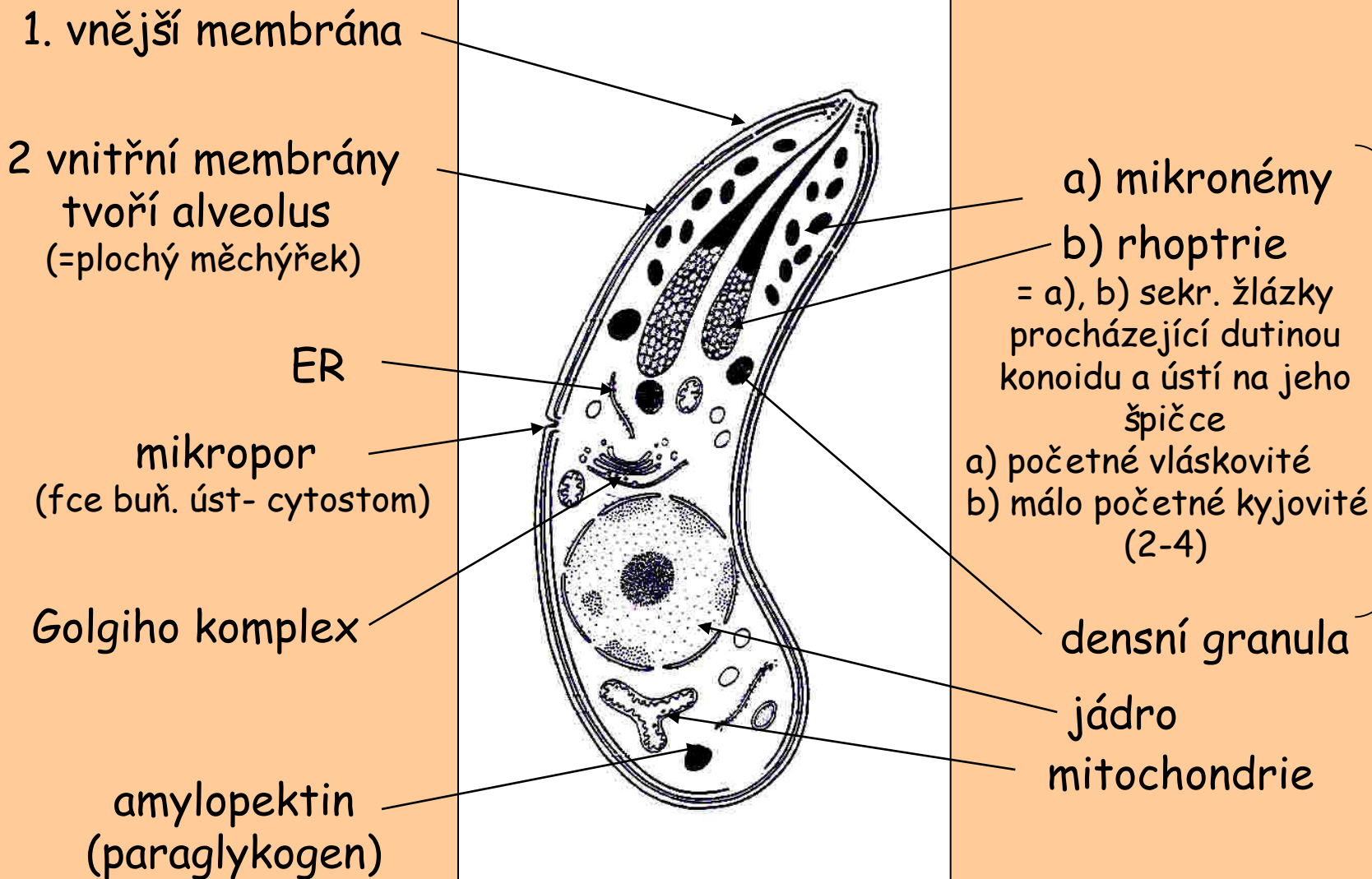
mikrotubuly

skeletární útvary

KONOID= válc. struktura ze spirálně vinutých fibril

POLÁRNÍ PRSTENEC= kruhová struktura s fcí mikrotub. organiz. centra - vycházejí z něho
podélné mikrotubuly (fce vystuž. prvoka)

Struktura zoitu (sporozoitu, merozoitu)

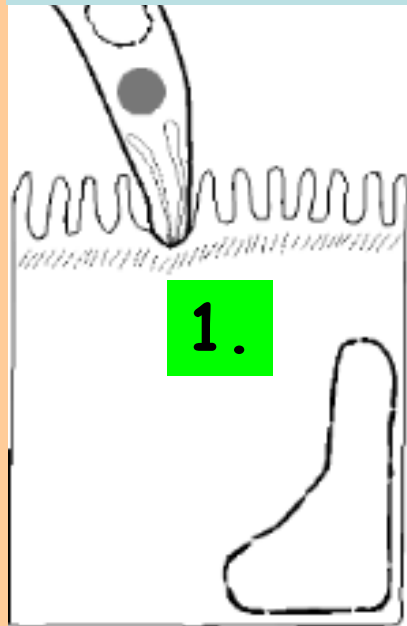


- Povrch zoitu= PELIKULA (3 plaz. membr.)- 1. vnější membrána; 2. a 3. - alveolus
- přední a zadní pól + mikropór - 3 místa krytá jen pl. membránou
- APIKOPLAST = zbytek plastidu obalený 4 membránami (dříve pohlc. červ. řasou)

Průnik do hostitelské buňky - aktivní penetrace × indukovaná fagocytóza

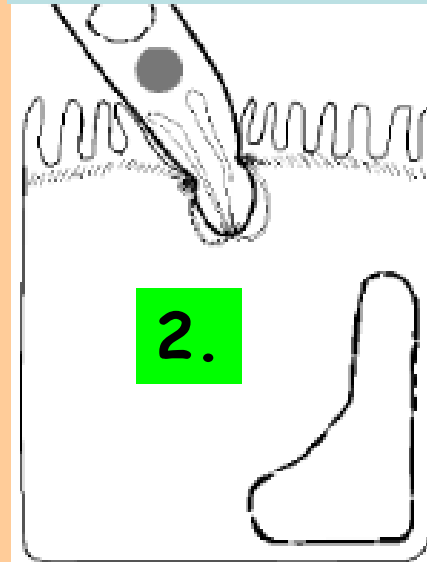
fáze orientace

konoid k povrchu
H buňky



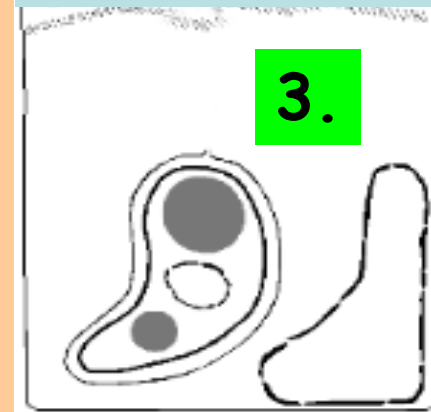
fáze
internalizace

indukce invaginace
povrchu buňky



fáze
parazitoformní
vakuoly

uzavření do
parazitoformní
vakuoly
(vnitrobuněčná
růstová komůrka)

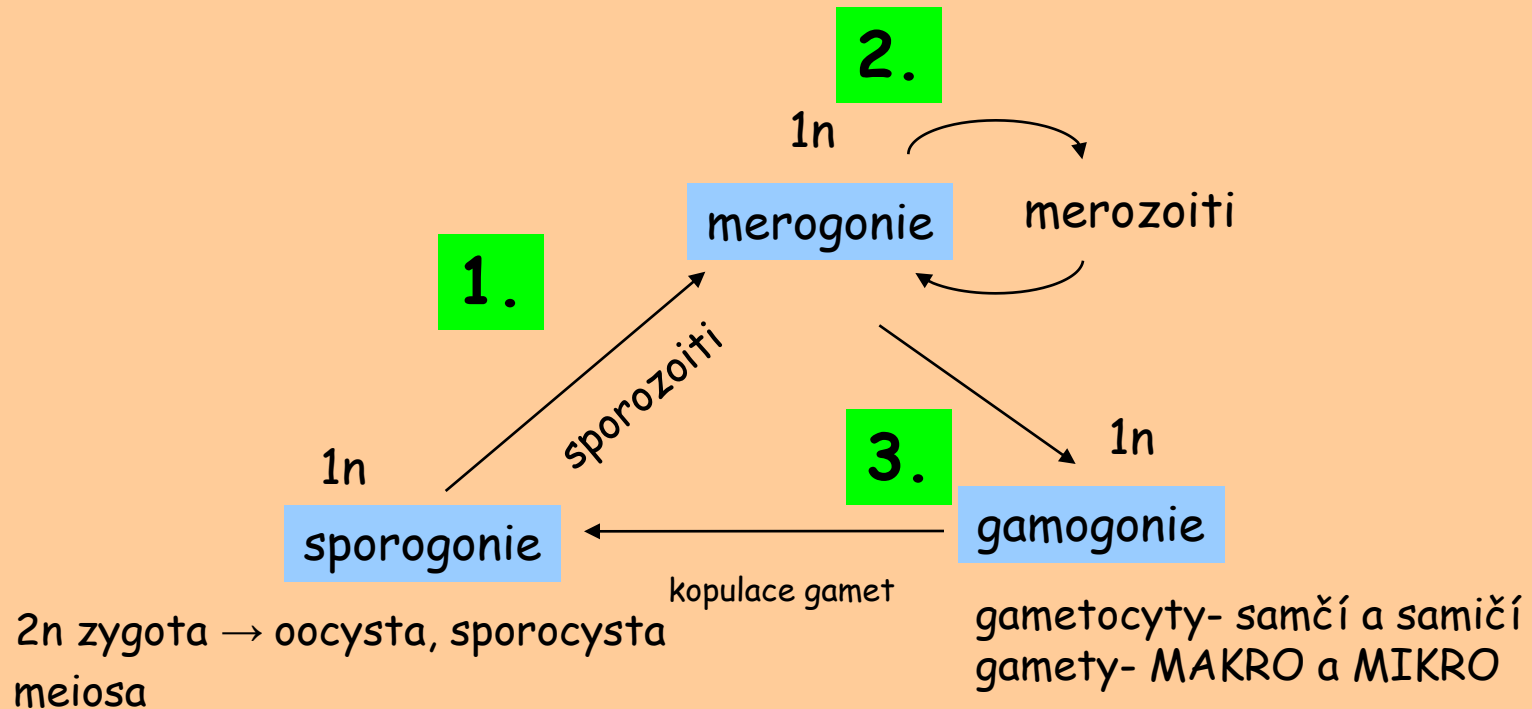


3. → parazit mění uspořádání cytoskeletu v hostitelské buňce, zabraňuje apoptóze
- vakuola se mění na parazitoform. vakuolu (růst. komůrku), kde se parazit množí
4. → po naplnění vakuoly exocytóza zoitů

PARAZITOFORNÍ VAKUOLA = membrána invalid. buňky → parazit ji modifikuje - vložení proteinů z roptrií a denzních granul → změna biochem. a Ag vlastností

Vývojový cyklus - 3 typy vývoj. fází (v 1 x více H)

1. SPOROZOIT vyhl. H buňku → průnik do parazitoformní vakuoly → MERONT → **2.** a) dělení jádra = **merogonie** → asex. množení b) dělení mnohjaderného merontu na MEROZOITY → do dalších buněk (různé kolonie, mohou být odlišné), několik. opakování. **3.** **gamogonie** - merozoiti se mění na nezralá sex. stádia - GAMETOCYTY (samčí a samičí) → následně ve zralá sex. stádia - MAKRO- a MIKROGAMETY → kopulace GAMET (začátek **sporogonie**) → ZYGOTA → obalení silným obalem → OOCYSTA (uvnitř se někdy tvoří další obal = SPOROCYSTA) → meioza (uvnitř oocysty) a buněčné dělení → SPOROZOITI



Apicomplexa - gamogonie- terminologie

1. **GAMONTOGAMIE** → gamonti = gametocyty
(nezral. sex. stadia)

2. **GAMETOGAMIE** → gamety (zralá sex. stadia)

a) mikrogamety (+/- 3 bičíky)



zygota

b) makrogamety

(pohyblivá - ookinet)

- isogamie x anisogamie

zygota



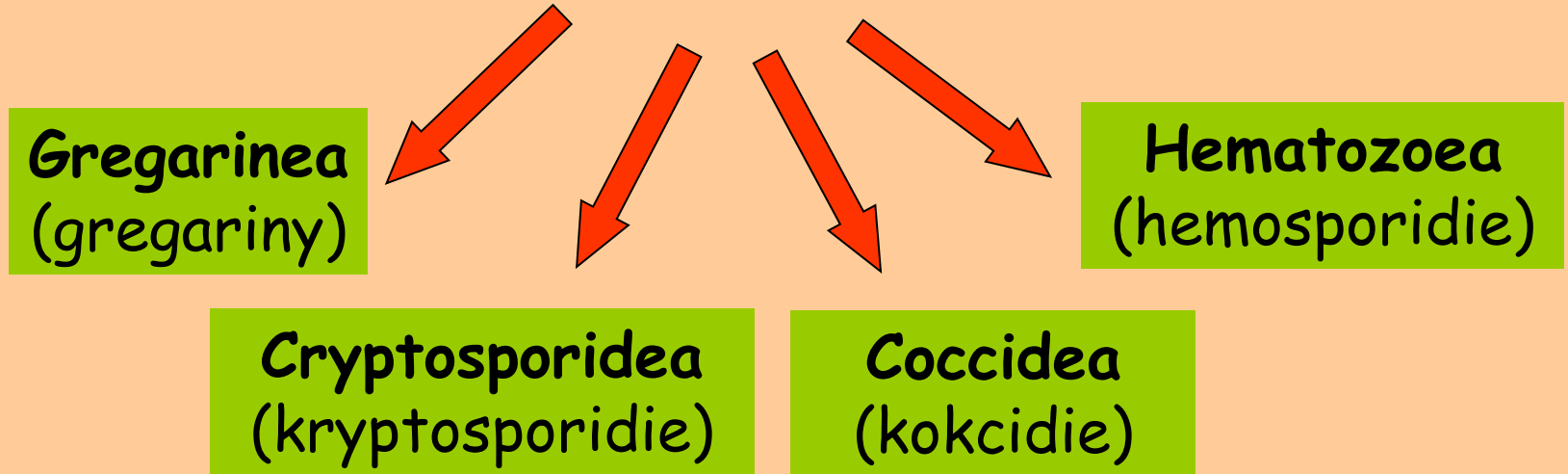
obalení silným obalem

oocysta - 1.) sporocysta se sporozoity

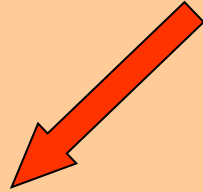
- 2.) sporocysty se sporozoity

Kmen Apicomplexa

- tvoří 4 velké skupiny (třídy) organismů



Kmen Apicomplexa



Gregarina (gregariny)



Hematozoa
(hemosporidie)



Coccidea
(kokcidie)



Cryptosporidea
(kryptosporidie)

1. ř. Archigregarinida

- zachovaná merogonie
- primitivní gregariny

2. ř. Eugregarinida

- schizogregariny

3. ř. Neogregarinida

- pravé = eugregariny

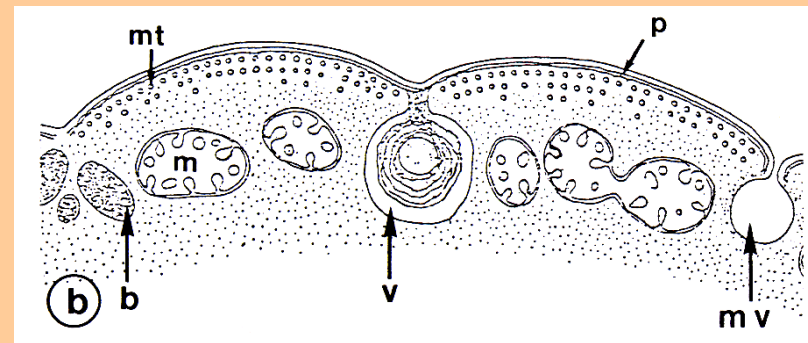
Třída: Gregarina (hromadinky)



- parazitují v TS x dutině bezobratlých
- většinou MONOXENNÍ paraziti
- **trofozoit** = obrovsky zvětšený sporozoit
 - dospělí trofozoiti = nejnápadnější stádium
 - a) zanořen přední částí do H buňky
 - b) úplně intracelulárně
 - přichycení: 1. MUKRON = přední část zoitu modifikovaná do váčku
 - 2. EPIMERIT = složitý přichyc. orgán
- relativně velké rozměry např. *Actinocephalus permagnus* až 1200 μm

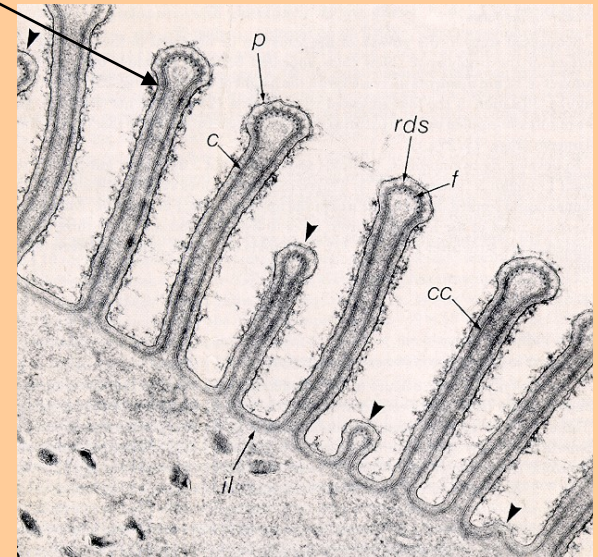
1. řád: Archigregarinida

- primitivní gregariny
- zachována merogonie
- paraziti trávicí trubice mořských bezobratlých (Polychaeta, Sipunculida, Enteropneusta)
- ve stádiu trofozoitu zachov. struktury apikálního komplexu (rhoptrie, konoid, subpelikulární mikrotubuly)
- pohyb trofozoitů - kývavý, stáčivý
- dělení jadra gamontů před encystací
- 4 sporozoiti ve sporocystě
- zástupce: *Selenidium pendula*



2. řád: Eugregarinida (eugregariny)

