



System a evoluce obratlovců

II. Chordata

- ✓ postavení v systému
- ✓ charakteristické znaky
- ✓ systém
- ✓ původ a příbuznost



II. Chordata

Postavení v systému

Eukarya (Eukaryota)



Opisthokonta



Holozoa



Metazoa (Animalia)



Bilateria



Deuterostomia



Chordata (60 000)

Paradigmata: souměrnost, dutiny tělní, poloha úst, segmentace

Strunatci patří k druhoústým trojvrstevným (s pravou druhotnou dutinou tělní) dvoustranně souměrným živočichům.

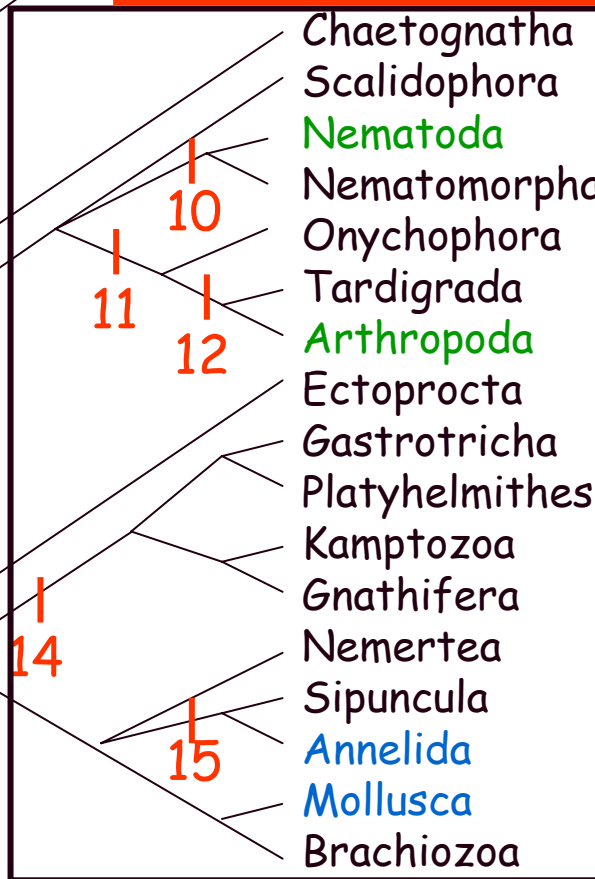
System živočichů (Holozoa=Animalia)

Opisthokonta=?+Fungi+Holozoa

- 1 - Metazoa
- 2 - Eumetazoa
- 3 - Planulozoa
- 4 - Bilateria - 18S rRNA (SSU), Hox
- 5 - Eubilateria
- 6 - **Deuterostomia**
- 7 - Ambulacraria
- 8 - **Protostomia**
- 9 - **Ecdysozoa**

- 10 - Nematoida
- 11 - Panarthropoda
- 12 - Tactopoda
- 13 - **Lophotrochozoa**
- 14 - Platyzoa
- 15 - Pulvinifera

- „Choanozoa“ - trubénky aj.
- Porifera - houbovci
- Ctenophora - žebernatky
- Cnidaria - žahavci
- Placozoa - vložkovci
- Myxozoa - výtruseny
- Acoelomorpha - praploštěnci
- Xenoturbellida - mlžojedi
- Hemichordata - polostrunatci
- Echinodermata - ostnokožci
- Chordata** - **strunatci**
- Chaetognatha - ploutvenky
- Scalidophora - chobotovci
- Nematoda** - hlístice
- Nematomorpha - strunovci
- Onychophora - drápkovci
- Tardigrada - želvušky
- Arthropoda** - členovci
- Ectoprocta - mechovci
- Gastrotricha - břichobrvky
- Platyhelminthes - ploštěnci
- Kamptozoa - mechovnatci
- Gnathifera - čelistovci
- Nemertea - pásnice
- Sipuncula - sumýšovci
- Annelida** - kroužkovci
- Mollusca** - měkkýši
- Brachiozoa - ramenonožci aj.



Podle Zrzavého (2006)

