

Zoologie obratlovců

1. přednáška

Informace k přednášce

- **Zoologie obratlovců (učitelské studium + OŽP)**
-
- **Pátek 13:10 – 14:45 hod**
- **Vohralík, Lučan, Musilová, Fuchs**
- **(Zkouška bude ústní a bude obsahovat také poznávací část)**
-
- ***(podobná přednáška pro Biol. odb - Středa 12:20 – 14:45 – Horáček et al.)***
-
- **Praktikum ze zoologie obratlovců (MB170C13B) – není ke zkoušce povinné, ale doporučujeme je absolvovat.**
-
- **Terenní cvičení (MB170T12) – nesouvisí přímo s přednáškou**
- **(Lednice na Moravě, Veselí n. Lužnicí, okolí Prahy)**

Základní literatura

**Gaisler J. & Zima J. 2007: Zoologie obratlovců. 2. přepr. vydání.
Nakl. Academia**

**Gaisler J. & Zima J. 2018: Zoologie obratlovců. 3. přepr. vydání.
Nakl. Academia**

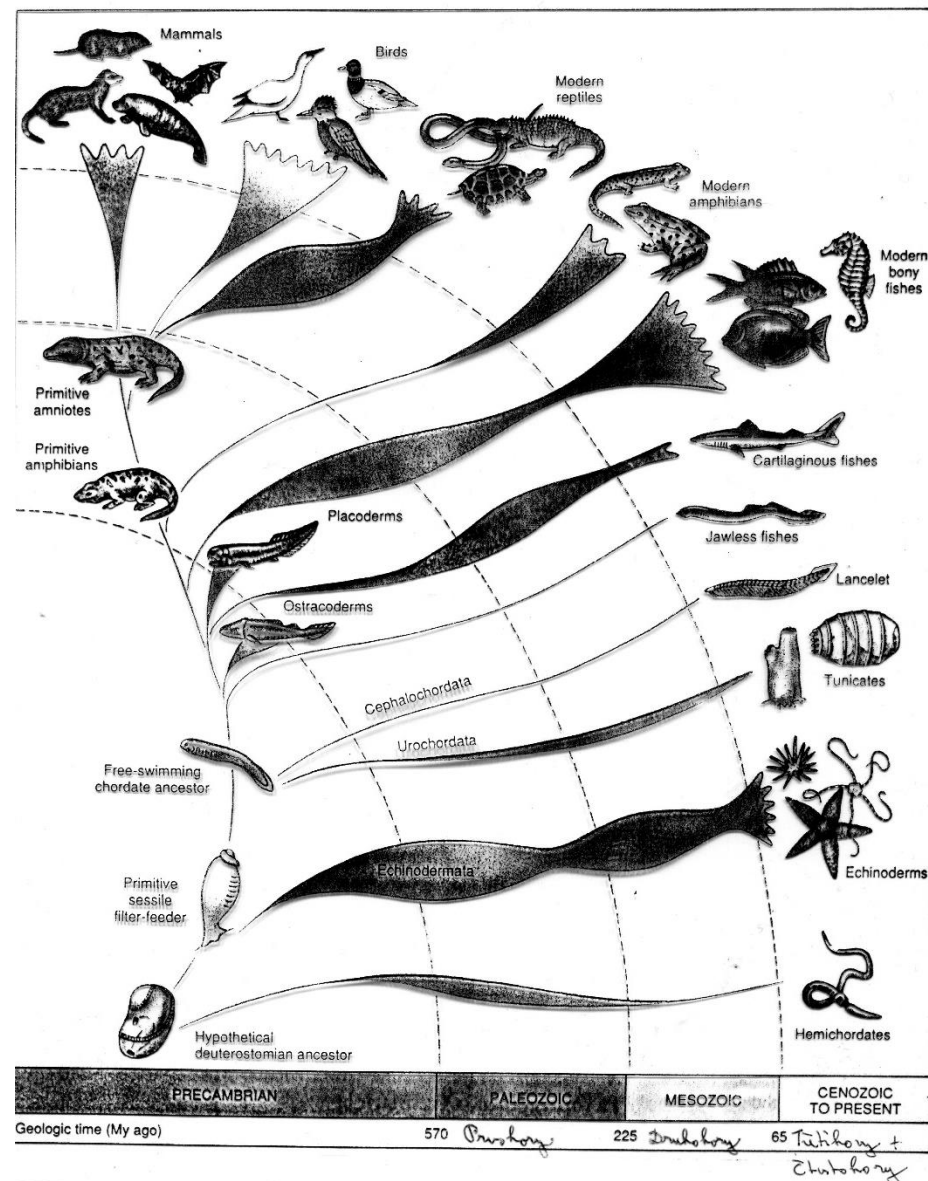
/Sigmund L., Hanák V. & Pravda O. 1992: Zoologie strunatců. Nakl. Karolinum/

Některé další materiály k přednášce

- <https://vertebrata.natur.cuni.cz/for-students-in-czech-/materials-k-prednaskam/>
- **SIS - Zoologie obratlovců (MB 170 P13 B) – pdf dvou úvodních a dvou posledních přednášek (savci) přidáme k anotaci předmětu.**

Klasická představa o fylogenezi živočichů

FYLOGENETICKÝ STROM STRUNATCŮ



Kambrijská exploze

- Fosilie téměř všech současných kmenů živočichů se objevily začátkem Kambria (první období prvohor – Paleozoika), tedy před cca 550 mil. lety.
- Existují dvě hlavní teorie proč tomu tak je:
- 1) Všechny skupiny vznikly náhle, během cca 6 – 10 mil. let. Napomohla tomu fragmentace původního prakontinentu a přesun jeho částí od jižního pólu směrem k rovníku. To vedlo ke zvýšení teploty zemského povrchu. Současně se zvýšilo množství kyslíku v atmosféře a vápníku a fosforu v mořích.
- 2) Všechny skupiny jsou mnohem starší a vyvíjely se již dlouho před tím. Nezůstaly po nich ale žádné fosilní stopy, protože jejich těla neobsahovala uhličitany vápenatý nebo jiné minerály. Teprve po zvýšení obsahu vápníku v mořích začali ve svých tělech ukládat uhličitany vápenatý (primárně nejspíš jen jako vedlejší zplodinu metabolismu, později jako součást opory těla nebo jako ochranné schránky). Současné poznatky molekulární genetiky tuto hypotézu podporují. Je možné, že již před tzv. kambrijskou explozí existovalo dlouhé období tzv. skryté evoluce.

- V současné době používají zoologové k vyjádření fylogenetických vztahů jednotlivých skupin živočichů téměř výhradně kladistické zobrazení.
- Kladistika je způsob klasifikace organismů, která je řadí podle pořadí jejich větvení na evolučním stromu a nikoliv podle jejich morfologické podobnosti.
- K vyjádření vzájemné příbuznosti jednotlivých taxonů je používán **kladogram**.

Schéma kladogramu a hlavní principy jeho sestavení:

- Kladogram je sestaven na základě vyhodnocení několika, nebo i mnoha znaků. Vybíráme jen takové znaky, které se ve studované skupině druhů vyskytují ve dvou variantách (např. oči: přítomny x chybí, nebo: tykadla složená ze 6 článků x tykadla ze 7 článků).
- Pro sestavení kladogramu se používají pouze apomorfie (= nová varianta příslušného znaku) a nikoliv plesiomorfie (= původní stav znaku). Pro definování taxonu jsou významné společně sdílené apomorfie = synapomorfie.
- Výsledný kladogram by měl být dichotomický (z každého uzlu vycházejí pouze dvě větve).
- Uznávány jsou pouze monofyletické taxony (ne parafyletické).

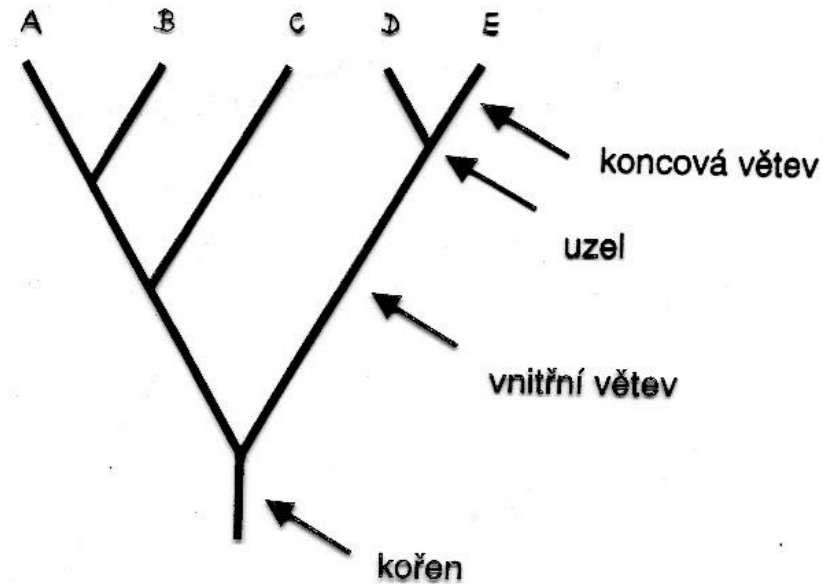
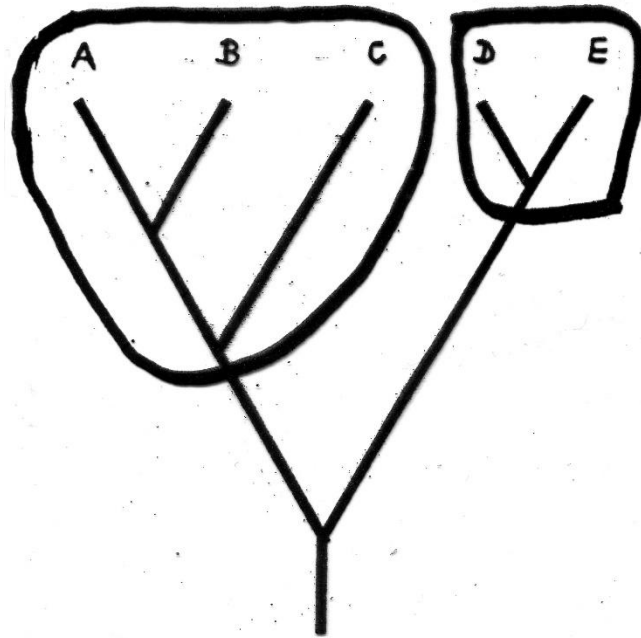


