

**Rozmnožování,**

## REPRODUKČNÍ SOUSTAVA

Funkce rozmnožovací soustavy:

Reprodukce organismu

Zachování živočišného druhu

Není nezbytná pro existenci jedince

### Rozmnožování

#### Nepohlavní (asexuální)

Netvoří se specializované pohlavní buňky

Nový jedinec z buněk mateřského jedince

Procesy založené na schopnostech regenerace

Rychlý způsob rozmnožování

Za příznivých podmínek

Rychlé zvýšení počtu jedinců druhu

Může zůstat součástí cyklu (střídání s pohlavním rozmnožováním)

Při nepříznivých podmínkách možnost tvorby cyst

**Nevýhoda:** geneticky uniformní potomstvo

Neschopnost adaptace na dlouhodobou změnu životních podmínek

#### Pohlavní (sexuální)

Širší genetická variabilita

Při změně podmínek přežije aspoň část populace

Energeticky náročný proces

## ROZMNOŽOVÁNÍ U BEZOBRATLÝCH JEDNOBUNĚČNÍ

### Nepohlavně

Dělení – cytoplasma se dělí na dva nebo více stejných dílů společně s jádrem

Rozpad – **schizogonie** – např. při vzniku gamet, rozpad mnohonásobným rozpadem jádra, kolem okrsky cytoplasmy – velké mn. **dceřinných buněk**

**Pučení** – vznikají výrůstky- pupeny, které se posléze osamostatňují (Rournatky – Suctoria).

Vzniklí jedinci se pohybují, po určité době usedají

### Pohlavně

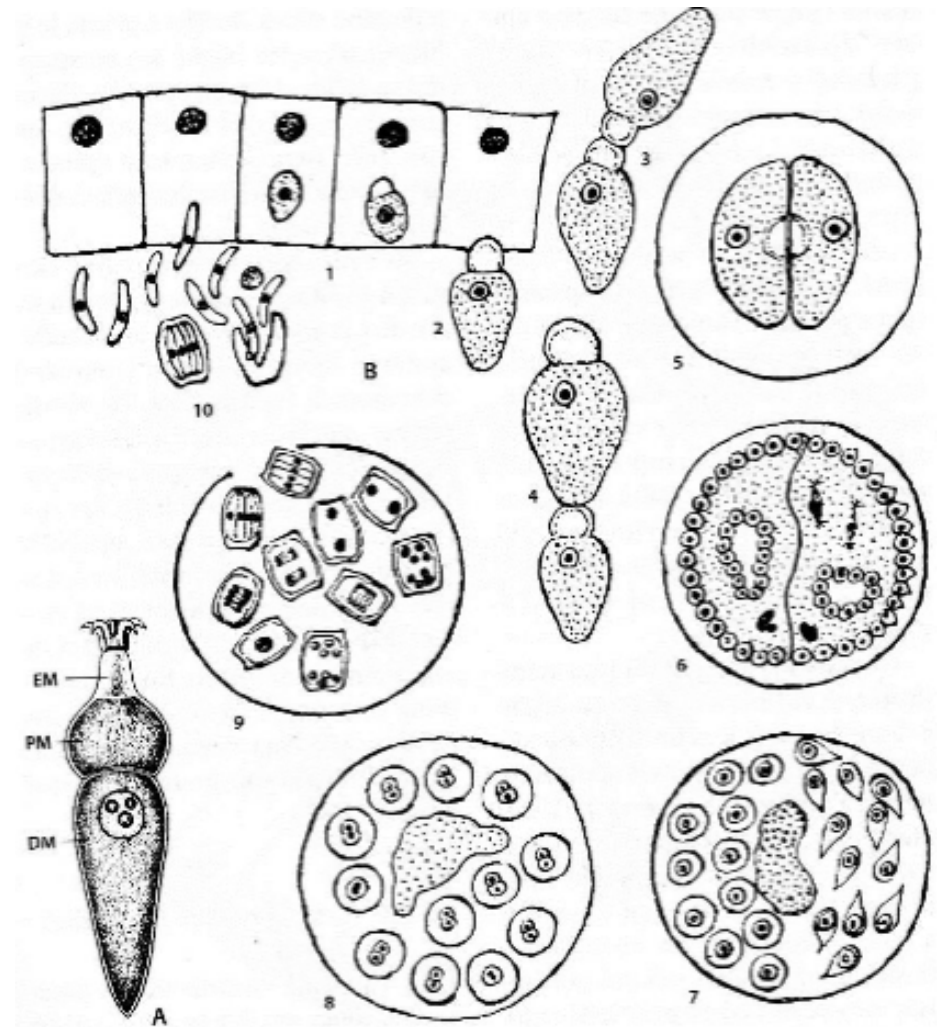
Střídání pohlavní a nepohlavní fáze životního cyklu

př. životní cyklus

**Gregarina sp.**

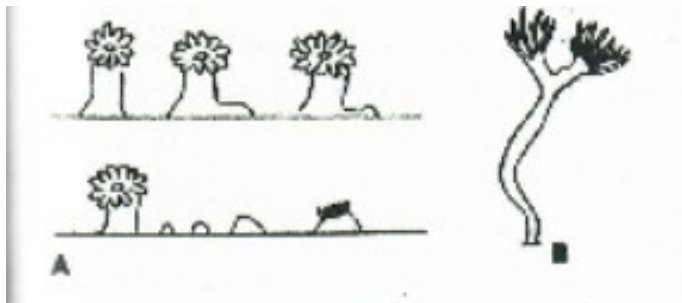
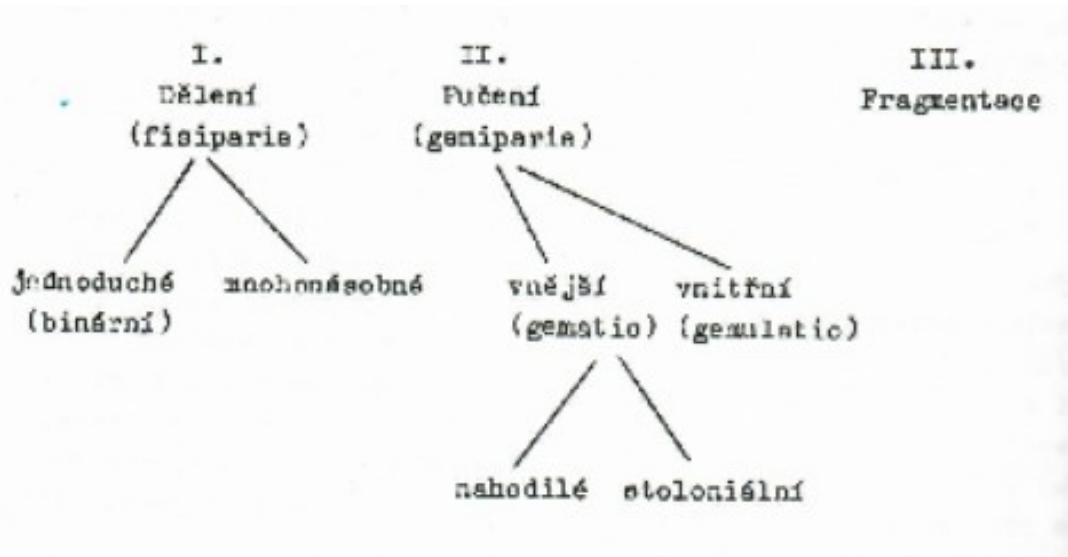
## Životní cyklus Gregarina sp.:

- 1 trofozoiti vyrostlí ze sporozoitů hluboce zanořeni do hostilelské buňky
- 2 rostoucí trofozoit postupně opouští hostitelskou buňku
- 3,4 volní trofozoiti se mění na gamonty a po dvou tvoří syzygii
- 5 gamonti se encystují v gametocystě
- 6,7 dělením gamontů vznikají samčí a samičí gamety
- 8 gamety kopulují a vznikají zygoty
- 9 během meiózy se každá zygota mění na oocystu s 8 sporozoity
- 10 v trávicím traktu hostitele se oocysta otevírá a vylézají sporozoiti



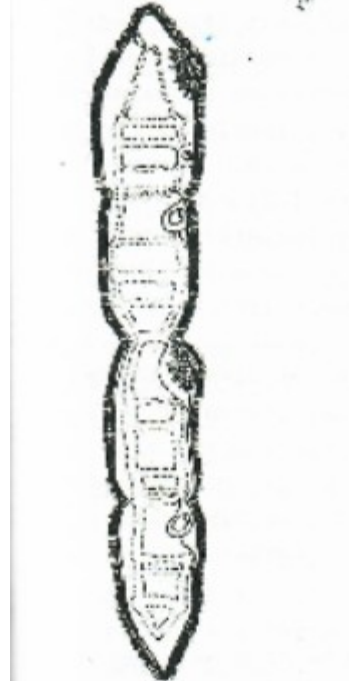
# MNOHOBUNĚČNÍ

## Nepohlavní rozmnožování

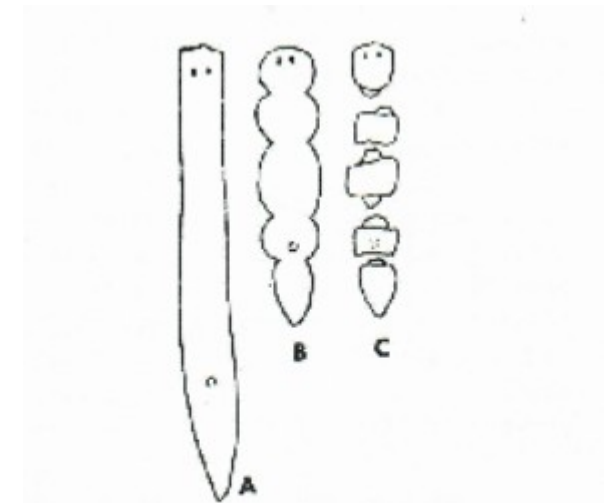


Obr. 163. Podélné dělení láčkovců  
A - lacerace sasanky, B - počínající podélné dělení hydropolypa

**Dělení (Fisiparie) – A) dělení na dva jedince – jednoduché - paratomie příčné** dělení láčkovců, ploštěnek PŘ. Stenostomum kroužkovců (Nais, Dero), dělení **podélné** u polypů  
**B) Na více jedinců – mnohonásobné (architomie)** u většiny ploštěnců, hvězdic, hadic, sumýšů.  
**C) Strobilace** – část jedince, která dorůstá



Obr. 161. Paratomie ploštěnky rodu Stenostomum



Obr. 162. Architomie ploštěnky rodu Planaria

A - mateřský jedinec před rozdělením, B - během dělení, C - jeho částí, regenerující v nové jedince

## Zvláštní formy jednoduchého dělení - **paratomie**:

Nový jedinec vzniká z části mateřského jedince.  
Oddělená část podléhá přestavbě a diferenciuje se do nového těla jedince (výjimka: kmen paláčekovci, čeleď Dicyemidae, vzniká z jediné buňky (**axoblast**)).

**Dělení (fisiparie)** - Př.- a) **Strobilace** u **medúzovců** (larva planula, strobila, ephyra), u **tasemnic (cestoda)**  
a b) **paratomické dělení mnohoštětinatců**

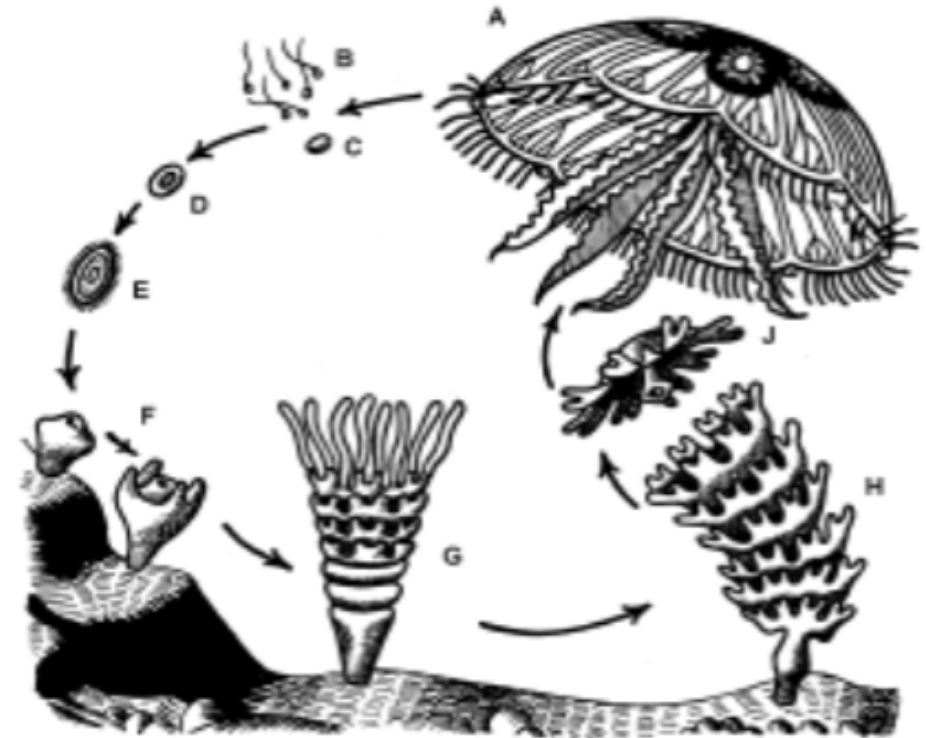
## Medúzovci

potlačen nepohlavní polyp

**scyphistoma** (polyp) se příčně dělí = strobilace,  
strobila

odškrcené medúzky **ephyrae**

z nich pohlavně se množící medúzy



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 stadium), H - strobila, J - ephyra. Podle Spinara (1960).