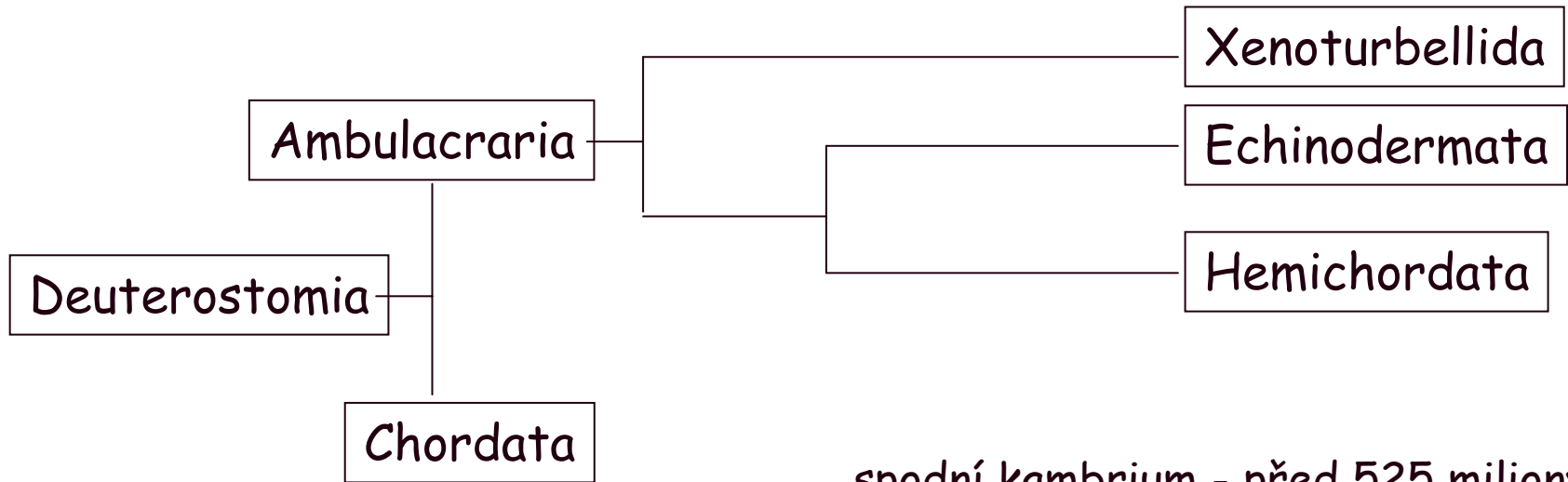
II. Chordata

DEUTEROSTOMIA

ph.

1. ECHINODERMATA
2. HEMICHORDATA
3. CHORDATA

OSTNOKOKOŽCI
POLOSTRUNATCI
STRUNATCI (asi 60 000)



spodní kambrium - před 525 miliony lety

Apomorfie: archimerie (proto-, meso- a metasoma), céloom enterocélně, druhotný ústní otvor, **pharyngotremie, endogenní sialové kyseliny***, pravolevá asymetrie těla

*N-acetylneuraminová kyselina NANA řec. sialon=slina, součást mukoproteinů a glykolipidů (sekrety, plazma, membrány)

II. Chordata

Příbuznost kmene Chordata k jiným skupinám Deuterostomia na základě **podobnosti** struktur:

a) Hemichordata (Pterobranchia nebo Enteropneusta)

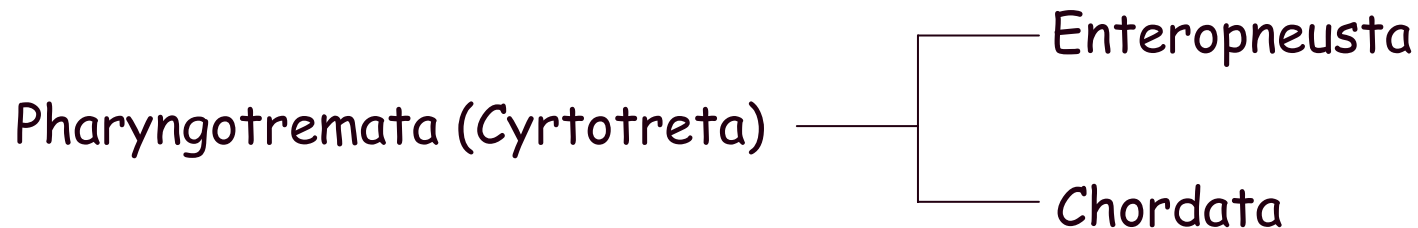
pharyngotremie

stomochord (bez účasti genu Brachyury*)

hřbetní nervový pruh

Romer, Bone (přisedlé dospělé stadium)

Remane, Garstang (pedomorfóza = neotenie) - t. tornariová
(larva žaludovce)



* T-box gen Brachyury - řídí u zárodků strunatců diferenciaci dorzálního mezodermu a vznik notochordu (jeho mutací se nevyvíjí ocas - tail)