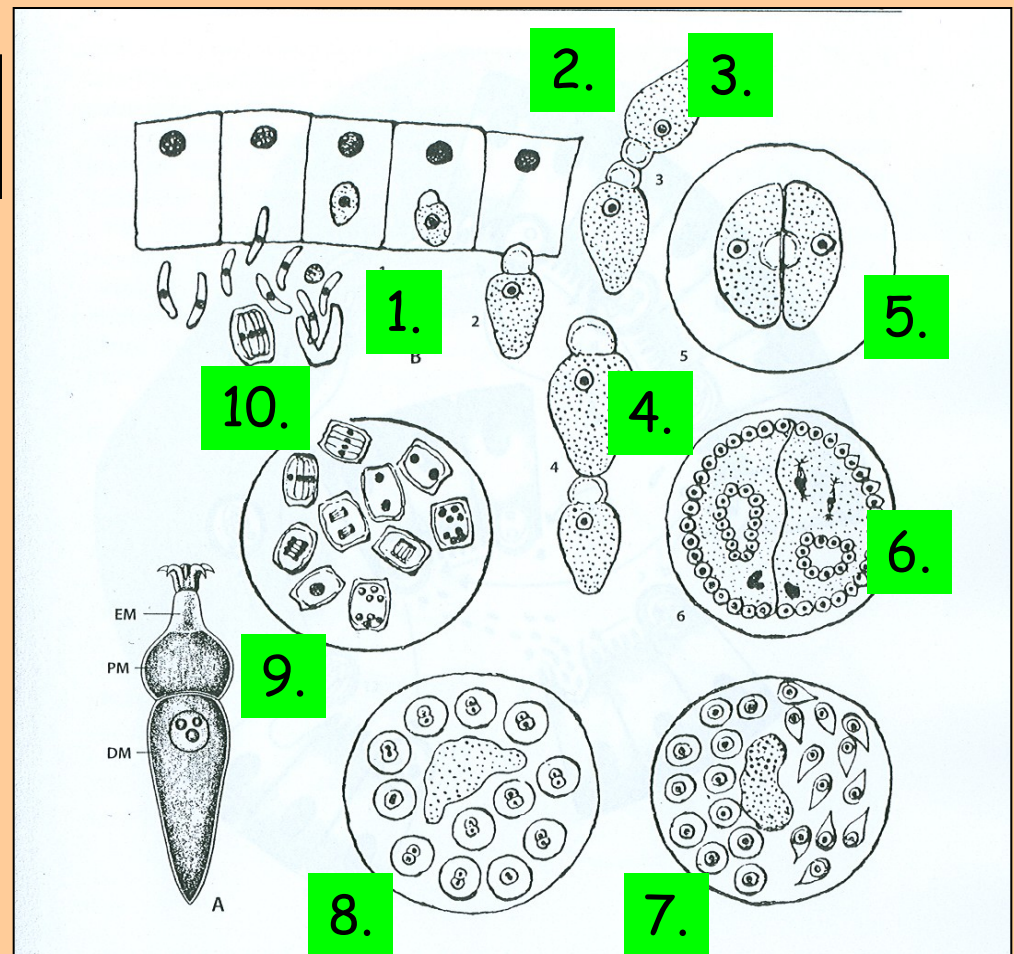
- nejpočetnější řád
- paraziti kroužkovců (Annelida), členovců (Arthropoda)
- SPOROZOIT částečně zanořený do buňky a přichycený mukronem x epimeritem → vyrůstá do velkého až makroskopického TROFOZOITU
- povrch buňky zvětšen podélnými žebry - výživa osmotrofní a pinocytózou
- není merogonie



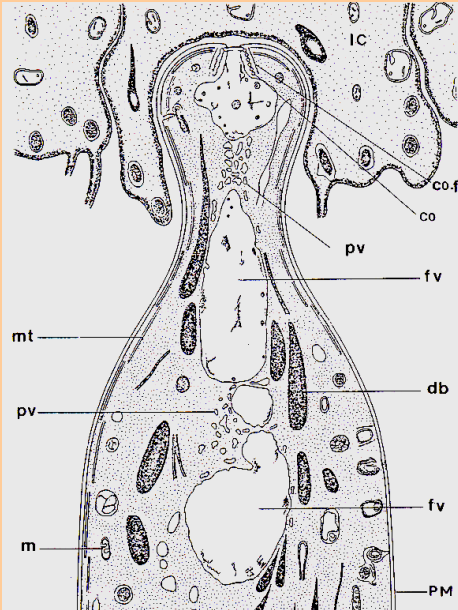
- 1. TROFOZOITI (zanoření do H buňky) vyrostlí ze SPOROZOITU → fázi růstu
- 2. opuštění H buňky → klouzavý pohyb v dutině tělních org. (nejč. střevo)
- 3., 4. uvolnění trofozoiti = GAMONTI (předsexuální stádia) → přikládání k sobě ve dvojicích = SYZIGIE → 5. encystace GAMONTŮ v GAMETOCYSTĚ → 6., 7. dělení gamontů → samčí a samičí gamety kopulují → 8. ZYGOTA → 9. meióza → každá zygota se mění na OOCYSTU s osmi SPOROZOITY → 10. v tráv. traktu H se OOCYSTA otevírá a vylézají SPOROZOITI

Eugregarinida

- životní cyklus a stavba buňky trofozoitu



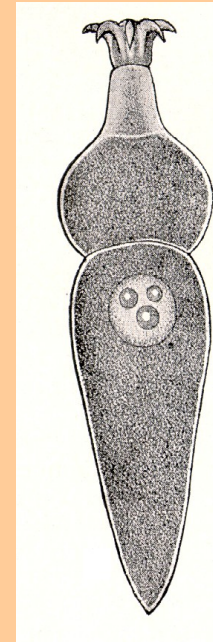
Aseptatina



mukron

⊕ mukron

Septatina



epimerit

protomerit

deutomerit

⊕ epimerit a septa
(trofozoit)

skupina Septatina

- hostitelsky a tkáňově specifické druhy

Gregarina cuneata

➤ střevo larev potemníka (*Tenebrio molitor*)



Fig. 19. *Gregarina cuneata*. Association. (Clopton, Percival and Janovy, 1991.)

Gregarina steini

➤ střevo larev potemníka (*Tenebrio molitor*)

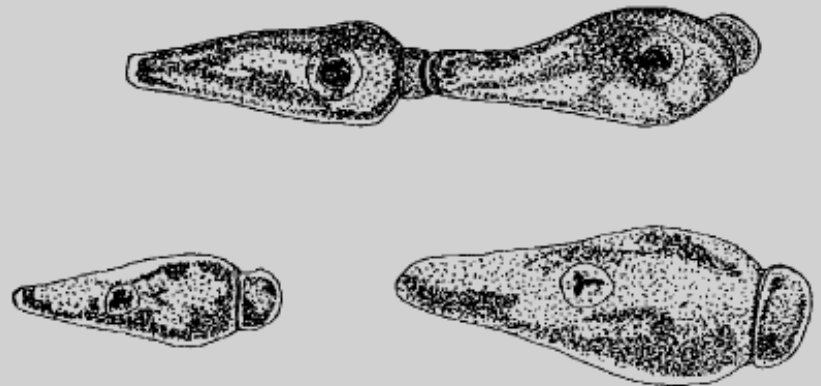
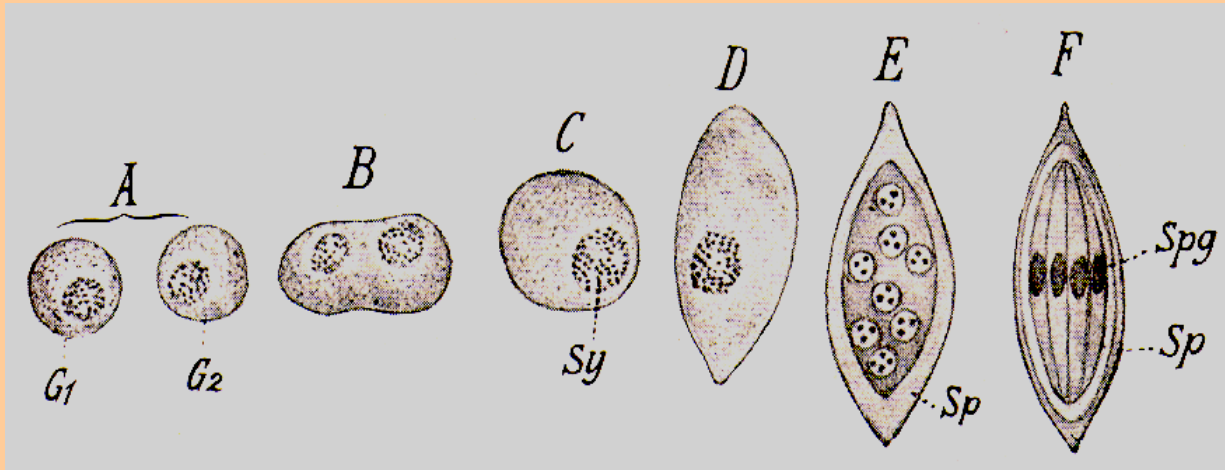


Fig. 23. *Gregarina steini*. Trophozoites and association. (Clopton, Percival and Janovy, 1991.)

skupina Aseptatina

Monocystis lumbrici

➤ cizopasník v semenných vâčcích dešť'ovek *Lumbricus terrestris*

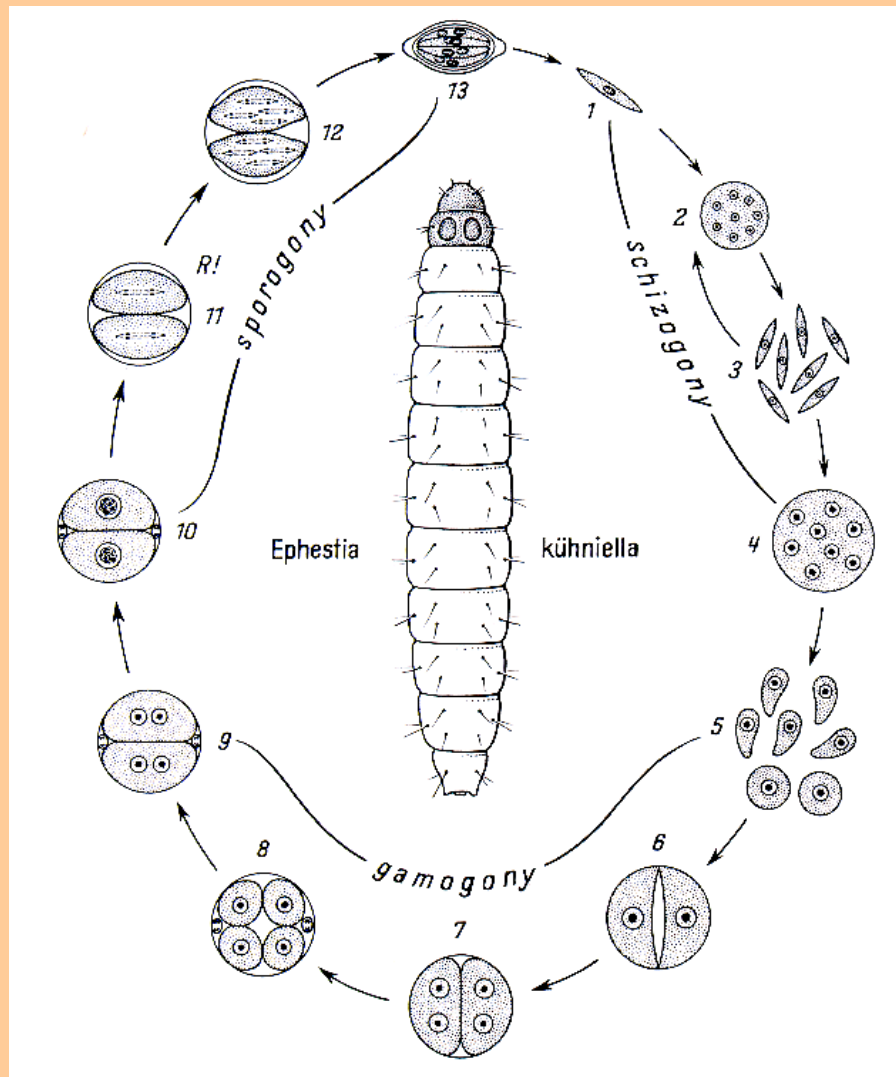


Lodičkovitá pseudonavicula - 8 sporozoitů

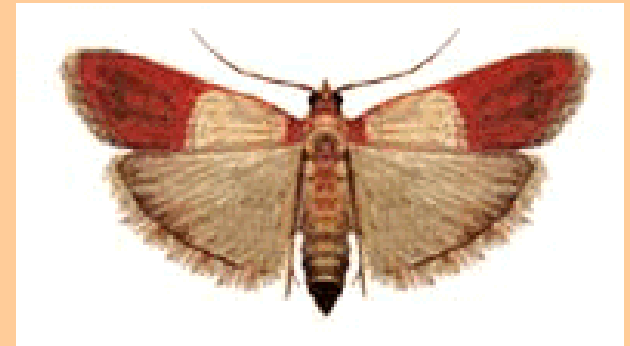
3. řád: Neogregarinida

- tvarem i způsobem života podobné eugregarinám (znaky gregarin i kokcidií)
- ale přítomná merogonie - velký TROFOZOIT (= veliký mnohoaderný meront) → rozpad na množství dceř. jedinců = MEROZOITŮ → opakování veget. části vývoje
- parazitují: a) epicelulárně (v TS)
b) intracelulárně (v tuk. tělese hmyzu)
- zástupci:
Schizocystis gregarinoides (na střev. epitelu larev tiplíků)
Mattesia dispersa (v buňkách tukového tělesa moučných molů a zavíječe paprikového)

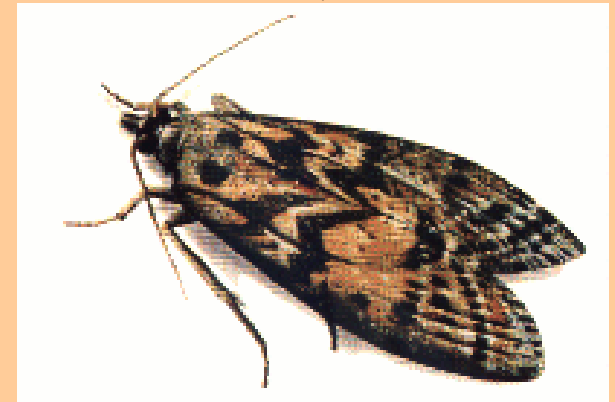
Mattesia dispora - vývojový cyklus



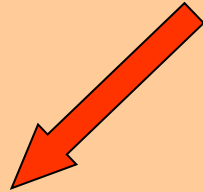
Plodia interpunctella
(zavíječ paprikový)



Ephestia kuehniella
(moučný mol)



Kmen Apicomplexa



Cryptosporidea
(kryptosporidie)

jediný rod: *Cryptosporidium*



Hematozoa
(hemosporidie)



Coccidea
(kokcidie)

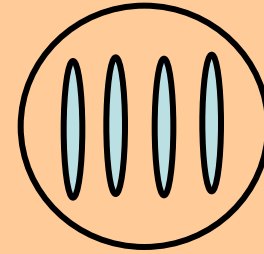


Gregarineae
(gregariny)

třída: *Cryptosporidea* (kryptosporidie)

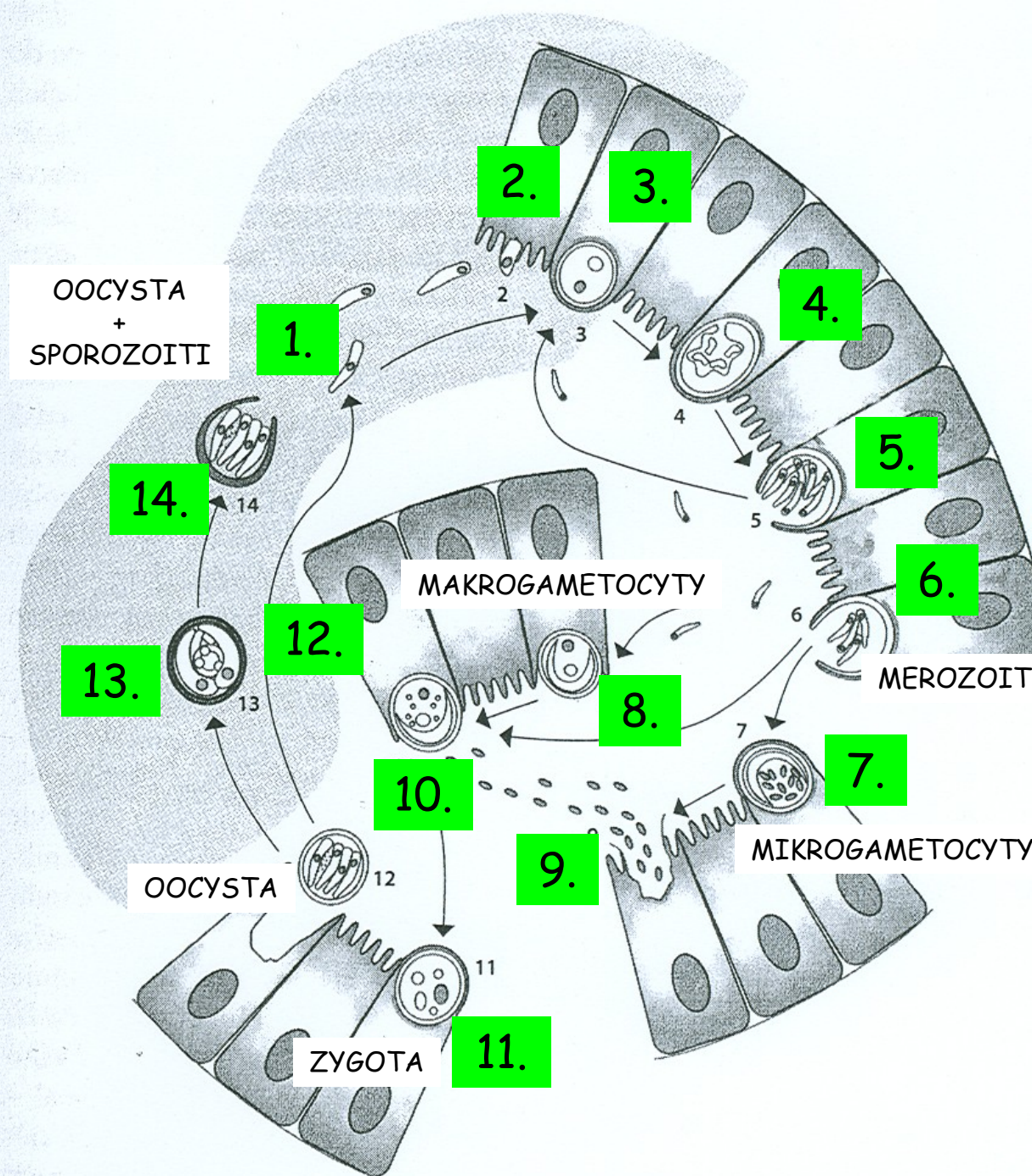
- vnitrobuněční parazité člověka i zvířat
- oportunní parazité (AIDS)
- bez mukronu či epimeritu
- přítomnost všech tří fází rozmnožování:
merogonie, gamogonie, sporogonie
- monoxenní cyklus
- různá host. specifita: v mikroklcích t. traktu a epitelu dých. cest, +/- výstelka žaludku → původci průjmových onemocnění savců a onem. dých. aparátu ptáků

- **oocysta** - velmi drobná
 - + 4 sporozoity (bez sporocyst)
 - část oocyst tenkostěnných
 - autoinfekce (ve střevě)



- lokalizace v buňce: a) intracelulární
 - b) extracytoplazmatická (obrůstání zoitu výběžky cytopl. membr. H buňky → tenkostěnný vakuol. útvar vyčnívající do dutiny invalid. orgánu- uvnitř pak merogonie)

1., 2. SPOROZOITI uvolnění z OOCYSTY vyhledávají povrch střevní sliznice hostitele - usídlení v mikroklicích 3.-5. první merogonie - vytv. parazitoformní vakuoly, růst merontu 6. během druhé merogonie vznikají 4 MEROZOITY, kt. zrají v MIKROGAMETOCYTY (7) a MAKROGAMETOCYTY (8), MIKROGAMETY (9) oplodní MAKROGAMETY (10). 11. ZYGOTY zrají v **tenkostěnné** OOCYSTY (12), zodpovědné za autoinfekce hostitele nebo v **silnostěnné** OOCYSTY (13), které uvolňují SPOROZOITY po pozření v tráv. traktu nového hostitele (14).



