

# **Rozmnožování, blastulace gastrulace**

## 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 okruhu cytoplazmy – velké mn. **dceřinných buněk**

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

Vzniklí jedinci se pohybují, po určité době usedají

### Pohlavně

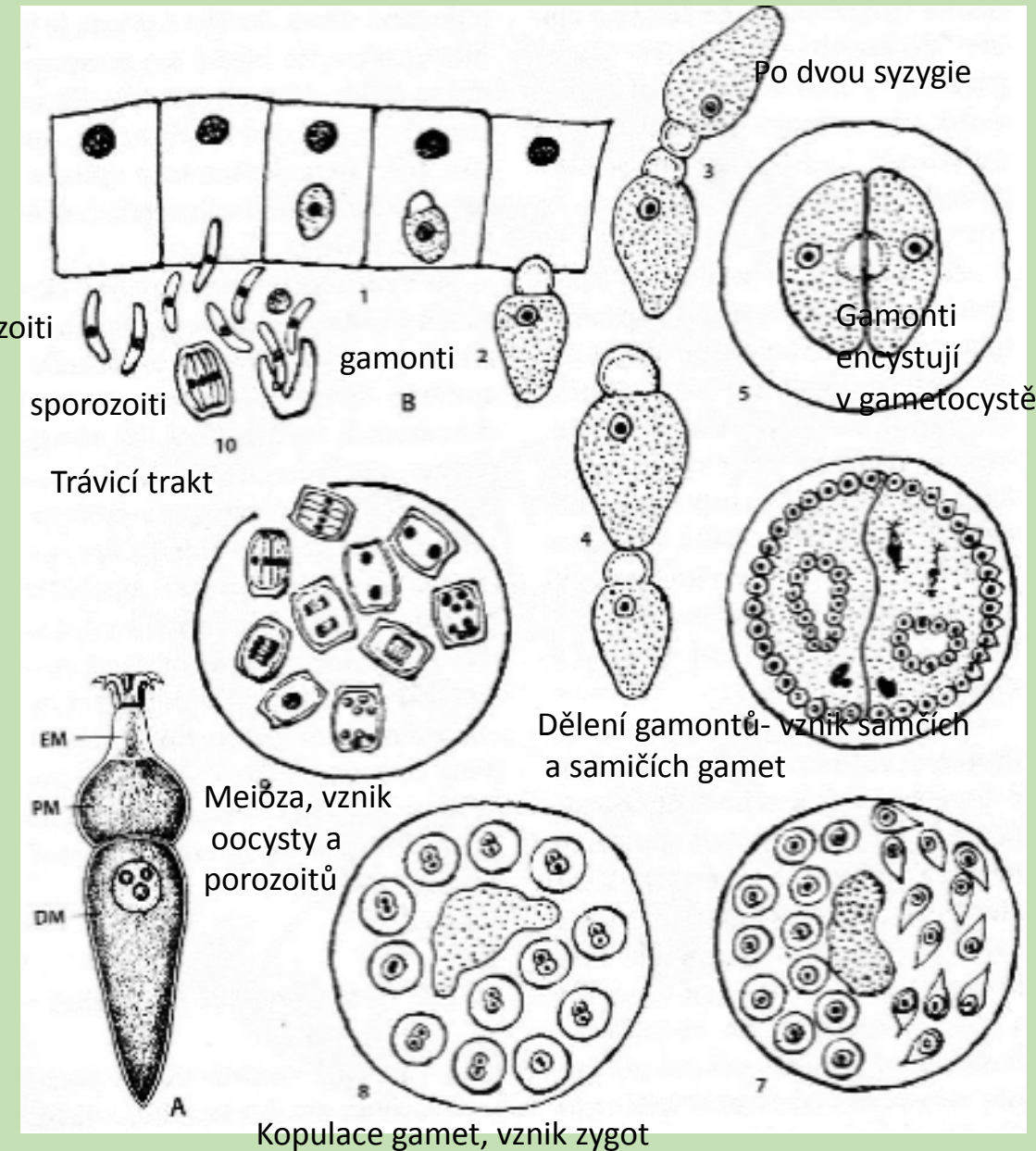
Střídání pohlavní a nepohlavní fáze životního cyklu

př. životní cyklus

**Gregarina sp.**

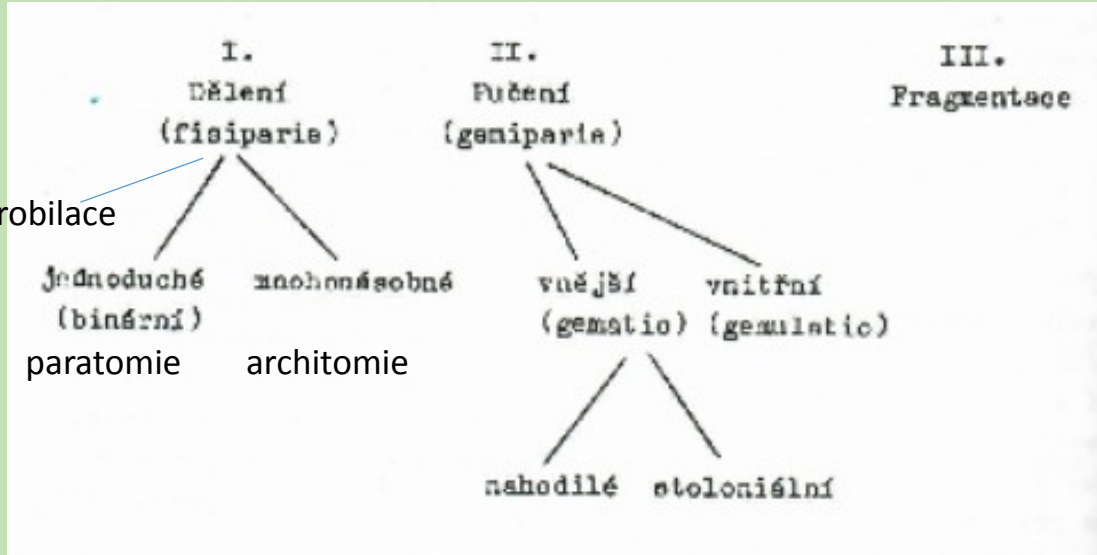
## Životní cyklus Gregarina sp.:

- 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



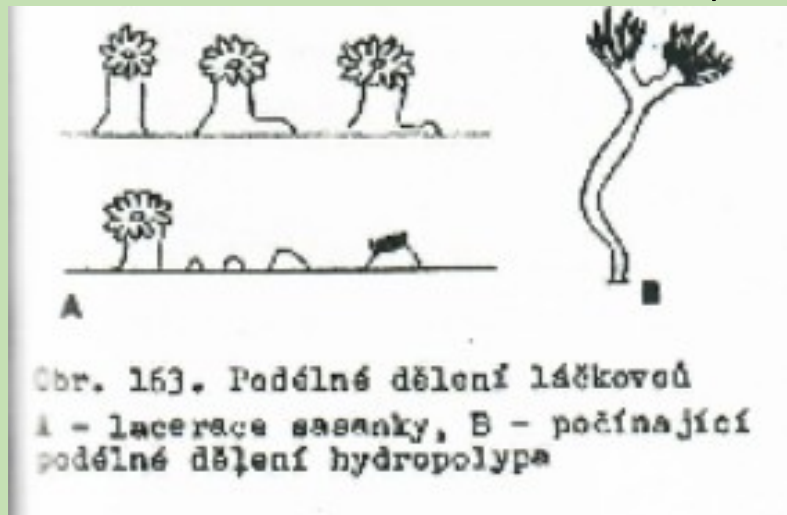
### Dělení (Fisiparie) –

A) dělení na dva jedince – **jednoduché** – (paratomie) **příčné** dělení láčkovců (odd. láčkovci), tř. ploštěnky (km. Ploštěnci) př. Stenostonum, km. kroužkovci (Nais, Dero), **podélné** dělení u přisedlého stádia medúzovců -- -polypů (lacerace)

B) **Na více jedinců** – **mnohonásobné** (architomie) u většiny ploštěnců, u Tř. hvězdic, Tř. hadic, u Tř. sumýšů (Km. Ostnokožci)

C) **Strobilace** – část jedince, která dorůstá

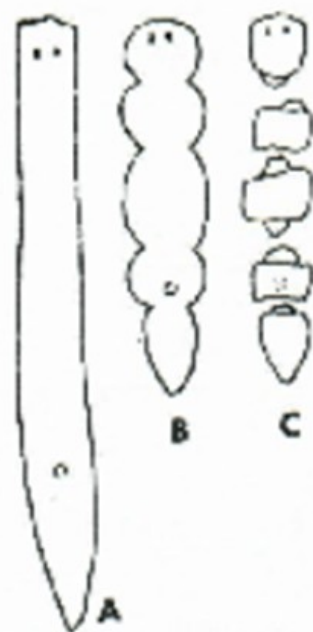
lacerace



Podélné dělení láčkovců



Obr. 161. Paratomis  
ploštěnky rodu Steno-  
stomum



Obr. 162. Architomis ploštěnky  
rodu Planaria

A - mateřský jedinec před rozděle-  
ním, B - během dělení, C - jeho  
části, 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 jedinec 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 Špinara (1960).

## MNOHOBUNĚČNÍ

### Kmen 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

### Kmen ŽAHAVCI (Cnidaria)

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

#### Tř. Korálnatci (km. Žahavci)

jen stádium polypa, nepohlavně

pučením, pohlavně uvolňování gamet nebo oplodněných vajíček

larva planula polyp

#### Tř. Medúzovci (km. Žahavci)

potlačen nepohlavní polyp

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

odškrcené medúzky **ephyrae**

z nich pohlavně se

množící medúzy



## Tř. tasemnice CESTODA (km. Ploštěnci)

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

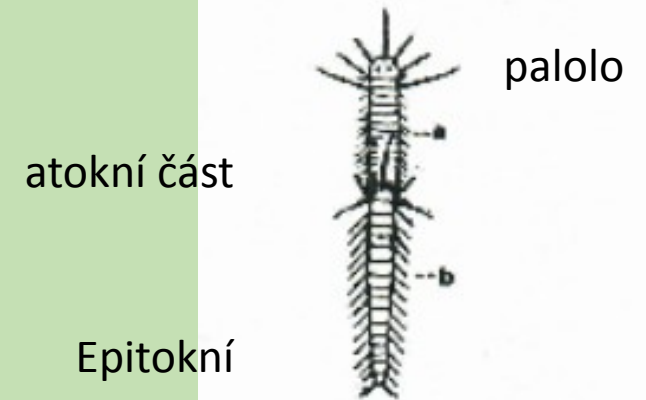
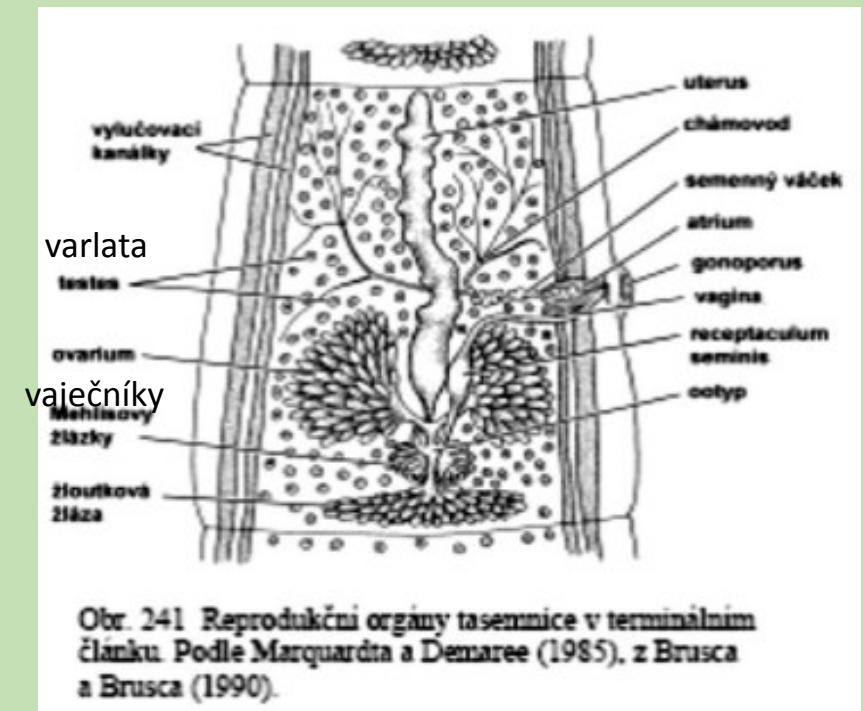
Články nelze považovat za samostatné jedince, jen odvrhovaná část i těla

## Tř. Mnohoštětinatci (km. Kroužkovci)

**Paratomické dělení (Jednoduché binární)** – 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. 164. Schizogonie mnohoštětinatce *Autolytus profilar*  
a = nepohlavně se rozmnožující jedinec,  
b = vznikající pohlavní jedinec