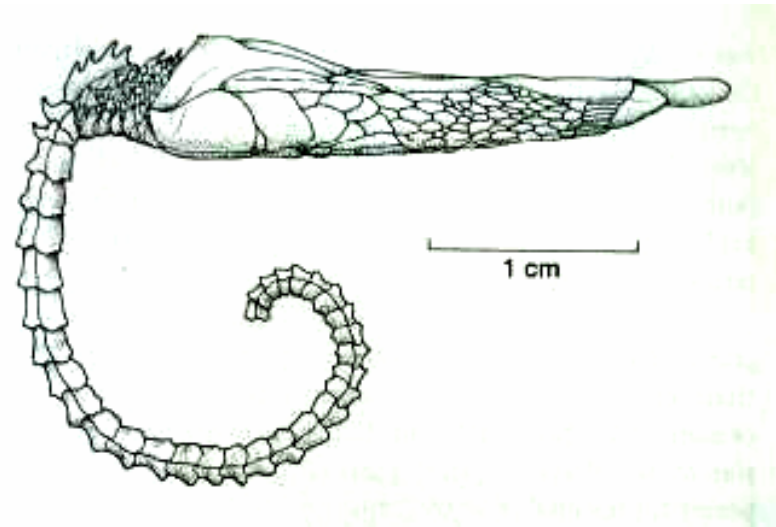
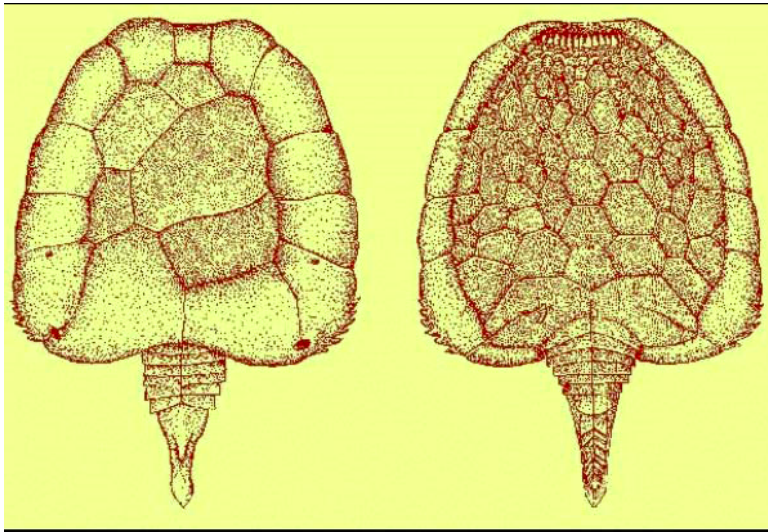
II. Chordata

b) Echinodermata (Stylophora = „Calcichordata“ = „Carpoidea“)

pharyngotremie, notochord, dorzální nervová trubice

Jefferies (dospělí Calcichordata - Cornuta, Mitrata)

Garstang (neotenie) - t. aurikulárová (larva sumýšů)



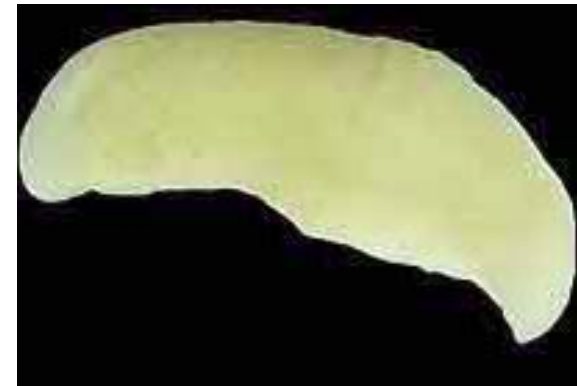
Paralelní vývoj se strunatci - od stř. kambria do stř. devonu,
ne předek strunatců

c) Sesterská skupina k strunatcům - Ambulacraria, její bazální skupinou jsou Xenoturbellida - mlžojedi

Xenoturbella bocki (1949)

1. ploštěnka?
2. sumýš?
3. molekulární analýza - je to mlž!
(ostatně má mlží vajíčka a larvy!)
4. samostatný kmen? (druhotné zjednodušení)

Bourlat S. J. et al. 2003: *Xenoturbella* is a deuterostome that eats molluscs. Nature 424: 925-928.



II. Chordata

Znaky

Pleziomorfie:

- 3 zárodečné listy, célom, dvoustranná souměrnost, segmentace struktur vzniklých z coelomu, druhotná ústa
- hltan proděravělý žaberními štěrbinami - **pharyngotremie, postanální ocas (zadní část Hox komplexu *)**

Apomorfie:

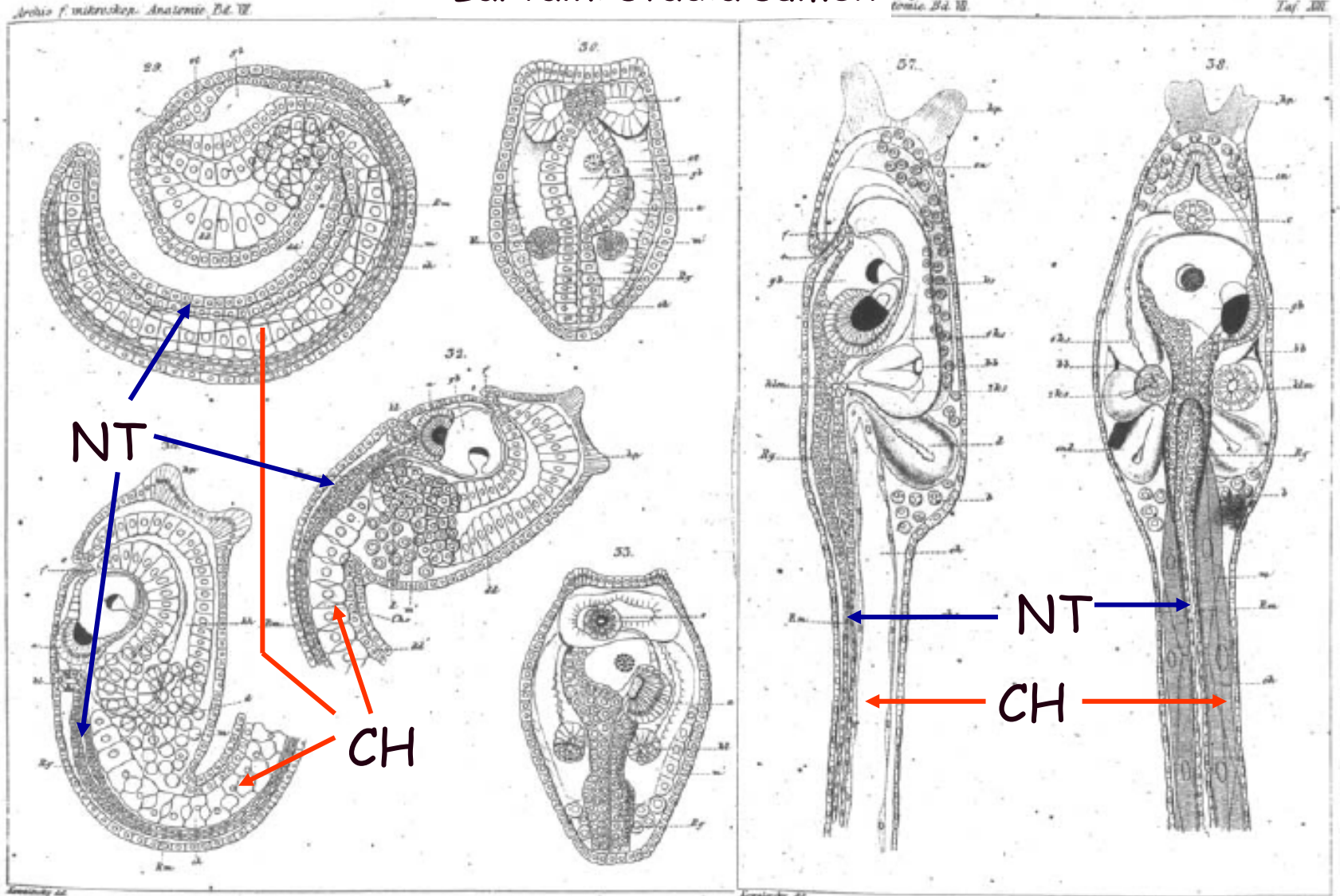
- chorda dorsalis (Kowalewski 1867) (= **notochord**)
 - z endomezodermu, aktivní gen Brachyury
- **trubicová nervová soustava**
- **canalis neurentericus**
- **inverze dorzoventrální osy těla**
 - srdce na ventrální straně pod trávicí trubicí
 - nervová trubice na dorzální straně nad chordou
- endostyl (hypobranchiální rýha) - štítná žláza
- peribranchiální prostor s atrioporem

Embryonální determinace vs. vývojová flexibilita (indukční procesy v ontogenezi)

* Hox komplex - lineárně uspořádané geny podél všech chromozómů řídící předozadní uspořádání těla. Hox = homeobox: od 1982, krucální význam při embryogenezi, sekvence 180 párů bází kódujících 60 proteinů (homeodoména)

II. Chordata

Larvální stádia sumek

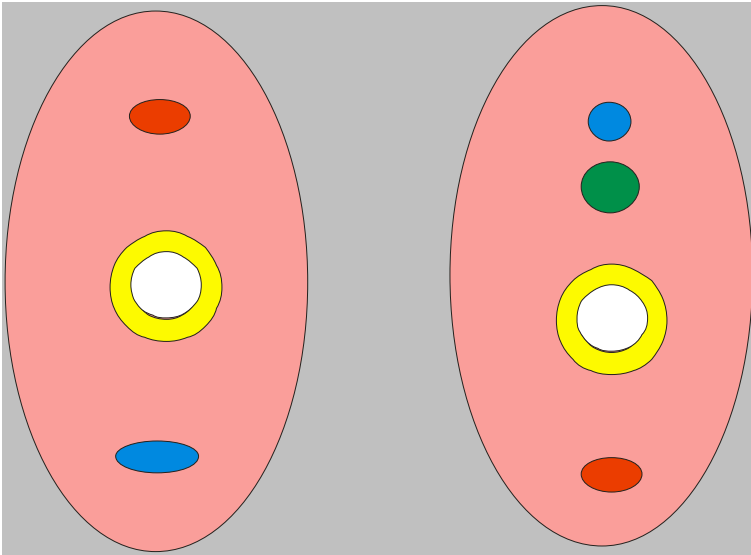


Kowalewski A. O., 1871: Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien. *Arch Mikrosk Anat* 7:101-129 pls X-XIII

