

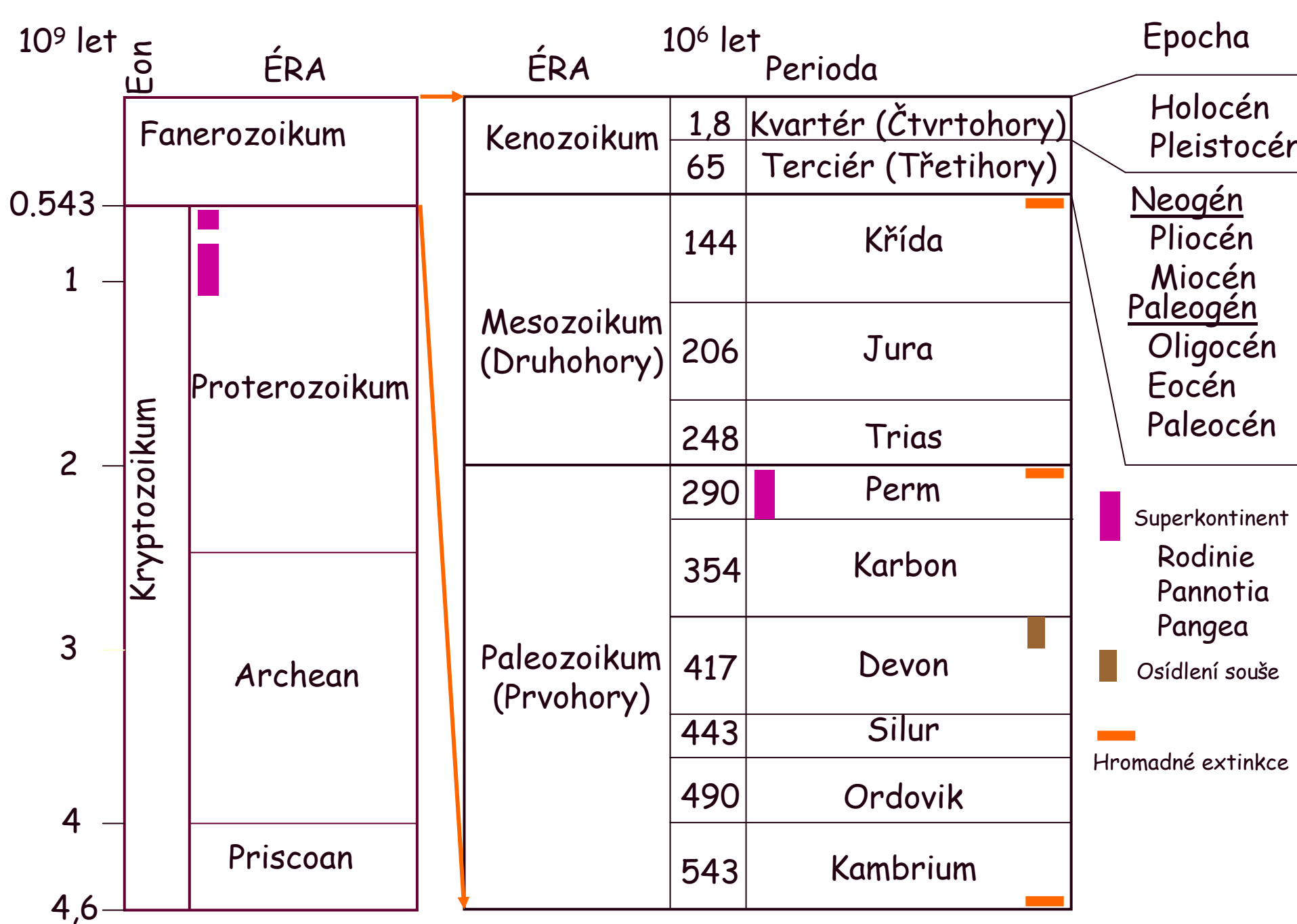


# Fylogeneze a diverzita obratlovců

## II. Chordata

- ✓ vývoj Země
- ✓ postavení strunatců v systému
- ✓ charakteristické znaky
- ✓ systém
- ✓ původ a příbuznost





Datování podle The Geological Society of America 1999

## II. Chordata - vývoj Země

superkontinety:

RODINIE - 1 100 - 750 mil. let (Proterozoikum)

