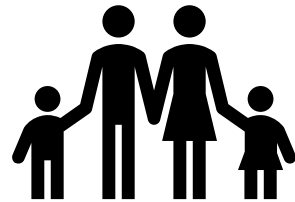


Rozmnožovací soustava

Šárka Špániková

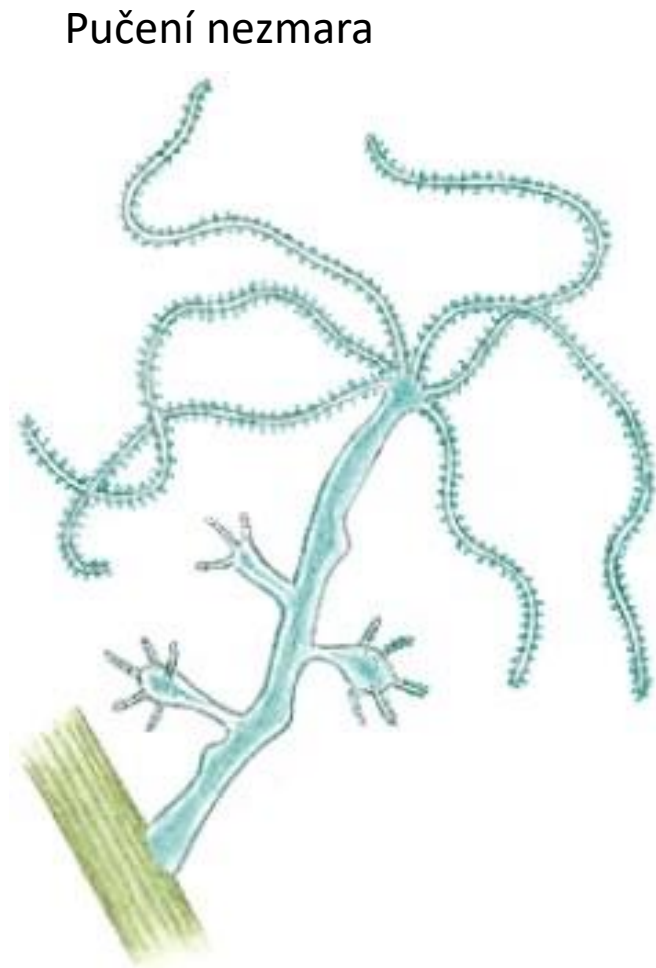
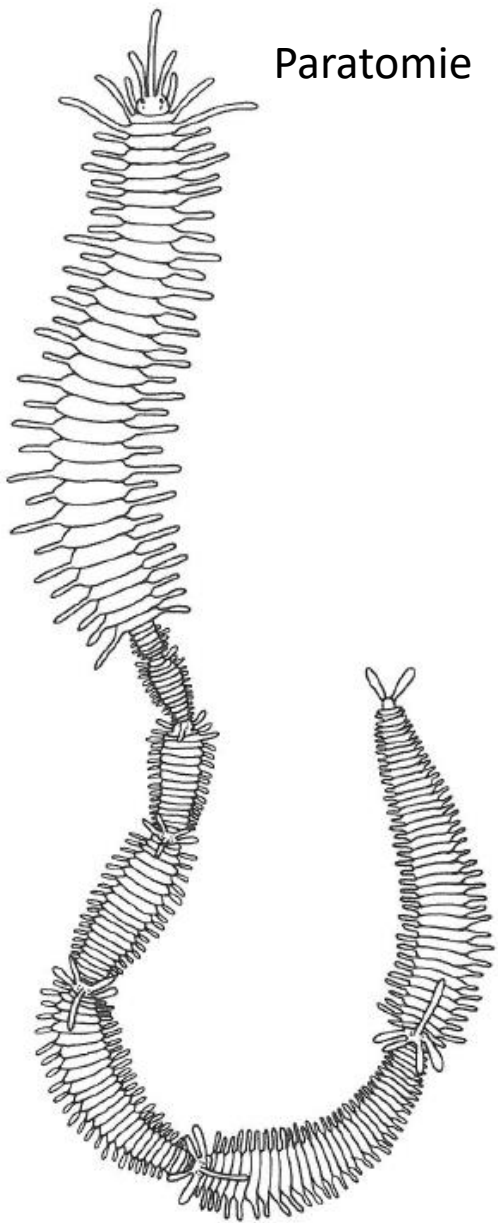


Rozmnožovací soustava

- Zásadní pro přežívání druhu
- Nepohlavní (asexuální) × pohlavní (sexuální)
- Metanegeze, partenogeneze, heterogonie
- Hermafrodit × gonochorista
- Gamety
- Rozmnožovací orgány
- Pohlavní dimorfismus

Nepohlavní rozmnožování (asexuální)

- Evolučně původnější
- + • Rychlejší, menší spotřeba energie, stačí 1 rodič, tvorba kolonií
- + • Nevyžaduje speciální rozmnožovací orgán
- • Geneticky uniformní potomstvo – špatně reaguje na změnu podmínek
- Štěpení, pučení, odškrcování, rozpad (architomie)
- Paratomie – noví jedinci pučí ze zadního konce mateřského jedince a tvoří řetěz různě starých jedinců (nejmladší hned za mateřským)
 - Příklad: *Autolytus purpureomaculatus* („Polychaeta“)



Dělení krásnoočka

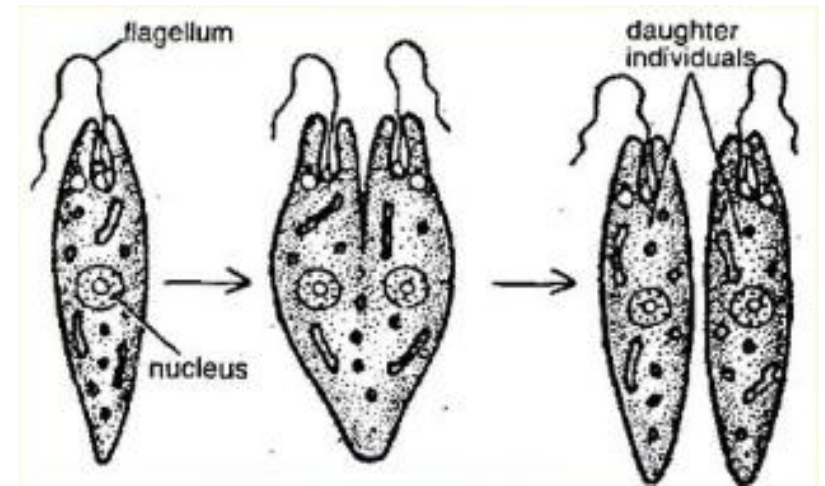
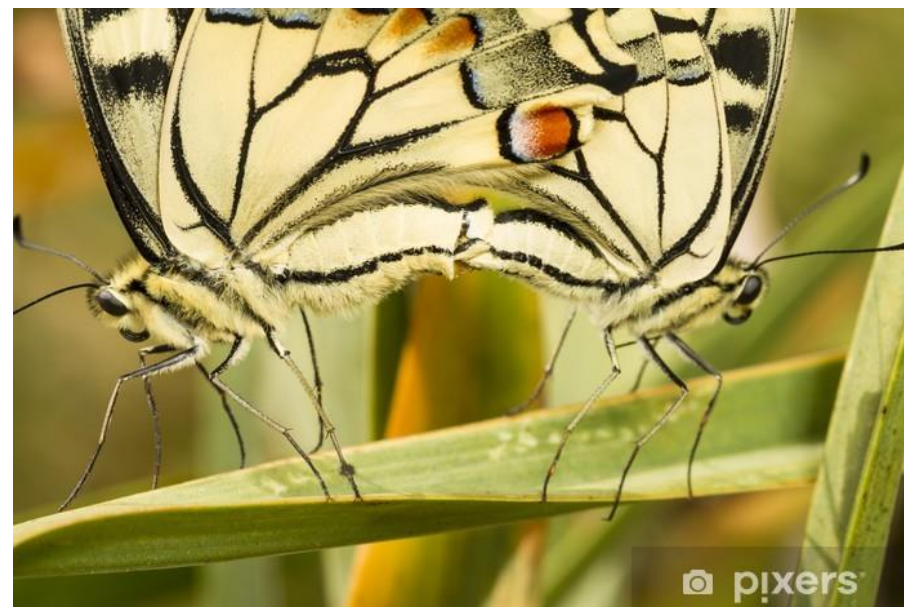


Fig. 13.2. Paratomy in the syllid *Autolytus purpureomaculatus* (Polychaeta, Annelida): new individuals bud off from the posterior end of the 'mother' and form a chain of differently developed offspring. After Westheide and Rieger (2007).