II. Chordata

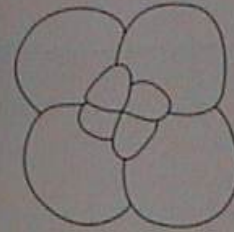
Protostomia

Chordata

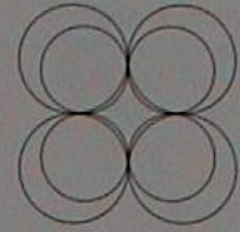


Protostomia

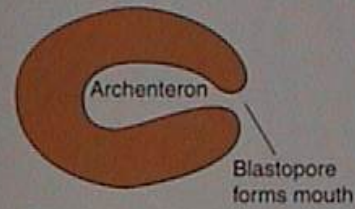
Deuterostomia



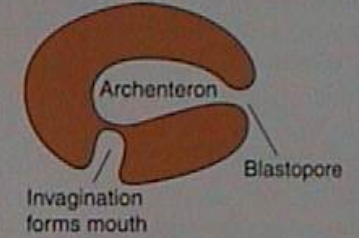
A. Spiral cleavage



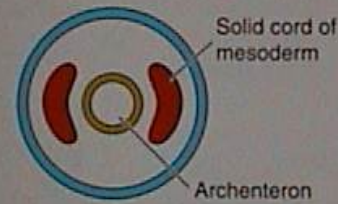
B. Radial cleavage



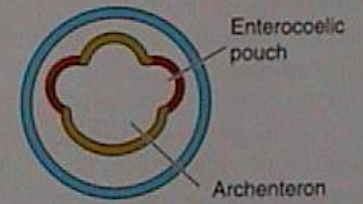
C. Protostome gastrula



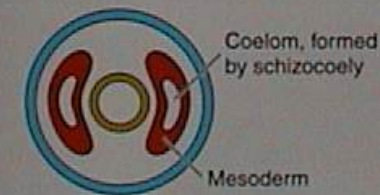
D. Deuterostome gastrula



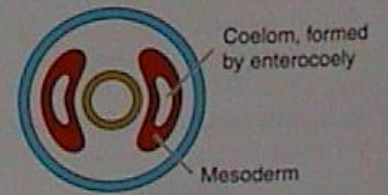
E. Protostome gastrula — early



F. Deuterostome gastrula — early



G. Protostome gastrula — late

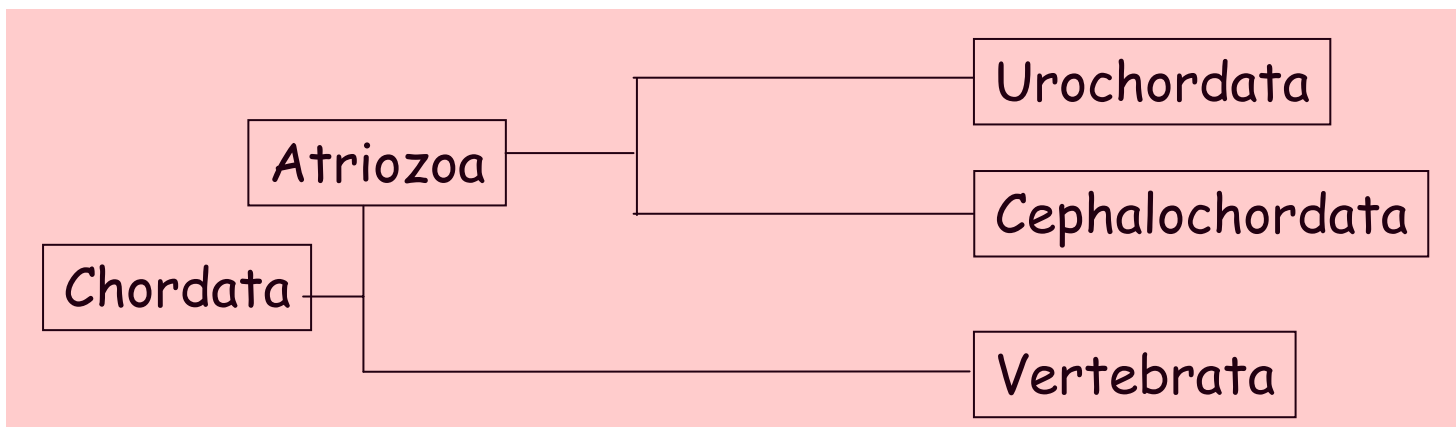


H. Deuterostome gastrula — late