**Architomie (mnohonásobné)** – u ploštěnek roztržení těla na více kousků obr. , u kroužkovců – roztržení svaloviny červa na několik kousků o málo článků – 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)



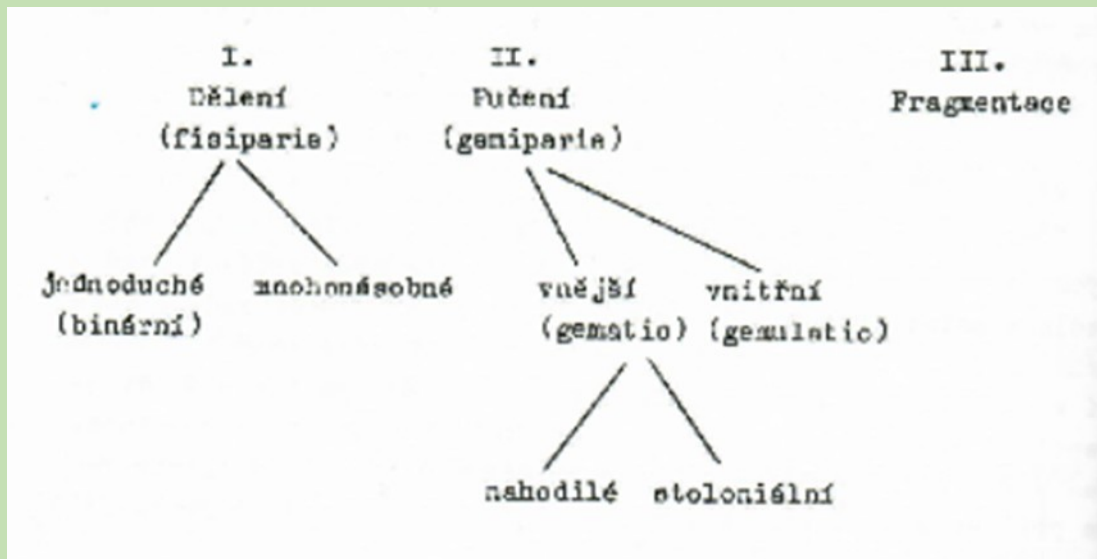
## Pučení (Gemiparie)

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

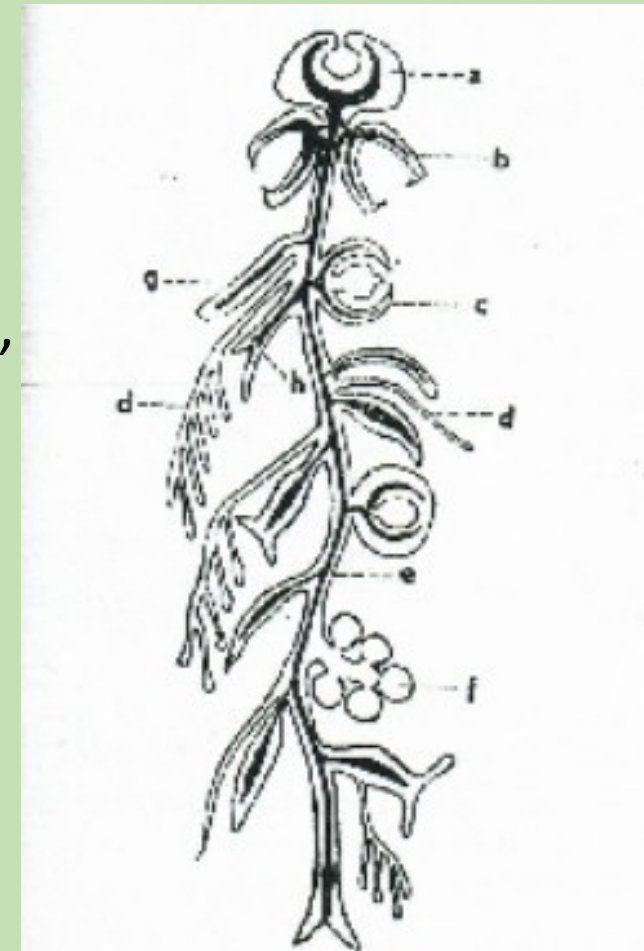
**Vnější - nahodilé** (u druhů hub, př. **Tethys**) na povrchu houby se tvoří **hrbolek**, ten narůstá, mění se ve **výrustek**, spojený s mateřským tělem, na něm mohou vznikat pupeny další generace.

Diferenciace probíhá buď na pupenu nebo po oddělení.

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



Obř. 167. *Syllis rufosa* (Polychaeta)

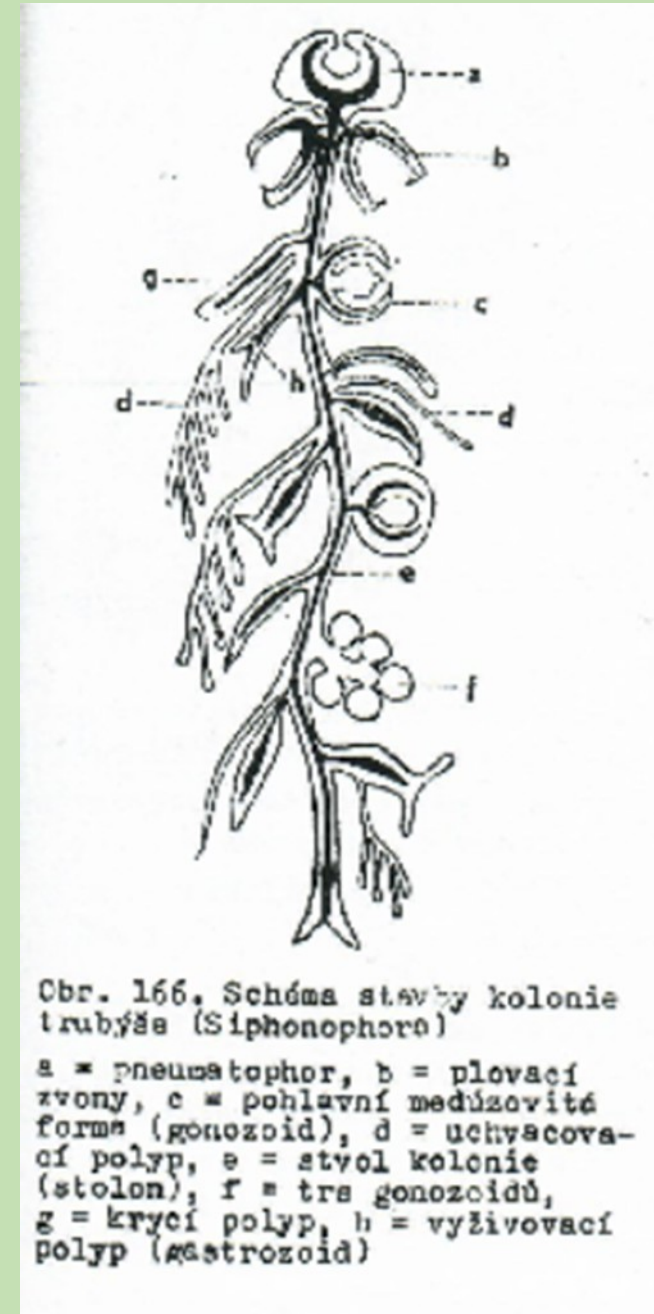


Obř. 166. Schéma stavby kolonie trubýše (Siphonophora)

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

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

Mnohoštětinatci čeledi **Sillidae** – pučení kolmo  
po stranách mateřského těla,  
na ni druhá generace, než dojde k oddělení  
– rozvětvený červ, obr.

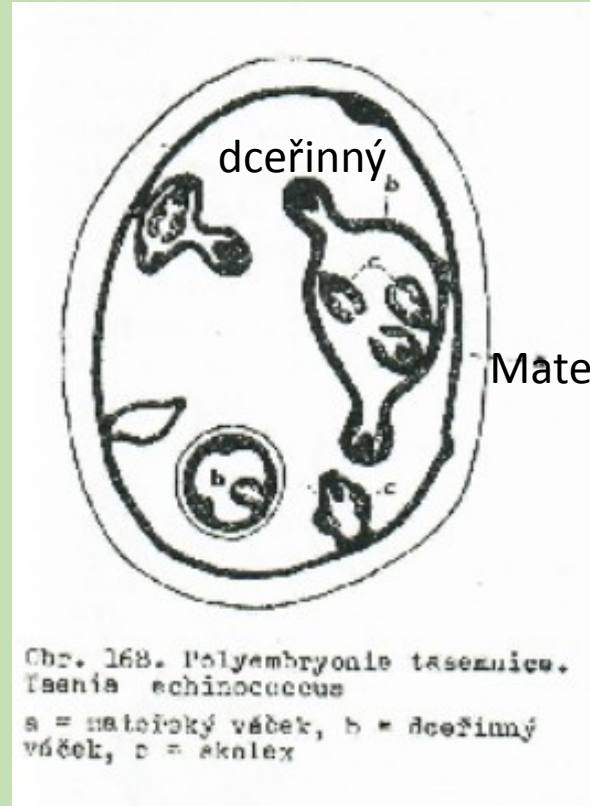




**Polyembryonické pučení (larválního stadia)** – vznik vývojových stadií – **skolexů** u tasemnice echinococcus, oddělují se jako váčkovité vchlípeniny vaku v milionových počtech.

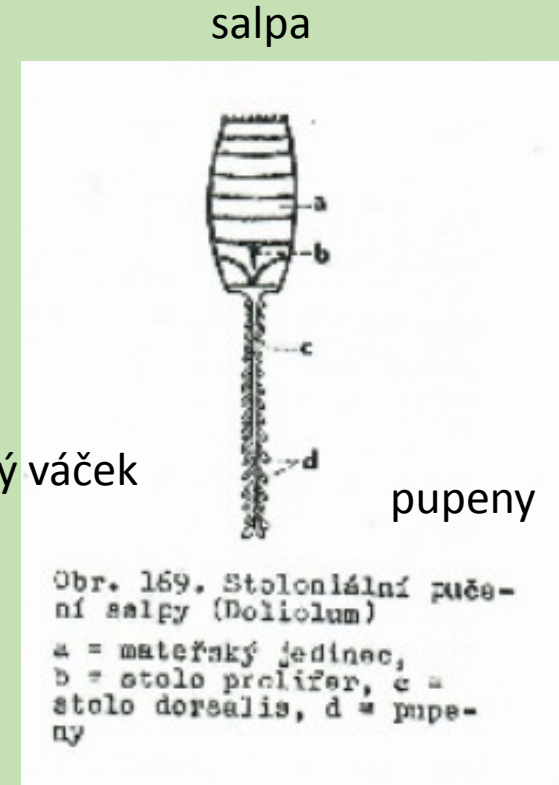
**Vnější stoloniální** (není nahodilé) pučení typické pro salpy

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



Polyembryonické pučení

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



Pučení vnější stoloniální

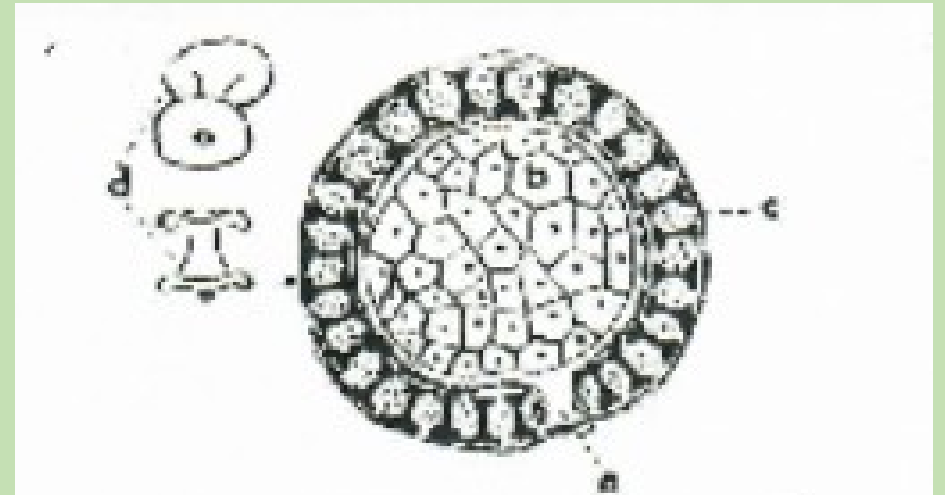
**Vnitřní pučení** – většinou u sladkovodních, vzácně u mořských hub, láčkovců, mechovek