Validní druhy kryptosporidií

- ✓ *Cryptosporidium parvum* - savci, střevo
- ✓ *Cryptosporidium andersoni* - přežvýkavci, žaludek
- ✓ *Cryptosporidium baileyi* - ptáci, kloaka a bursa Fabricii
- ✓ *Cryptosporidium hominis* - člověk

- ✓ *Cryptosporidium meleagridis* - krůty, střevo
- ✓ *Cryptosporidium muris* - hlodavci, žaludek
- ✓ *Cryptosporidium nasonum* - ryby, střevo ??
- ✓ *Cryptosporidium saurophilum* - plazi, střevo
- ✓ *Cryptosporidium serpentis* - plazi, žaludek
- ✓ *Cryptosporidium wrairi* - morče, střevo
- ✓ *Cryptosporidium galli* - ptáci, žaludek
- ✓ *Cryptosporidium felis* - kočky, savci, člověk
- ✓ *Cryptosporidium canis* - pes, savci, člověk
- ✓ *Cryptosporidium molnari* - mořské ryby

Cryptosporidium parvum

- parazituje v zóně mikrokloků tlustého a tenkého střeva (myši, morčat, ovcí, skotu)
- také původce lidské kryptosporidiózy

Cryptosporidium hominis

- u člověka a prasat- hlavní původce kryptosporidiózy

C. muris

- na povrchu žalud. epitelu hlodavců

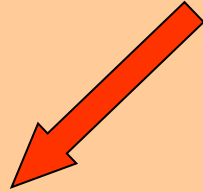
C. baileyi

- parazit dých. epitelu drůbeže

střevní nákaza:

- nekrvavé vodnaté průjmy (u jedinců s norm. fcí IS vymizí), u imunodeficitních jedinců (AIDS) - dehydratace až smrt
- významná je kryptosporidióza telat, u lidí se vyskytuje jako ojedinělé případy nebo větší či menší epidemie (u lidí, kt. jsou v kontaktu se skotem nebo pijících vodu s oocystami)
- *C. hominis* někdy až masové epidemie
- léčba není známá

Kmen Apicomplexa



Coccidea (kokcidie)



Hematozoa
(hemosporidie)



Cryptosporidea
(kryptosporidie)



Gregarineae
(gregariny)

ř. Adeleida - čel. ADELEIDAE
- čel. HEMOGREGARINIDAE

ř. Eimeriida - čel. EIMERIIDAE
- čel. TOXOPLASMATIDEA
- čel. SARCOCYSTIDAE

ř. Adeleida

1. čel. ADELEIDAE

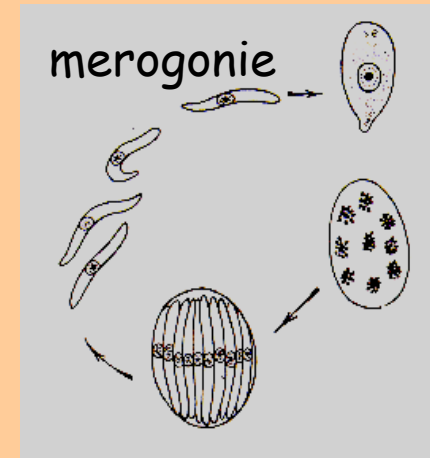
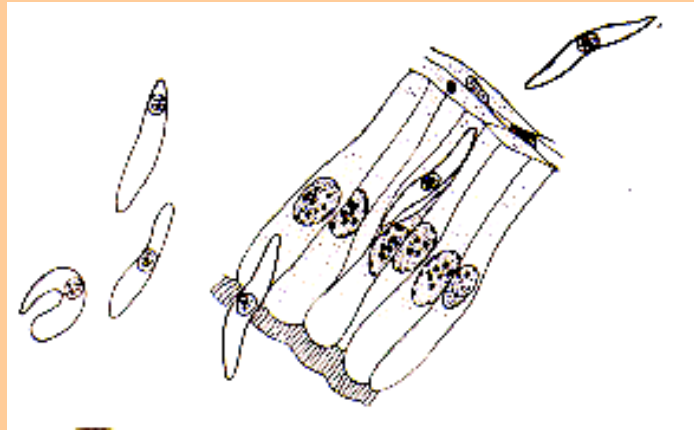
2. čel. HEMOGREGARINIDAE

- většina zástupců parazituje u bezobratlých (stonožky, kroužkovci, hmyz)
x někt. zástupci parazitují v obratlovcích a mají bezobr. jako přenašeče
- monoxenní
- gamogonii předchází syzygie
- malý počet MIKROGAMET (1-4) bez bičíku nebo s jedním
- uvnitř OOCYSTY velké množství SPOROOCYST (3-20) se 2 sporozoity

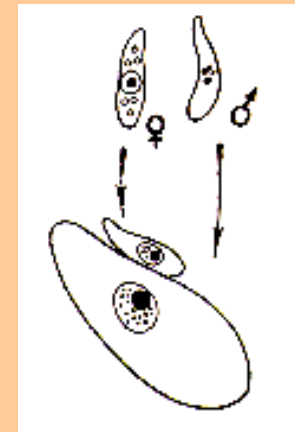
1. čel. ADELEIDAE

Adelina tribolli

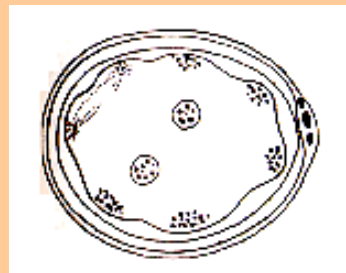
parazituje v tráv. traktu poterníka *Triboloum*



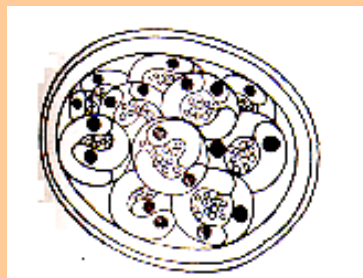
↓ gamogonie



syzygie



oocysta



sporogonie

2. čel: HAEMOGREGARINIDAE

- heteroxenní
- meziphostitel: obratlovec (obojživ., plazi, ptáci, ryby, savci)
- definitivní hostitel: bezobratlí (pijavky, roztoči, klíšťata, hmyz)

Hepatozoon canis

- merogonie ve slezině a kostní dřeni psů
- gamonti v leukocytech
- oocysta v tělní dutině klíštěte *Rhipicephalus sanguineus* (pes se nakazí sežráním klíštěte → horečky, hubnutí, anemie, zvětšená slezina a játra)
- veterinárně významný druh

ř. Eimeriida

1. čel. EIMERIIDAE

- ✓ nejpočetnější a druhově i rodově nejbohatší skupina
- ✓ 1- hostitelské kokcidie
- ✓ oocysty z hostitele nevysporulované
- ✓ otevírají se rozpuštěm. Stiedova tělíska

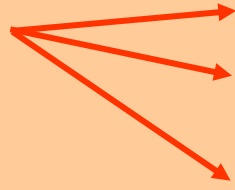
2. čel. TOXOPLASMATIDEA

- ✓ tendence k tvorbě extraintestiálních stádií
- ✓ uplatnění 2- hostitelsk. cyklu
- ✓ oocysty vycházejí nevysporulované
- ✓ sporocysty se otevírají rozpadem ve švech

3. čel. SARCOCYSTIDAE

- ✓ plně závislé na dvouhost. živ. cyklu
- ✓ karnivorie
- ✓ merogonie omezena na „kořist“
- ✓ gamogonie a sporogonie v „dravci“
- ✓ oocysty vycházejí z DH vysporulované
- ✓ sporocysty se otevírají rozpadem ve švech

ř. Eimeriida



1. čel. EIMERIIDAE
2. čel. TOXOPLASMATIDEA
3. čel. SARCOCYSTIDAE

- chybí syzygie gametocytů
- z MIKROGAMETOCYTU → velké množství MIKROGAMET
- +/- zvláštní rychlý typ merogonie- ENDODYGONIE
 - dva dceřinní merozoiti vznikají uvnitř mateřského MERONTU (má zachován apik. komplex)
 - merogonie se mohou opakovat (+/- konstantní počet opakování)
- mohou vznikat cystové útvary - typické pro vícehostitelské kokcidie

1. čel. EIMERIIDAE

- ✓ nejpočetnější a druhově i rodově nejbohatší skupina
- ✓ většinou parazité obratlovců
- ✓ 1- hostitelské kokcidie
- ✓ oocysty z hostitele nevysporulované
- ✓ otevírají se rozpuštěm. Středová tělíska

Isospora (2-4)

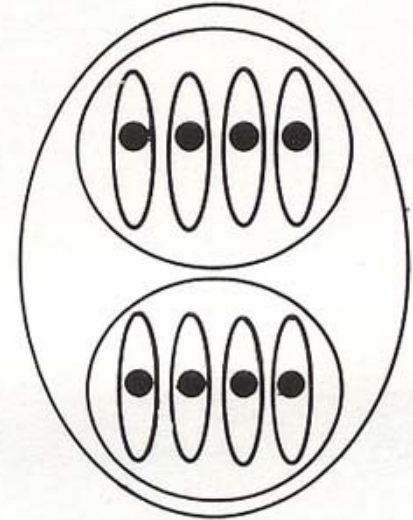
Rod:

a) *Eimeria* (4-2)

b) *Isospora* (2-4)

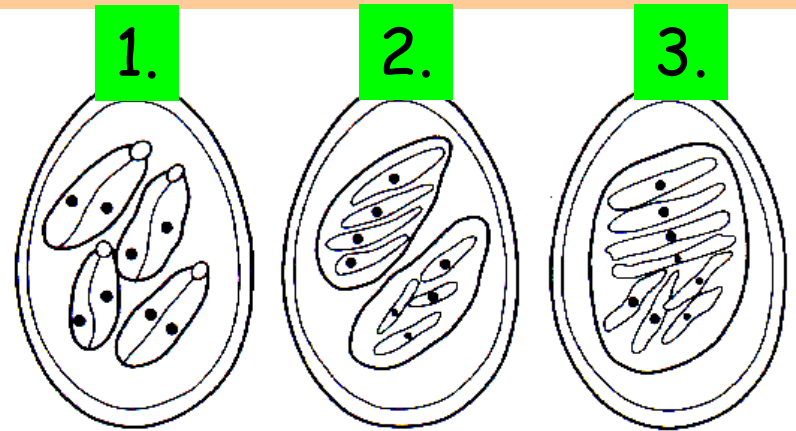
c) *Caryospora* (1-8)

Sporocysts: 2
Sporozoites: 8



Taxonomie:

- ✓ dle počtu sporocyst, sporozoitů
- ✓ morf. cyst
- ✓ tkáň. a orgánová specifita
- ✓ typ hostitele
- ✓ VC



Eimeria

Isospora
Toxoplasma
Sarcocystis

Caryospora

Morfologie vysporulovaných oocyst

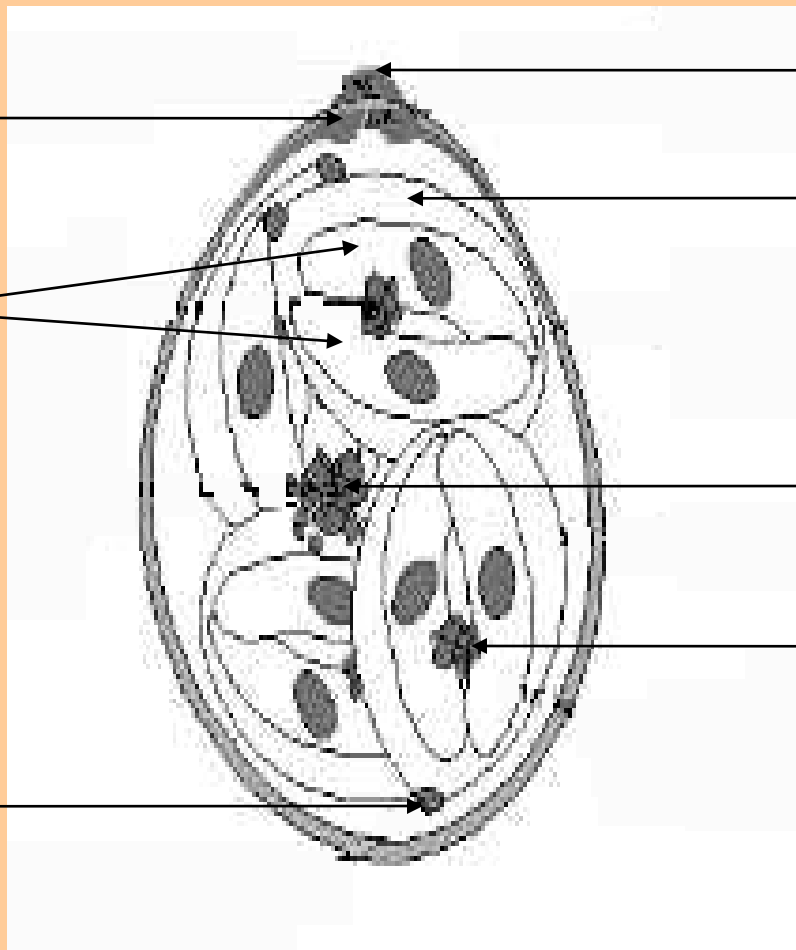
mikropyle

= otvor na vrcholku
oocysty

sporozoiti

Stiedovo tělísko

= zátka v podobě čepičky
na vrcholku sporocysty



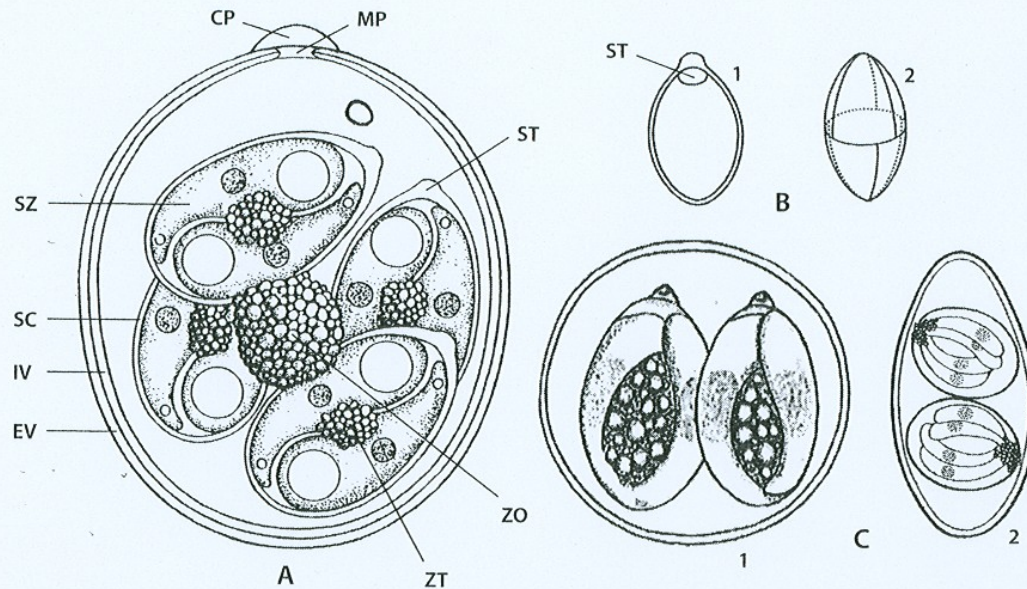
pólová čepička

sporocysta

**zbytkové těleso
oocysty**

**zbytkové těleso
sporocysty**

rod Eimeria



Obr. 2–19 Apicomplexa. Oocysty kokcií. A – oocysta rodu *Eimeria*. Stěna oocysty je dvouvrstevná (EV – vnější vrstva, IV – vnitřní vrstva), otvor na jejím vrcholku, tzv. mikropyle (MP), je kryt čepičkou (CP). Během sporogonie se obsah oocysty diferencuje ve čtyři sporocysty (SC), každá se dvěma jednojadernými sporozoity (SZ) a Stiedovým tělískem (ST), místem, kudy při excystaci sporozoiti vylézají. Zbytková cytoplazma po diferenciaci sporocyst a sporozoitů představuje zbytkové těleso v oocystě (ZO) a sporocystě (ZT). B – otevírání sporocyst kokcií isosporového typu: 1 – typické jednohostitelské isospory se otevírají rozpuštěním Stiedova tělíska (ST), 2 – u dvouhostitelských kokcií či kokcií s dvouhostitelskou tendencí se sporocysta otevírá rozpadem švů. C – oocysty lidských kokcií: 1 – *Cyclospora cayentanensis*, 2 – *Isospora belli* (A dle Levine, 1985, upraveno; B dle Modrý, 2006, upraveno; C1 dle Lainson, 2005, upraveno; C2 dle Bednář a kol., 1994, upraveno).

- oocysty: vejčité + 4 x sporocysta + Stiedova tělíska
- sporocysta + 2 sporozoiti
- ekonomicky významní parazité domácích zvířat

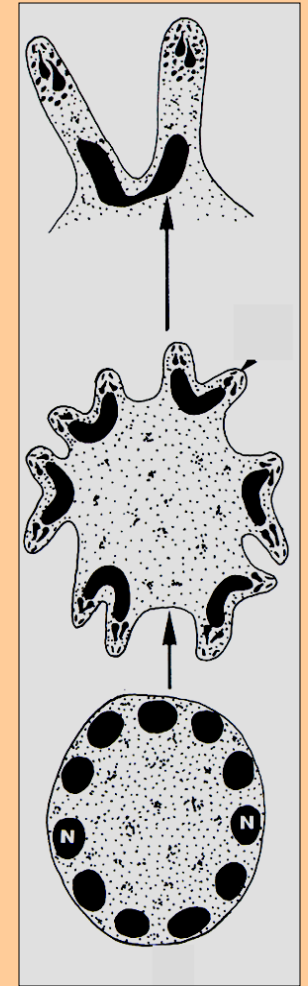
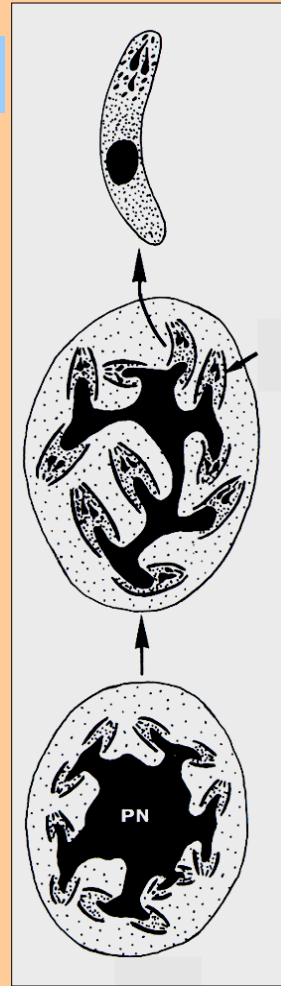
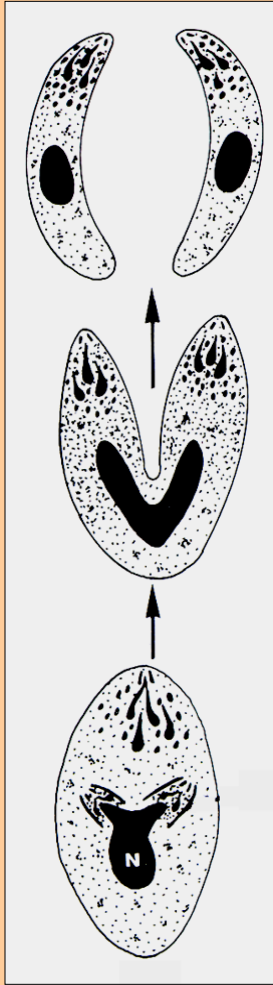
Merogonie

endodyogonie

endopolygonie

EKTOMEROGONIE

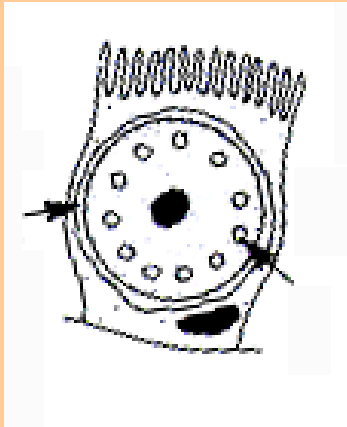
ENDOMEROGONIE



= zvl. zrychlený typ merogonie (dva dceřinní merozoiti vznikají uvnitř mateř. merontu)