## CESTODA

Tasemnice většinou hermafroditi

### Strobilace

Za hlavičkou se neustále diferencují nové tělní články

V každém článku samčí i samičí reprodukční soustava

Oplození mezi dvěma tasemnicemi nebo mezi články na stejné strobile

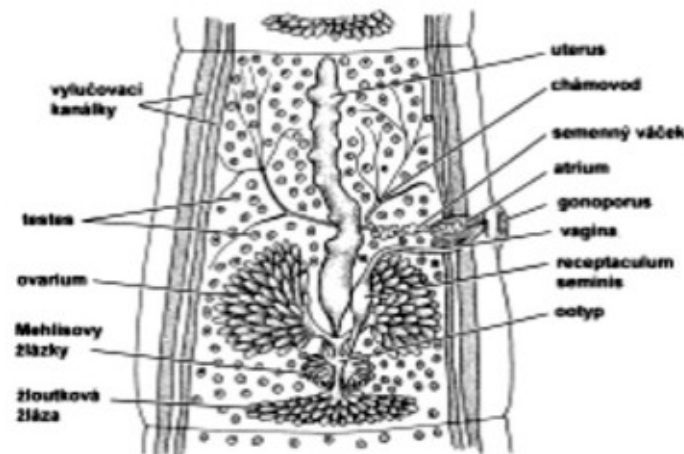
Články v zadní části se odškrcují, s plně funkčními reprodukčními soustavami

Články nelze považovat za samostatné jedince, jen odvrhovaná část i těla

### Mnohoštětinatci

**Paratomické dělení** – červ palolo, (*Eunice viridis*) – přední **atokní** část - nepohlavní, zadní **epitokní** část – pohlavní množení. Za nejvyššího přílivu (úplněk) se epitokní části oddělují, vyplouvají na hladinu a dochází mezi nimi k oplození vajíček

**Neúplné metagenetické cykly, pohlavní stadia nejsou schopny samostatného života**



Obr. 241 Reprodukční orgány tasemnice v terminálním článku. Podle Marquardta a Demaree (1985), z Brusca a Brusca (1990).



Obr. 164. Schizogonie mnohoštětinatce *Autolytus profiler*  
a = nepohlavně se rozmnožující jedinec,  
b = vznikající pohlavní jedinec

## MNOHOBUNĚČNÍ

### HOUBOVCI (Porifera)

#### Nepohlavně

vnější pučení (vznik trsů, kolonií), vnitřní pučení (gemulace zejména u sladkovodních druhů, přečkání nepříznivých podmínek)

#### Pohlavně

Hermafrodité i gonochoristé

Pohlavní buňky

vznik v mezoglei

### ŽAHAVCI (Cnidaria)

Střídání pohlavního rozmnožování (vázané na stádium medúzy) a nepohlavního (stádium polypa), jedno nebo druhé morfologické stádium může být potlačeno

#### Korálnatci

jen stádium polypa, nepohlavně

pučením, pohlavně uvolňování gamet nebo oplodněných vajíček

larva planula polyp

#### Medúzovci

potlačen nepohlavní polyp

**scyphistoma** (polyp) se příčně dělí = strobilace,

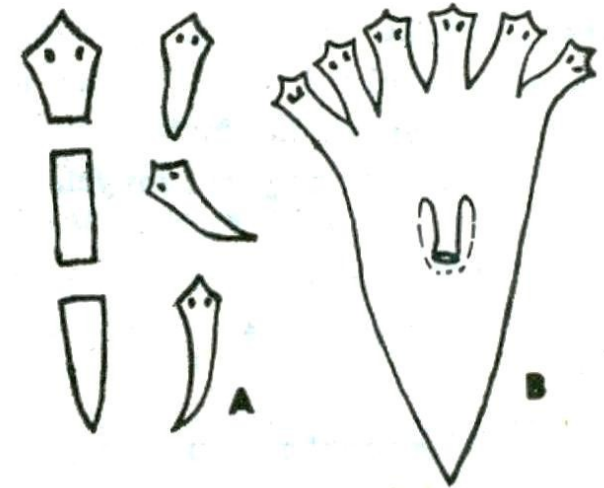
odškrcené medúzky **ephyrae**

z nich pohlavně se

množící medúzy



**Architomie** – u ploštěnek roztržení těla na více kousků obr. , u kroužkovců – roztržení svaloviny červa na několik kousků o málo článcích – dorůstání nového jedince, př. Mnohoštětinatec (Monostylos) může zregenerovat i z jediného tělního článku (**metamerická disociace**), hvězdice i hadice odvrhují jednotlivá ramena **reprodukční autotomie**), U časných embryonálních stádií – rozrýhované vajíčko se rozpadá na dvě nebo více skupin – **polyembryonie** (u parazitických blanokřídlých, u pásovců mezi savci, vč. člověka (jednovaječná dvojčata)



Obr. 211. Regenerace ploštěnek  
A - regenerace spojená s nepohlavním rozmnožením, B - superregenerace hlavového konce

## Pučení (Gemiparie)

**Láčkovky, mechovky, pláštěnci** vznik kolonie, dceřinní jedinci zůstávají spojeni s mateřským tělem

**Vnější - nahodilé** (u druhů hub, př. **Tethys**) na povrchu houby se tvoří **hrbolek**, ten narůstá, mění se ve **výrustek**, spojený s mateřským tělem, na něm mohou vznikat pupeny další generace.

Diferenciace probíhá buď na pupenu nebo po oddělení.

**Sladkovodní nezmaři** – za příznivých podmínek až 8 pupenů spojené dlouho s mateřským tělem, totéž korálnatci

Př. Trvalé kolonie při pučení u trubýšů z třídy Hydrozoa,

vyrůstají na šlahounovitých výbězcích, funčně i morfologicky se odlišují

dělba práce, obr. A – pneumatophor, b – plovací zvony, c – pohlavní forma gonozoid,

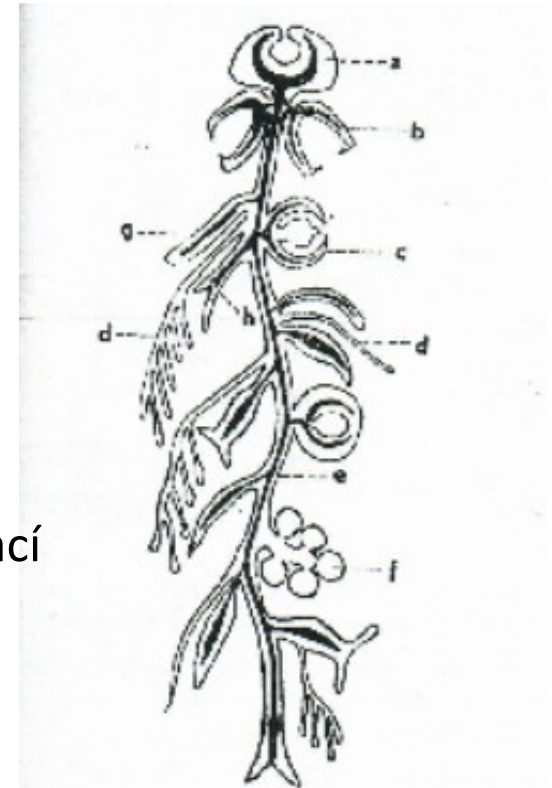
D – uchvacovací polyp, e- stvol kolonie, f – trs gonozoidů, g – krycí polyp, h - vyživovací

*Mohoštětinatci čeledi Sillidae* – pučení kolmo

po stranách mateřského těla,

na ni druhá generace, než dojde k oddělení

– rozvětvený červ, obr.



Obr. 166. Schéma stavby kolonie trubýše (Siphonophora)

a = pneumatophor, b = plovací zvony, c = pohlavní medúzovitá forma (gonozoid), d = uchvacovací polyp, e = stvol kolonie (stolon), f = trs gonozoidů, g = krycí polyp, h = vyživovací polyp (astrozoid)



Obr. 167. Syllis ramosa (Polychaeta)

**Polyembryonické pučení** – vznik vývojových stadií – **skolexů** u tasemnice echinococcus, oddělují se jako váčkovité vchlípeniny vaku v milionových počtech.

**Vnější stoloniální** (není nahodilé) pučení typické pro salpy

**Vnitřní pučení** – většinou u sladkovodních, vzácně u mořských hub, láčkovců, mechovek

**Houby - vnitřní pupeny – gemule** jsou shluky embryonálních buněk, které se diferencují z archeocytů v mezoglei.

Na povrchu gemule obaly ze spongiových vláken a jehlic dceřinní jedinci se vyvíjí po odumření mateřské houby



Obr. 168. Polyembryonie tasemnice. *Echinococcus*  
a = mateřský váček, b = dceřinný váček, c = skolex



Obr. 169. Stoloniální pučení salpy (*Doliolum*)  
a = mateřský jedinec, b = stolo prolifer, c = stolo dorsalis, d = pupeny



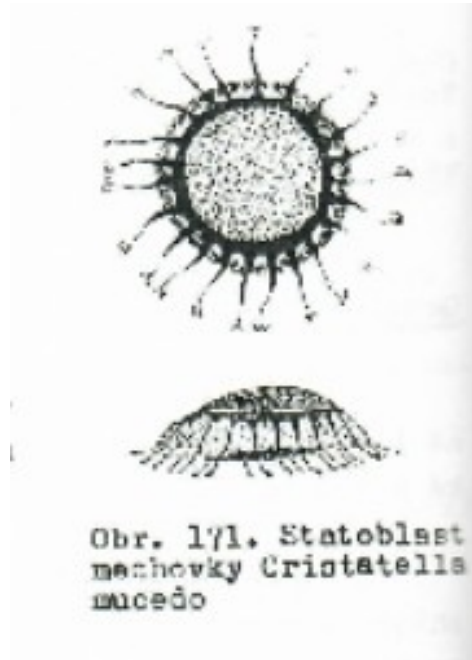
Obr. 170. Gemule houby v průřezu

a = otvor pro vycestování embryonálních buněk, b = embryonální tkáň, které vzniká přeměnou archeocytů mateřské houby, c = obal složený z vápenitých jehlic (amfidisků) a ze spongiových vláken, d = tvar amfidisků houby *Trochospongia horrida*

U láčkovců pupeny – podocysty, jsou pouzderka z embryonální tkáně z mezoglei u polypového stádia

**Mechovky** produkují **gemule – statoblasty**, tvoří 3 zárodečné listy v provazci (funikulus) zavěšeném v tělní dutině

**Rozlišení:** zárodečné a rezervní buňky (k výživě) uzavřené v chytinovém pouzdru, na povrchu vzdušné komůrky a háčky, nadnáší statoblast daleko – šíření nepohyblivých druhů, totéž u **sumek**

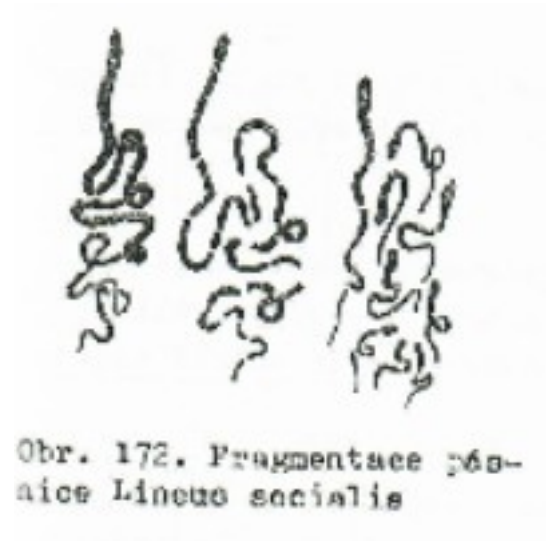


**Fragmentace** – u hub, hydroidních polypů, sasenek, červů a sumek

Oddělení různých kousků těla, které se vyvíjí na dceřinné jedince

Fragmentace červů – mateřský jedinec zachovává jen krátký přední díl

Zbývající část se rozpadá na velký počet fragmentů, které dorůstají



## Pohlavní (sexuální) rozmnožování

**Pohlavní proces** (vývoj, diferenciaci a splývání pohlavních buněk) probíhá meiotickým dělením, splývání jádra spermie s jádrem vajíčka je rekombinace genotypu příslušného druhu, zvýšení schopnosti přizpůsobení se změnám životního prostředí.