Pohlavní rozmnožování (sexuální)

- Evolučně mladší
- + • Genetická variabilita potomstva – adaptace na změnu podmínek
- • Pomalejší, náročnější, jsou třeba 2 jedinci,
 - Autogamie (samooplození) – předstupeň pohlavního rozmnožování
 - Mohou a nemusí být gonády (pohl.orgány)
 - Oplození vnější – častěji u vodních
 - Oplození vnitřní – adaptace na souš



Hermafrodit vs. gonochorista

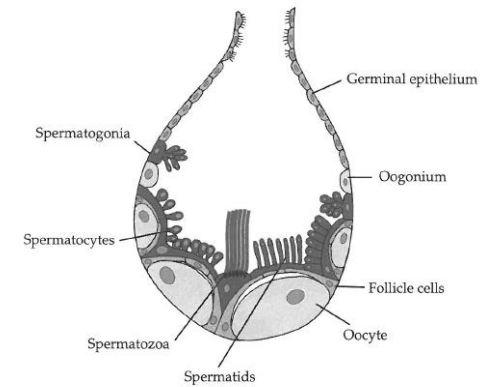
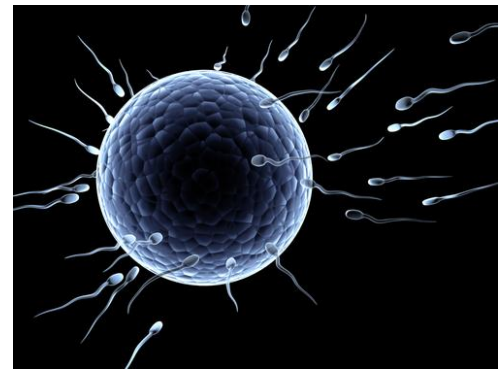


Fig. 13.8. Schematic drawing of a hermaphroditic gonad in a pulmonate gastropod, where male and female gametes develop in very close proximity. Lighter grey symbolizes female components (oogenesis stages and supportive cells), darker grey male components (spermatogenesis stages). After Saleuddin (1999).

- Není jasné, co je evolučně starší – hermafroditismus by mohl být původnější, pokud jsou Porifera monofylum → což nejsou ...?
 - Ale je pokládán za původnější u Bilateria
- Hermafrodit (od Hermés a Afrodité) – obě pohlaví v jednom jedinci
 - Snah chránit se proti samooplození – př. proterandrický vývoj (samčí gamety se vyvinou dříve)
 - Většinou si dva jedinci vyměňují spermie
 - Př. Clitellata, Pulmonata
- Gonochorista
 - Každý jedinec tvoří jen samčí nebo samičí pohlavní buňky
 - Pohlaví dáno většinou geneticky, ale jsou i výjimky (např. Echiura – rypohlavci-pohlaví dáno až fenotypově)

Gamety



- **Zárodečné buňky** (germ cells) – ty, z kterých vznikají gamety
- **Preformace** (preformation) – zárodečné buňky jsou determinovány hned po oplození
- **Epigeneze** – zárodečné buňky určeny až během rýhování embrya nebo až když se tvoří gonády, více rozšířená, asi původnější
- Když je buňka rozpoznána, stává se z ní primordiální zár. buňka
- Oogeneze, spermatogeneze
- Izogamety – stejné ♀♂, anizogamety – liší se vajíčka a spermie
- Gamety jsou přítomny u všech Metazoa

Gonády – pohlavní orgány

- Gonády jsou místem buď vzniku nebo jen dozrávání gamet
- Gonády jsou obvykle orgány ohraničené epitelem a obsahující gamety (ne vždy – u žahavců jsou mezi epitely - nepravé, u Acoela jsou mezi parenchym. buňkami)
- Gonády se vyvinuly později než gamety
- Gonády nemají „Porifera“, Cnidaria (jen určené místo vzniku gamet)
- Většina Bilateria již má ohraničené gonády často zárodečným epitelem

Vznik gonád u Bilateria

- **Absence gonád** – gamety se tvoří v coelomu (Bryozoa, Phoronida, Sipunculida)
- **Gonády z coelomu** – u některých Gastropod, Bivalvií a Cephalopod, vznikají z perikardiálního epitelu
- **Nejprve shluk buněk, poté obalen epitem** – u Nematomorpha (strunovci)
- **Epitel rostoucí kolem zárodečných buněk** – u druhů s brzkou diferenciací primordiálních buněk, které migrují na místo gonád, kde iniciují růst epitelu, u hmyzu, Nematod

Přenos gamet, oplození

- **Vnější oplození** - je původnější, je nutné vytvořit více gamet, aby se zvýšila pravděpodobnost jejich splynutí → náročnější
- **Vnitřní oplození** – odvozené, není nutné tolik gamet, ale je často potřeba další orgán k účinnému přenosu, oplození uvnitř těla samičky umožňuje ochranu a výživu lépe než u vnějšího oplození
 - Pohlavní orgány pro přenos spermií: zatažitelná kopulační orgán (penis, cirri), spermatofory (pavoukovci, hmyz), cementační žlázy vrtejšů, receptaculum seminis (uložení spermií v těle samice – u Pulmonata)
- Oviparie – kladení vajíček
- Ovoviviparie – kladení vajíček, ze kterých se ihned líhnou mláďata
- Viviparie – narození živých jedinců

Partenogeneze

- Nepohlavní rozmnožování za přítomnosti gamet (vajíček)
- Odvozena z pohlavního rozmnožování
- Vývoj jedince z neoplozeného vajíčka
- Automiktická, haploidní, apomiktická
- Nutné střídání s pohlavní fází (cyklicky × nepravidelně)
- Reakce na ztížené podmínky prostředí
- U některých skupin (gastrotricha, Tardigrada) jsou sladkovodní druhy partenogenetické, mořské se rozmnožují pohlavně
- <https://www.youtube.com/watch?v=T3bmbpBPR3U>

Partenogeneze

- Automiktická – ještěři, varan, genetický různé potomstvo, pohlaví potomstva záleží na determinaci pohlaví ($XY \times WZ$)
- Haploidní – včely, diploidní samice při neoplození tvoří haploidní samce, při oplození diploidní samice
- Apomiktická – pouze mitóza, potomstvo identické s matkou

Metageneze - rodozměna

- Střídání pohlavní a nepohlavní fáze rozmnožování
- Nepohlavní fáze zajistí dostatek potomstva
- Pohlavní fáze pro genetickou variabilitu
- Př. žahavci

(pohlavní medúza × nepohlavní polyp)

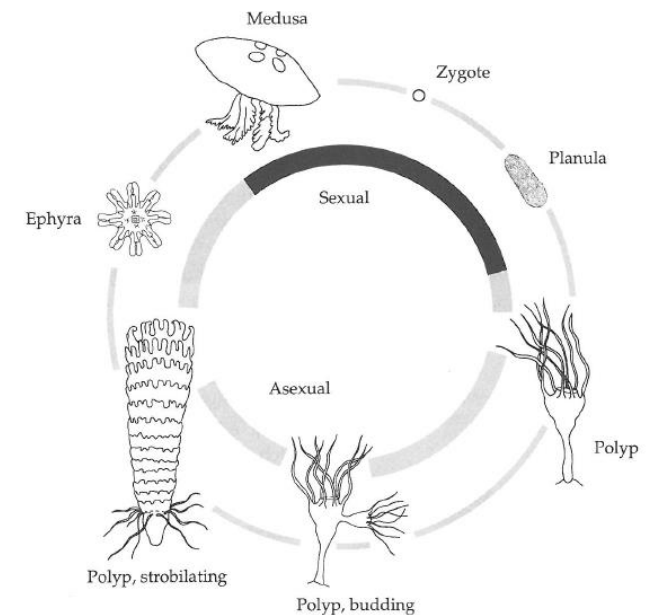
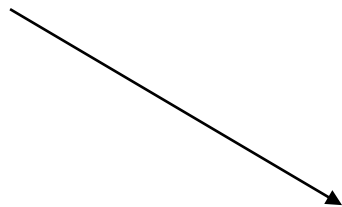
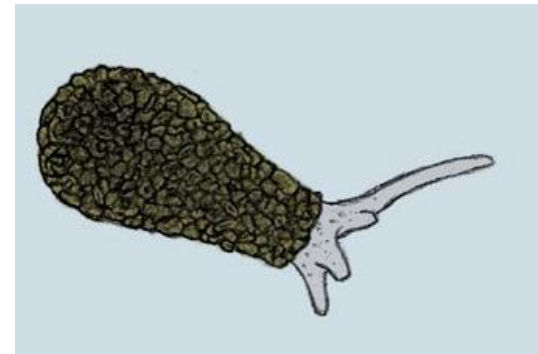
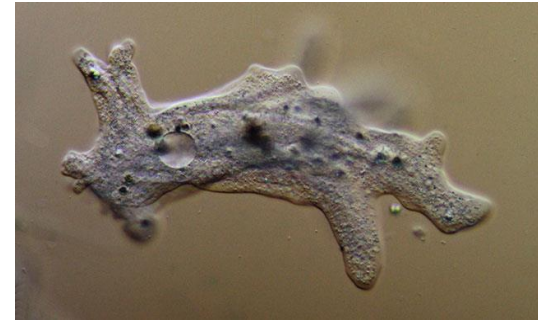


Fig. 13.1. The life cycle of *Aurelia aurita* (Scyphozoa, Cnidaria) as an example for metagenesis. The medusa reproduces sexually, the polyp is the asexual stage. After Westheide and Rieger (2007).