Gamogonie

MAKROGAMETOCYT (makrogamont) -

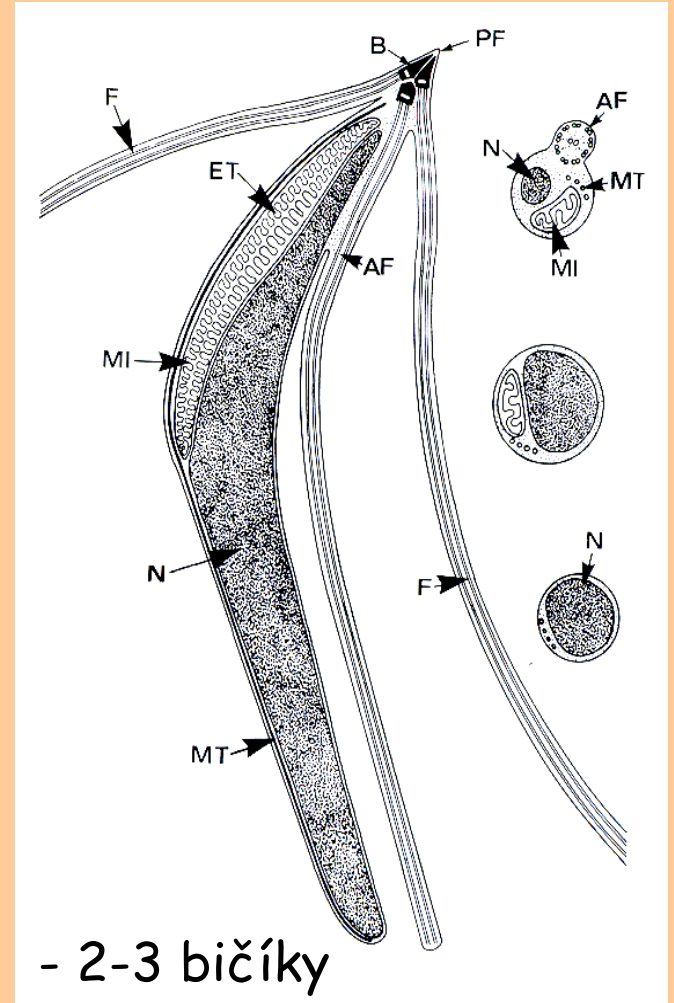


- 1 jádro



vznik
zygoty

MIKROGAMETOCYT (mikrogamont) -



- 2-3 bičíky

Kokcidie u kura domácího- popsáno 9 druhů

Eimeria - „žebříček patogenity“

1. *Eimeria necatrix* - tenké střevo
2. *Eimeria tenella* - céka
3. *Eimeria maxima* - tenké střevo
4. *Eimeria brunetti* - tenké střevo, céka, rektum
5. *Eimeria mitis* - tenké střevo, céka, rektum
6. *Eimeria acervulina* (*E. mivati* ??) - duodenum
7. *Eimeria. praecox* (*E. hagani* ??) - duodenum

- velký rozmnožovací potenciál (1 pozřená oocysta → 2 merogonální generace až 1 mil. oocyst)

Lokalizace vývojového cyklu/patologických změn ve střevě

E. tenella



E. necatrix



E. acervulina



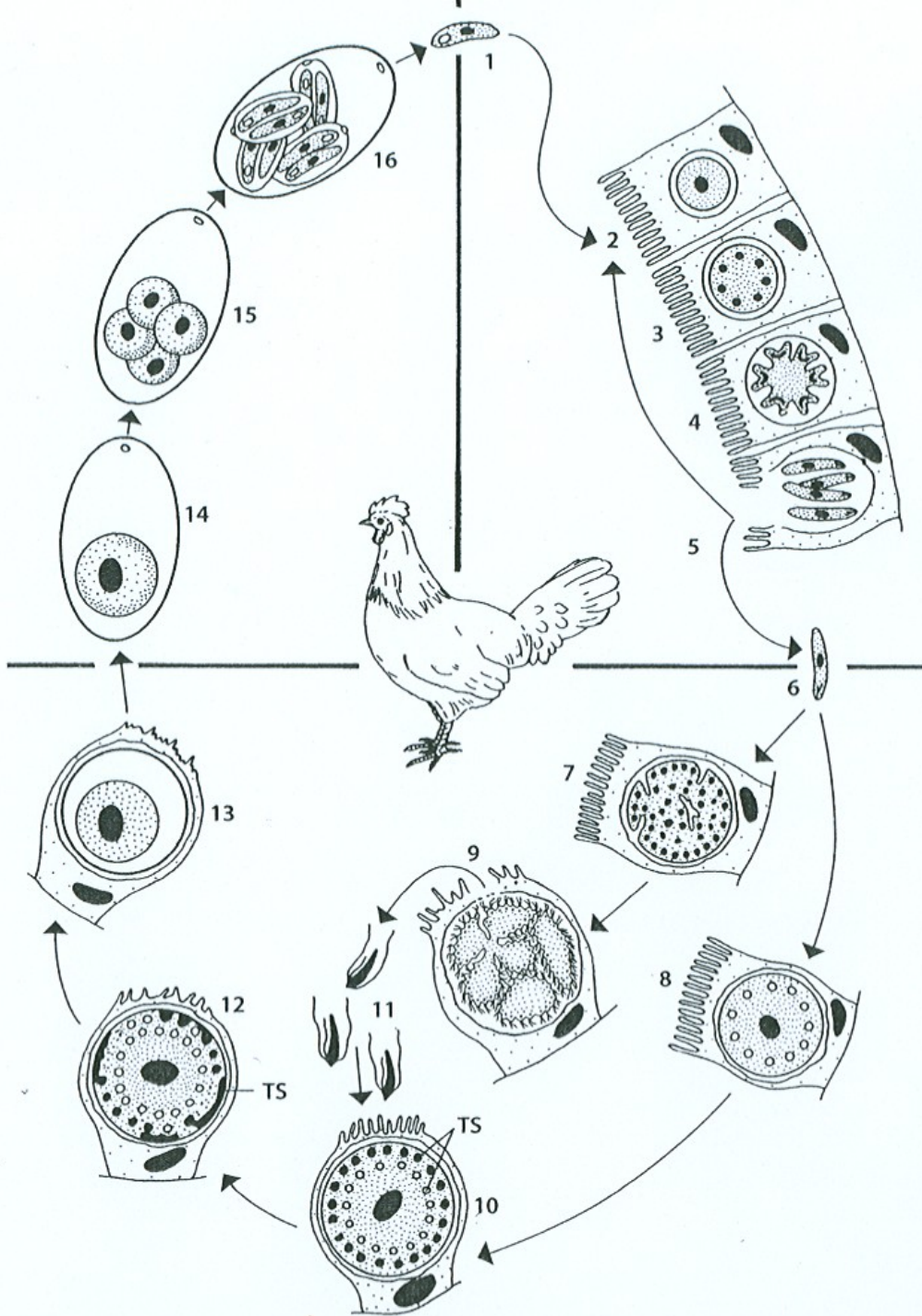
E. maxima



E. tenella

- 3 merogoniální generace v epitelu a submukóze slep. střev
- vysoce patogenní → krvavý zánět slepých střev i úhyn

Obr. 2–20 Apicomplexa. Vývojový cyklus kokcií rodu *Eimeria*. 1 – sporozoit uniklý ze sporocysty a oocysty vniká do hostitelské buňky, 2 – vytváří se parazitoformní vakuola, 3 – sporozoit roste, mění se v mnohojaderný meront, 4, 5 – ten se dělí na řadu merozoitů, které buď opakují merogonii, nebo se po vniknutí do dalších buněk (6) mění na mnohojaderný samčí (7) nebo jednojaderný samičí (8) gametocyt, 9 – samčí gametocyty zrají a uvolněné samčí gamety (11) oplozují samičí gametu (10), 12 – zygota se obaluje silnou stěnou, 13 – mění se v oocystu, 14 – oocysta je vyloučena z hostitele do prostředí s kyslíkem, dochází ke sporulaci (meióze), 15 – v oocystě vznikají čtyři buňky, 16 – každá zraje ve sporocystu se dvěma sporozoity. TS – tělíčka, ze kterých se vytváří stěna oocysty (dle Mehlhorn, 1988, upraveno).



Kokcidie u králíka- popsáno 11 druhů

Eimeria - „žebříček patogenity“

1. *Eimeria intestinalis* - jejunum, cékum, kolon
2. *Eimeria flavescens* - jejunum, cékum, kolon
3. *Eimeria stiedai* - epitel žlučovýchvodů → vyjímka
4. *Eimeria magna* - jejunum, cékum, kolon
5. *Eimeria irresidua* - jejunum, ileum
6. *Eimeria media* - jejunum, ileum
7. *Eimeria piriformis* - jejunum, ileum
8. *Eimeria vej dovski* - jejunum, ileum
9. *Eimeria coecicola* - cékum
10. *Eimeria exigua* - ileum
11. *Eimeria perforans* - duodenum

příčinou
hromadného
hynutí králíčat
po odstavu

Kokcidie prasat- popsáno 7 druhů

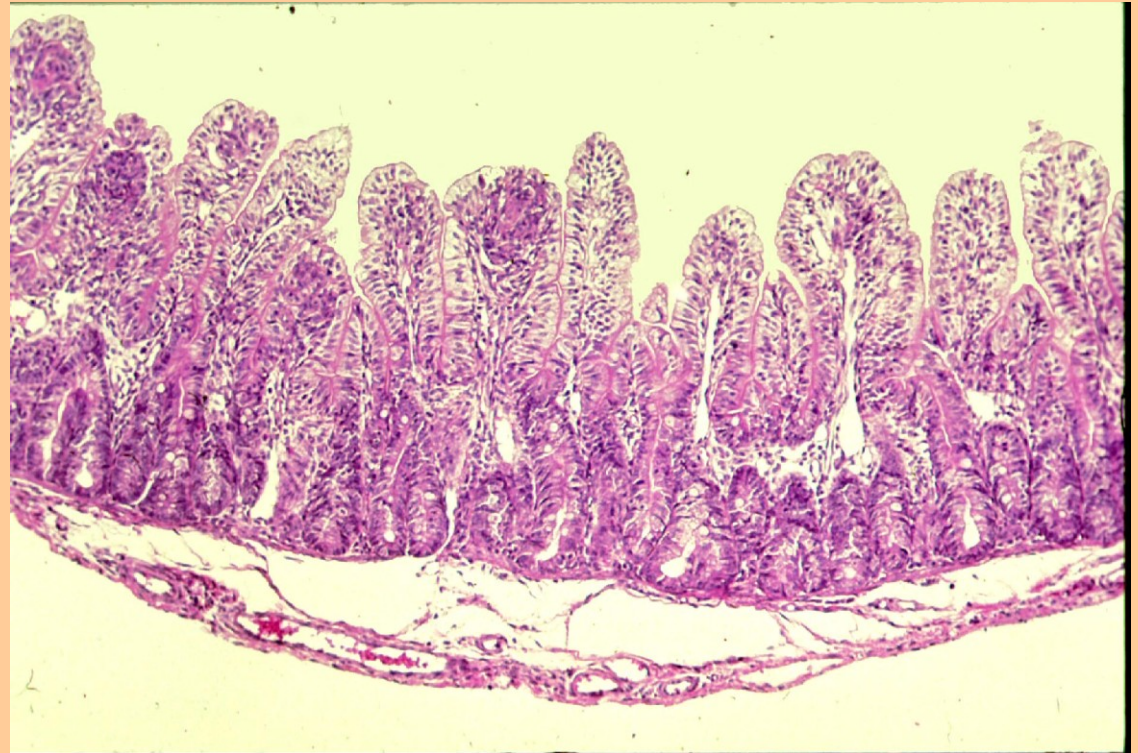
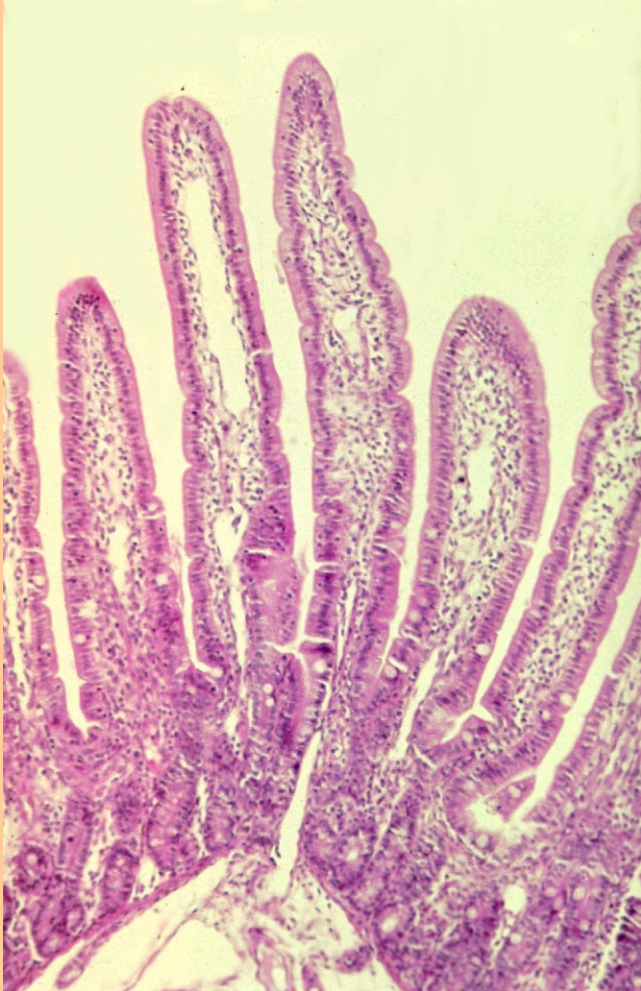
Eimeria - „žebříček patogenity“

1. *Eimeria scabra* - tenké střevo
2. *Eimeria polita* - tenké střevo
3. *Eimeria deblickei* - v epitelu před. č. tenkého střeva, patogenní pro selata
4. *Eimeria spinosa* - tenké střevo
5. *Eimeria neodeblickei* - tenké střevo
6. *Eimeria porci* - ?
7. *Eimeria suis* - ?

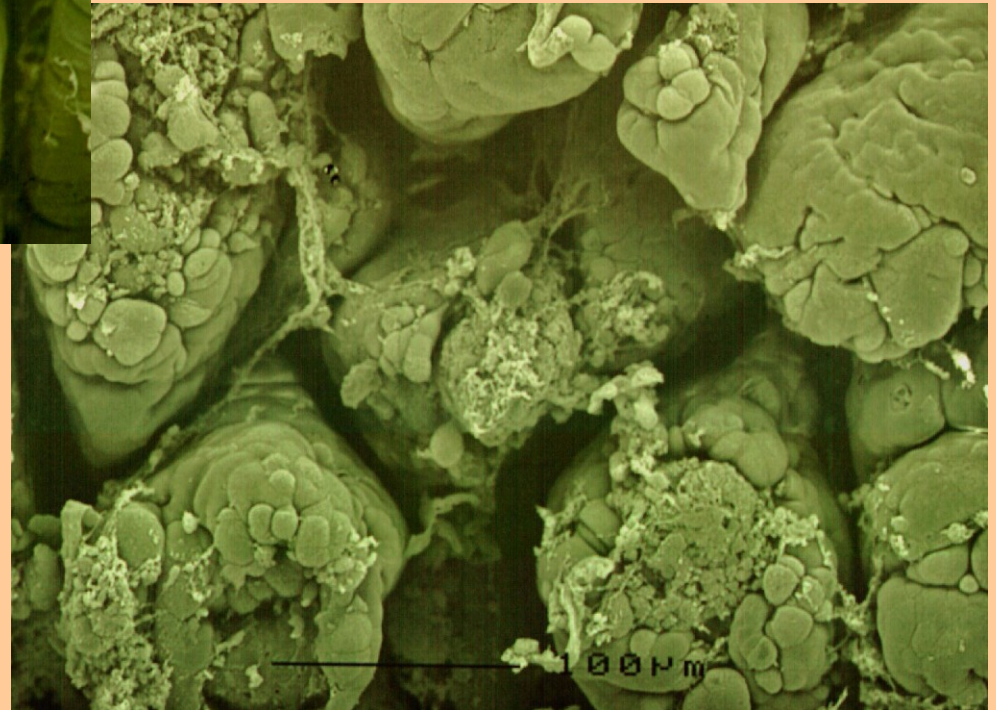
Kokcidie skotu- popsáno 14 druhů

např. *E. zuernii*- epitel tlustého, tenkého i slepého střeva

Kokcidióza sajících selat - atrofie klků



Kokcidióza sajících selat - SEM



Kokcidióza koz



rod Isospora

- 2 x oocysta + Stied. Tělíska
- sporocysta + 4 sporozoiti
- oocysty vycházejí s trusem nevysporulované
- často paraziti ptáků
- rozpor mezi konvenční klasifikací a molekulární fylogenetikou:
 - čel. Toxoplasmatidae a Sarcocystidae mají také oocysty typu **isospora**, ale sporocysty nemají Steidova tělíska!!!
(otevírání rozpadem švů)

Kokcidie u masožravců

Pes - popsány 3 (5) druhy (-ů) rodu *Isospora*

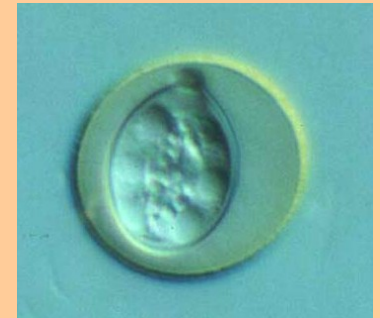
- *Isospora canis*
- *Isospora ohioensis*
- *Isospora burrowsi*
- dormozoity (hypnozoit) - hlodavci jako parateničtí hostitelé
- původci krátkodobých průjmů u štěňat
- *Neospora/Hammondia*

Kočka - popsány 2 (5) druhy (-ů) rodu *Isospora*

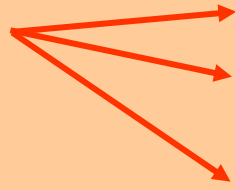
- podobná morfologie oocyst jako u *Canis*, rozdílné druhy
- *Isospora canis*
- *Isospora rivolta*
- dormozoity (hypnozoit) - hlodavci jako parateničtí hostitelé
- původci krátkodobých průjmů u koťat
- *Toxoplasma/Hammondia*

rod *Caryospora*

- v oocystě jedna sporocysta s 8 sporozoity
- parazité plazů a dravců
- kolem 70 popsaných druhů
- většina monoxenní
- *Caryospora bigenetica* a *C. simplex* - fakultativně heteroxenní
- primární a sekundární hostitel
- v sekundárním hostiteli klidová stádia - karyocysty
- dermatní kokcidióza
- potenciální zoonóza



ř. Eimeriida



1. čel. EIMERIIDAE
2. čel. TOXOPLASMATIDEA
3. čel. SARCOCYSTIDAE

2. čel. TOXOPLASMATIDEA

- ✓ tendence k tvorbě extraintestiálních stádií
- ✓ uplatnění 2- hostitelsk. cyklu
- ✓ oocysty vycházejí nevysporulované
- ✓ sporocysty se otevírají rozpadem ve švech

- zástupci mají oocysty typu **isospora**
- příslušnost k čeledi dána spíše fylogeneticky - velmi variabilní živ. cykly
- často přítomnost paratenického (transportního hostitele)
- +/- fakultativně až obligátně heteroxenní (dixenní)
- na jednom konci živ. spektra- SPOROZOITI (uvolň. z oocyst a sporocyt) jsou přímo infekční pro hostitele
- na druhém konci-definitivní hostitel se nakazí pouze stádií z meziphostitele (x někdy z paratenického hostitele)

1) v nejjednodušším případě (jako u monoxenních kokcidií):

- sporozoiti vnikají do střevních klků, kde se odehrává celý další vývoj (*Isospora suis*)

2) fakultativně dixenní isospory:

- někteří sporozoiti x merozoiti opouštějí střevo DH → dormantní cystová stadia (hypnozoiti) ve tkáních mimo střevo → možná reaktivace
- oocysta pozřena nespec. hostitelem → extraintestinální hypnozoiti (např. psí a kočičí isospory)
- partenický hostitel (neonemocní)- parazit v něm zůstává životaschopný několik let, není infekční pro dalšího paraten. hostitele