U provoků – **hologamie** - splývání celých těl prvoků

**merogamie** – splývání gamet vzniklé mnohonásobným rozpadem mateřských buněk, ve kterých se několikrát rozdělilo jádro

**oogamie** – splývání diferencovaných pohlavních buněk

**Splývání na základě odlišnosti gamet**

– gamety stejného tvaru i funkce – **izogamie**

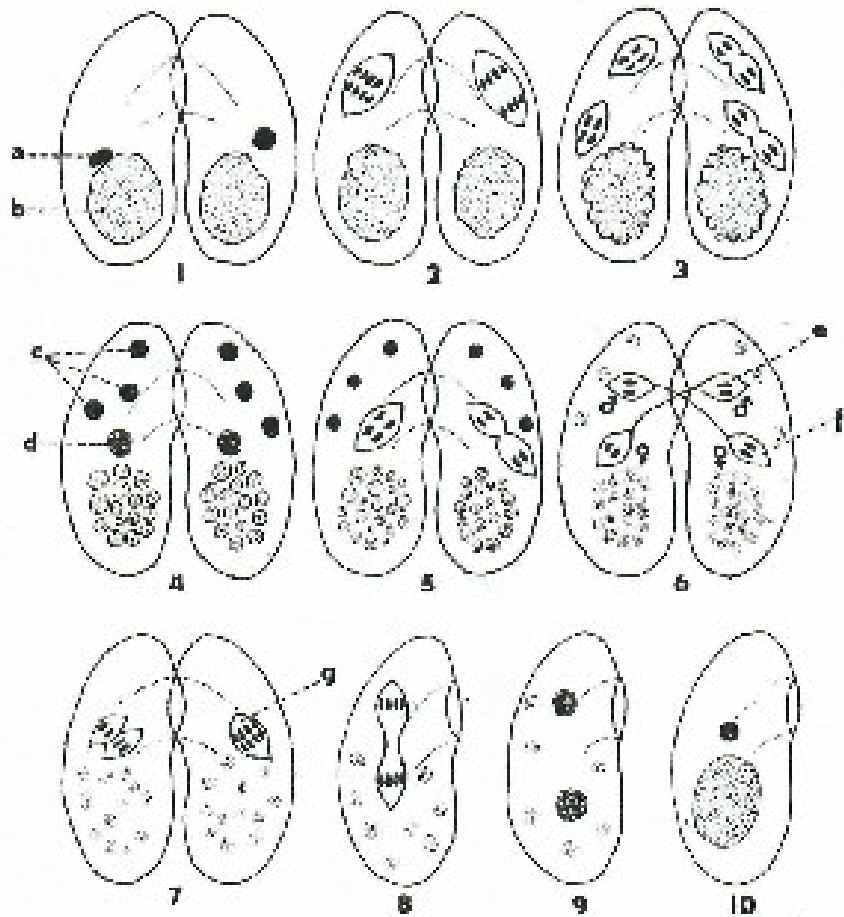
– gamety podle odlišnosti funkce pohyblivosti – **fyzilogická anizogamie**

– gamety podle odlišnosti funkční i morfologické (samčí menší a pohyblivější **androgamety**, samičí **makrogamety**) – **morfologická anizogamie**

**Př. Nálevníci**- spojení dvou jedinců a výměna redukovaných generativních jader - **Konjugace**



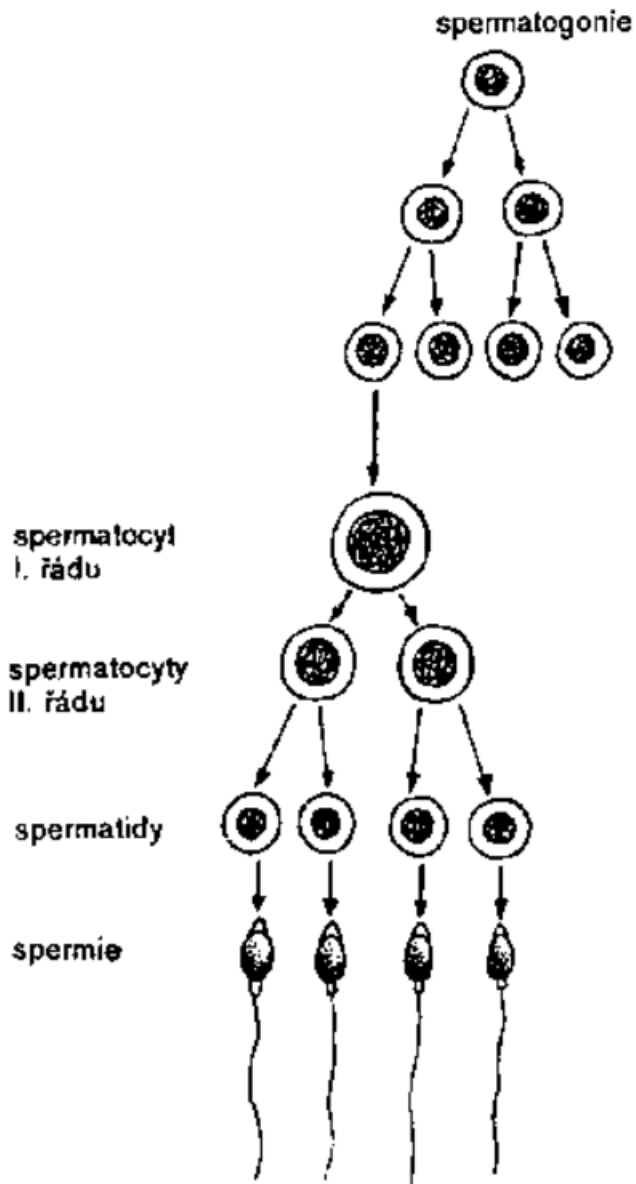
Př. Nálevníci- spojení dvou jedinců a výměna redukovaných generativních jader - **Konjugace**



Obr. 173. Konjugace nálevníka *Chilodon uncinatus*

1 = setkání dvou jedinců, 2 = první zrcí dělení generativního jádra, 3 = druhé zrcí dělení generativního jádra, 4 = vznik čtyř haploidních jader, z nichž tři zanikají, 5 = jádro, které odštěpí se mitoticky dělí, makronukleus zaniká, 6 = jádro s nově vzniklých jader (jádro samčí neboli putovní) proniká cytotomem do partnerské buňky, 7 = putovní jádro se stacionárním (samčím) jádrem druhého partnera, 8 = konjuganti se rozecházejí a syukaryon se mitoticky dělí, 9 - 10 = vzniká nová generativní a vegetativní jádra,  
 a = generativní jádro (mikronukleus), b = vegetativní jádro (makronukleus), c = haploidní jádro, která postupně zanikají, d = haploidní jádro, které se mitoticky dělí, e = samčí (putovní) jádro, f = samičí (stacionární) jádro, g = diploidní jádro, vzniklé splynutím stacionárního a putovního jádra





**Schéma spermatogeneze**

## VÝVOJ SPERMIÍ (spermatogeneze)

Vývoj od nediferencované spermatogonie po zralou spermii (cca 64 dní), závislost na testosteronu

**Fáze:**

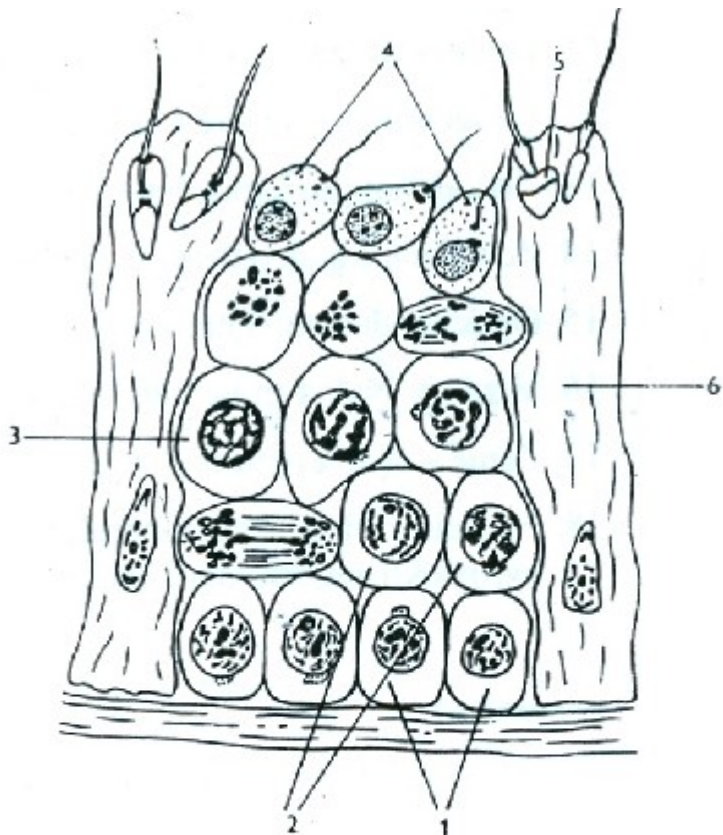
- **Spermatocytogeneze**—od spermatogonií přes primární a sekundární spermatocyty po spermatidy
- **Spermatohistogeneze (spermiogeneze)**—diferenciace spermatid ve zralé spermie

**Spermatogonie:**

- nasedají na BL zárodečného epitelu
- malé, okrouhlé buňky
- jediný typ buněk, který se vyskytuje i před pubertou
- před dělením diploidní ( $2n$ ), počet chromozómů -46

**Po pubertě:** začíná plynulá spermatogeneze, během buň cyklu se postupně diferencují 3 typy spermatogonií.

- Spermatogonie A –tmavá, dočasně neproliferující, rezervní funkce
- Spermatogonie A –světlá, pokračuje v proliferaci, opakovaně BC, udržuje se konstantní populace těchto buněk v zárodečném epitelu
- Spermatogonie B—zahajuje diferenciaci, vyčlení se z BC a zahajuje SPERMATOGENEZI.



**95. Schéma průřezu části stočeného kanálku varlete**

1 spermatogonie; 2 spermatocyty I. řádu; 3 spermatocyty II. řádu; 4, 5 spermaticy procházející spermateliózou; Podle Nečase.

## SPERMATOCYTOGENEZE

Rozmnožování buněk mitoticky a meioticky

### 1.Perioda rozmnožování

Ve stádiu spermatogonie, intenzivní mitotické dělení, přes 2 typy spermatogonií A, spermatogonie B –zahajují vlastní proces spermatogeneze

### 2.Perioda růstu

Spermatogonie B –dlouhá S-fáze BC, diferenciaci na:

#### Primární spermatocyt:

- největší buňky zárodečného epitelu, blíž k luminu, nad spermatogoniemi
- diploidní sada chromozómů 46,
- velké okrouhlé jádro s tmavými proužky heterochromatinu (smotaná nit)

### 3. První zrací dělení (meiotické)

Profáze I:

*Leptotenní*–diferenciace chromozómů

*Zygotenní*–chromozómy tvoří homologní páry, bivalenty

*Pachytenní*–chromozómy se zkracují a ztlušťují, tetrády (4chromatidové útvary), vznik chiazmat, „crossing-over“

*Diplotenní*–oddalování chromozómů

*Diakineze* –rozchod homologních chromozómů, terminalizace chiazmat

Metafáze I: chromozomové páry se připojují na vlákna vřeténka

Anafáze I: ch. páry putují k pólům, chromatidy v každém chromozómu zůstávají spojené

Telofáze I: haploidní sady ch. se oddělují a buňka se rozdělí na 2 sekundární spermatocyty (22 + X, 22 + Y)

#### **Sekundární spermatocyt:**

-Produkt 1. meiotického dělení

-po vzniku hned zahajuje 2. meiotické dělení

-cca poloviční než primární spermatocyt

-Haploidní 23

## 4. Druhé zrací dělení

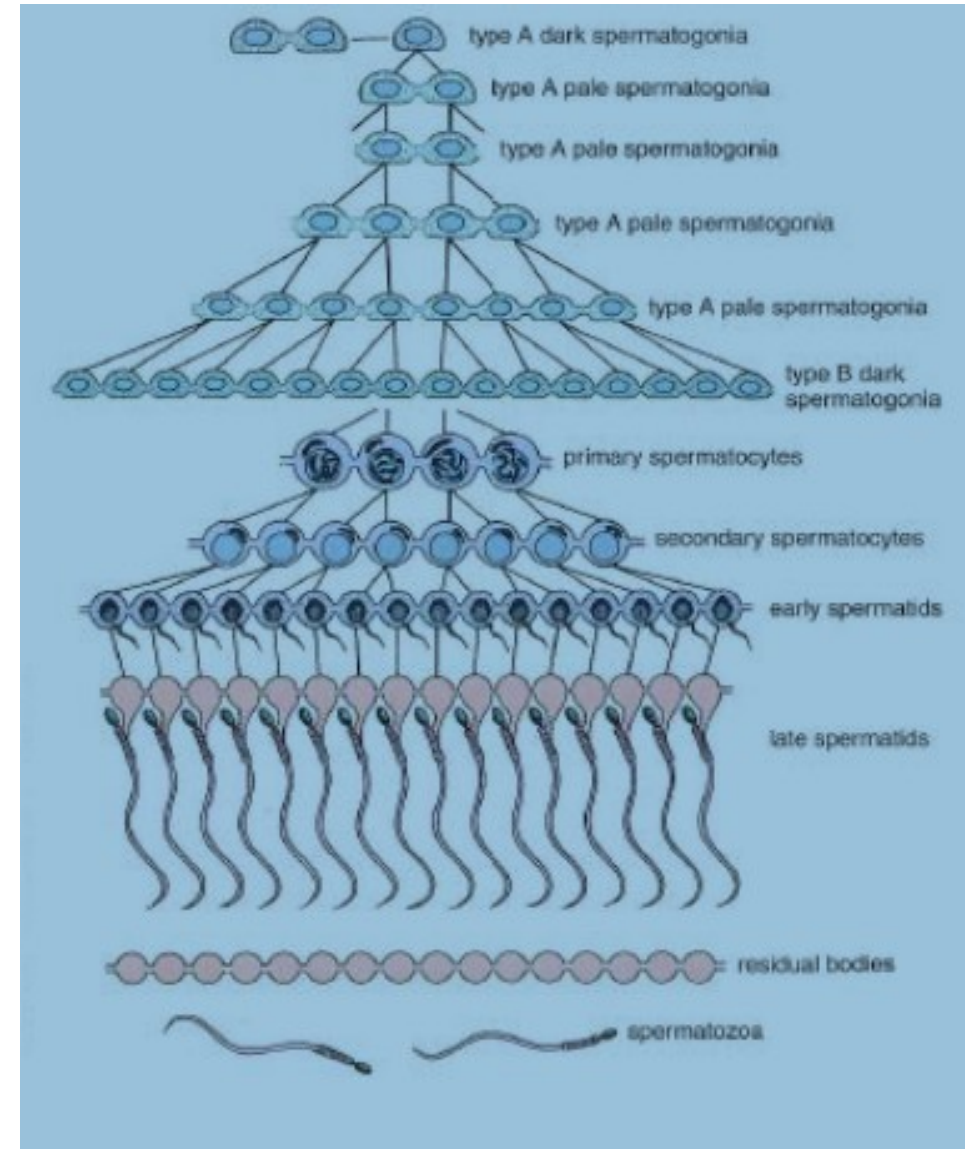
Navazuje bezprostředně na předchozí, probíhá podobně jako mitóza