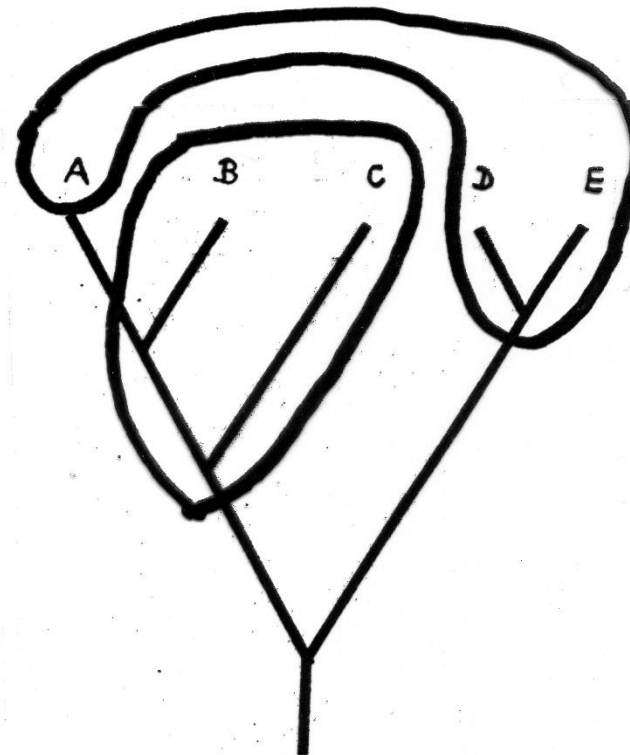
Schéma kladogramu. Délka jednotlivých větví, ani úhly, které mezi sebou větve svírají, nenesou žádnou informaci.

Monofyletické taxony obsahují společného předka a všechny jeho potomky.
Parafyletické taxony některou z těchto podmínek nesplňují.

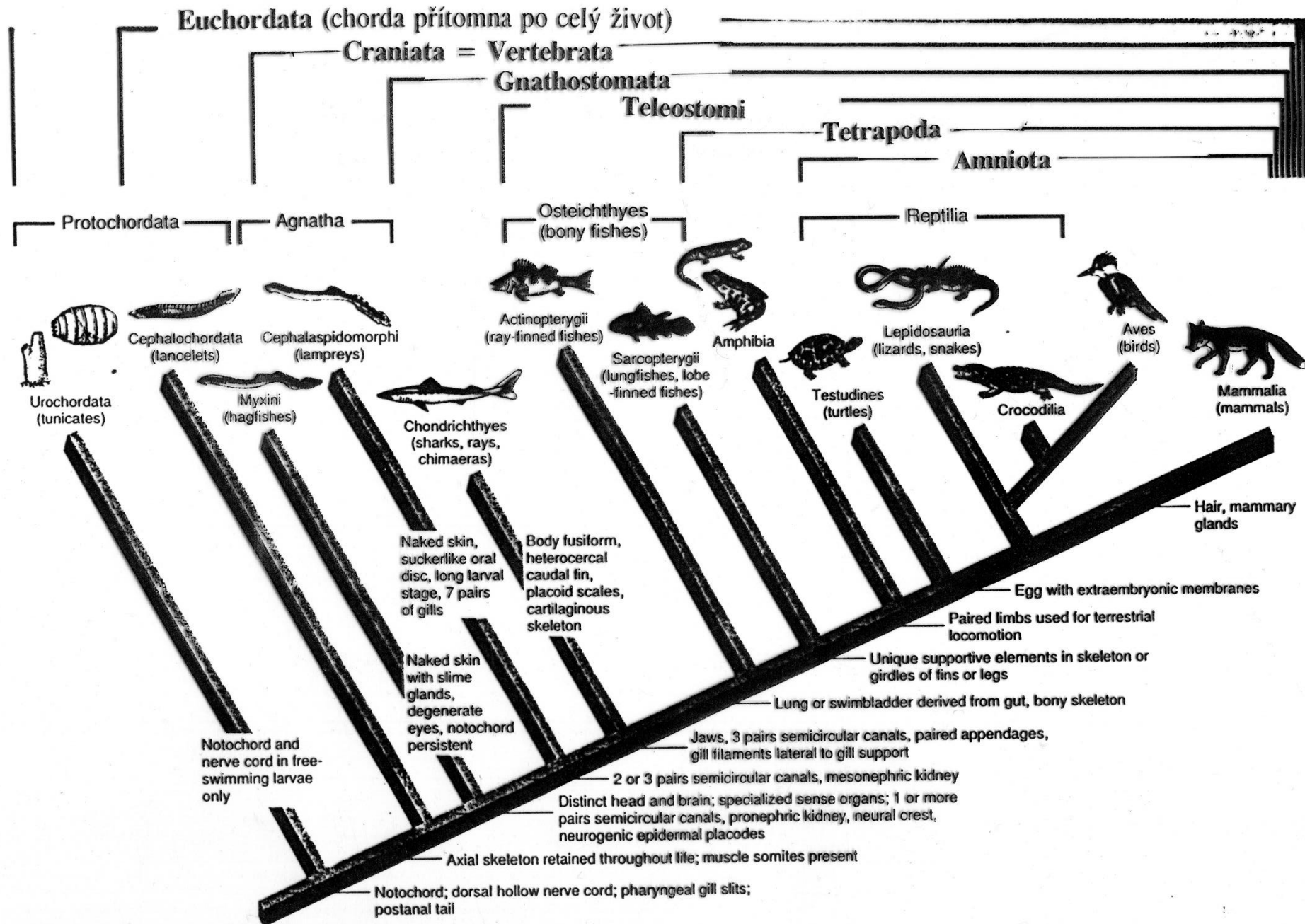
Monofyletické taxony



Parafyletické taxony



KLADOGRAM STRUNATCŮ



- **Tradiční (eklektická) systematika** akceptuje jak monofyletické, tak i parafyletické taxony. Ty jsou definovány jak svým původem, tak i svými vlastnostmi (morfologická podobnost apod.).
- **Fylogenetická systematika** akceptuje pouze monofyletické taxony, které jsou definovány pouze svým původem. Pro konstrukci systému používá kladogramy.

Stručná charakteristika strunatců (Chordata)

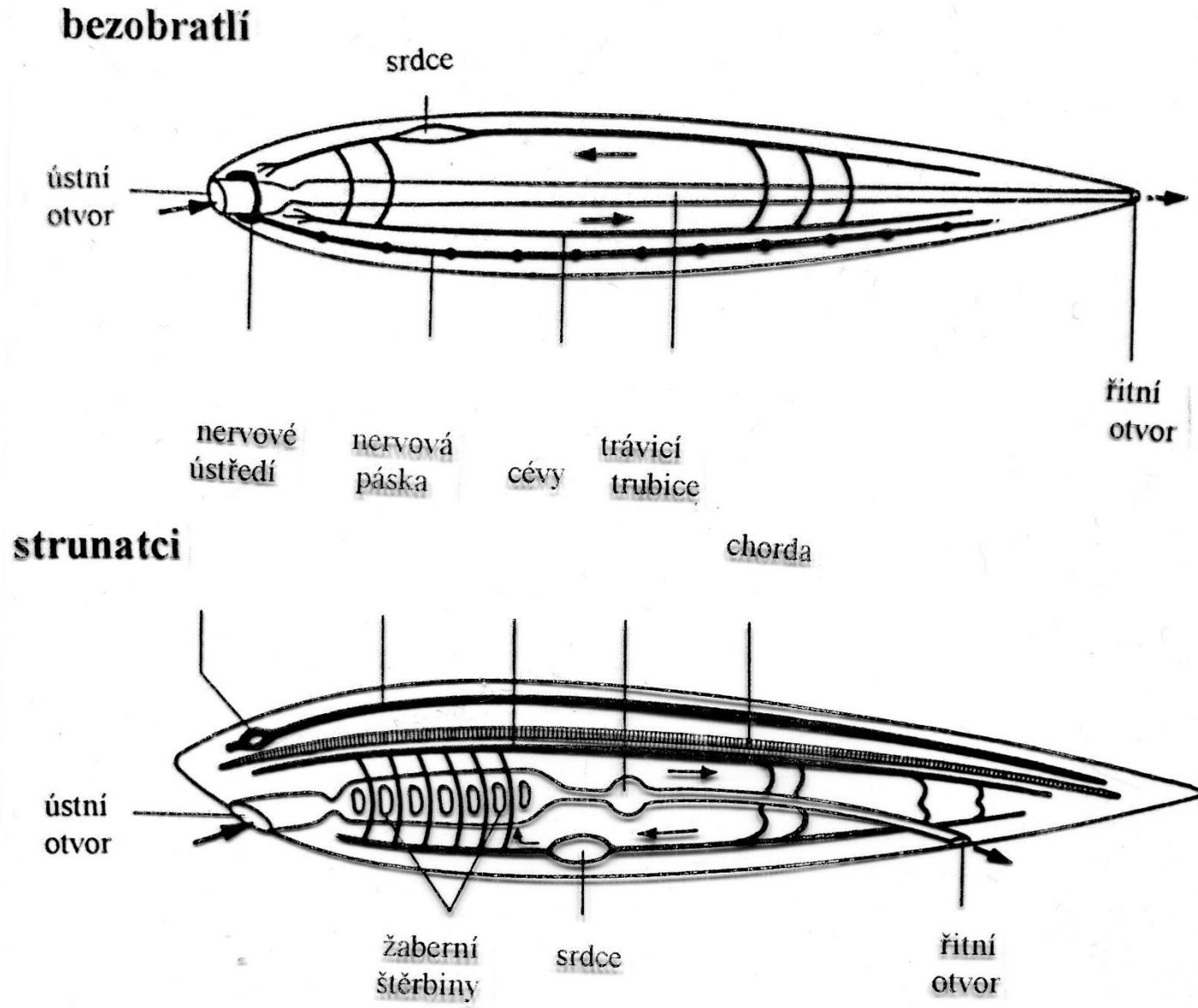
- **Pleziomorfní znaky:**

- 1. Mnohobuněční živočichové, jejichž tělo je tvořeno ektodermem, entodermem a mezodermem. Mají druhotnou tělní dutinu – coelom.
- 2. Jsou bilaterálně souměrní a řada struktur vzniklých z coelomu je primárně segmentována (tato segmentace může být v dospělosti potlačena, ale projevuje se vždy během ontogenetického vývoje).
- 3. Během zárodečného vývoje se prvoústa strunatců uzavírají a na jejich místě vzniká řitní otvor. Ústní se otvor se druhotně prolamuje na opačném konci těla (= druhoústí – Deuterostomia).
- 4. Hltan je proděravěn žaberními štěrbinami. Ty jsou u primárně vodních skupin přítomny i v dospělosti a ústí buď do obžaberního prostoru, nebo přímo ven z těla. U suchozemských skupin se žaberní štěrbiny zakládají během zárodečného vývoje a později zanikají (= apomorfie celé skupiny Deuterostomia)

- **Nejdůležitější apomorfnní znaky:**

- 1. Mají vnitřní kostru, jejímž základem je struna hřbetní (**chorda dorsalis**), která vzniká z entodermu hřbetní strany prvostřeva.
- 2. Základem nervové soustavy je nervová trubice s centrálním kanálkem, která je uložena v hřbetní části těla nad chordou.
- 3. Trávicí trubice leží pod chordou a ústí na břišní straně před koncem těla. Konec těla, kde již trávicí trubice neprochází se označuje jako pravý, čili postanální ocas.
- 4. Srdce je uloženo na břišní straně těla, pod trávicí trubicí a pumpuje krev dopředu, směrem k hlavovému konci těla.
- 5. Larvy strunatců mají protáhlý tvar a jejich pohyb umožňuje kmitající ocásek.