**Houby (km. Houbovci) - 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



Chr. 170. Gemule houby v průřezu

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



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

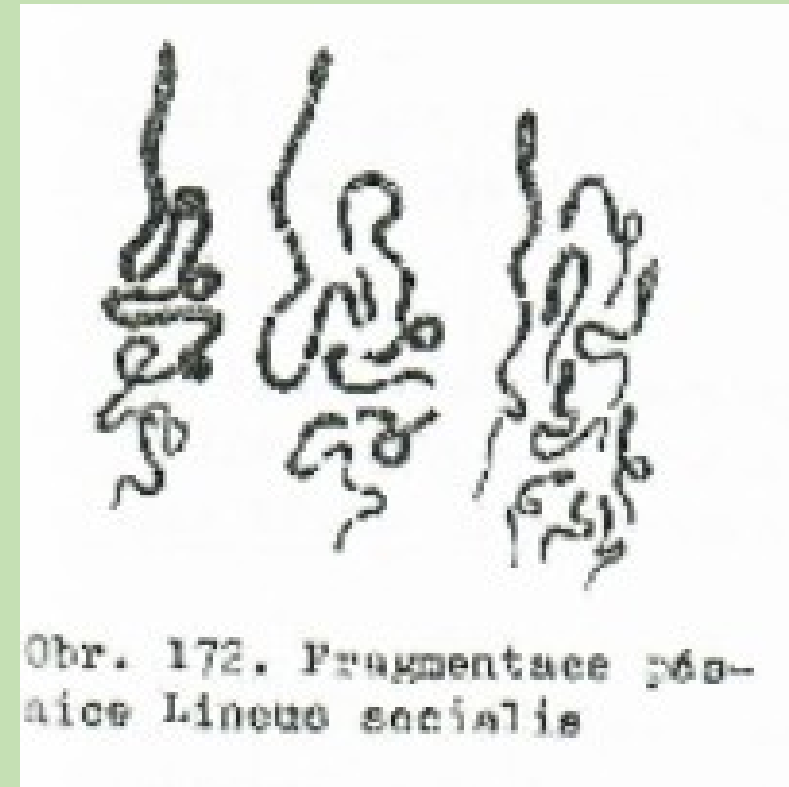
**Rozlišení:** zárodečné a rezervní buňky (k výživě) uzavřené v chytinovém pouzdru, na povrchu vzdušné komůrky a háčky, nadnáší statoblast daleko – šíření nepohyblivých druhů, totéž u **sumek**

**Fragmentace** u hub, hydroidních polypů, sasanek, 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 prvoků – **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 – **fyziologická 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 -

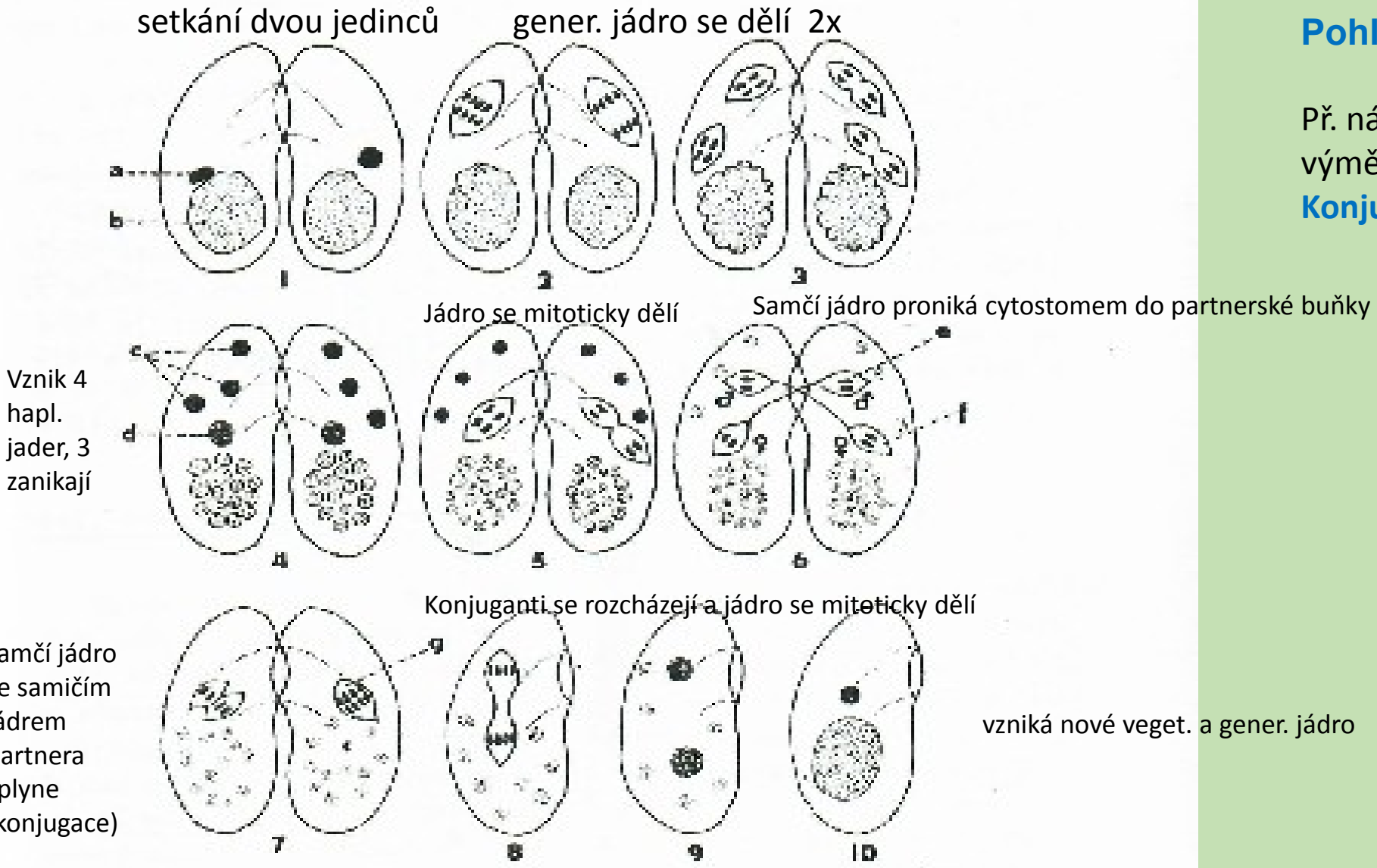
**Konjugace**

# První a druhé zrací dělení generat. jádra

## Pohlavní rozmnožování

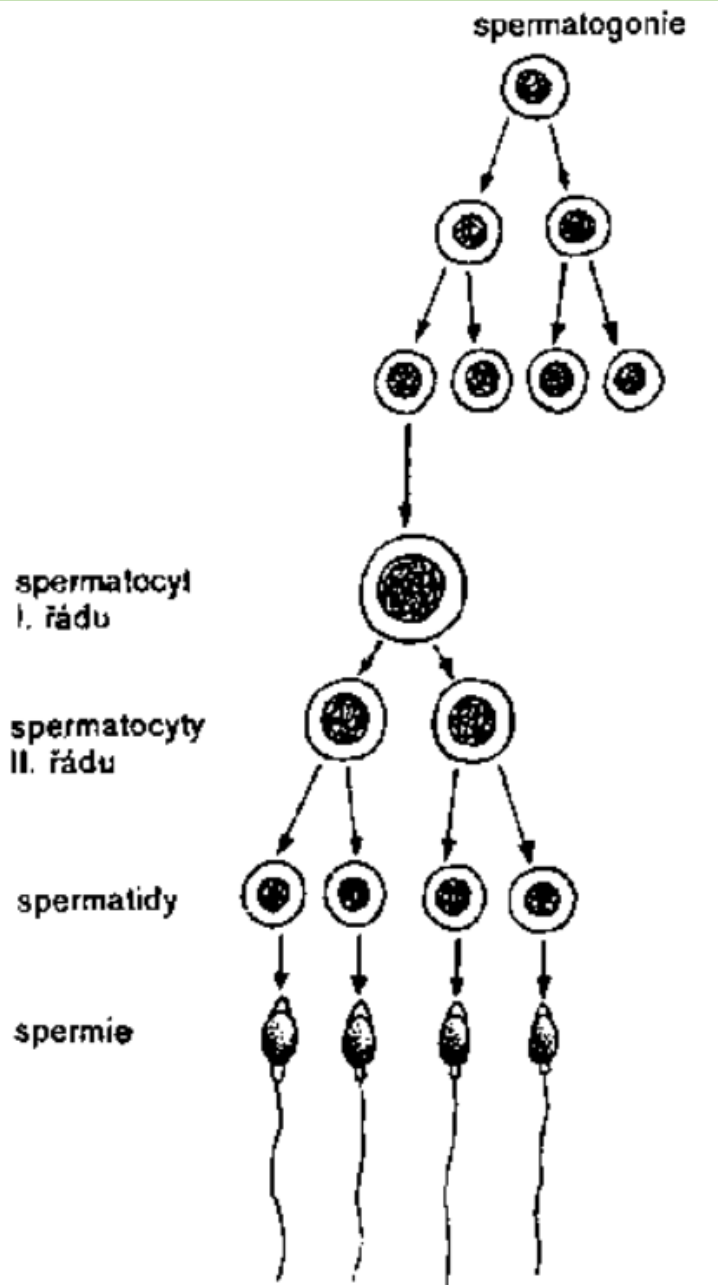
Př. nálevníci- spojení dvou jedinců a výměna generativních jader -

### Konjugace



Obr. 173. Konjugace nálevníka *Chilodon uncinatus*

1 = setkání dvou jedinců, 2 = první zrací dělení generativního jádra, 3 = druhé zrací dělení generativního jádra, 4 = vznik



**Schéma spermatogeneze**

## VÝVOJ SPERMIÍ (spermatogeneze)

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

**Fáze:**

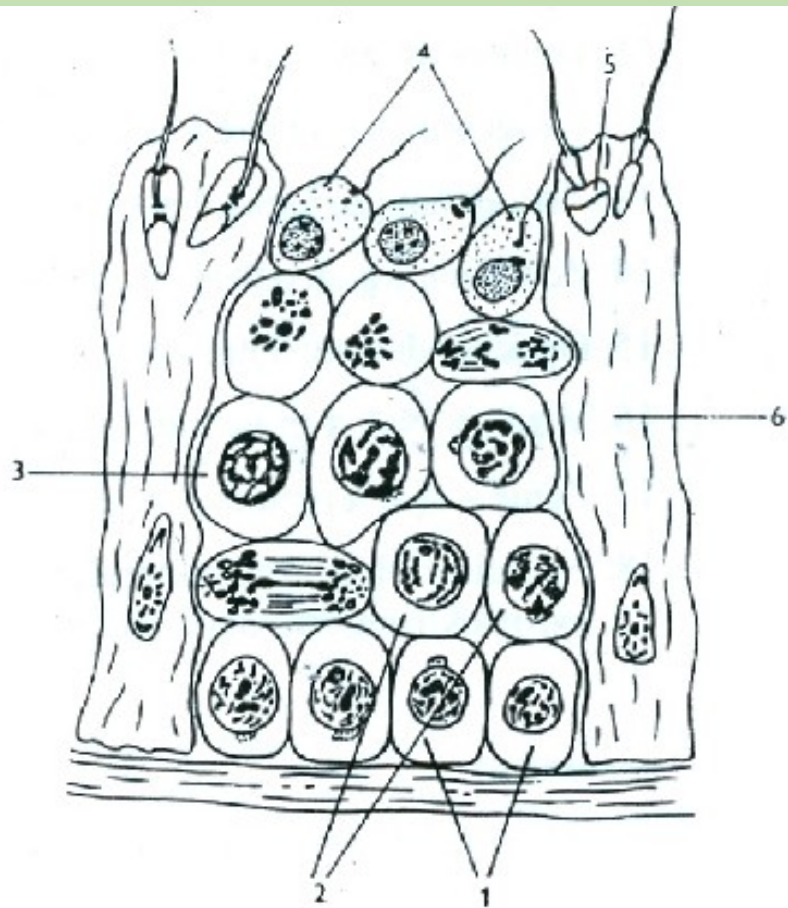
- **Spermatocytogeneze** – od spermatogonií přes primární a sekundární spermatocyty po spermatidy
- **Spermatohistogeneze (spermiogeneze)** – diferenciacie spermatid ve zralé spermie

**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, diferenciace 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-primární spermatocyt 46 chromozomů)

#### Profáze I:

*Leptotenní*–diferenciace chromozómů

*Zygotenní*–chromozómy tvoří homologní páry, bivalenty

*Pachytenní*–chromozómy se zkracují a ztluštují, tetrády (4 chromatidové 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 (46)

