

MYXOZOA

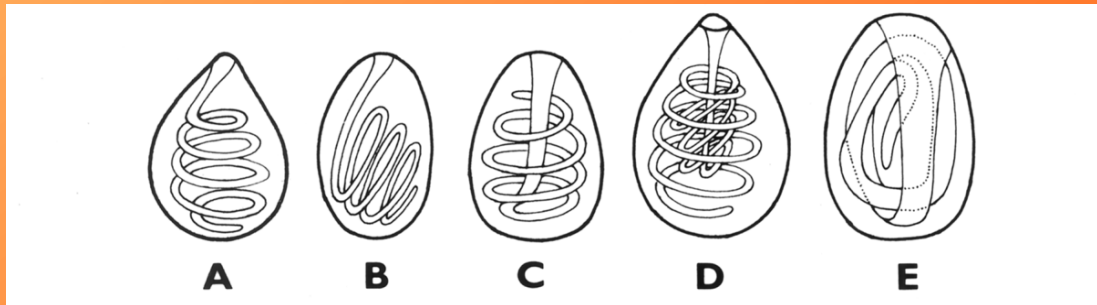
MICROSPORA



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kmen MYXOZOA („myxosporidie“) (Říše Animalia)

- intercelulární paraziti, paraziti tkání, orgánových dutin
- původně protozoární kmen zahrnující 2 třídy (Myxosporea a Actinosporea)
- od 80. let → obě třídy = 2 vývojové fáze jednoho organismu
- dříve spojováni s mikrosporidiiemi v taxon Cnidospora pro přítomnost pólových váčků s vymrštitelným vláknem
- u myxozoi vlákna z pólových váčků neslouží k přenosu sporoplasmy, ale k přichycení k tělu hostitele!
- Myxozoa = Metazoa, nejpravděpodobněji příbuzní se žahavci (Cnidaria) → podobnost pólových váčků s knidocystami



Vývoj myxozoí:

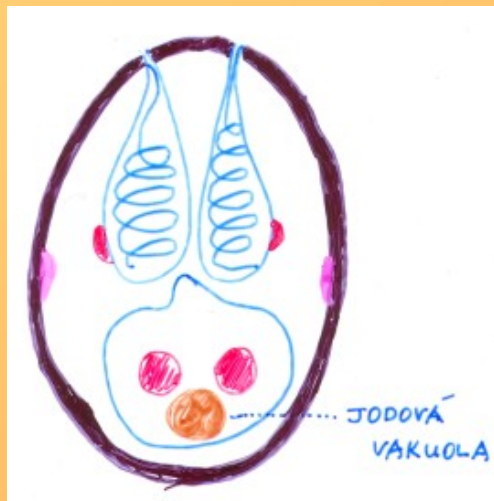
A. Myxosporeová fáze

- „myxosporidie“ v rybách (živí se osmotrofně a pinocytózou, některé fagocytózou)
- málo patogenní, ale znehodnocení („ztekucení“) masa proteolytickými enzymy z myxosporidií po smrti hostitele
- vznik mnohobuněčných spor (odolné, ve vodě řadu měsíců)

B. Actinosporeová fáze

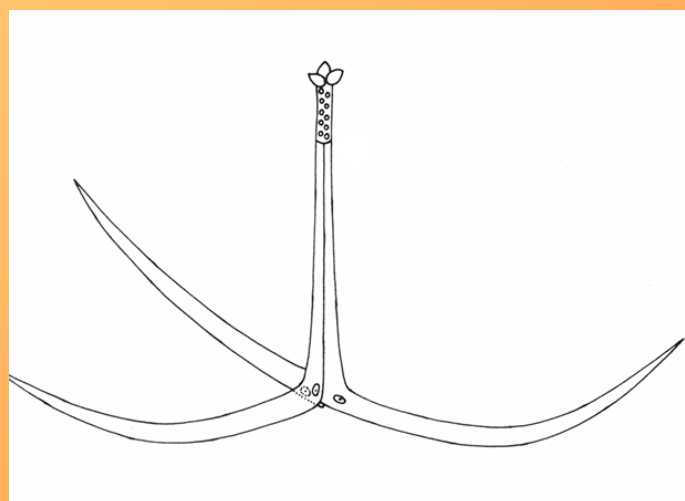
- „actinosporea“ = intercelulární paraziti střevního epitelu nebo coelomové dutiny bezobratlých (kroužkovců, polychét a sumýšoviců)
- mnohobuněčné spory s triradiální symetrií, 3-mi pólovými váčky a 3-mi chloupnými stěny

Nejvýraznějším životním stadiem myxozoi jsou spory



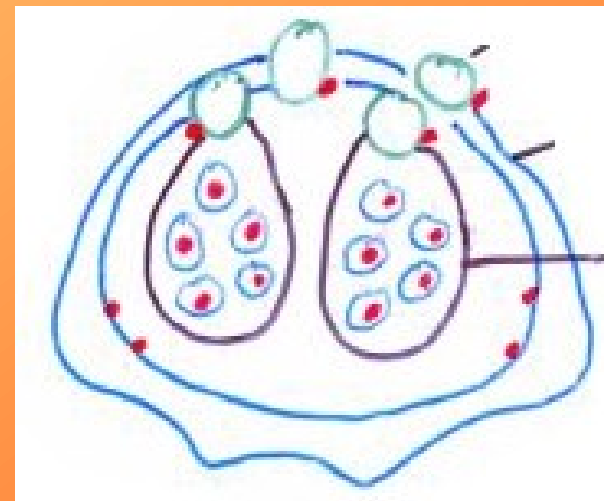
myxosporeová
spora

v rybách



actinosporeová spora

v kroužkocích



malacosporeová
spóra

v mechovkách

další fáze ???