Isospora suis - oocysty

- způsobuje kokcidiózu novorozených selat
- jednohostitelský cyklus



Isospora felis

- kosmopolitní parazit kočkovitých šelem

Isospora belli

- lidská kokcidie (horní část tenkého střeva)

Kokcidióza sajících selat - klinické příznaky



Toxoplasma gondii

- střevní kokcidie koček (a kočkovitých šelem)
- velmi široké spektrum MH (všichni teplokrevní obratlovci = ubiquistní parazit)
- séroprevalence: 40-60% lidské populace
- v specifické protilátky v ČR přes 20% osob
- u MH může dojít ke generalizovanému onemocnění:
 - zvířata: aborty (ovce, kozy), smrt mlád'at po narození
 - u lidí kongenitální toxoplasmóza, encefalitidy u imunodeficitních pacientů
- „mistr imunologického boje“

tři typy infekčních vývojových stádií:

1. TACHYZOITY - tachos=rychlý, endodygonie, nepravé cysty
2. BRADYZOITY - brady=pomalý, endopolygonie, pravé cysty
3. SPOROZOITY - ve vysporulované oocystě

➤ možné způsoby přenosu:

- z DH na MH (např. DH: kočka - MH: člověk, myš, prase)
- z DH na DH (např. kočka - kočka)
- z MH na DH (např. MH: člověk, myš, prase - DH: kočka)
- z MH na MH

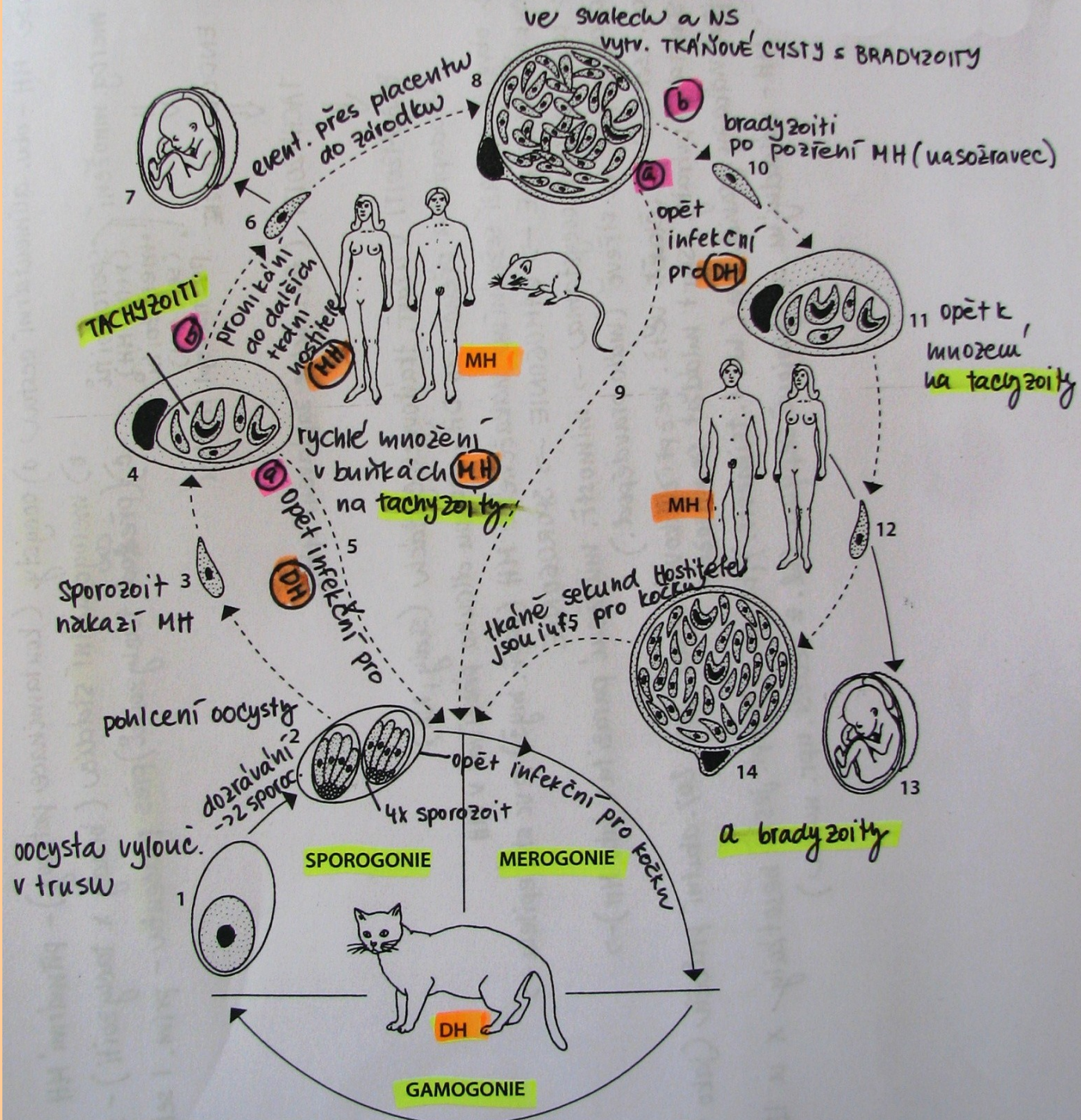
➤ fakultativně heteroxenní charakter *Toxoplasma gondii*:

- může se šířit bez DH
- může se šířit bez MH

Toxoplasma gondii je velmi úspěšným parazitem

- oocysty (velmi rezistentní) → s trusem kočky nevysporulované → sporulace (1-5 dní dle teploty)
- nákaza MH - alimentární cestou a) potrava s oocystami
b) maso s merogoniálním stádiem
- transplacentárně (přechod merozoitů)
- SPOROZOITI x MEROZOITI → do tkání mezipřehoditele
merogoniální množení parazita (endodygonie) → generace merozoitů = TACHYZOITI (fce: rychle zaplavení H parazitem)
- tento typ merogonie dochází: a) po infekci oocystami
b) po infekci merozoity (novým MH)
- po určité době v H pomalu se množící generace merozoitů = BRADIZOITI (uzavř. v tkáň. cystách-svaly, nerv. tkáň) s obsahem velk. množství zoitů
- BRADIZOITI - adaptace na přenos do DH, v MH přežívají dlouhou dobu
- DH = kočka se nakazí sežráním MH (např. myš) → několik cyklů merogonie → ve střevním epitelu gamogonie a tvorba cyst
- v DH parazit přežívá (ve střevě i mimo střevo) po celý život
- oocysty jsou DH vylučovány jen po urč. dobu (+/- se může vylučování obnovit)

1. z DH na MH
2. z DH na DH
3. z MH na DH
4. z MH na MH



člověk a Toxoplasmóza

- náhodným a vývojově slepým MH
- nákaza - nedost. tepelně upr. maso MH (většinou)
 - potrava kontaminovaná oocystami (kočky, myši)
- vyšetření před začátkem gravidity, pokud nemají Ab → respektování hyg. opatření ! a pravidelná serol. vyšetření
- pokud se v průběhu těhot.vyskytnou Ab → ihned zahájení léčby (sulfoamidy, antimalarikum pyrimethamin x antibiotiky)
- *T. gondii* - manipulace svého hostitele (ztráta strachu z DH x u člověka změna rysů chování a psychiky, vyšší reakční časy na podnět)

Výskyt *Toxoplasma gondii* u lidí

- celosvětově
- globálně 1/3 populace
- séroprevalence (0-100 %) ovlivněna především:
 - ✓ věkem sledovaných jedinců
 - ✓ geograficky
 - ✓ sociálně a sociologicky
 - ✓ stravovacími návyky sledovaných
 - ✓ použitými sérologickými metodami

Kongenitální toxoplazmóza

- pokud dojde k infekci *T. gondii* 4-6 měsíců před graviditou - protektivní imunita chrání před transplacentární (vertikální) infekcí plodu
- pokud dojde k infekci v průběhu gravidity - pomnožení tachyzoitů v placentě a následná infekce plodu
- nejrizikovějším obdobím je první trimestr
- incidence kongenitální toxoplazmózy 1-100 na 10 000 narozených dětí
- nejednotný názor na léčení kongenitální toxoplazmózy

Kongenitální toxoplazmóza



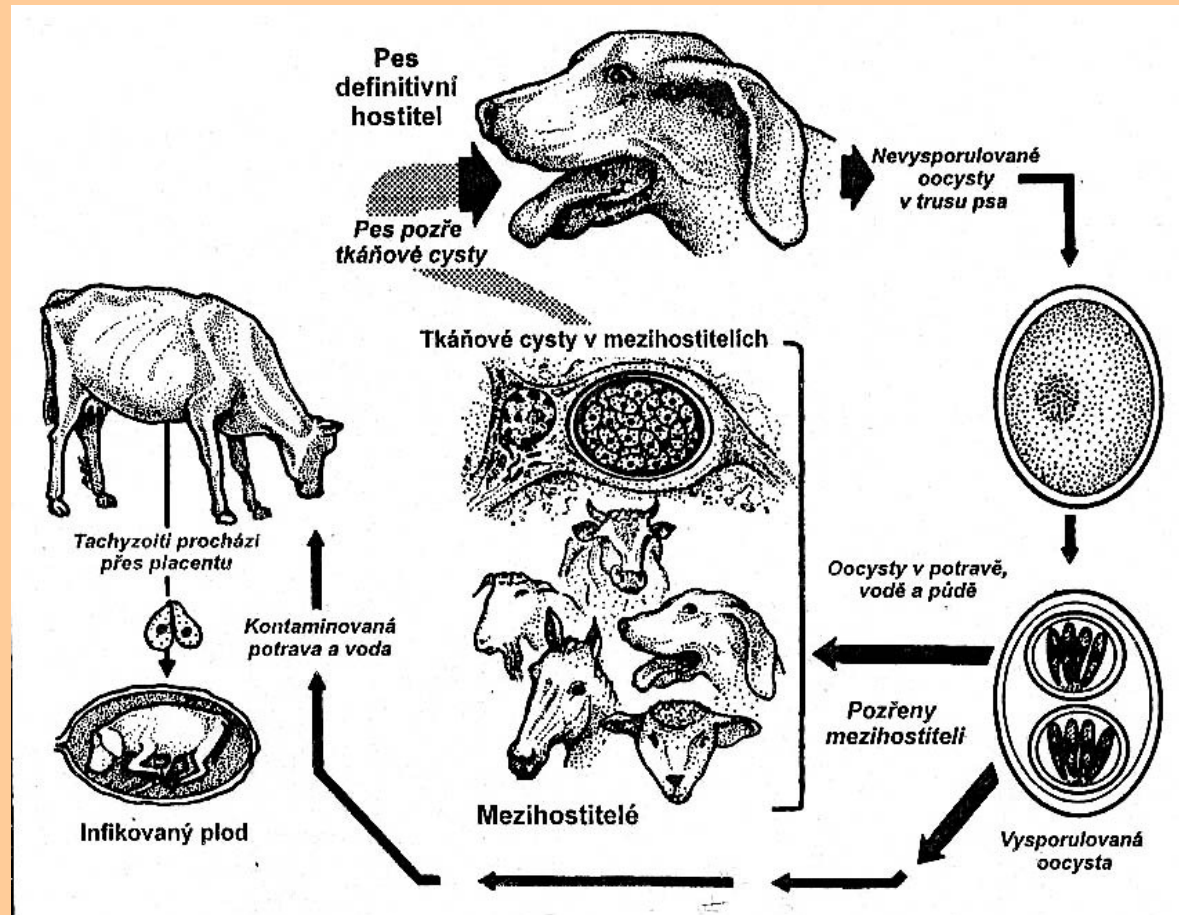
From Dubey JP, and Beattie CP. *Toxoplasmosis of animals and Man*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 52, 1988

Zdroje infekce *Toxoplasma gondii* z hlediska hygieny potravin

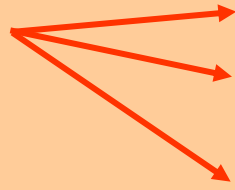
- tři infekční vývojová stádia:
 - tachyzoity
 - bradyzoity
 - sporozoity
- možnosti infekce člověka:
 - tachyzoity v mléce (od MH)
 - tkáňovými cystami s bradyzoity (od MH-nového)
 - oocystami se sporozoity (z DH)

Neospora caninum

- kokcidie blízká *T. gondii*
- DH je pes a psovité šelmy
- původcem neosporózy (potraty skotu, nerv. onem. kongenitálně nakažených štěňat)



ř. Eimeriida



1. čel. EIMERIIDAE
2. čel. TOXOPLASMATIDEA
3. čel. SARCOCYSTIDAE

3. čel. SARCOCYSTIDAE

- ✓ plně závislé na dvouhost. živ. cyklu
- ✓ karnivorie
- ✓ merogonie omezena na „kořist“
- ✓ gamogonie a sporogonie v „dravci“
- ✓ oocysty vycházejí z DH vysporulované
- ✓ sporocysty se otevírají rozpadem ve švech

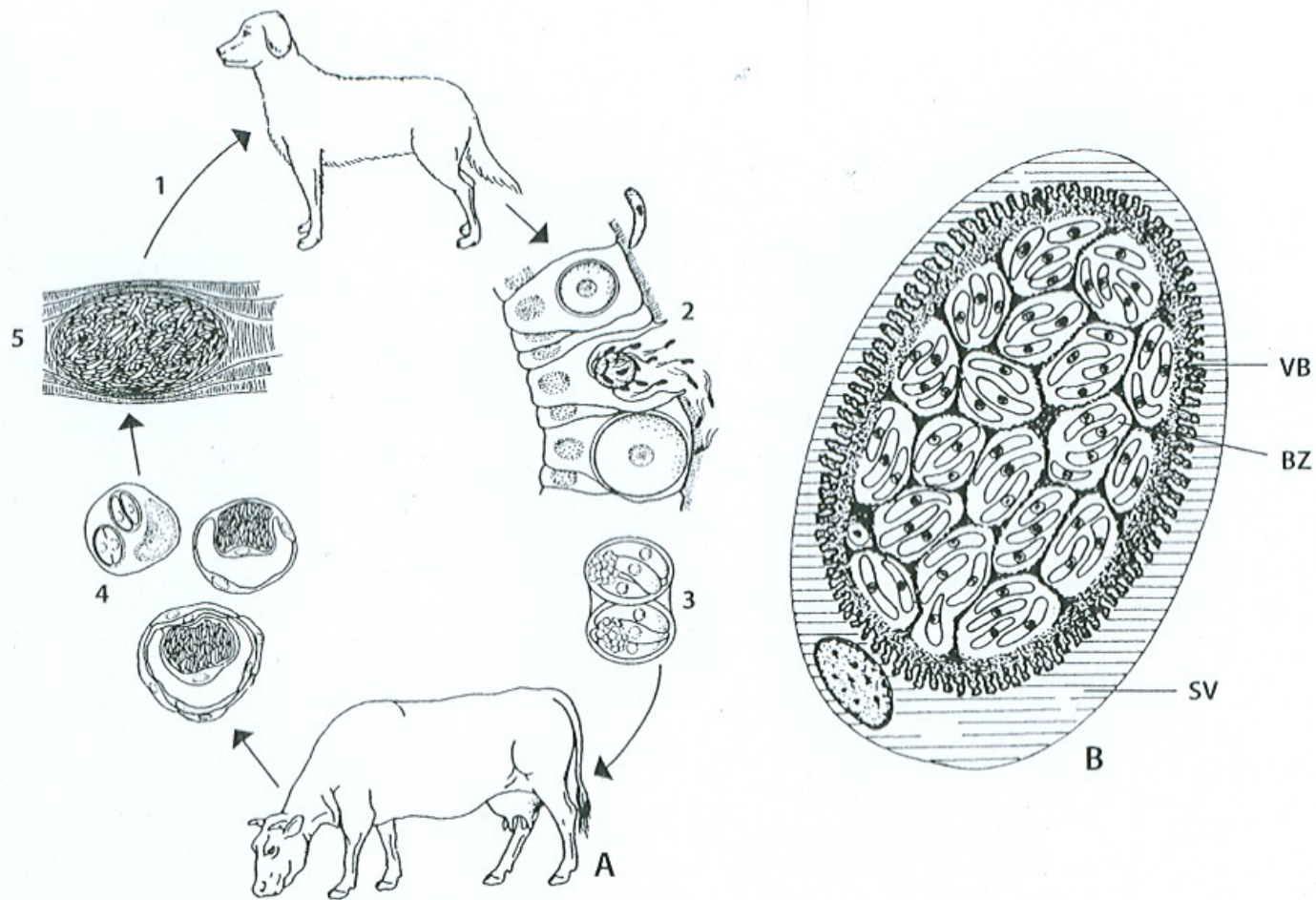
- DH: dravci; MH: kořist (hlodavci, ptáci, člověk)

➤ oocysty typu isospora

➤ člověk může ve vývoj. cyklu figurovat jako DH (*S. hominis* ze skotu, *S. sui hominis* z prasat)

VC:

- sporozoiti uvolnění z oo- a sporocyst → průnik do endotel. buněk krev. kapilár (MH) → merogonie → TACHYZOITI → do sval. buněk (případně do NS) → cysty se složitou stěnou = SARKOCYSTY (s výběžky) - až makroskopické s velkým množstvím banánovitých BRADYZOITŮ - infekční pro DH.
- nákaza DH: požitím cyst ve svalovině → BRADYZOITI vnikají do buněk střeva → tvorba GAMET (bez merogonie)
- oocysty a sporocysty nejsou infekční pro DH



Obr. 2–22 Apicomplexa, *Sarcocystis cruzi*. A – životní cyklus *S. cruzi*: 1 – pes se nakazí požitím svaloviny hovězího dobytka obsahující sarkocysty, bradyzoiti ze sarkocyst pronikají do buněk střevního epitelu, 2 – bez merogonie se tvoří gamety, 3 – zygoty se diferencují v oocysty, které vycházejí s trusem psa a kontaminují potravu býložravce, 4 – v endotelu býložravce probíhají tři merogoniální generace, 5 – následuje invaze svalů a tvorba sarkocyst. B – sarkocysta *S. cruzi* uvnitř svalového vlákna (SV) má stěnu s četnými výběžky (VB) a je vyplněna komůrkami s bradyzoity (BZ) (A dle Perkins a kol., 2000, upraveno; B dle Mehlhorn a Ruthmann, 1992, upraveno).

rod Sarcocystis

velké množ. zástupců:

Sarcocystis cruzi

➤ DH: pes

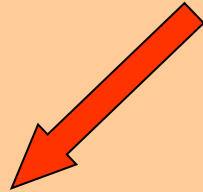
S. tenella

➤ ovce

S. mischeriana

➤ prasata

Kmen Apicomplexa



Hematozoa
(hemosporidie)

- 1. řád: Haemosporida
- 2. řád: Piroplasmida



Gregarina
(gregariny)



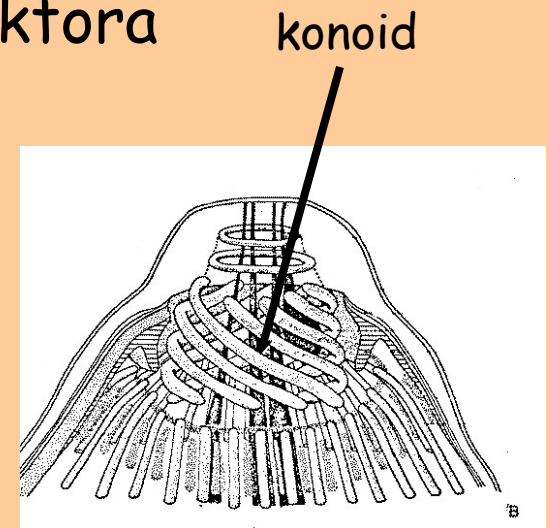
Coccidia
(kokcidie)