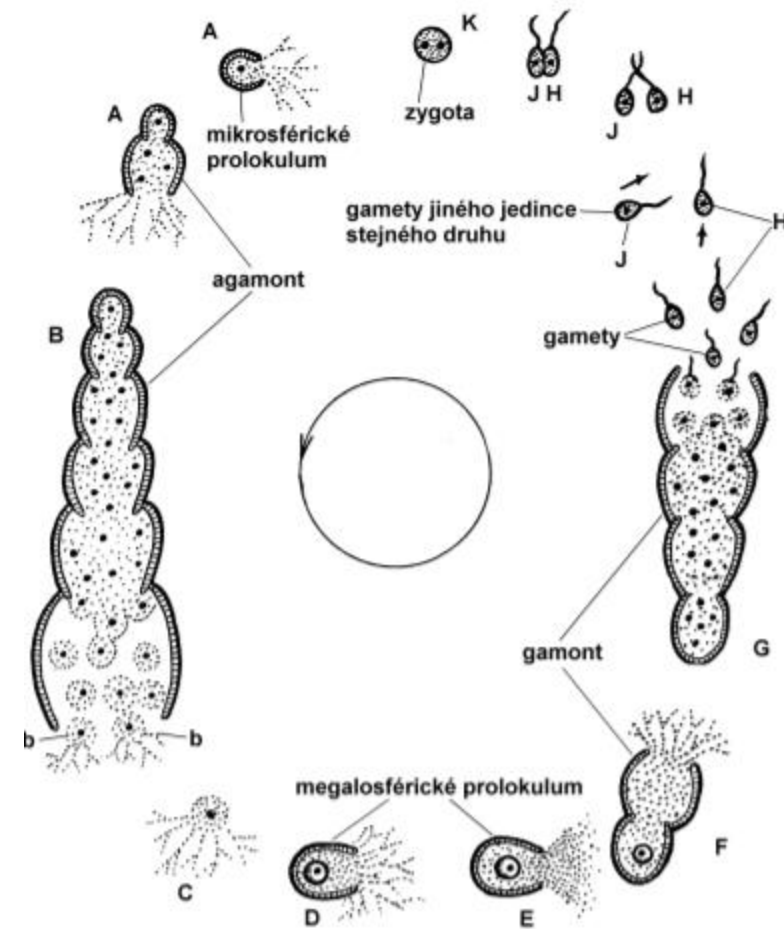
Amoebozoa

- Mycetozoa, Lobosea (améby, krytenky)
- Jednobuněční
- Nepohlavní rozmnožování dělením
- Amoeba proteus – dělení buňky
 - <https://www.youtube.com/watch?v=PgjRP4Togww>



Rhizaria

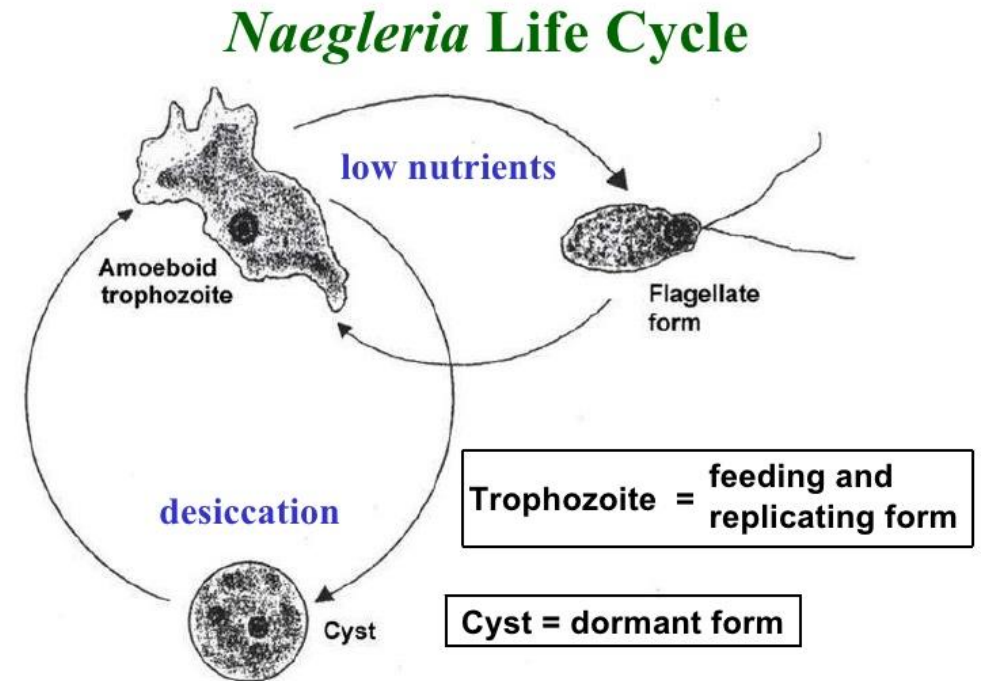
- Jednobuněční
- Filosea, Heliozoa, Foraminifera, Radiolaria
- Většinou nepohlavní dělení
- Foraminifera (dírkonošci)
 - Pohlavního rozmnožování (haploidní gamont tvoří izogamety)
 - Izogamety dvou různých jedinců se spojí v diploidní zygotu
 - Rostou diploidní agamonti se množí mitózou, noví haploidní jedinci (gamonti) opouští schránku



Obr. 236 Schema rozmnožovacího cyklu dírkonošců a střídání generací. A-B - nepohlavní fáze rozmnožování (B: dospělý agamont, kde právě dva noví jedinci označení písmeny "b" opouštějí schránku). C-K - pohlavní fáze (G: dospělý gamont, u něhož se jádro rozpadlo na řadu jader dceřiných; schránku opouštějí isogamety). Podle Špinara (1960).

Excavata

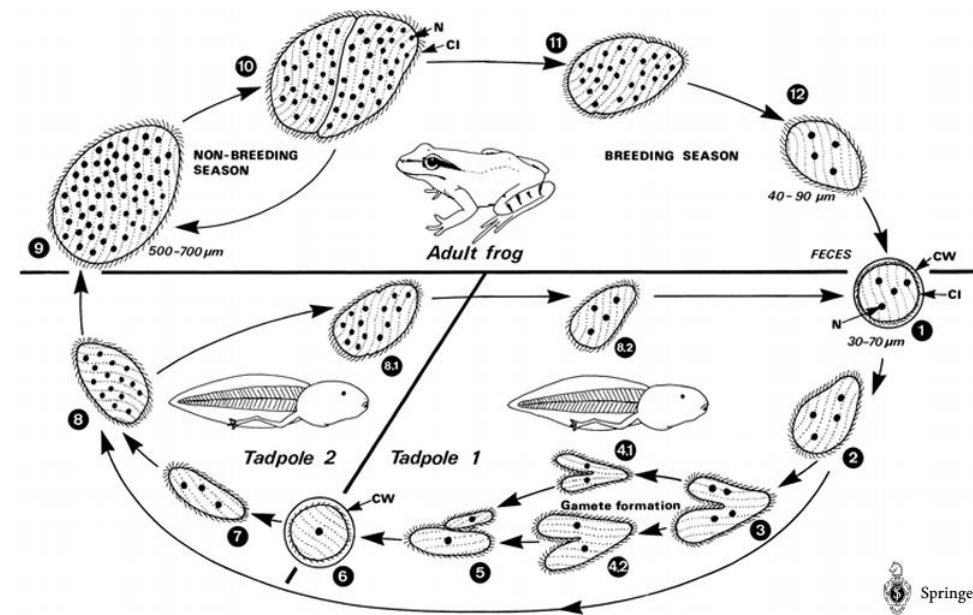
- Jednobuněční
- Metamonada – diplomonády – trvalé splynutí dvou jedinců, zdvojené jádro
- Parabasala – dělení
- Euglenozoa – dělení
- Percolozoa – dělení, střídání améby, cysty a bičíkatého stádia (*Naegleria fowleri* – panožkovka Fowlerova), fakultativní parazit