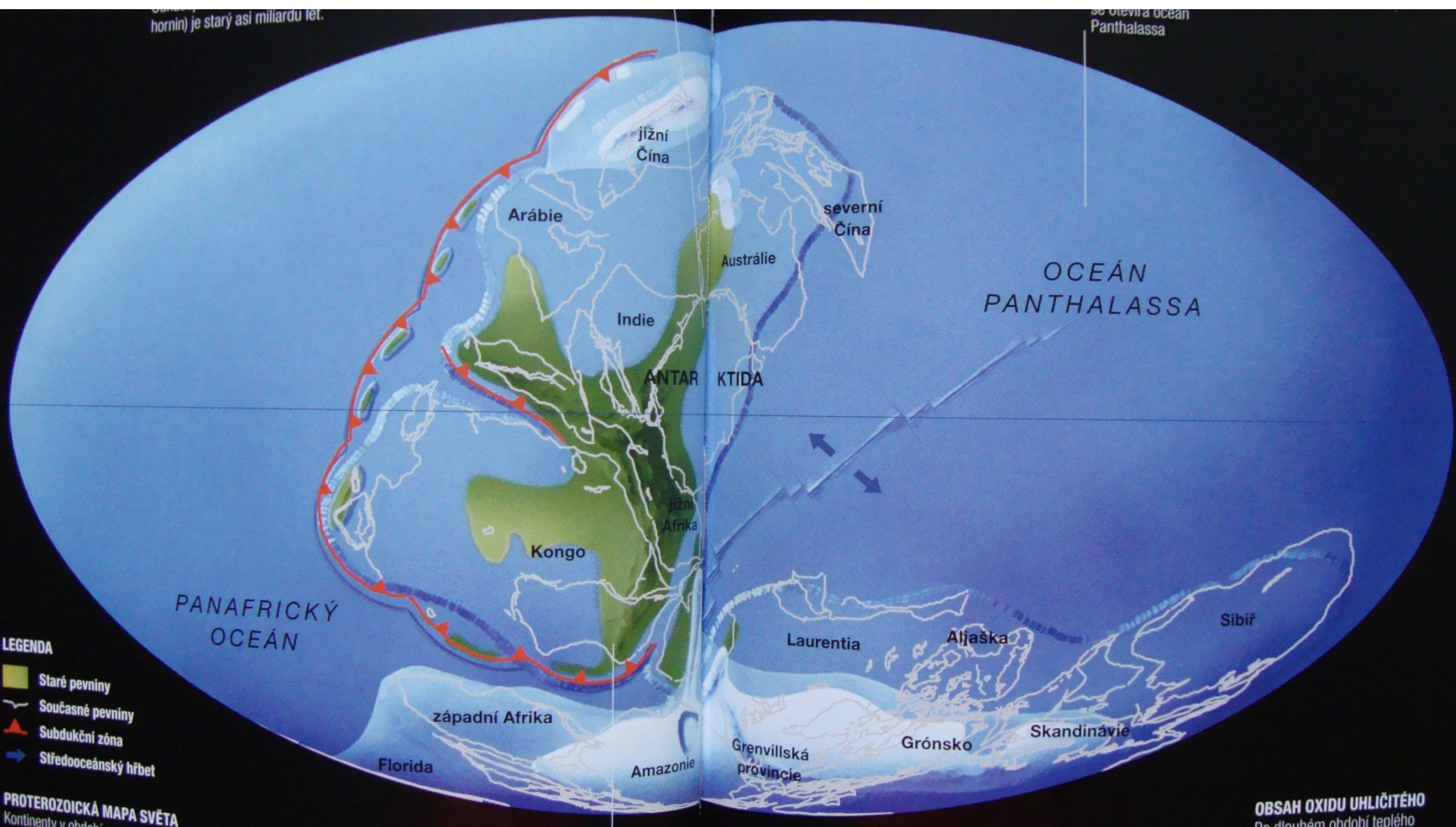
PANNOTIA - 600 - 550 mil. let (Proterozoikum)

PANGEA - 300 - 250 mil. let + Panthalassa (svr. Karbon - Perm)