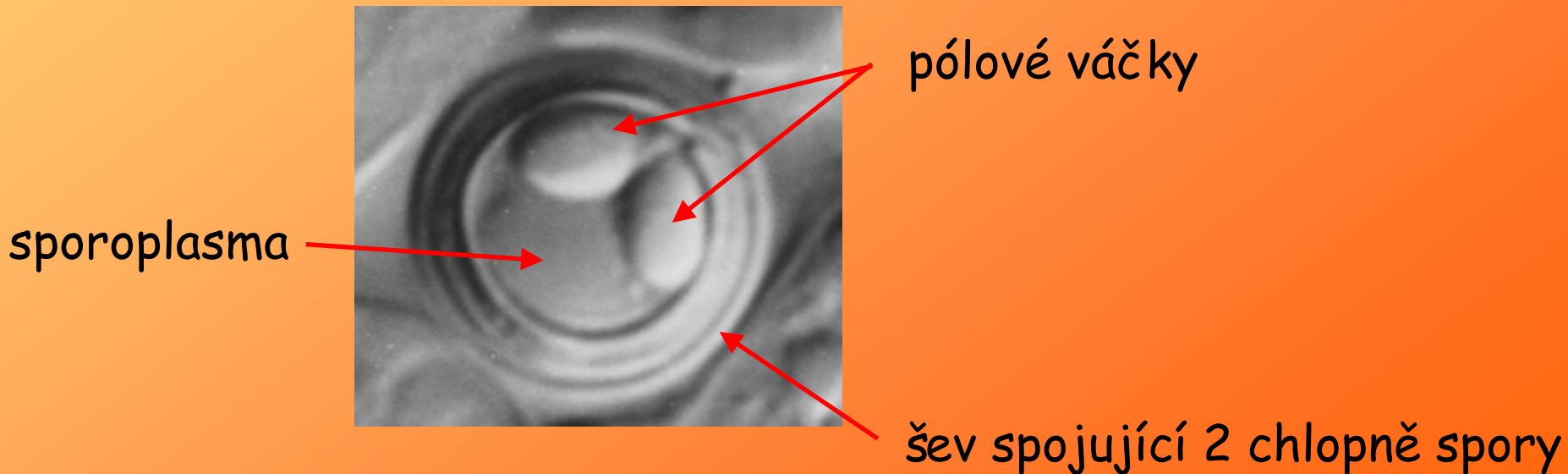
dvě fáze stejného organismu

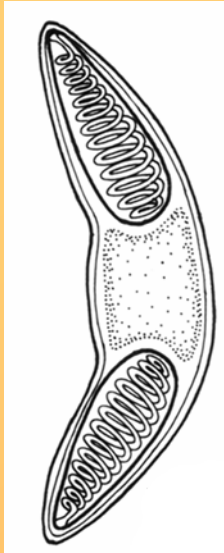
Myxozoa - morfologická variabilita spor



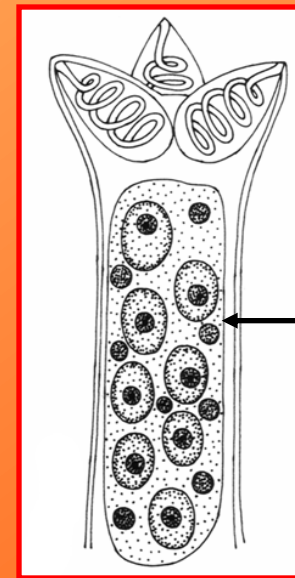
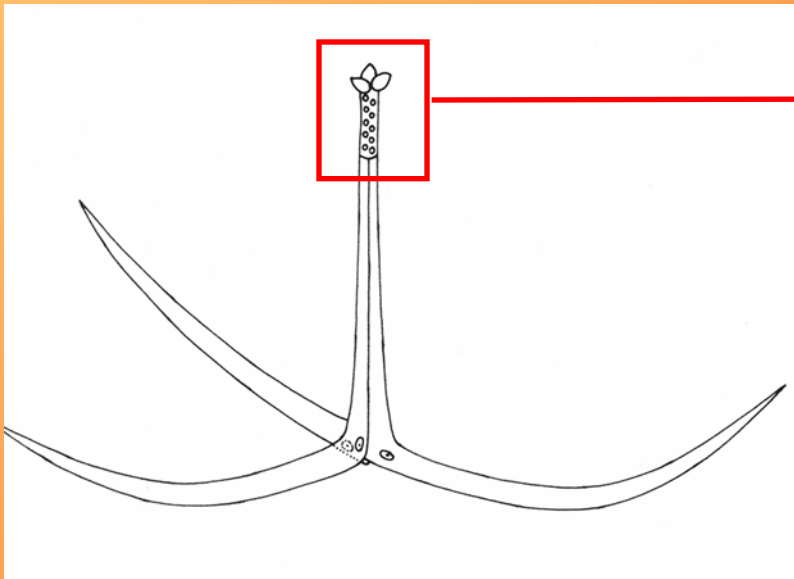
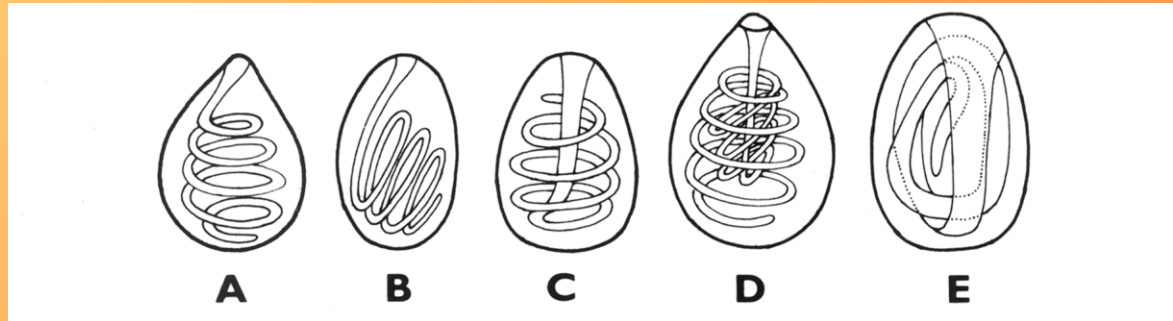
Spora :

- 2 až 7 chlopní („valvy“)
- 1 - 7 pólových váčků → obsahují spirálovitě stočené vymrštitelné vlákno (lepivé, přichycení ke střevnímu epitelu hostitele)
- sporoplasma (= zárodek) - buňka se 2 jádry + glykogenová vakuola („jodová vakuola“; zásobní látka D-glykogén)