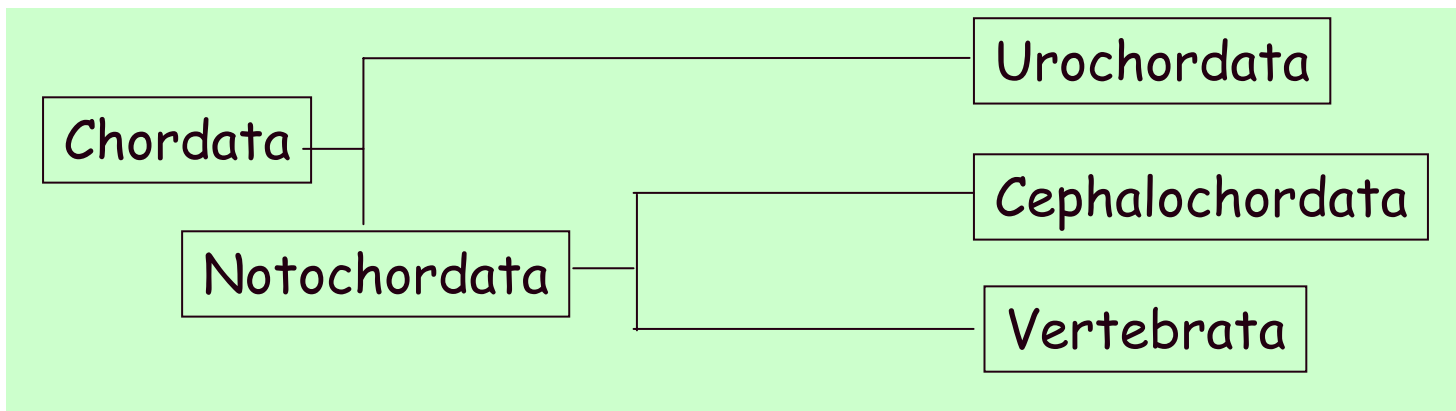
II. Chordata

System

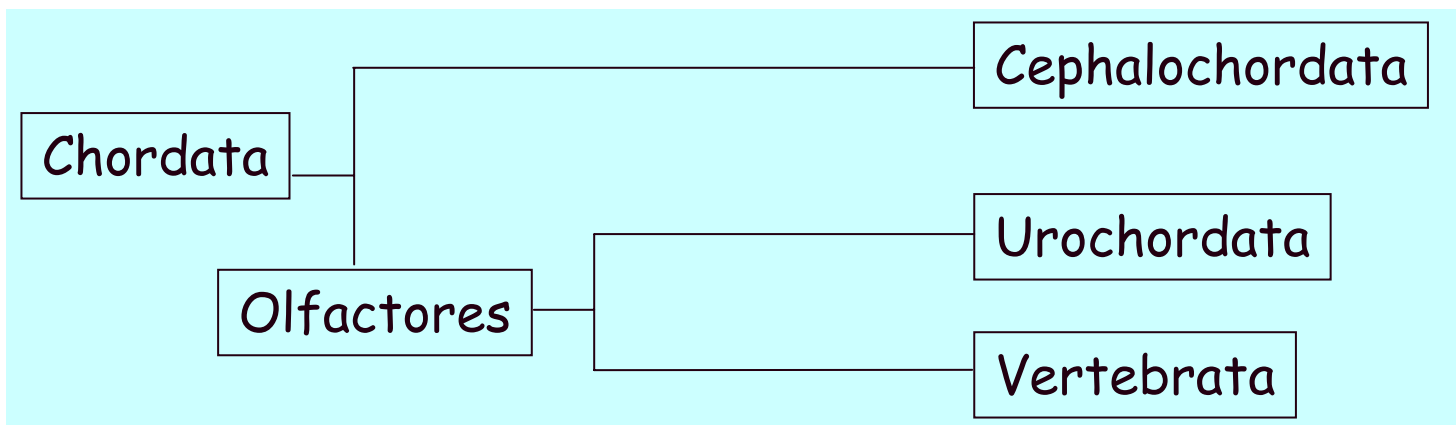
✗



✗



✓



LETTERS

Tunicates and not cephalochordates are the closest living relatives of vertebrates

Frédéric Delsuc¹, Henner Brinkmann¹, Daniel Chourrout² & Hervé Philippe¹

Delsuc F. et al. : Nature 439/23 (2006), 965-968

SPECIALLY COMMISSIONED FEATURE

Chordate phylogeny and evolution: a not so simple three-taxon problem

T. Stach

Fakultät für Biologie, Zoologie – Systematik und Evolution der Tiere, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

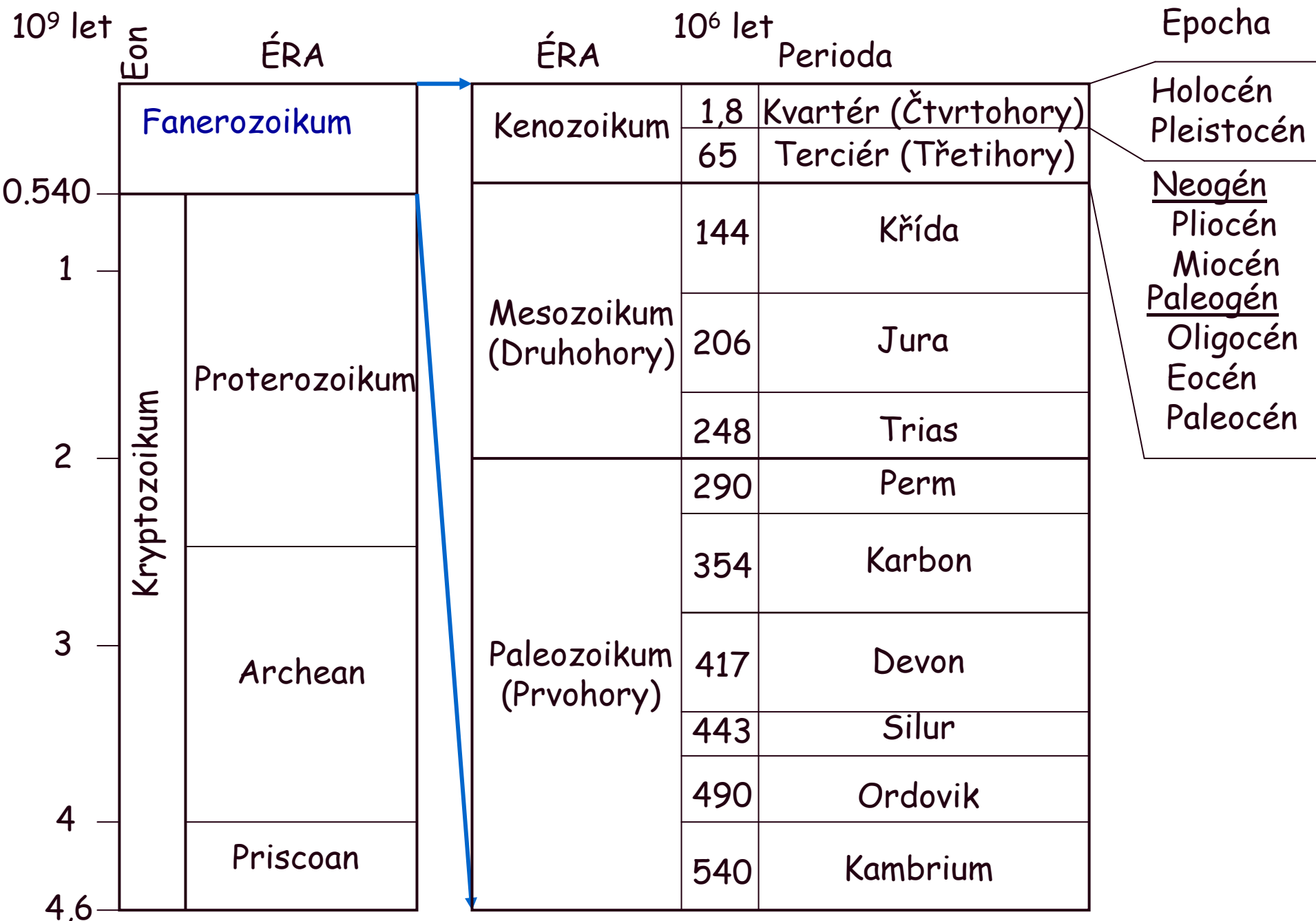
Stach T. : Journal of Zoology 276 (2008), 117-141