-Haploidní 23



## 4. Druhé zrací dělení

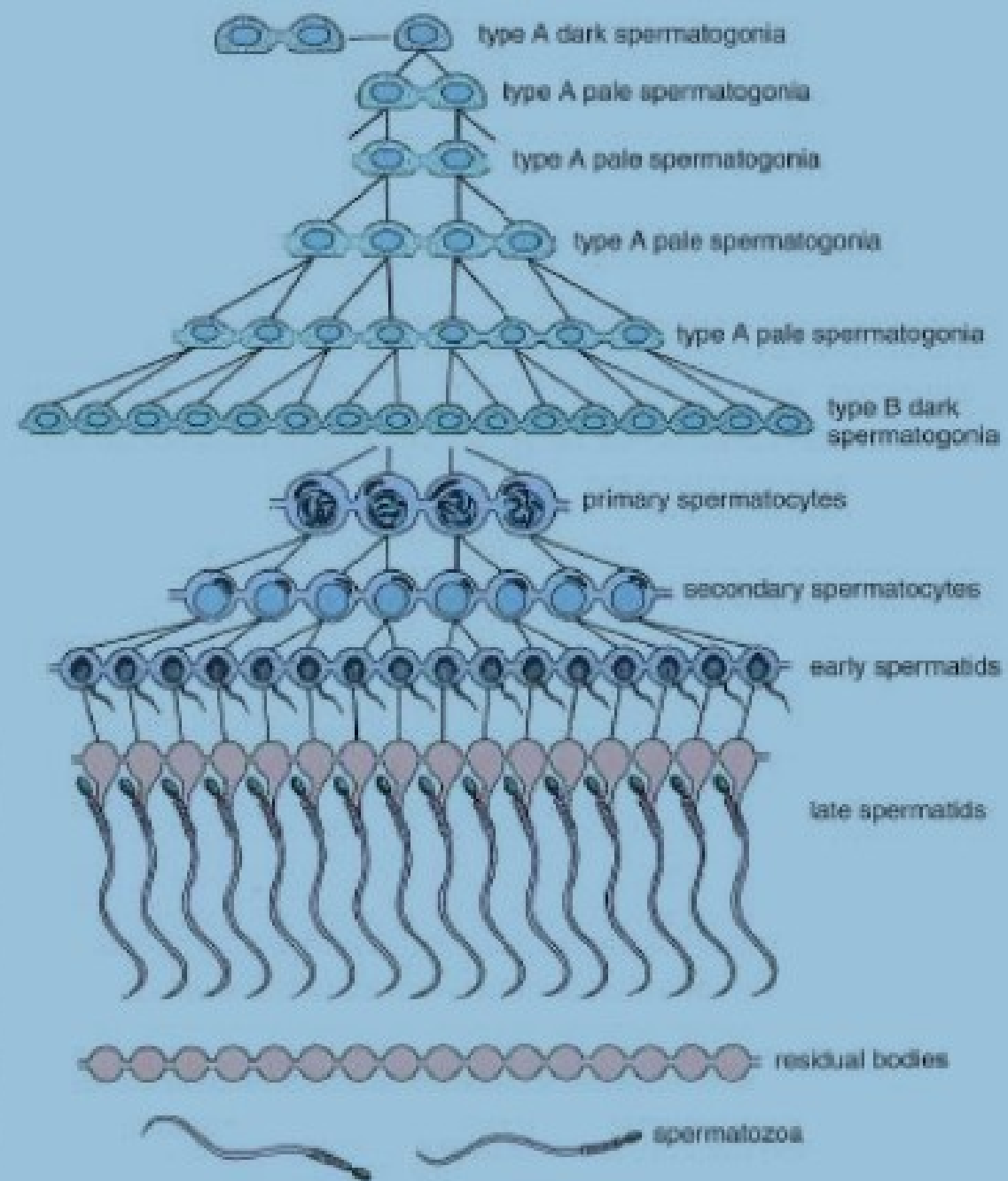
Navazuje bezprostředně na předchozí, probíhá podobně jako mitóza

Výsledek: **4 spermaticky**

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

-malé buňky, tmavá jádra, hodně heterochromatinu

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

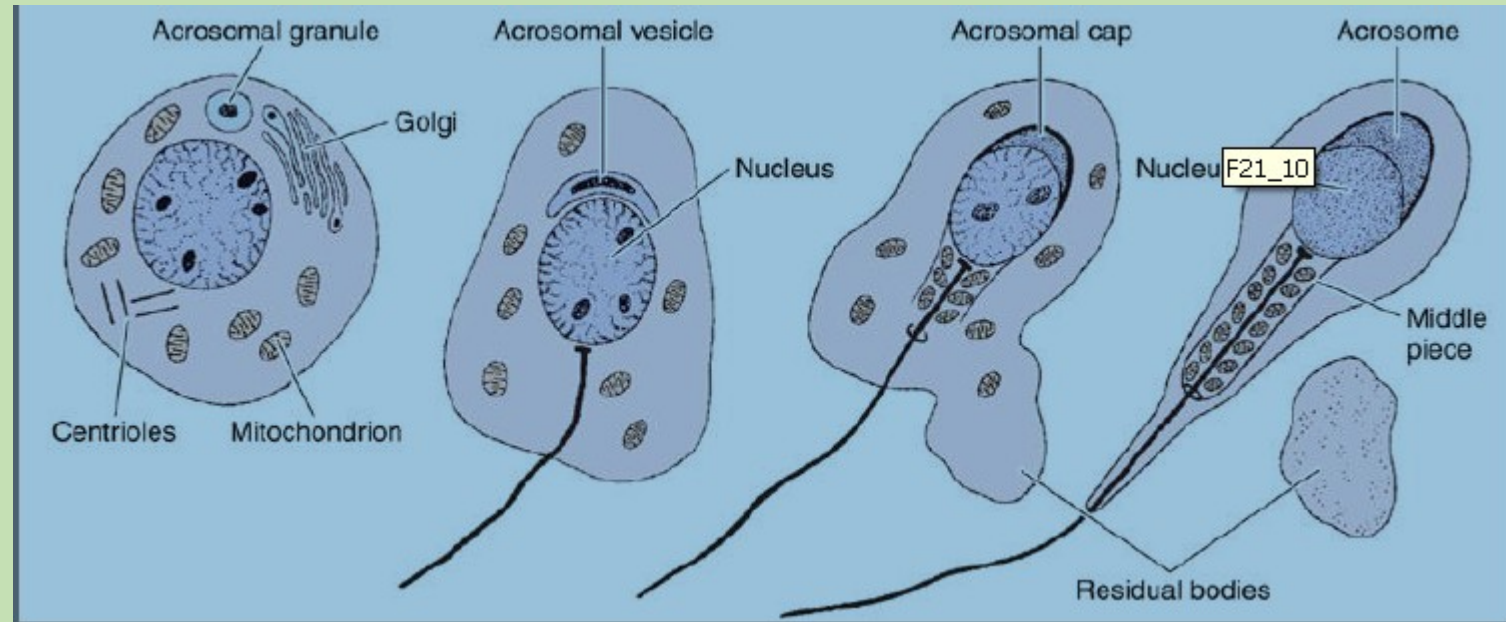


## SPERMATOHISTOGENEZE (SPERMIOGENEZE)

-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



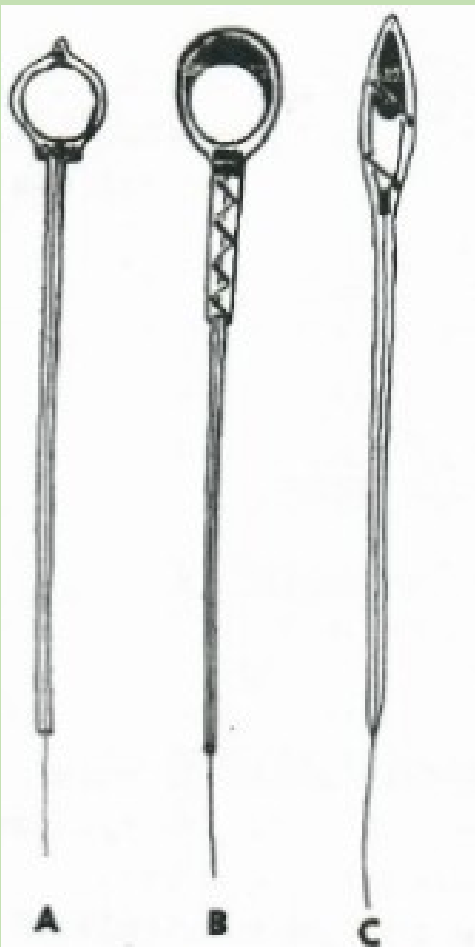
spermatida

Spermatozoid  
hlavička, krček, bičík

## Typy spermií

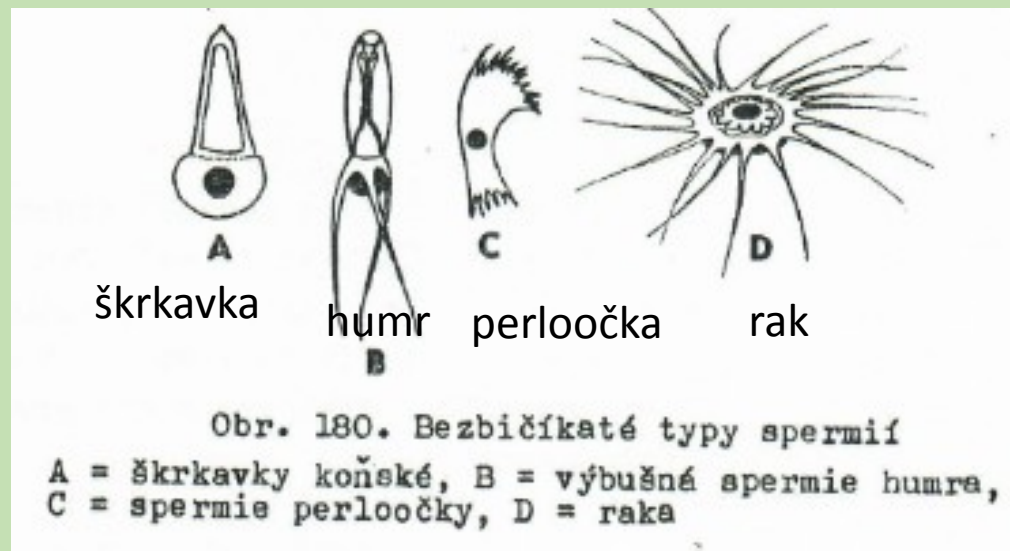
Většinou bičíkaté, více jaderné hmoty, než cytoplasmy, hlavička – v ní jádro, v krčku mitochondrie, dělicí tělísko, ocásek jako bičík prvoků

