



# Zoologie obratlovců



# Přednášející:

RNDr. Radek Lučan, Ph.D. (garant)

Mgr. Zuzana Musilová, Ph.D.



Doc. RNDr. Roman Fuchs, CSc.



RNDr. Markéta Rozkošná Knitlová, Ph.D.



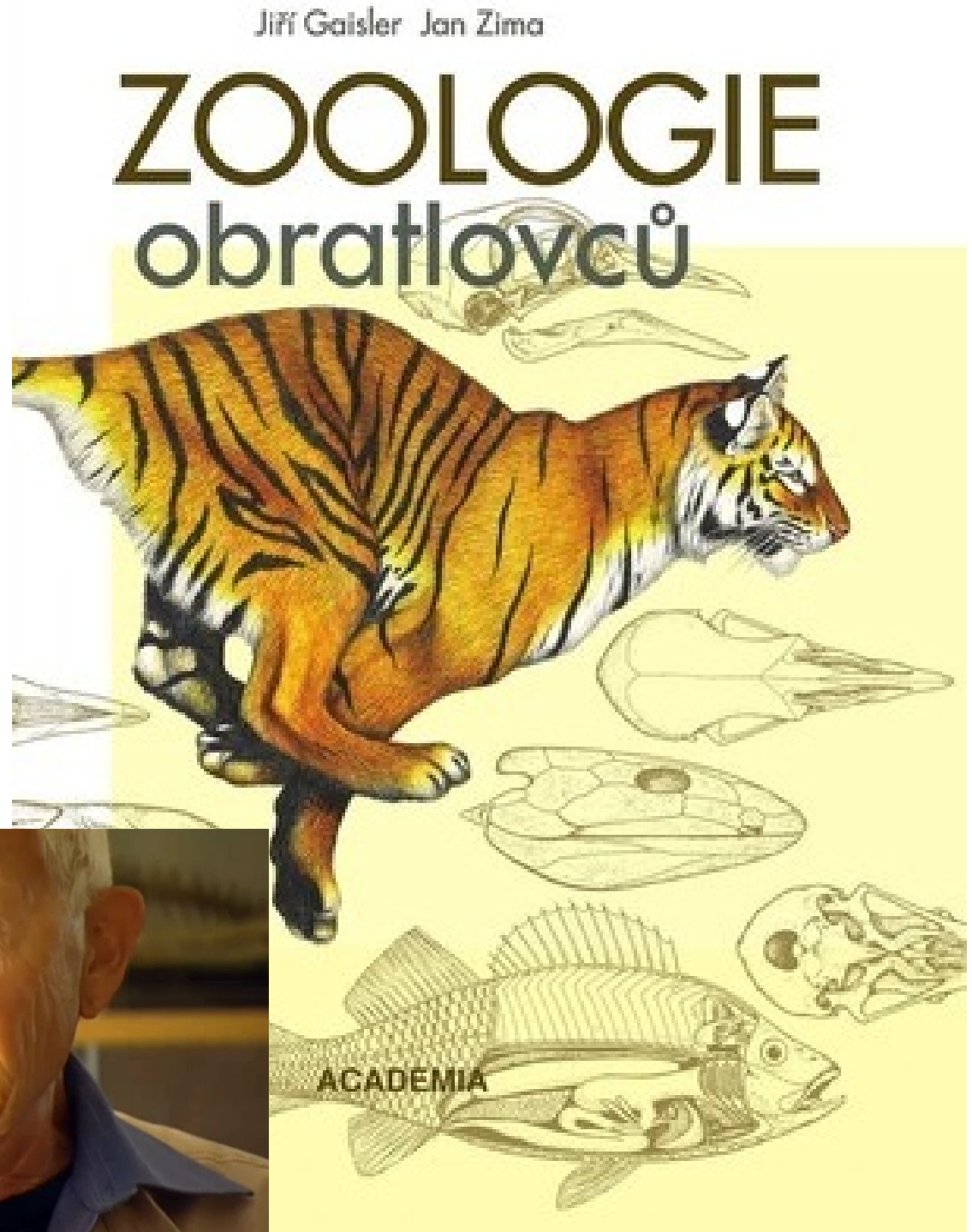
# **Informace k přednášce**

- **Zoologie obratlovců (učitelské studium + OŽP)**
- 
- **Pátek 13:10 – 14:40 hod**
- **Zkouška bude ústní a bude obsahovat také poznávací část**
- 
- **podobná přednáška pro biol. odb (MB170P13A) - Středa 12:20 – 14:50 – 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)**

# Doporučená literatura

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

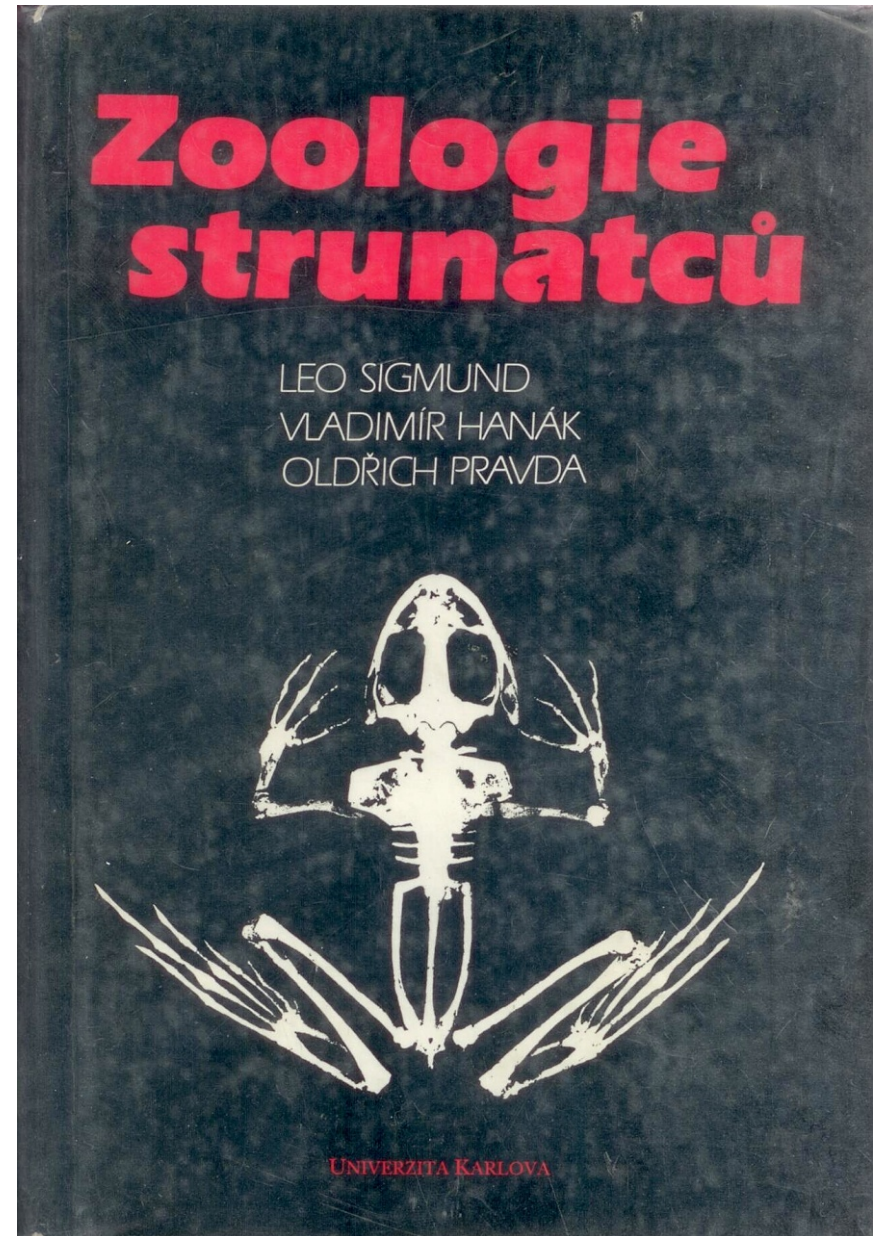
**Gaisler J. & Zima J. 2018:**  
**Zoologie obratlovců. 3.**  
**přepř. vydání. Nakl.**  
**Academia**



# Doporučená literatura

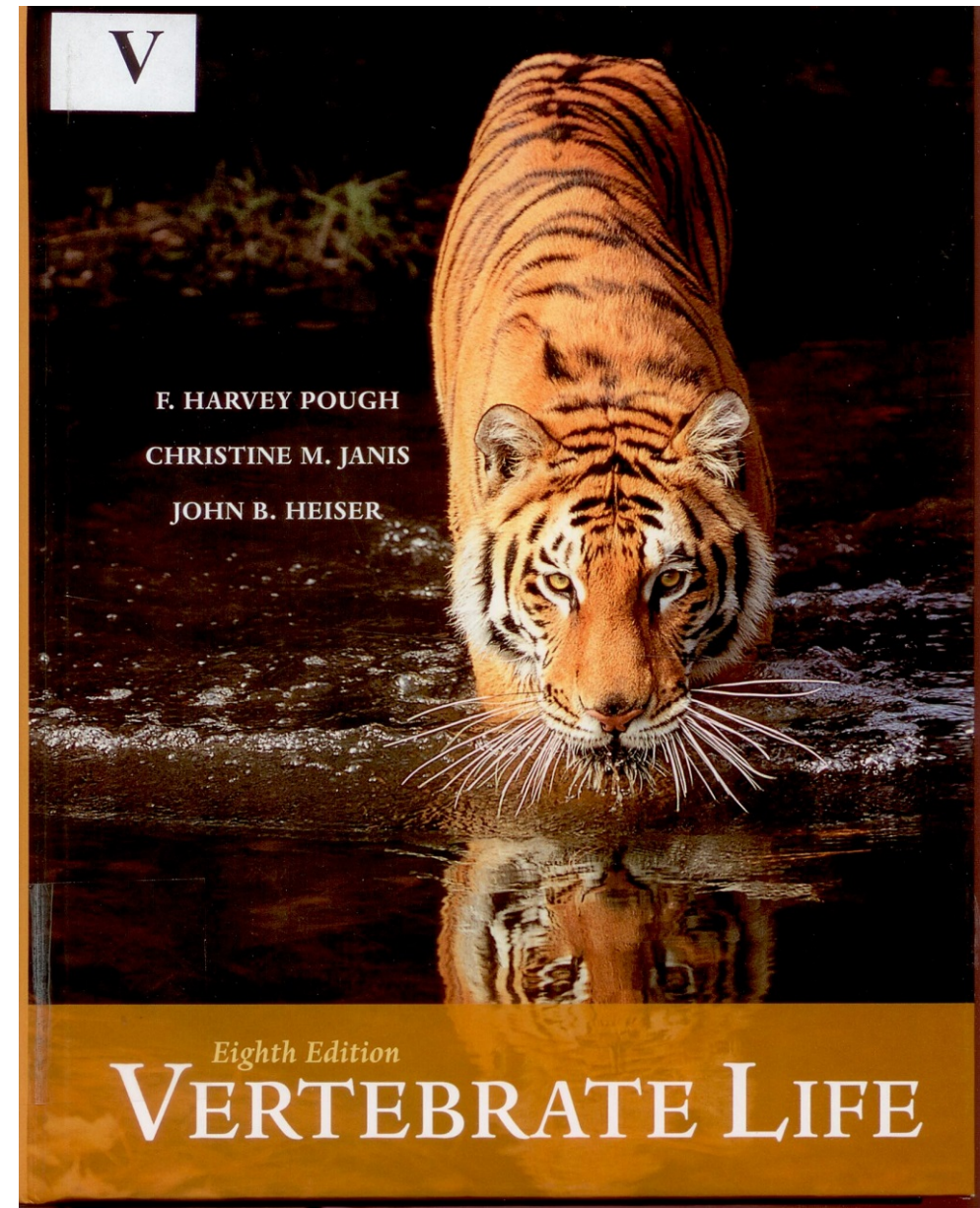
Sigmund, L., Hanák, V., & Pravda, O. 1992: Zoologie strunatců. Univerzita Karlova, Praha, 501 str.

(starší, ale ve většině aspektů velmi dobře použitelná učebnice)



# Doporučená literatura

Pough, F.H., Janis,  
C.M., Heiser, J. B.  
2009, Vertebrate Life.  
8th Edition. Pearson  
Education Inc. San  
Francisco, CA, USA.



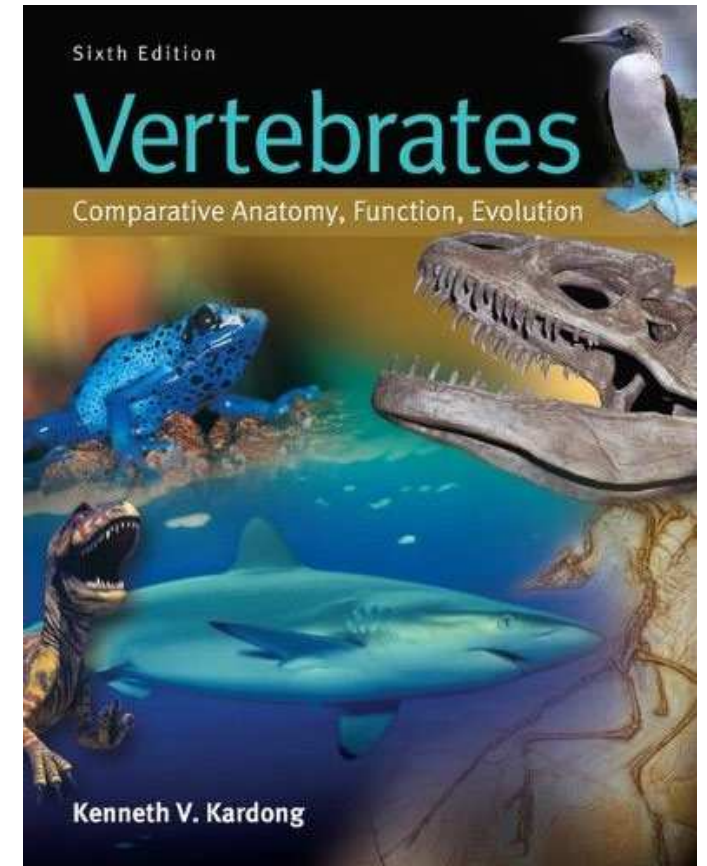
# Doporučená literatura

Kardong, K. V. 2012. Vertebrates. Comparative Anatomy, Function, Evolution. 6th Edition. McGraw – Hill Intl. Edition, Washington. USA.

<https://archive.org/> → advanced search

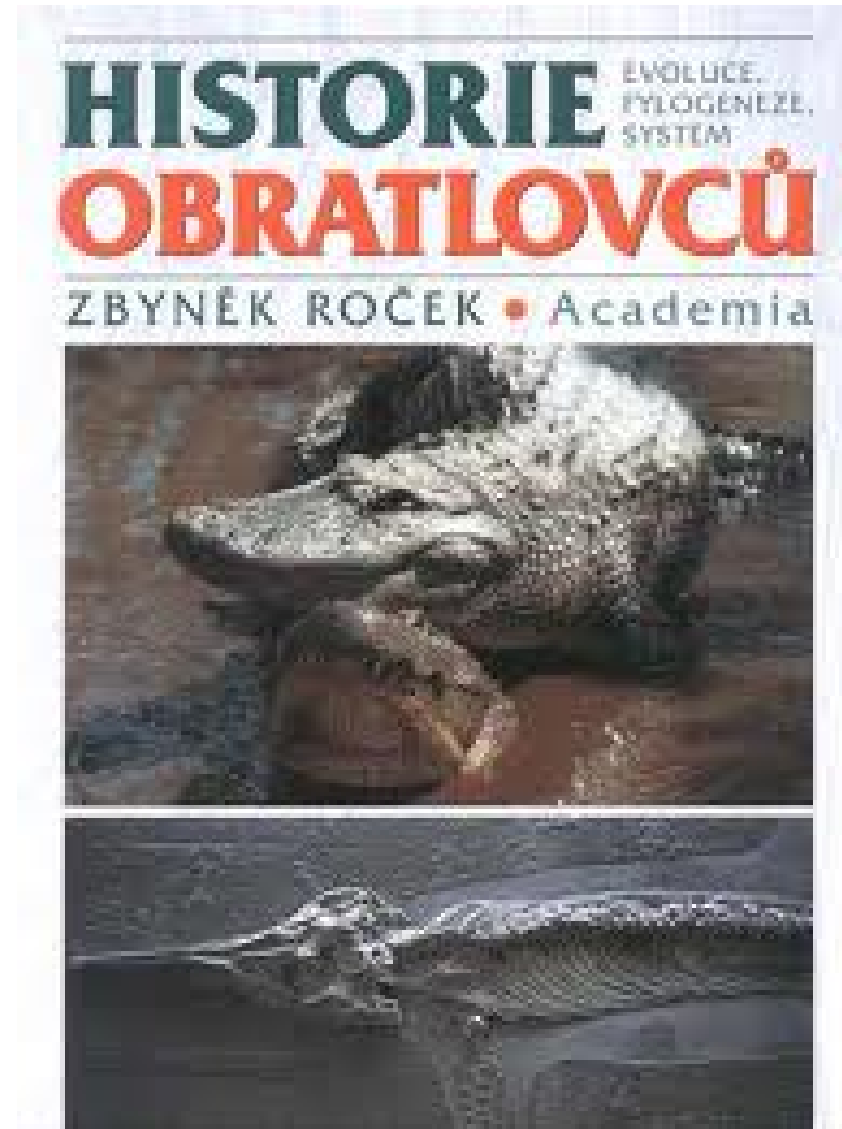
Kardong Vertebrates. Comparative Anatomy, Function, Evolution.

<https://ia801607.us.archive.org/16/items/KardongVertebratesComparativeAnatomyFunctionEvolution6thTxtbk/Kardong%20Vertebrates%20Comparative%20Anatomy%20Function%20Evolution%206th%20txtbk.PDF>



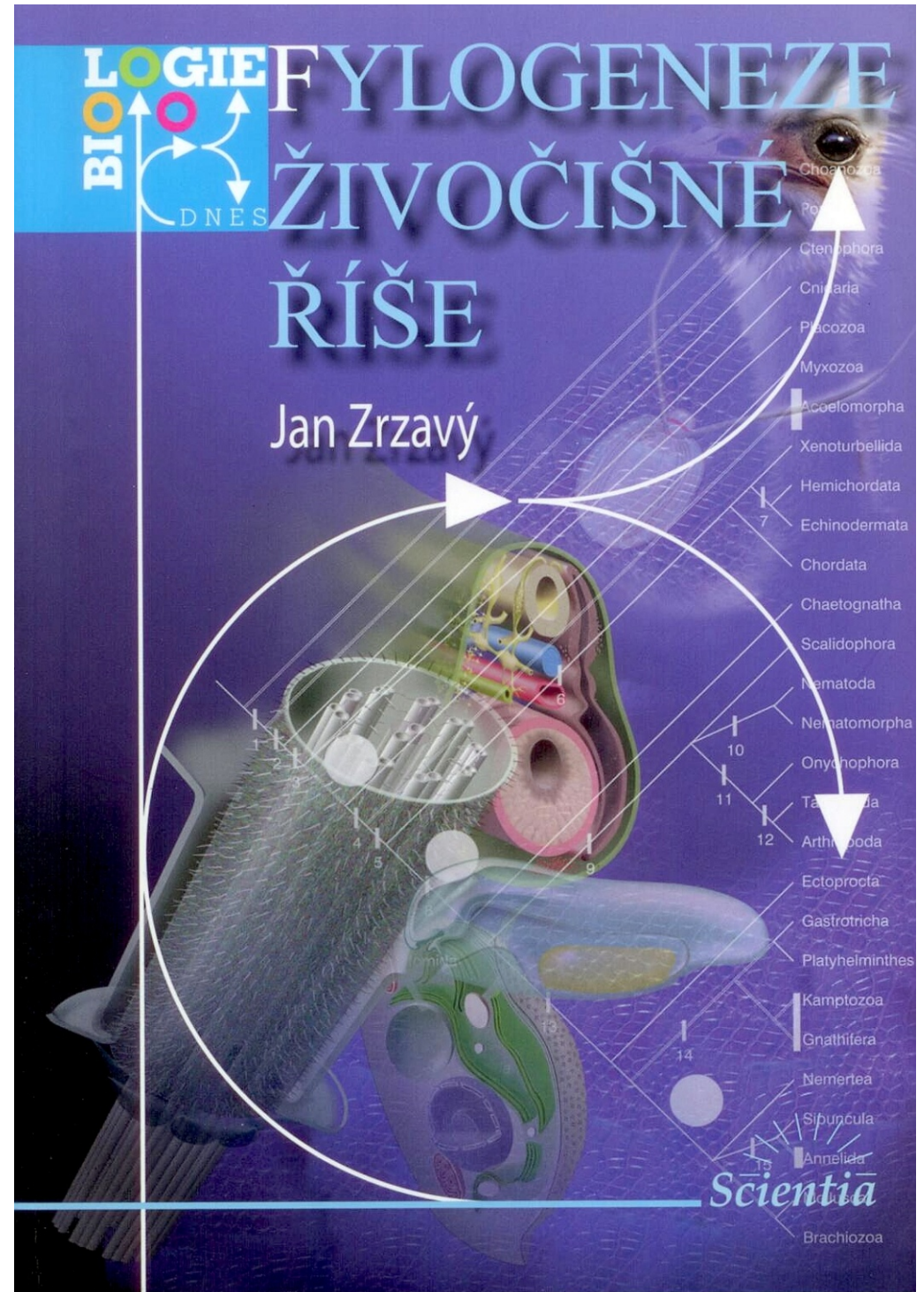
# Doporučená literatura

Roček, Z. 2002.  
Historie obratlovců.  
Academia, Praha.



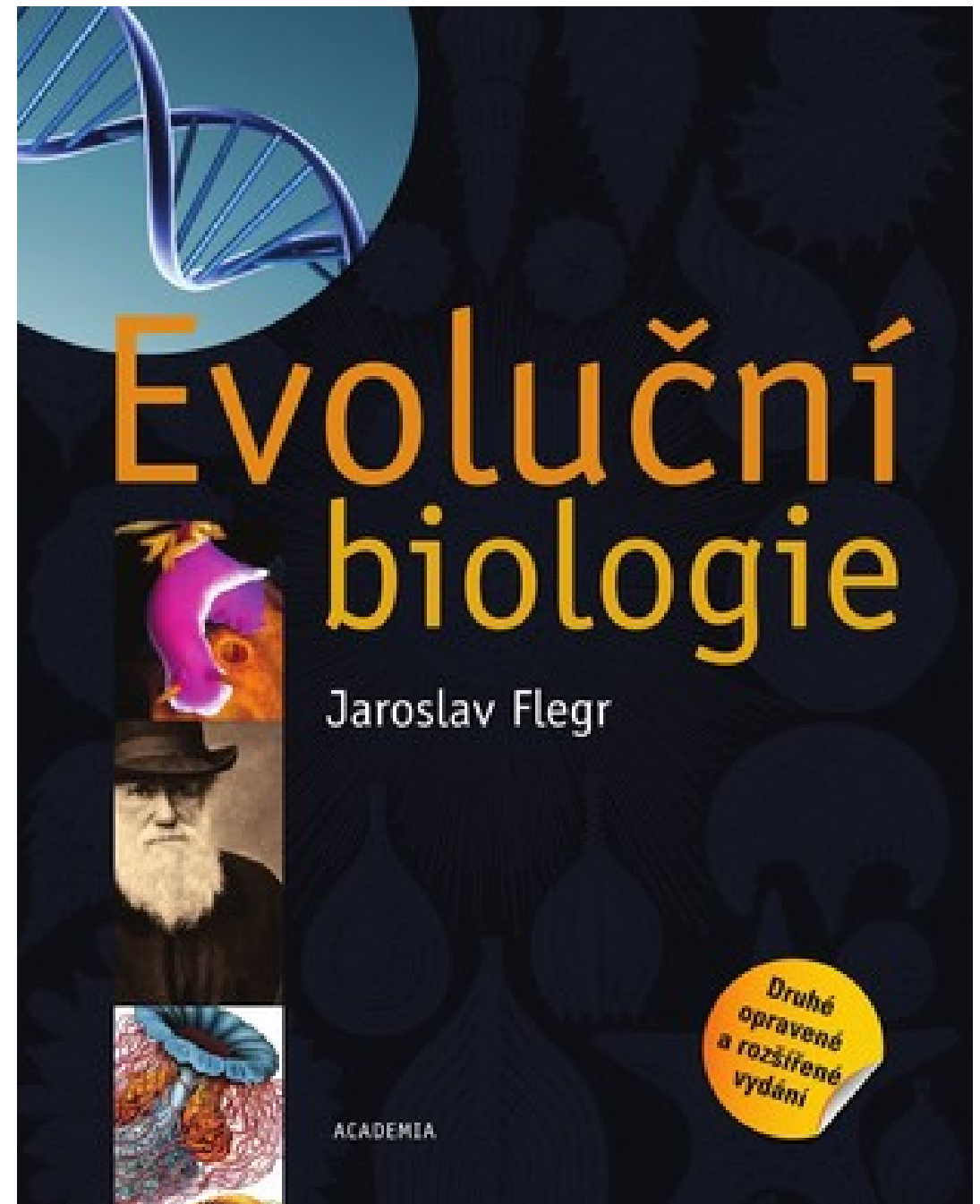
# Doporučená literatura

Zrzavý J., 2006:  
Fylogeneze živočišné říše.  
1. vydání,  
Scientia, Praha, 255 str.