Výsledek: **4 spermatické buňky**

-haploidní počet chromozómů (22+X, 22+Y, 22+X, 22+Y)

-malé buňky, tmavá jádra, hodně heterochromatinu

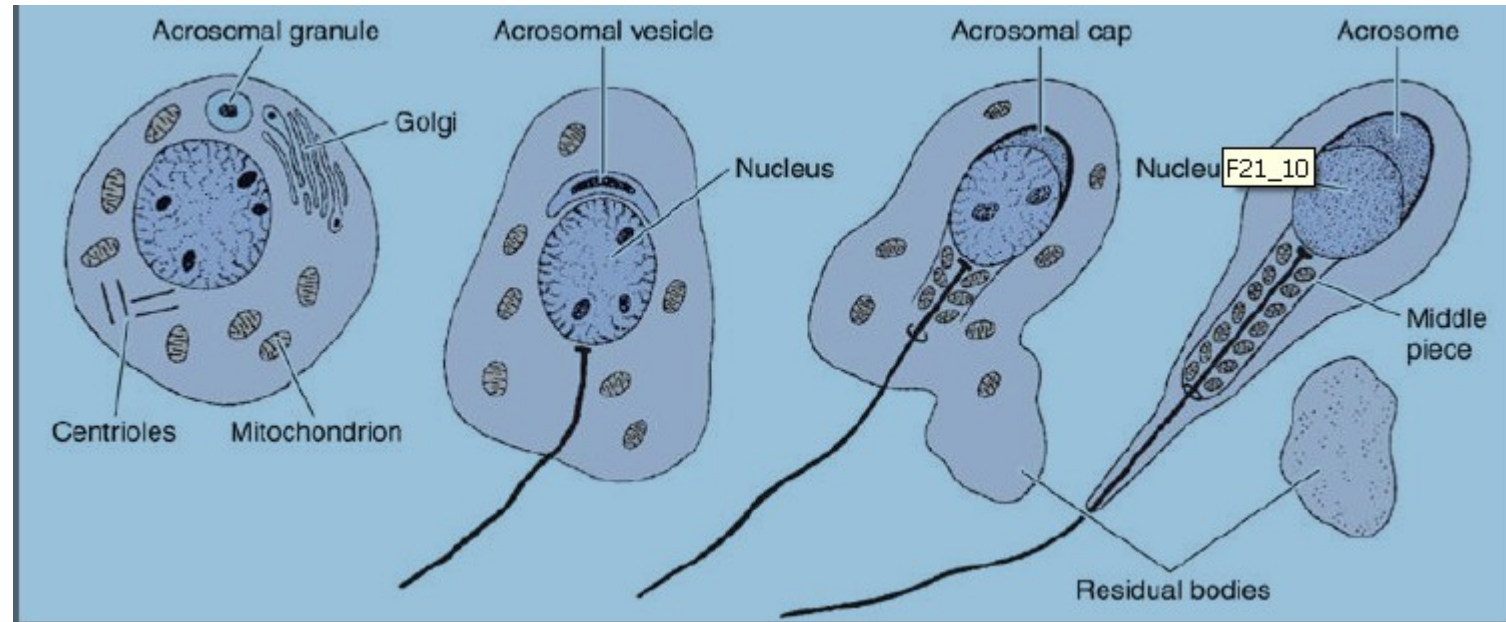
*!!! během procesu diferenciacce zárodečných buněk od spermatogonií až po spermatické buňky – tyto buněčné elementy spojeny **cytoplazmatickými můstky** (výměna informací a metabolitů mezi buňkami), samostatné až spermie*



## SPERMATOHISTOGENEZE (SPERMIOGENEZE)

- Buňky se již nedělí
- Spermatidy se v blízkosti povrchu semenného kanálku diferencují na **zralé spermie** –ty se uvolňují do semenotvorného kanálku
- Sertoliho buňky** dodávají výživu
- Změny tvaru a charakteru jádra, změny v cytoplasmě, vývoj bičíku, odstranění přebytečné cytoplazmy. Zralé spermie se uvolňují do dutiny semenného kanálku a odtud přes nadvarle pohlavními vývody ven

## Vývoj spermie



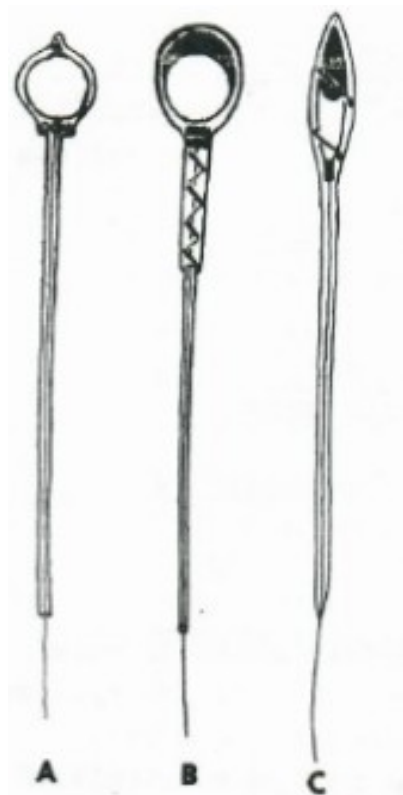
spermatida

Spermatozoid  
hlavička, krček, bičík



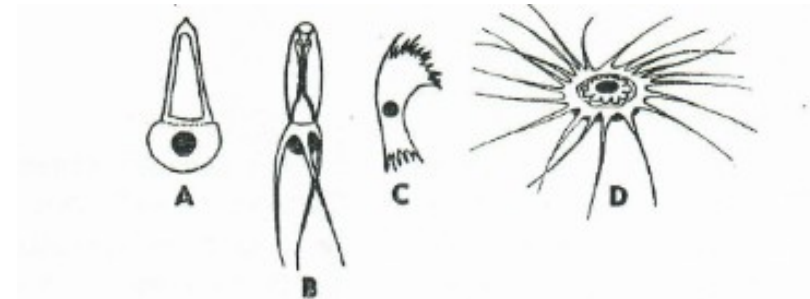
## Typy spermií

Většinou bičíkaté, více jaderné hmoty, než cytoplasmy, hlavička – v ní jádro, v krčku mitochondrie a dělicí tělísko, ocásek jako bičík prvoků  
 Plži – spermie typické – eupyrenní, oligopyrenní – velké, málo jaderné hmoty, více bičíků – slouží k přenosu pravých spermií k vaječným buňkám



Obr. 179. Bičíkaté spermie

A ostnokožců, červů a mnohých měkkýšů,  
 B savců,  
 C hmyzu a některých měkkýšů



Obr. 180. Bezbičíkaté typy spermií

A = škrkavky koňské, B = výbušné spermie humra,  
 C = spermie perloočky, D = raka

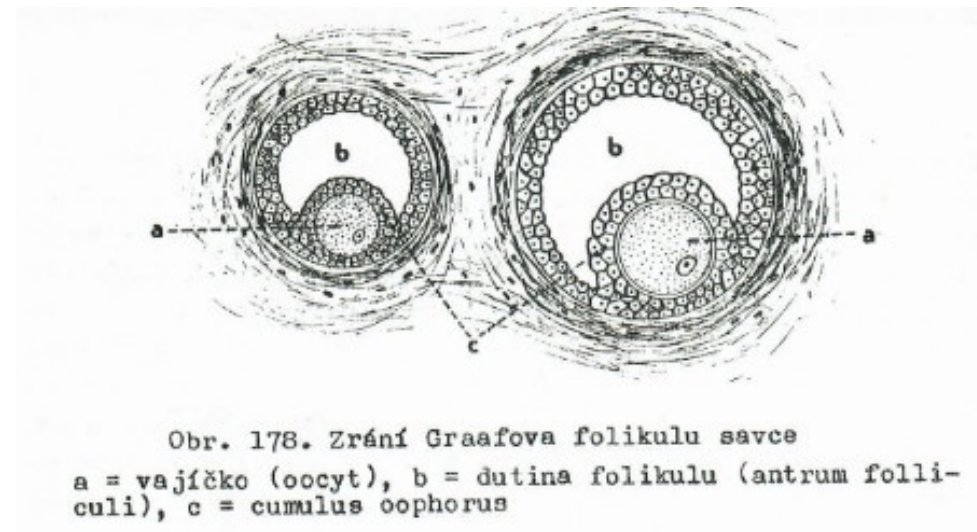
Bezbičíkaté spermie – výbušné spermie korýšů – opatřené výrůstky k přichycení na povrchu vajíčka, s mechanismem na vystřelení jádra do vaječné buňky

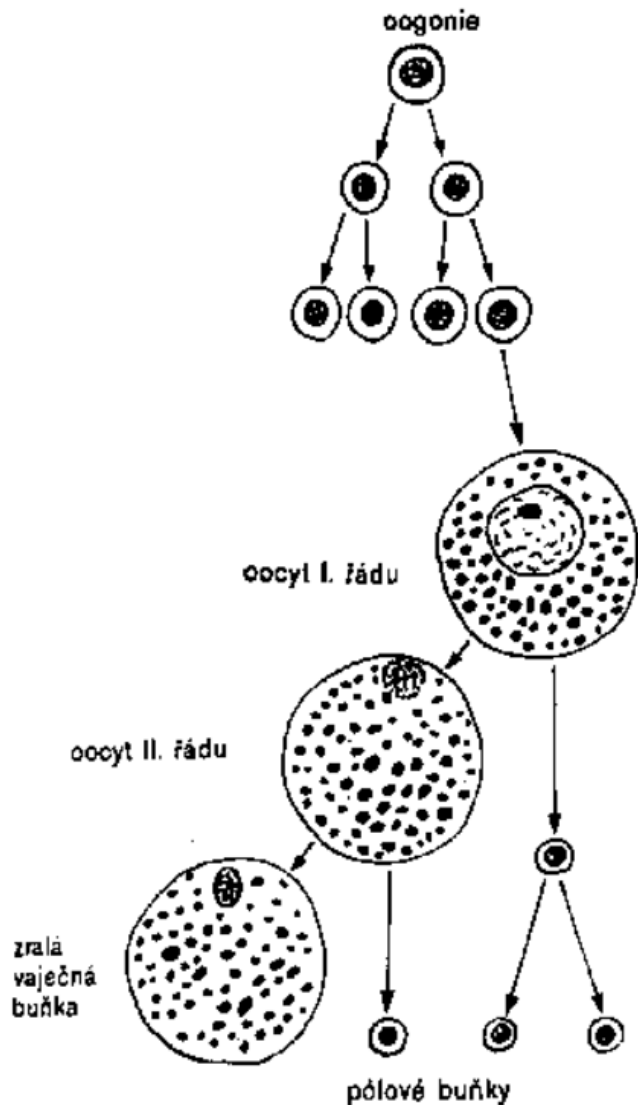


## Oogeneze

Vaječník – bez obalové vrstvy tvořen pojivem , v něm rozmístěny vícevrstevné epiteliální váčky (Graafovy folikuly)

s vyvíjejícími se vajíčky. Stupeň zralosti – fáze vývoje vajíčka - podle velikosti G. folikulu





### Schéma oogeneze

Ootida má po dělení na povrchu tři malé pólové buňky, ty jsou

### Perioda rozmnožování:

Z primordiálních zárodečných buněk – **oogonie**; množení mitotickým dělením

u savců během prenatálního období - vznik konečného počtu **primárních oocytů I. řádu + folikulární buňky** = **primordiální folikuly**

Během prenatálního období, v druhém trimestru **rozmnožovací fáze**

- Doba pohlavního dospívání - **Perioda růstu**: Primární oocyty (zvětšení 10.000x)

#### •Ovulace:

vstup do prvního zracího meiotického dělení –dokončení prvního zracího dělení, vznik jednoho **sekundárního oocytu**, druhá buňka –**pólocyt I. řádu**– malý, nefunkční

Druhé zrací dělení – zahájeno v průběhu ovulace, zastavuje se v metafázi, dokončeno, dojde-li k oplození →

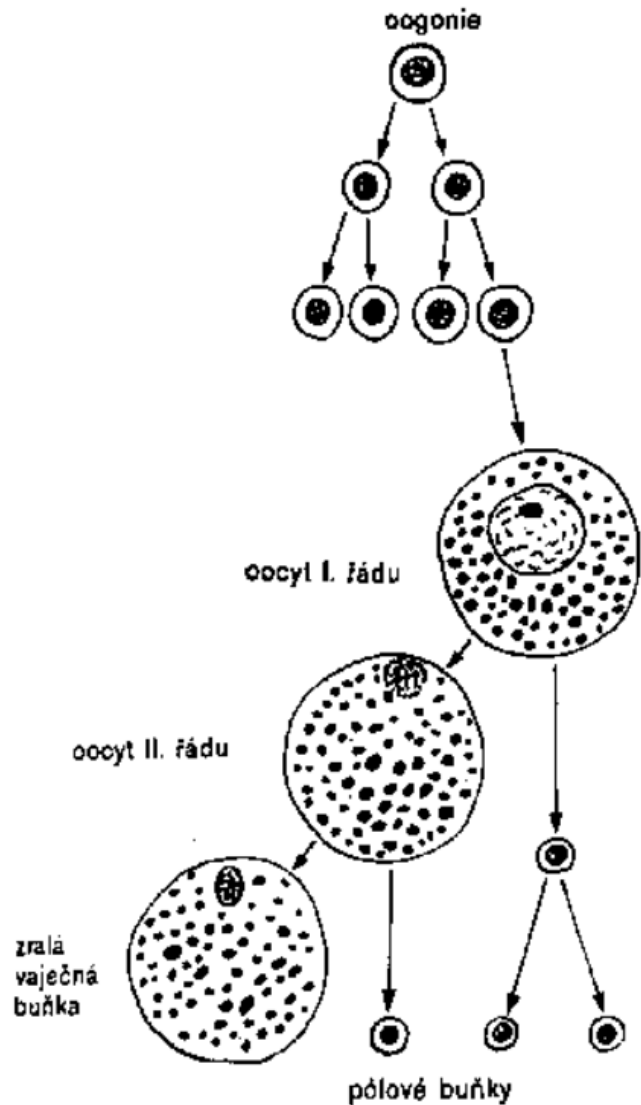
**Zralý oocyt+ pólocyt II. řádu** (může se ještě rozdělit)