Způsoby vinutí pólového vlákna

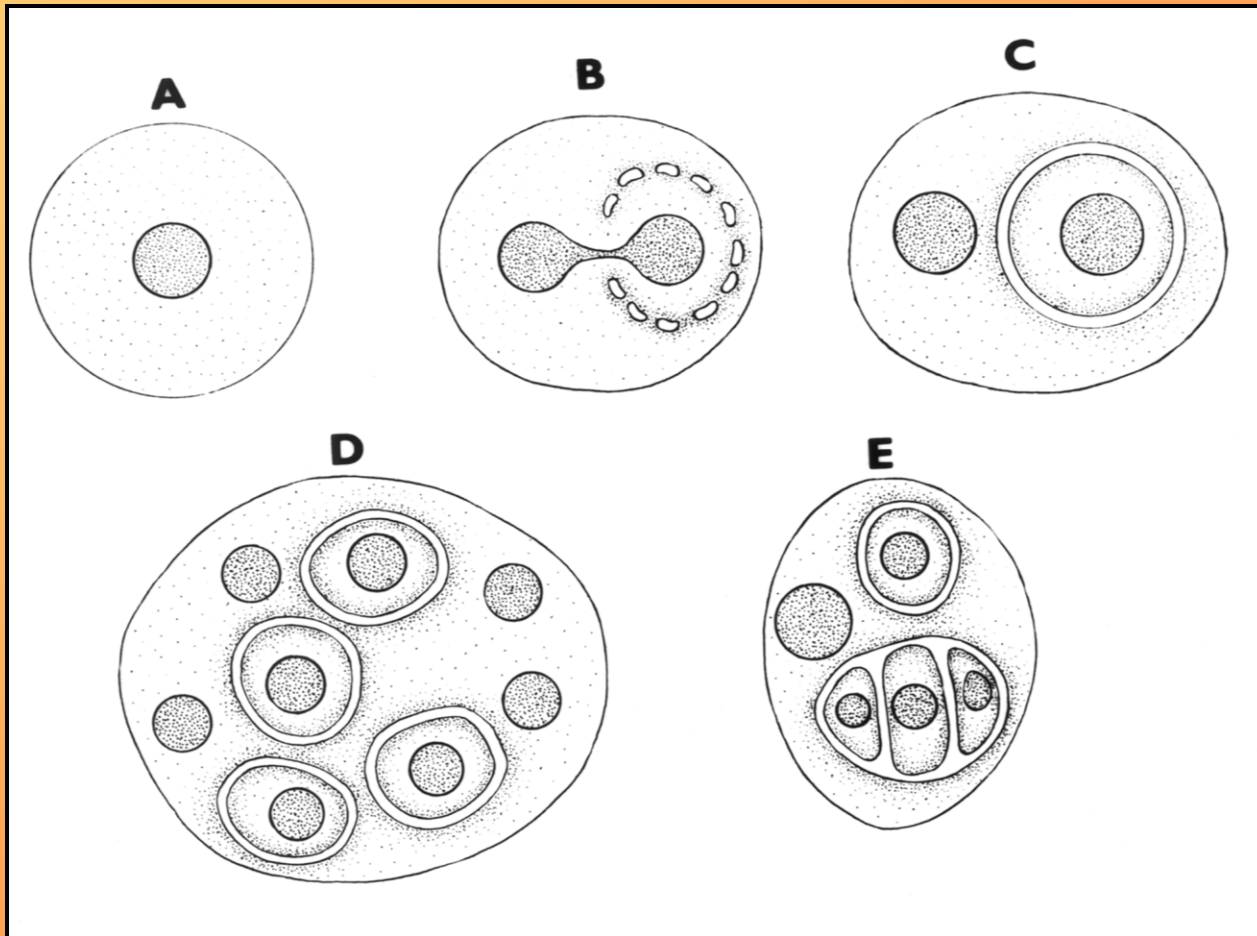


Sporoplasmová
buňka se
sekundárními
buňkami

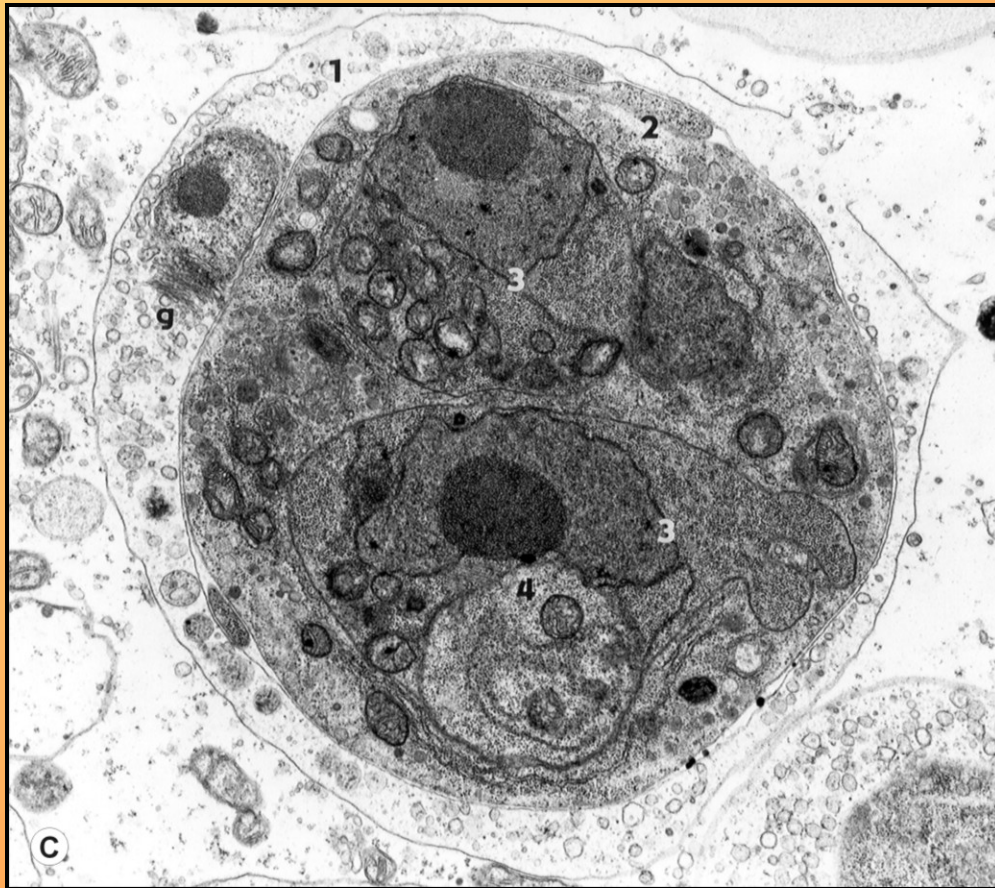
Vývoj myxozoí během myxosporeové fáze

- nakažení ryby - spora actinosporového typu vznášející se ve vodě → vystřelení vlákna a přichycení k rybě (kůže, žábra, ústní dutina...)
- uvolnění sporoplasmové buňky obsahující vnitřní buňky - proniknutí do tkání → cyklus vegetativní proliferace (výskyt drobných buněk typu „matrijoška“ - v 1 buňce je 1 nebo více buněk sekundárních a v těch další buňky terciární)
- prasknutím primární buňky → uvolnění sekundárních buněk - opakování cyklu → masy buněk zaplavující krevní oběh nebo tkáň hostitele
- vznik mnohojaderných plasmodií obsahujících různý počet vegetativních a generativních jader
- kolem generativních jader vznikají buňky jejichž množením a diferenciací vznikají spory

Endogenní dělení, vznik útvarů „buňka v buňce“ (cell doublets) a buněčných komplexů



Endogenní dělení, vznik útvarů „buňka v buňce“ (cell doublets) a buněčných komplexů