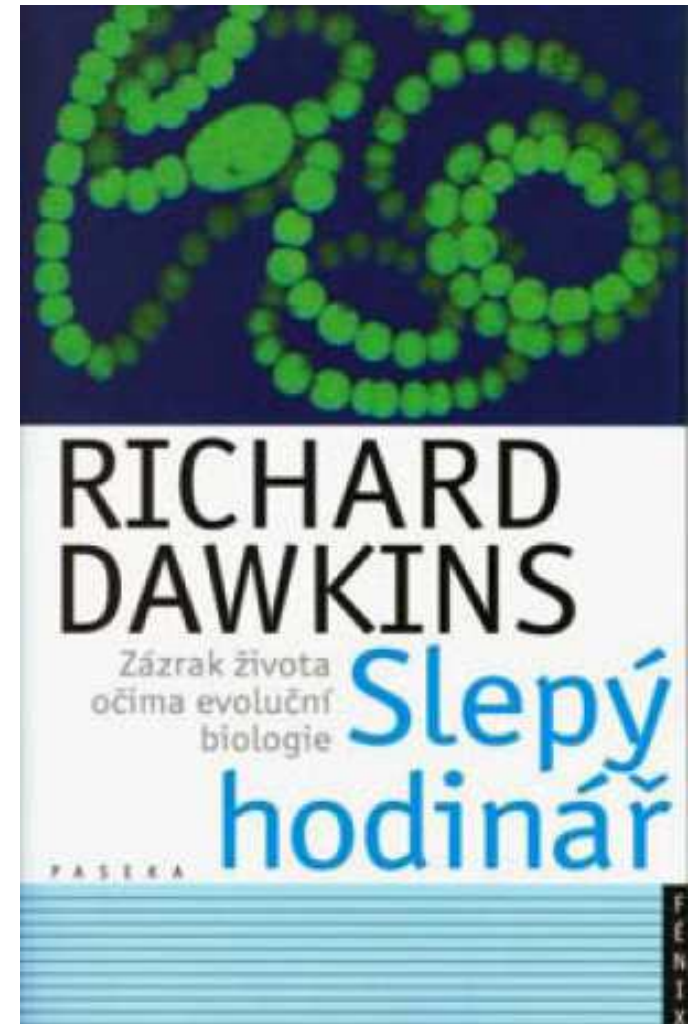
# Doporučená literatura

Flegr J., 2009:  
Evoluční biologie.  
2. vydání,  
Academia, Praha, 572 str.



# Doporučená literatura

Dawkins R. 2002: Slepý hodinář.  
Zázrak života očima evoluční  
biologie. Paseka, Praha.

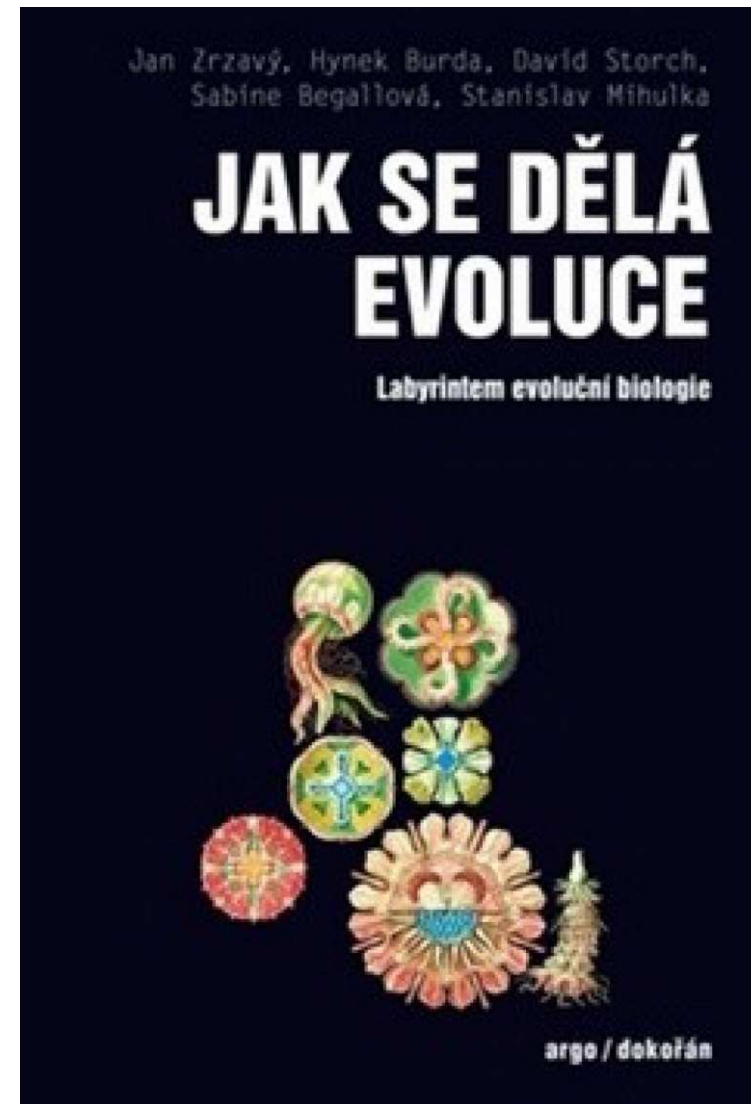


# Doporučená literatura

Zrzavý J., Storch D. & Mihulka S. 2004: Jak se dělá evoluce.  
Paseka, Praha.



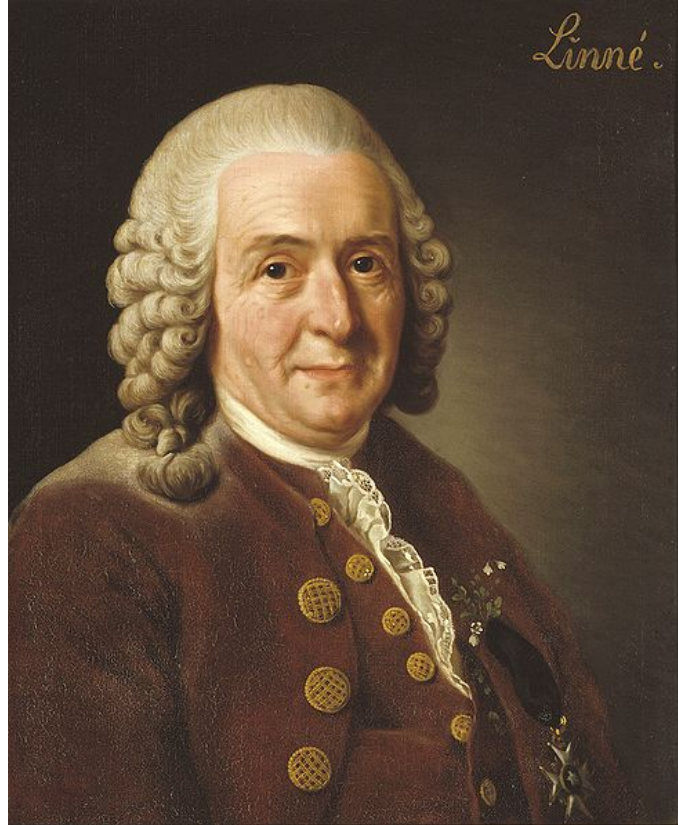
Zrzavý J., Burda H., Storch D., Begall S., Mihulka S. 2017. Dokořán.



# Principy, přístupy, metody

## **Taxonomie:**

- obor který se zabývá **klasifikací** organismů. Jejím cílem je klasifikovat všechny známé **taxony** podle určitých **pravidel** do jednotlivých hierarchicky uspořádaných biologických **kategorií**.



# Carl von Linné

(latinsky Carolus Linnaeus)

\*23. května 1707, Råshult u Stenbrohultu, Švédsko

† 10. ledna 1778, Uppsala

byl švédský přírodovědec a lékař, zakladatel botanické a zoologické systematické nomenklatury. Vytvořil také pojem druh jako základ přirozené soustavy organismů.  
**Systém, taxonomie, nomenklatura .....**

## Binomická nomenklatura

Princip priority

Hierarchické třídění

Systema Naturae 1st Edition in 1735

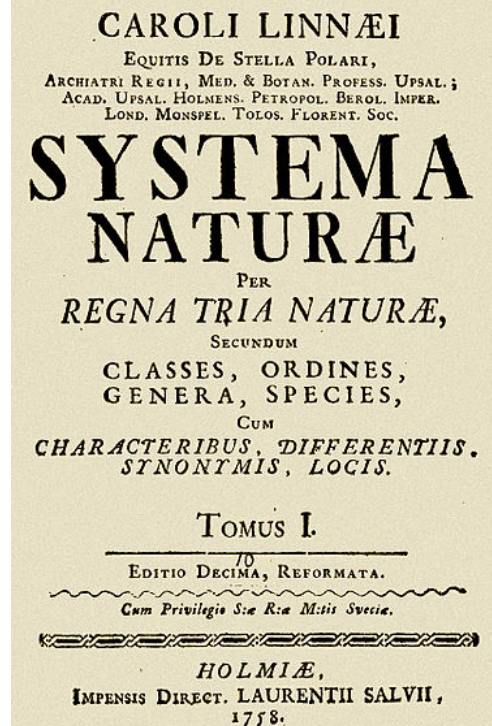
**Species Plantarum 1753**

**Systema Naturae 10<sup>th</sup> edition 1758**

**- opěrná díla zoologické a botanické nomenklatury**

**- všechno ostatní bráno jako před-Linnéovské,**

**- vč. jeho prací**



# Kos (*Turdus*)



# Kos (*Turdus*)



**Kos (*Turdus*) (ale rod *Turdus* zahrnuje i ptáky, kterým česky říkáme drozd)**



# Kos černý (*Turdus merula*) Linnaeus, 1758

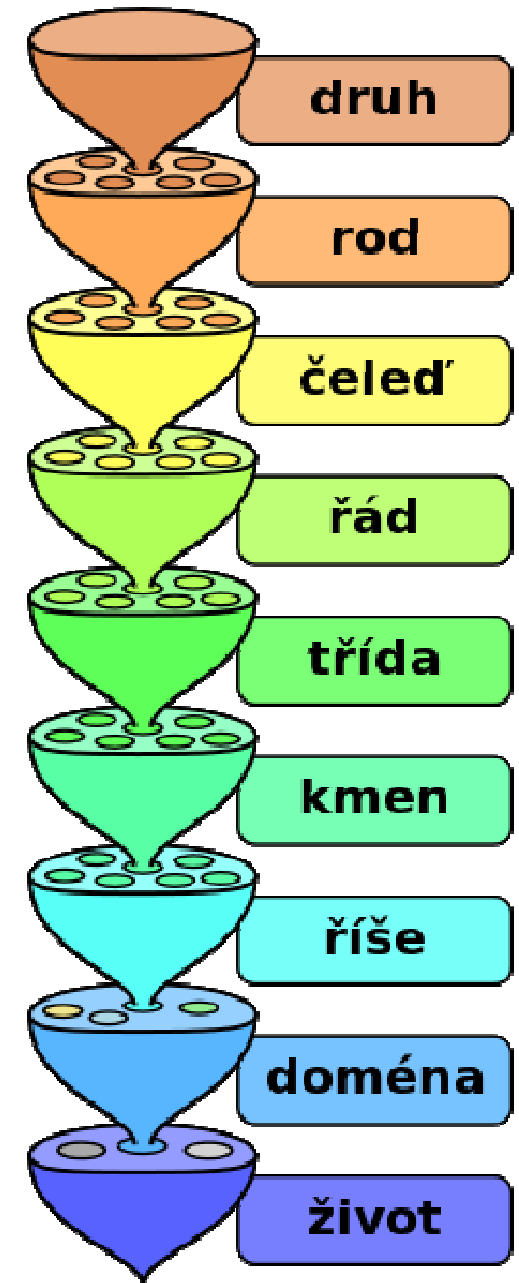


# Taxony

**Druh** (species, zkratka sp.) je základní kategorie biologické nomenklatury. Z taxonomického hlediska je druh jeden z taxonů: je nejnižší základní kategorií hierarchické klasifikace organismů

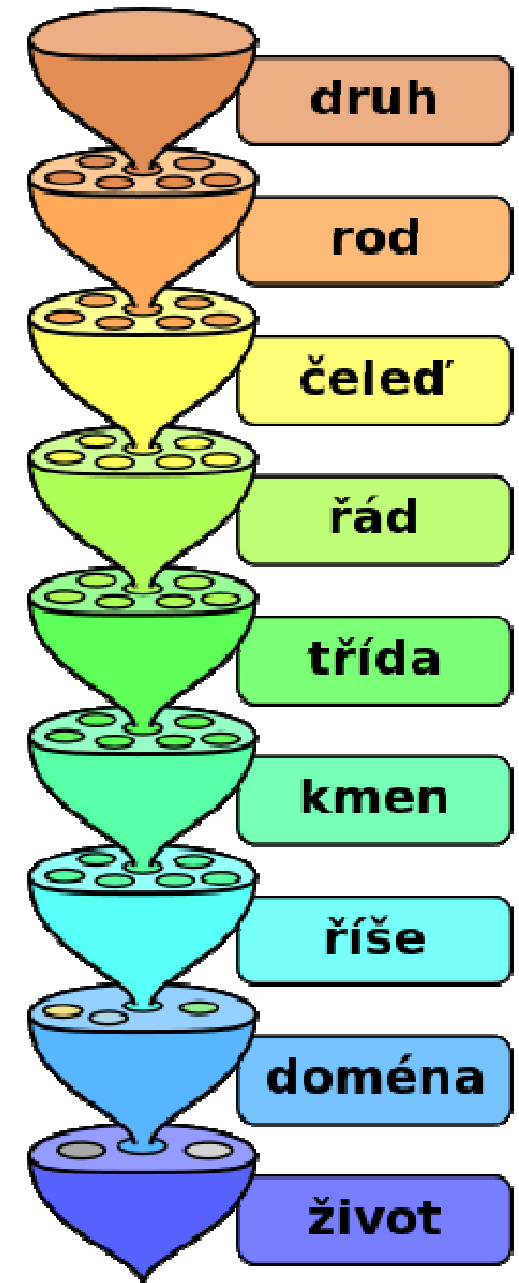
Neexistuje jednotná definice, která by jednoznačně určila, co je druh. Řada druhových koncepcí (např. realistická, nominalistická, morfologická, biologická, fylogenetická)

**Biologický koncept** (Ernst Mayr): Druh je soubor populací s jedinečným vývojovým původem a historií, tvořený navzájem si podobnými jedinci, kteří se mezi sebou mohou plodně křížit a jsou reprodukčně izolováni od jiných podobných skupin.



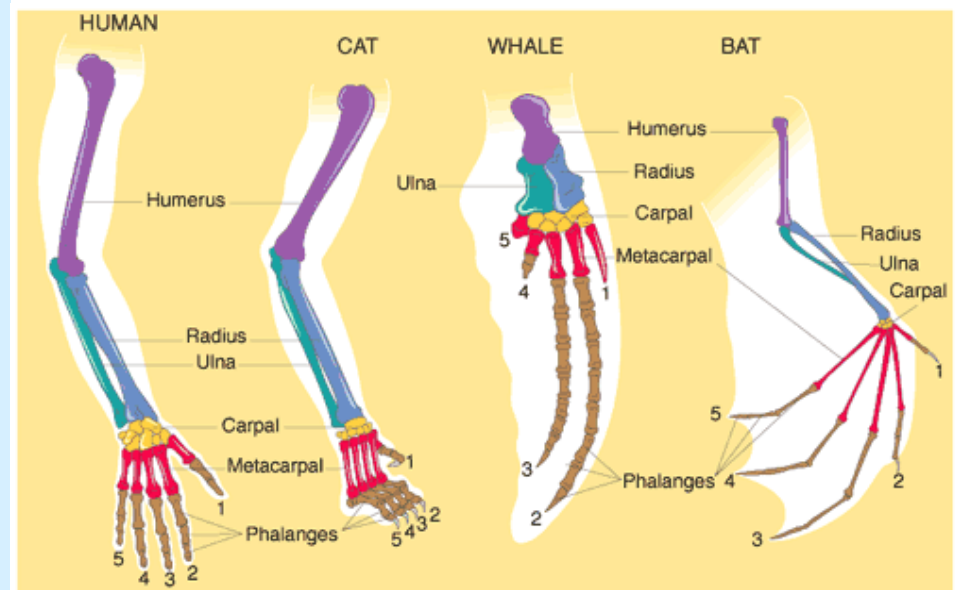
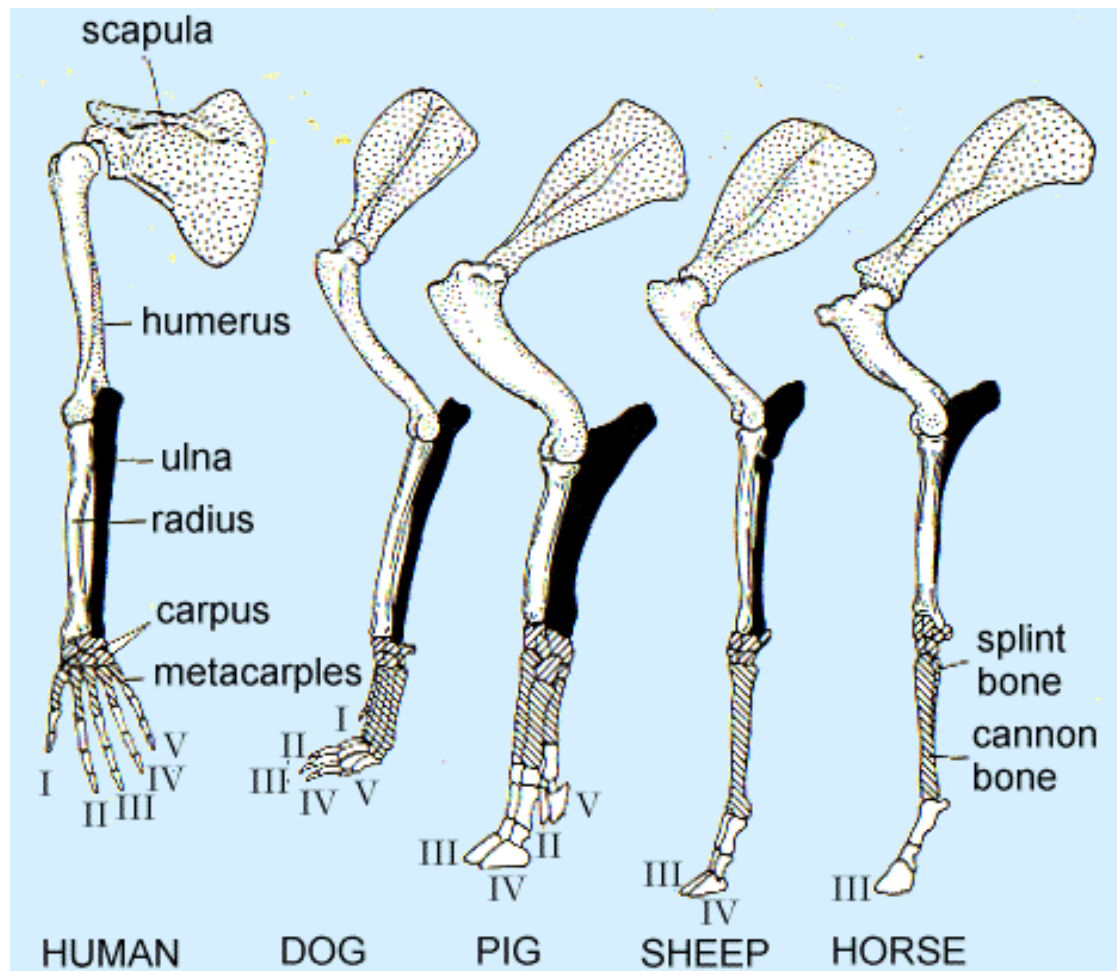
# Taxony

**Rod** (latinsky genus) je naddruhový taxon, tj. je vyšší než druh. Vyšším taxonem než rod je čeleď. Rod patří mezi taxony základní (druh, rod, čeleď, řád...), spadá do hierarchické linnéovské klasifikace s přesně vymezenými kategoriemi taxonů a principem nadřazenosti a podřazenosti.



# Principy, přístupy, metody

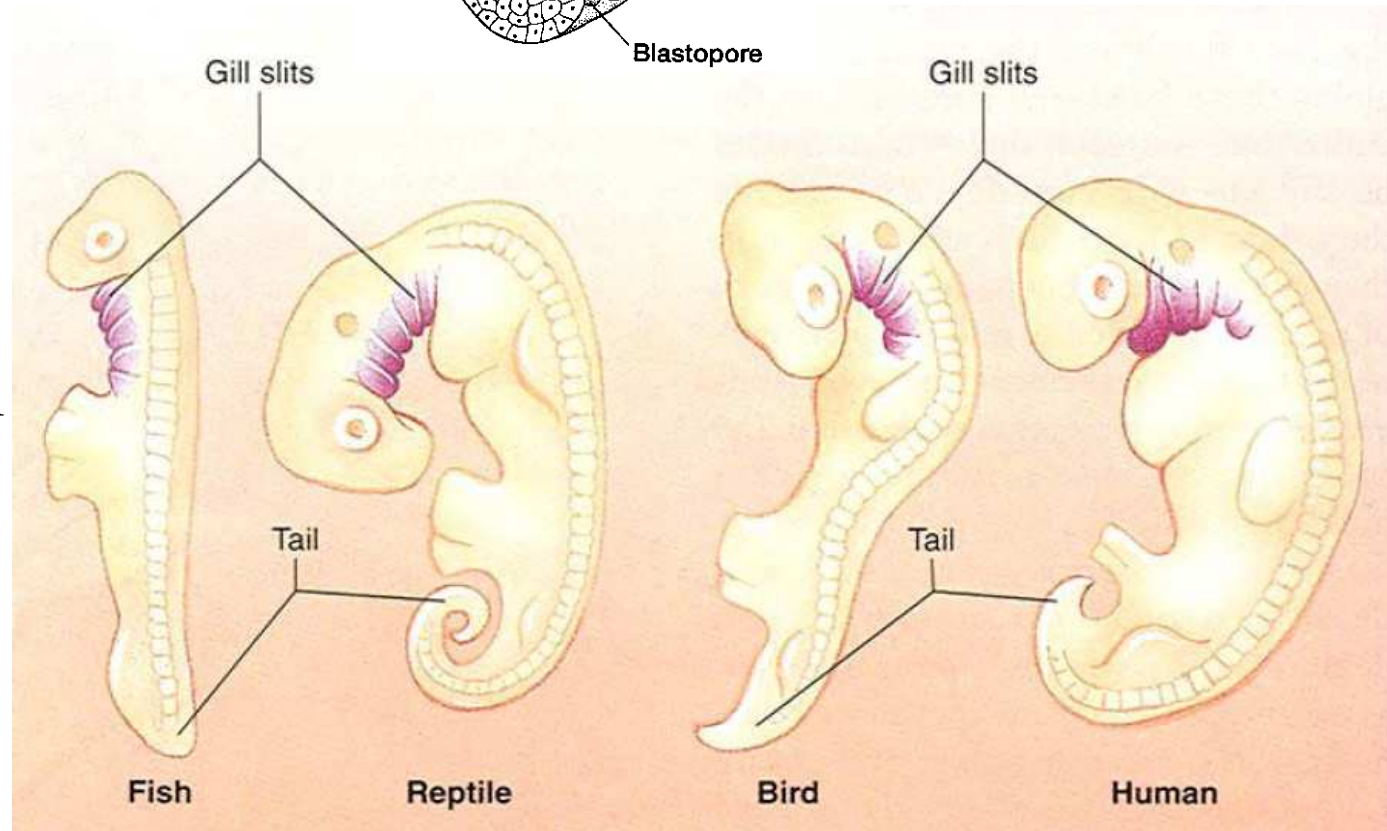
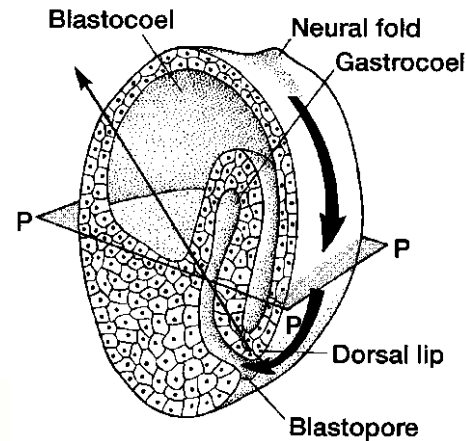
- Srovnávací morfologie a anatomie



# Principy, přístupy, metody

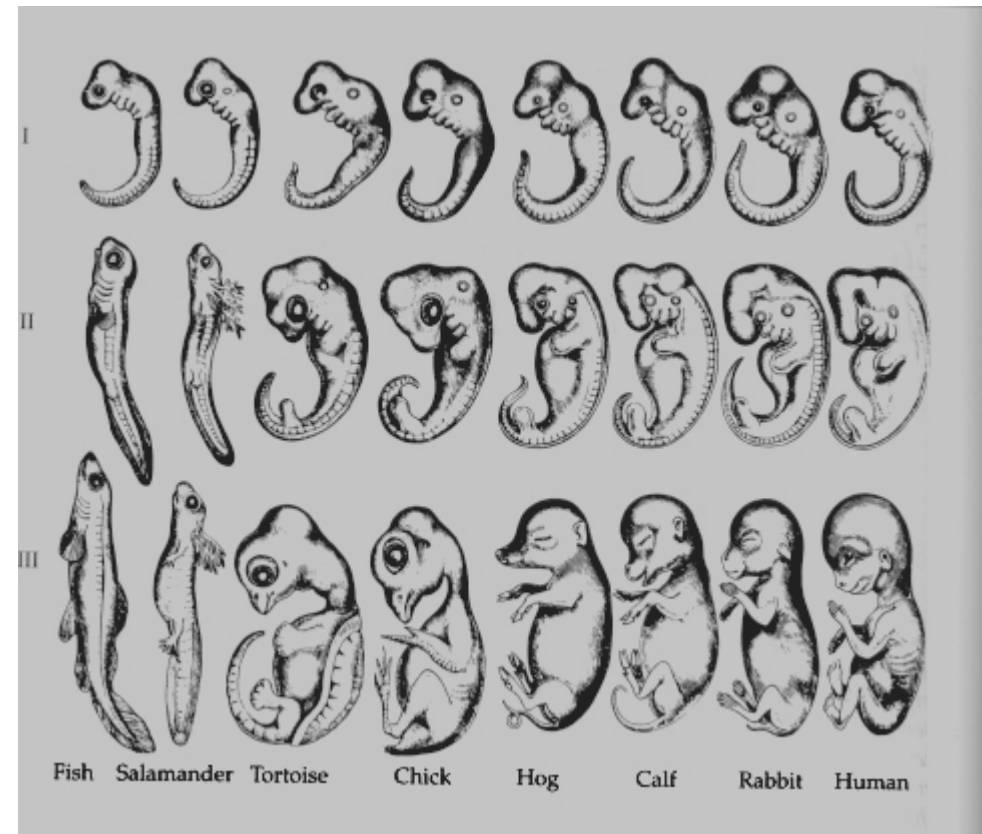
- Embryologie

- změna ontogeneze -  
jediná cesta k fixaci  
nového znaku
- regulační vývoj  
embrya
- „pravidlo  
rekapitulace“ - von  
Baer (1848), E.  
Haeckel (1865):  
ontogeneze =  
rekapitulace  
fylogeneze



# Principy, přístupy, metody

- Embryologie
  - Embrya vyšších organismů procházejí stadii, kdy jsou podobná embryím, ne však adultům nižších organismů.
  - Obecné znaky se během ontogeneze objevují dříve, než ty odvozené.
  - Odvozené znaky se vyvíjejí ze znaků obecných a znaky obecné ze znaků ještě obecnějších v dřívějším vývoji.
  - Embrya odlišných druhů se postupně odlišují jedno po druhém.