**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

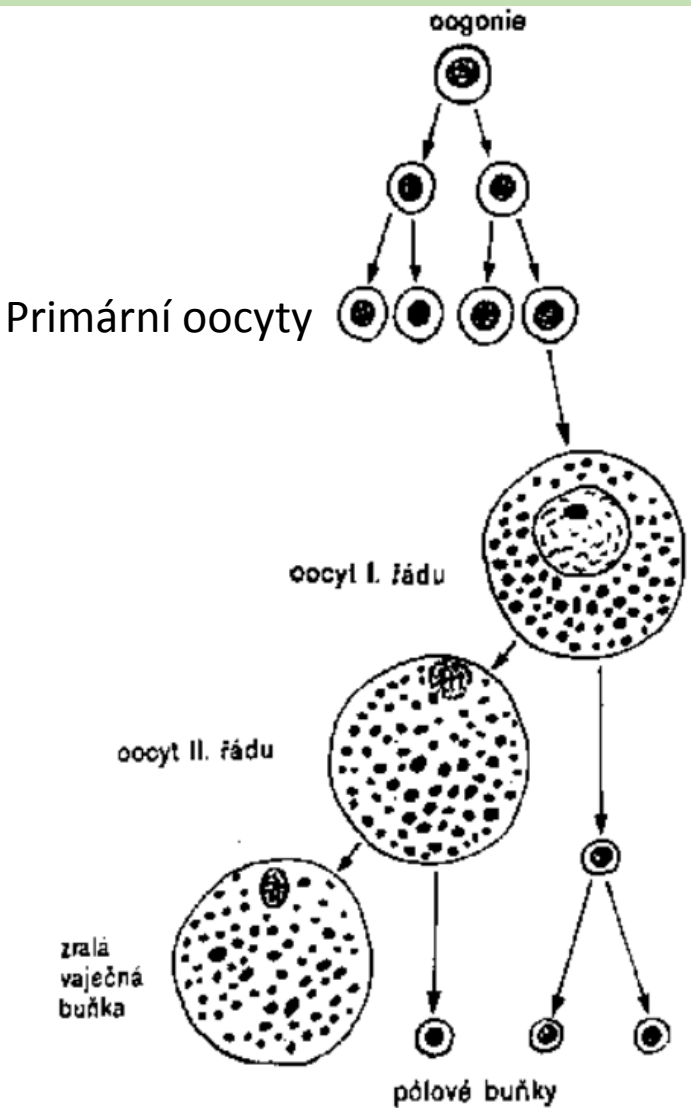


A = škrkavka  
B = humr  
C = perloočka  
D = rak

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



**Schéma oogeneze**

## Perioda rozmnožování:

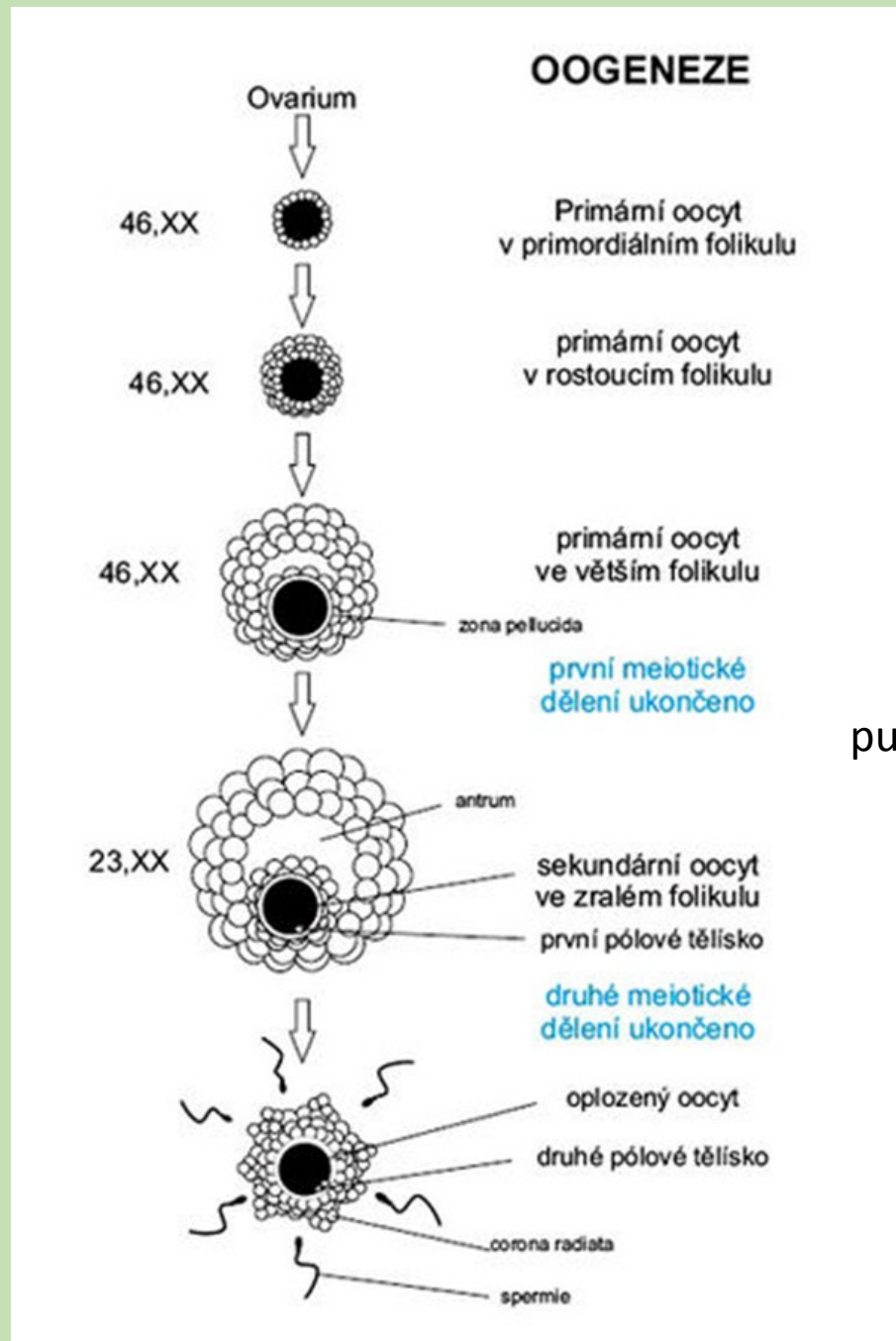
Z primordiálních zárodečných buněk – ***oogonie***; množení mitotickým dělením

u savců během prenatálního období - v druhém trimestru **rozmnožovací fáze - perioda růstu-** až vznik konečného počtu **primárních oocytů I. řádu + folikulární buňky = primordiální folikuly**

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

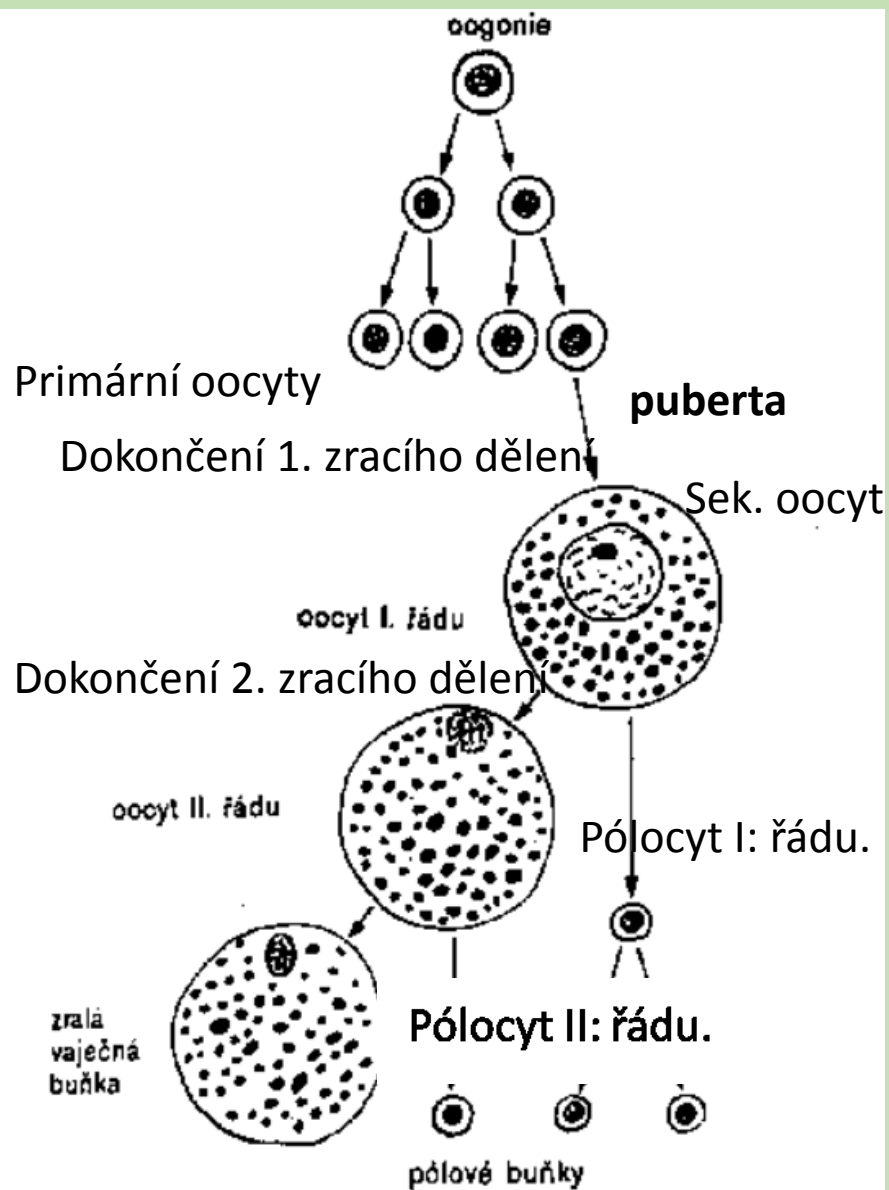
**Ootida** má po dělení na povrchu tři malé pólové buňky, ty jsou vstřebávány na zralé vajíčko **Ovum**

Všechny přežívající primární oocyty dosáhnout ještě před narozením diplotenního stádia profáze 1. meiotického dělení a v primordiálních folikulech budou čekat na svou ovulaci, pokud do té doby rovněž nezaniknou.



puberta





**Schéma oogeneze**

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

## •Ovulace:

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)

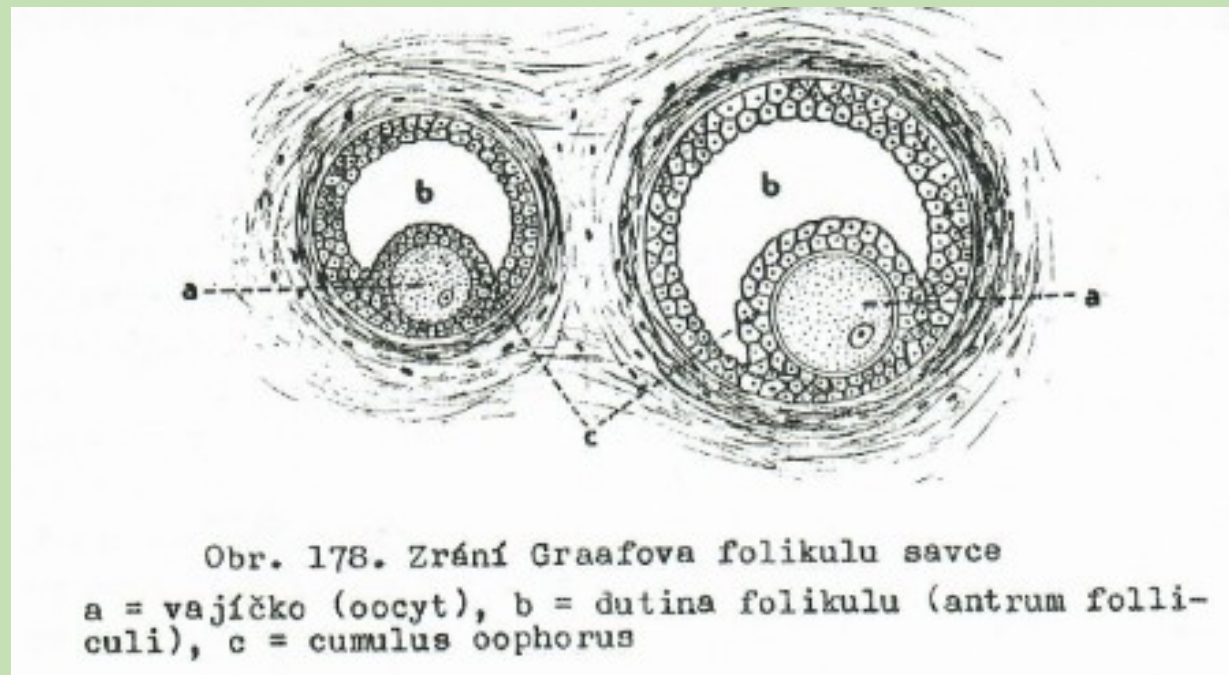
- Většina folikulů zaniká ještě před dosažením zralosti



## 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



## 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, diferenciací zárodečných listů

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

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

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

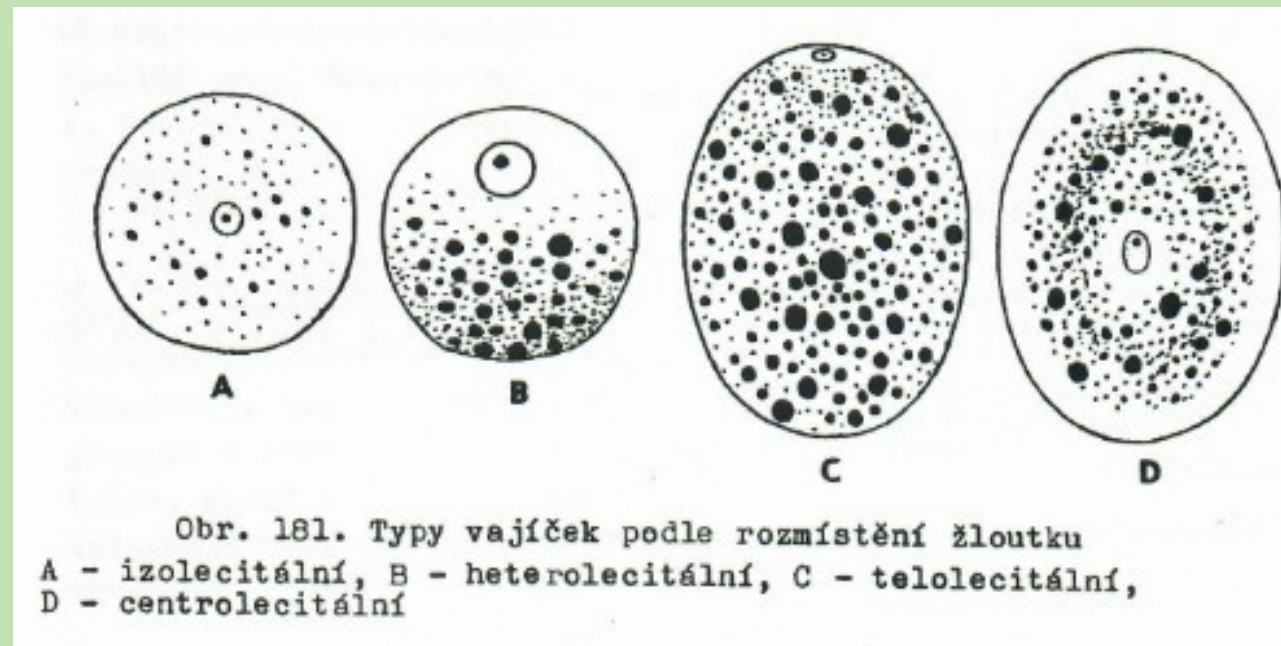
**Animální pól** – méně živin, ektoblast