Cephalochordata - striktní uniformní metamerie, primitivní stavba notochordu („stack of coins“)

Urochorda - odvozená skupina, druhotně zjednodušená, jediný shluk Hox genů *(i rozptýleny v genomu mimo shluk) s rozsáhlou ztrátou cca $\frac{1}{2}$ genů a změnou sekvencí; v homeoboxu přítomny introny

Vertebrata - odlišná segmentace, ontogeneze hlavy a žaberního aparátu (viz EvoDevo - Evolutionary and Developmental Biology)

*Homeotické geny (u obratlovců Hox geny) - shluky genů (homeobox) uspořádané do linie, vznik anterior-posteriorální osy těla, kódují protein - homeodoménu, která se váže na DNA jako transkripční faktor.



Datování podle The Geological Society of America 1999

II. Chordata

Prekambrium - Ediakarská „fauna“ (635-541 Mya)

Vendobionta - †, konec starohor (Aus - Ediakara, Rusko - Vendem, Namibie, Anglie, Am aj.), nejstarší velké organismy nepodobné ostatním (desítky cm), na přelomu kambria globální extinkce a poté vznik všech živočišných kmenů

Xiao & Laflamme 2008: TREE, 24 (1): 31-40.

Kambrium - kambrijská exploze (540-490 Mya)

Zhengjian (Jün-nan, J Čína) = Čcheng-t'ian (spodní kambrium)

Burgesské břidlice (Britská Kolumbie, Kanada) (střední kambrium)

Devon - osídlení souše (417-350 Mya)

Perm - extinkce (290-250 Mya)

Křída/Paleocén - extinkce (65 Mya)



Dickinsonia (Ediakar, Aus)

II. Chordata

spodní kambrium (-530-520 mil. let) - Čcheng-t'iang (jižní Čína)



Haikouella, *Yunnanozoon* - asi bazální Deuterostomia

Cathaymyrus diadexus - 2,2 cm, pohyb při mořském dně, příbuznost s kopinatci, popis na základě jediného exempláře, bazální strunatec? *Shu et al. 1996: Nature, 384: 157- 158.*



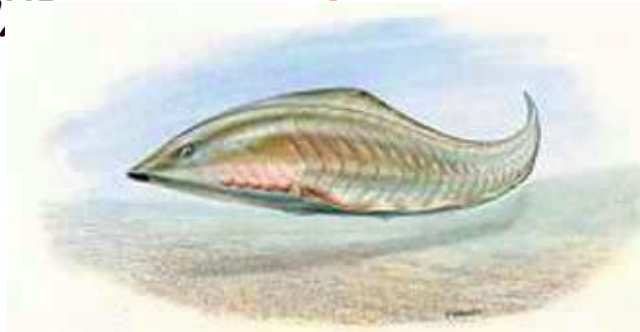
Haikouella

Cheungkongella ancestralis - asi bazální pláštěnec (Urochordata)

Nejstarší obratlovci z kambria jižní Číny: *Myllokunmingia*, *Haikouichthys*, *Zhengjianichthys*



Yunnanozoon



střední kambrium (-505 mil. let) - burgesské břídlíce v Britské Kolumbii (Kanada)

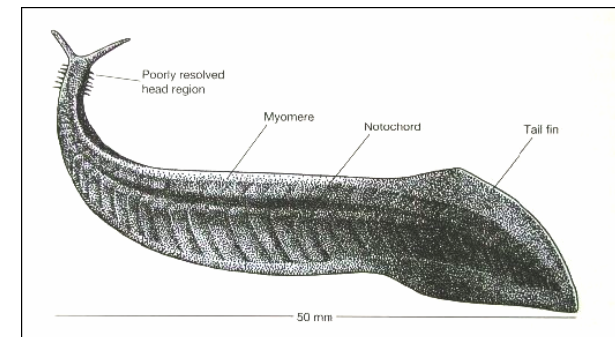
Pikaia gracilens

4 cm, pohyb při mořském dně, příbuznost s kopinatci?

párové smyslové orgány - příbuznost s obratlovci?