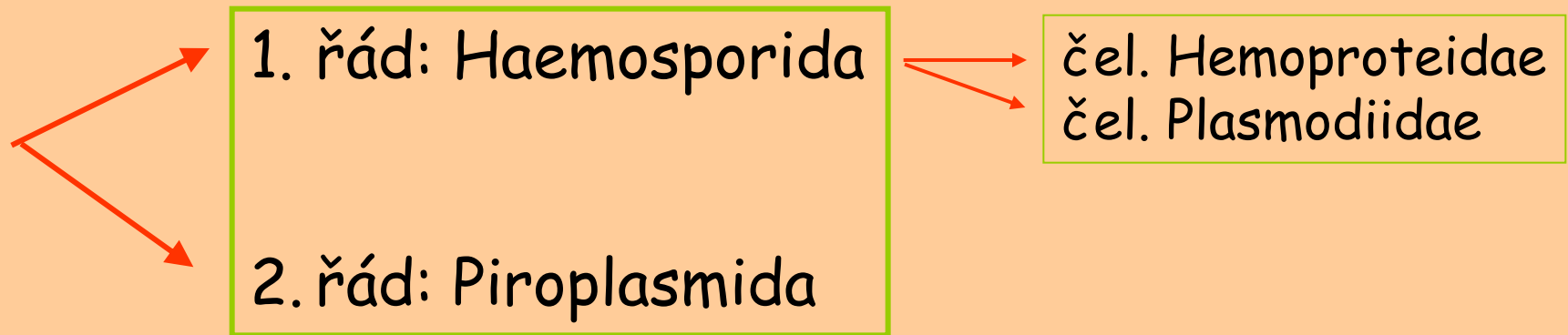
Cryptosporidia
(kryptosporidie)

Třída Hematozoa

- dixenní parazité (vektor/DH)
- merogonie v obratlovcí (ve vnitř org. případně v kr. buňkách)
- *GAMETOCYTY* se tv. v ERY (+/- LEU) obratlovců
- gamogonie a sporogonie ve členovcích
- *SPOROZOITI* inokulování se slinami vektora
- apikální komplex bez konoidu
- malý počet samčích mikrogamet
- pohyblivá zygota
- monofyletická skupina



Třída Hematozoa



Řád: Haemosporida

- třívrstevná membrána
- zygota = ookineta (pohyblivá, mění se v tenkostěnnou oocystu)

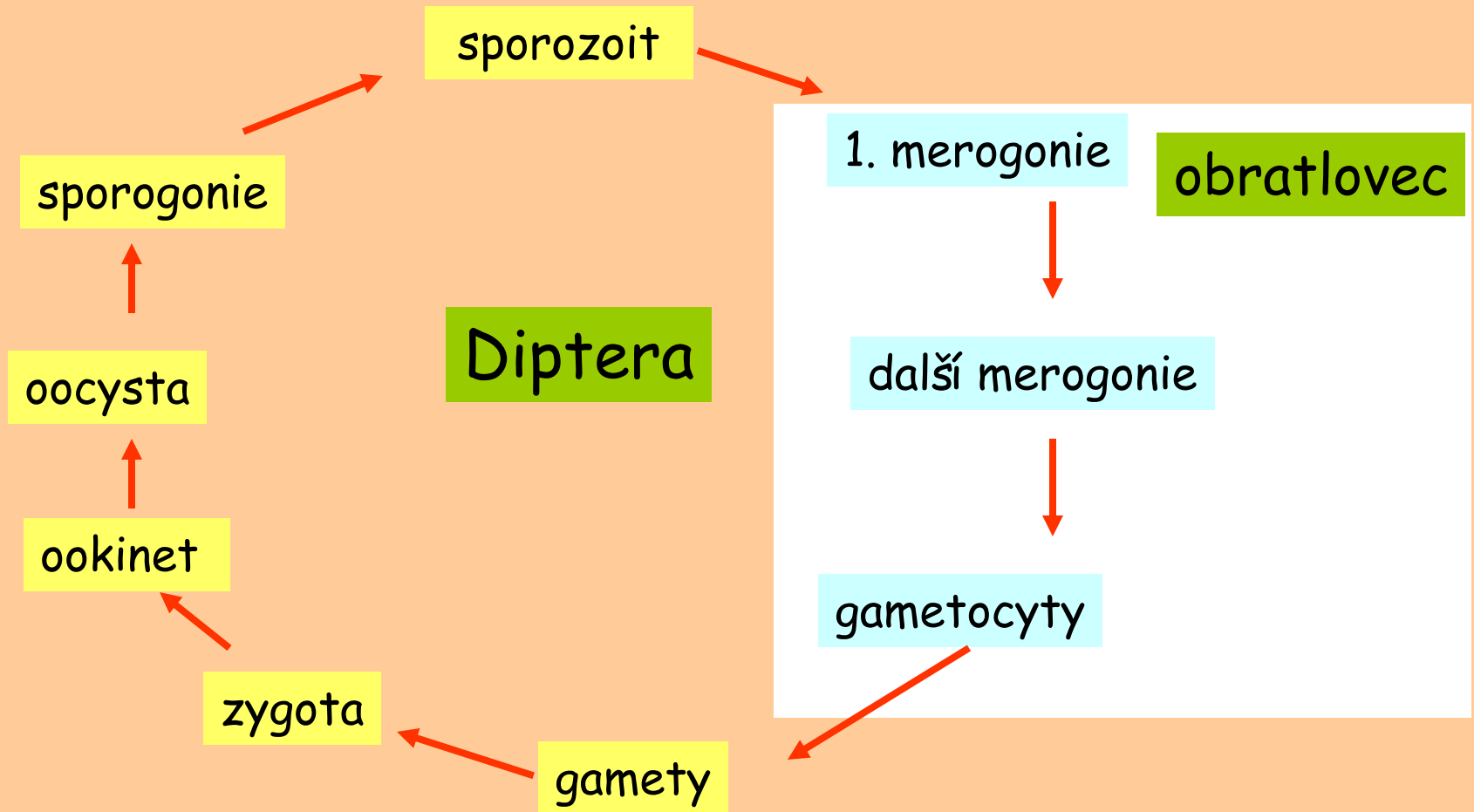
Řád: Piropasmida

- jednovrstevná plasmalema
- zygota = pohyblivé stádium - kinet (vermikula)
- netvoří oocystu, ale pohyblivé stádium je schopno množení

Řád: Haemosporida

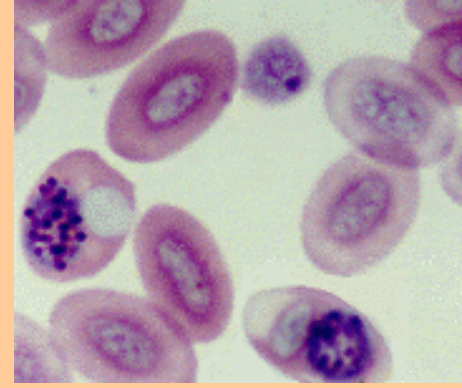
- sporozoiti do krve se slinami vektora (Diptera)
- 1. merogonie v endotel. buňkách útobních orgánů x buňkách parenchymu vnitř. orgánů
- +/- další merogonie v ERY
- tvorba gametocytů (gametocytogonie) v ERY (vyjmečně v LEU)
- ve vektorovi: transformace *GAMETOCYTŮ* v *GAMETY* → kopulace ve střevě vektora → *OOKINET* (pohyblivá buňka) → ze střevního lumenu do tkání → *OOCYSTA* ve střevní stěně (s velkým množstvím sporozoitů) - prasknutí cestování hemolymfou do slinných žláz vektora

Řád Haemosporida



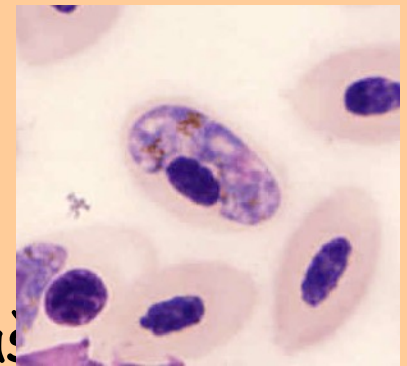
čel. Haemoproteidae

- paraziti ptáků, ještěrek, želv
- přenašeč: kloš, tiplík, muchnička
- merogonie v endotel. buňkách vnitř. orgánů



Rod *Haemoproteus*

- vývoj **GAMONTŮ** v erythrocytech
- merogonie neprobíhá v erythrocytech, ale v endotelu plicních kapilár ptáků
- gamogonie a sporogonie ve členovcích
- **GAMONTI**- dlouzí, obtáčejí jádro erythrocytu



Haemoproteus columbae

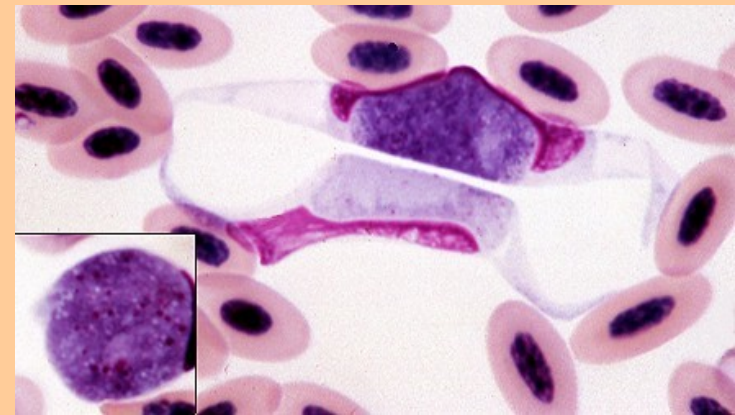
- málo patogenní parazit (měkkozubí ptáci, přenaš

Rod *Leucocytozoon*

- vývoj gamontů v převážně v leukocytech
- merogonie neprobíhá v erythrocytech, ale v endotelu kapilár plic, jater a sleziny ptáků
- gamogonie a sporogonie v muchničkách
- **GAMONTI** obtáčí jádro leukocytu

Leucocytozoon simondi

- parazit vrubozobých ptáků
- patogenní



čel. Plasmodiidae

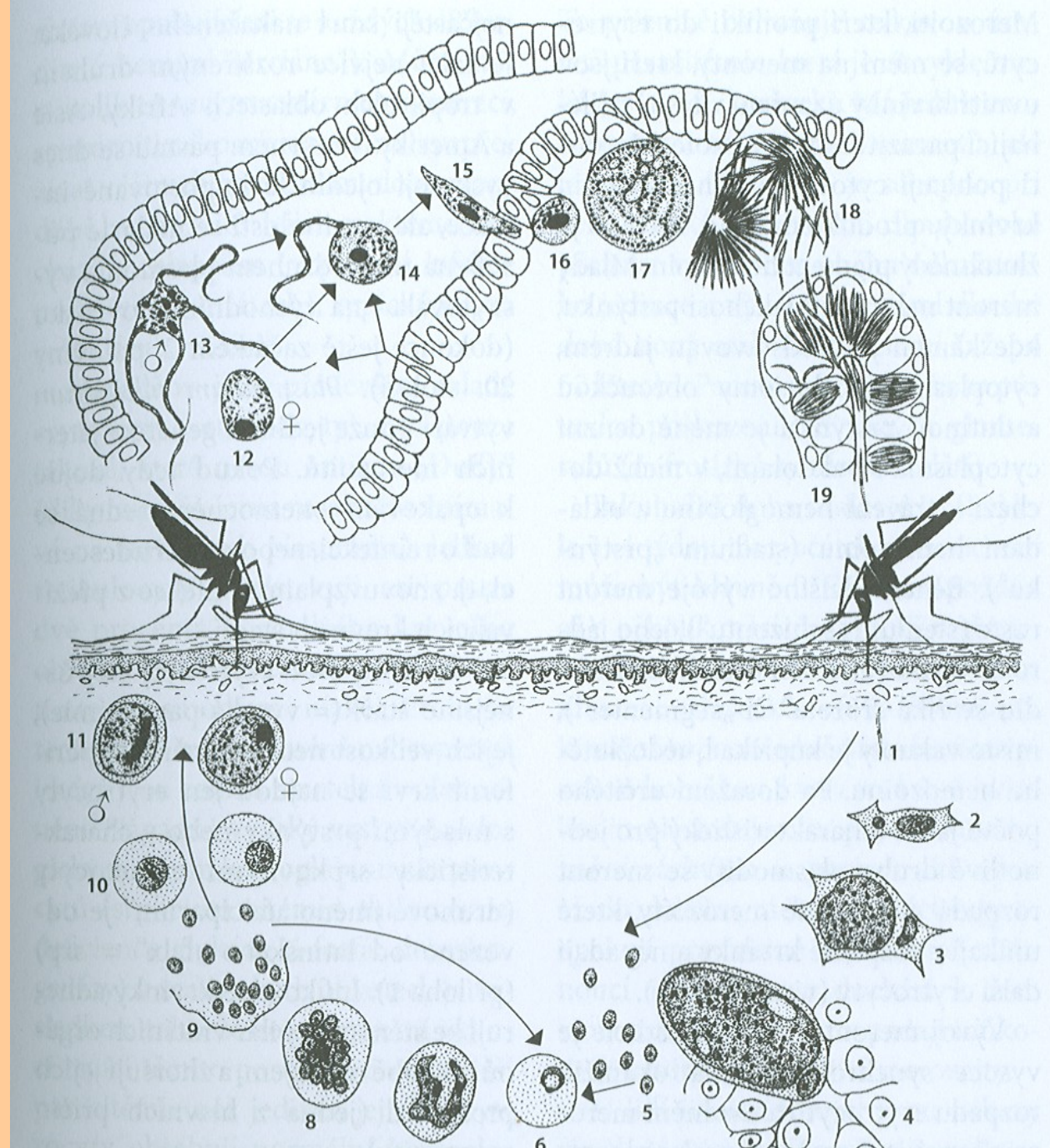
- nejdůležitější skupinou řádu Haemosporina
- původci malárie

Rod *Plasmodium*

- ptáci (40 druhů), savci (50), plazi (60)
- exoerytrocytární stádia
 - u ptáků - endotel cév krvetvorných orgánů
 - u savců - jarní parenchym
- merogonie probíhá v erytrocytech
- gamogonie a sporogonie v komárech
 - u ptáků - rod *Aedes*, *Culex*, *Mansonia*
 - u savců - rod *Anopheles*



1. při sání komára- injikace
 SPOROZOITŮ do krve
 hostitele 2. → do jaterních
 buněk, 3., 4.
 exoerythrocytární merogonie
 a) opakování b) 5.
 MEROZOITI do ERY, 6.
 nejprve ve stádiu prstýnku.
 7- 9. množení merogonií
 (=schizogonie), MEROZOITI
 uvolnění z rozpadlých ERY →
 a) opak. infekce ERY x → b)
 GAMETOCYTY (10., 11.) →
 nasátí gametocytů komárem,
 ve střevě dozrávání v
 MAKROGAMETY samičí (12.)
 a samčí (13.) → 14. gamety
 kopulují → 15. ZYGOTA
 (ookinet) proniká stěnou
 střeva → 16. OOCYSTA
 vyklenutá do hemocoelu
 komára → 17. tvorba
 SPOROZOITŮ v oocystě →
 18. prasknutí oocysty →
 19. migrace sporozoitů do
 slinných žláz



část MEROZOITŮ může zůstat v jaterních buňkách jako HYPNOZOITI

Plasmodium u člověka:

- celkem 7 druhů plasmodií působících malárii

1) *P. falciparum*

2) *P. vivax*

3) *P. ovale*

3) *P. malarie*

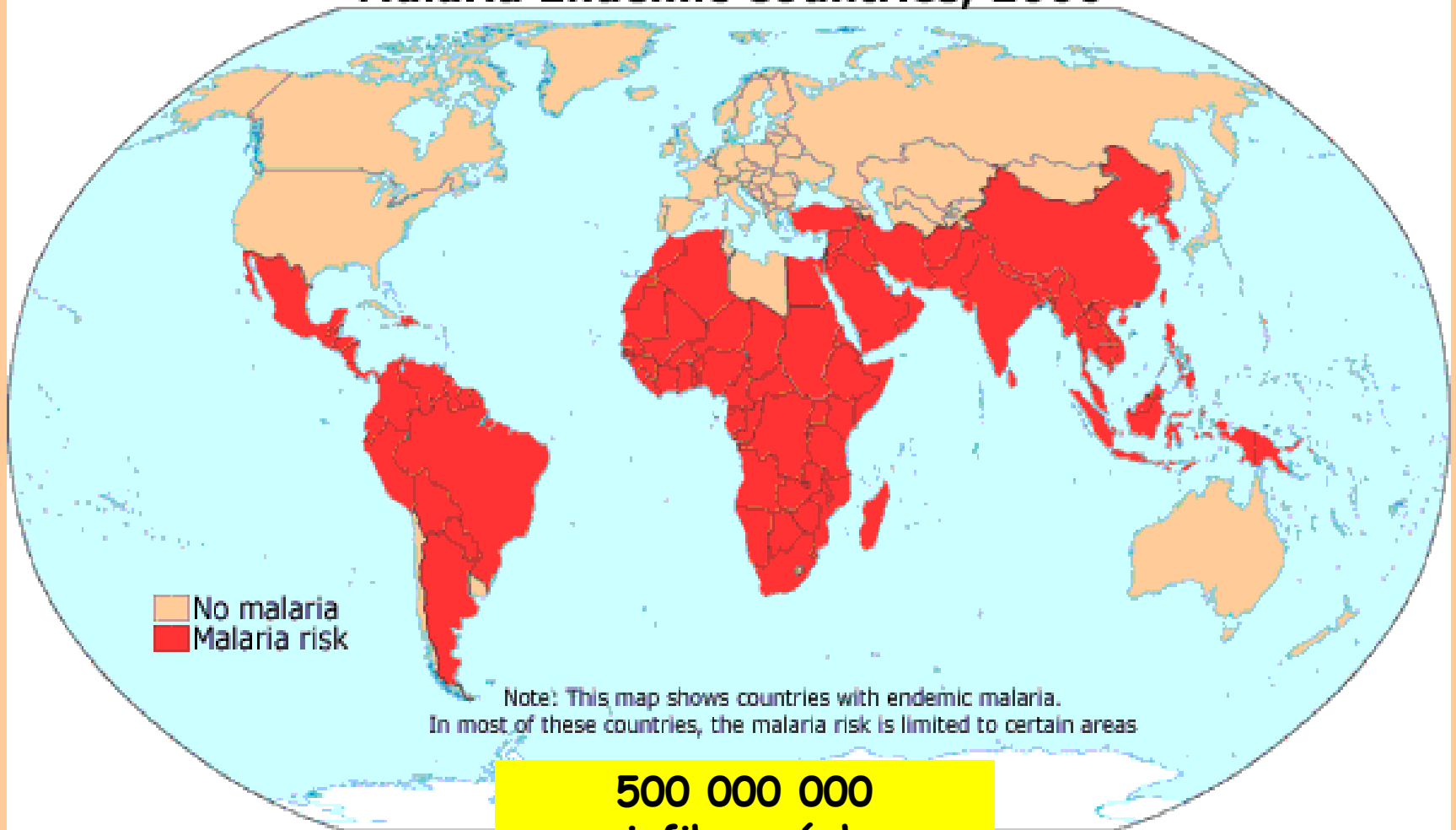
+ 3 druhy experimentálně (*P. brasilianum*,...)

liší se:

- délkou exoerytroc. i erytroc. cyklu
- počtem exoerytroc. merogonií
- schopnost vytv. hypnozoity v hepatocytech - relapsy (znovu vzplanutí)
- výběr zralosti ERY, periodicita, chování napad. ERY
- patogenita
- geografické rozšíření, fylog. původ, rozšíření