Není-li vajíčko oplozeno, zůstane ve stádiu sekundárního oocytu a po 24 hodinách zaniká

#### •Po pubertě:

- Po narození cca 400 tis. folikulů, v plnohodnotné zralé se vyvine cca 400 (ve fertilním období dlouhého u ženy 35, max 40 let)

- Většina folikulů zaniká ještě před dosažením zralosti



**Schéma oogeneze**

## •Ovulace:

vstup do prvního zracího meiotického dělení –dokončení prvního zracího dělení, vznik jednoho **sekundárního oocytu**, druhá buňka –**pólocyt I. řádu**–malý, nefunkční  
 Druhé zrací dělení – zahájeno v průběhu ovulace, zastavuje se v metafázi, dokončeno, dojde-li k oplození → **Zralý oocyt+ pólocyt II. řádu** (může se ještě rozdělit)  
 Není-li vajíčko oplozeno, zůstane ve stádiu sekundárního oocytu a po 24 hodinách zaniká

## •Po pubertě:

- Po narození cca 400 tis. folikulů, v plnohodnotné zralé se vyvine cca 400 (ve fertilním období dlouhého u ženy 35, max 40 let)
- Většina folikulů zaniká ještě před dosažením zralosti

Ootida má po dělení na povrchu tři malé pólové buňky, ty jsou vstřebávány na zralé vajíčko Ovum

## Růstová fáze vajíček – vitelogenní fáze – vitelogeneze

**Ukládání živin:** tuková kapénka, glykogen, žloutková zrna (NK, bílkoviny).

Rozlišení pólů vajíčka podle ukládání živin:

**Vegetativní pól** – místo ukládání živin, **animální** – opačný, rozdělením vajíčka kolmo na póly – nejsou schopny samostatného života.

Podle množství a rozložení výživného žloutku (deutoplazmy) a tvořivého (cytoplasmy) dělíme vajíčka na

1. **Holoblastická, oligolecitální** - téměř žádné nebo malé mn. Žloutku

**A) alecitální** – bez žloutku

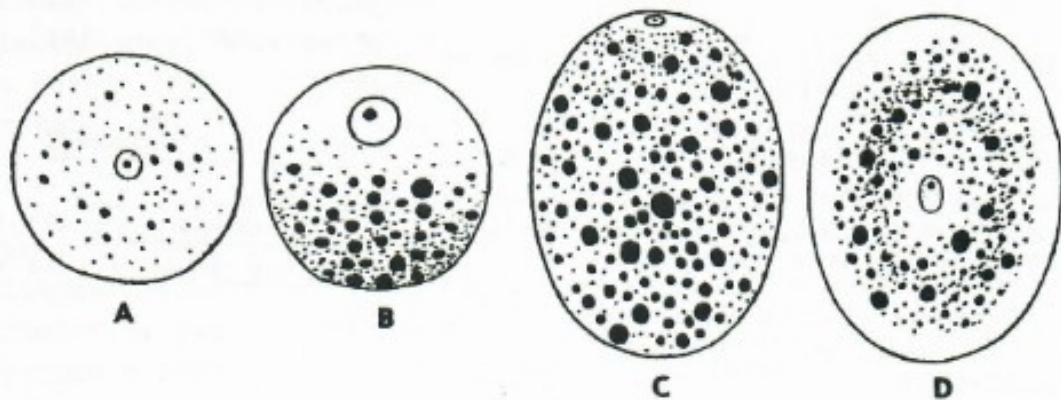
**B) izolecitální** – malé mn. Rozložené v cytoplasmě

**C) heterolecitální** – žloutková zrna při vegetativním pólu

2. **Meroblastická (polylecitální)** vysoký obsah žloutku

**A) Telolecitální** – deutoplazma po celém vajíčku, cytoplasma s jádrem na animálním pólu

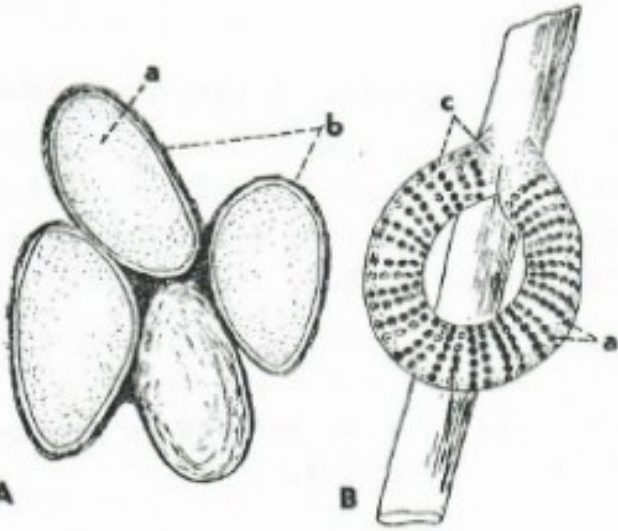
**B) centrolecitální** – cytoplasma tvoří tenkou vrstvi na povrchu, jádro s cytoplasmou je uvnitř, deutoplazma vyplňuje celý prostor



Obr. 181. Typy vajíček podle rozmístění žloutku

A - izolecitální, B - heterolecitální, C - telolecitální,  
D - centrolecitální

## Vaječné obaly



Obr. 182. Vajíčka hmyzu a vývojem ve  
vodním prostředí

A - vajíčka muchničky (Diptera),  
B - vajíčka chrostíka (Trichoptera)  
a = vajíčka, b = vláknitý obal, c =  
rosolovitý obal, (b, c) = terciární  
vaječné obaly

**Primární** – vylučované oocytem – pružné membrány ([ptačí vejce](#)), žíhaná membrána u savců, tuhé ([u parazitických červů](#))

**Sekundární** – činností folikulárních buněk – (chitinoidní obal vajíček [hmyzu - chorion](#))

**Terciární** – po oplození činností přídatných žláz samičího pohlavního ústrojí - skořápky, papírové blány, rosolovité obaly ([měkkýši, obojživelníci](#)), plstovité (vývojová stádia ve vodě – [hmyz](#))

# Vývoj jedince

**Embryonální** – uvnitř vaječných obalů a někdy i v těle matky: **A Blastogeneze, B Organogeneze**

**Postembryonální** – po vylíhnutí, narození do období dospělosti, **stárnutí, smrt**

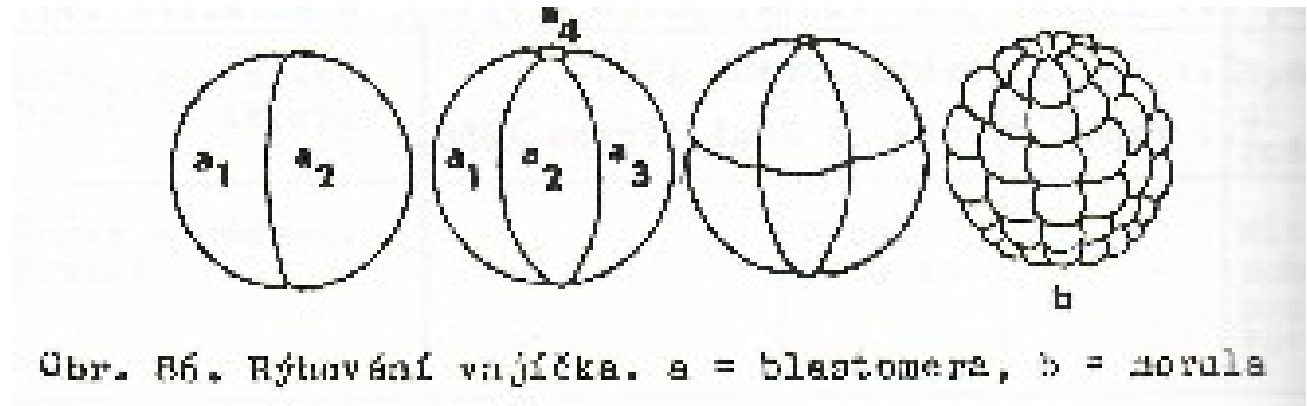
**Ad A Blastogeneze** – dělení buněk, diferenciaci zárodečných listů

**Ad B Organogeneze** – růst, diferenciaci tkání a orgánů

Embryonální vývoj neprobíhá stejně, morfologické změny závislé na uspořádání a mn. vaječného žloutku ve vaj. buňce

**Vegetativní pól** – místo vniku žloutku, více živin, entoblast

**Animální pól** – méně živin, ektoblast

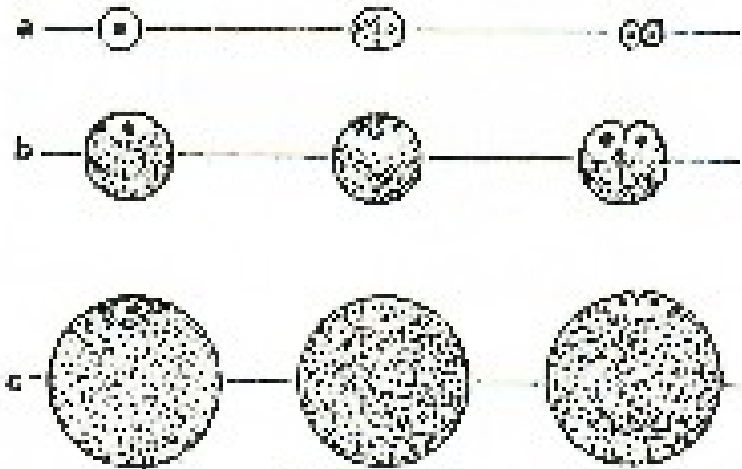


## Rýhování

Vznik dceřinných buněk – blastomer, mezi nimi rýhovací brázda, rýhovací dutina, morula, vyšší jádroplazmový poměr

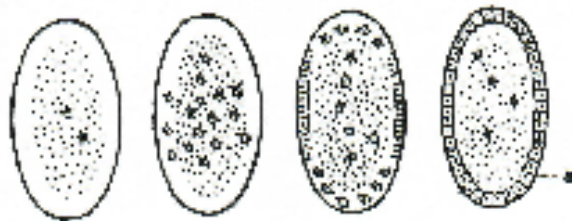
Období rýhování končí stádiem **Blastula**





Obr. 188. Závislost polohy dělicího vřeténka na podélné ose dělivé plazmy vajíčka

a = u izolecitálních vajíček,  
b = u heterolecitálních, c = u telolecitálních



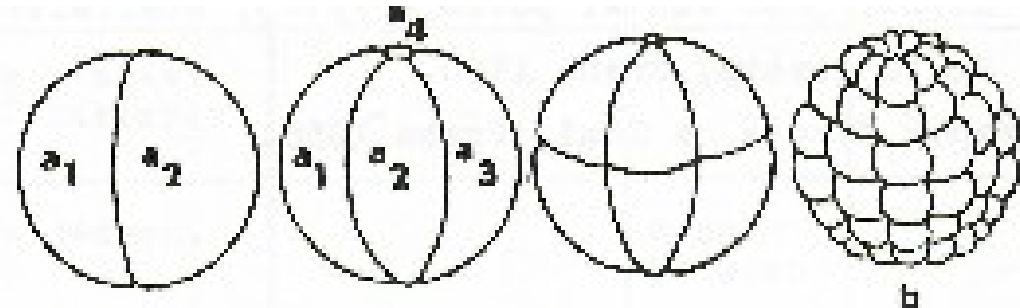
Obr. 189. Superficiální rýhování vajíčka hmyzu  
a = periblastula

Modifikace rýhování podle dělicího vřeténka vyplývající ze způsobu rozmístění žloutku ve vajíčku

## Typy rýhování

Celkem 11 typů

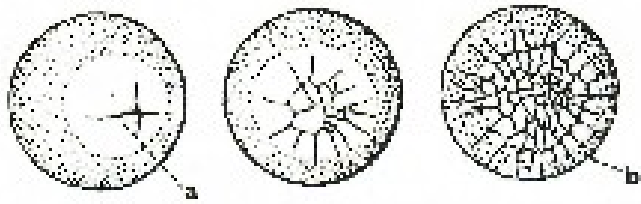
**1. Úplné, totální** – postupné dělení na menší buňky po celém povrchu i v hloubce ostře ohraničeny (u holoblastických vajíček)



Obr. 186. Rýhování vajíčka. a = blastomera, b = morula

**2. Částečné, parciální** – celý povrch není rozrýhován, rýhy nepronikají do hloubky (meroblastická vajíčka)

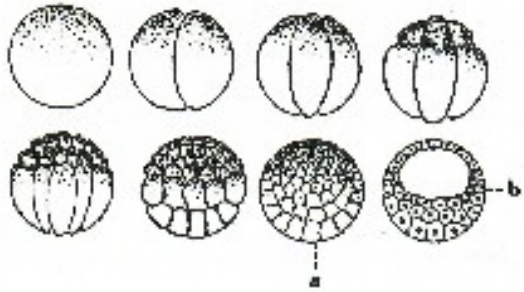
**A částečné rýhování povrchové (superficiální)** u hmyzu



Obr. 190. Diskoidální rýhování (ryby, plazi, ptáci)