Sphaerospora renicola

extrasporogonické
stadium
v ledvinných kanálcích

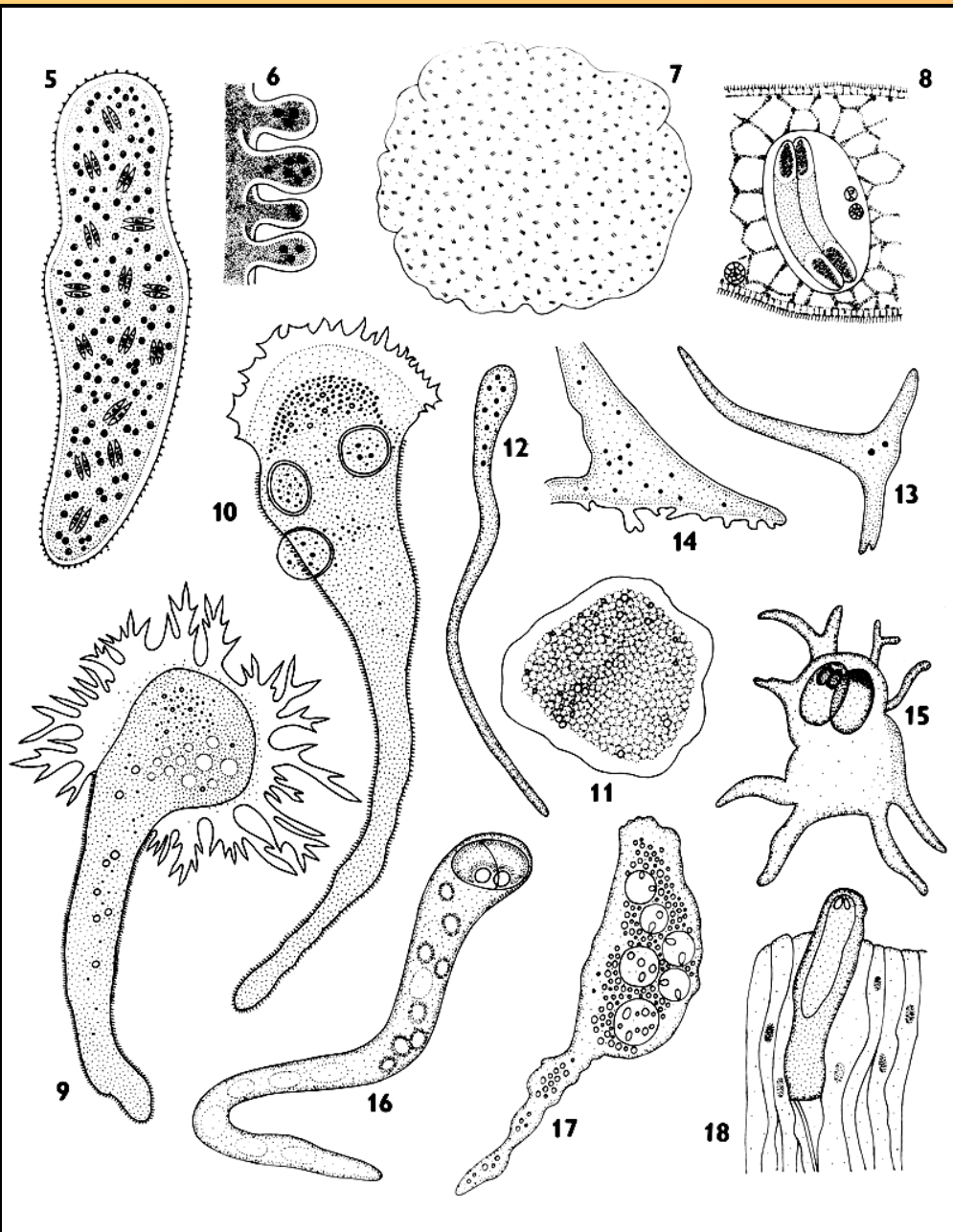
1 primární buňka

2 sekundární buňka

3 terciární buňka

4 kvarterní buňka

Různé typy plasmodií



5, 6 - *Myxidium lieberkuehni*

7, 8 - *Sphaeromyxa sabrazesi*

9, 10, 11 - *Sinuolinea dimorpha*

12-14 - *Ceratomyxa drepanopsettae*