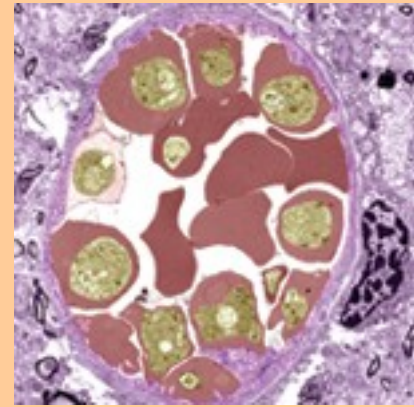
Rozšíření malárie

Malaria Endemic Countries, 2000



500 000 000
infikovaných
až 2,5 miliónů úmrtí
ročně

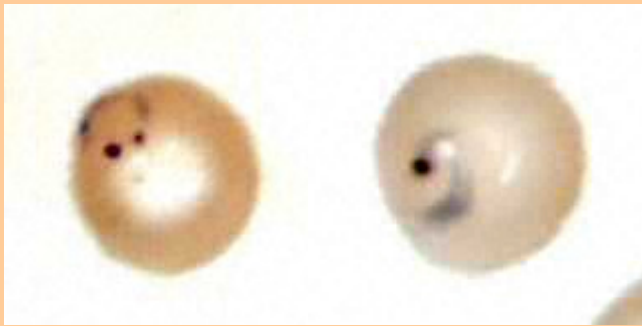
Plasmodium falciparum



- původce tropické malárie
- periodicita: nepravidelné záchvaty (1-3 dny)
- maligní terciána
- falx= srp
- v krvi a) ERY s prstýnky b) srpkovité gametocyty
- pouze jedna generace jaterní merogonie!
- pokud „rekrudescenci“ (znovuvzplanutí) = reinfekce
- adherence napadených erytrocytů ke stěnám cév → nebezpečí!
- maligní terciána
- trop. oblasti: Afrika, Asie, Amerika, i import do mírného pásu, dříve i na vých. Slovensku
- nejč. působí smrt- napadá různě staré ERY → vysoká parazitémie

Morfologie krevních stádií *P. falciparum*

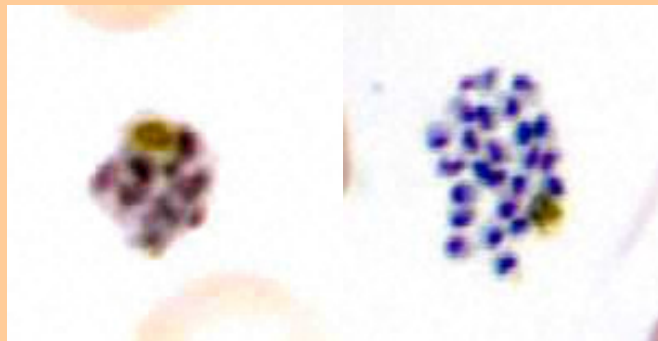
1. 0/48h - MEROZOIT
2. 0,5 h - prsténkovité stádium = mladé TROFOZOITY
3. 26h - TROFOZOIT
4. 38h - MERONT= schizont



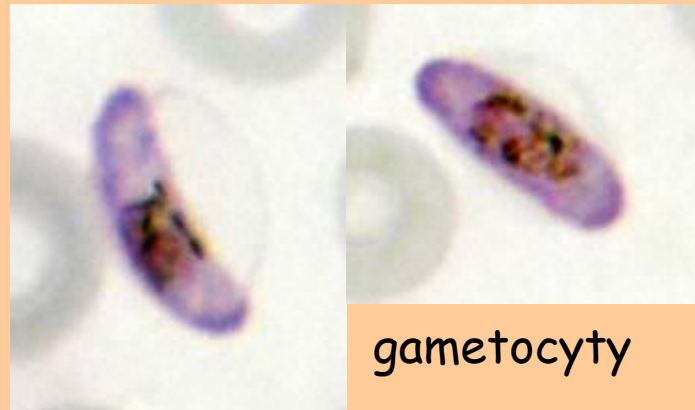
prsténky



trofozoity



schizonty (meronty, rozety)



gametocyty

SPOROZOIT

- Oocyst
- ↑
- Ookinete
- ↑
- Zygote
- ↑
- Gamete

In mosquito gut

Sporozoites

MEROZOIT

Liver **JÁTRA**

Merozoites

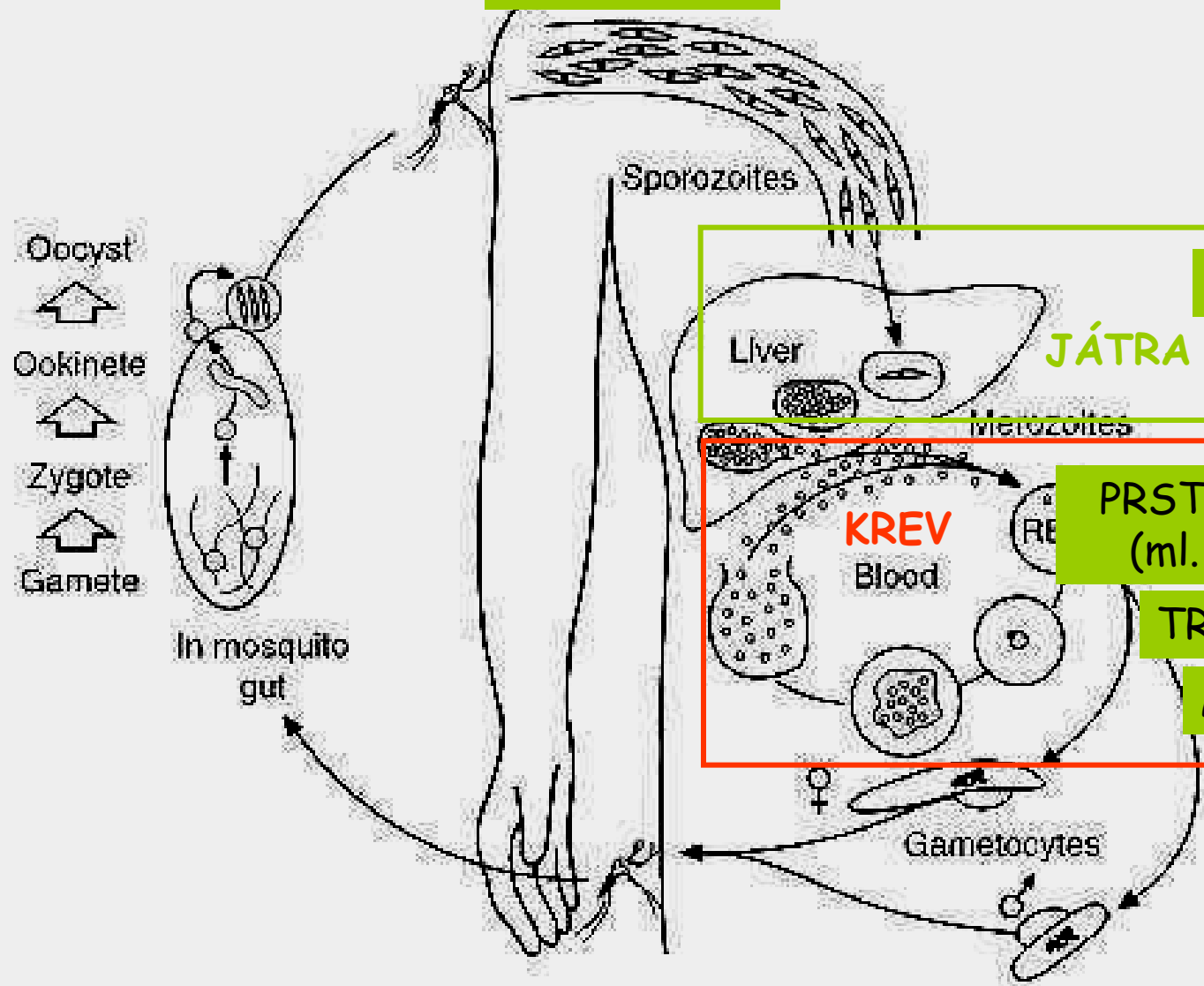
PRST. STÁDIUM (ml. trofozoit)

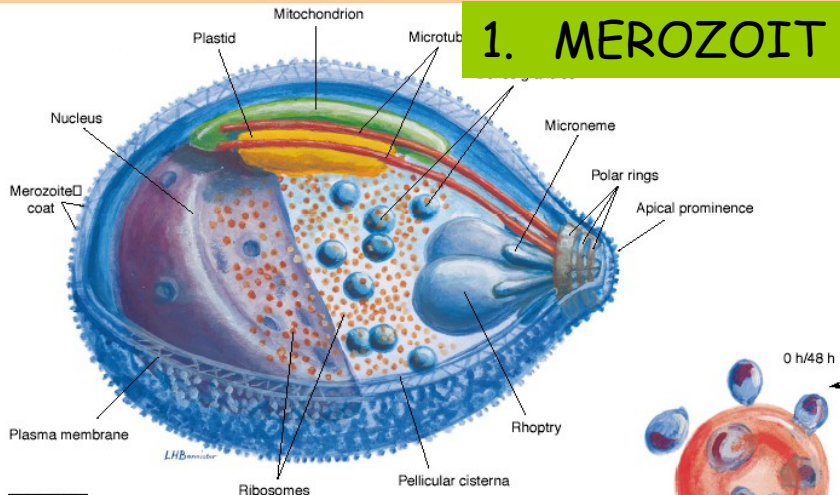
KREV Blood

TROFOZOIT

MERONT

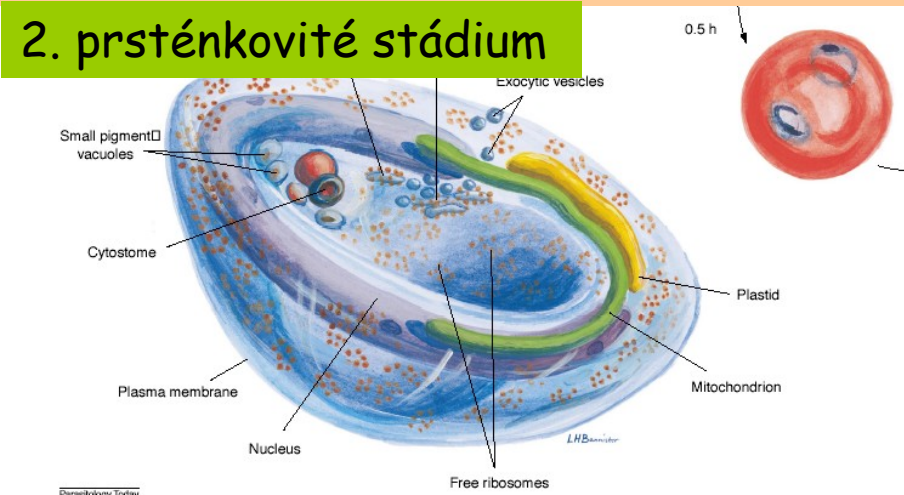
Gametocytes





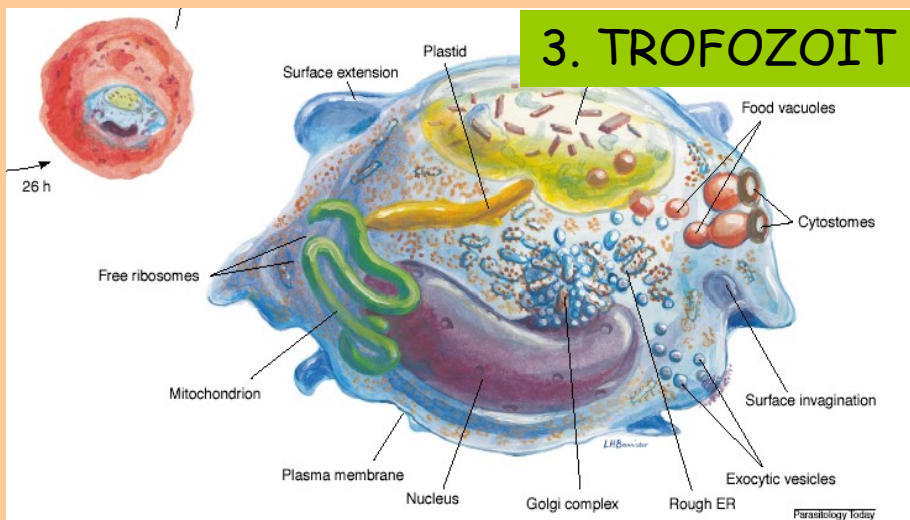
Parasitology Today

Fig. 2. Three-dimensional organization of a *Plasmodium falciparum* merozoite, with the pellicle partly cut away to show the internal structure. Inset: relative sizes of merozoites and the red blood cell (RBC) being invaded.



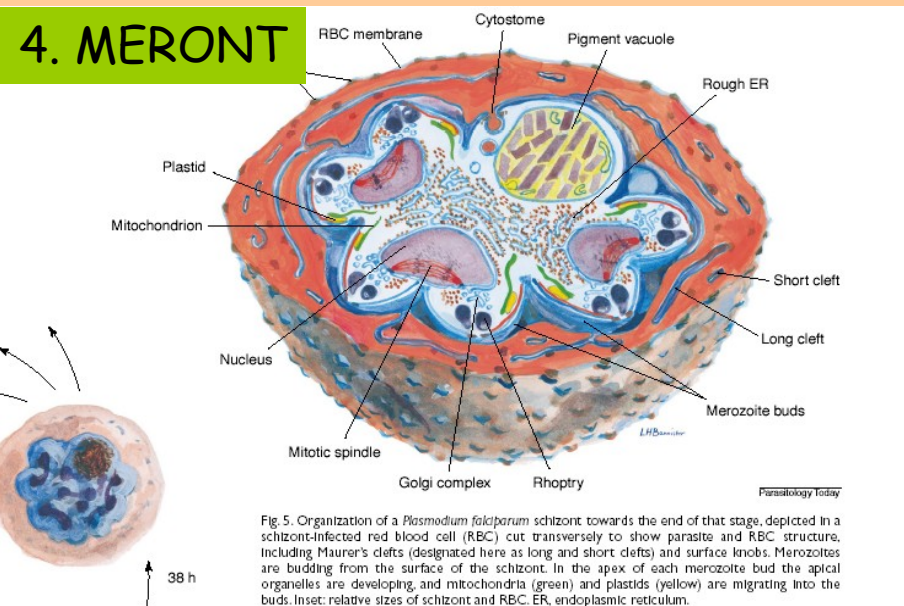
Parasitology Today

Fig. 3. Three-dimensional organization of a *Plasmodium falciparum* early ring stage, a cup-like form in this example. For clarity, the host red blood cell (RBC) and parasitophorous vacuole membrane (PVM) are not shown. Inset: ring stage as seen in a Giemsa-stained film by light microscopy, including two forms, one flat and discoidal (above) and the other cup-shaped. ER, endoplasmic reticulum.



Parasitology Today

Fig. 4. Mid-trophozoite stage of *Plasmodium falciparum*, characterized by its irregular outline, the increase in protein-synthesizing apparatus, increased feeding through multiple cytotomes, growth of the pigment vacuole, and structures associated with export of parasite proteins (Golgi body, exocytic vesicles). Inset: relative sizes of trophozoite and red blood cell (RBC) as seen by light microscopy. ER, endoplasmic reticulum.

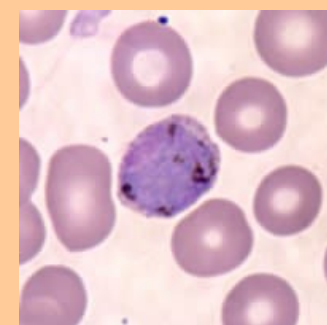
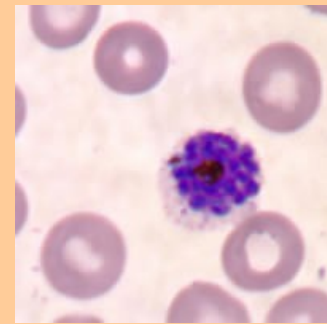
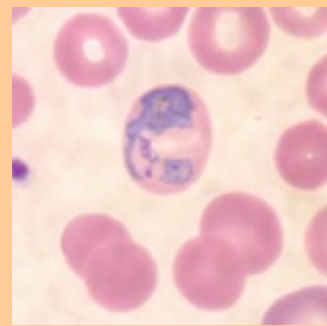


Parasitology Today

Fig. 5. Organization of a *Plasmodium falciparum* schizont towards the end of that stage, depicted in a schizont-infected red blood cell (RBC) cut transversely to show parasite and RBC structure, including Maurer's clefts (designated here as long and short clefts) and surface knobs. Merozoites are budding from the surface of the schizont. In the apex of each merozoite bud the apical organelles are developing, and mitochondria (green) and plastids (yellow) are migrating into the buds. Inset: relative sizes of schizont and RBC. ER, endoplasmic reticulum.

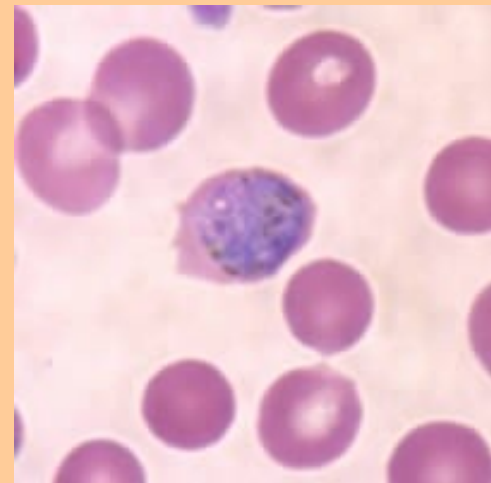
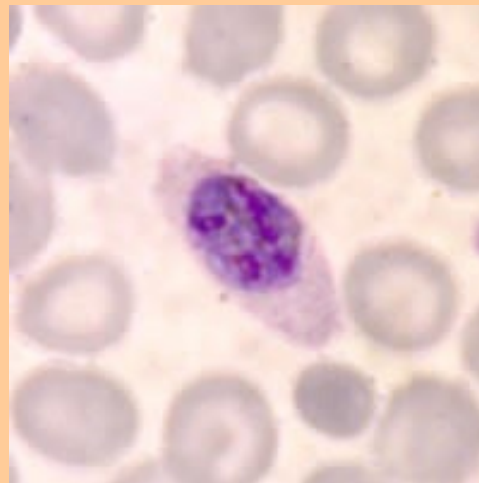
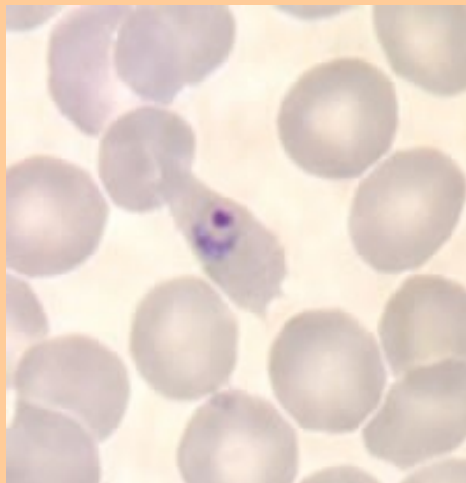
Plasmodium vivax

- terciána- záchvaty se opakují po 48h („benigní terciána“)
- tropy a subtropy a zasahují i do mírného pásu
- u nás dříve Berounka, Labe, Vltava, Jizera, jihočeské rybníky
- více generací jaterní merogonie
- merozoiti přežívají v játrech po dlouhou dobu - hypnozoiti → reaktivita → časté relapsy i po několika letech
- napadány jsou 1. mladé ERY (retikulocyty-2%) 2. s Duffy Ag (černá rasa je málo vnímavá na tento druh plasmodia) → nižší parazitémie (1. a 2.-2 důvody)
- méně nebezpečný druh