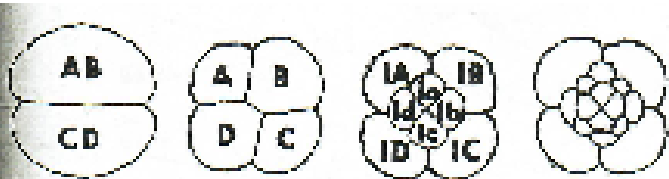
a = animální pól, b = diskoblastula

jižek izolecitálních a alecitálních (obr. 86,



Obr. 191. Totální inekvální rýhování vajíčka obouživelníků (Triturus)

a = amfíblastula (celkový pohled), b = amfiblastula (vertikální průřez)



Obr. 192. Spirální rýhování (pohled na animální pól)

**B částečné rýhování terčkovité (diskoidální)** u ryb, plazů, ptáků - rýhuje se animální pól u telolecitálních vajíček, **obr.**

**3. Stejnoměrné ekvální** – blastomery mají stejnou velikost (u holoblastických izolecitálních a alecitálních)

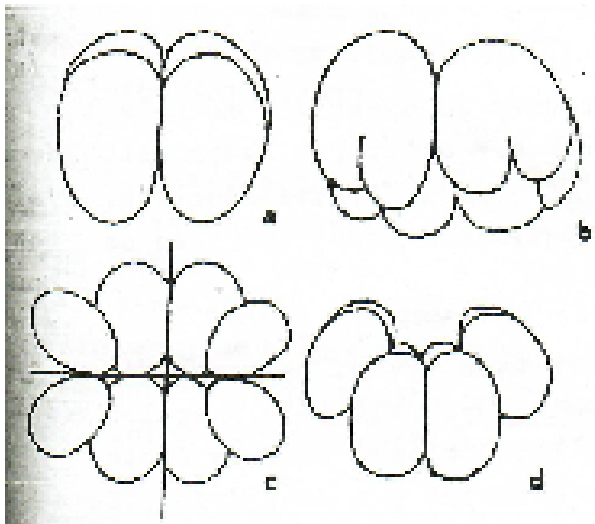
**4. Nestejnoměrné inekvální** – blastomery různé velikosti, u animálního pólu mikromery, u polárního makromery (u heterolecitálních), **obr.**

**5. Synchronní a asynchronní** – dělení blastomer současně (synchronní) a pak se dělí nejdříve první a pak druhá část (asynchronní)

**6. Radiální** paprscité dělení na sobě kolmých rýh tak aby zárodek byl paprscitě souměrný.

**7. Spirální** – uspořádání buněk na povrchu zárodku je spirálovité v rovnoběžkových rovinách, buňky posunuty o polovinu své délky v každé rovině

**A homokvadrální** (první 4 blastomery stejně velké), **B heterokvadrální** (jedna blastomera větší než ostatní)



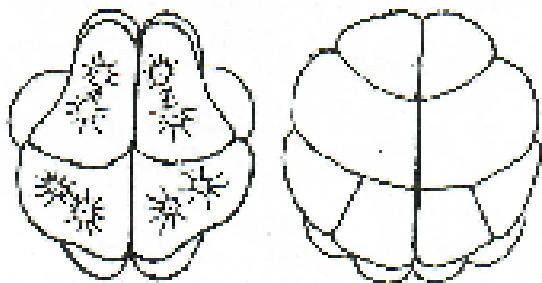
Obr. 193. Disymetrické rýhování  
(a, b, d) = pohled z boku, c = pohled na equatorální pól

**8. Disimetrické** - symetrické rýhování u žebnatek, blastomery uspořádány podle rovin souměrnosti na sebe kolmých, **obr.**

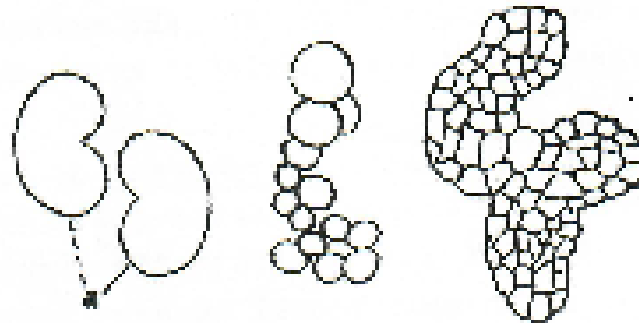
**9. Bilaterální, dvoustranně souměrné**, blastomery různé velikosti rozloženy podle jedné roviny souměrnosti, **obr.**

**10. Anarchické** – chaotické, asynchronní, rozpadání blastomer, shluk buněk - pak organizace do celistvého zárodku, **obr.**

**11. Determinační a indeterminační** – determinační – každá blastomera má předem vymezen další způsob vývoje ( vajíčka mozaikovitá), indeterminační – blastomera nemá vymezen způsob vývoje (vajíčka regulační)



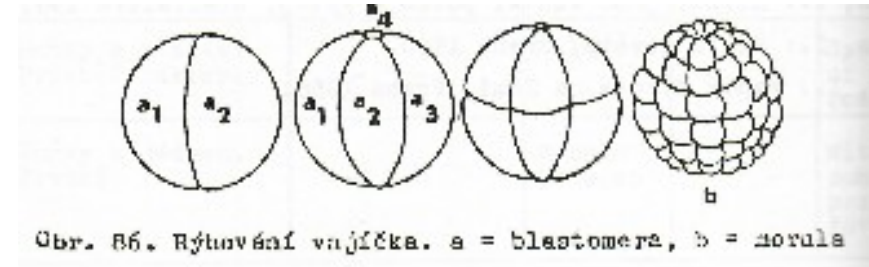
Obr. 194. Bilaterálně symetrické rýhování



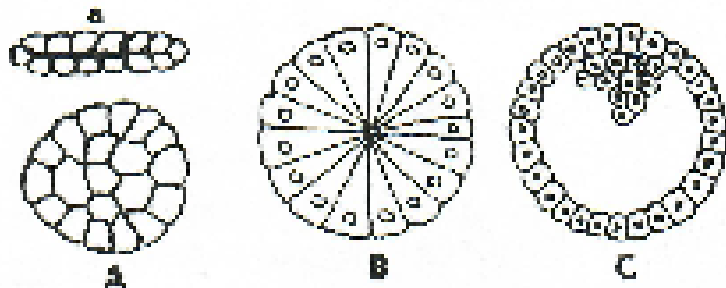
Obr. 195. Anarchické rýhování hydromedúzy *Ceanea armata*  
a = volné Blastomery

## Typy blastul

**1. Coeloblastula, archiblastula** – rozlehlá blastocelová dutina se středem stejným jako střed zárodku (při totálním ekválním rýhování) **obr.**



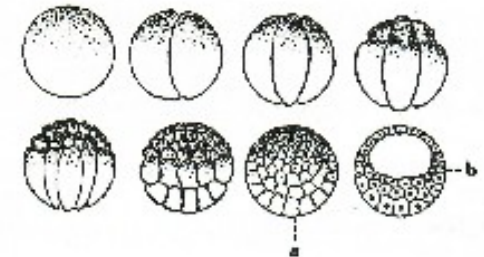
**2. Amphiblastula** – blastocelová dutina menší se středem posunutým k animálnímu pólu (totální inekvální rýhování) **obr.**



Obr. 196. Méně běžné typy blastul

A = plutea náloštětlostců, B = sterroblastula některých láčkovců, C = blastocysta savců

a = pohled z boku

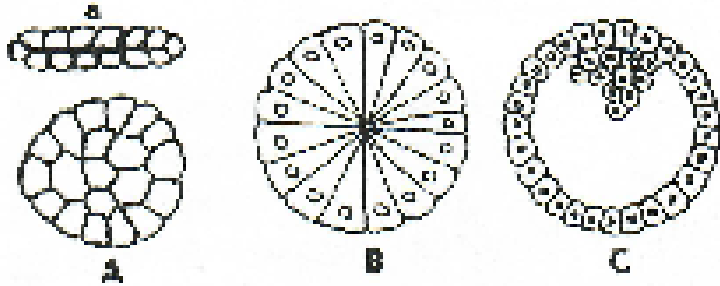


Obr. 191. Totální inekvální rýhování vajíčka obojživelníků (Zritarua)

a = amphiblastula (celkový pohled), b = amphiblastula (vertikální průřez)

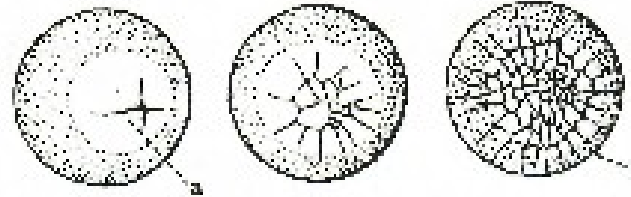
**3. Sterroblastula** – nepatrná blastocelová dutina nebo chybí, buňky blastodermu radiálně rozmístěny okolo středu zárodku (totální ekvální rýhování izolečitálních vajíček (lačkovci) **obr.**

**4. Plakula** – přechod mezi coeblastulou a terroblastulou, terčík ze dvou vrstev buněk (hlístice, máloštětinatci), obr.



Obr. 196. Méně běžné typy blastul  
 A - plakula máloštětinatců, B - stereoblastula některých lánčvců, C - blastocyste savců  
 a = pohled z boku

**5. Diskoblastula, epiblastula** terček buněk u animálního pólu vajíčka (diskoidální rýhování), nepatrná blastocélová dutina, obr.



Obr. 190. Diskoidální rýhování (ryby, plazi, ptáci)  
 a = animální pól, b = diskoblastula  
 jiček izolecitálních a alecitálních (obr. 86,

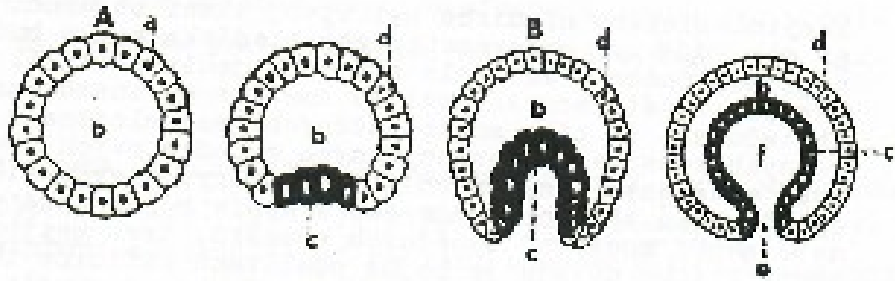


Obr. 189. Superficiální rýhování vajíčko hmyzu  
 a = periblastula

**6. Periblastula** – je tvořena periblastem obklopující centrální žloutkovou masu (superficiální rýhování), obr.

**7. Blastocysta** – blastoderm rozlišen na trofoblast (výživa zárodku) a embryoblast vyvinutý při embryonálním pólu je hrbolek ze zárodečných buněk čnící do centrální dutiny, diskoidální rýhování, z alecitálních vajíček savců, obr.

# Gastrulace



Obr. 87. Vývoj gastruly

A - blastula, B - gastrula, s = blastoderm, b = blastocél, c = entoblast, d = ektoblast, e = blastoporus, f = archenteron.

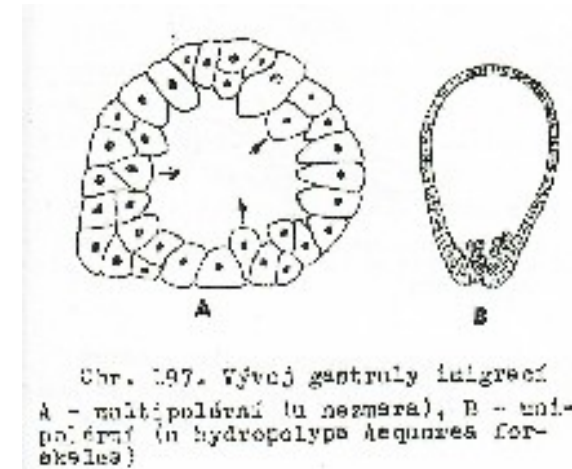
Z jednovrstevného váčku vzniká dělením buněk a gastrulačními pohyby dvouvrstevnatý útvar gastrula (. Blastoderm - rozlišení na vnější zárodečný list ektoblast (ektoderm), vnitřní entoblast (entoderm), blastocélová dutina, dutina prvostřeva (gastrocél – archenteron), otvor ven blastopórus.

U mnohých živočichů vzniká třetí zárodečný list mezoblast (mezoderm)

## Typy gastrul

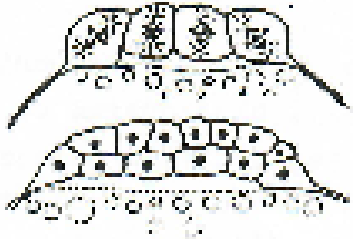
**1. Invaginační** - vchlipování na vegetativním pólu části blastodermu do prvotní dutiny tělní, vzniká entoblast, zbývající část blastodermu tvoří ektoblast. V místě invaginace – otvor blastoporus, u zárodků totálního rýhování

**2. Imigrační** - z blastodermu se některé buňky uvolňují do prvotní dutiny tělní, kterou vyplňují. Buňky se ze středu rozestupují a uspořádávají v epiteliální tkáň pod blastodermem a tvoří vnitřní list entoblast. Uvnitř zárodku vzniká dutina prvostřeva a blastoderm se mění v ektoblast. Na vegetativním pólu vzniká blastoporus, u láčkovců. Imigrace entoblastu z různých míst (**apolární imigrace**), z několika určitých míst (**multipolární**), z vegetativního pólu (**unipolární**).