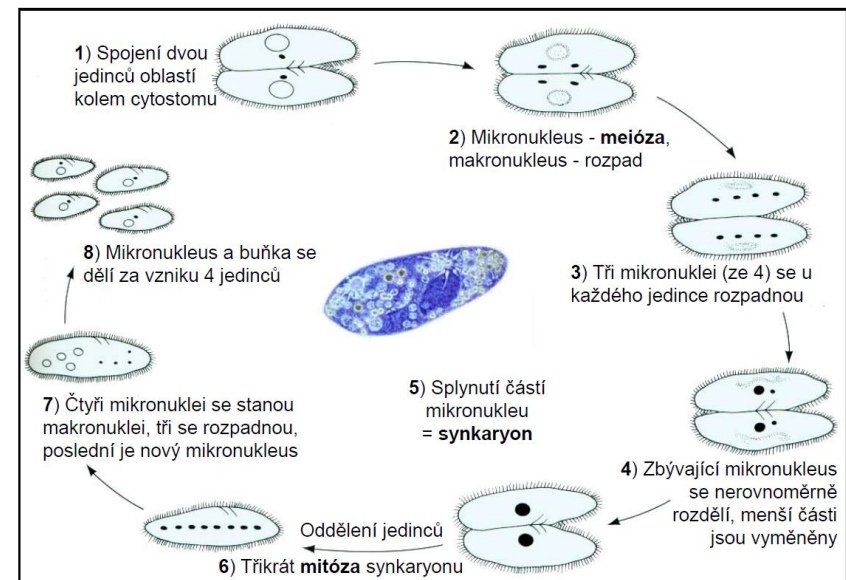
Naegleria fowleri životní cyklus

Chromalveolata

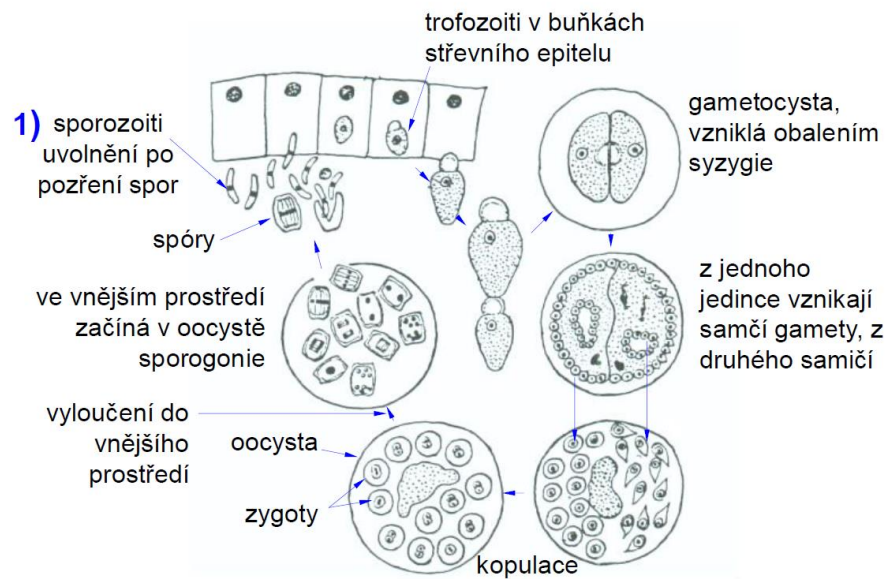
- jednobuněční
- Opalozoa – složitější životní cyklus
 - V konečníku žab žijí mnohojaderní trofonti, ti se zacystují a s výkaly opustí tělo žáby, když cystu pozře pulec, cysta praskne a vyjdou z ní jednojaderné gamety, ty splynou a přemění se v trofonta (pulec mezitím dospěje v žábu)
- Dinozoa – nepohlavní rozmnožování
- Apicomplexa – často paraziti, složitý vývojový cyklus
- Ciliophora – konjugace (spájení)



konjugace u trepky - *Paramecium* sp.

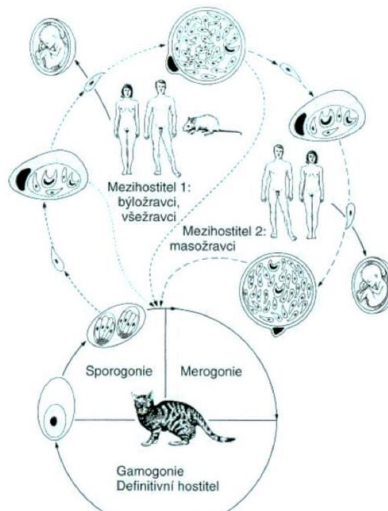


hromadinky - životní cyklus

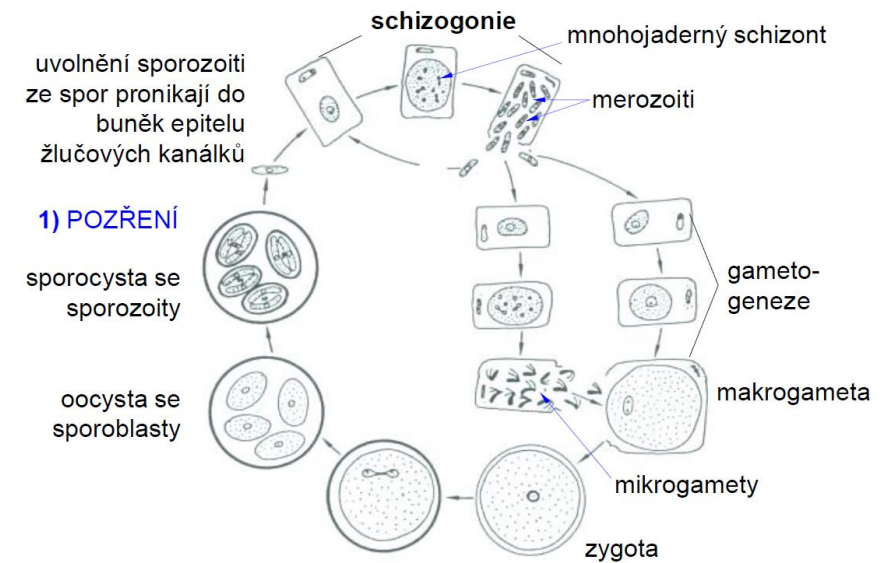


kokcidie kočičí - životní cyklus

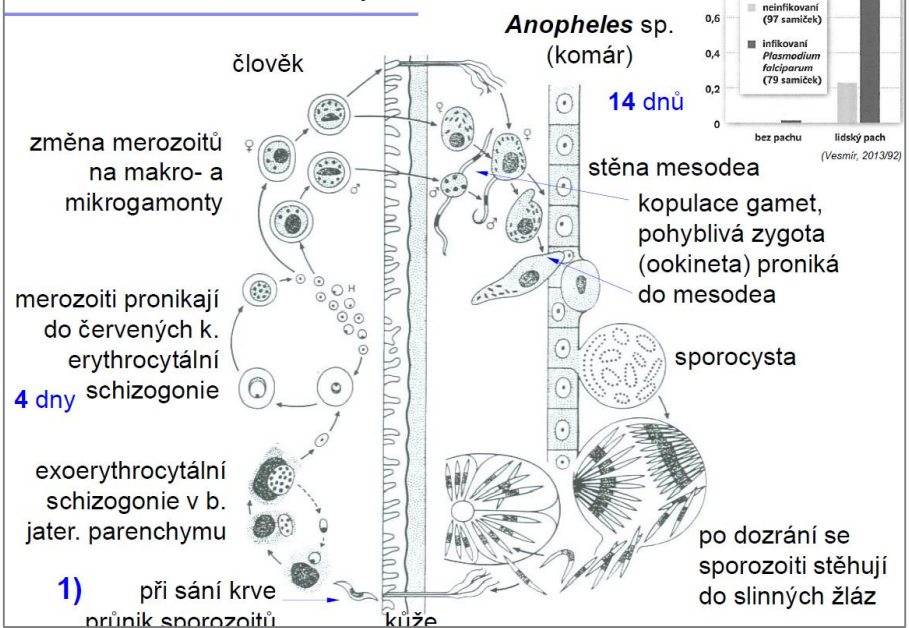
- pohlavní fáze je v kočkovitých šelmách (hlavně kočka domácí)
- nepohlavní fáze v mezihostitelích (ptáci a savci, i člověk)
- přenos oocyst trusem, napadnými tkáněmi i nitroděložně
- nákaza u lidí většinou bez vážných potíží (ale cysty zůstávají v nervové a svalové tkáni doživotně u 20-80 % lidí), při komplikacích - onemocnění všech orgánů (hlavně očí a mozku)
- nakazí-li se těhotná žena, může dojít k napadení plodu (vážné poškození i potrat)



kokcidie jaterní - životní cyklus



Plasmodium malarie - životní cyklus

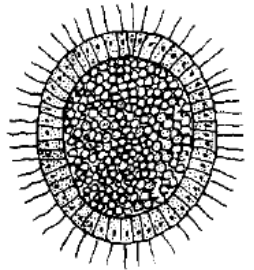


A
P
I
C
O
M
P
L
E
X
A

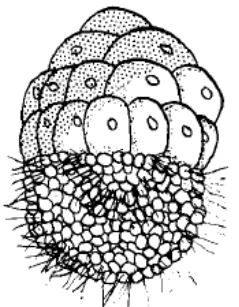
Opisthokonta

- Ministeriida – jednobuněční, není znám životní cyklus
 - Choanoflagellata (trubénky) – množí se nepohlavně
 - Jednobuněčná stádia s **tlačným bičíkem** - později spermie
 - Porifera
 - Nepohlavní (vnější pučení – kolonie, vnitřní pučení – **gemulace** – shluk archeocytů v gemuli)
 - Pohlavní – hermafrodité i gonochoristé, pohlavní buňky vznikají z choanocytů
- larva **trichimela** (Hexactinellida), **parenchymula** (Demospongia), **amfiblastula** (Calcispongia)