Základní rozdíly ve stavbě těla strunatců a tzv. bezobratlých (inverzní uspořádání dorzoventální osy těla)



System a biodiverzita strunatců

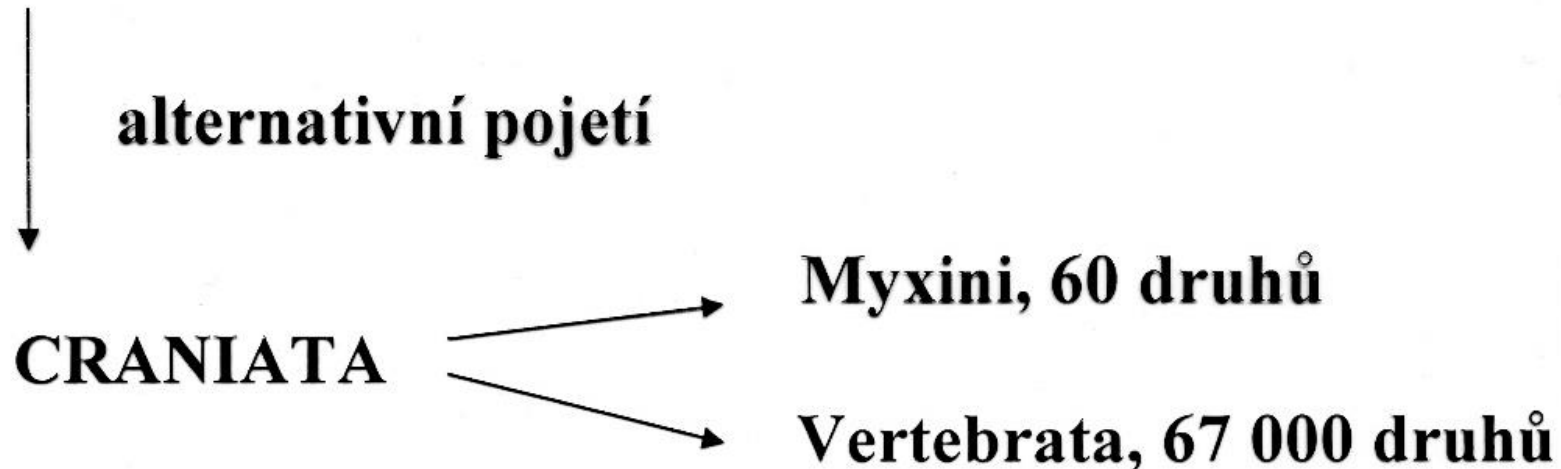
kmen: **STRUNATCI** (*CHORDATA*), cca 70 000 druhů

podkmen: **PLÁŠTĚNCI** (Urochordata, Tunicata), cca 3000 druhů

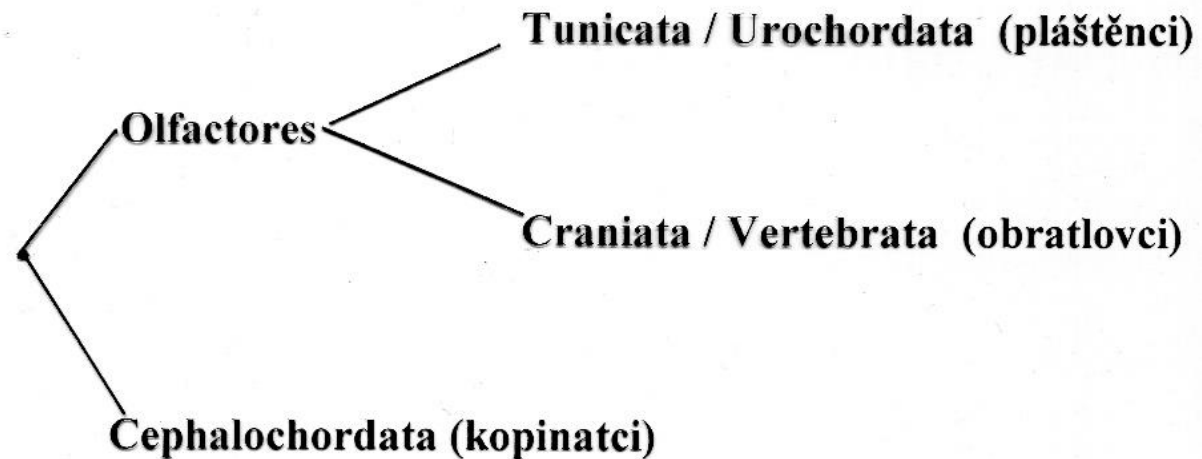
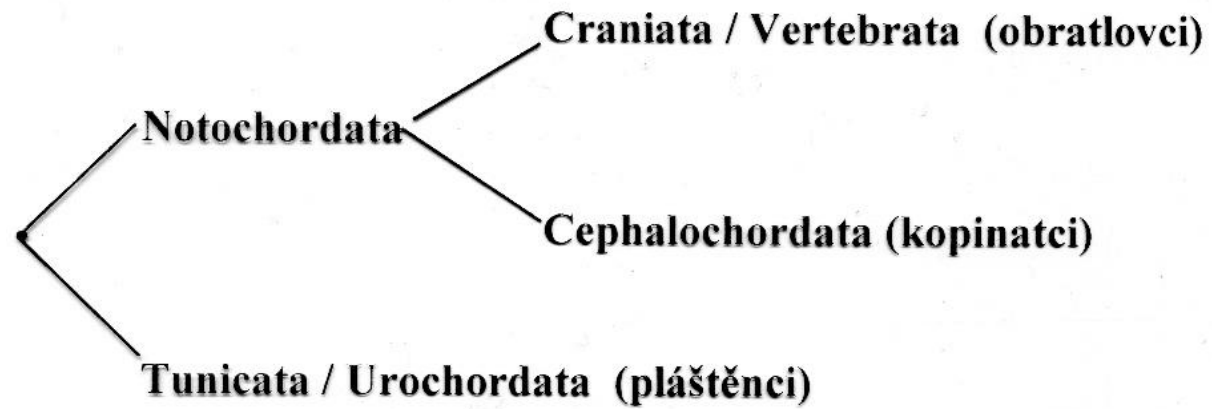
podkmen: †*CONODONTOCHORDATA*

podkmen: **KOPINATCI** (Cephalochordata, Acrania), 50 druhů

podkmen: **OBRATLOVCI** (Vertebrata), cca 67 000 druhů

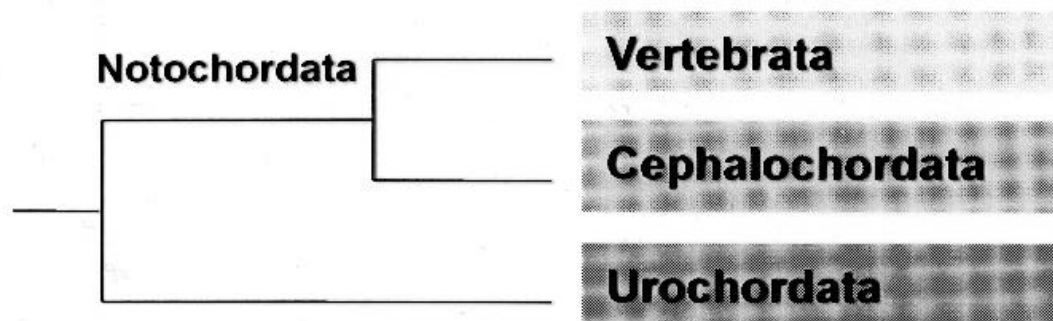


Dvě hypotézy systému strunatců (Chordata)

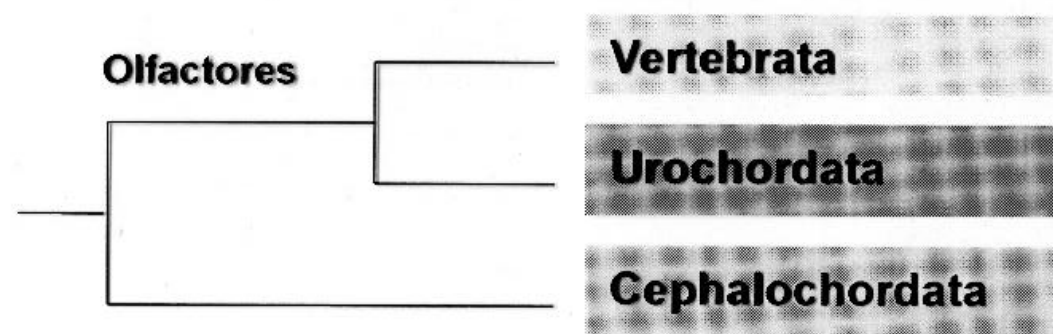


Dvě hypotézy divergence žijících skupin strunatců

A



B



Apomorfie Notochordata

- chorda je protažena podél celé hřbetní strany těla
- vývoj nervové tkáně je indukován chordou
- embryonální céloom je segmentován na somity a na jejich základě vzniká segmentovaná svalovina (myomery).