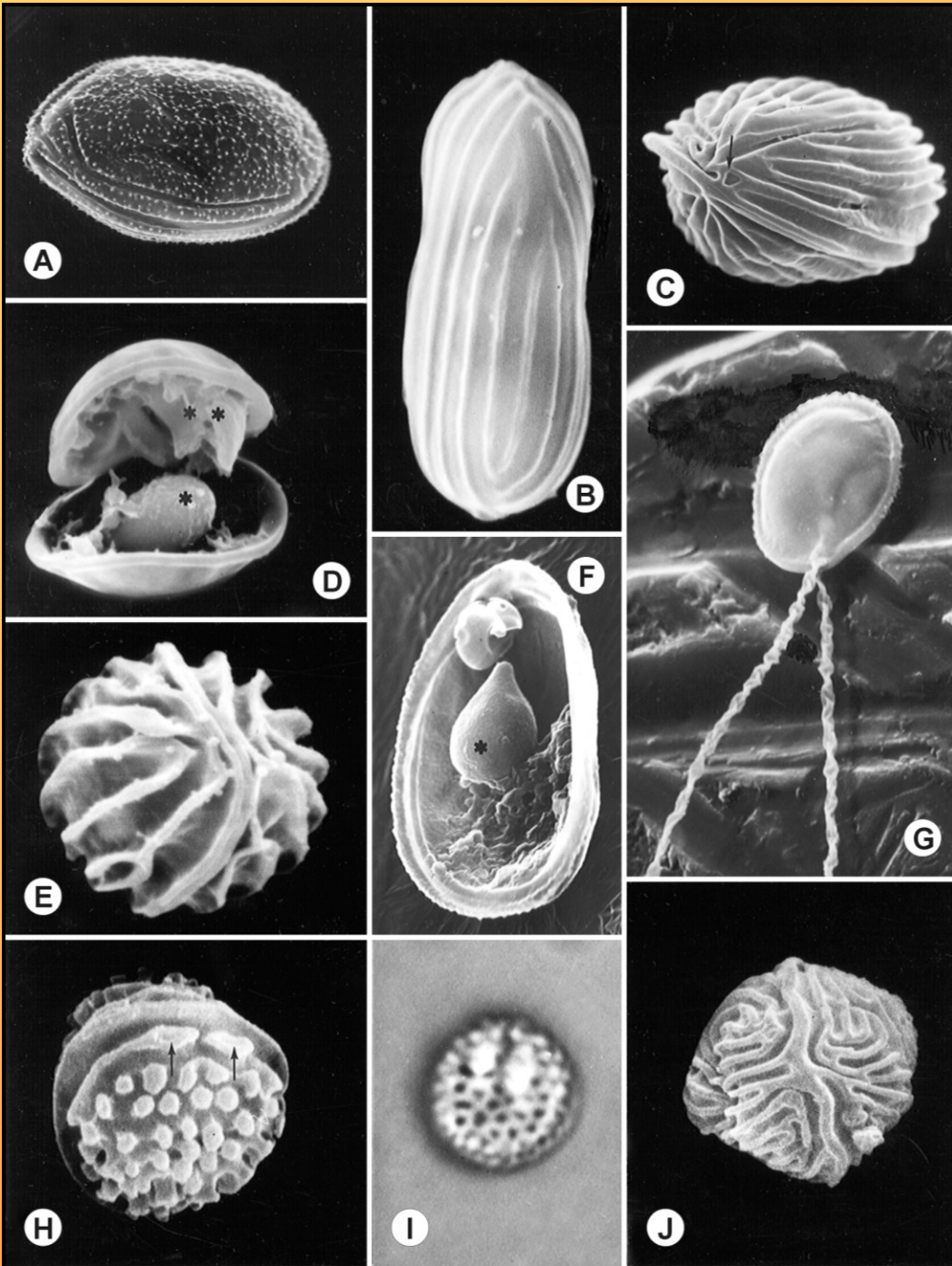
15 - *Sphaerospora irregularis*

16 - *Leptotheca simplex*

17 - *Ortholinea polymorpha*

18 - *Parvicapsula schulmani*

Příklady spor, SEM



A - *Myxobolus macrocapsularis*

B - *Zschokkella nova*

C - *Myxidium giardi*

D - *Myxobolus* sp.

E - *Chloromyxum cristatum*

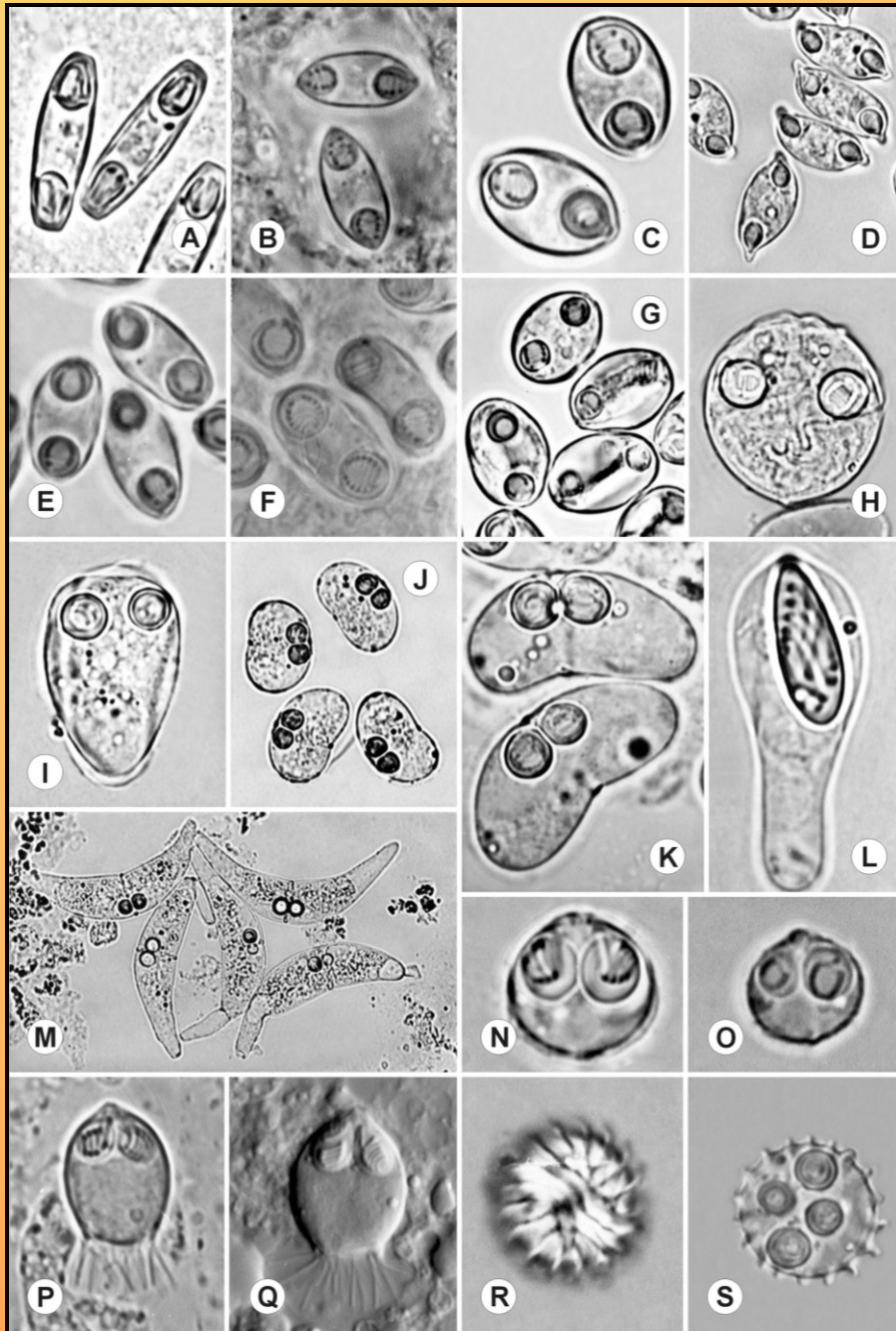
F - *Myxobolus* sp.