- parenchymula a trichimela - celá obrvená, vzniká imigrací (shodné s gastrulací) - morfologicky odpovídá spíše gastrule



- amfiblastula - polovina obrvená, vzniká inverzí, morfologicky odpovídá blastule, po přisednutí prodělává „gastrulaci“



Eumetazoa

Cnidaria - žahavci

Polyp (nepohlavní) – medúza (pohlavní)

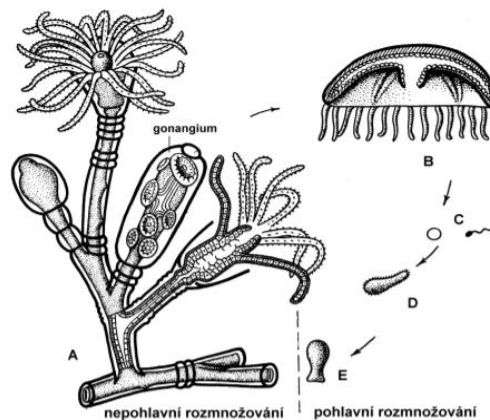
Anthozoa (korálnatci)

- Potlačeno stádium medúzy
- Často koloniální – nepohlavní pučení
- Pohlavní rozmnožování – dospělý polyp uvolňuje gamety z endodermu
- planula → polyp
- U některých sasanek se poprvé objevuje **kopulace** – dva jedinci se přitisknou pedálními disky, vznikne komůrka pro výměnu gamet, oplodnění, vyvíjí se zde nový jedinec až do planuly



Hydrozoa (polypovci)

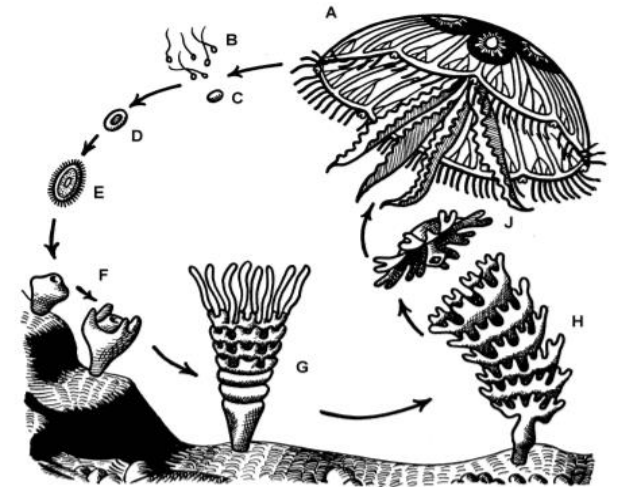
- Převládá hydropolyp
- Nepohlavně – pučením
- Pohlavně – varlata a vaječníky - vychlípeniny epidermis produkující gamety (♂+♀) z ektodermu
- U koloniálních vytváří gamety medúza
- hermafroditi



Obr. 237 Rozmnožovací cyklus koloniálních polypovců. A - část kolonie tvořená dvěma trofozooidy a jedním gonangiem. B - stádium volně plovoucí medúzy, vytvářející pohlavní buňky (C), po jejichž splynutí vzniká volně plovoucí larva (D). Podle Moora (1952), ze Špinara (1960).

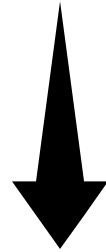
Staurozoa (medúzovci)

- Převládá scyphomedúza
- Nepohlavní polyp (scyphistoma) – strobilace, odškrucuje ephyry
- Pohlavní – scyphomedúza – pohlavní orgány z gastrodermu (endodermu), tvoří gamety
- Většinou gonochoristé



Obr. 238 Rozmnožovací cyklus medúzovců. A - volně plovoucí medúza, B - samčí pohlavní buňky, C - samičí pohlavní buňka, D - zygota, E - planula, F - mladý polyp, G - scyphistoma (nepohlavní stádium), H - strobila, J - ephyra. Podle Špinara (1960).

Eubilateria

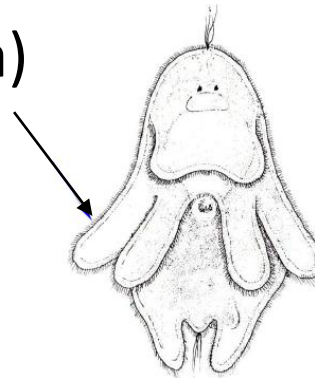


Protostomia

Platyhelminthes

Pohlavní rozmnožování

- Obvykle hermafroditi s výměnou samčích pohlavních buněk
- Gonády jako ovotestes nebo oddělené, velmi složité (zejm. Neophora)
- Přímý vývoj (x Polycladida – Müllerova larva)
- Vnitřní oplození



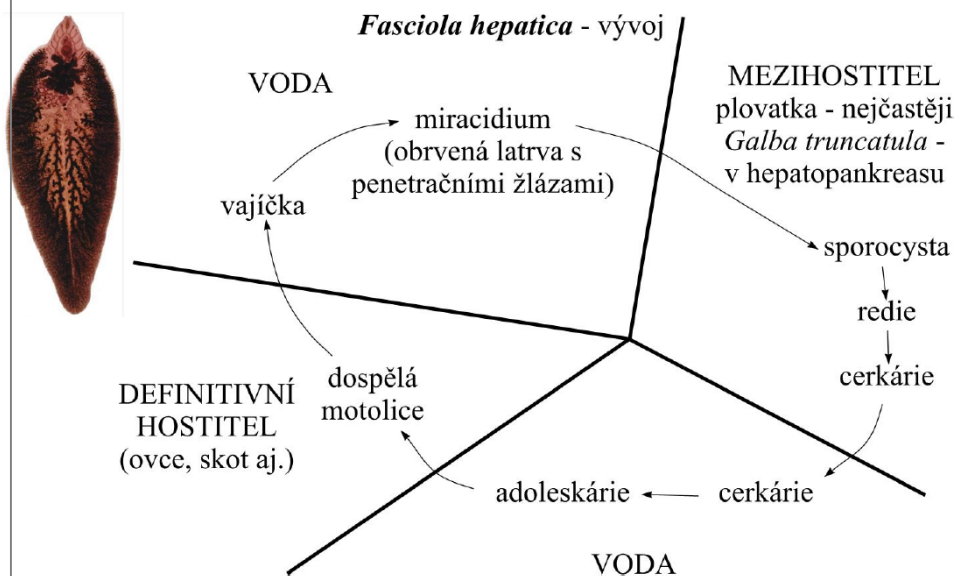
Nepohlavní rozmnožování

- Pučení + regenerace
- **Architomie** (rozpad a dorůstání)
- **Paratomie** (dělení v proliferačních zónách – řetízky zoidů) – *Catenula lemnae*