# Principy, přístupy, metody

- Paleontologie
- ! problematická interpretace nálezů !

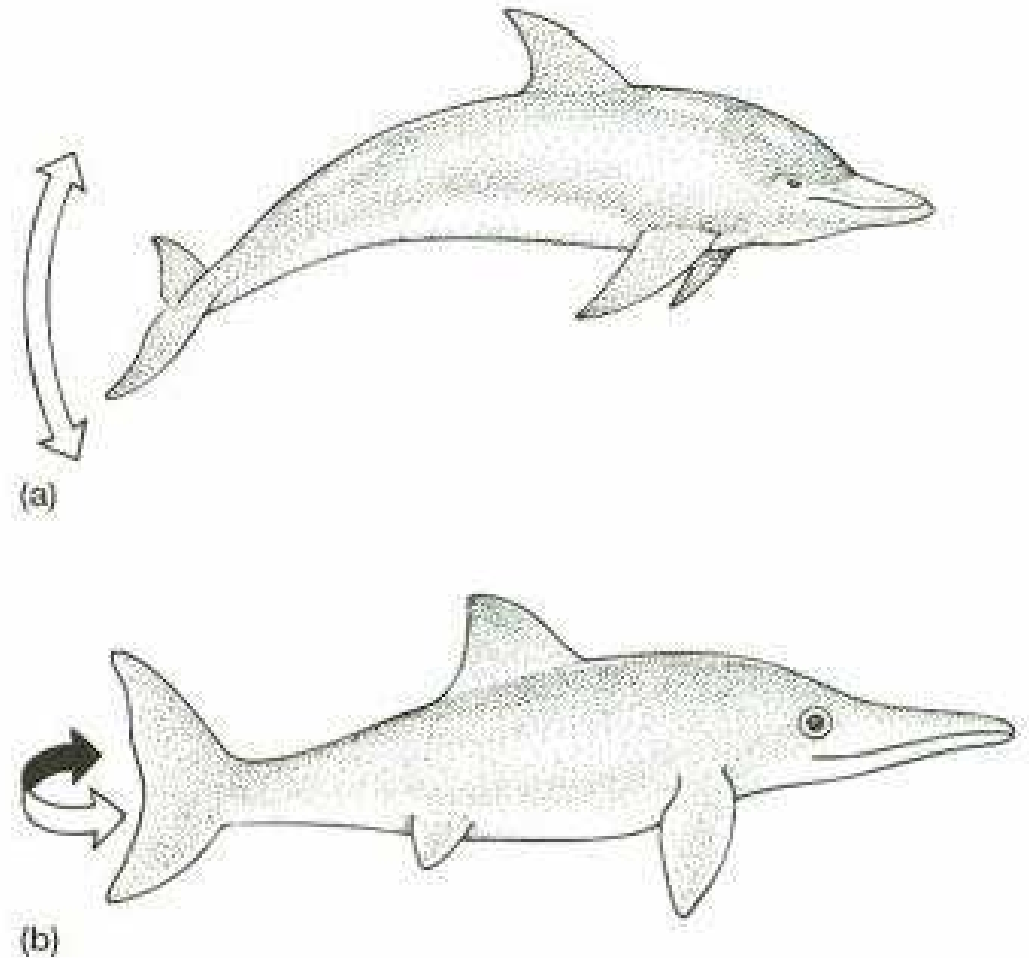


Georges Cuvier  
(1769-1832)



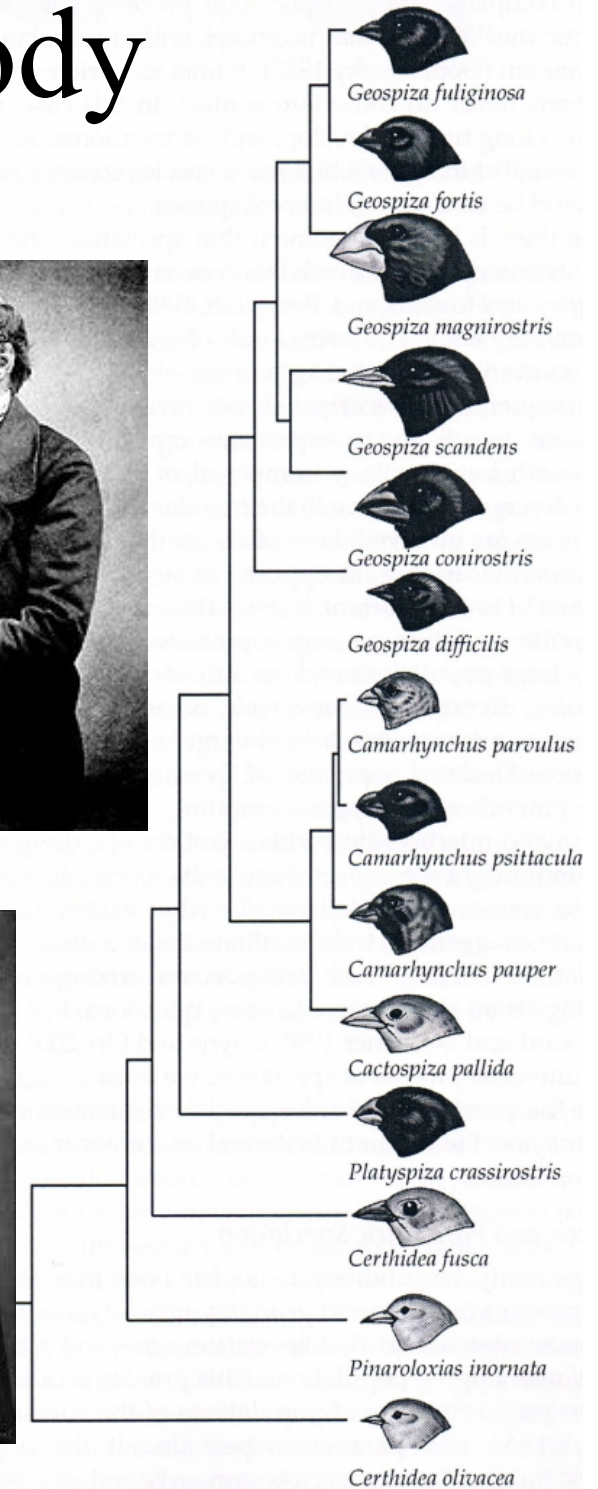
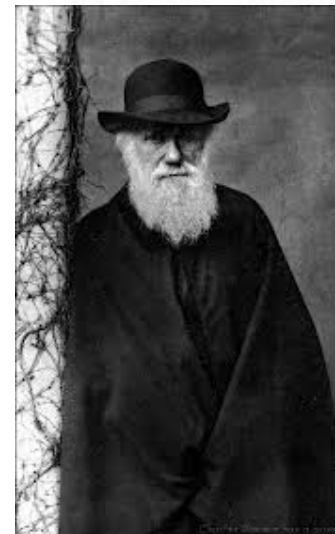
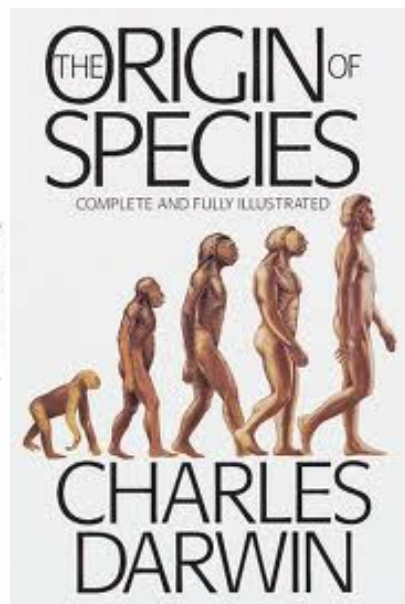
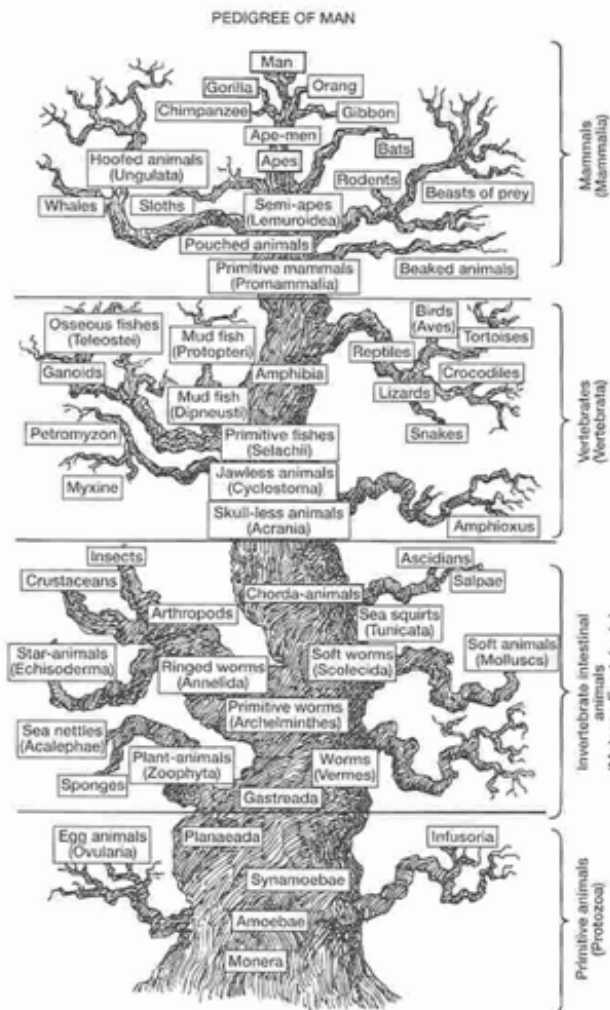
# Principy, přístupy, metody

- Strukturální analýza
- Funkční analýza
- Ekologická analýza
- Evoluční analýza



# Principy, přístupy, metody

- Evoluční teorie



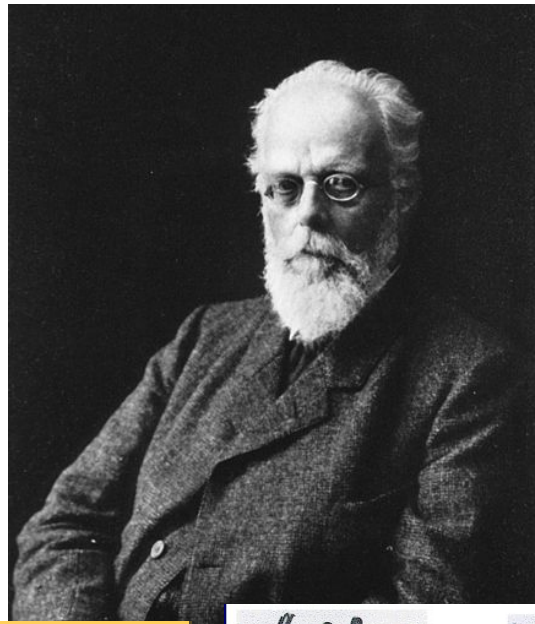


funkčnost selekce na  
fenotypový projev je snadno  
demonstrovatelná v praxi

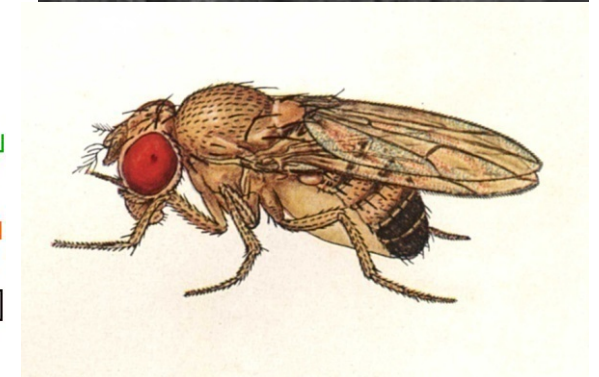
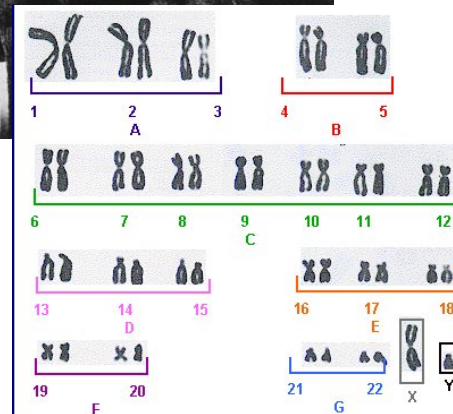


# Principy, přístupy, metody

- Gregor Johann Mendel, August Weisman, Thomas Hunt Morgan

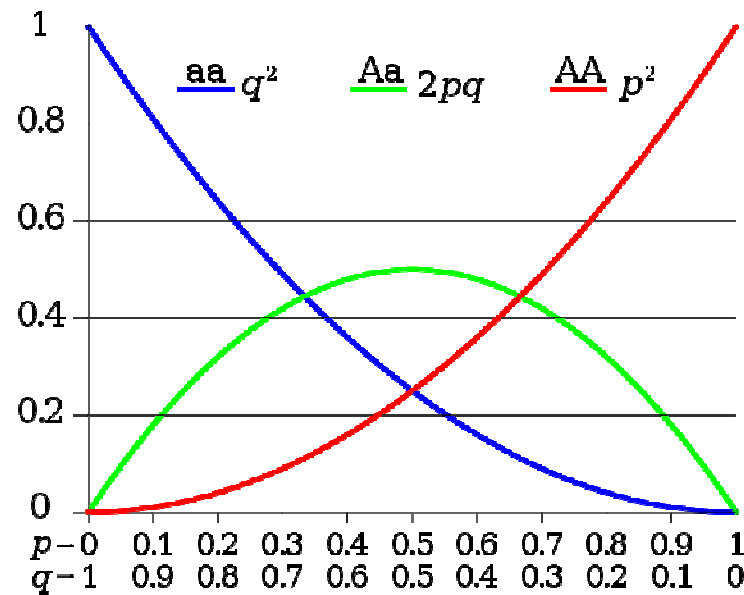


| semeno          |        | květ    | lusk       |        | stonek                        |          |
|-----------------|--------|---------|------------|--------|-------------------------------|----------|
| tvár            | dělohy | barva   | tvár       | barva  | umístění                      | velikost |
|                 |        |         |            |        |                               |          |
| šedý & kulatý   | žluté  | bílá    | plný       | žlutý  | luský a květy podél stonku    | dlouhý   |
|                 |        |         |            |        |                               |          |
| bílý & svrasklý | zelené | fialová | příškrbený | zelený | koncové lusky, vrcholový květ | krátký   |
| 1               | 2      | 3       | 4          | 5      | 6                             | 7        |



# Principy, přístupy, metody

- Populační genetika



*Biston betularia*



# Principy, přístupy, metody

- Neodarwinistická syntéza

Termín zavedl Julian Huxley

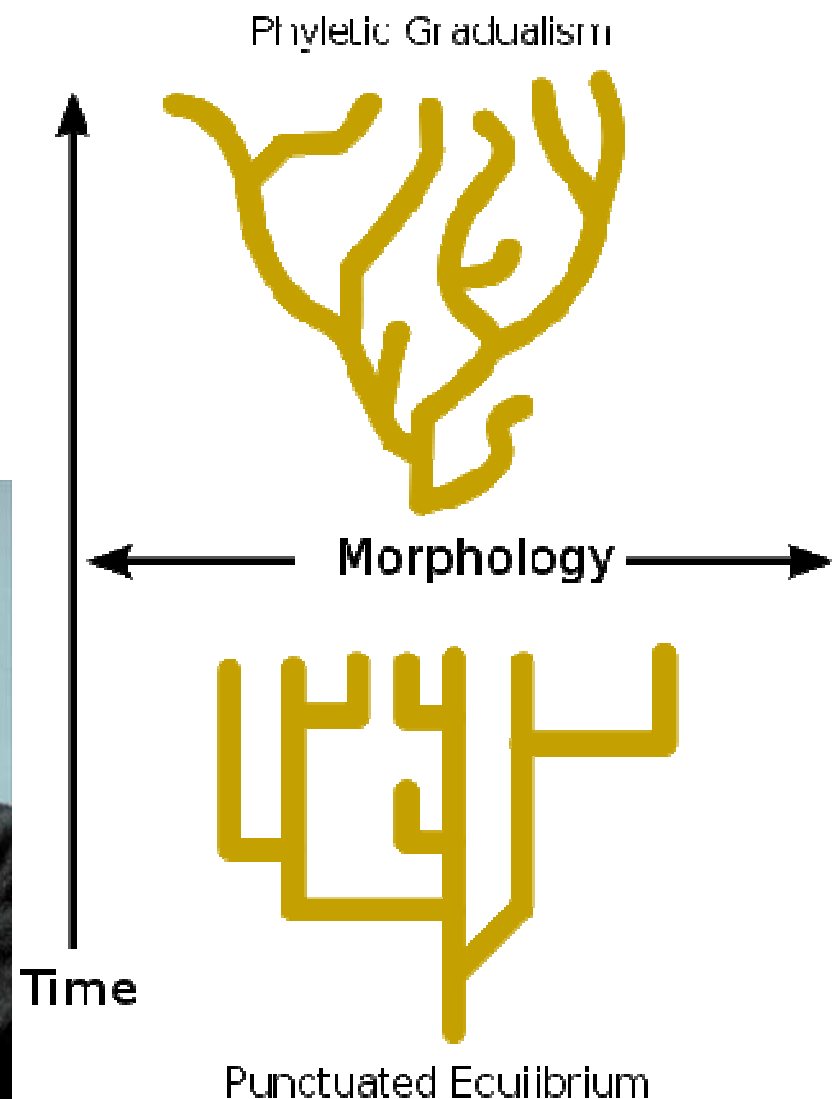
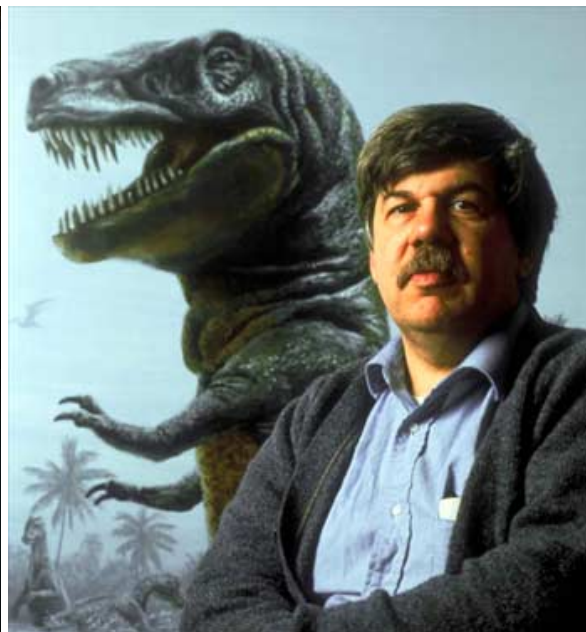
ve své knize Evolution: The Modern Synthesis  
z roku 1942.

Syntéza poznatků z oblasti genetiky, populační genetiky,  
evoluční teorie, mikroevolučních a makroevolučních  
procesů apod.

Též jmenována jako „moderní syntéza“ či „nová syntéza“

# Principy, přístupy, metody

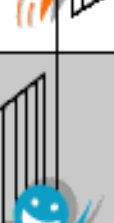
- Modifikace a akcenty
  - Niles Eldredge & S. J. Gould - 1972
  - „Punctuated equilibria“



# Principy, přístupy, metody

- Modifikace a akcenty
  - J. M. Smith „Evolutionary stable strategy“ -1972

**Prisoners' dilemma**

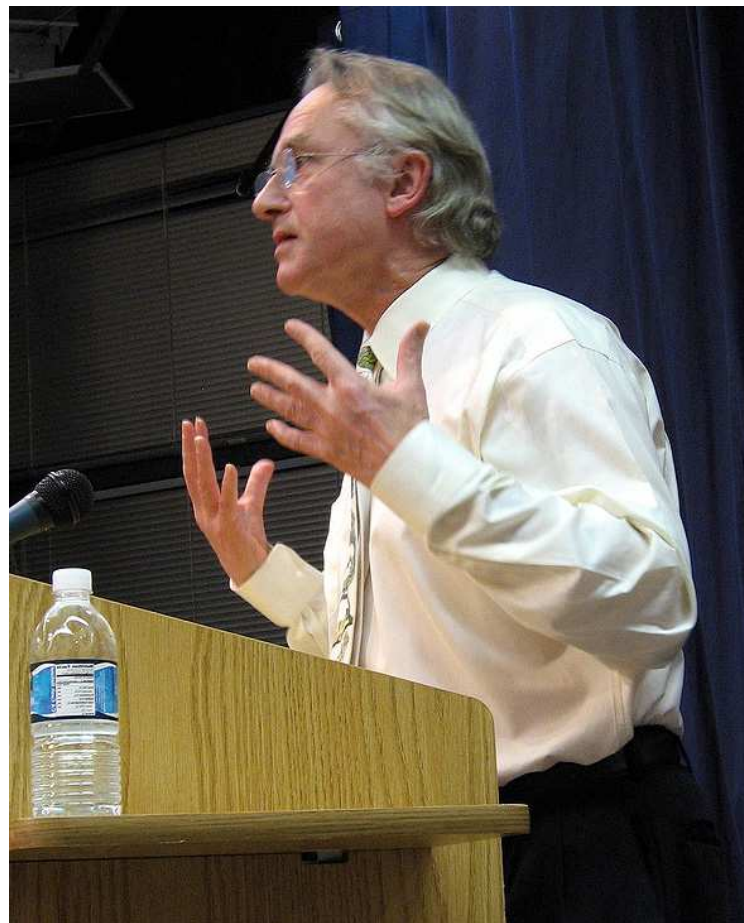
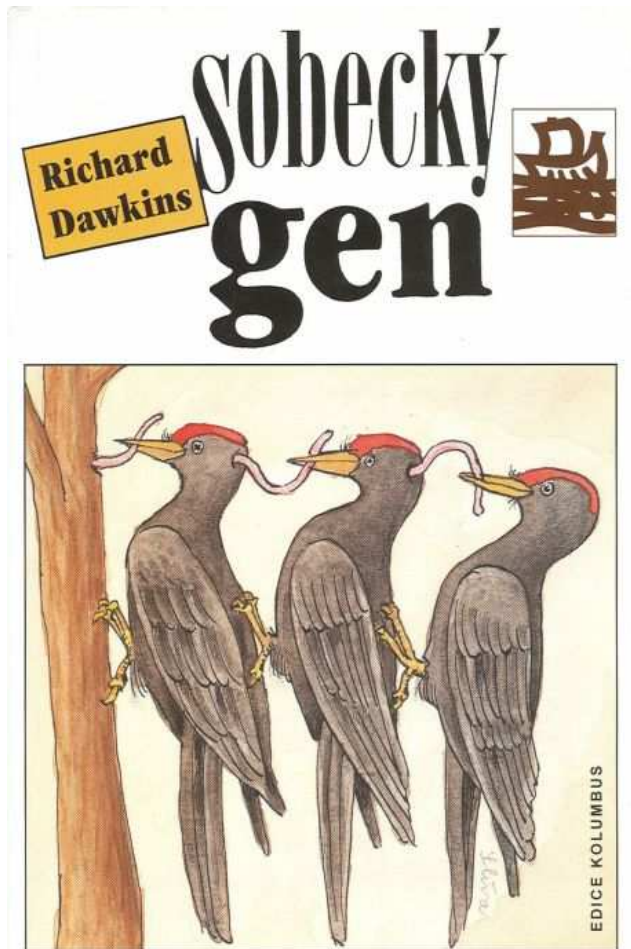
|            |                                                                                                   | prisoner B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|            |                                                                                                   | confess                                                                                                                                                                                                                                                                                     | remain silent                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
| prisoner A | confess         |  5 years  5 years  0 year  20 years |  20 years  0 year  1 year  1 year |  |  |
|            | remain silent  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |

**Biological competition**

|                                                                                                 | hawk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | dove  | bourgeois  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| hawk         |  lose -5 offspring<br> lose -5 offspring<br> gain +10 offspring<br> gain none, lose none<br> gain +2.5 offspring<br> lose -2.5 offspring         |                                                                                          |                                                                                               |
| dove       |  gain none, lose none<br> gain +10 offspring<br> gain +2 offspring<br> gain +2 offspring<br> gain +1 offspring<br> gain +6 offspring |                                                                                          |                                                                                               |
| bourgeois  |  lose -2.5 offspring<br> gain +2.5 offspring<br> gain +6 offspring<br> gain +1 offspring<br> gain +5 offspring<br> gain +5 offspring |                                                                                          |                                                                                               |

# Principy, přístupy, metody

- Modifikace a akcenty
  - R. Dawkins – „The Selfish Gene“ 1976

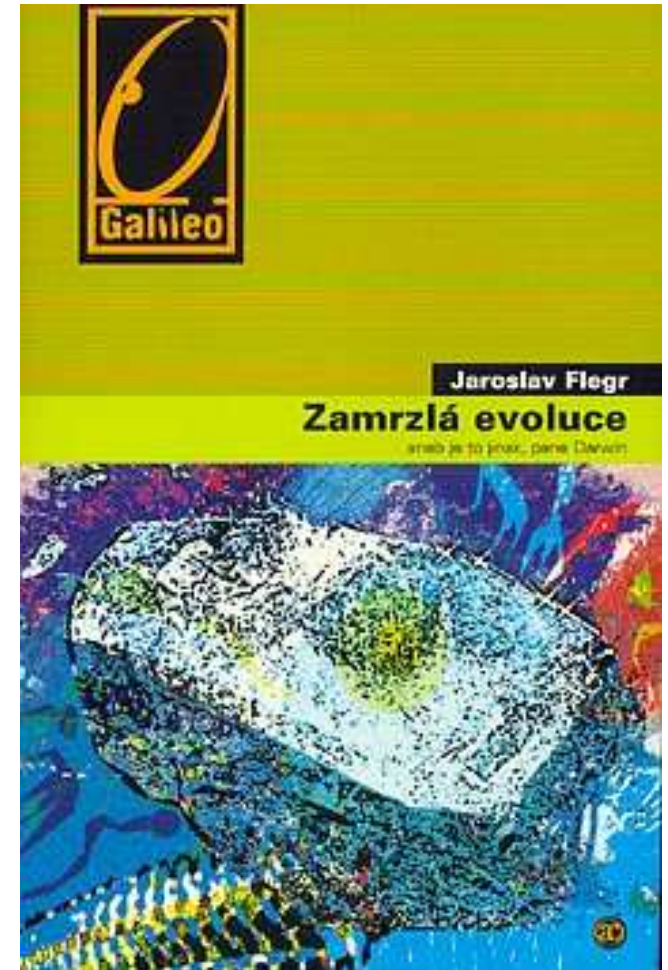


"the quality of being copied by a Darwinian selection process,,

Vysvětlení altruismu u příbuzných, eusociality hmyzu apod.