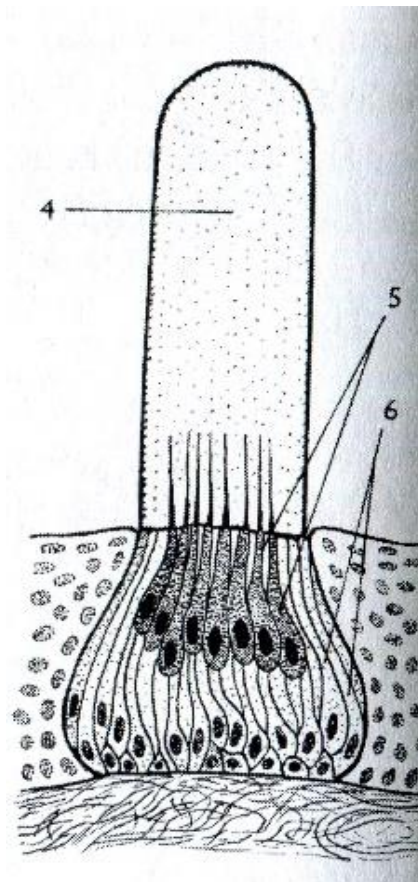
Apomorfie Olfactores

- nervová lišta
- neuromasty
- histologická stavba chordy

Neurální lišta (synonymum nervová lišta)

- Neurální lišta je výlučný embryonální orgán obratlovců. Jedná se o soubor volných buněk umístěných mezi nervovou trubicí a pokožkou, který se táhne po celé délce těla.
- Neurální lišta produkuje mnoho volně pohyblivých buněk, které migrují v mnoha proudech ventrálním směrem, především v hlavové části embrya. Tyto buňky indukují vznik řady tkání a orgánů.
- Skupiny buněk podobných buňkám neurální lišty byly objeveny i u larev pláštěnců, což podporuje hypotézu o jejich blízké příbuznosti s obratlovci (= klad Olfactores).

Neuromasty jsou smyslové orgány, které slouží k vnímání proudění vody a změn tlaku vody. Vyskytují se u vodních strunatců (především kruhoústí, paryby, ryby a larvy obojživelníků). Skládají se z vlastních smyslových buněk opatřených bičíkem (č. 5) a podpůrných buněk (č. 6), vrchní část neuromastu je kryta želatinózní čepičkou (č. 4). V poslední době byly nalezeny i u pláštěnců což podporuje hypotézu o jejich sesterském vztahu s obratlovci (= klad Olfactores).



Stručná charakteristika pláštěnců (Tunicata, Urochordata)

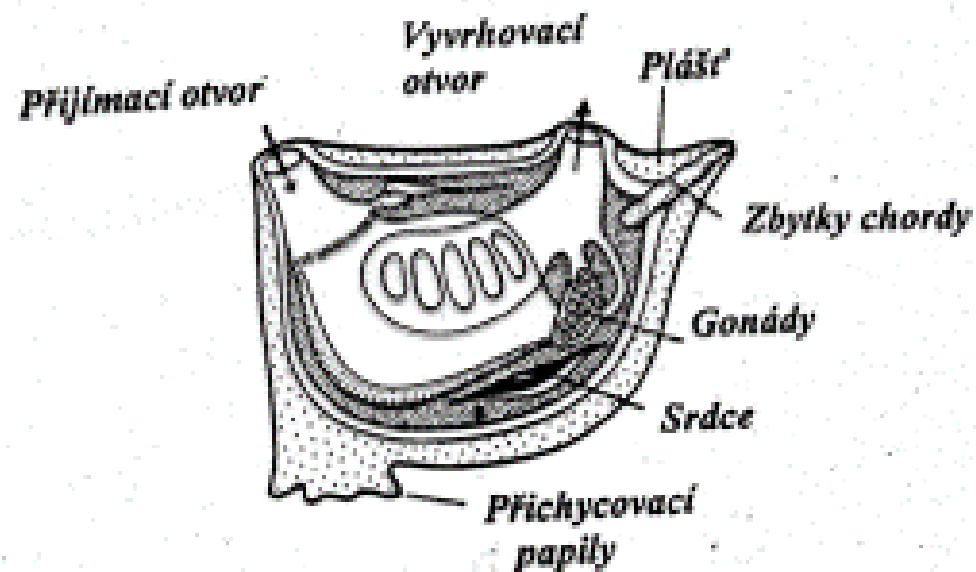
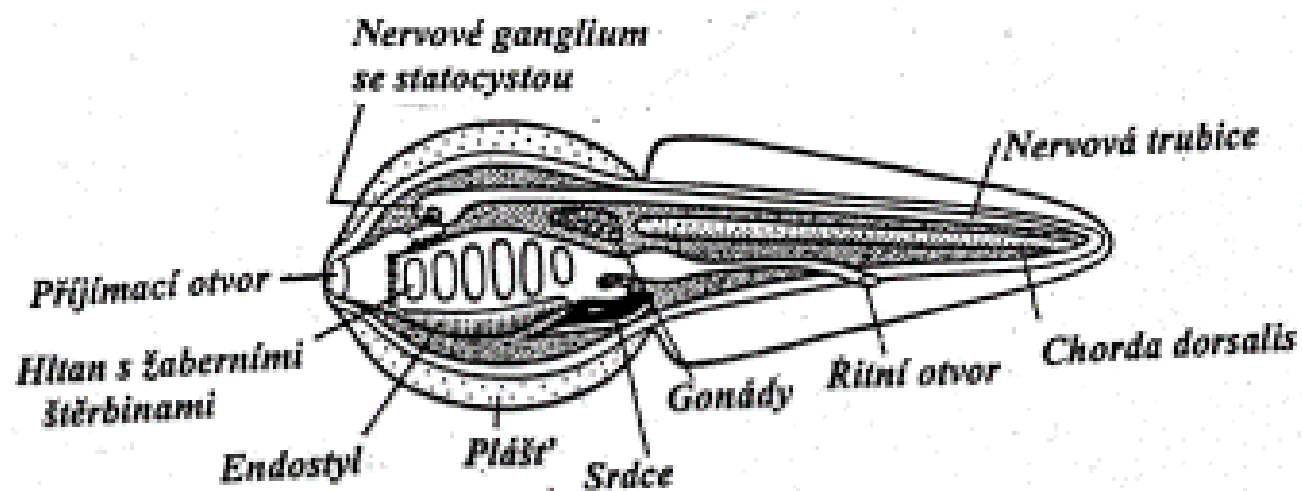
- **Pleziomorfní znaky:**

- 1. Jednovrstevná pokožka.
- 2. Hltan ústí žaberními štěrbinami do obžaberního (peribranchiálního) prostoru, který ale může druhotně chybět.
- 3. Hltan je upraven k mikrofágní výživě a je opatřen rýhami a lištami (**endostyl**), které zajišťují zachycení potravy a její transport dále do trávicího traktu.

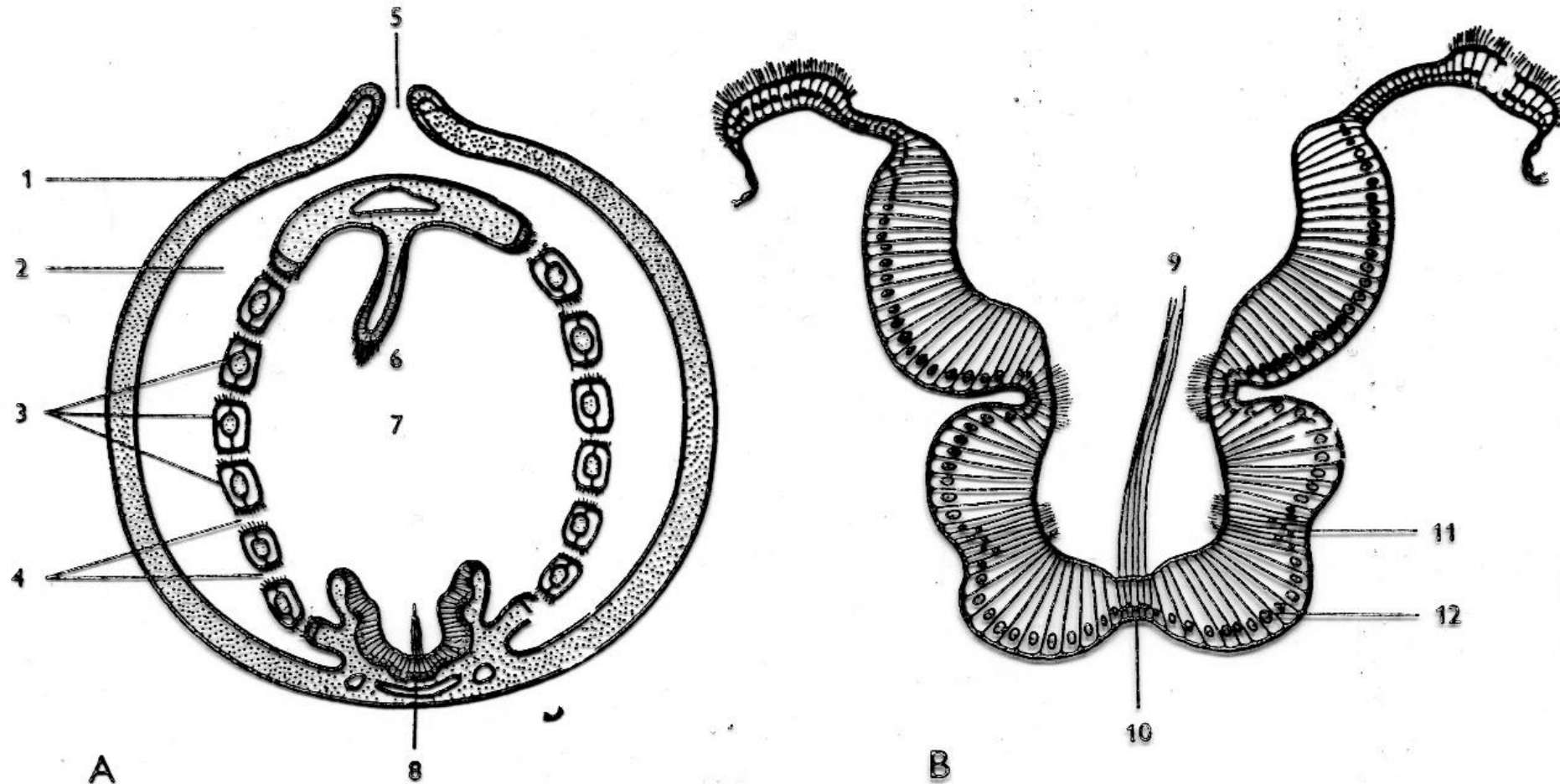
- **Apomorfnní znaky:**

- 1. Tělo dospělců obklopuje tuhý rozsolovitý plášť (**tunica**) ektodermálního původu. Chybí metamerie těla a coelomových dutin.
- 2. Chorda a nervová trubice jsou většinou (sumky a salpy) zachována jen u larev. Dospělci pak mají nově vzniklé nervové ganglion odkud vedou nervy do jednotlivých částí těla. Pouze vršenky mají nervovou trubici zachovánu i v dospělosti.
- 3. Rozmnožování bývá složité, často dochází k tzv. **rodozměně** (= **metageneze** = střídání pohlavního a nepohlavního způsobu rozmnožování).