Obr. 197. Vývoj gastruly laligrecí  
A - multipolární (u nezmara), B - unipolární (u hydrocolypa Aequorea for-  
eksleš)

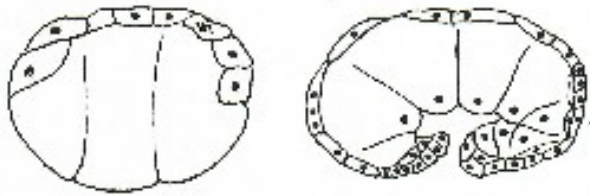




Obr. 198. Delaminace

**3. Delaminační gastrula** – všechny buňky blastodermu se rozdělí napříč na výšku a dají vznik svrchní vrstvě buněk ektoblastu a vnitřní – entoblastu, obr., u láčkovců (málo žloutku), **str.**

**4. Epibolická gastrula** – u telolecitálních, heterolecitálních vajíček, mikromery se rychle dělí, postupně makromery obrůstají (ektoblast), pak se makromery rozmnoží a zmenší a vzniká archenteron a blastoporus, **str.**



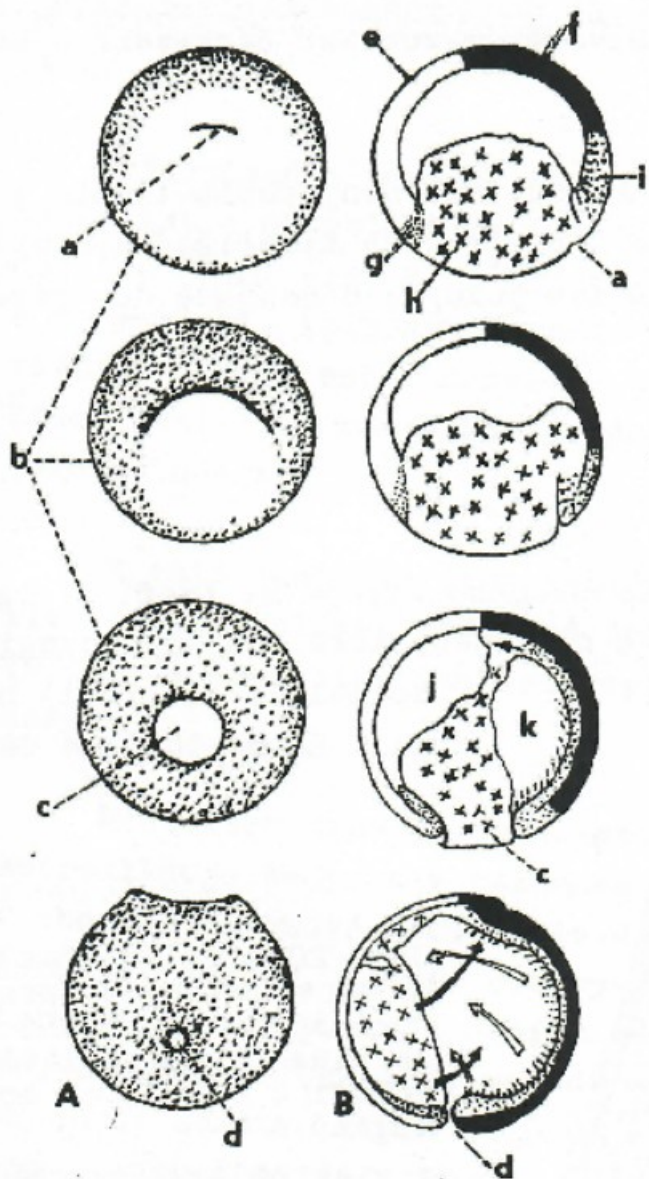
Obr. 199. Epibolické gastrulace u plže *Crepidula fornicata*

**5. Smíšený typ gastrulace** – vzniká kombinací různých gastrulačních pohybů, kombinuje se epibolie s delaminací, delaminace s invaginací

## Vývoj mezoblastu

Komplexy buněk vyvíjející se mezi ektoblastem a entoblastem. Buněčný původ mezoblastu – z ekto (**ektomezoblast**) nebo ento (**entomezoblast**). 2 možnosti: A charakter parenchymového pojiva (**ekto – entomezenchym**) B zárodečný list (**mezoblast**) – vytváří v prvotní dutině célomové váčky a uzavírají druhotnou dutinu tělní - **célom**. U mnohých živočichů mezenchym i mezoblast

## Notogeneze (neurulace) a počátek organogeneze v embryonálním vývoji obojživelníků



A - Vegetativní pól zárodku v různých fázích neurulace

B - medianní řez (rovina zrcadlové souměrnosti)

zárodkem ve stejných fázích neurulace

a - horní ret blastoporu gastruly

b - pigmentový povrch zárodku (ektoblast)

c - blastoporus vyplněný žloutkovými buňkami

d - blastoporus komunikující s dutinou prvostřeva

e - předpoklídáný epiblast (epidermis)

f - předpoklídáná nervová soustava

g - předpokládáný ventrální mezoblast

h - entoblast

i - předpokládáný chondromezoblast

j - prvotní dutina tělní

k - archenteron

### Vysvětlivky:

Ektoblast - bílá

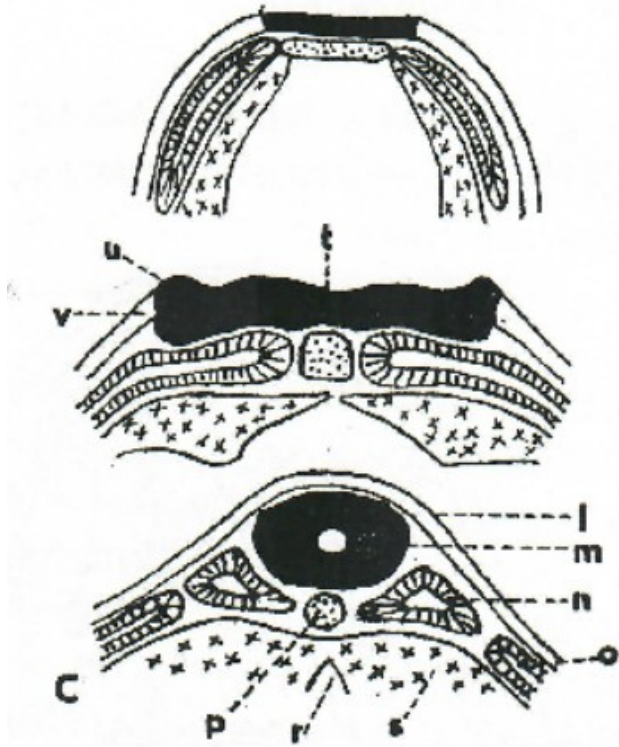
Entoblast - křížkovaná

Chorda - tečkovaná

Mezoblast - čárkovaná

Základ nervstva - černá

# Neurulace



- l – epiblast (orgánový základ pokožky)
- m – nervová trubice (orgánový základ nerv. soustavy)
- n – somit (dorzální oddíl célového váčku)
- o – laterální destička (ventrální oddíl célového váčku (splanchnoton))
- p – základ chordy
- r – dutina střeva
- s – základ střešní stěny
- t – medulární ploténka
- u – medulární val
- v – neurální lišta

**Struna hřbetní** vzniká u všech strunatců jako podélně dorzální vychlípenina **entoblastu**. Ta se odděluje a dává vznik provazcovitému útvaru tvořeným **buněčným** pojivem.

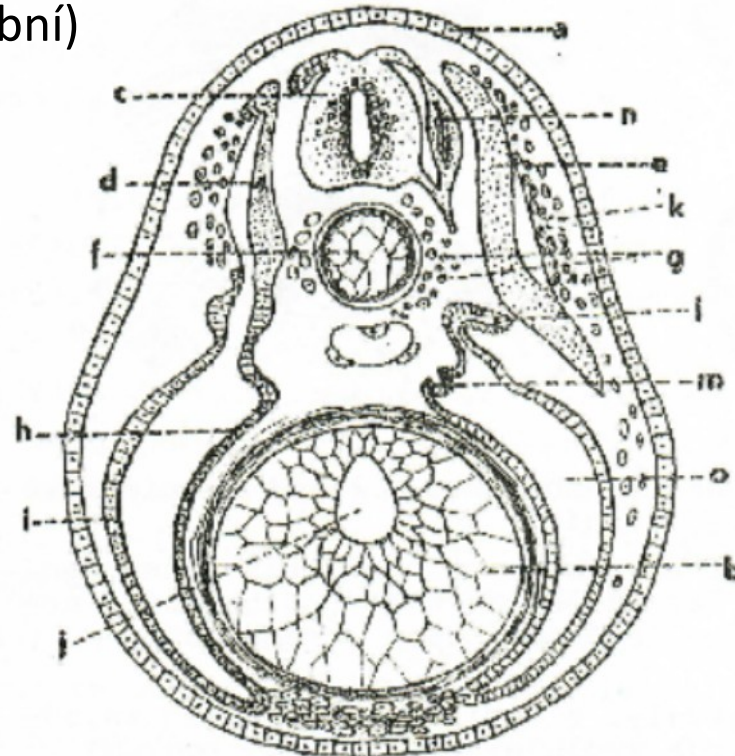
**Mícha** je podélná dorzální vchlípenina **ektoblastu**. Tvoří ji **medulární destička** a **postranní medulární valy**. Ty se oddělují od ektoblastu a uzavírají se v **nervovou trubici**. Materiál ektoblastu se stranách vyvíjející se nervové trubice tvoří **neurální lišty**, ze kterých se diferencuje **ektomezenchym**. **Vznik mezoblastu, základů chordy a míchy** má různý průběh při vývoji z různých druhů vajíček, takže je specifický pro většinu skupin strunatců.

# Příčný řez embryem obratlovce

Levá polovina – počátek organogeneze

Pravá polovina – pokročilá fáze blastogeneze

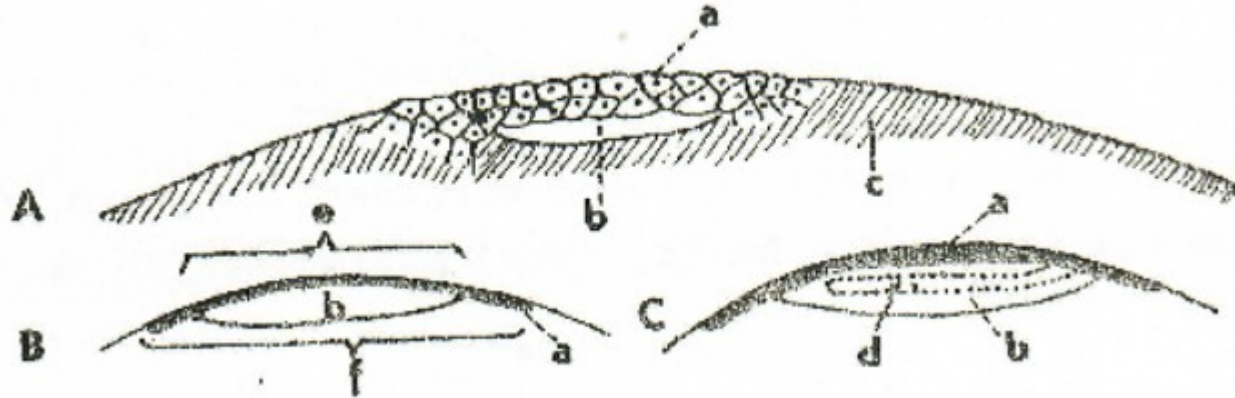
- c - nervová trubice
- d - somit (dorzální oddíl célom. vaku
- f - chorda
- h - splanchopleura (stěna útrobní)
- i - somatopleura (stěna tělní)
- j - střevo



- a - ektoblast
- b - entoblast
- e - myotom (kosterní svalstvo)
- g - sklerotom (kostra)
- l - nefrotom (ledviny a pohl. žlázy)
- k - dermatom (škára)
- m - gonotom (gonády)
- o - splanchnotom (dutina hrudní, břišní, osrdečníková)

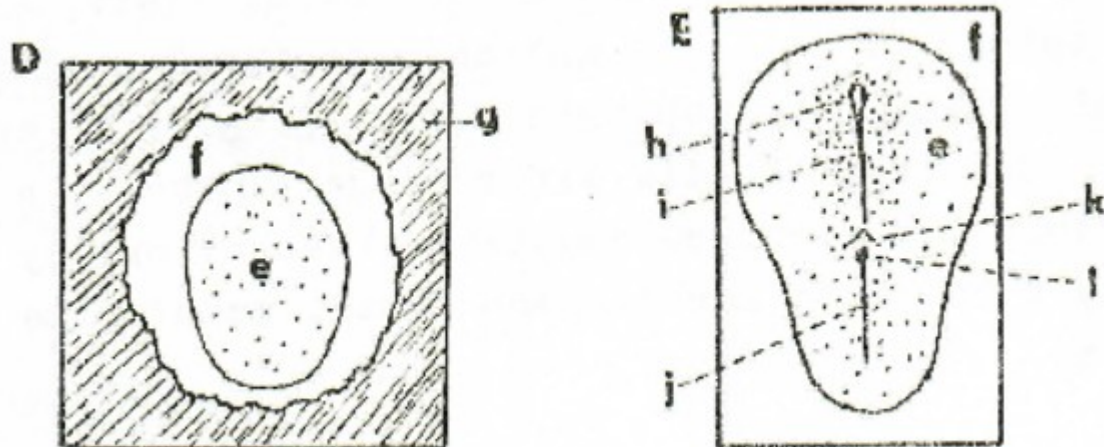


## Neurulace ptačího zárodku



D – pokročilé stádium diskoblastuly při pohledu na animální pól vajíčka

E – počáteční fáze neuruly při pohledu na animální pól vajíčka



A, B – animální pól ptačího zárodku ve stádiu diskoblastuly – příčný řez

C – schéma stádia gastruly ( vznik entoblastu se děje delaminací blastodermu z buněk ze žlutkové masy)

a – blastoderm

b- rýhovací dutina (stěrbinovitý blastocel)

c – žloutek

d – entoblast

e – okrsek blastodermu, později všech

Zárodečných listů nad rýhovací dutinou

f – okrsek blastodermu či zárodečných listů ležících přímo na žlutkové mase

g - dosud nerozrýhovaný povrch žloutku

h– hlavový konec zárodku

i – neurální rýha

j – primitivní proužek a primitivní rýha

k– Hensenův uzel (nahromaděné buňky, které jsou základem pro vývoj zárodečných listů vlastního embrya)

l – primitivní jamka (počátek vývoje struny hřbetní)