# Principy, přístupy, metody

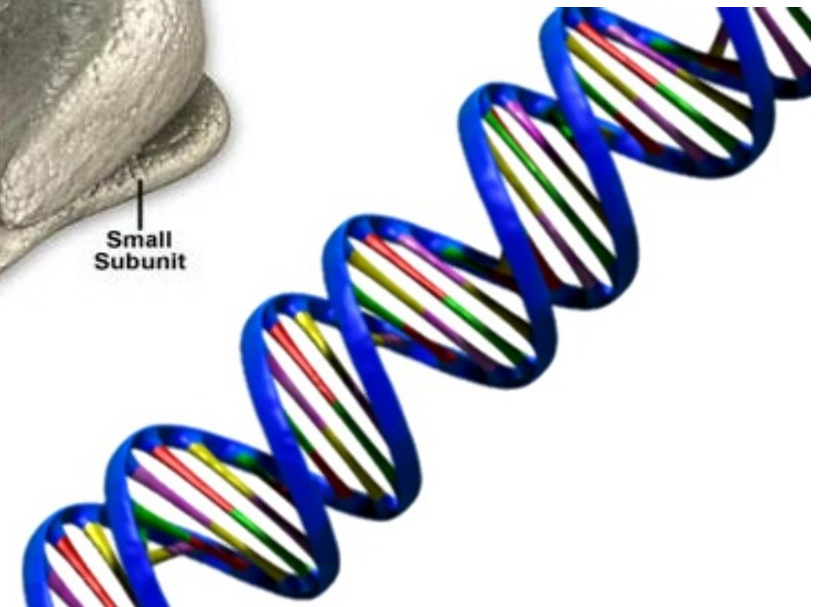
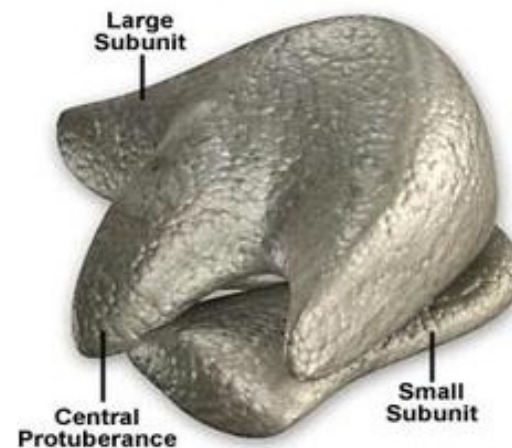
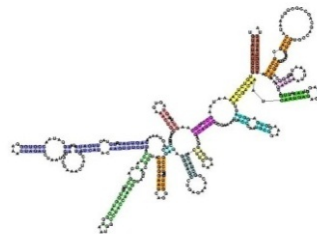
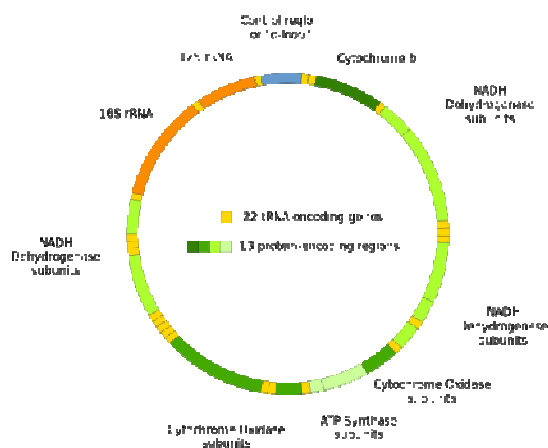
- Modifikace a akcenty
  - J. Flegr – „Frozen evolution“ 1998



Flegr J. On the "origin" of natural selection by means of speciation. 1998,  
Riv Biol - Biol Forum 91:291-304.

# Principy, přístupy, metody

- Molekulární systematika
  - Porovnání sekvencí nukleotidů (homologické geny s vhodnou mutační rychlostí)
    - rRNA
    - mtDNA
    - cytb



# Principy, přístupy, metody

- „EVO-DEVO“
  - spojení evoluční (evolutionary) a vývojové (developmental) biologie
  - studium průběhu ontogeneze a jejího řízení

# Principy, přístupy, metody

- „EVO-DEVO“
  - určení **anteroposteriorní osy** (určují vývojové geny mateřské buňky vyživující vajíčko, později vlastní geny zygoty)
  - **homeotické** (selektorové) geny (určují identitu a vývoj jednotlivých tělních segmentů)

# Principy, přístupy, metody

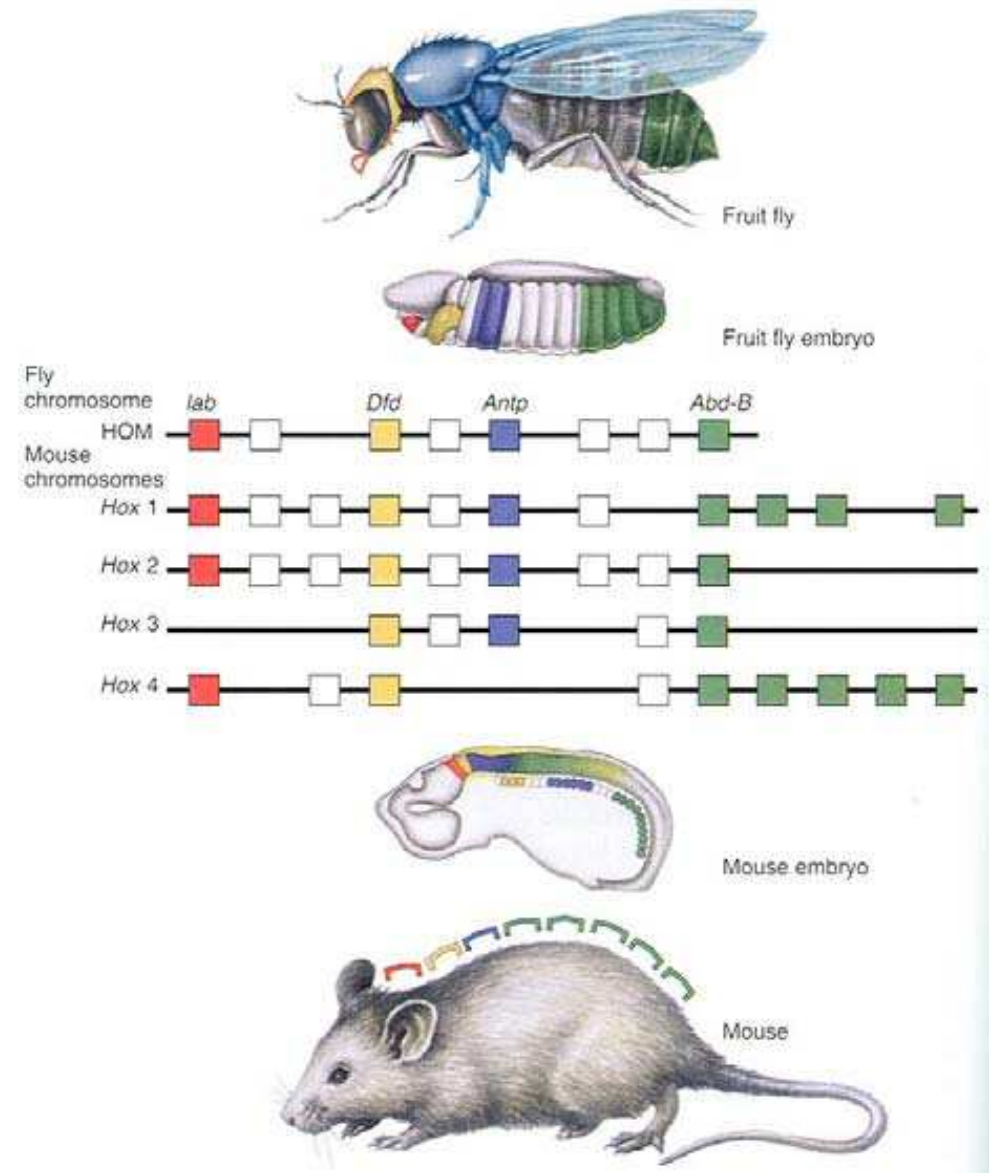
- „EVO-DEVO“

- **homeobox** – vysoce konzervativní sekvence (180 bp DNA) na začátku homeoboxových genů (neplést s Hox geny – to je podmnožina homeoboxových genů) (přítomen u různých skupin živočichů a dalších Eukaryot – rostliny, houby) → časný evoluční původ, zásadní funkční význam produktů *homeobox* → *homeodoména* – peptid vážící se na DNA → ovlivnění exprese dalších genů

# Principy, přístupy, metody

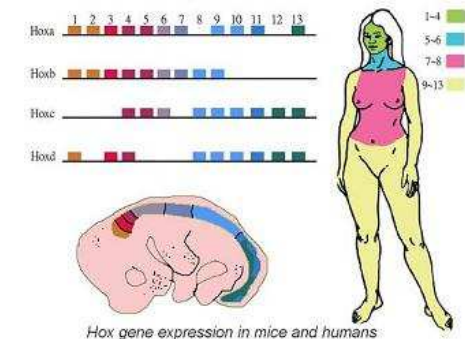
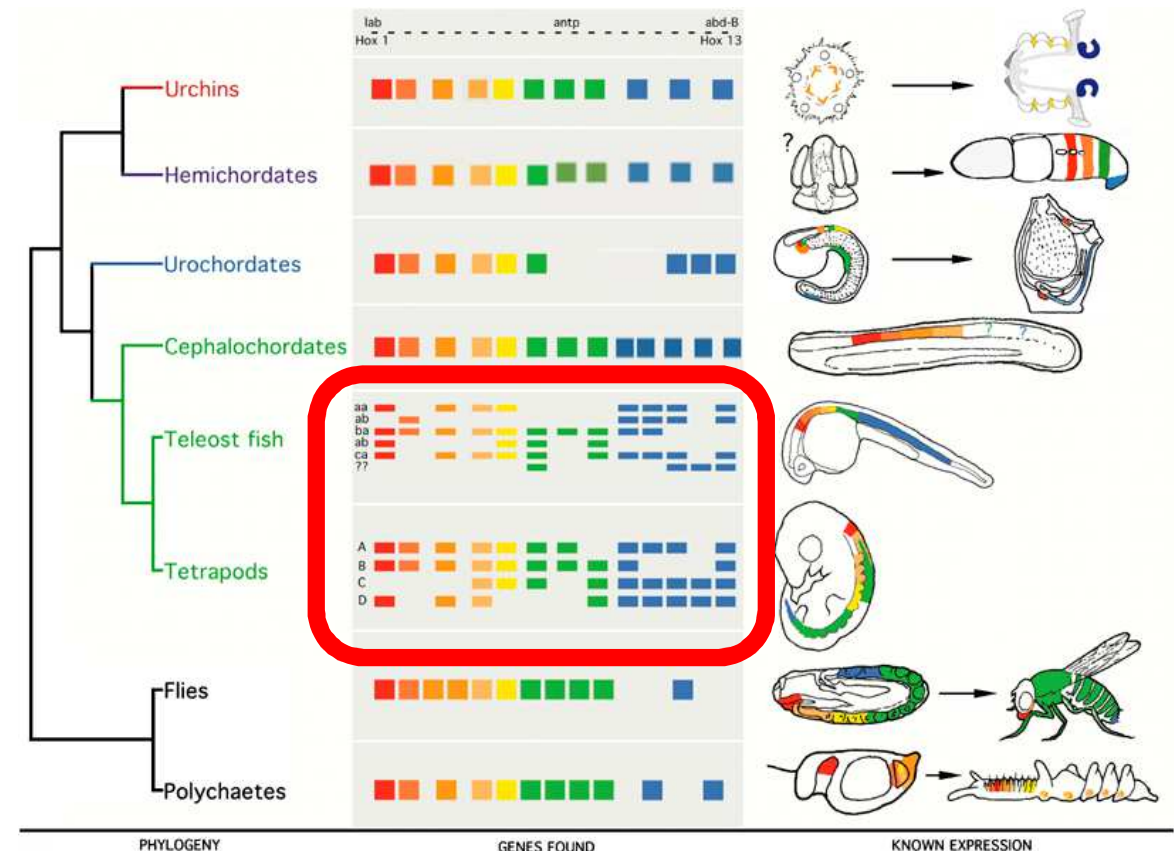
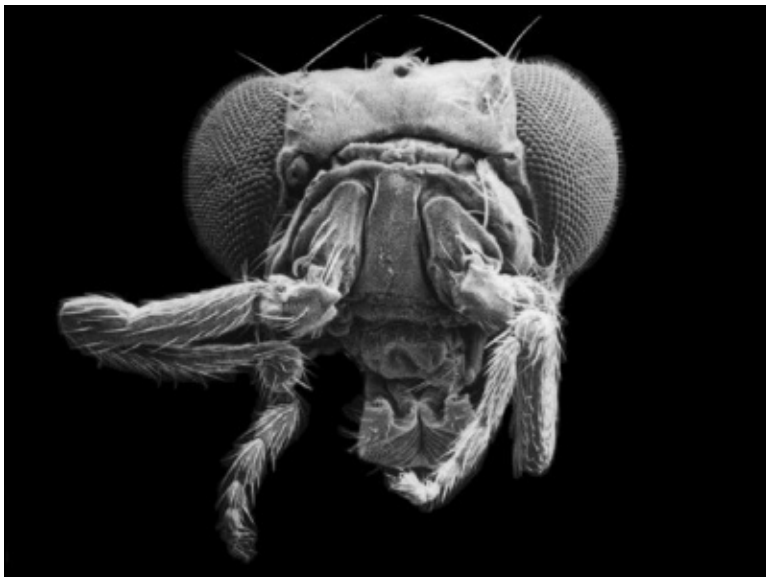
- „EVO-DEVO“

- *HOX* geny – podmnožina homeoboxových genů
- nejdůležitější!
- exprimují se sekvenčně
- účinek každého z nich závisí na projevu předcházejícího
- uspořádány důsledně za sebou (5') → (3')
- pořadí odpovídá umístění na předozadní ose těla



# Principy, přístupy, metody

- „EVO-DEVO“
  - mutace vyvolávají rozsáhlé změny celých tělních částí (ztráta, duplikace, deformace segmentů)



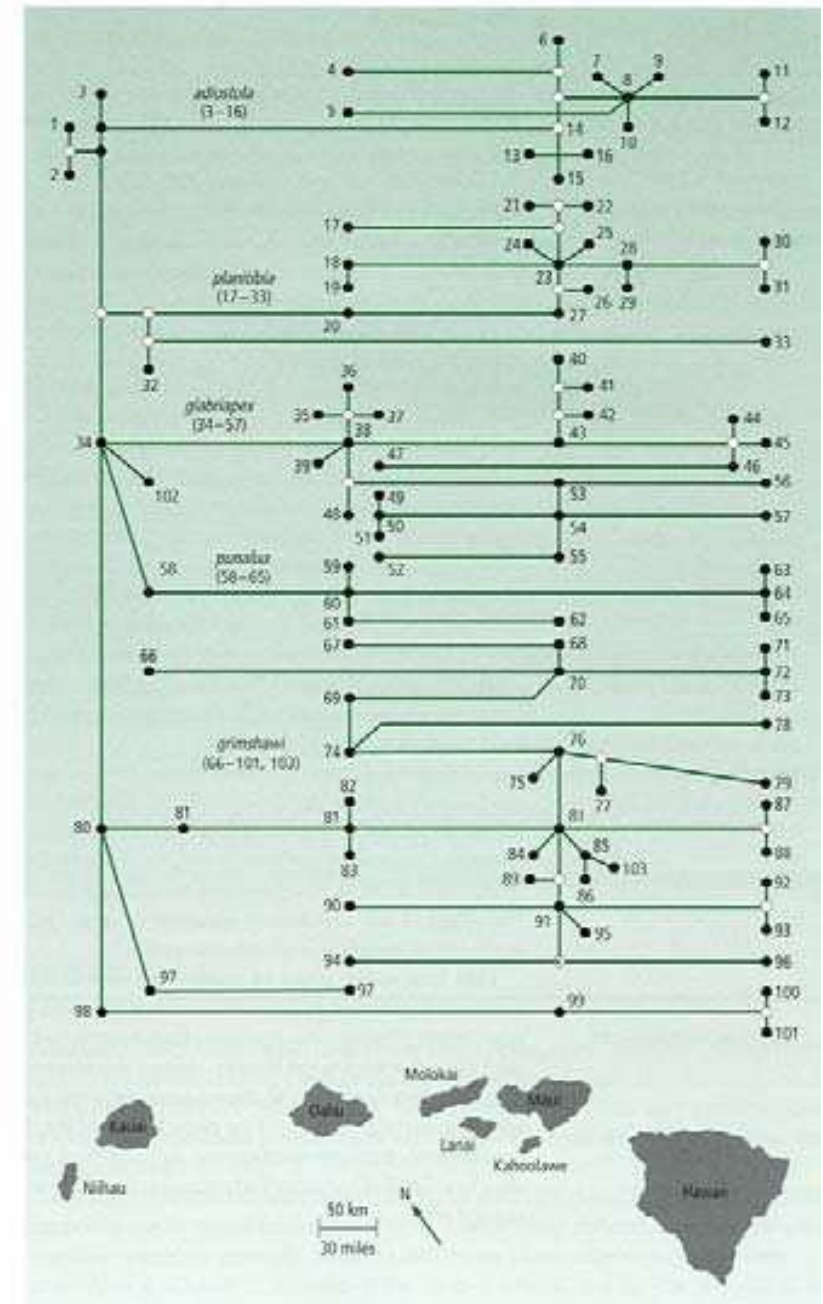
# Principy, přístupy, metody

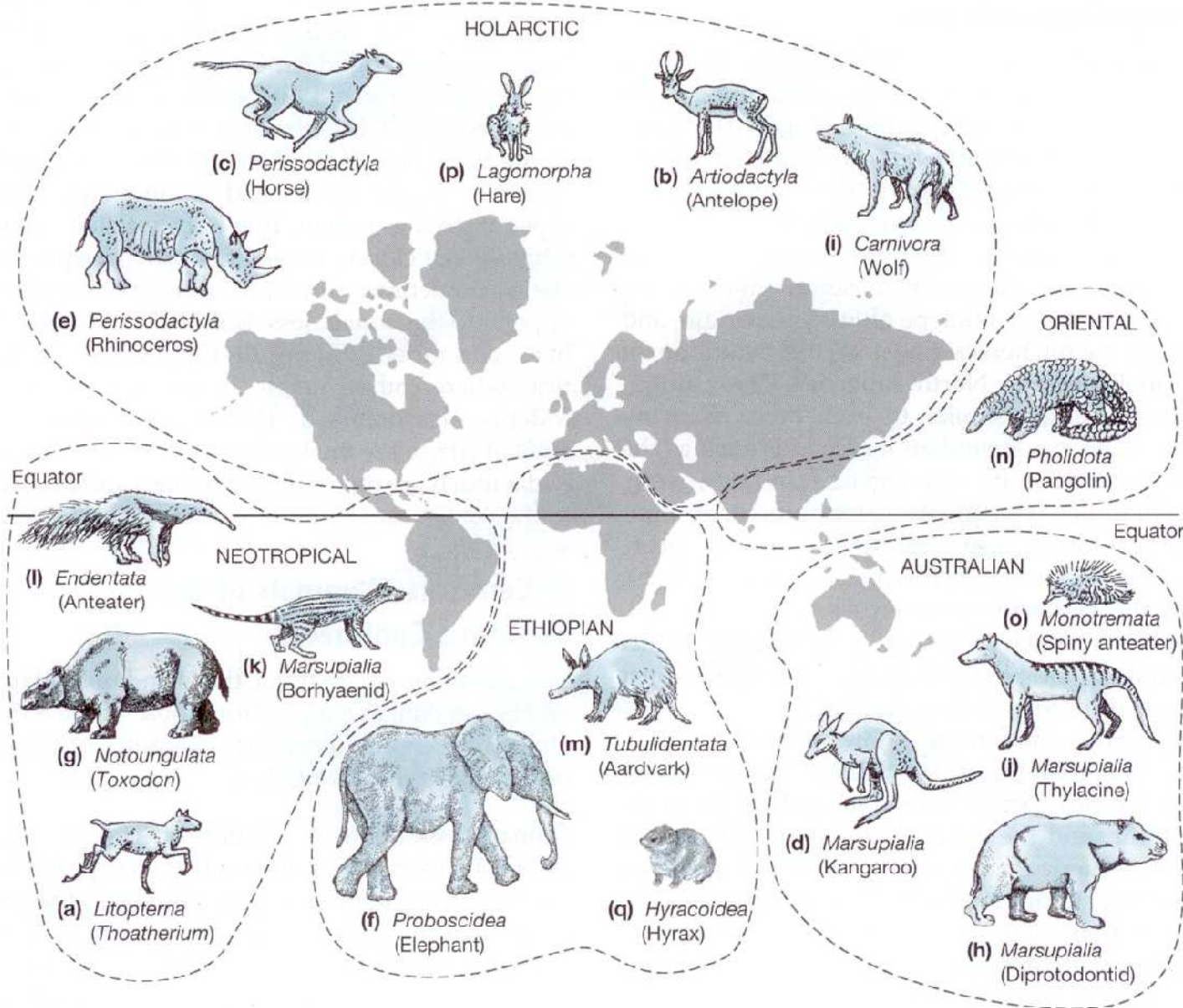
- „EVO-DEVO“ - **Modifikace neodarwinistické syntézy**
  - Původní představa: odlišné organizmy konstruovány dle odlišných principů a odlišnými geny; evoluce se děje duplikacemi a následnými pozvolnými, kumulativními změnami na úrovni genů a proteinů
  - Současná představa: distantní organizmy sdílejí identické vývojové komponenty, liší se ale tom, jak je používají a kombinují. Evoluce není o záměnách v sekvencích (mutace), ale převážně o regulačních změnách, které zapínají/vypínají vývojové moduly. Evoluce je změna „naprogramování“ stejných komponent.

# Principy, přístupy, metody

- Biogeografie
  - Evoluční vztahy havajských octomilek na základě chromozomových změn.
  - Kladogram ukotven na základě geochronologie ostrovů a porovnáním s blízce příbuznými octomilkami jihoamerickými

**Figure 15.27**  
Phylogeny of 103 species of Hawaiian fruitflies (*Drosophila*) of the picture-wing group. The unrooted tree was inferred by patterns of chromosomal inversions. The tree can be rooted by geochronology of the islands, and comparison with closely related fruitflies in South America. Some details of the tree are inferred by biogeography rather than inversion patterns. Species shown as ancestors may actually be descendants of the (now lost) ancestor. The phylogenies shown above correspond to the islands below. Redrawn, by permission of the publisher, from Ridley (1986).