U.S.N.M. 198612

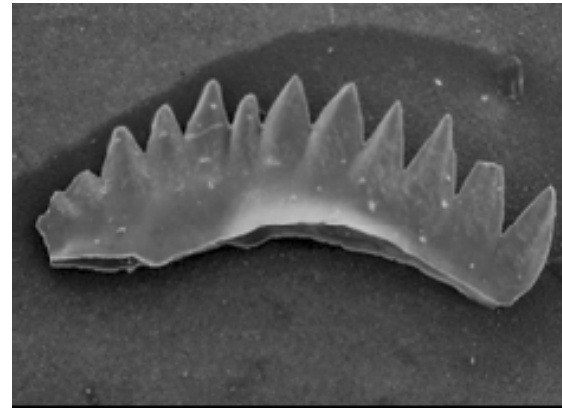
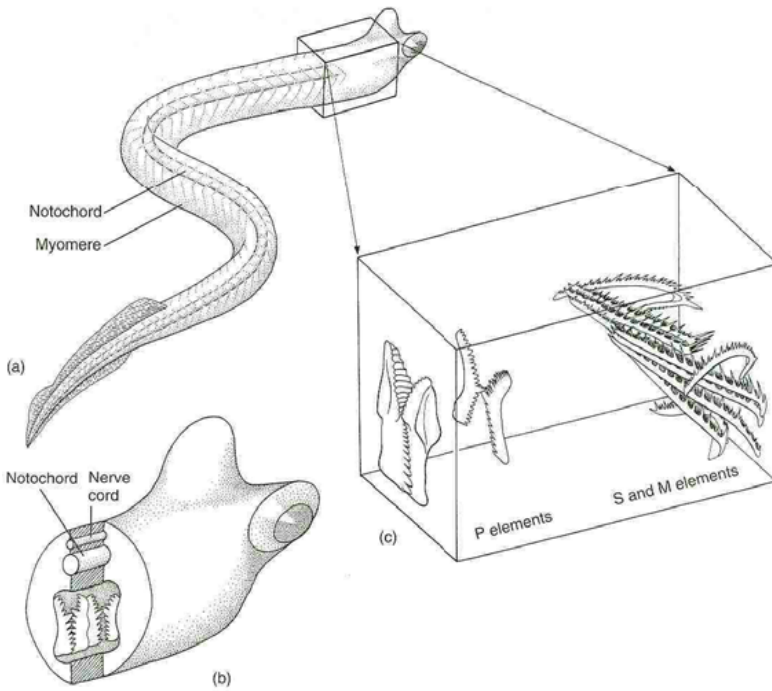
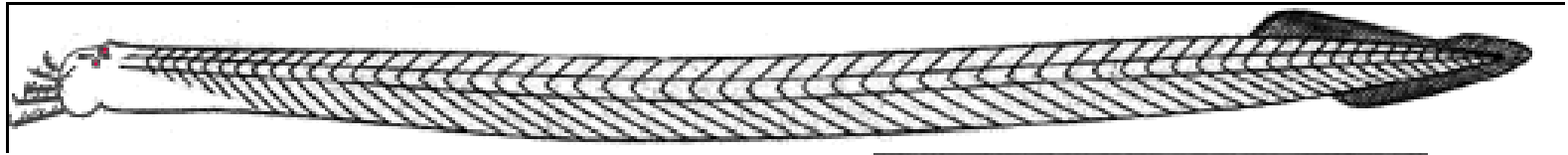
obratlovec, úhořovité tělo, 6,5 cm, na základě „lebečního“ skeletu, podobnost se skeletem minohy



II. Chordata

svrchní kambrium (500 mil. let) až trias (220 mil. let)

konodonti - fosilní chronometr, příbuzní se sliznatkami nebo mihulemi, anebo primitivní čelistnatci (?) - draví, ústní aparát se zoubky z dentinu a skloviny, chorda, kost, myomery, ploutve s paprsky, velké oči, encefalizace, makrofágní predátoři



1855 Pander z Rigy - zoubky a ploténky z apatitu, odlišná mineralizace

1973 - Montana - otisky měkkých částí ve vápenci

1976 - Britská Kolumbie - nejstarší datování

1983 - objev v Ústavu geologie v Edinburgu, sp.karbon

1986 - další otisky měkkých částí - Aldridge

úhořovité tělo 50x1,5 mm; hlava ze 2 laloků, mezi nimi ústa, lebka? - jen kruhové pole na hlavě - smyslové pouzdro