## Růstová fáze vajíček – vitelogenní fáze – vitelogeneze

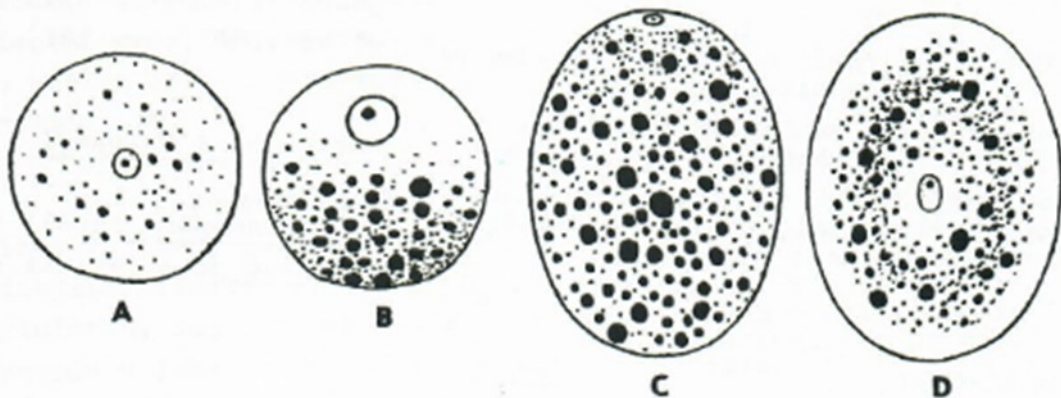
**Ukládání živin:** tuková kapénka, glykogen, žloutková zrna (NK, bílkoviny).

rozlišení pólů vajíčka podle ukládání živin, na tom závisí např. typ rýhování (násobného dělení)

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



## vajíčka



Obr. 181. Typy vajíček podle rozmístění žloutku

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

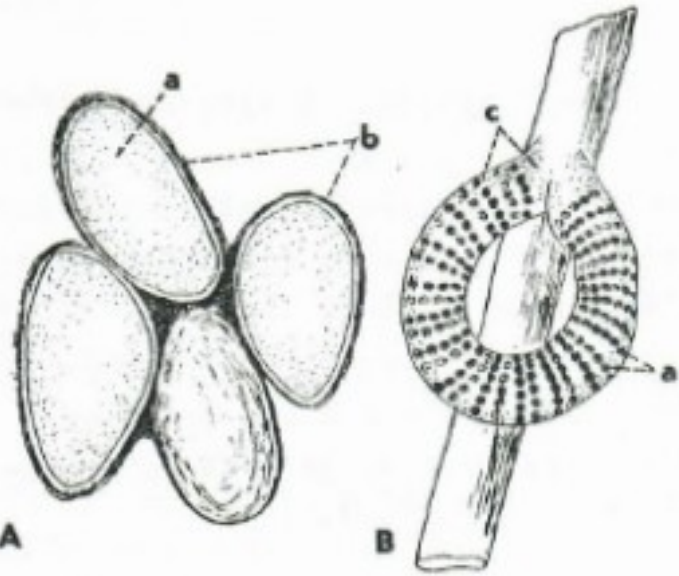
**Typy vajíček podle obsahu žloutku: 1. holoblastická** – vývoje se účastní celá, malé mn. žloutku

- **oligolecitální** – obsahují malé množství žloutku; např. vajíčka [kopinatců](#) nebo [savců](#); rýhují se zpravidla totálně a ekválně, jednotlivé typy
- **Alecitální** – bez žloutku
- **Izolecitální** – rozložený v cytoplasmě
- **Heterolecitální** – žloutek u veget. pólu
- **mezolecitální** – obsahují žloutku poněkud více, ale přesto obvykle stačí jen na rané embryonální období (larvy se již živí samy); např. vajíčka [kruhoústých](#), mnohých [ryb](#) a [obojživelníků](#); rýhují se totálně inekválně

**2. meroblastická** – vývoje se neúčastní celé embryo, část je jako zásoba žloutku nechána stranou, jednotlivé typy

- **polylecitální** – obsahují velké množství žloutku; např. některé [ryby](#), [obojživelníci](#), [plazi](#), [vejcorodí](#) savci, ale hlavně [ptáci](#); rýhují se pouze na animálním pólu, zatímco na pólu vegetativním je nahromaděn žloutek.
- **Telolecitální** – žloutek na veget. pólu
- **Centrolecitální** – cytoplasma na povrchu a s jádrem v centru, žloutek kolem dokola

## Příklad terciálních vaj. obalů



Obr. 182. Vajíčka hmyzu s vývojem ve vodním prostředí

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

## 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**)

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

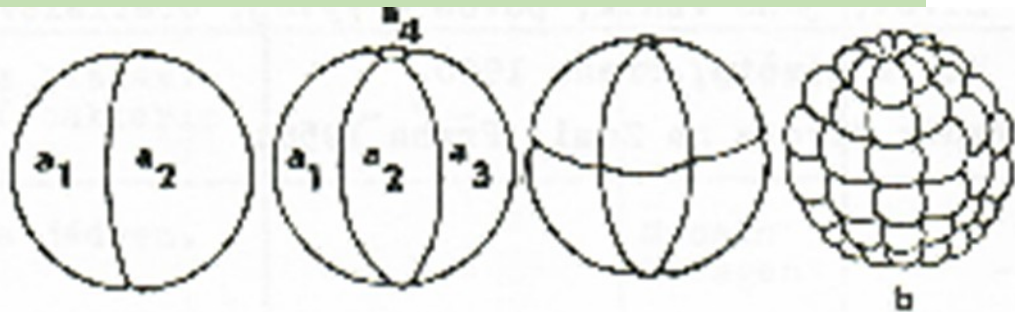
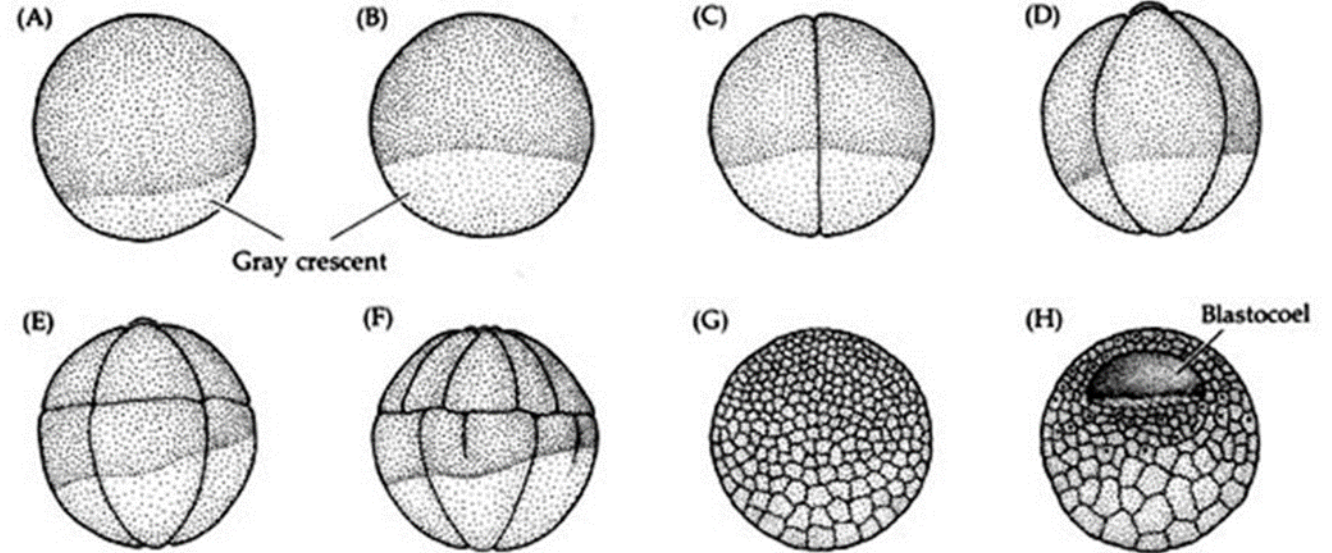


## Rýhování

Fáze vzniku dceřinných buněk – blastomer, mezi nimi rýhovací brázda, rýhovací dutina, morula, vyšší jádroplazmový poměr  
Období rýhování končí stádiem

## Blastula

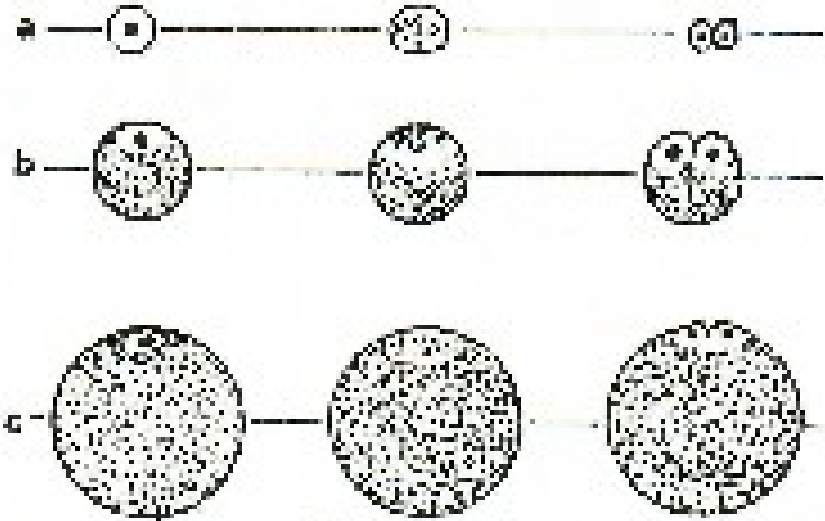
## Formation of blastula



Obr. 86. Rýhování vajíčka. a = blastomera, b = morula



## Závislost polohy dělicího vřeténka na podélné ose dělivé plasmy vajíčka



Obr. 189. Závislost polohy dělicího vřeténka na podélné ose dělivé plasmy vajíčka

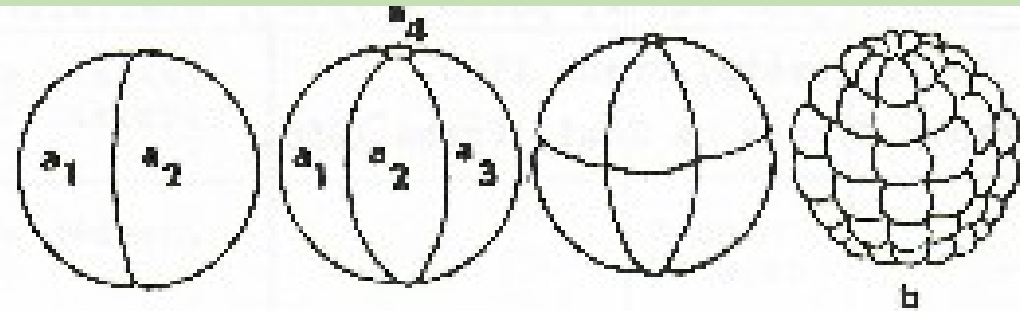
a = u izolecitálních vajíček,  
b = u heterolecitálních, c = u telolecitálních

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

## Typy rýhování

Celkem 7 typů

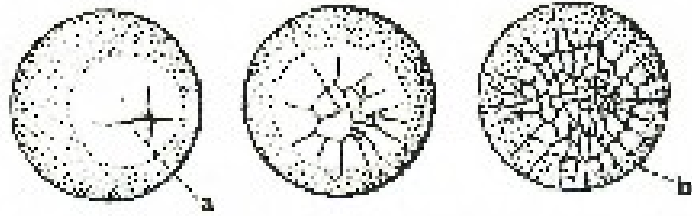
**1. Úplné, totální** – postupné dělení na menší buňky po celém povrchu i v hloubce ostře ohraničeny (u holoblastických vajíček (málo žloutku))