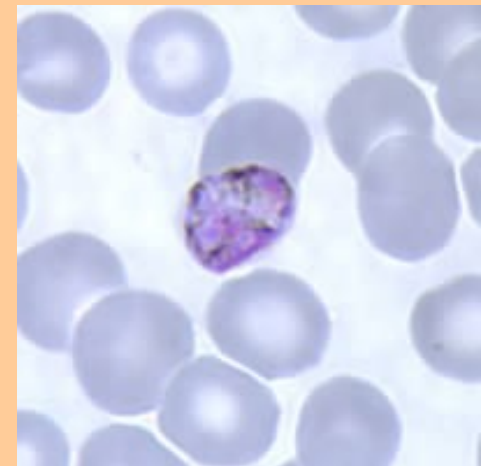
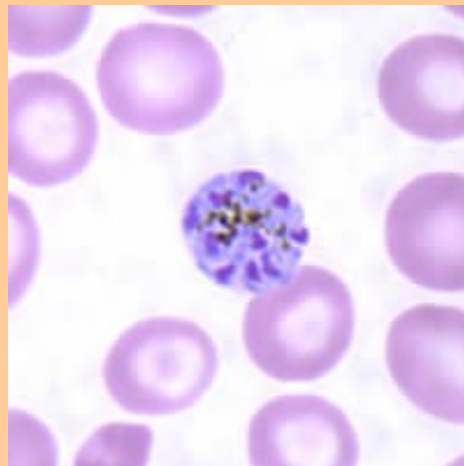
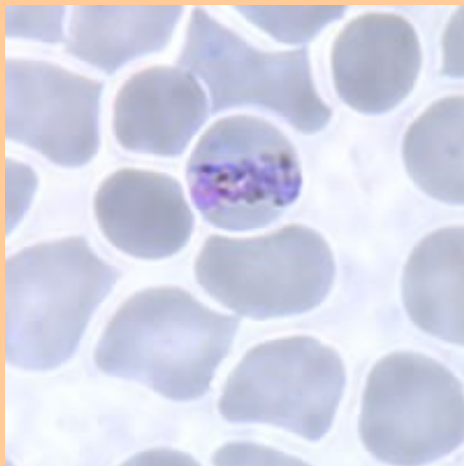
Plasmodium ovale

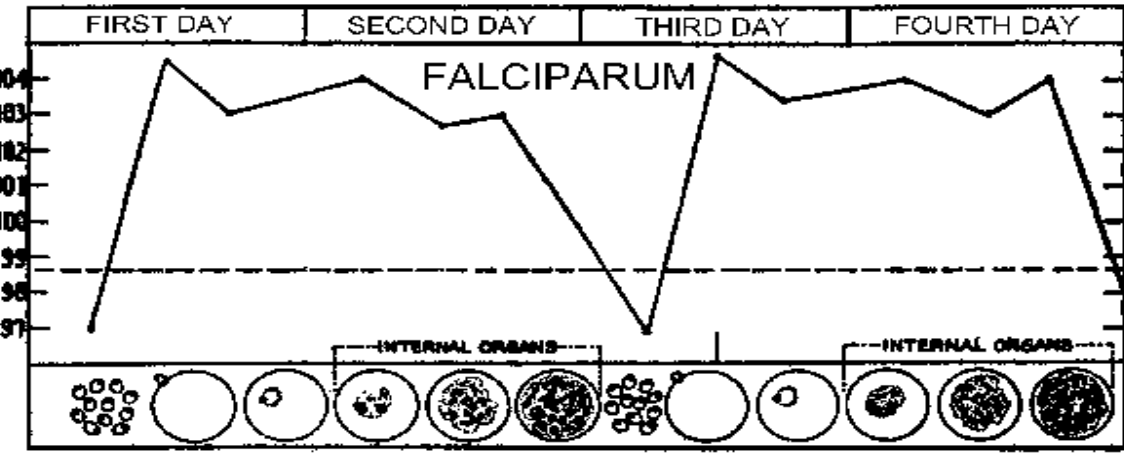
- tropická Afrika (tam kde není *P. vivax*), jižní Amerika a Asie
- opakování po 3 dnech
- podobná *P. vivax* → benigní (mírná)terciána
- více generací jaterní merogonie a tvorba hypnozoitů
- dlouhá prepatence - až 4 roky



Plasmodium malariae

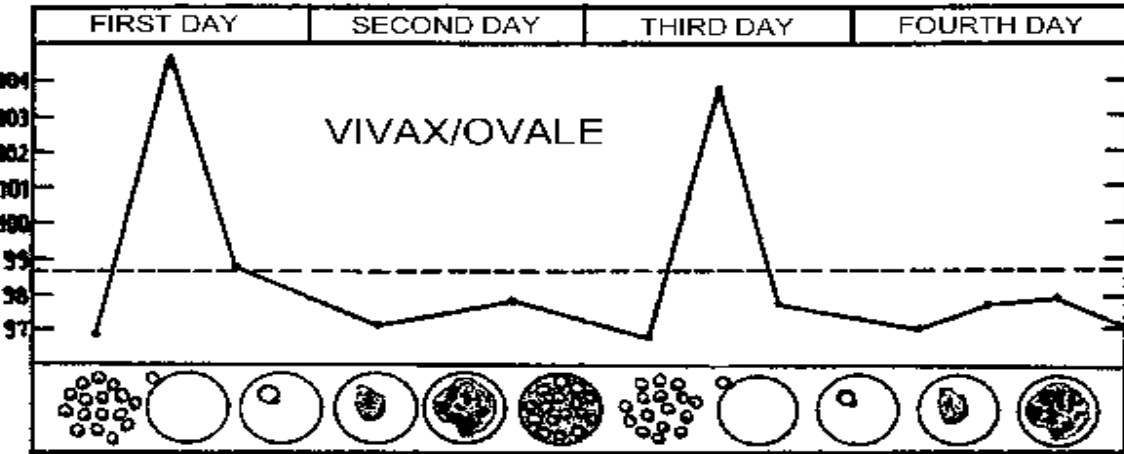
- subtropa a tropy (roztoušeně) Afriky, jižní Ameriky
- kvartána, záchvaty se opakují po 72h (4 dny)
- jedna exoerytrocyt. generace merontů
- napadá pouze vyztřále erytrocyty (před koncem jejich životnosti → nízká parazitémie, ale dlouho přežívá atak → po dlouhé době





1) *P. falciparum*

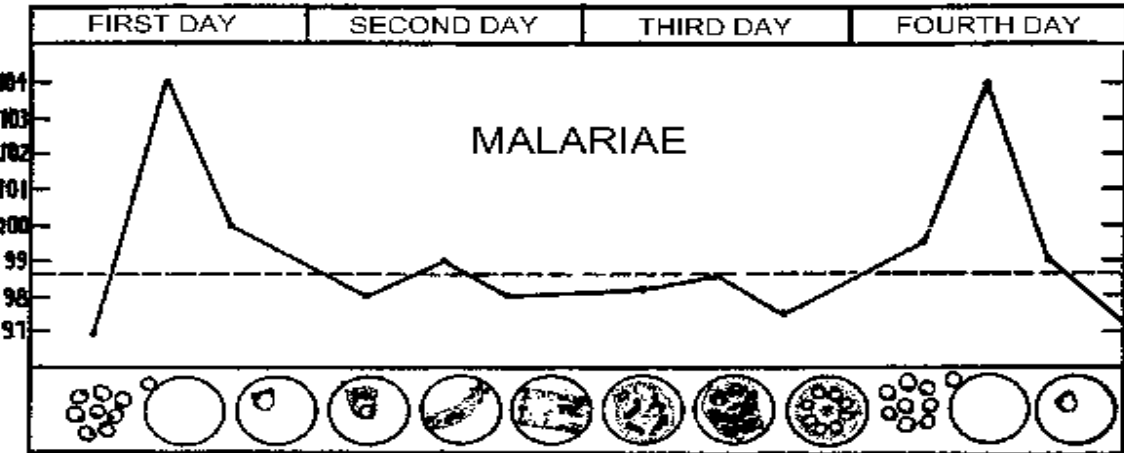
→ maligní terciána



2) *P. vivax*

3) *P. ovale*

→ benigní terciána



4) *P. malariae*

→ kvartána

Malárie- projevy:

- inkubační doba 1-4 týdny
- malarický záchvat: pocity mrazení, třesavka (10-15 min)
→ vysoká horečka (2-6 hodin) → silné pocení
- pravidelné opakování záchvatů (mezi nimi se pacient cítí zdráv)- v období kdy se rozpadají ERY obsahující merozoity
- u lidí záchvaty vyvolané *P. vivax*, *P. ovale* a *P. malarie*- relativně benigní
- *P. falciparum* - život ohrožující
 - adherence ERY ke stěnám obstrukce kapilár → těžké následky pro zásob. orgány (mozek, ledviny)

Patologie malárie

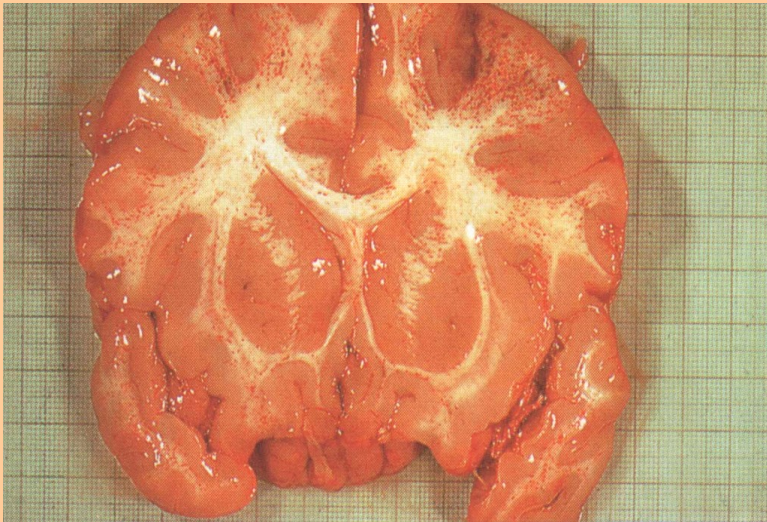
- hostitel je opakovaně vystaven účinkům toxinů, metabolických produktů a antigenů (imunogenů)
- výsledkem: kaskáda nepřímých patologických reakcí, které vedou k cirkulačním poruchám, patologickým imunitním reakcím a celkovému rozvratu metabolismu
- cerebrální malárie - kóma
- anémie
- hepatosplenomegálie
- srdeční selhání
- průjmy, zvracení
- imunokomplexy



Mozková malárie

Plasmodium falciparum

- záchvaty
- opisthostonus = oblouk. prohnutí těla (křeč zádov. svalstva)
- ucpání mozkových kapilár

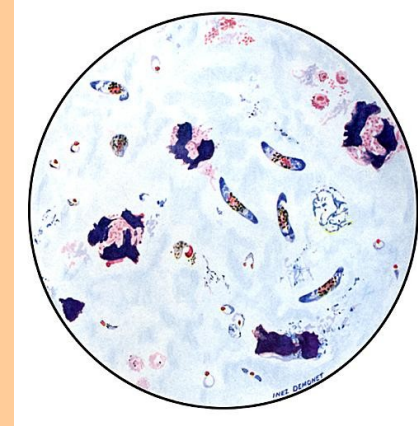


Diagnostika malárie:

- krevní roztěr
- tlustá kapka
- fluorescence (v kapiláře)
- PCR
- imunodetekce spec. Ag

Léčba:

- dříve: chlorochin (základní lék) + insekticidy (DDT)
- rezistence
- dnes: chinin sulfát, pyrimethamin kombin. se sulfonamidy, případně meflochin x preparáty odvoz. od artemisinu



lymfocyty

granulocyty

erytrocyty

Protimalarická vakcína

- problém: vysoká Ag variabilita jednotlivých živ. stádií
- zdravotnický a ekonomický problém v tropických a subtropických oblastech (1 milión úmrtí/rok)
- naděje: syntetický peptid odvozený od povrchu merozoitů *P. falciparum* - vysoká imunogenita
- nebezpečí hlavně: těhotné, děti, návštěvníky z nemalarických oblastí
- obyvatelé z malarických oblastí - částečná imunita → malarické epizody (ale krátkého trvání, málo intenzivní)
- opatření: vyhýbání anofelům (aktivní za soumraku a v noci)-moskytiéry, repelenty, insekticidy

řád: Piropasmida

- 
1. čel. Babessidae
 2. čel. Theileriidae

- krevní paraziti obratlovců (vyskytují se v ERY a částečně v LYM)
- vektor: klíšata (Ixodidae, Argasidae) - složitý VC (sexuální cyklus)
- velmi malých rozměrů
- strukturálně zjednodušení: apikální komplex bez konoidu (roptrie a mikronémy-malý počet)
- +/- někt. stádia mají redukovaný alveolus, nemají mikrotubuly a někdy ani polární kruh
- po vniknutí do buňky - sporozoit v parazitof. vakuole → ale dezintegrace → další vývoj v cytoplazmě
- působí závažná onemocnění až smrt (hlavně u skotu, ale i lidské infekce)

1. čel. Babessidae

- ✓ vývoj parazita v obratlovcí v ERY
- ✓ transovariální přenos parazita v přenašeči

2. čel. Theileriidae

- ✓ část vývoje parazita v obratlovcí v LYM
- ✓ není transovariální přenos parazita v přenašeči

1. čel. Babessidae

- v ERY nakažených zvířat - merozoiti ve dvojicích „V“ x ve čtveřicích
- velikost zoitů, poliha v ERY a úhel, kt. svírají- důl. systematické znaky
- napadení merozoity krvinkami - několikrát se opakuje
- klíšťata se nakazí při sání → složitý vývoj (i nákaza vajíček)

Babesia bovis, B. bigemina

- patogenní druhy- bovinní babesióza („red water“- nakažený skot má krvavou moč)
- kosmopolitní rozšíření v teplých obl.
- přenašeči: klíšťata (*Ixodes*, *Boophilus*, *Rhipicephalus*)

B. divergens

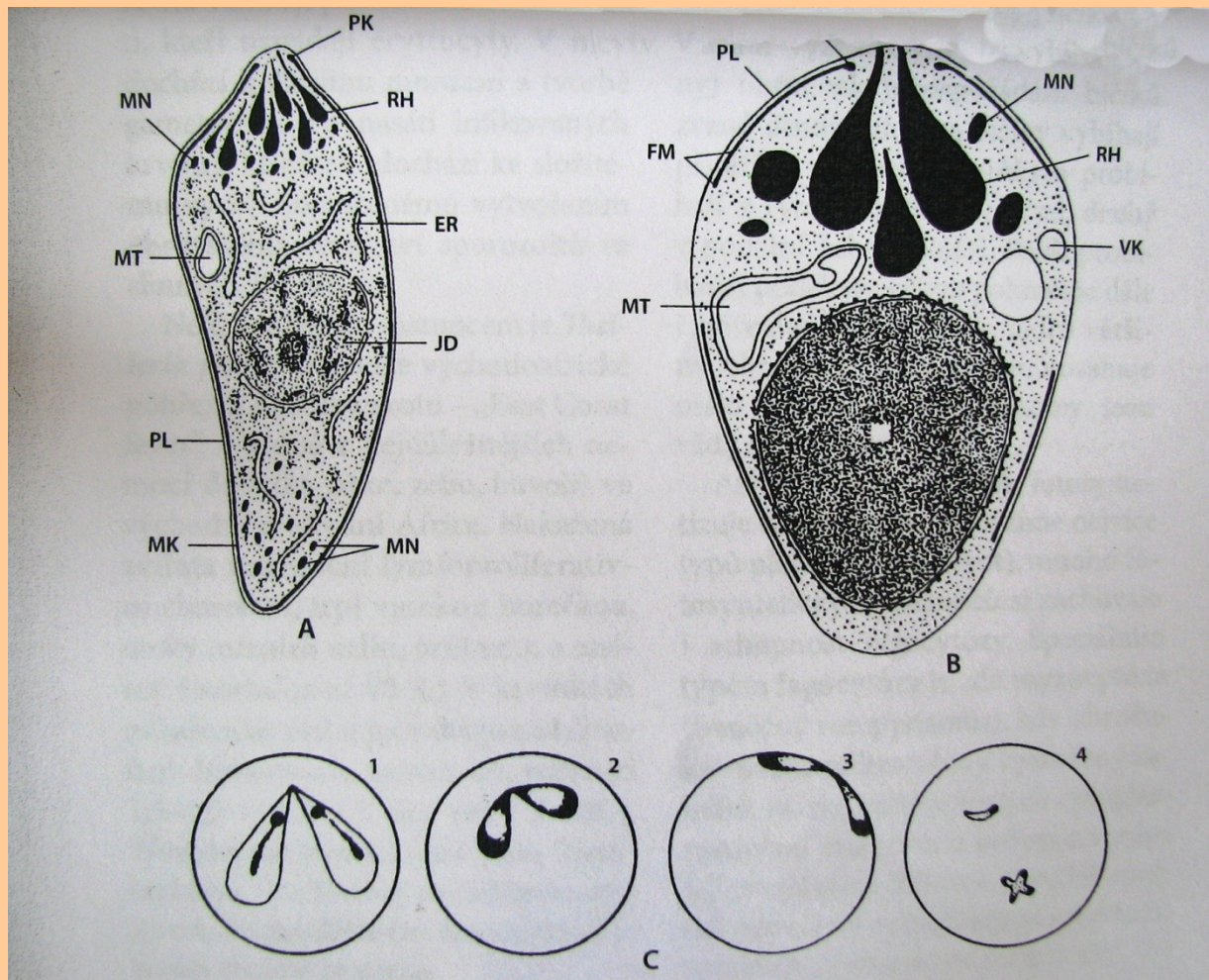
- skot střední a východní Evropy (*Ixodes ricinus*)

Babesia canis

patogen psovitých šelem

Babezióza:

- těžké onemocnění- horečky, anemie, hematurie (krev v moči), hepatosplenomegálie



Obr. 2–25 Apicomplexa, Piroplasmida. A – zoit rodu *Babesia*: JD – jádro, ER – endoplasmatické retikulum, MT – redukovaná mitochondrie bez krist, RH – rhoptrie, MN – mikronémy, PL – plasmalema, MK – vnitřní membránový komplex, PK – polární kruh. B – zoit rodu *Theileria*: označení viz *Babesia*, FM – fragmenty vnitřního membránového komplexu, VK – vakuola. C – zoity babesií a theilerie v bovinních erythrocytech: 1 – *Babesia bigemina*, 2 – *Babesia bovis*, 3 – *Babesia divergens*, 4 – *Theileria parva* (A dle Marquardt a Demaree, 1985, upraveno; B, C dle Levine, 1985, upraveno).

lidské infekce:

➤ vzácná onemocnění, v Evropě ojediněle

➤ způsobené druhem:

1) *B. divergens* - progradující, smrtelné onem. u lidí bez sleziny

2) *B. microti* - mírnější forma babesiózy (únava, horečky, bolest hlavy, kloubů,..)

- u lidí s intaktní slezinou

- Ab u lidí ve stř. Evropě (? únik pozornosti lehkých infekcí)

Léčba:

➤ chinin + klindamycin + transfuze krve

Diagnostika:

➤ krevní roztěry (Giemsa, na rozdíl od malárie není v infik.

ERY pigment hemozoin)

2. čel. Theileriidae

- paraziti lymf. tkání a ERY obratlovců
- sporozoiti ze slin klíštěte → perif. krec obratlovce → do lymfocytů - 1. merogonie mnohojaderných buněk (makroschizontů) → útvar Kochova koule → dělení makroschizonta společně s LYM → transformace parazitem na lymfoblastoidní (nesmrtelnou) buňku - podmíněna přítomností theilerie v buňce → dělení makroschizontů → mikroschizonti- napadají ERY → další množení a tvorba gametocytů
- nasátí infik. ERY klíštětem → složitý VC → obrovské množství sporozoitů ve slinných žlázách

Theileria parva

- původce východoafrické horečky skotu („East Coast fever“) - nejdůl. onem dobytka ve vých. a stř. Africe
- onemocnění lymfoproliferativní chorobou, vysoká horečka, otoky mízních uzlin, průjem, anemie, smrt (až 90%)
- po prodělaném onemocnění - trvalá sterilní imunita
- v krvinkách: dvojice-čtverice čárkovitých merozoitů
- přenašeč: klíš'ata rodu *Rhipicephalus*

léčba:

- tetracyklin