Tělesná stavba sumky



Příčný řez hltanem (A) a endostylem sumky (B)



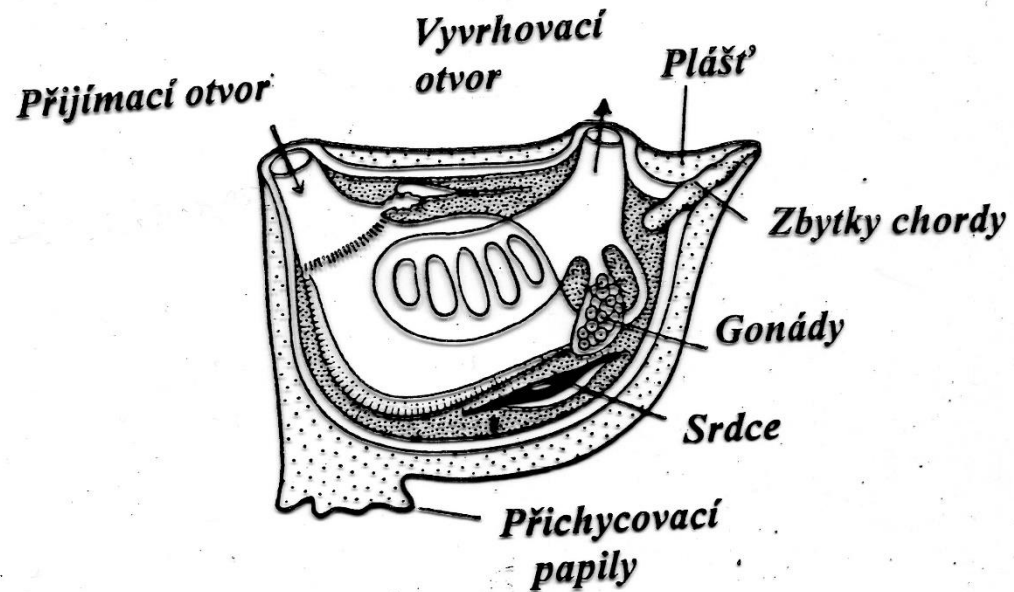
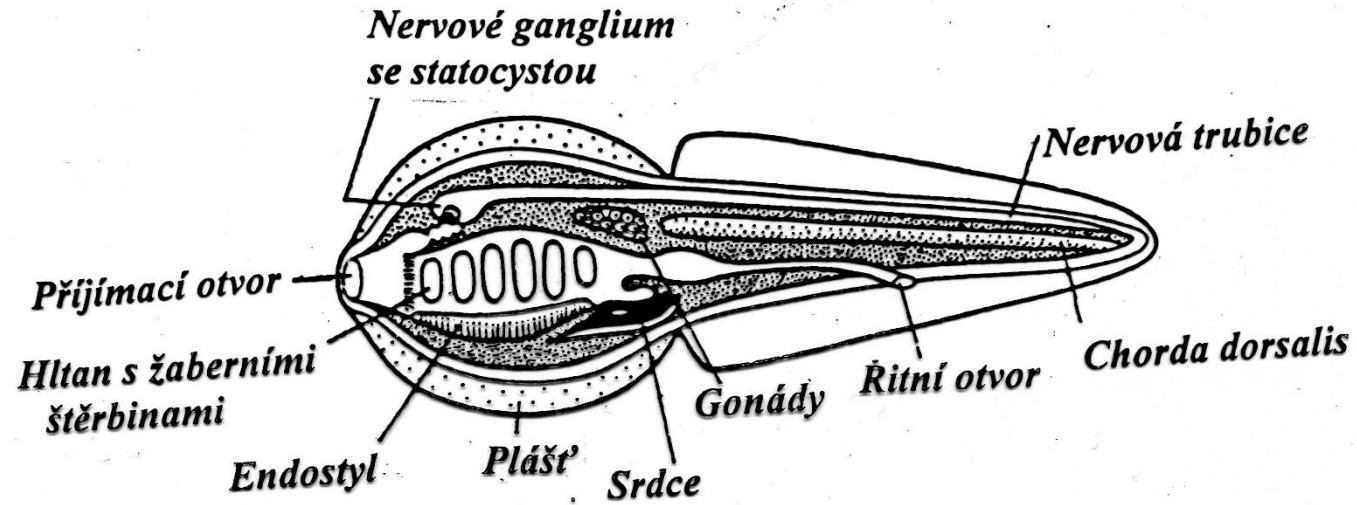
Obr. 3. Šikmý řez krajinou hltanu přes atrioporus (A) a příčný řez endostylem (B) pláštěnců (Urochordata). 1 – tělní stěna, 2 – obžaberní prostor, 3 – žaberní přepážky, 4 – žaberní štěrby, 5 – vyvrhovací otvor (atrioporus), 6 – epibranchiální lišta, 7 – dutina hltanu, 8 – hypobranchiální rýha (endostyl), 9 – bičíky endostylu, 10 – bičíkaté buňky, 11 – postranní obrvené buňky, 12 – žlázové buňky. Podle Grassého.

- **Pláštěnci (Urochordata, Tunicata) – cca 3000 druhů**
- -----
-
- **Sumky (Ascidacea) – cca 2400 druhů**
- **Salpy (Thaliacea) – cca 70 druhů**
- **Vršenky (Appendicularia) – cca 130 druhů**

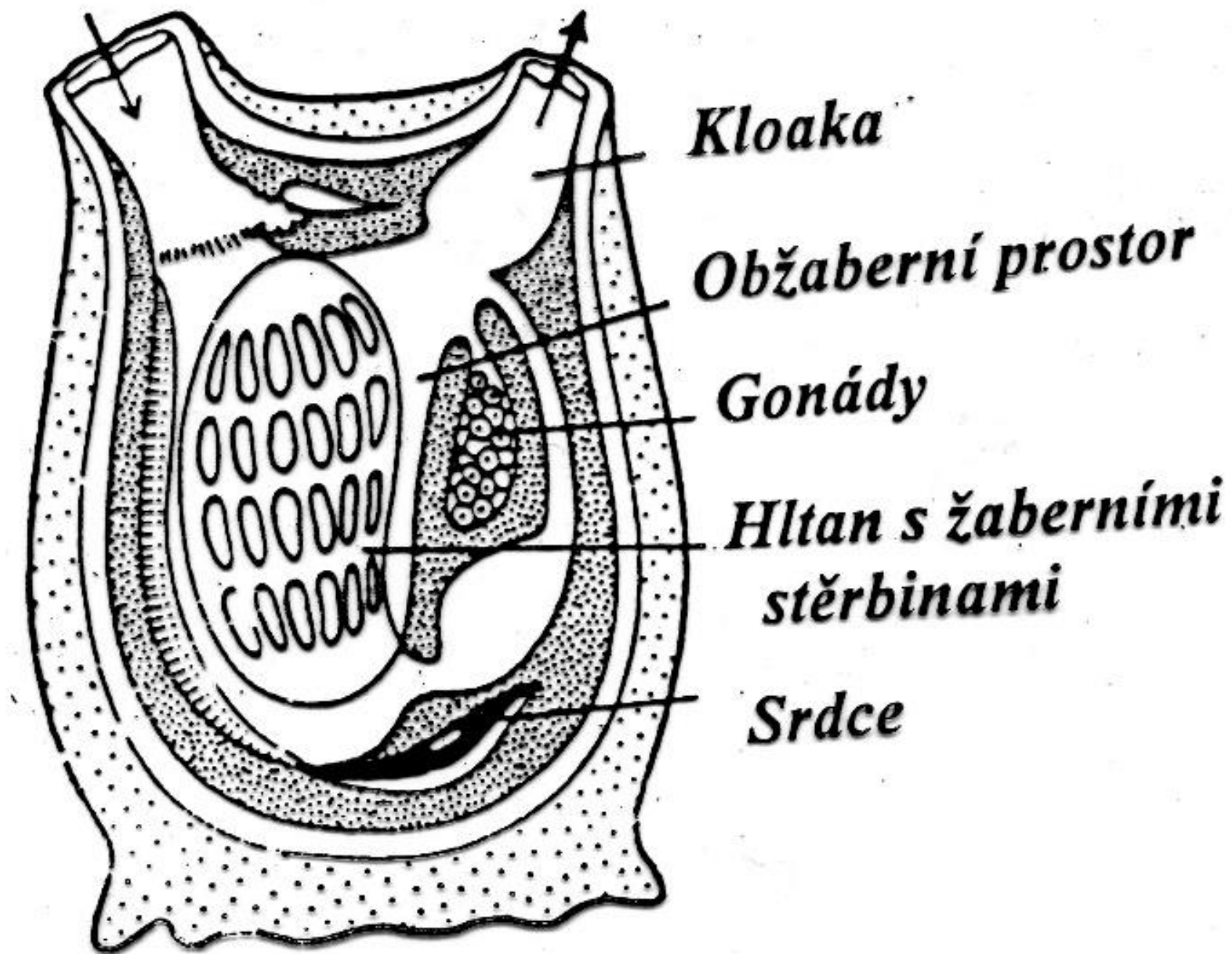
Stručná charakteristika sumek (Ascidacea)

- 1. Zahrnují všechny pláštěnce s přisedlým adultním stadiem.
- 2. Larva je drobná, pohyblivá a po několika hodinách, nanejvýš po několika dnech přisedne na mořské dno.
- 2. Mimo pohlavního rozmnožování (většinou jsou proterandriční hermafroditi) je časté i nepohlavní rozmnožování (pučením); rodozměna (metageneze) je však vzácná.
- 3. Trávicí trubice dospělců má tvar U, přijímací i vyvrhovací otvor směřují nahoru.
- 4. Mimo soliterní jedince nacházíme u některých druhů kolonie, které vznikají pučením.