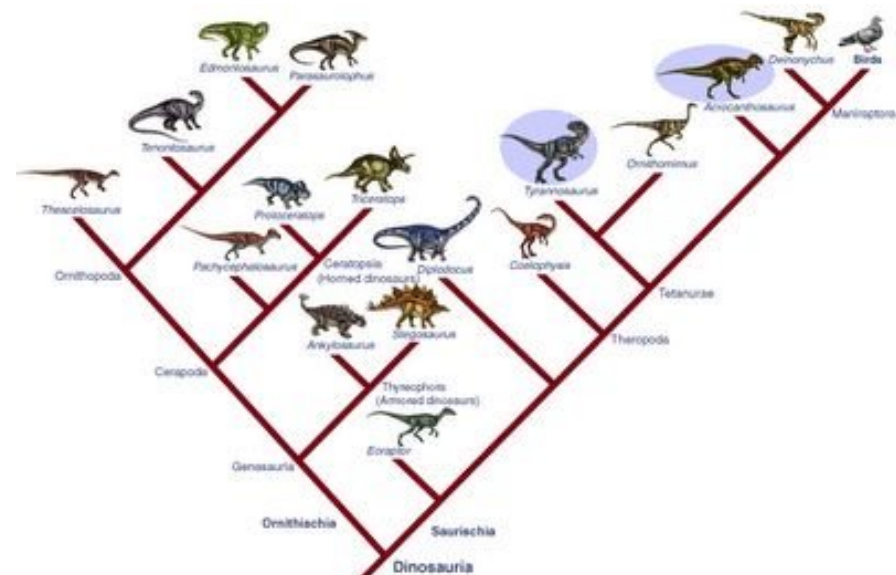
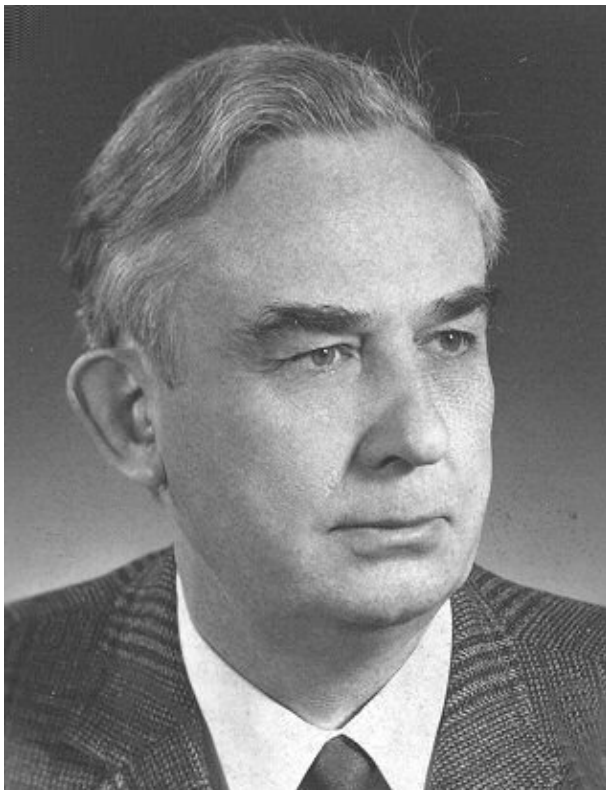
▲ **FIGURE 20-17** Radiation and convergence of mammals evolving in isolation during the Cenozoic era. Mammals are grouped with landmasses on which they probably originated. Major biogeographical regions of the world today are illustrated. Current convention, reflecting the historical patterns of colonization by Europeans, is to call American continents the New World and other conti-

nents (including Australia) the Old World. The northern continents, North America and northern Eurasia, can be grouped together as Holarctica; they can be further subdivided into the Nearctic (North America, including Greenland) and the Palaearctic (Europe and northern Asia, including Asia Minor). India and Southeast Asia fall within the tropics and together are called the Oriental region. Africa

(including Madagascar) forms the Ethiopian or African region. The Ethiopian and Oriental regions are sometimes grouped together as the Old World Tropics, or Paleotropics. South and Central America form the Neotropical region, or New World Tropics. Australia and associated islands (including New Guinea, Tasmania, and New Zealand) make up the Australian region.

# Principy, přístupy, metody

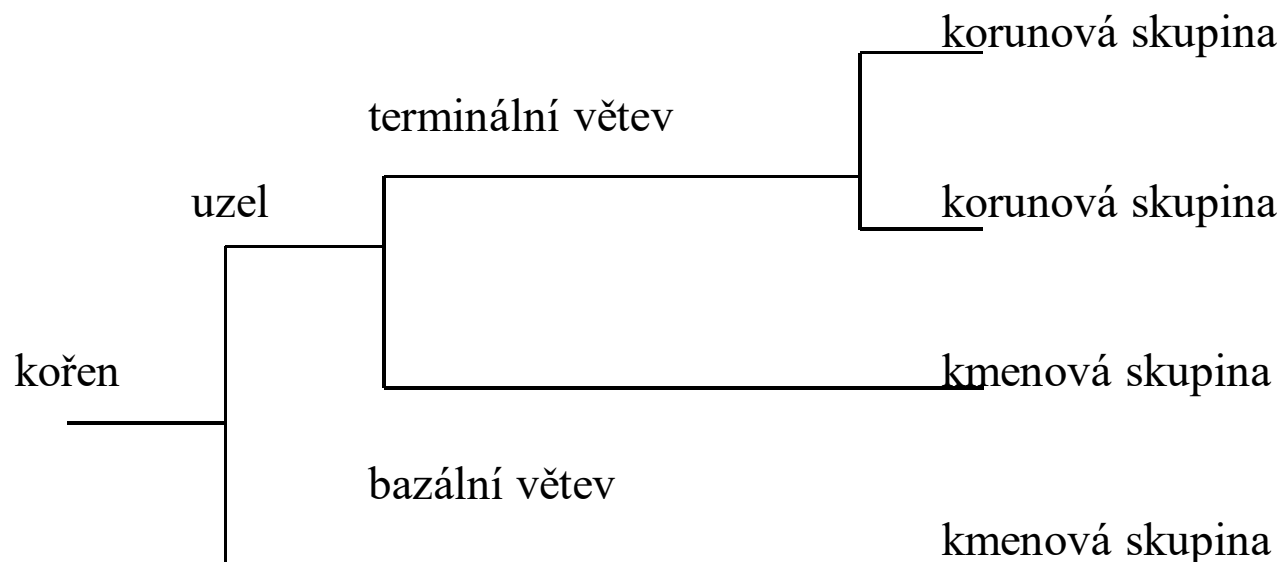
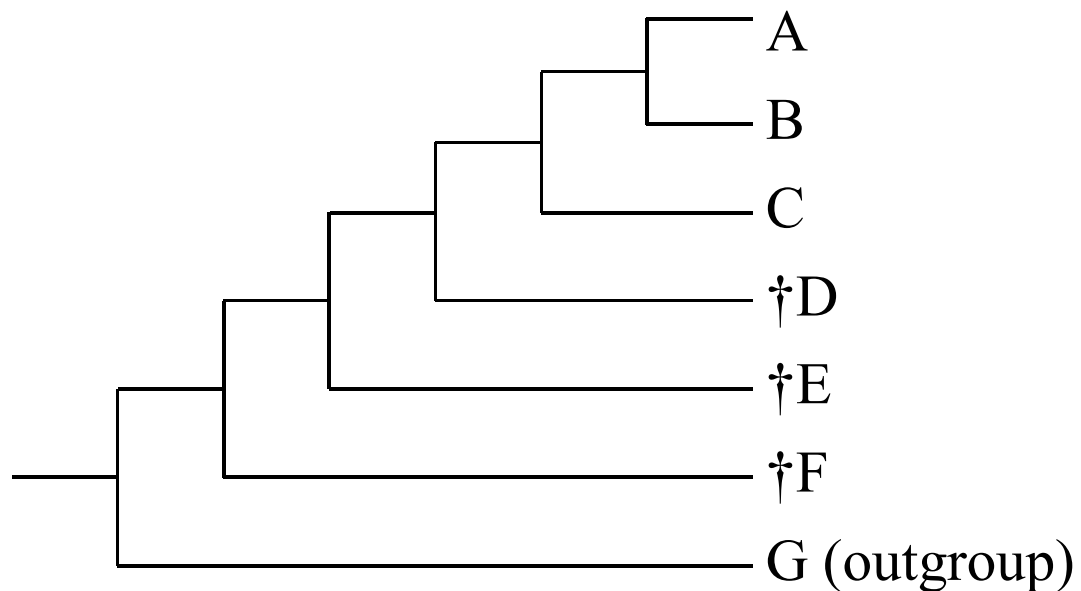
- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - Willi Henig (1913-1976)



# Principy, přístupy, metody

- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - **kladogram** – hypotéza o příbuzenských vztazích (společný předek)
  - **štěpení** evolučních linií je právě ta událost umožňující objektivní klasifikaci
  - hierarchické umístění taxonu v kladogramu dle mnoha sdílených podobných (homologických) znaků. Nikoliv na základě náhodně vybraných podobností.

# Principy, přístupy, metody



# Principy, přístupy, metody

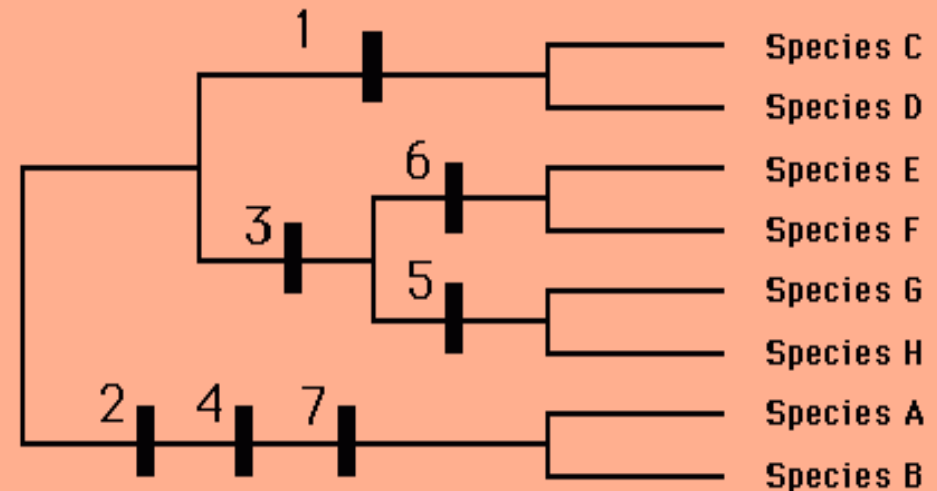
- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie

rozdělení znaků a jejich stavů podle jejich vývojového původu a charakteru jejich výskytu mezi druhy (nebo vyšší taxony)

- **Testovatelné!**

Phylogeny of 8 species based on DNA sequencing

|           | 1      | 2      | 3        | 4        | 5       | 6       | 7        |
|-----------|--------|--------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Species A | ACCAGC | CTGTGC | ATCGATG  | ACGACTA  | AGTGATA | ACCATAA | AGACT    |
| Species B | ACCAGC | CTGTGC | ATCGATG  | ACGACTA  | AGTGATA | ACCATAA | AGACT    |
| Species C | ACGAGC | ATGTGC | ATCGATG  | GCCGACTA | AGTGATA | ACCATAA | ATGACT   |
| Species D | ACGAGC | ATGTGC | ATCGATG  | GCCGACTA | AGTGATA | ACCATAA | ATGACT   |
| Species E | ACCAGC | ATGTGT | TATCGATG | GCCGACTA | AGTGATA | ACCA    | AAATGACT |
| Species F | ACCAGC | ATGTGT | TATCGATG | GCCGACTA | AGTGATA | ACCA    | AAATGACT |
| Species G | ACCAGC | ATGTGT | TATCGATG | GCCGACTA | AGTGCT  | ACCATAA | ATGACT   |
| Species H | ACCAGC | ATGTGT | TATCGATG | GCCGACTA | AGTGCT  | ACCATAA | ATGACT   |



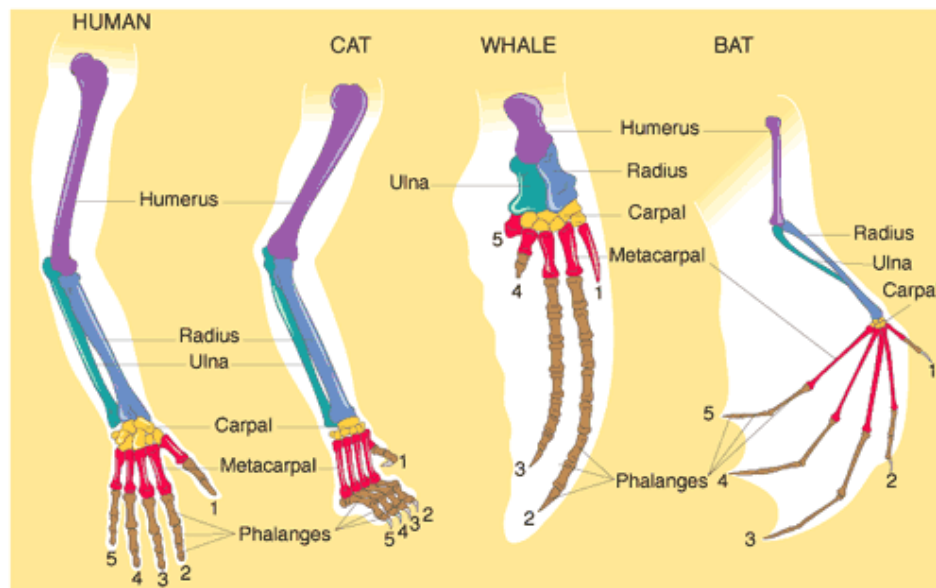
# Principy, přístupy, metody

## Hlavní obory mapující znaky pro hodnocení

- Morfologie (tvar končetin, ukotvení čelisti)
- Genetika (sekvence bází, duplikace genů)
- Embryologie (rýhování, vznik CNS)
- Vývojová biologie (neukončený růst, regulace ontogeneze)
- Fyziologie (ektotermie, forma vylučování N)
- Ekologie (život v podzemí, ve vodě, let)
- Etologie (péče o potomstvo, rozmnožovací syst.)
- Biogeografie

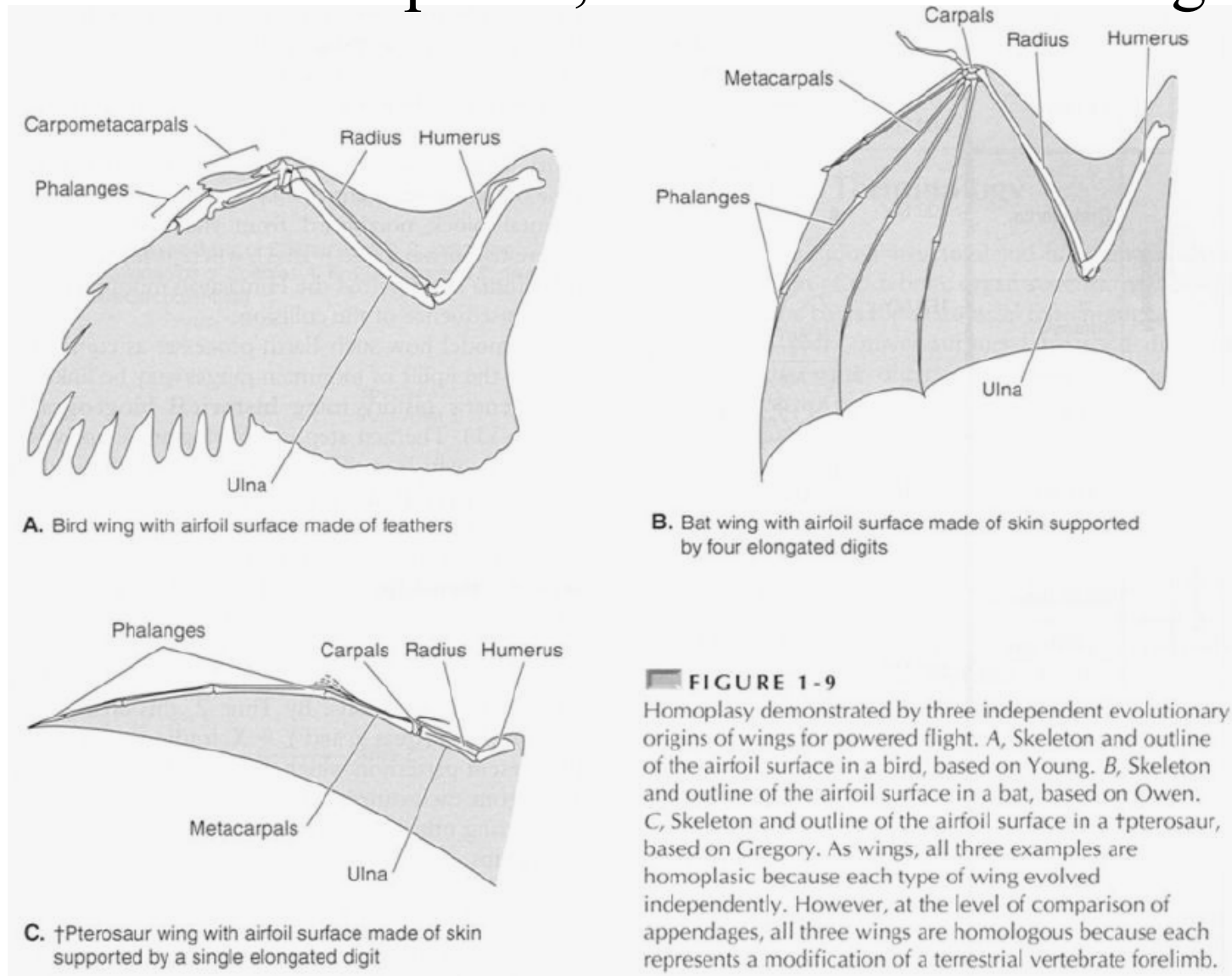
# Principy, přístupy, metody

- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - homologické znaky - strukturální podobnost vyplývající z příbuznosti
    - homologie (vs homoplázie)



# Principy, přístupy, metody

- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - Funkčně homoplázie, strukturálně homologie



# Principy, přístupy, metody

- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - apomorfní vs. pleziomorfní znaky
    - **apomorfie** = nový odvozený znak
    - **synapomorfie** = odvozený znak sdílený daným taxonem
      - definuje monofyletické taxony, vyznačuje příbuzenské vztahy
    - **autapomorfie** = unikátní odvozený znak
      - specifický pro jediný taxon, diagnostický znak

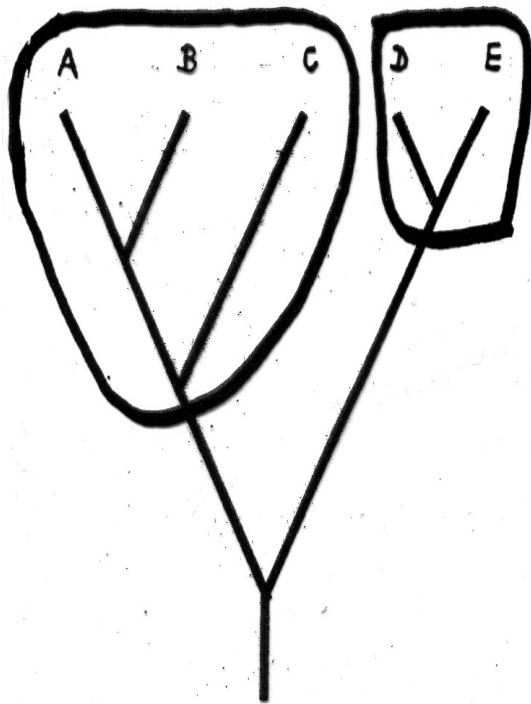
# Principy, přístupy, metody

- Kladistika neboli fylogenetická taxonomie
  - apomorfní vs. pleziomorfní znaky
    - **pleziomorfie** = původní (primitivní, starobylý) znak
    - **sympleziomorfie** = sdílení původních znaků
      - vhodné pro všeobecnou charakteristiku taxonů
      - naznačují charakter příbuznosti

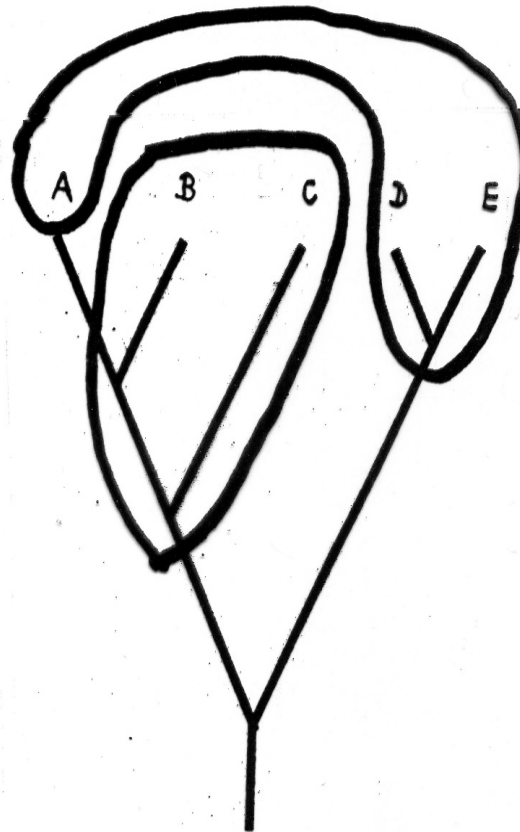
**Monofyletické taxony obsahují společného předka a všechny jeho potomky.**

**Parafyletické taxony některou z těchto podmínek nesplňují.**

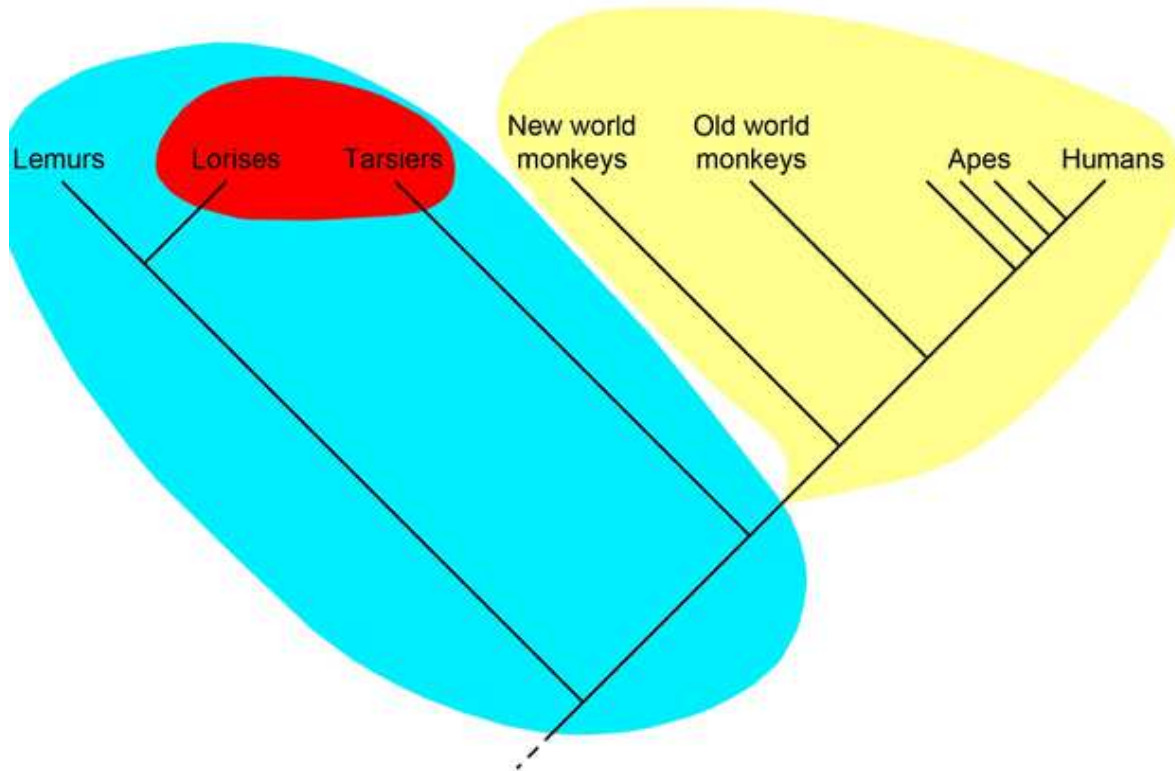
**Monofyletické taxony**



**Parafyletické taxony**



Monofyletický taxon (žlutý),  
Parafyletický taxon (tyrkysový)  
Polyfyletický taxon (červená)



**Parafyletické taxony** např.  
ryby (nezahrnuje tetrapoda)  
plazi (nezahrnuje ptáky)  
opice (nezahrnuje lidoopy)

**Polyfyletické taxony** např.

poloopoice  
teplokrevní živočichové  
Edentata

# System

- Je základem
  - definuje taxony a poskytuje podklad a oporu dalším biologickým disciplínám
- Je vrcholem
  - multioborová disciplína vyžadující schopnost syntézy poznatků pocházejících z velkého množství odvětví současné biologie
  - není to škatulkování, ale fundovaná rekonstrukce evolučních vztahů organismů

# Systematika jako vědní obor

- Věnuje se testování hypotéz
- Klasifikaci a třídění
- Analyzuje znaky (*JAK?*, *PROČ?*)
- Sběr dat není cílem, ale prostředkem
- Hledáme vysvětlení pozorovaných jevů
- Odlišení korelace od kauzality

# Systematika jako vědní obor

- existuje **jediný** přirozený = správný systém, který je obrazem jednou proběhlých evolučních procesů a změn (= fylogenetický systém)

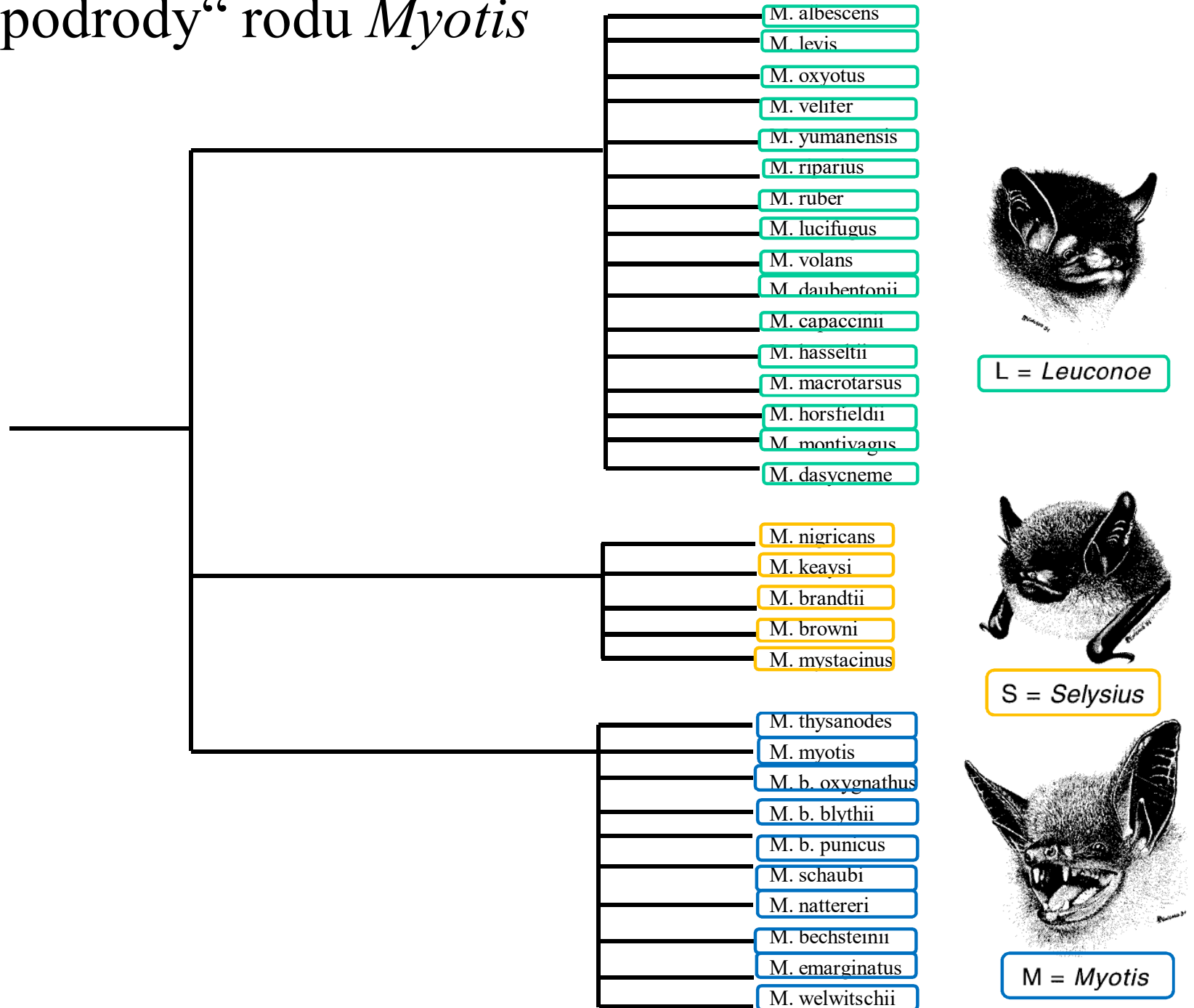
# Proč je klasifikace jen hypotéza?