G - *Myxobolus* sp.

H - *Chloromyxum reticulatum*

I - *C. reticulatum*

J - *Chloromyxum thymalli*



Spory v nativním preparátu

A - *Sphaeromyxa magna*, *Triglops murai*,

B - *Myxidium rhodei*, *Rutilus rutilus*,

C - *Myxidium truttae*, *Salmo trutta*

D - *Myxidium gadi*, *Melanogrammus*

aeglefini

E - *Zschokkella nova*, *Rutilus rutilus*

F - *Zschokkella* sp., *Gobio, gobio*

G - *Zschokkella* sp., *Gadus morhua*

H - *Sinuolinea* sp., *Myoxocephalus scorpius*

I - *Myxoproteus* sp., *Rheinhardtius*
hippoglossoides

J, K - *Leptothecca* x *Ceratomyxa*?, *Sebastes*
marinus

L - *Auerbachia pulchra*, *Macrourus berglax*,

M - *Ceratomyxa drepanopsettae*, *Rheinhardtius*
hippoglossoides

N - *Sphaerospora molnari*, common carp,

O - *Sphaerospora galinae*, *Tinca tinca*

P, Q - *Hoferellus carassii*, *C. auratus*

R, S - *Chloromyxum cristatum*, *Hypophthalmus*
molitrix

Třída Myxosporea

Klasifikace „myxosporidií“ - založena na morfologii myxosporeových spor (nemusí být známy aktinosporeové spory)

- 2 skupiny:

1. **Multivalvulida** - stěna spory ze 3 a více chlopní, parazité mořských ryb

2. **Bivalvulida** - dvouchlopňové spory a většinou 2 (vzácně 1 nebo 4) pólové váčky

- většina rodů ze sladkovodních a mořských ryb

Myxidium lieberkuehni - 2 pólové váčky na protilehlých pólech spory, spory mají tvar vřetena, močový měchýř štik (málo patogenní)

Sphaerospora - pólové váčky na jednom pólu spory, spory kulaté

Sphaerospora renicola - významný parazit intenzivních chovů kapra (nekróza epitelu ledvinných kanálků, zánět plovacího měchýře)

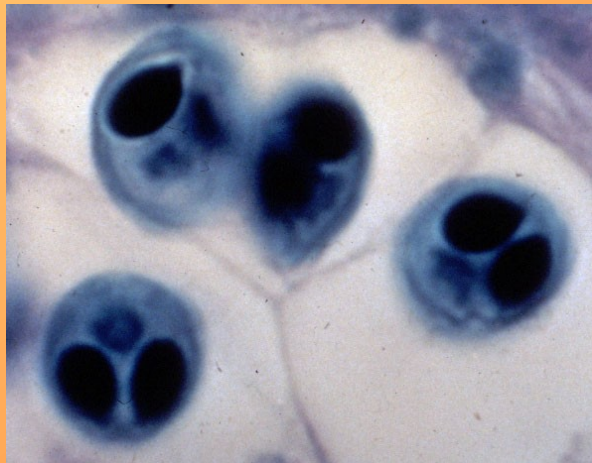
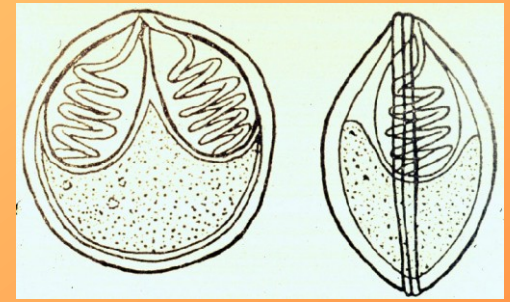
Myxobolus

- většina parazity tkání
- během sporogonie → velká plasmodia → vznik většího množství spor uzavřených v pansporoblastech
- spory (kulaté, oválné, vejčité až hruškovité) se 2 pólovými váčky na jednom pólu, sporoplasma - 2 jádra a většinou s glykogenovou vakuolou

Myxobolus cyprini - infekce myocytů kaprovitých ryb

Myxobolus (syn. *Myxosoma*) *cerebralis*

- sporoplasma bez glykogenové vakuoly
- způsobuje „vrtohlavost pstruhů“
- napadá hlavovou chrupavku mladých ryb, plasmodia destruují chrupavku enzymaticky a fagocytují chondrocyty
- příznak onemocnění: zčernání ocásku, ryba se točí za ocasem → vyčerpání, deformace těla a úhyn
- přenos přes nitěnky (po pozření spor z ryby → actinosporeové spory typu *Triactinomyxon* = infekční pro ryby)