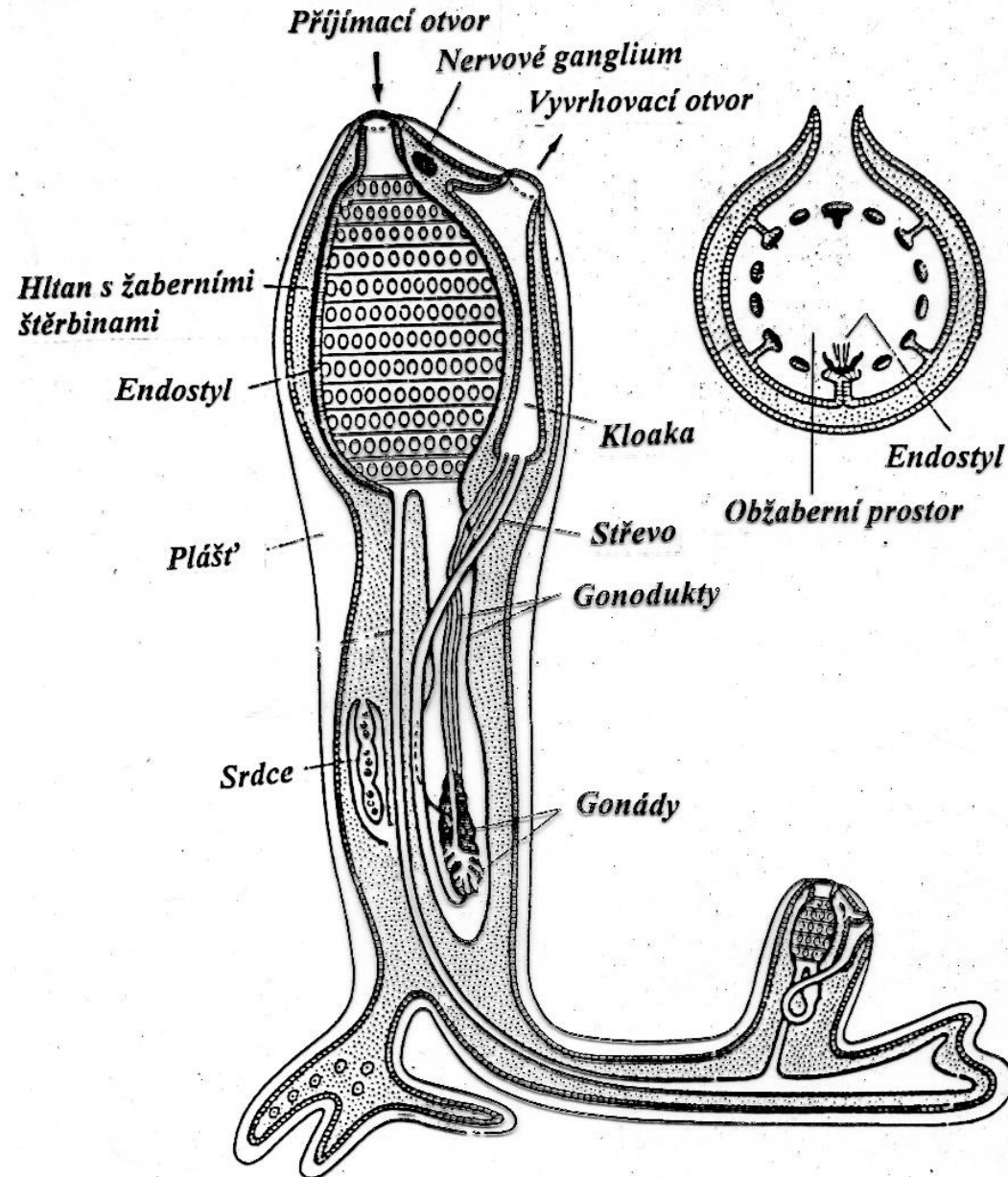
Tělesná stavba sumky



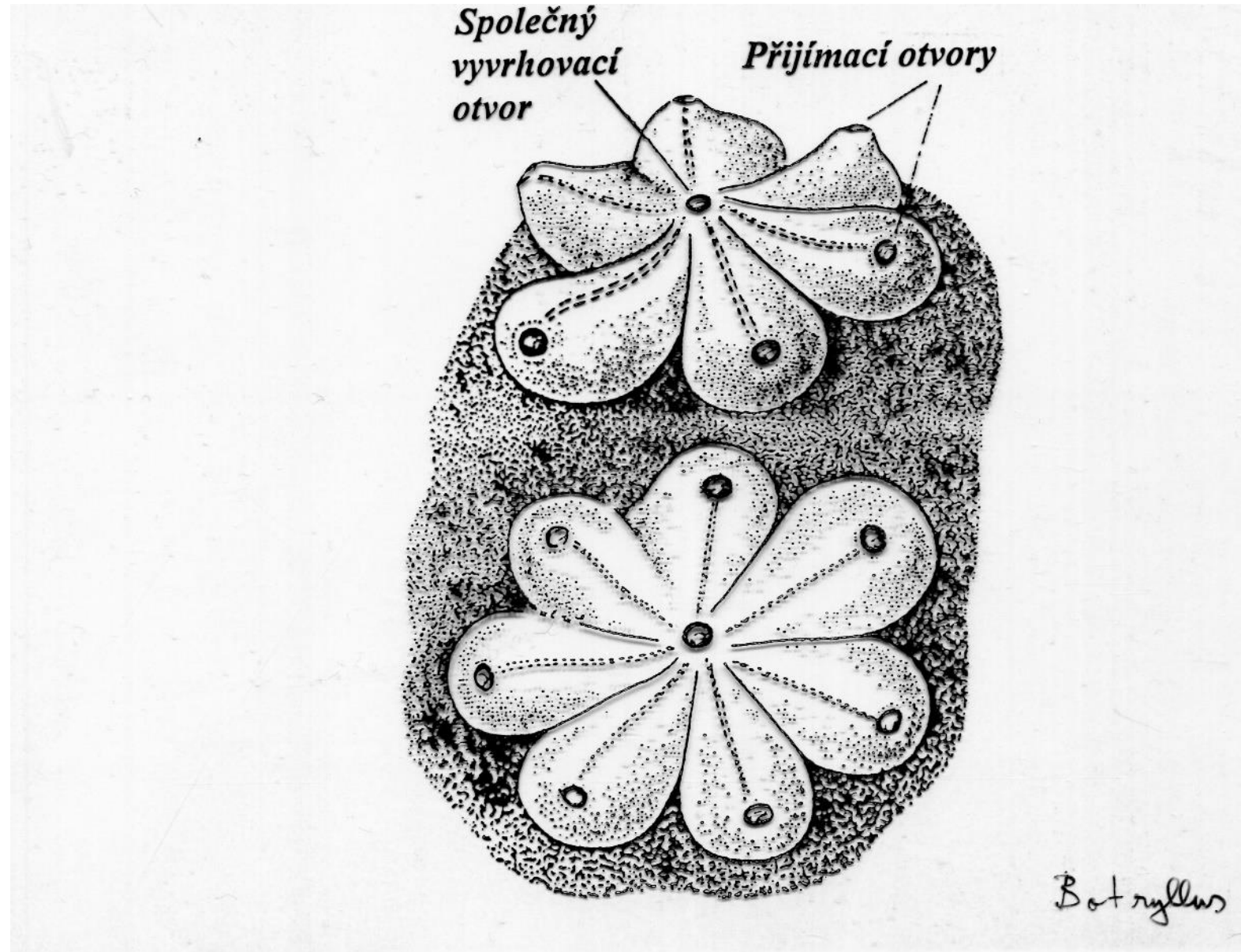
Dospělý soliterní exemplář sumky



Sumka rozmnožující se pohlavně i vegetativně (pučením)



Koloniální druh sumky



Různé druhy sumek (soliterní i koloniální)