- vážení znaku (morfol. struktura vs. fyziol. výbava)
- konflikt morfologických a molekulárních dat
- neúplnost paleontologických dat
- dlouhé evoluční větve (viz „kruhoústí“)
- interpretace pozorování (viz paleontologie)
- archetyp vs. existující kombinace znaků

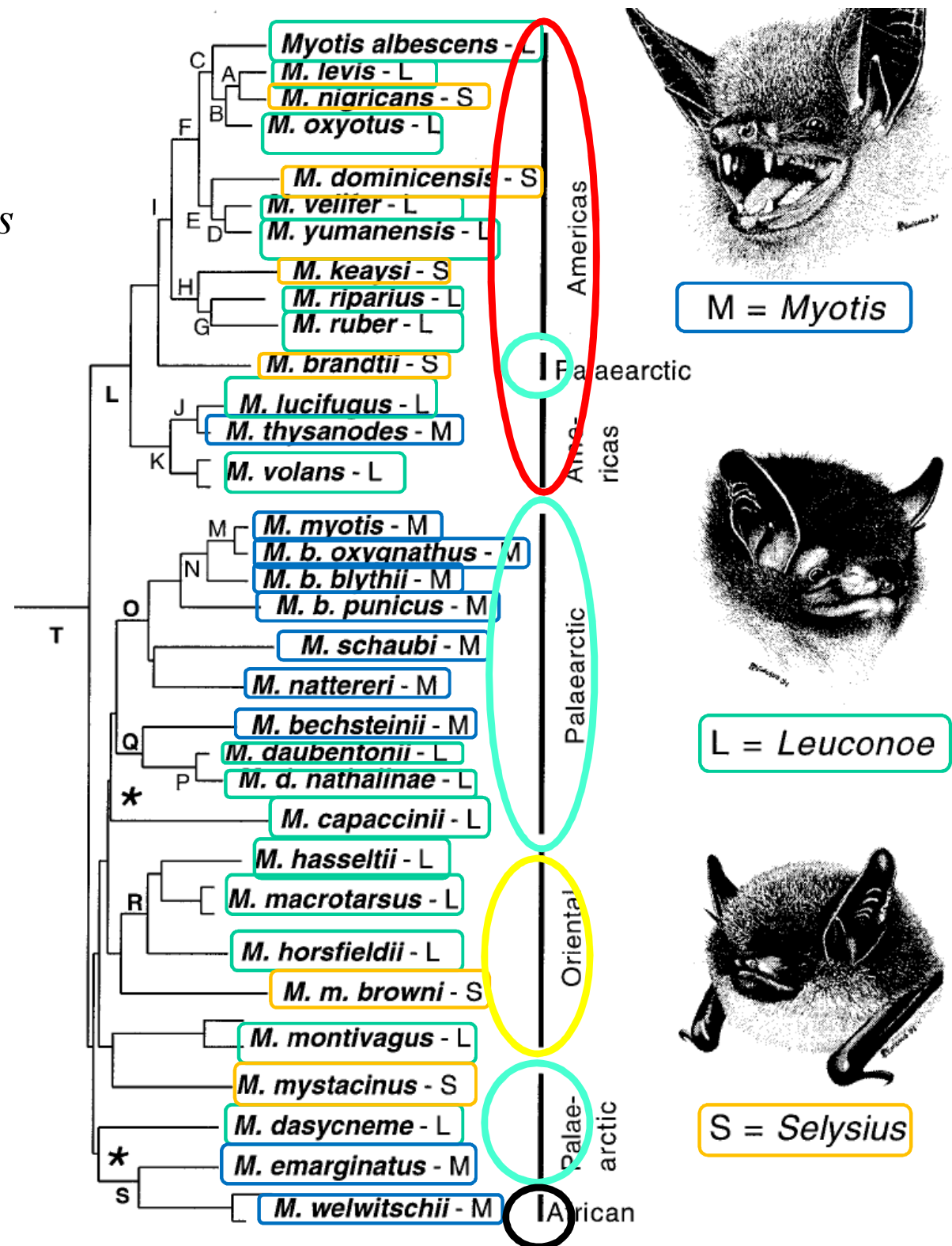
# Kauza „podrody“ rodu *Myotis*

**Ruedi, M. & F. Mayer (2001):** Molecular Systematics of Bats of the Genus *Myotis* (Vespertilionidae) Suggests Deterministic Ecomorphological Convergences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **21**(3): 436–448.

# Kauza „podrody“ rodu *Myotis*

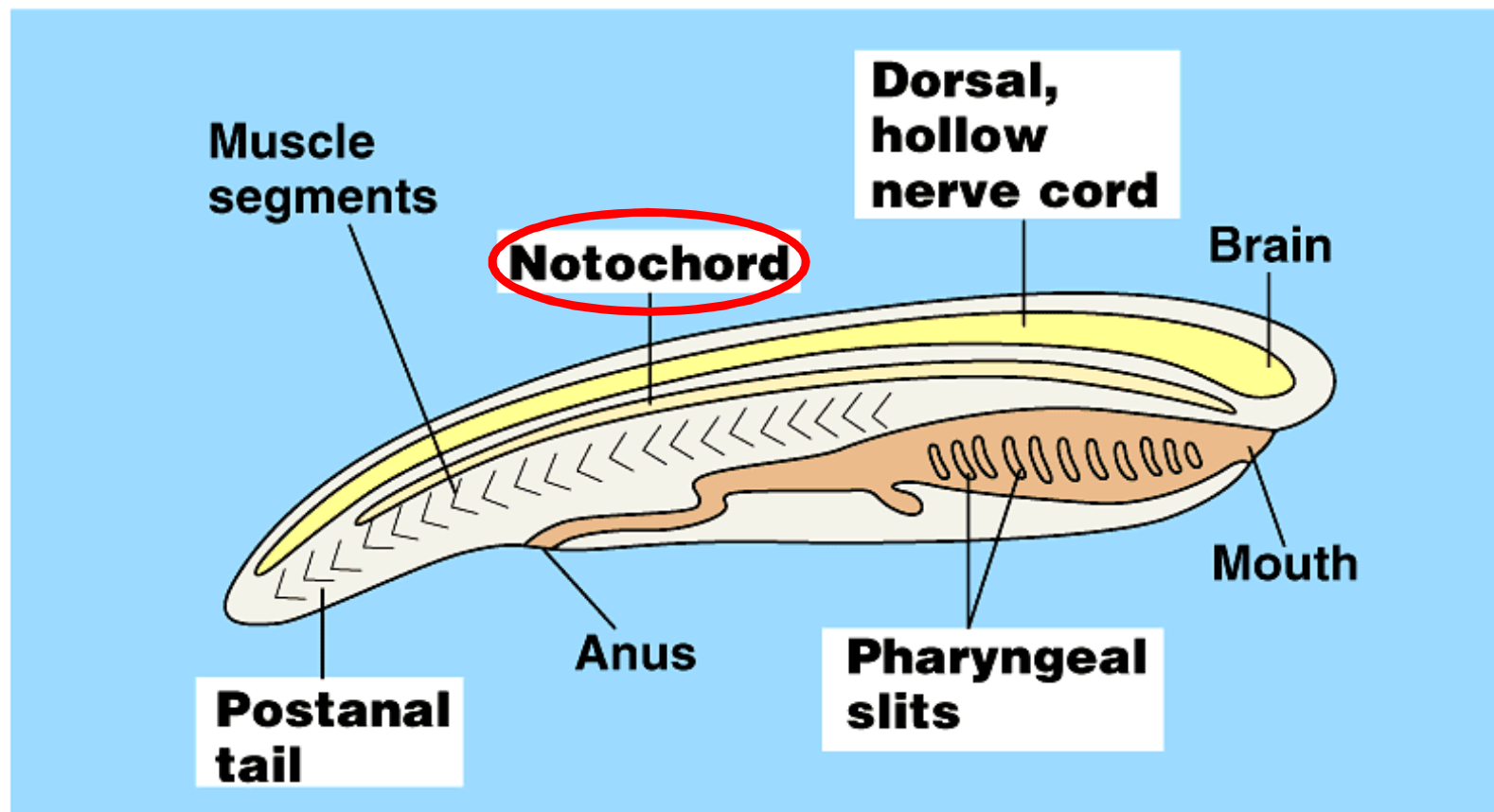


Kauza „podrody“ rodu *Myotis*



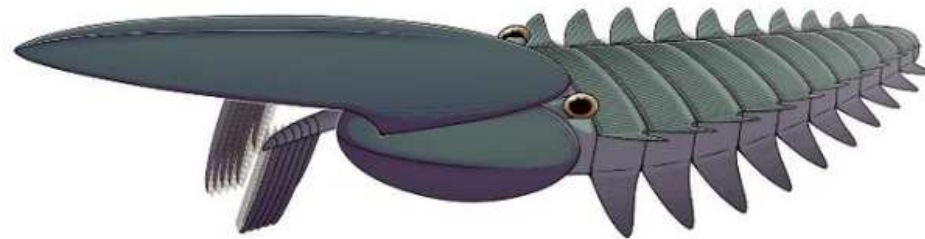
# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

- vnitřní kostra, základem je chorda dorsalis (notochord)



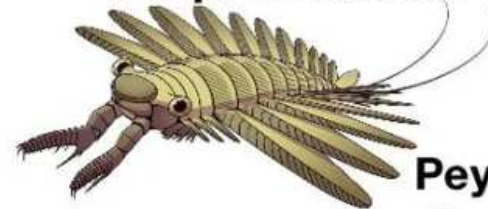
Vznik struny hřbetní jako selekční výhoda: velmi rychlý pohyb, únik před (kambrickými) predátory

**Aegirocassis**



Jun (@ni075)

**Amplectobelua**



**Peytoia**



**Anomalocaris**



**Cambroraster**



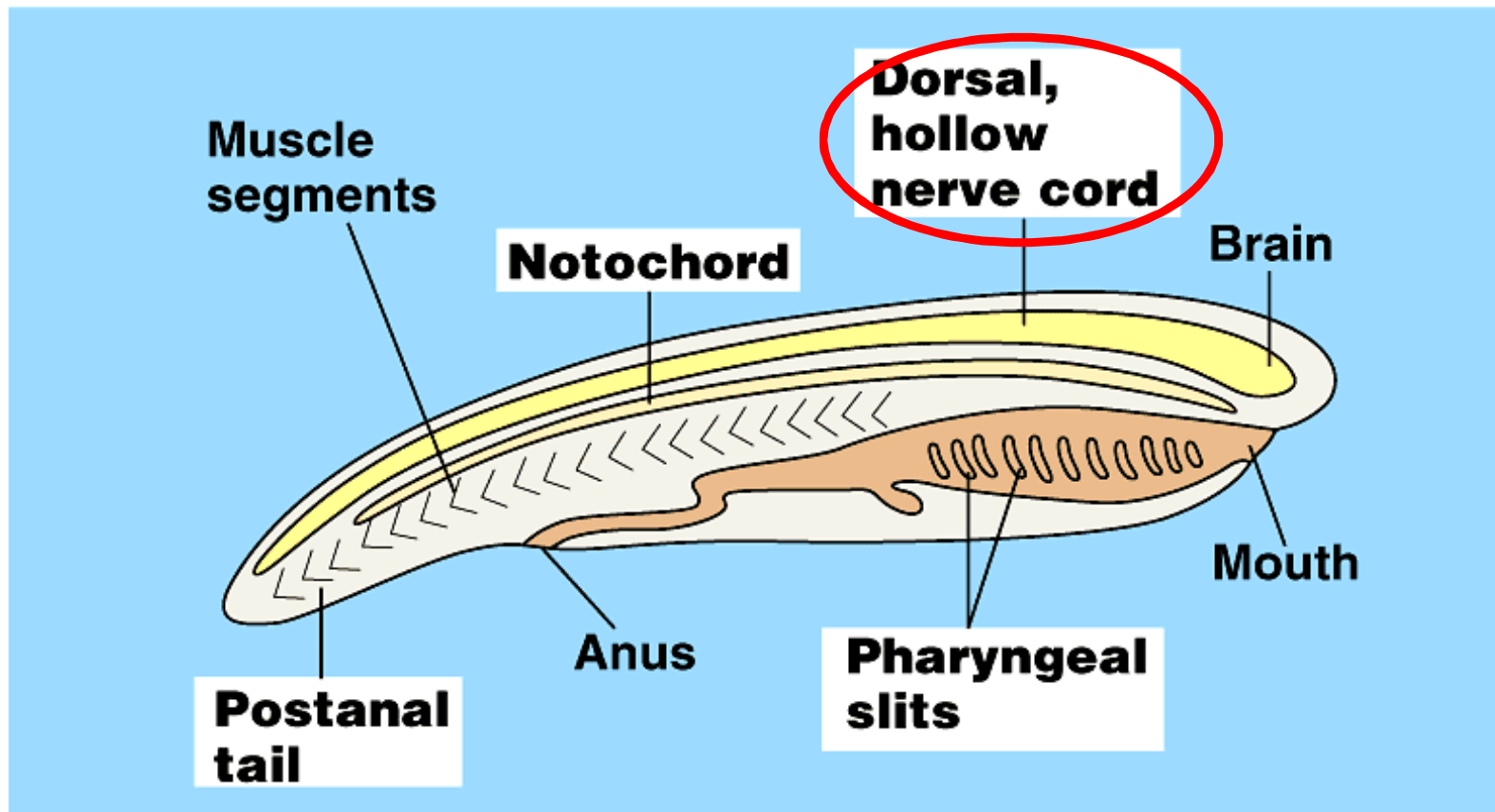
**Hurdia**

**Titanokorys**



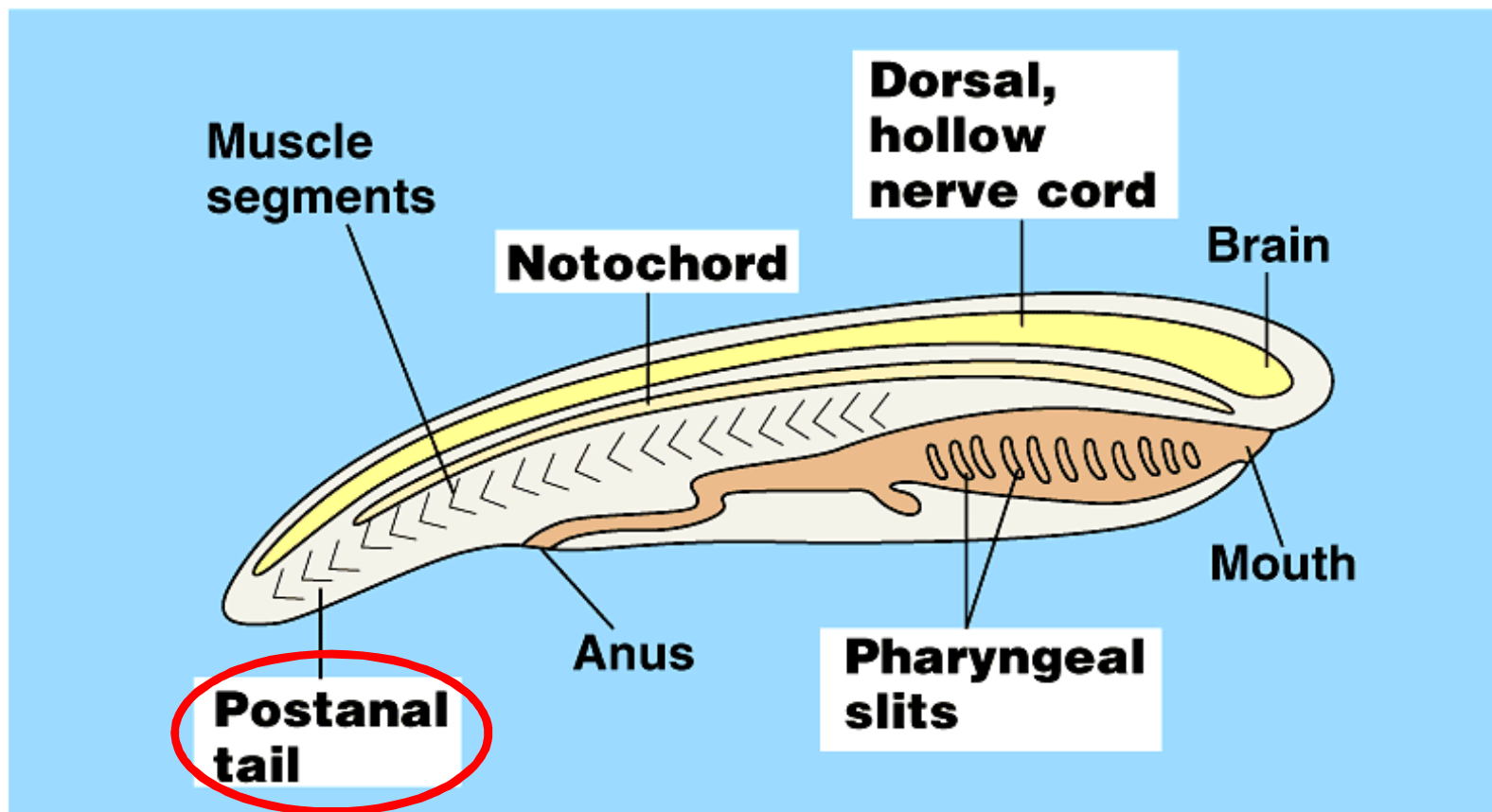
# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

- trubicovitá nervová soustava uložena nad chordou (a zároveň i nad trávicí trubicí)



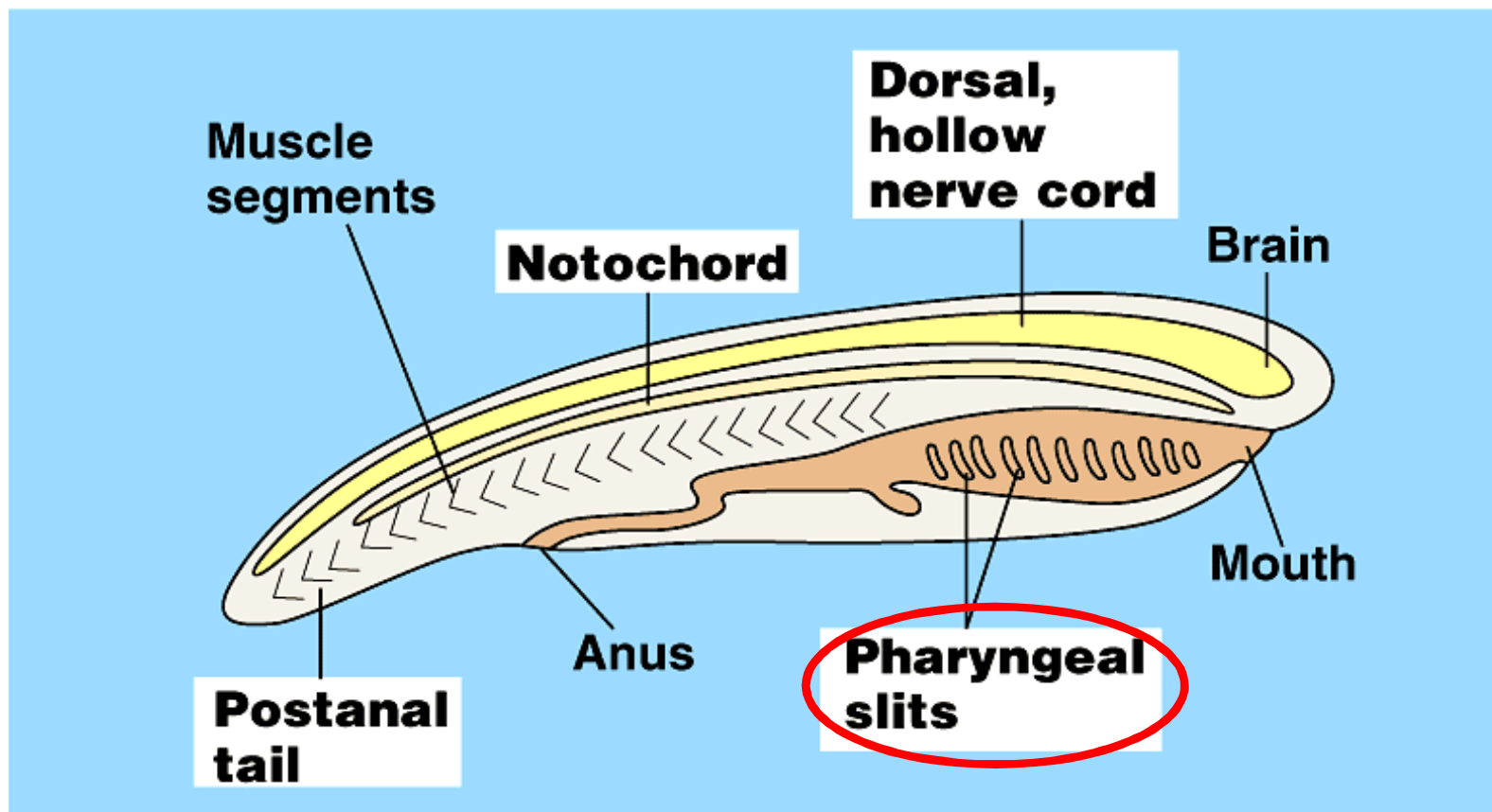
# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

- ocas (část těla za řitním otvorem) - hlavní pohybový orgán

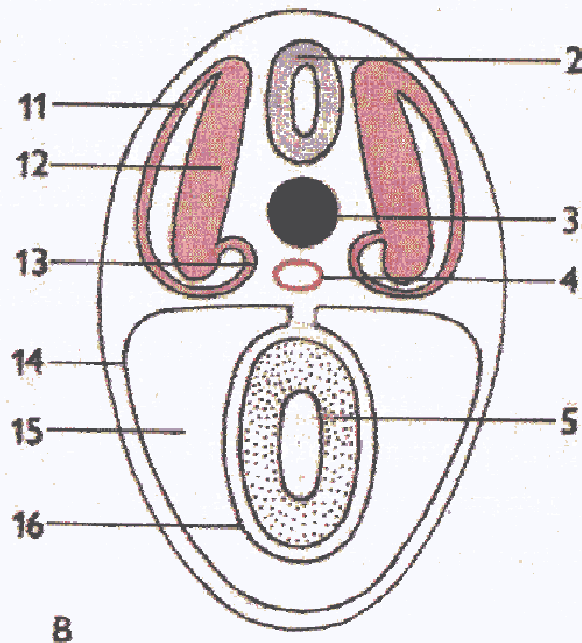
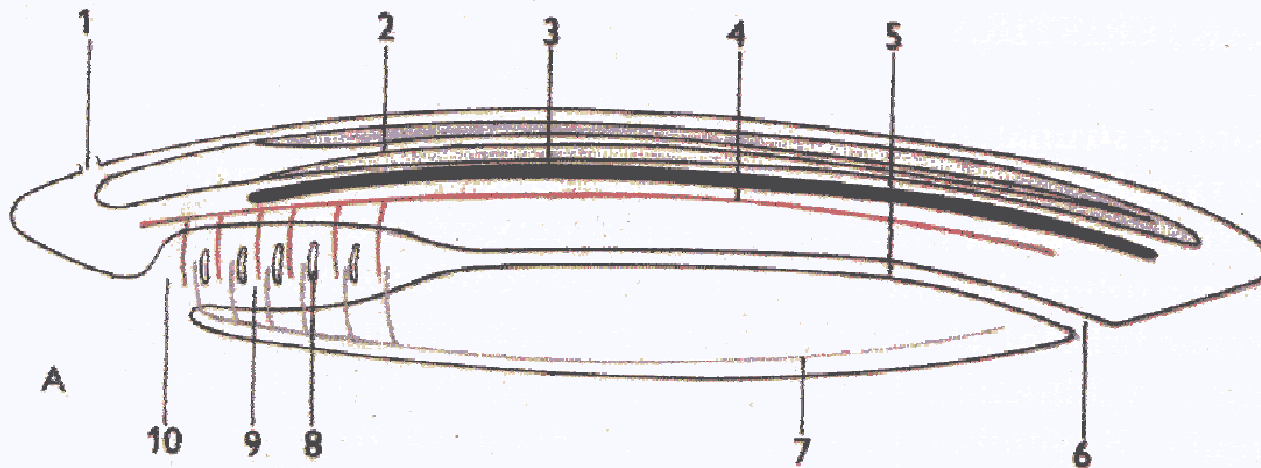


# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

- pharyngotremie - perforace přední části hltanu žaberními štěrbinami



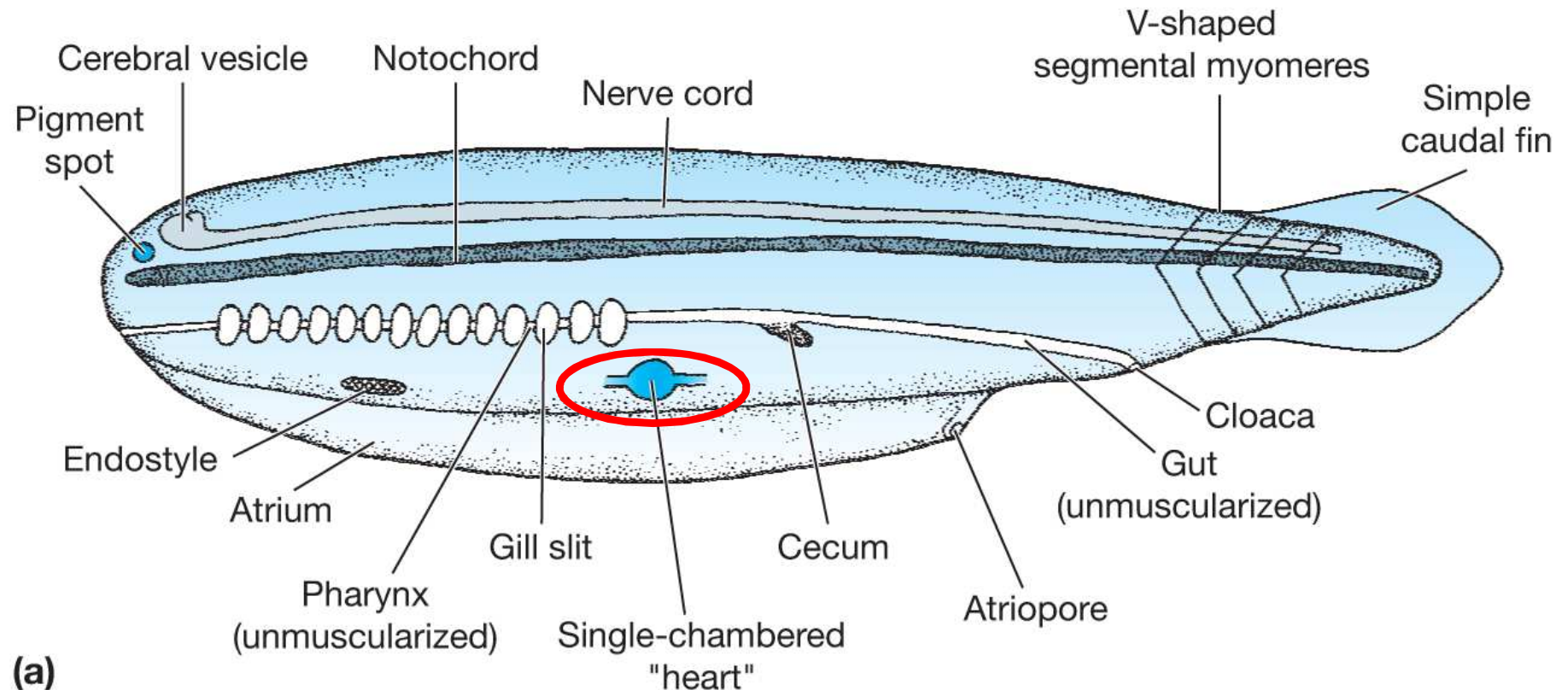
# Chordata - organisace tělesného plánu



- 1 – canalis neurentericus
- 2 – nervová trubice
- 3 – chorda
- 4 – aorta dorsalis
- 5 – střevo
- 6 – řitní otvor
- 7 – aorta ventralis
- 8 – žaberní šterbiny
- 9 – hltan
- 10 – ústní otvor
- 11 – dermatom
- 12 – myotom
- 13 – sklerotom
- 14 – somatopleura
- 15 – coelom
- 16 – splachnopleura

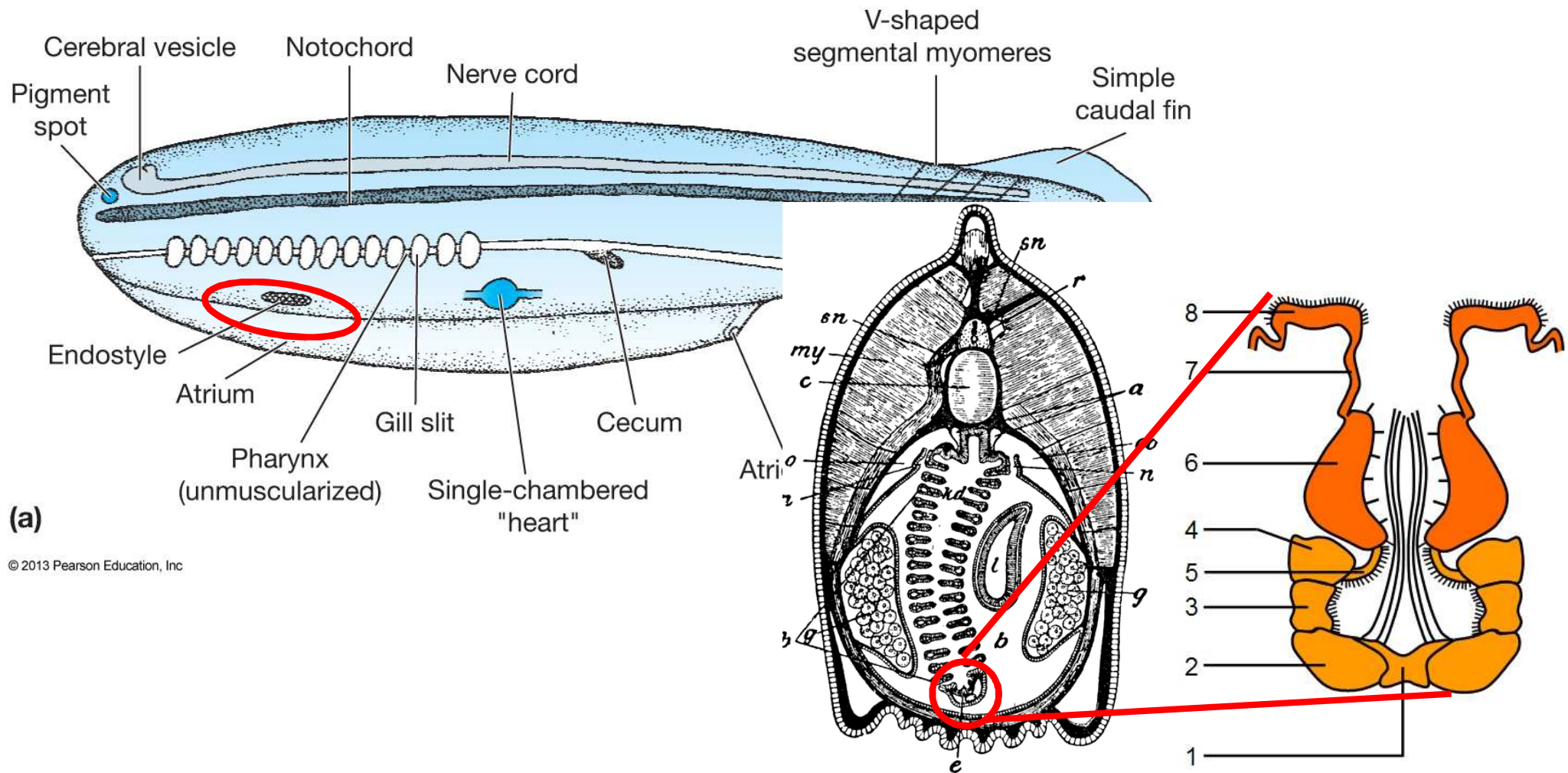
# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

- pulsující centrum krevního oběhu umístěné ventrálně pod trávicí trubicí
- Amphioxus-like nonvertebrate chordate**



# Chordata - společné znaky organisace tělesného plánu:

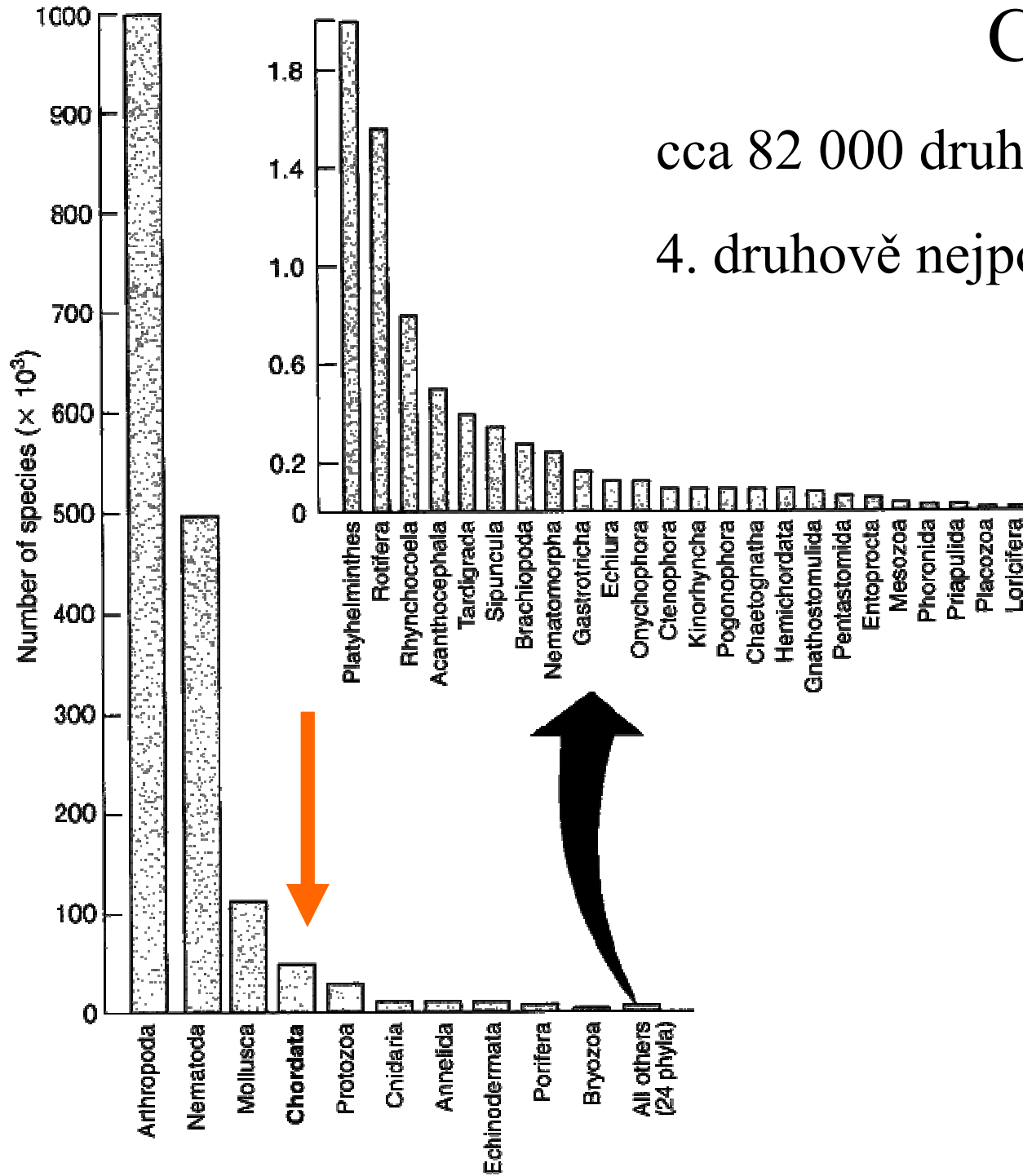
- žláznatý úsek na ventrální straně hltanu  
(hypobranchiální rýha = endostyl = gl. thyreoidea)



# Chordata

cca 82 000 druhů

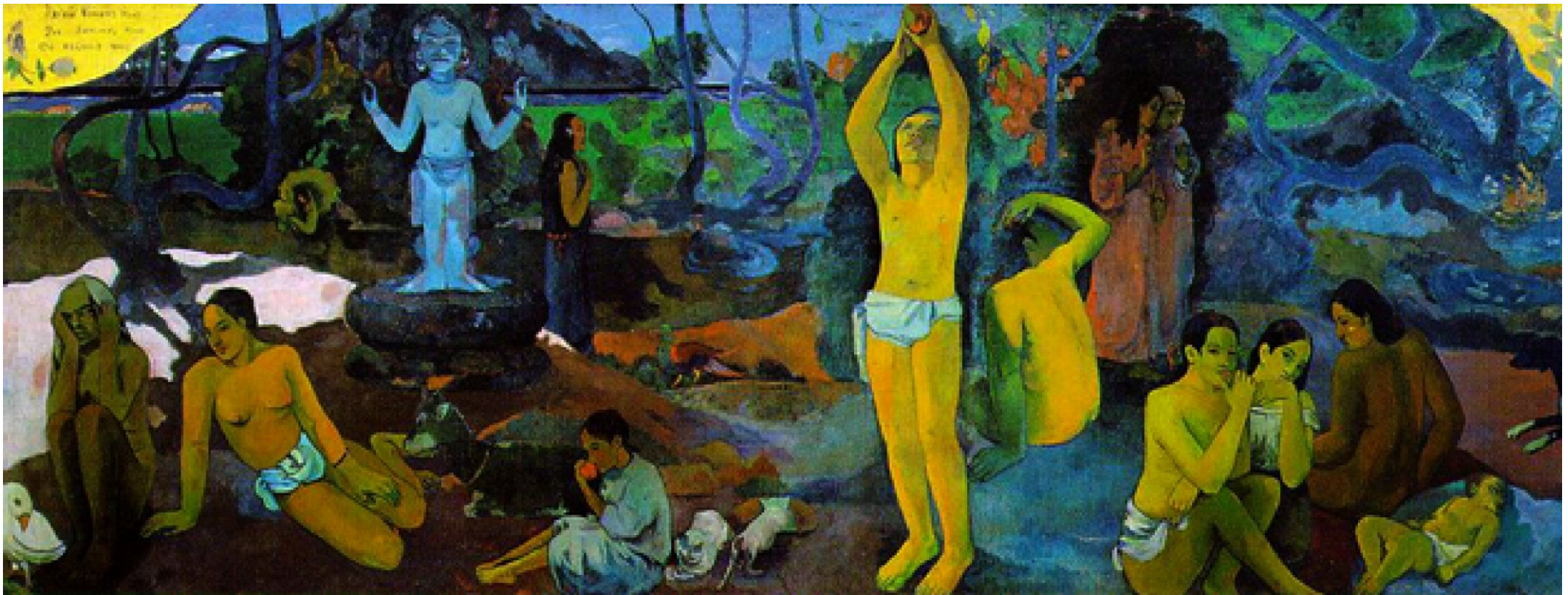
4. druhově nejpočetnější živočišný kmen

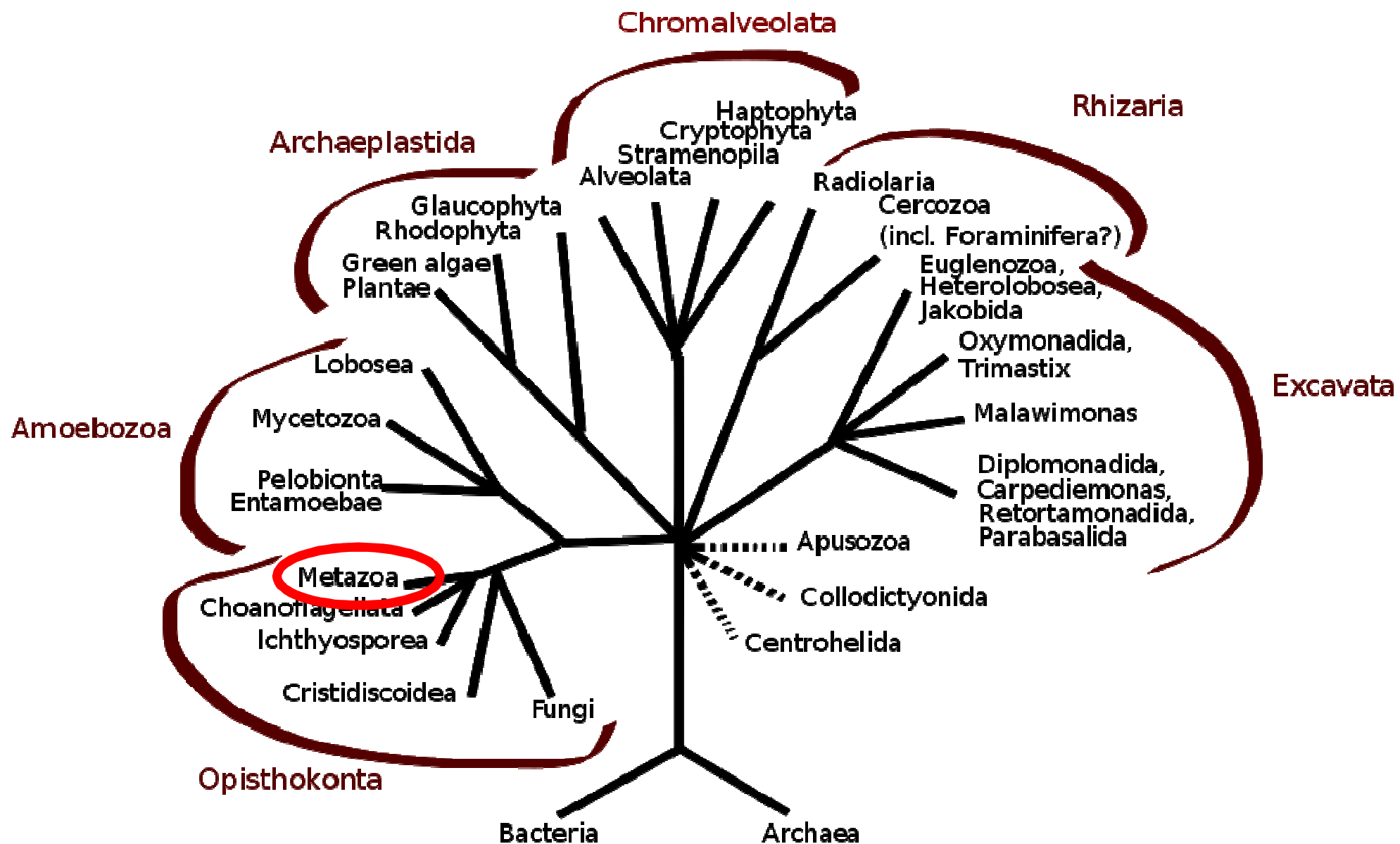


# Jaké je postavení strunatců v systému?

Odkud se vzali?

Kdo byli jejich (naši) předkové?





## How to Read the Circle of Life

Primordial life begins at the center and branches out in all directions, leading to the groups of species that exist today (*colored rings*)

Outer ring: Estimated proportion of all species\*

Inner ring: Proportion of the groups named to date

Each black line represents at least 500 descendant species

Dark lines: Many species have been genetically sequenced

Light lines: Few species have been genetically sequenced

Nematodes  
(roundworms)

Lophotrochozoa (mollusks, segmented worms, brachiopods)

Deuterostomia  
(vertebrates, sea stars and urchins, certain worms)

Early diverging metazoa (cnidaria, comb jellies, sponges)

Many deuterostomia (*gold*) and plants (*dark green*) are already genetically sequenced (*dark lines*) because they are culturally or economically important (such as humans!)

Živočichové

Houby

Fungi

Plants

Arthropods (insects, arachnids, crustaceans)

Scientists have identified about one million arthropods (*tan*); millions more remain undescribed

Experts expect that most new species to be discovered will be bacteria (*orange*) and archaea (*magenta*)

Archaea (single-celled micro-organisms that tolerate extreme conditions)

Bacteria

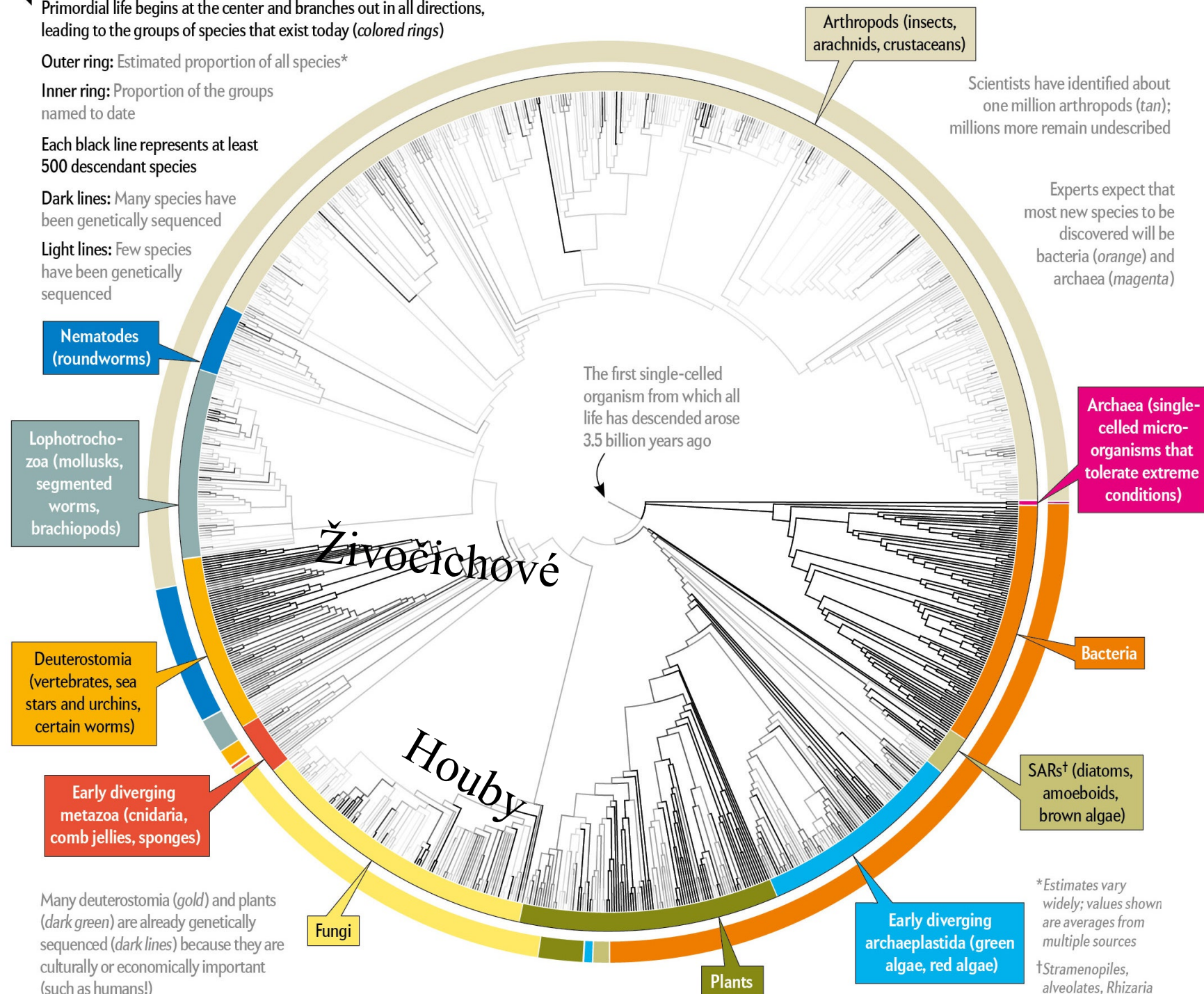
SARs† (diatoms, amoeboids, brown algae)

Early diverging archaeplastida (green algae, red algae)

\*Estimates vary widely; values shown are averages from multiple sources

†Stramenopiles, alveolates, Rhizaria

The first single-celled organism from which all life has descended arose 3.5 billion years ago



# Systematické zařazení strunatců

Eukarya

Opisthokonta

Animalia (živočichové)

Metazoa (mnohobuněční živočichové)

Bilateria (dvoustraně souměrní)

Deuterostomia

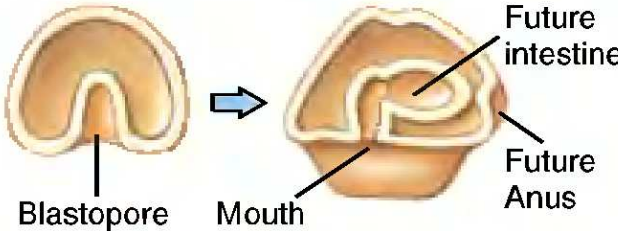
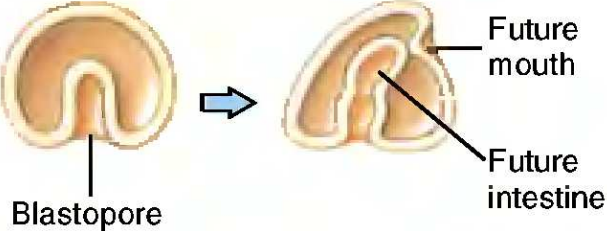
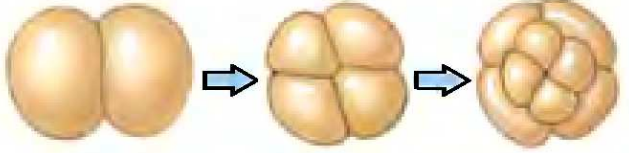
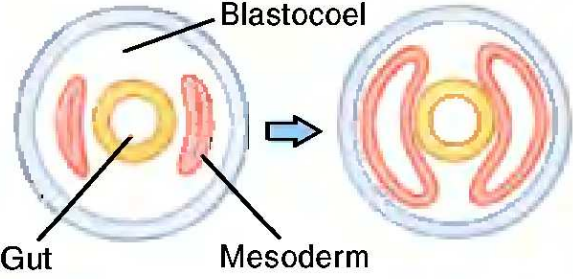
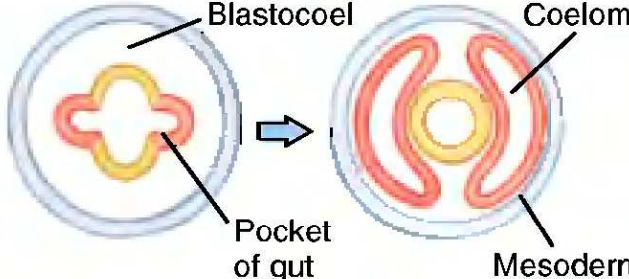
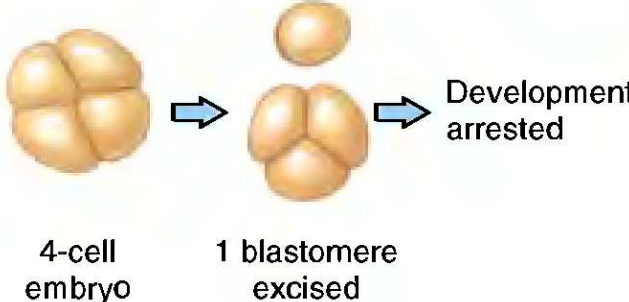
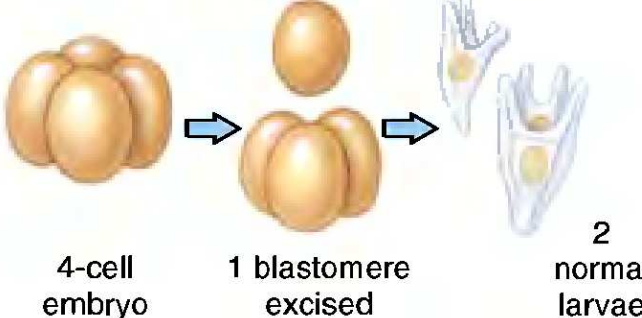
Opisthokonta je superskupina eukaryot, počtem druhů zdaleka největší. Její sesterskou skupinou je buď Amoebozoa (spolu pak tvoří nadskupinu Unikonta), nebo jsou možná Opisthokonta na úplné bázi eukaryot.