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

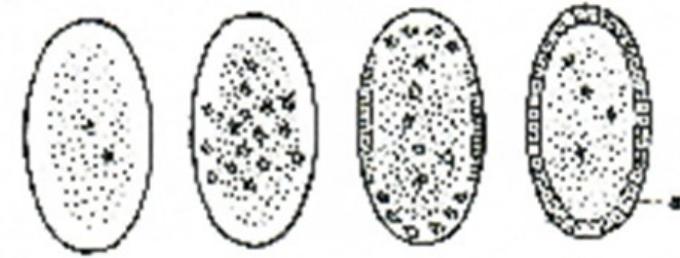
**2. Částečné, parciální** – celý povrch není rozrýhován, rýhy nepronikají do hloubky (meroblastická vajíčka –(velké mn. žloutku))

B



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

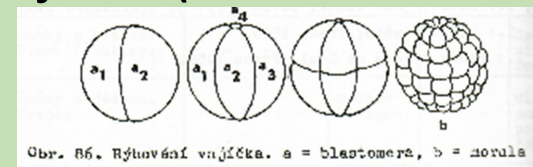
A



Obr. 189. Superficiální rýhování vajíčko hmyzu  
 a = periblastula

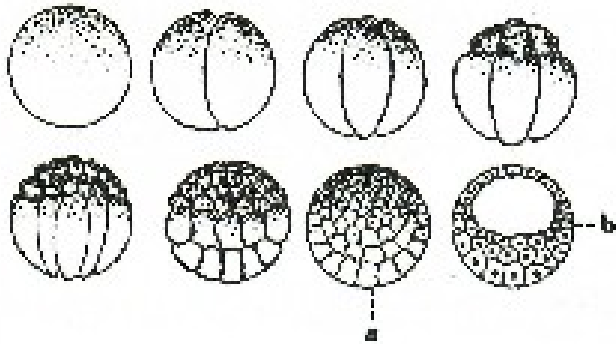
příklad

**A** částečné rýhování povrchové (superficiální) u hmyzu **obr. A**  
**B** částečné rýhování terčkovité (diskoidální) u ryb, plazů, ptáků  
 - rýhuje se animální pól u telolecitálních vajíček (žloutek na veget. pólu), **obr. B**



Obr. 86. Rýhování vajíčka. a = blastomera, b = morula

C

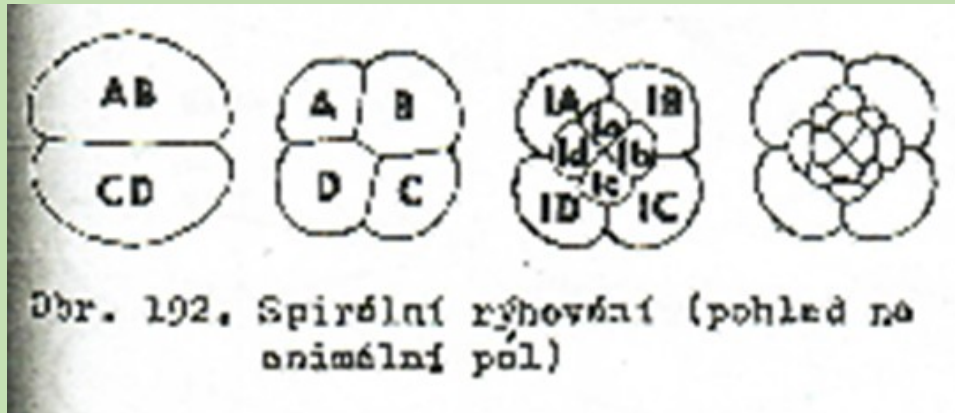


Obr. 191. Totální inekvální rýhování vajíčka obojživelníků (Iriturus)  
 a = amfiblastula (celkový pohled), b = amfiblastula (vertikální průřez)

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

**4. Nesterčněměrné inekvální** – obojživelníci  
 blastomery různé velikosti, u animálního pólu mikromery, u veget. makromery (u heterolecitálních – malé mn. žloutku), **obr.**

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

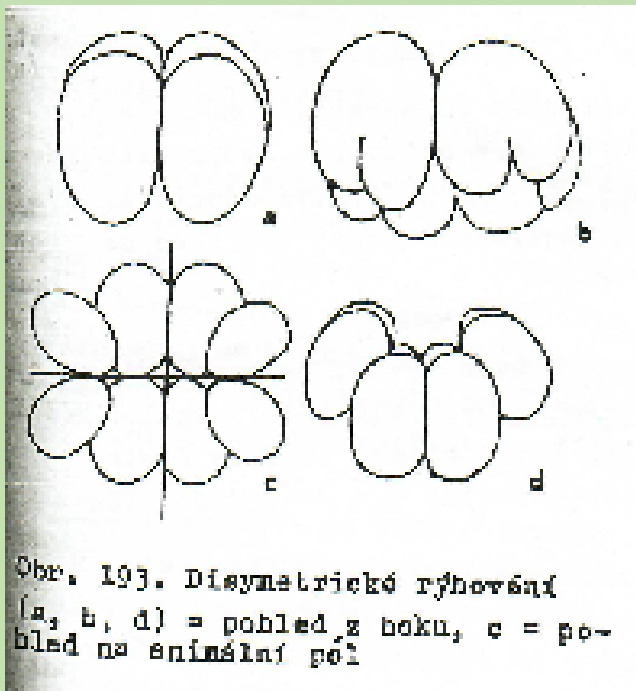


**6. Radiální** paprscité dělení na sobě kolmých rýh tak aby zárodek byl paprscitě souměrný.

**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)

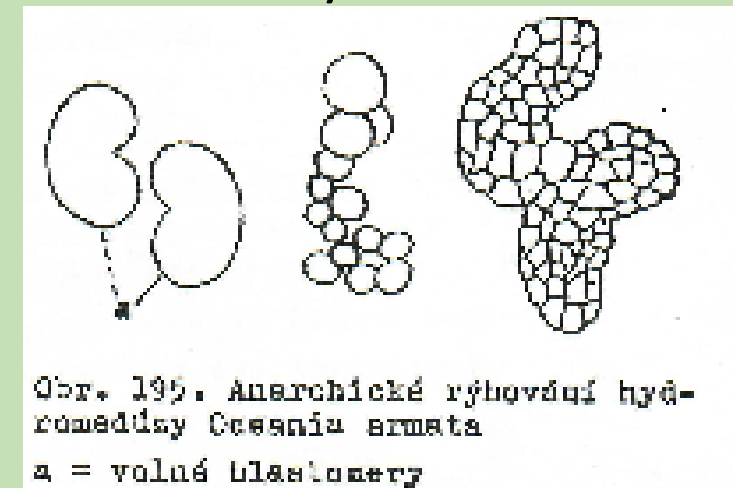
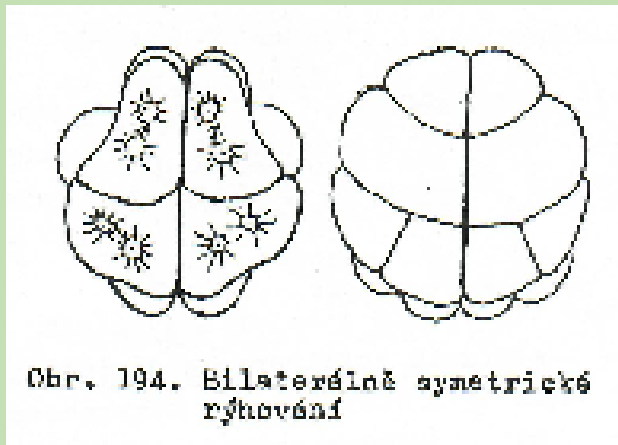


**8. Disimetrické** - symetrické rýhování u žeberatek, blastomery uspořádány podle rovin souměrnosti na sebe kolmých, **obr.**

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

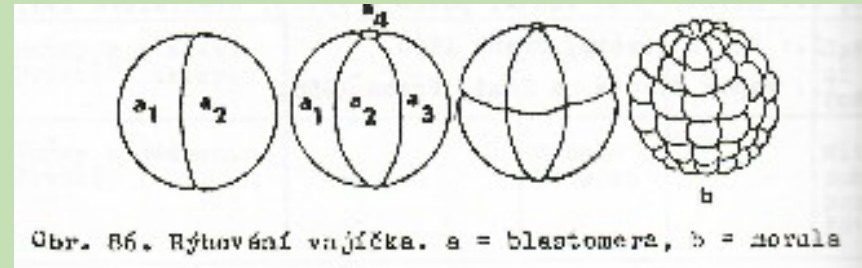
**10. Anarchické** – chaotické, asynchronní, rozpadání blastomer, shluk buněk - pak organizace do celistvého zárodku (hydromedúzy), **obr.**

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



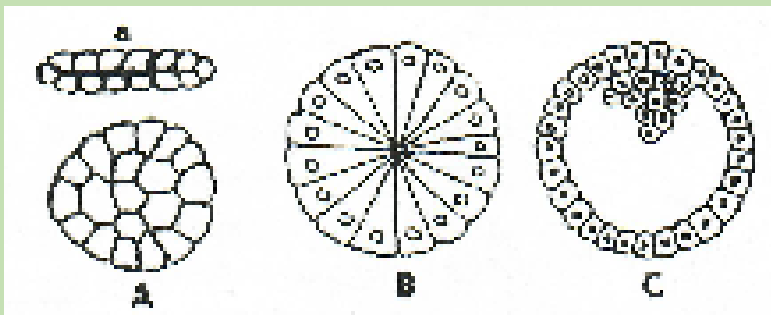
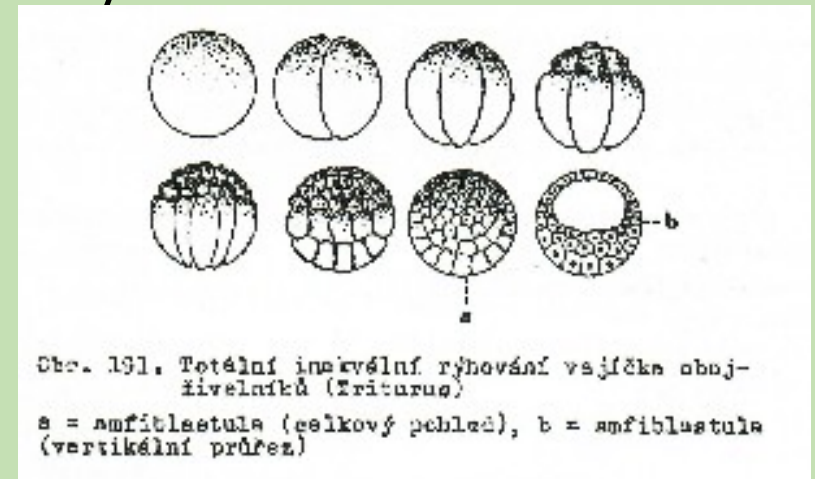
## Typy blastul

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



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

plakula      sterroblastula



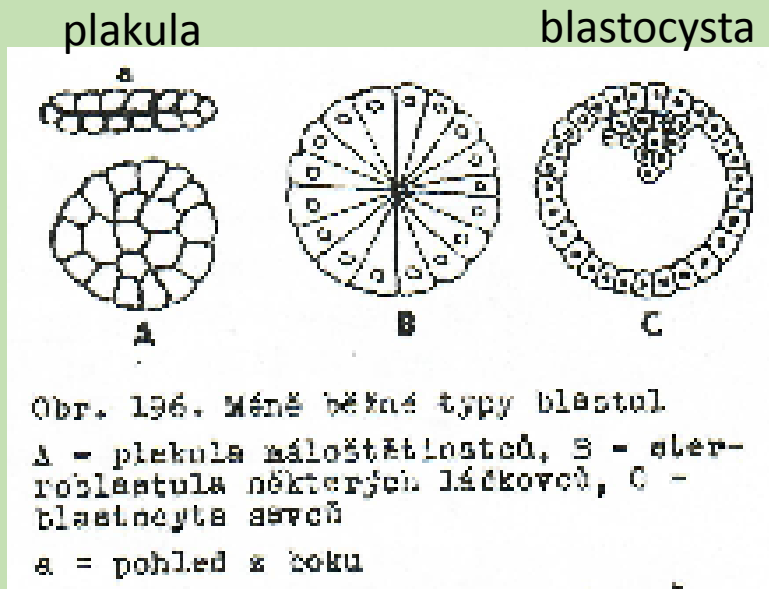
Obr. 196. Méně běžné typy blastul

A = plakula máloštětištětců, B = sterroblastula některých láčkovců, C = blastocysta savců