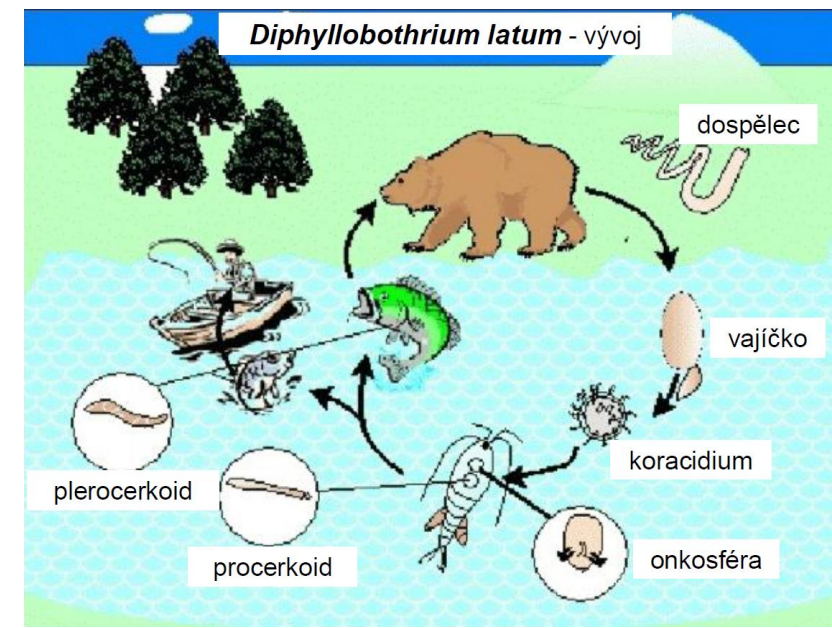
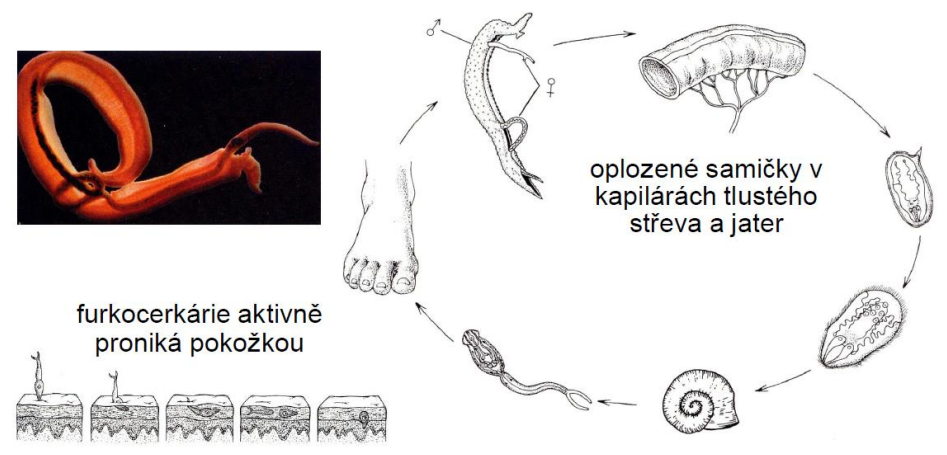
Parazitiční Neodermata často složité vývojové cykly ↓

Motolice →
 - **Miracidium** e
 líhne ve vodě, do
 meziphostitele
 (**plovatka**), v něm
 se nepohlavně
 množí za vzniku
sporocysty plné
redíí, z nich
cerkárie, která
 opustí plovatku a
 je sežrána ovci,
 zde dospěje a
 naklade **vajíčka**
 do vody

Fasciola hepatica - motolice jaterní, v dospělosti (velikost až 3 cm) parazituje ve žlučovodech skotu, ovci a také jeleni zvěře. Výjimečně se může také nakazit i člověk.

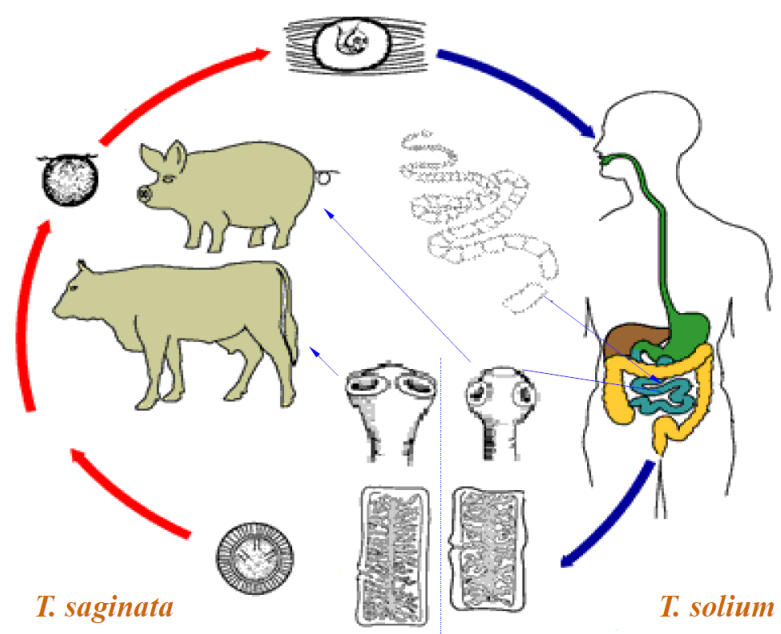


- **Schistosoma mansoni** - krevnička střešní je gonochorista s výrazným pohlavním dimorfismem (samice je v břišní rýze samce), velikost do 2 mm. Meziphostitelem je vodní plž (*Biomphalaria glabra*), definitivním hostitelem je člověk (v kapilárách tlustého střeva a jater, způsobuje krvavé průjmy). Téměř celá Afrika (i Středomoří), Střední a Jižní Amerika.



← **Škulovec**
 - z vajíčka se líhne **koracidium**, po pozření klanonožce ztrácí řasinkový epitel – **onkosféra** – v tělní dutině **procerkoid**, po pozření korýše rybou se mění na **plerocerkoid**, v medvědovi dospělec

životní cyklus tasemnice bezbranné a dlouhočlenné



← **Tasemnice**
 - V meziphostiteli se líhne z vajíčka **onkosféra** a cévami proniká do různých částí těla, kde se mění v larvocystu (**boubel**), dospělec v tenkém střevě

Kamptozoa

- Párové gonády s krátkými gonoducty

Entoprocta (mechovnatci)

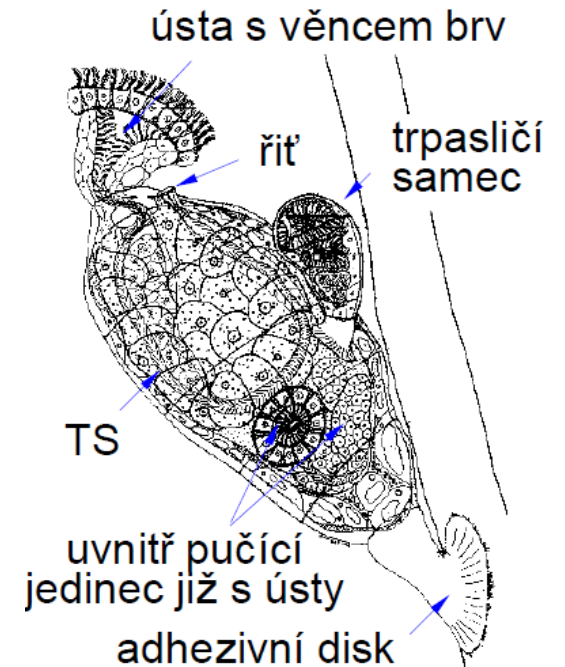
- Nepohlavně – pučení
- Pohlavně – planktonní larva



Pučení mechovnatců

Cycliophora (vířníkovci)

- Potravní (nepohlavní) stádia produkují vnitřním pučením nové postraní jedince
- Složitá metageneze (pohlavní + nepohlavní, dva typy larev)

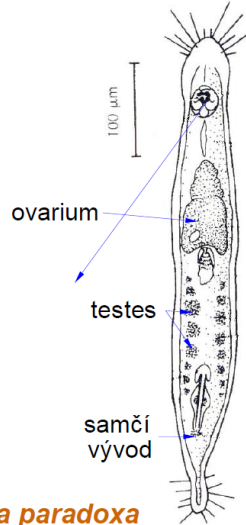


Gnathifera

Lophotrochozoa

Gnathostomulida (čelistovky)

- Hermafroditi s
přímým vývojem

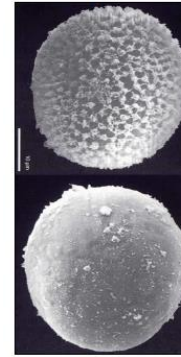


Gnathostomula paradoxa

Micrognathozoa (oknozubky)

- Párové vaječníky
- Proterandrický hermafrodit
(samčí žlázy po dozrání mizí)

vajíčka



„Rotifera“

- gonochoristé,
- Heterogonie (v jednom
životním cyklu se vystřídá
partenogeneze a pohlavní
rozmnožování)
- Haploidní samci
- Dormantní vajíčka