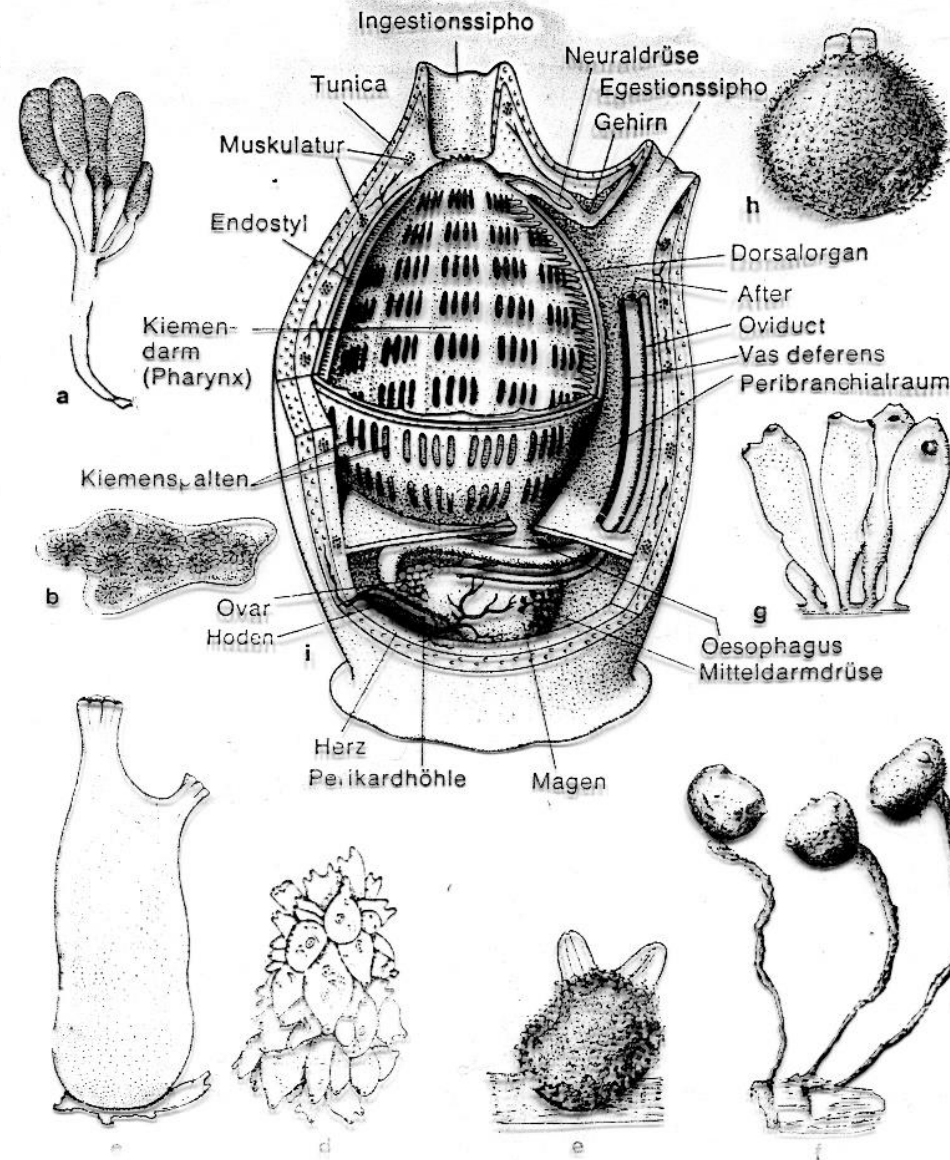


Abb. 285: Ascidienbauplan (i) und -formen. a. Sycozoakolonie, b. Botryllus; c. Ciona; d. Dendrodoa; e. Microcosmus; f. Pyura; g. Polycitor; h. Eugyra; i. Bauplan. Dorsalorgan (auf Abb. i) = Epibranchialrinne. Nach Dawydoff, Storer, Usinger

Sumky mají často velmi pestré zbarvení (např. červené, modré, žluté)



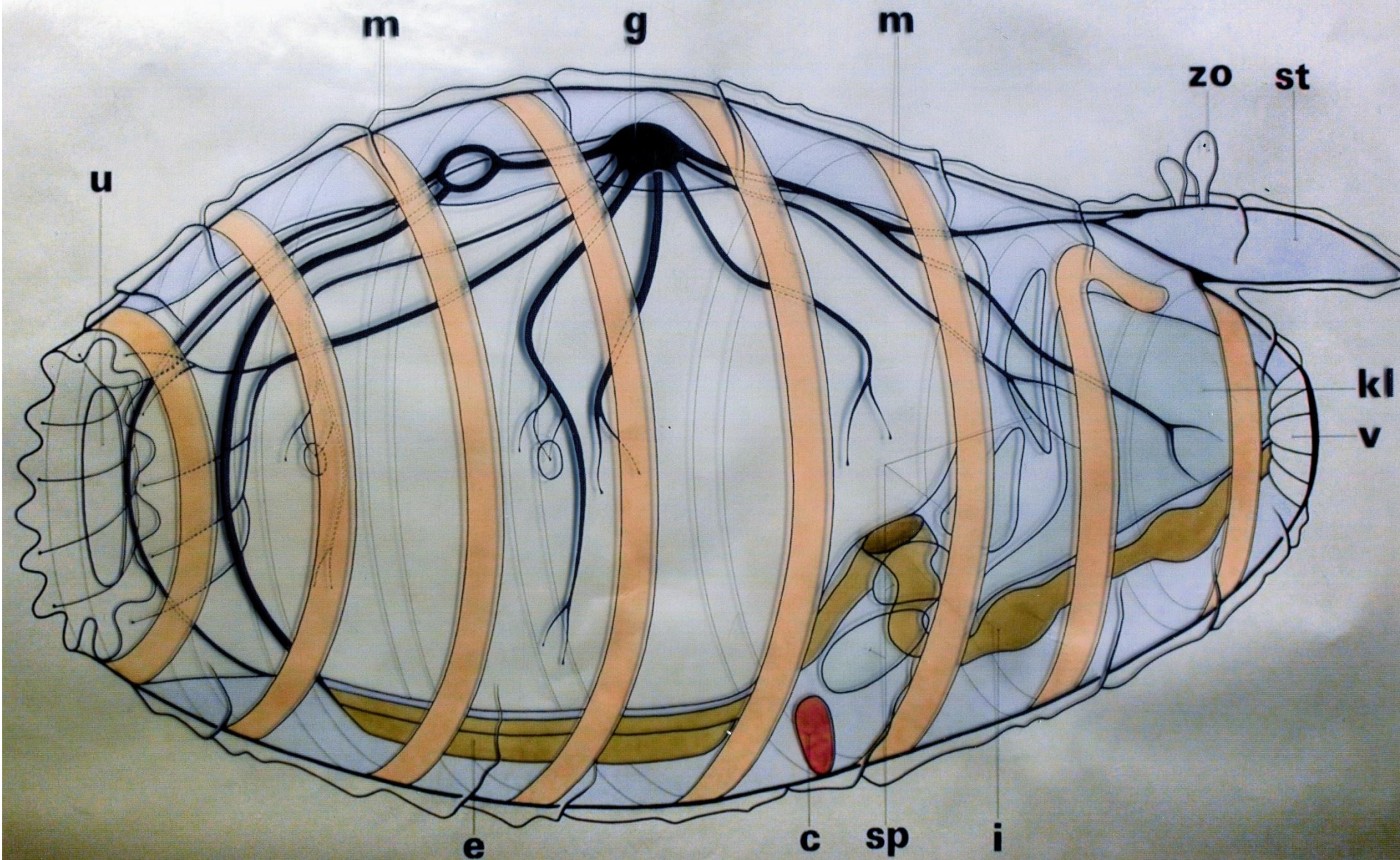


Marc Damerval

Stručná charakteristika salp (Thaliacea)

1. Volně pohybliví pelagičtí živočichové.
- 2. Soudečkovitý tvar těla s přijímacím otvorem vpředu a vyvrhovacím vzadu. Vpředu nasávaná a vzadu opět vyvrhovaná voda je využívána k reaktivnímu pohybu jedince.
- 3. Obžaberní prostor překrývá jen zadní část hltanu a splývá s kloakou.
- 4. Značný polymorfismus tvarově a funkčně rozdílných jedinců
- 5. Rozmnožování je pohlavní i nepohlavní, často se složitou rodozměnou (metagenezí).

MORFOLOGIE SALPY



Salpy jsou často velmi pestré a někdy tvoří dlouhé řetězce.



Řetězec salp (Thaliacea)



Salpy (Thaliacea)



třída: SALPY (*THALIACEA*), cca 70 druhů

řád: ohnivky (*Pyrosomida*)

řád: kruhosvalí (*Cyclomyaria*)

Doliolum

řád: pásmosvalí (*Desmomyaria*)

Salpa

Thalia

Ohnivky (Pyrosomida)

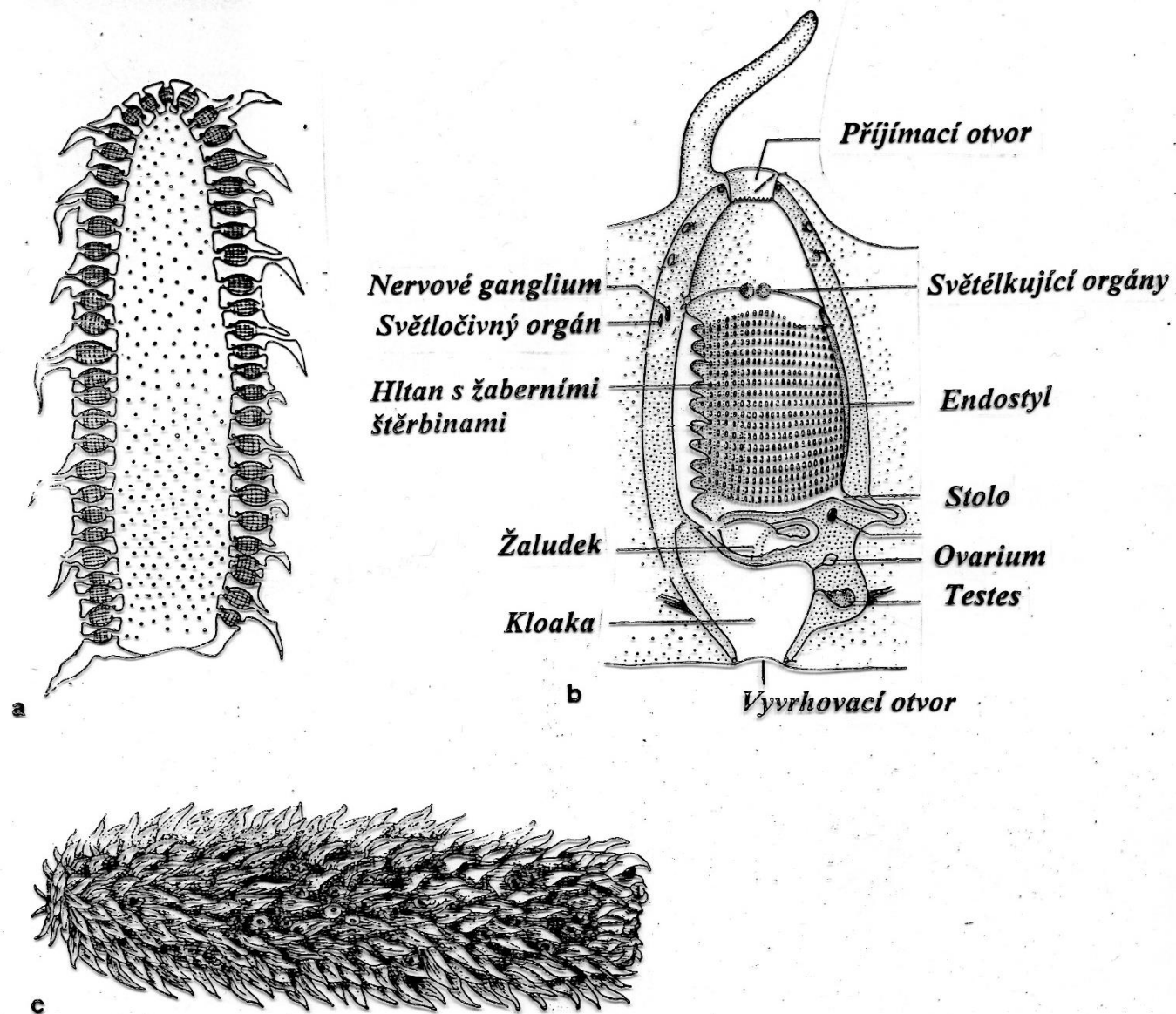


Abb. 287: a. Schematischer Sagittalschnitt durch eine Pyrosomakolonie. b. Längsschnitt durch ein Einzeltier (*Pyrosoma elegans*). c. Außenansicht einer Pyrosomakolonie.