## Pokročilé stádium neuruly

Vlevo – při pohledu na animální pól vajíčka

Vpravo – transverzální řezy v rovinách naznačených šipkami

m – medulární val

o – chorda

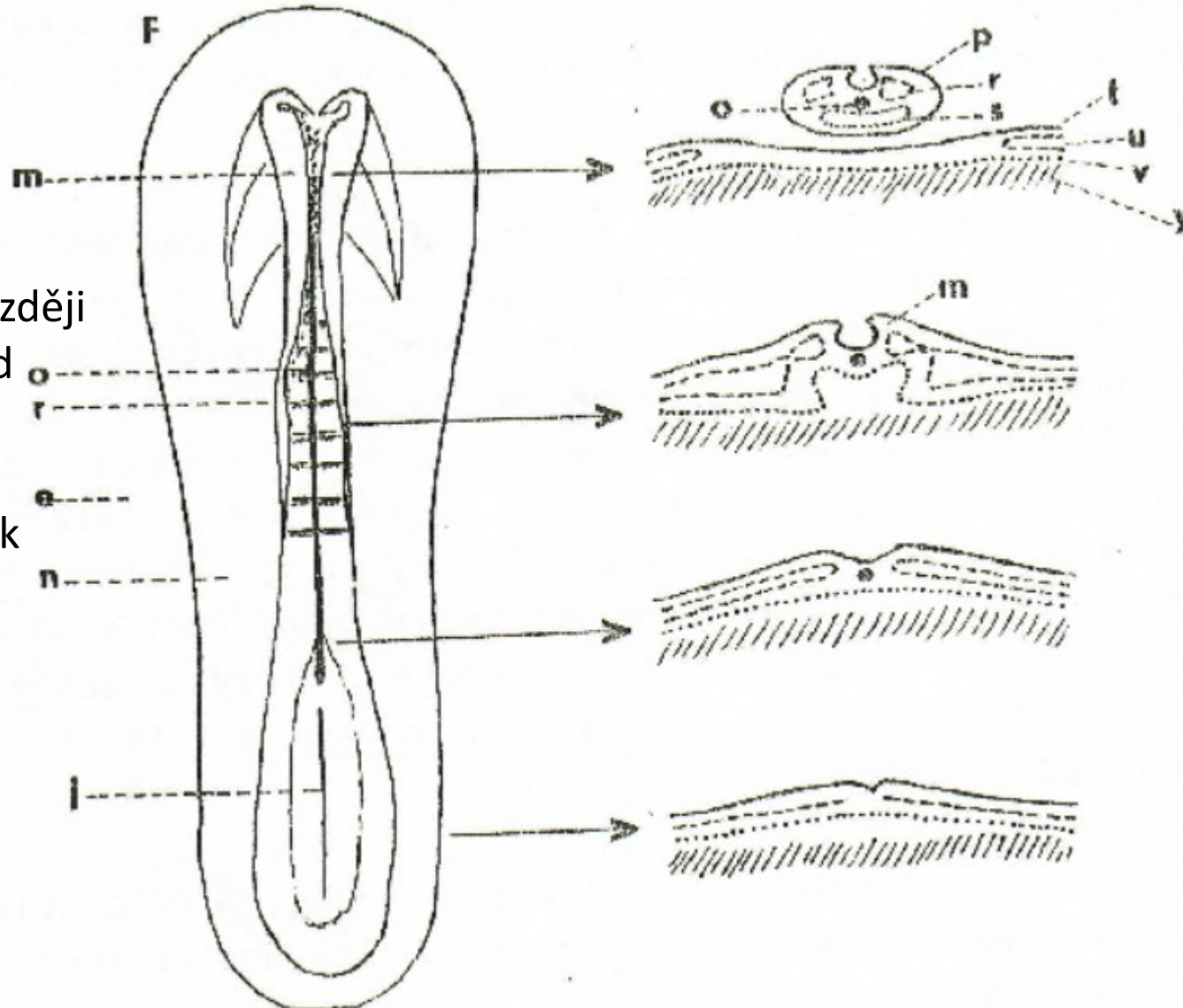
r – célový váček

e – okřesek blastodermu, později

Všech zárodečných listů nad  
rýhovací dutinou

n – oblast zárodka

l – primitivní jamka (počátek  
vývoje struny hřbetní)



o – chorda

p – ektoblast embrya

r – célový váček

s – střevo (entoblast  
embrya)

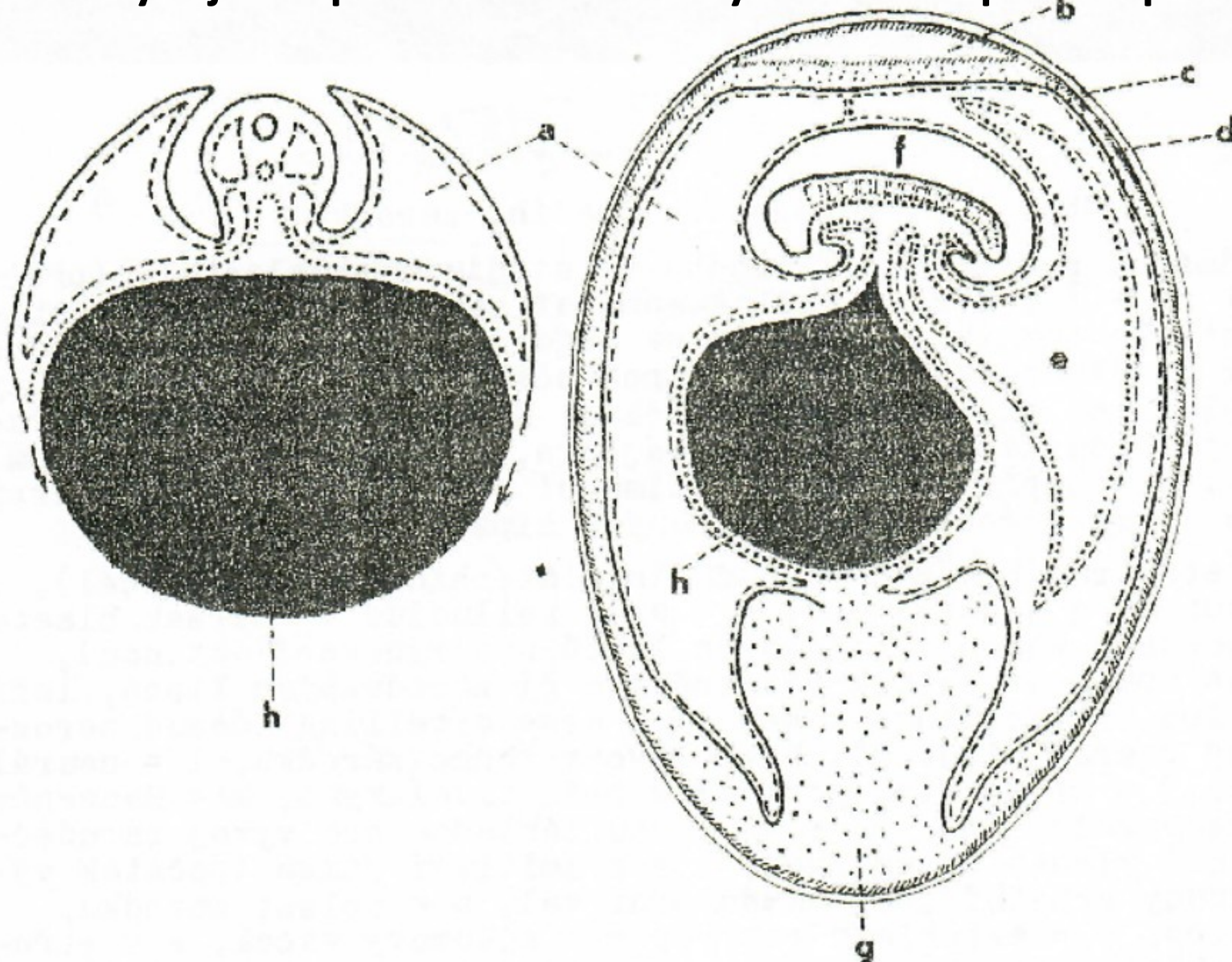
t – mimozárodečný  
entoblast

u – mimozárodečný  
mezoblast

v – mimozárodečný  
entoblast



# Vývoj a uspořádání zárodečných obalů u plazů a ptáků

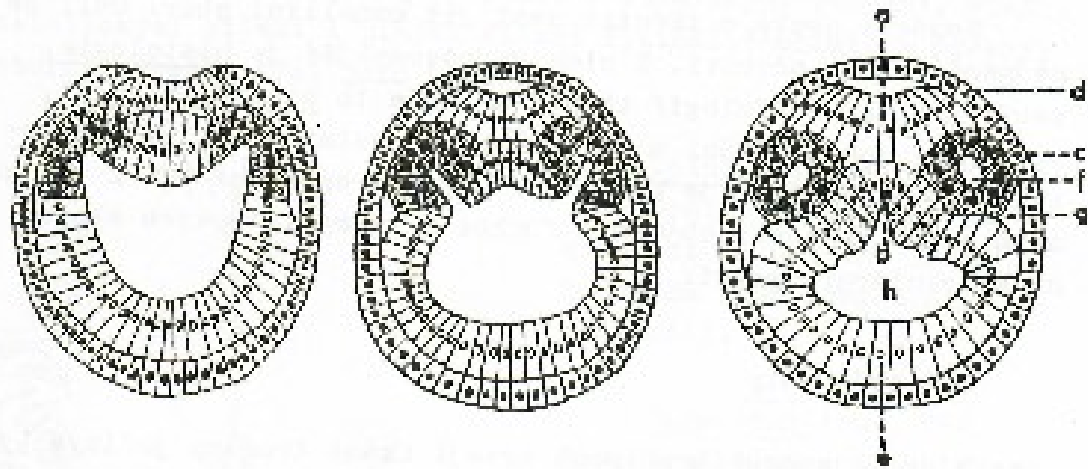


A – transverzální řez zárodkem znázorňující způsob vzniku amniotického vaku  
B – mediální řez zárodkem v ptačím vejci v době vzniku allantoického vaku

- a – extraembryonální célo
- b – vzduchová komůrka
- c – vápenitá skořápka
- d – papírové membrány
- e – allantoický vak
- f – amniotický vak
- g – vaječný bílek
- h – žloutkový vak

Ektoblast – plná čára, Mezoblast čárkovaná, Entoblast - tečkovaná

Blastula	Gastrula	Neurula	Embryo v organogézi			
blastoderm	ektoblast	epiblast	epidermis a její deriváty		EKTODERM	
			plakody (základy) smyslových orgánů			
		neuroblast	nervová trubice			nervová soustava
			neurální lišty	ganglia ektome- zenchym		
	chordo- mezoblast	chorda			MEZODERM	
		mezoblast	somity spojovací části laterální destičky			
entoblast		enteroblast (střevo) přídavné žlázy dýchací orgány		ENTODERM		



Obr. 68. Vývoj neuruly

a = základ nervové trubice, b = základ struny hřbetní, c = me-  
 zohlást, d = ektoblast, e = entoblast, f = céliom, g = blasto-  
 cěl, h = archenteron.

1. Úvod do histologie:

- živočišné tkáně (rozdělení),
- histogeze a mezibuněčné hmoty: fibrilární (kolagenní, retikulární a elastická vlákna) a amorfní (glykosaminoglykany)

2. Epitely 1: plochý, dlaždicový; kubický, cylindrický; jednovrstevný, víceřadý, přechodní

3. Epitely 2: krycí (rohovatějící vrstevnatý epitel, nerohovatějící vrstevnatý epitel), resorpční, řasinkové, smyslové, žlázové, epitel zárodečný (vaječníky a varlata), epitel pigmentový.

4. Pojiva: zárodečný mezenchym, vezikulární pojivo, rosolovité vazivo, řídké kolagenní vazivo, tukové vazivo, husté vazivo neuspořádané = tuhé kolagenní vazivo, husté vazivo uspořádané

5. Chrupavky: praecartilago, parenchymová chrupavka, hyalinní chrupavka, elastická chrupavka, vláknitá (= fibrózní, fibrilární) chrupavka
6. Kostní a zubní tkáně: vláknitá (plstovitá) kost, lamelární kost (kompaktní x houbovitá), osifikace, zubní tkáně
7. Trofická pojiva: krev a krvetvorba, lymfa, hemolymfa, tkáňový mok,
8. Svalové tkáně: hladká, žíhaná svalovina a myokard (srdeční svalovina)
9. Nervové tkáně: šedá kůra mozková (pyramidální a gliové buňky s výběžky), šedá hmota mozečku (unipolární neurony), bílá hmota mozečku (makroglia – astrocyty), periferní nervy (myelinová a Schwannova pochva)
10. Rozmnožování nepohlavní a pohlavní, ontogeneze (mnohobuněčných) živočichů (Animalia) – vznik, vývoj a růst jedince.
11. Embryologie (ontogeneze mnohobuněčných živočichů) 1: embryogeneze: progeneze, blastogeneze, notogeneze; gastrulace, neurulace
12. Embryologie (ontogeneze mnohobuněčných živočichů) 2: organogeneze