Bdelloida

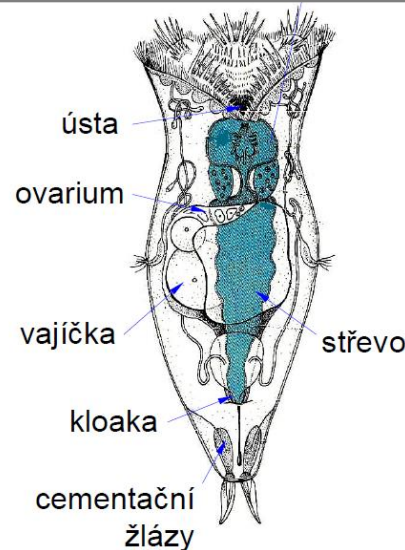
(pijavenky) – pouze
partenogeneze

Monogodonta

(točivky) –
partenogeneze i
heterogonie

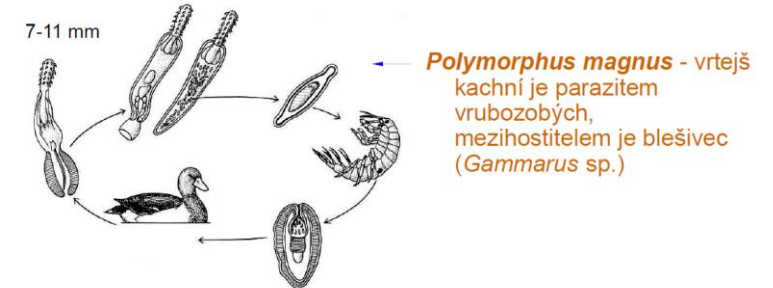
Seisonida

(žábrovci) – bez
partenogeneze,



Acanthocephala (vrtejši)

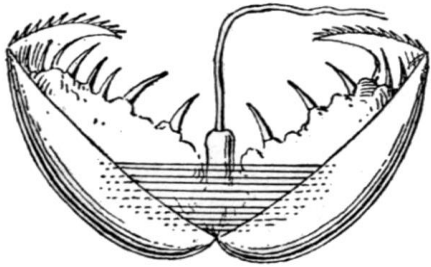
- Sekundární gonochoristé
- Po vnitřním oplození
uzavírá samec samici
pohlavní vývod sekretem
cementačních žláz
- parazit



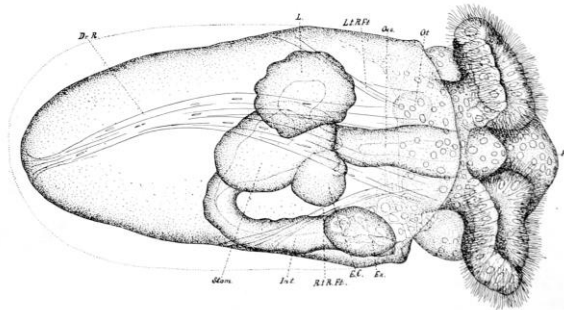
Mollusca

Bivalvia (mlži)

- Gonochoristé
- Schopni měnit pohlaví v průběhu života
- Larva veliger – volně plovoucí (většina mořských)
- Larva glochidium – parazitické (škeble)



glochidium



veliger

Gastropoda (plži)

- Prosobranchia – gonochoristé, někdy s pohlavním dimorfismem
- Opisthobranchia – hermafroditi
- Pulmonata – hermafroditi, vyměňují si spermie



Cephalopoda (hlavonožci)

- Gonochoristé s přímým vývojem

Phoronida (chapadlovky)

- hermafroditi, larva trochofora
- Nepohlavně dělením nebo pučením

Brachiopoda (ramenonožci)

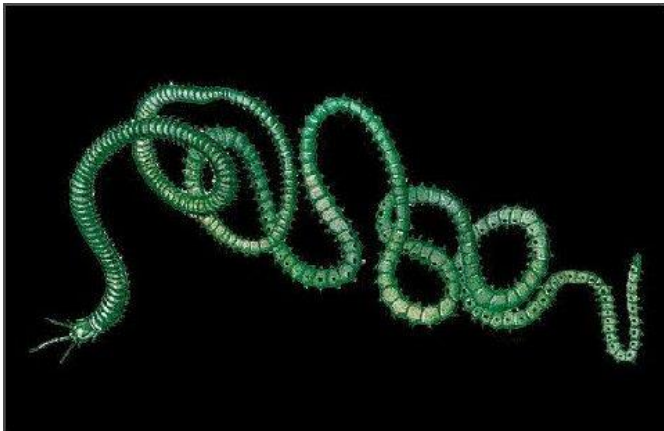
- Gonochoristé
- Volně plovoucí obrvená larva

Annelida (kroužkovci)

- Většinou hermafroditi
- Někdy obrvená plovoucí larva trochofora
- I nepohlavní nebo regenerace

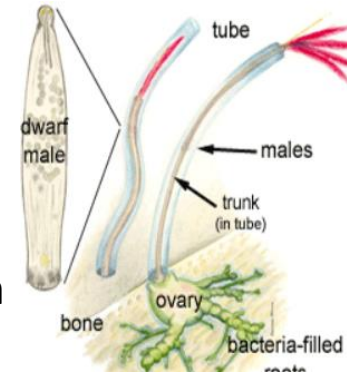
Eunice viridis („Polychaeta“, Errantia)

- Rozmnožování řízeno fázemi Měsíce
- V poslední čtvrti se uvolní dlouhý červovitý zadeček naplněný pohlavními buňkami, odplave z útesu na hladinu, obal se rozpustí, vyplavou pohl. buňky a splynou v nové jedince, zadeček dorůstá



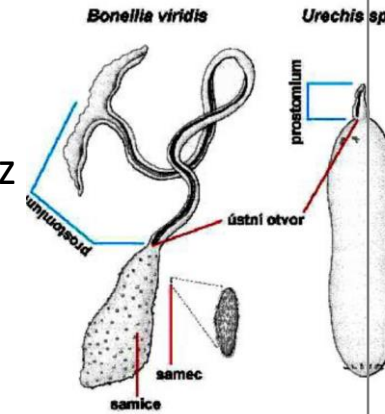
Osedax – kostižerka („Polychaeta“, Pogonofory)

- Malí samci (0,2 mm) uvnitř velké samice 5 cm



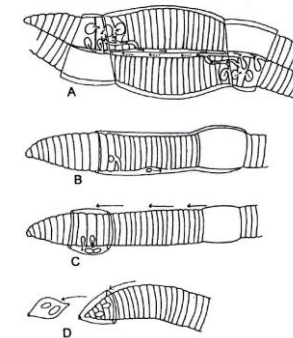
Echiura – rypohlavci („Polychaeta“, Sedenteria)

- Samečci v gonoduktech samic
- Fenotypově určené pohlaví – bez pohlaví, je-li přítomná samice, později ostatní a ti se mění v samce



Clitellata (opaskovci)

- Hermafroditi s přímým vývojem
- Pohlavní orgány v přední části těla (opasek)
- Nepohlavní – architomie (žížalice)
- Paratomie (nitěnky)



„malostětinatci“ - kopulace

- A - výměna spermií a uložení do semenných váčků (receptakulí)
- B - opaskové žlázy vylučují hlenové pouzdro pro uložení vajíčka
- C - pouzdro se posouvá k předu - oplodnění vajíček spermiemi z receptakulí
- D - pouzdro se stahuje z těla a vzniká kokon

Lophotrochozoa

Nematoida

Nematomorpha – strunovci

- Paraziti hmyzu
- Sekundární gonochoristé
- Vodní mládě (polknuto hostitelem) – jedno svlékání – opouští hostitele, klade vajíčka do vody
- <https://www.youtube.com/watch?v=R9kbzyJ5oiA>



Nematoda (hlístice)

- Spíše gonochorismus
- Často sekundární – samci menší, spikuly
- Kloaka ústí do TS



Panarthropoda

Onychophora

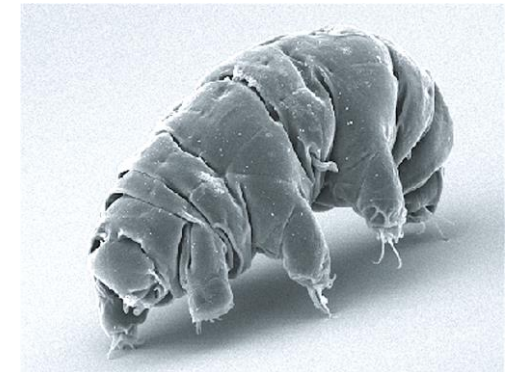
- Sekundární gonochoristé
- Oviparní i viviparní



papila

Tardigrada

- Gonochoristé
- Vývoj přímý
- Druhově specifická vajíčka
- Nepárové dorzální gonády
- Vnější nebo vnitřní oplození

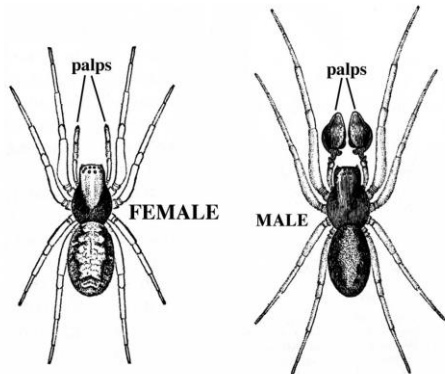


Arthropoda

- Gonochoristé, často pohlavní dimorfismus
- Častopartenogeneze i heterogonie
- Rozmanitá „larvální“ stádia
- Může být i klidová kukla