Ohnivky (Pyrosomida) světélkují díky symbiotickým bakteriím (bioluminescence)



Rozmnožování salp

U salp dochází ke střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování (rodozměna = metageneze). U některých skupin je tento proces velmi komplikovaný.

Tvarově a funkčně rozdílní jedinci (= polymorfismus):

OOZOID – vzniká z oplozeného vajíčka	}	souborně: ZOOIDI
BLASTOZOIDI – vznikají pučením		

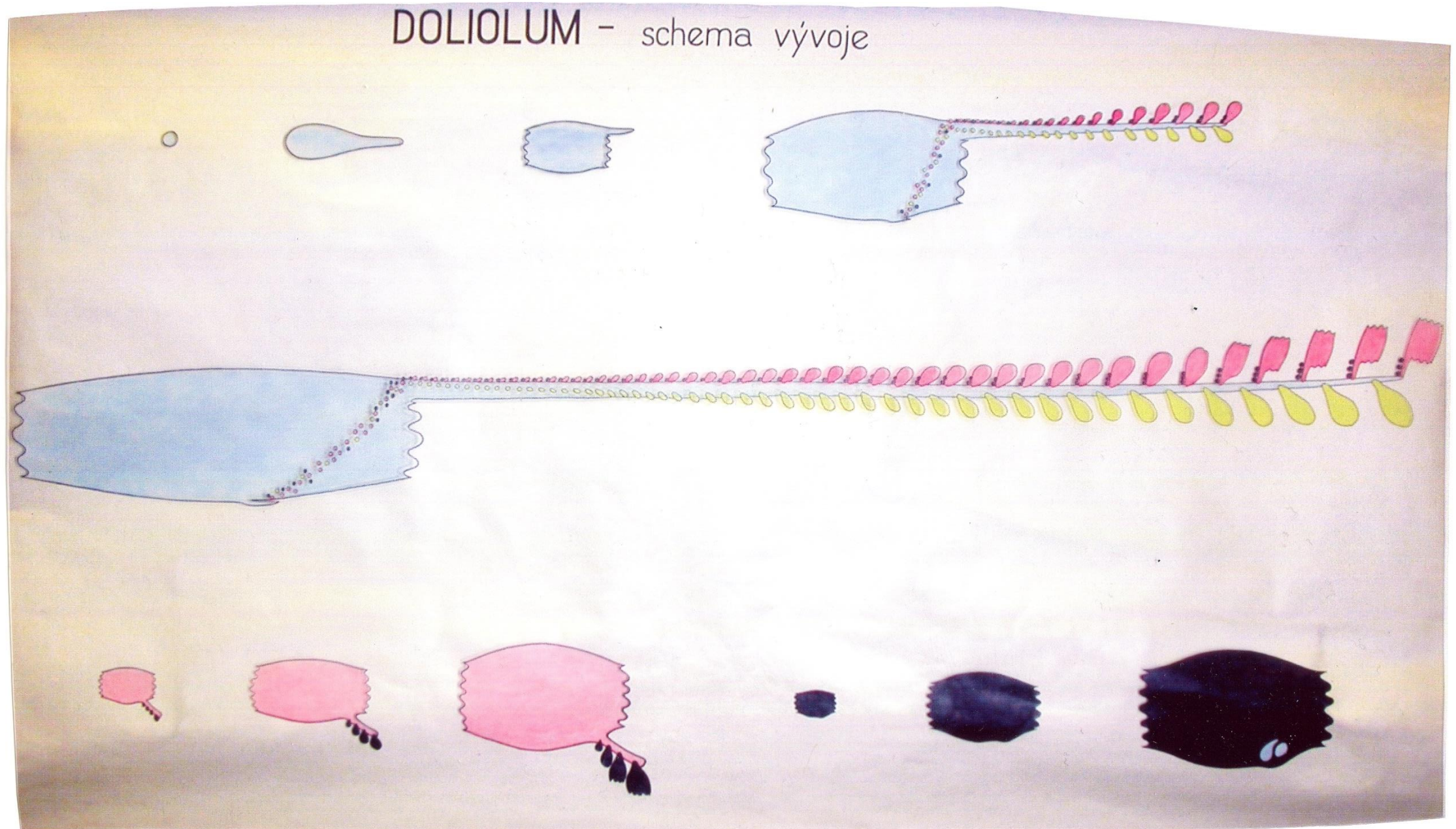
3 formy blastozoidů:

GASTEROZOIDI – zajišťují výživu kolonie

PHOROZOIDI – odchovávají gonozoidy

GONZOIDI – množí se pohlavně (jsou to hermafroditi)

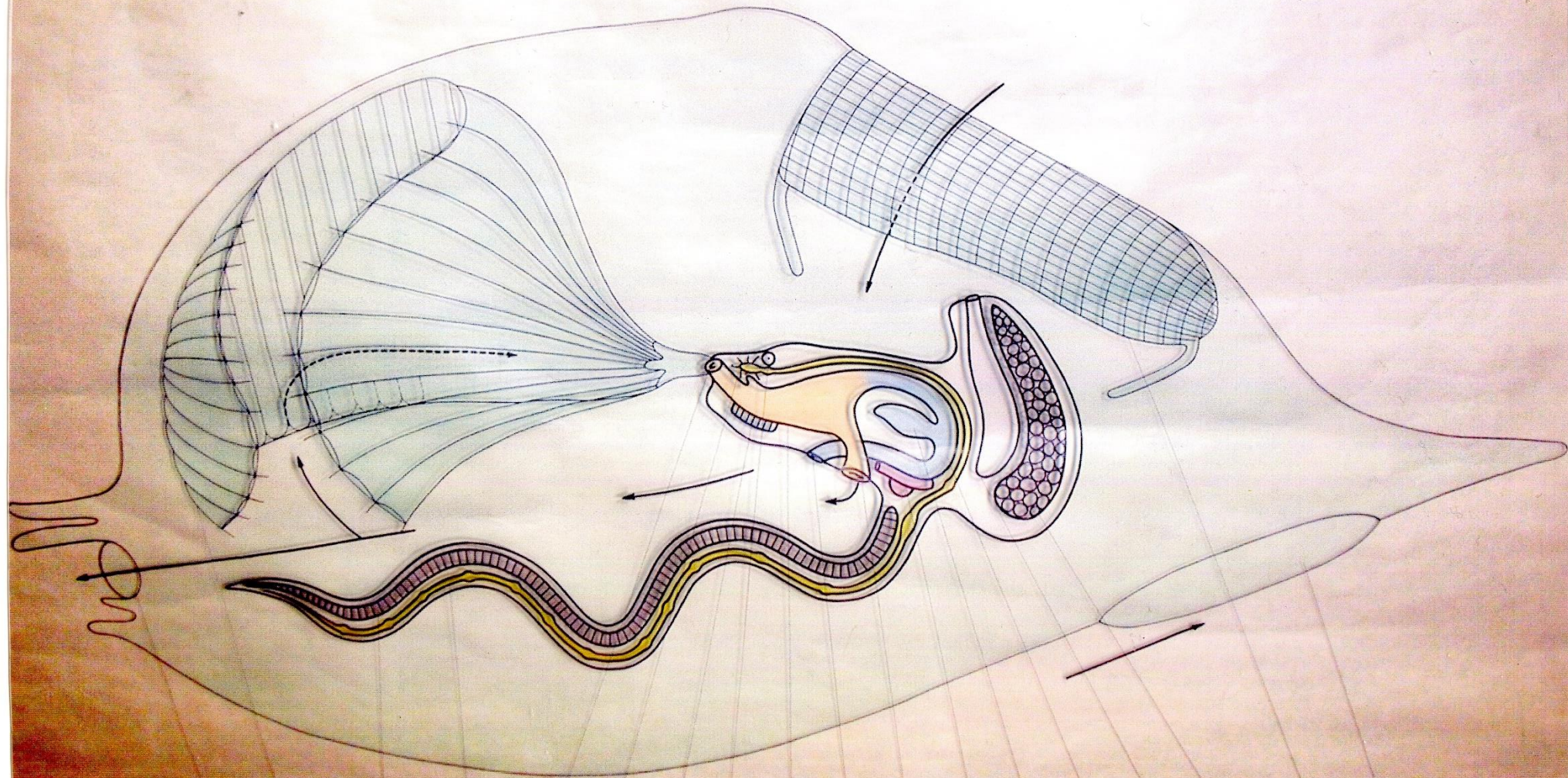
Schéma vývoje kruhosvalé salpy rodu *Doliolum*



Stručná charakteristika vršenek (Appendicularia, synonymum Thaliacea)

- 1. Drobní, soliterní, pelagičtí pláštěnci (tělo měří většinou jen několik mm, s ocáskem až několik cm). Živočich je ukryt ve schránce z tunicinu, kterou si sám vytvoří. Voda do schránky proudí díky kmitání ocásku. Celá schránka se pohybuje pomocí reaktivního pohybu.
- 2. Schránka je opatřena hustými sítky, která dovnitř propustí jen velmi drobné částice. Uvnitř je soustava dalších sítí (vrše), která nasměrují potravu unášenou proudem vody do ústního otvoru.
- 3. Nervová trubice i chorda jsou na rozdíl od situace u sumek a salp zachovány i v dospělosti a procházejí spolu se svalstvem po celé délce ocásku.
- 4. S výjimkou jednoho druhu, který má oddělené pohlaví jsou to proterandričtí hermafroditi.

ANATOMIE VRŠENKY



vo s chd ns ú g e st žk ř žš c h zt t o po úo

Kladogram pláštěnců vytvořený na základě analýzy RNA: červeně, modře a žlutě zobrazeny sumky, zeleně salpy a fialově (uprostřed) vršenky. Protože salpy a vršenky jsou zde vnitřními skupinami sumek, jsou sumky zřejmě paraphylum.