Společným znakem opistokont je jediný tlačný bičík (alespoň u některých buněk, např. u spermií, někdy ale organismy bičík druhotně ztratily, např. většina hub) a převládající typ mitochondrií s plochými kristami. Opisthokonta také mají několik biochemických drah, které nejsou známy u jiných eukaryot, jsou schopné vyrábět kolagen a jako zásobní látku používat glykogen.

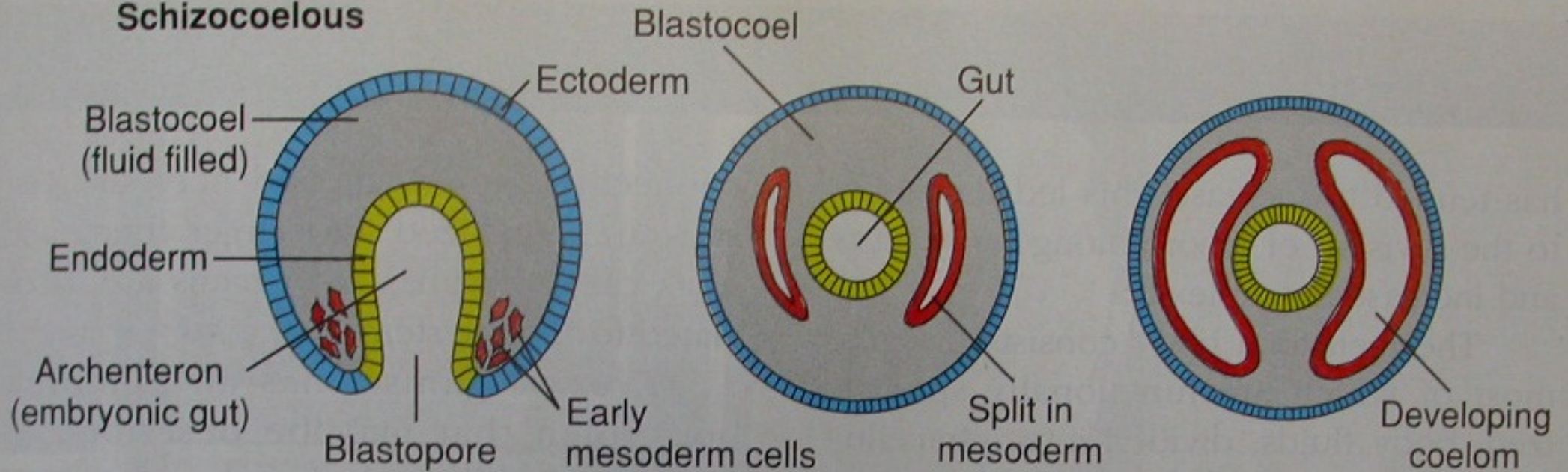
Dvě hlavní skupiny opistokont jsou houby a živočichové.

# Protostomia × Deuterostomia

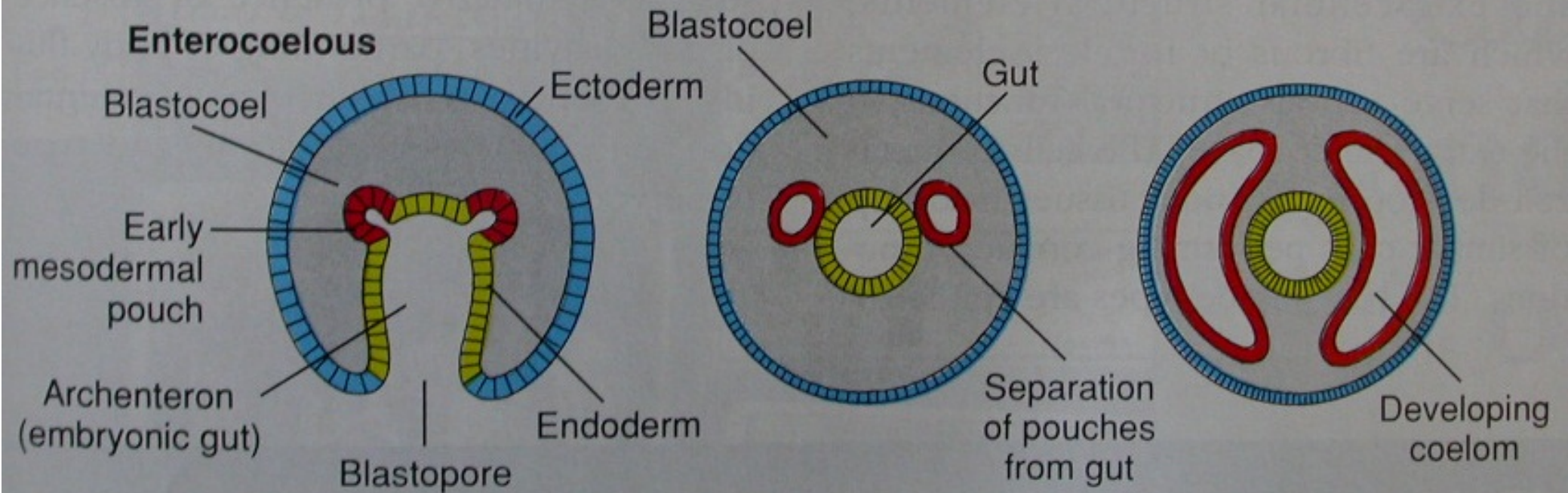
- blastoporus ~ ústa; řit' se prolamuje později na opačném konci těla
  - rýhování vajíčka spirální
  - embryonální vývoj deterministický
  - coelom vzniká schizocoelně
  - kostra vnější, ektodermálního původu
- blastoporus ~ řit'; ústa (u strunatců i řit') se prolamují později a jinde
  - rýhování vajíčka radiální
  - embryonální vývoj regulační
  - coelom vzniká enterocoelně
  - kostra většinou vnitřní, mesodermálního původu

| PROTOSTOME                                                                                                                                          | DEUTEROSTOME                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1</b> Blastopore becomes mouth, anus forms secondarily</p>  | <p><b>1</b> Blastopore becomes anus, mouth forms secondarily</p>  |
| <p><b>2</b> Spiral cleavage</p>                                   | <p><b>2</b> Radial cleavage</p>                                   |
| <p><b>3</b> Coelom forms by splitting (schizocoelous)</p>         | <p><b>3</b> Coelom forms by outpocketing (enterocoelous)</p>     |
| <p><b>4</b> Mosaic embryo</p>                                   | <p><b>4</b> Regulative embryo</p>                               |

## Schizocoelous



## Enterocoelous

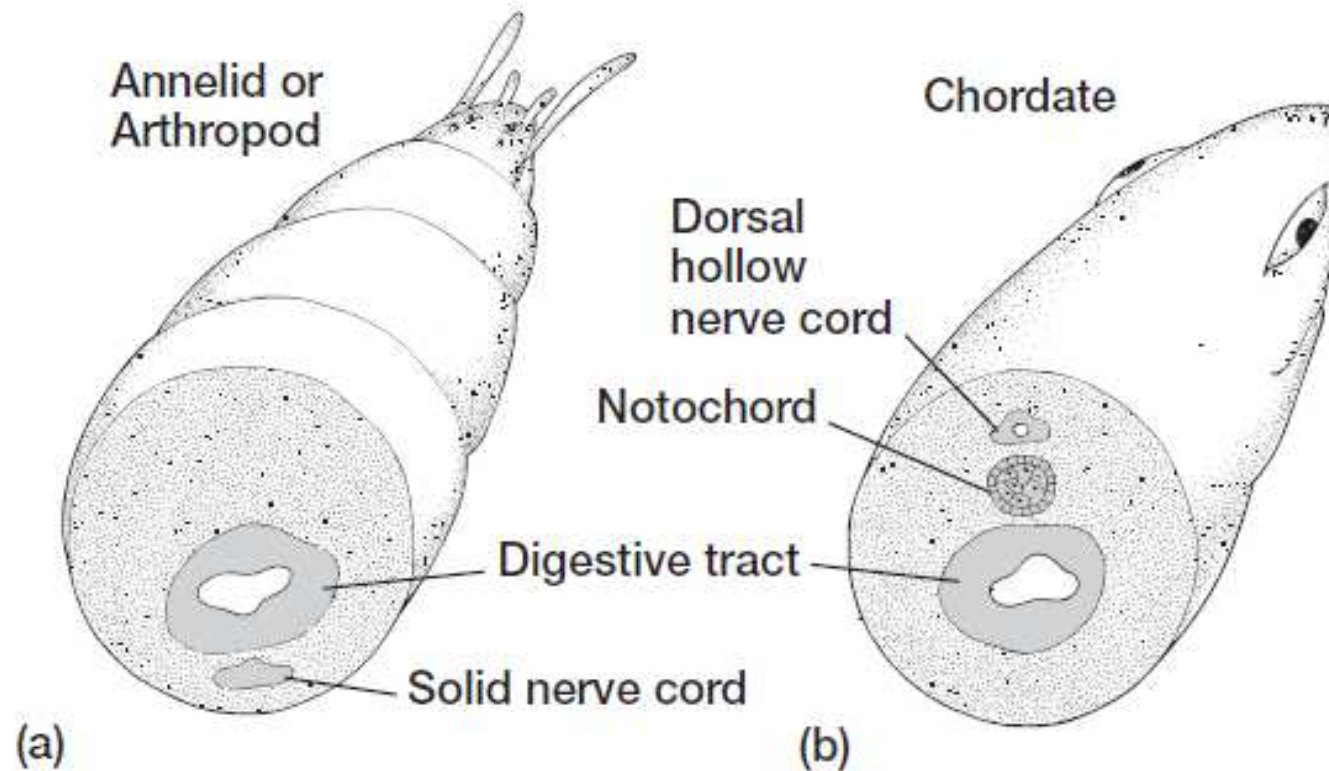


# Deuterostomia

## - další možné unikátní znaky

- pharyngotremie (párové žaberní štěrby) (u primit. Echinodermata)
- endogenní sialové kyseliny (podílejí se na mezibuněčné komunikaci)
- pravolevá asymetrie těla a coelomových dutin
- archimerie (rozdělení těla a coelomu do 3 oddílů)
  - protosoma (protocoel), mesosoma (mesocoel), metasoma (metacoel)

# Protostomia × Deuterostomia

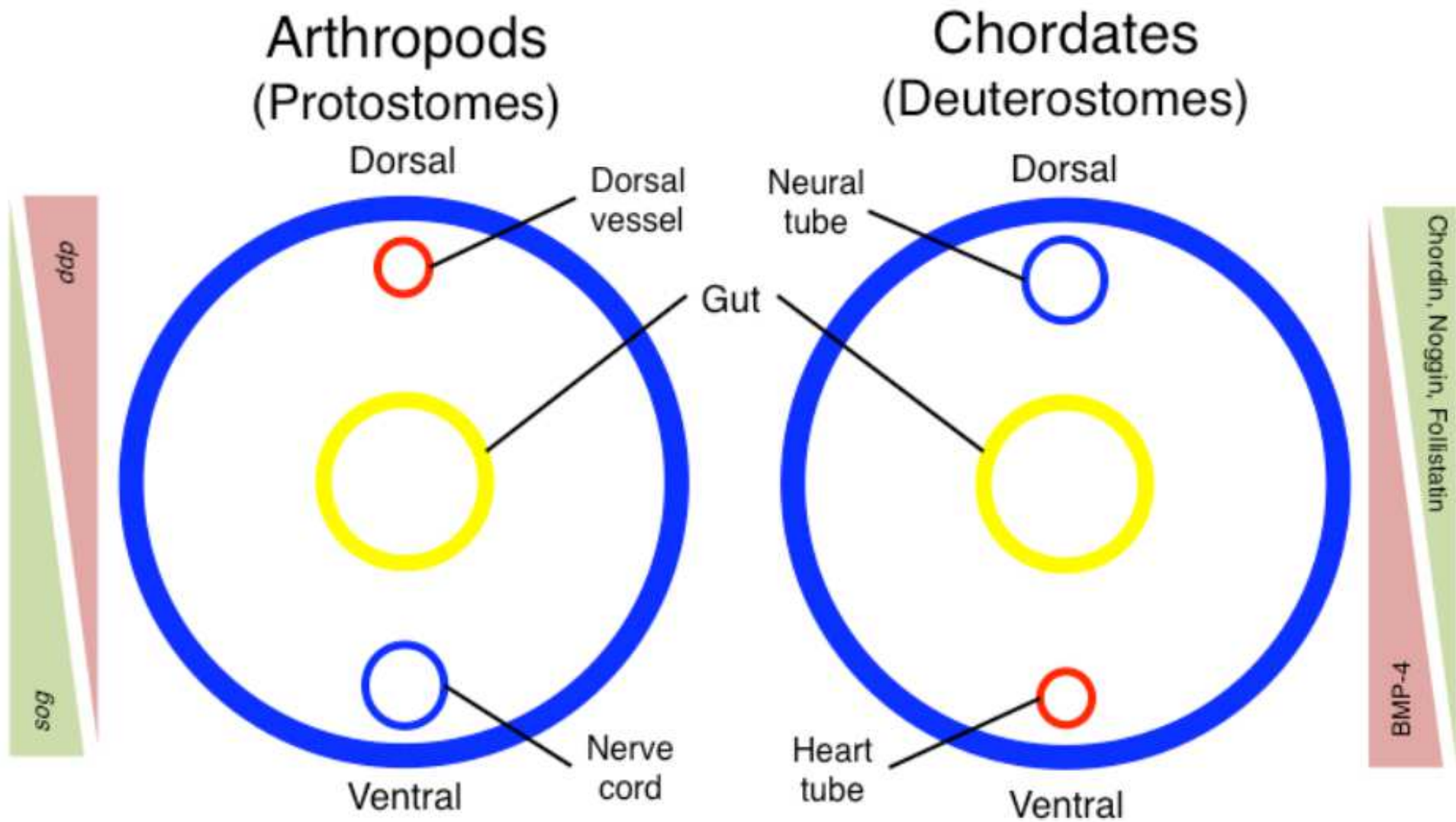


**FIGURE 2.6 Dorsal hollow nerve cord.** (a) Basic body plan of an annelid or arthropod. In such animals, a definitive nerve cord, when present, is ventral in position, solid, and lies below the digestive tract. (b) Basic chordate body plan. The nerve cord of chordates lies in a dorsal position above the digestive tract and notochord. Its core is hollow, or more correctly, it has a fluid-filled central canal, the neurocoel, indicated as the white spot in the dorsal hollow nerve cord.

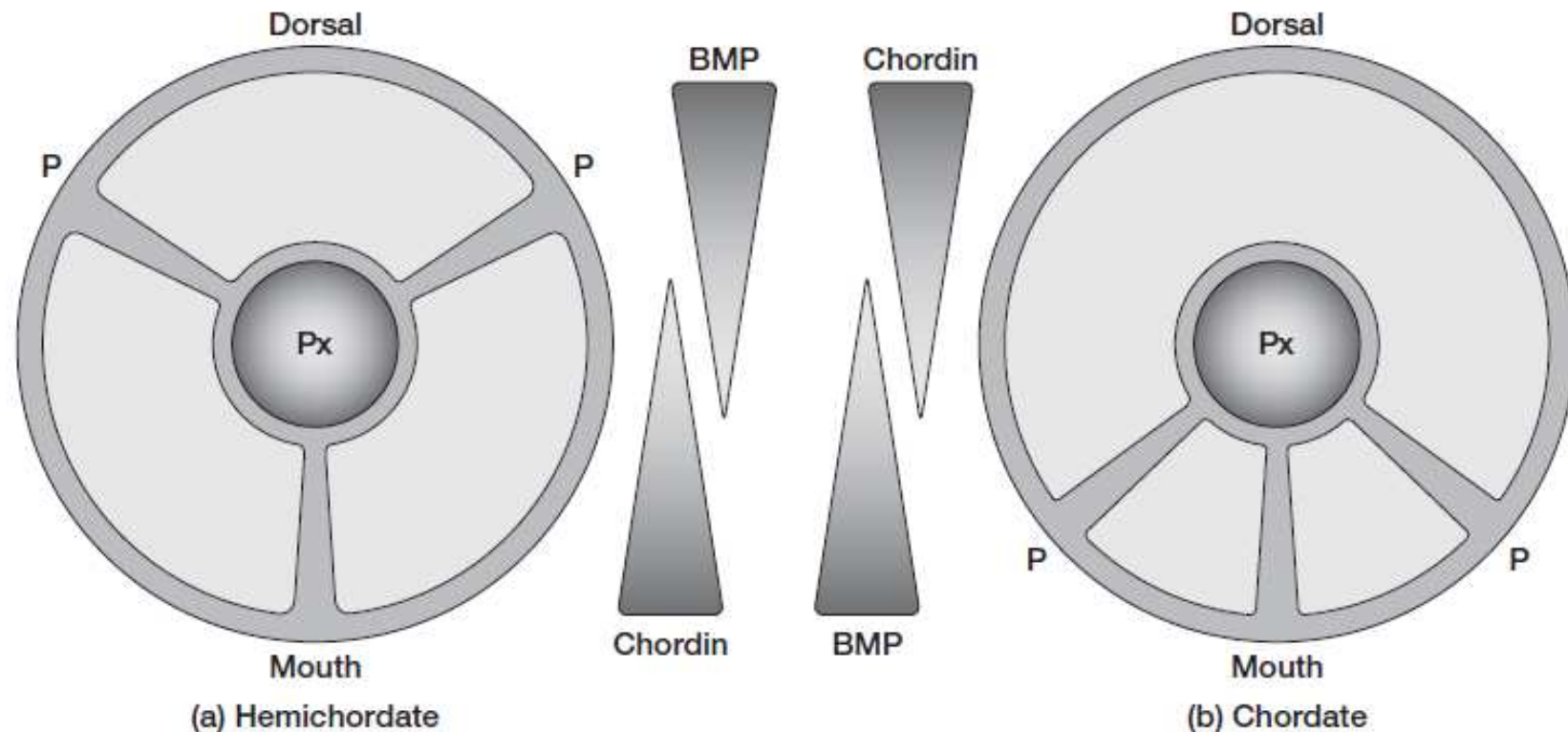
# Protostomia × Deuterostomia

- „uplatnění EVO-DEVO“
  - převrácení dorzoventrální osy těla
  - dorzoventrální inverze se týká i genů
  - proteiny genů BMP produkovány v břišních buňkách embryí strunatců.
  - bílkoviny produkované homologickými geny u hmyzu se vyskytují v buňkách hřbetních

# Dorzoventrální inverze

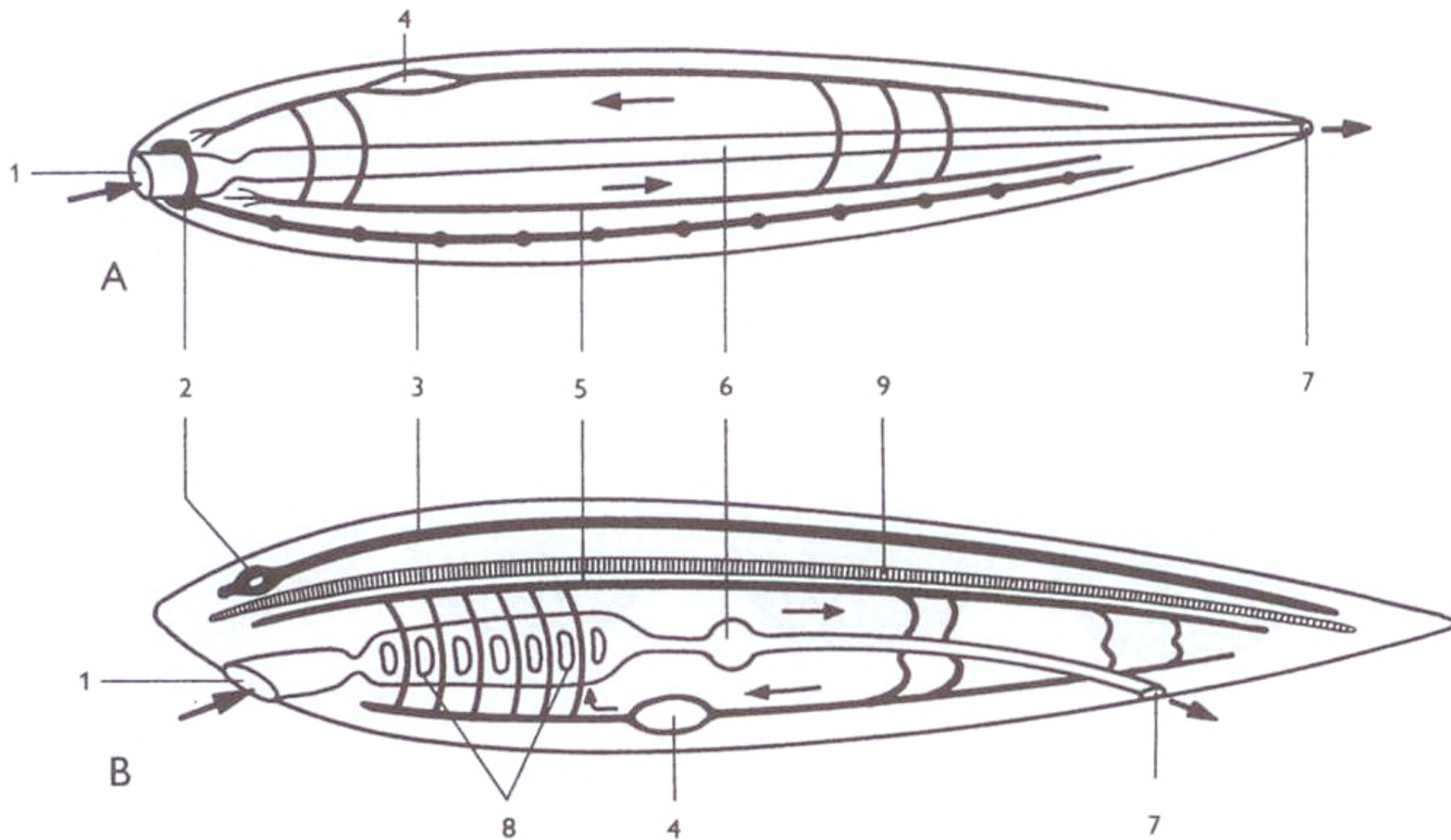


# Dorzoventrální inverze



**FIGURE 2.34** Dorsoventral inversions, schematic comparisons. (a) In hemichordates (and in protostomes), the anatomically dorsal side is determined by BMP and the ventral side by Chordin. From the hemichordate pharynx, pharyngeal slits open dorsally. (b) In chordates, the reverse holds with Chordin determining the anatomically dorsal surface and BMP the ventral surface. From the pharynx, pharyngeal slits open ventrally. BMP and Chordin have an antagonistic and gradient relationship in establishing the dorsoventral axis. P, Pharyngeal slits; Px, Pharynx.

# Dorzoventrální inverze



# Dorzoventrální inverze