Euchelicerata – Arachnida

- Samci pavouků mají pedipalpy upravené pro přenos spermií
- Většinou přímý vývoj (x Acari – larvální stádia)
- Vejcorodí i živorodí (štíři - péče o potomstvo)

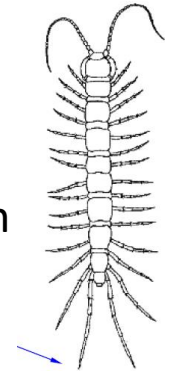


Ecdysozoa

MANDIBULATA

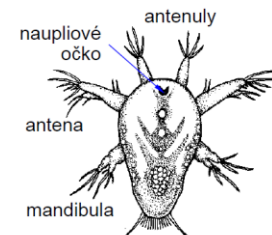
Myriapoda (stonožkovci)

- Samci mají obvykle spermatofory
- Gonochoristé s pohlavním dimorfismem (samci o něco kratší)

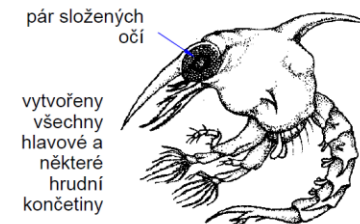


„CRUSTACEA“

- Většinou gonochoristé, někdy s partenogenezí (př. tantulovky)
- Pohlavní dimorfismus (samec menší)
- Vývoj přímý (rak)
- Nebo **larva nauplius** (u většiny korýšů kromě Rakovců)
- Larva **zoea** (u mořských Rakovců)



nauplius se vytváří u všech tříd korýšů, u rakovců jen výjimečně



zoea je pouze u rakovců (Malacostraca) a často jen u mořských

Hexapoda - ectognatha

- Většinou gonochoristé s pohlavním dimorfismem
- Častá partenogeneze (např. blanokřídlí)
- Různé přídatné orgány – samenné schránky, kladélka, kopulační orgány

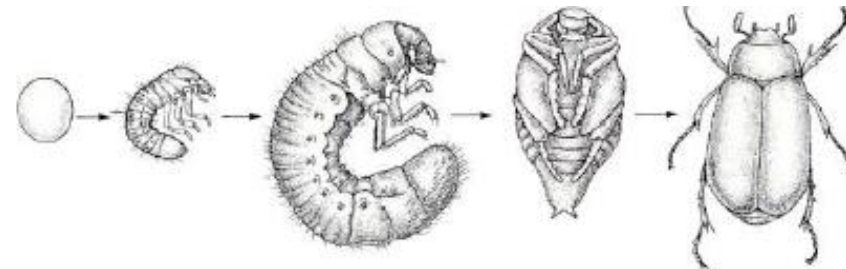
Hemimetabolie

- Hmyz s proměnnou nedokonalou
- Bez kukly
- Mladý jedinec (nymfa) je zmenšeninou dospělé
- Se svlékáním prochází dalšími instary a mění se v dospělé (imago)



Holometabolie

- Hmyz s proměnnou dokonalou
- Klidové stádium **kukly (pupa)**
- Larva morfologicky odlišná od dospělé, s jinou ekologií
- V kukle proběhne kompletní přestavba tkání a líhne se dospělec s křídly

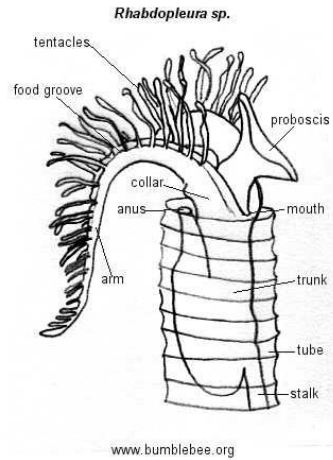


Deuterostomia

Hemichordata (polostrunatci)

Pterobranchia (křídložábřící)

- Kolonie zoidů ukrytých jednotlivě v bílkovinných schránkách
- Kolonie hermafroditní, ale zoidi většinou jednoho pohlaví
- Pučení i regenerace



Enteropneusta (žaludovci)

- Gonochoristé
- Planktonní larva tornaria

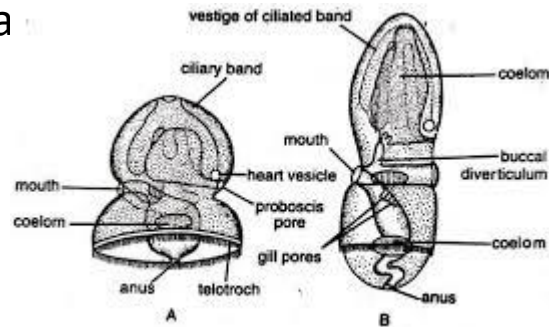


Fig. 28.8. *Balanoglossus* sp. Metamorphosis of *Tornaria* larva

Echinodermata (ostnokožci)

- Většinou gonochoristé
- Pohlavní žlázy většinou radiálně paprscité a velké
- Larva dipleura – každá skupina má vlastní morfologický typ
- Nepohlavně se množí vzácně, schopnost regenerace

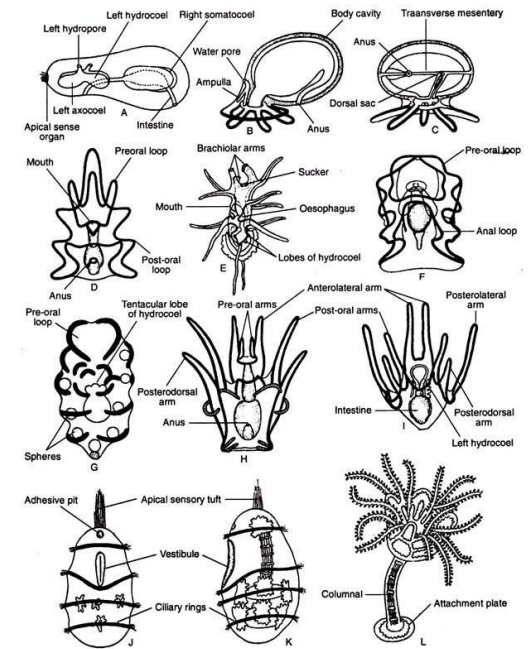


Fig. 21.39: Different larval forms in Echinodermata. A. Hypothetical *Dipleurula* larva. B. Bilateral stage of *Pentactula* larva. C. *Pentactula* larva after torsion of radial position. D. *Bipinnaria* larva. E. *Brachiolaria* larva. F. *Auricularia* larva. G. Transitional stage from *Auricularia* to *Cobotriaria* larva. H. *Echinopluteus*. I. *Copepluteus*. J. *Doliolaria* or *Vittellaria* larva of *Antedon*. K. Late *Doliolaria* larva of *Antedon*. L. *Pentacrinoid* stage of *Antedon*.

Souhrnná tabulka

skupina organismů	způsob rozmnožování (AR. SR)	H/G	larva x přímý vývoj	gonády	výjimky
"jednobuněční"	AR dělení, pučení	xxx	xxx	xxx	Excavata-metamonada - splynutí dvou jedinců, spájení trepy, paraziti - složitý vývojový cyklus
Porifera	AR - gemulace, kolonie, SR	H, G	xxx	xxx, gamety z choanocytů	
Cnidaria	metageneze (AR+SR)	H, G	planula	nejsou obalené epitelem	kopulace u některých sasanek
Platyhelminthes	AR-pučení, architomie, paratomie, SR, paraziti složitý cyklus	H	přímý	ovotestes nebo odděleně, vnitřní opl.	Polycladida - Müllerova larva
"Rotifera"	SR, heterogonie, partenogeneze	G	přímý	?	
Mollusca	SR	G, H	přímý, glochidium, veliger	ano, vnitřní opl.	Phoronida - AR
Annelida	SR, AR	H	přímý nebo trochofora	ano, vnitřní opl.	Echiura - fenotypové určení pohlaví
Tardigrada	SR	G	přímý	ano, nepárové, vnější nebo vnitřní	
Arachnida	SR	G	přímý	ano, vejcorodí i živorodí	Acari - larva
Hexapoda	SR, partenogeneze	G, dimorfi	nymfa, příp. kukla	ano + další orgány	Holometabola x Hemimetabola
Hemichordata	SR, AR	G, H	žaludovci - larva tornaria	ano	
Echinodermata	SR, regenerace	G	Dipleura	ano, paprscité	

AR	asexuální rozmnožování
SR	sexuální rozmnožování
H	hermafrodit
G	gonochorista

Děkuji za pozornost