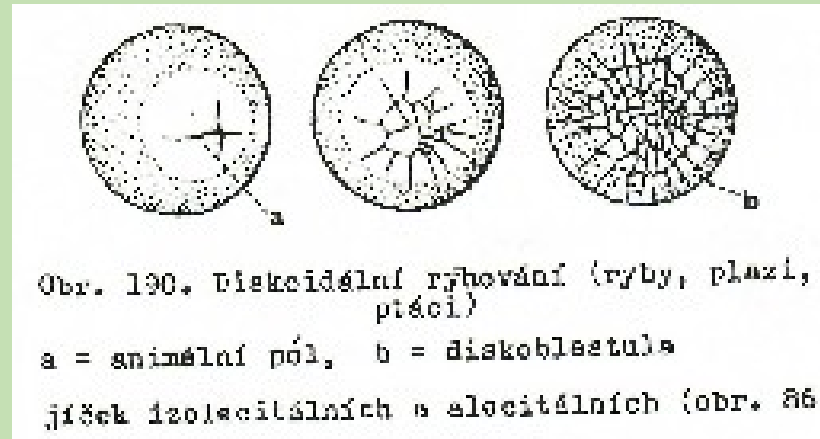
a = pohled z boku

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

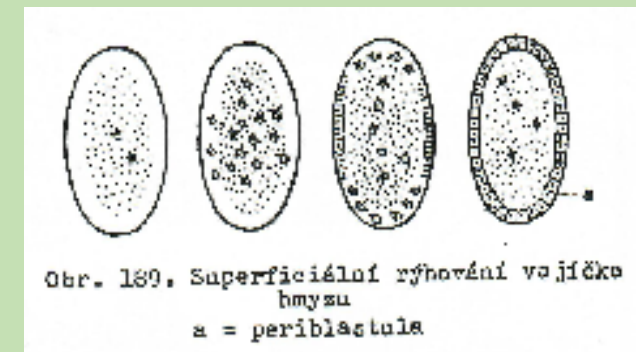
**4. Plakula** – přechod mezi coeblastulou a terroblastulou, terčík ze dvou vrstev buněk (hlístice, máloštětinatci), **obr.**



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



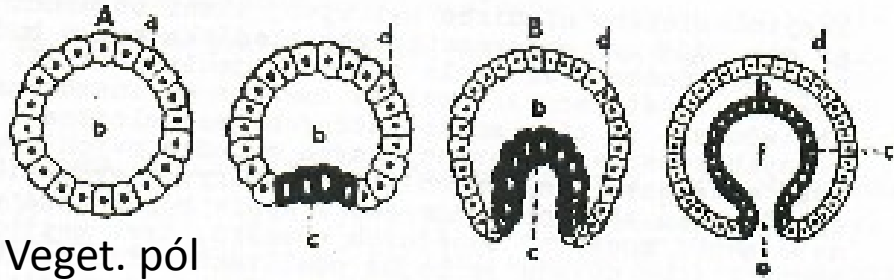
**6. Periblastula** – je tvořena periblastem obklopující centrální žloutkovou masu (superficiální rýhování) (hmyz), **obr.**



**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, a = blastoderm, b = blastocél, c = entoblast, d = ektoblast, e = blastopórus, f = archenteron.

### Gastrulace

Gastrulace probíhá u různých organismů různě a zrovna způsob gastrulace u člověka je poměrně specifický.

Závisí na typu blastuly, z níž gastrula vzniká.

Jinak to probíhá u blastul, které obsahují velké množství žloutku nebo například vůbec nejsou duté. V takových případech se uplatňují složitější procesy, při nichž se určitá populace buněk začne množit a prorůstá určitým směrem.

Během gastrulace se buňky na jednom konci kulovité blastuly začnou pohybovat směrem dovnitř dutiny, čímž vytváří jakýsi polokulovitý dutý útvar. Migrující buňky posléze téměř přilnou k těm na opačné straně a v místě, kde zprvu začala gastrulace, jsou teď prvotní ústa (tedy budoucí ústa prvoústých). Z

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

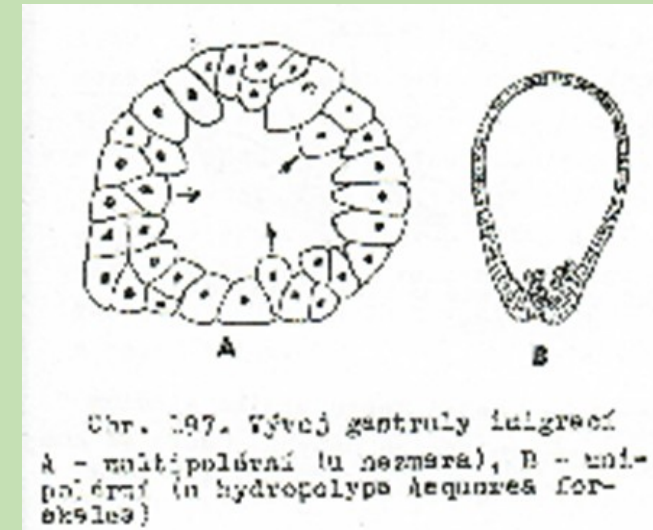
U mnohých živočichů vzniká třetí zárodečný list mezoblast (**mezoderm**)

## Typy gastrul (5)

**1. Invaginační** - vchlípnutí 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 lárkoců.

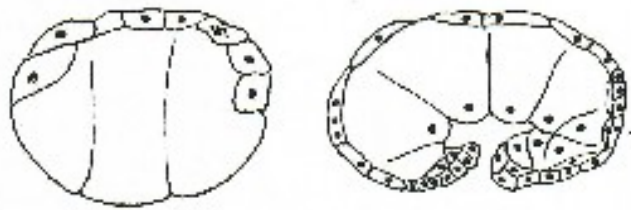
Imigrace entoblastu **z různých míst (apolární imigrace)**, z několika určitých míst (**multipolární**), z vegetativního pólu (**unipolární**).





**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)

**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



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 –

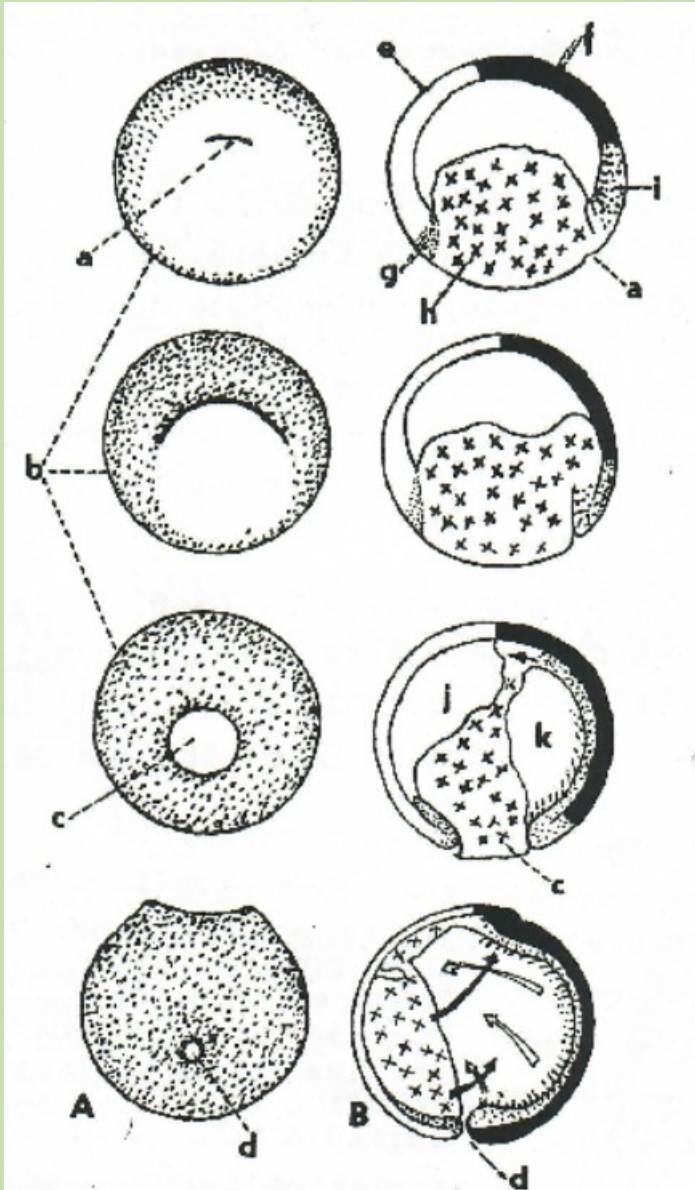
z ekto (**ektomezoblast**) nebo ento (**entomezoblast**).

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 př. u 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

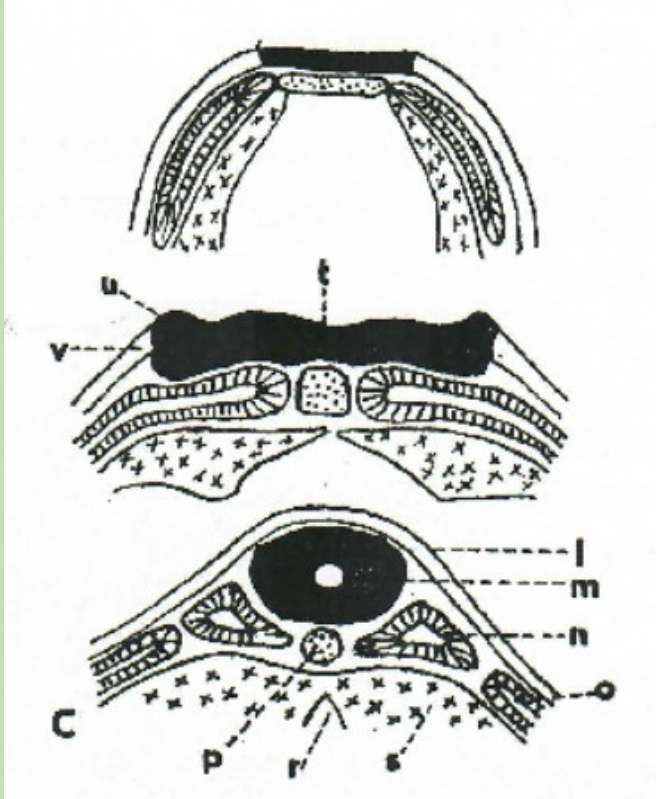
Entoblast - křížkovaná

Chorda - tečkovaná

Mezoblast - čárkovaná

Základ nervstva - černá

## Neurulace



- l – epiblast (orgánový základ pokožky)
- m – nervová trubice (orgánový základ nerv. soustavy)
- n – somit (dorzální oddíl célomového váčku)
- o – laterální destička (ventrální oddíl célomového váčku (splanchnoton))
- p – základ chordy
- r – dutina střeva
- s – základ střevní 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.

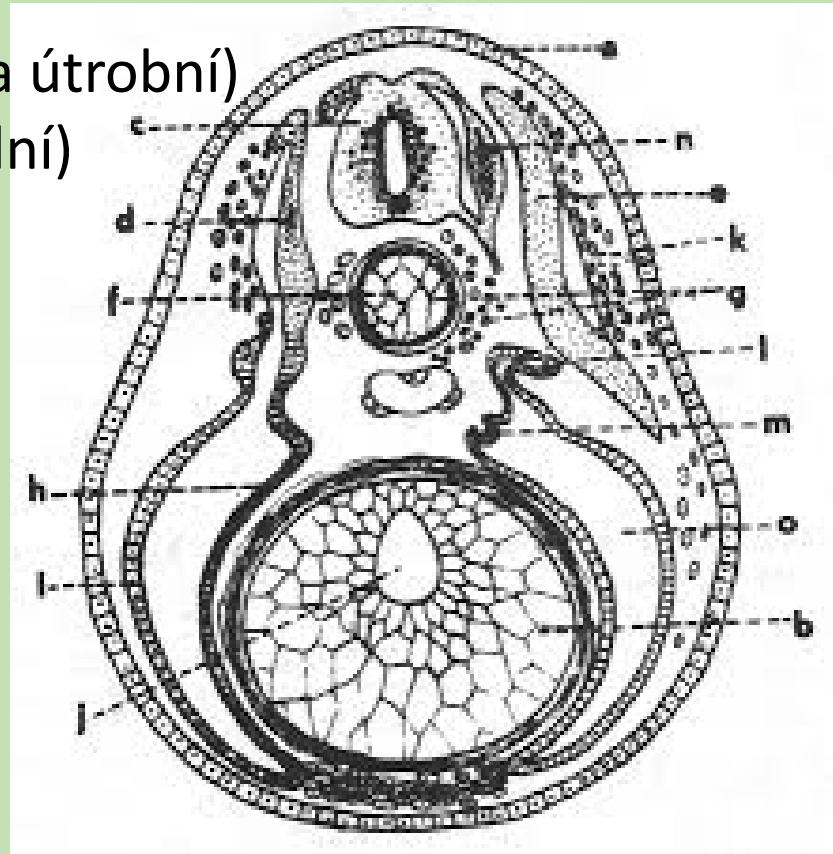


## Příčný řez embryem obratlovce

Levá polovina – počátek organogeneze

Pravá polovina – pokročilá fáze blastogeneze

- c - nervová trubice
- d - somit (dorzální oddíl célom. váčku
- 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, břišn  
osrdečníková)