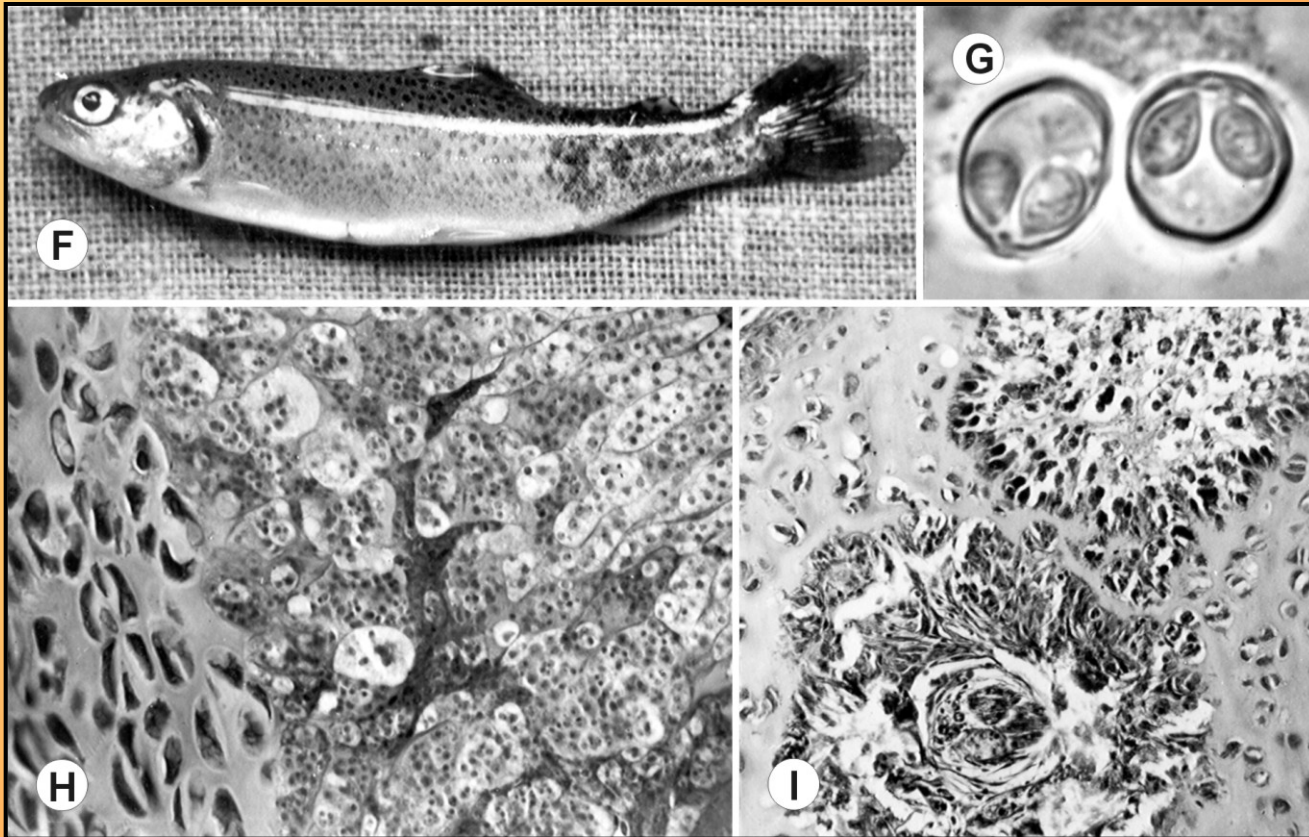
Životní cyklus *M. cerebralis*.

RYBA

- ryba se nakazí plovoucí actinosporou (uvolněná z nitěnky)
- při kontaktu spora vystřelí pólová vlákna → uchyťí se na rybě (vystřelení vláken a uchycení je hostitelský specifické!)
- sporoplasma proniká do kůže a z ní uvolněné buňky se množí v kůži a podkoží
- buňky pronikají do nervové tkáně a putují po ní do hlavové chrupavky → enzymatická destrukce
- po 2-3 měsících - tvorba spor myxosporeového typu

NÍTĚNKA

- nitěnka se nakazí myxosporou uvolněnou z uhynulé ryby
- ve střevě se z myxospory uvolní zárodek → množí se v mezibuněčných prostorech → tvorba bezbičíkatých gamet - kopulace → tvorba actinospor - vyloučení ze zažívacího traktu živé nitěnky



Myxobolus cerebralis

F - mladý jedinec pstruha, zakřivení těla

G - zralé spory, halo efekt naznačuje mukózní obal

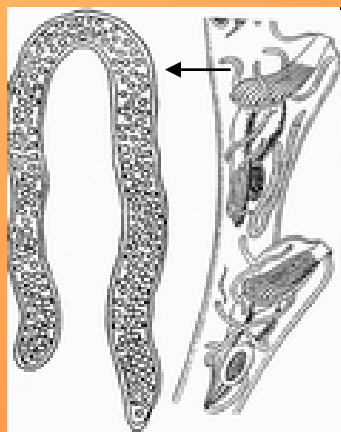
H - masivní časná plasmodia mezi oddíly chrupavky

I - dvě ohniska pokročilých plasmodií ve chrupavce hlavy

Třída Malacosporea

- paraziti tělní dutiny mechovek (Bryozoa) + další hostitel (?)
- červovité útvary s malakosporeovými sporami (- měkké stěny, 4 pólové kapsule s vychlípitelnými vlákny, 2 sporoplasmy) v tělní dutině mechovek

Červíkovité stadium se sporami →



Buddenbrockia spp.

Tetracapsuloides spp. - zánět ledvin (nemoc PKD) lososovitých ryb

Kmen MICROSPORA (Říše Fungi)

- organismy historicky považované za prvoky, ale do říše Protozoa nepatří!
- obligátně intracelulární cizopasníci obratlovců i bezobratlých
- parazitují výlučně uvnitř buněk v téměř všech živočišných kmenech
- vysoká hostitelská specifita (zatím popsáno 1200 druhů)
- sekundární ztráta mitochondrií v důsledku parazitického způsobu života
- původci oportunních parazitóz u člověka (imunodeficiencie, HIV ve stadiu AIDS)

Životní cyklus mikrosporidií → 2 fáze:

1. Merogonie

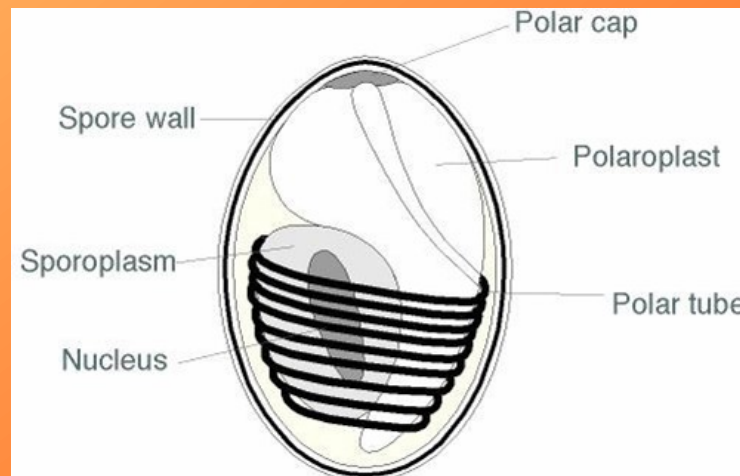
- zárodek (sporoplasma) je v podobě miniaturní buňky injikován do buňky hostitele - přežívá jako velmi malé buňky (meronti) rozmnožující se binárním dělením nebo rozpadem plasmodií na merozoity - opakování rozmnožovacího cyklu
- merogoniální buňky mají místo mitochondrií mitosomy (= drobné váčky se 2-ma membránami), primitivní Golgiho aparát
- hostitelská buňka není během merogonie poškozována (zvětšuje se v útvar „xenoma“) → mikrosporidie působí spíše jako vnitrobuněčný symbiont než parazitický organismus

2. Sporogonie

- buňky mikrosporidií vytváří na povrchu elektrodenzní stěnu → sporont (stále pokračuje rozmnožování) → sporoblast (osamostatnění buněk) → z každé buňky parazita vzniká spora adaptovaná pro přenos infekce
- hostitelská buňka je poškozována → váček s velkým množstvím spor

Spóra

- oválně-vejčitého tvaru se stěnou z chitinu (zeslabená na vrcholu spory)
- cytoplasma s jádrem a velkým množstvím ribosomů
- vystřelovací aparát → 3 komponenty:
 - a. pólové vlákno** zakotvené k vnitřní straně stěny v místě apikálního ztenčení
 - b. polaroplast** (= bobtnací organela spory) - systém membránových cisteren obklopujících přímou část pólového vlákna
 - c. zadní vakuola** - zadní část spory fungující jako další bobtnací organela



Funkce spory

- po aktivaci spory vnějšími podmínkami → vymrštění pólového vlákna (přechnutím naruby; 2 sekundy) a vytlačení obsahu spory vláknem ven bobtnacími tělesy
- vystřelení spory - zvýšením osmotického tlaku uvnitř spory (= pronikání vody do spory) → spora praskne na vrcholu
- sporoplasma mikrosporidie je injikována do cytoplasmy hostitelské buňky

Šíření mikrosporidií uvnitř hostitele

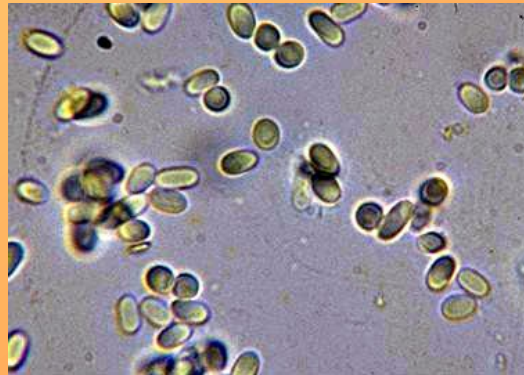
- mikrosporidie nejsou schopny pohybu, ale po infekci během 2 - 3 dnů vytváří generaci tenkostěnných spor → samovolně vystřelují v hostitelských buňkách (= primární spory; šíření infekce uvnitř hostitele!)
- sekundární spory vycházejí s tělními exkrecy nebo po smrti hostitele a kontaminativní cestou infikují dalšího hostitele

HMYZ

Rod *Nosema*

Nosema apis

- běžný parazit střevního epitelu včely medonosné (včelí úplavice)



Nosema bombycis

- parazit tkání housenek bource morušového (žloutenka bourců)

- možný transovariální přenos

- pěstování housenek ze snůšek z mikroskopicky kontrolovaných, zdravých samic (metla hedvábnictví)



tmavé skvrny na housenkách

Nosema locustae

- parazit sarančat
- spory smíchané s návnadou → biologický boj proti sarančatům v USA



Rod *Vairimorpha*

Vairimorpha necatrix

- parazit tukového tělesa motýlů

ČLOVĚK

Rod *Encephalitozoon* - vývoj mikrosporidie ve velké vakuole v hostitelské buňce (parazitoformní vakuola - u mikrosporidií výjimečně).

Encephalitozoon cuniculi

- systémový parazit řady savců, celosvětové rozšíření
- genotyp I = králík, genotyp II = pes, genotyp III = myš a pes
- u člověka genotyp I, II a III
- predilekční orgán: ledviny (roznos močí), mozek
- králíci - v mozku a ledvinách → nervové poruchy, zaklánění hlavy, točení dokola
- psi - bez klinických příznaků

Encephalitozoon intestinalis

- systémový parazit řady savců
- predilekční orgán: střevo, ledviny

Encephalitozoon hellem

- systémový parazit řady ptáků (např. andulky)
- u člověka - infekce obličejových dutin a dýchacích cest (méně často oka, ledvin a močových cest)
- infekce sporami z prachu z trusu ptáků

Rod *Enterocytozoon*

Enterocytozoon bienersi

- celosvětové rozšíření
- epitel duodena a jejunu, žlučových cest
- zoonotický charakter - výskyt u zvířat (pes, kočka, králík)
- původce průjmového onemocnění, nejčastěji diagnostikovaná mikrosporidie při AIDS
- 15% AIDS pacientů s průjmovým onemocněním, v Africe až - 35% HIV pozitivních pacientů
- léčení není známo

RYBY

Rod *Pleistophora*

- parazité rybích tkání (hlavně svalů)

Pleistophora hyphessobryconis

- parazit svalů neonek (*Hyphessobrycon* spp.)

- „neónová nemoc“ - bledá nepravidelně ohraničená místa na těle ryb, ztráta svítivého laterálního pruhu a deformace těla