## II. Chordata - vývoj Země

Proterozoikum - po rozpadu Rodinie, vznik Panthalassy

Prekambrium



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Kambrium



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Ordovik



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Silur



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

Devon

Euramerica = Laurussia

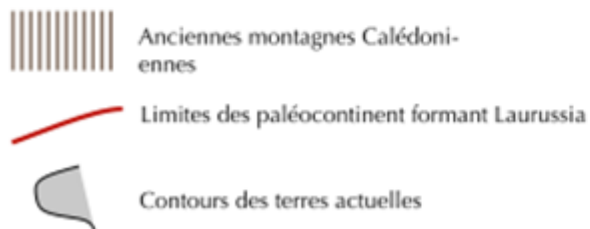
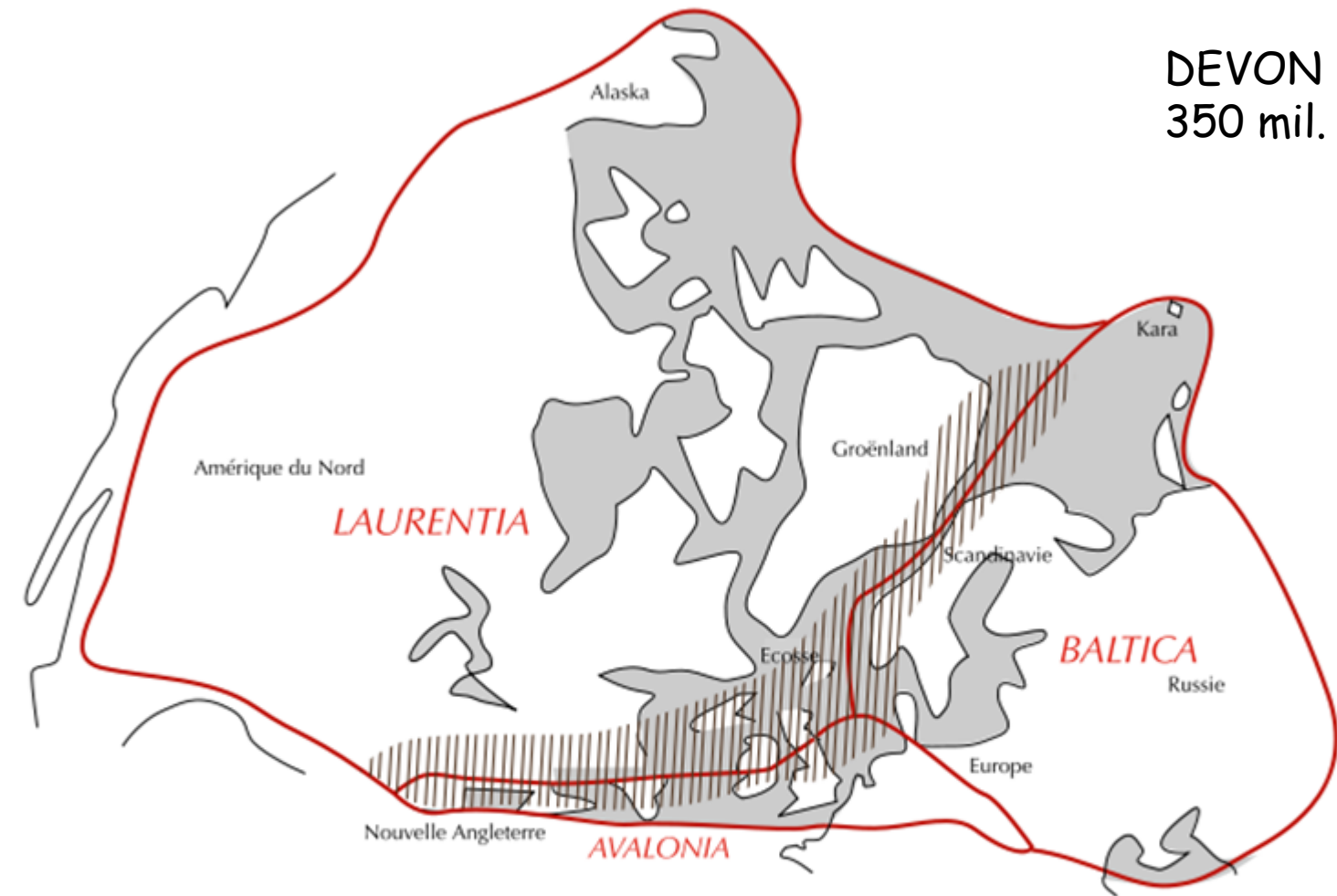


Podle: Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.



## II. Chordata - vývoj Země

DEVON  
350 mil. let



Vznik pohoří - kaledonské vrásnění,  
Srážka Laurentie, Baltiky a Avalonie,  
vodní toky

## II. Chordata - vývoj Země

### Karbon



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Perm



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, DK Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

Pangea

300-220 mil. let

svrchní Karbon

- střední Trias



## II. Chordata - vývoj Země

### Trias



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

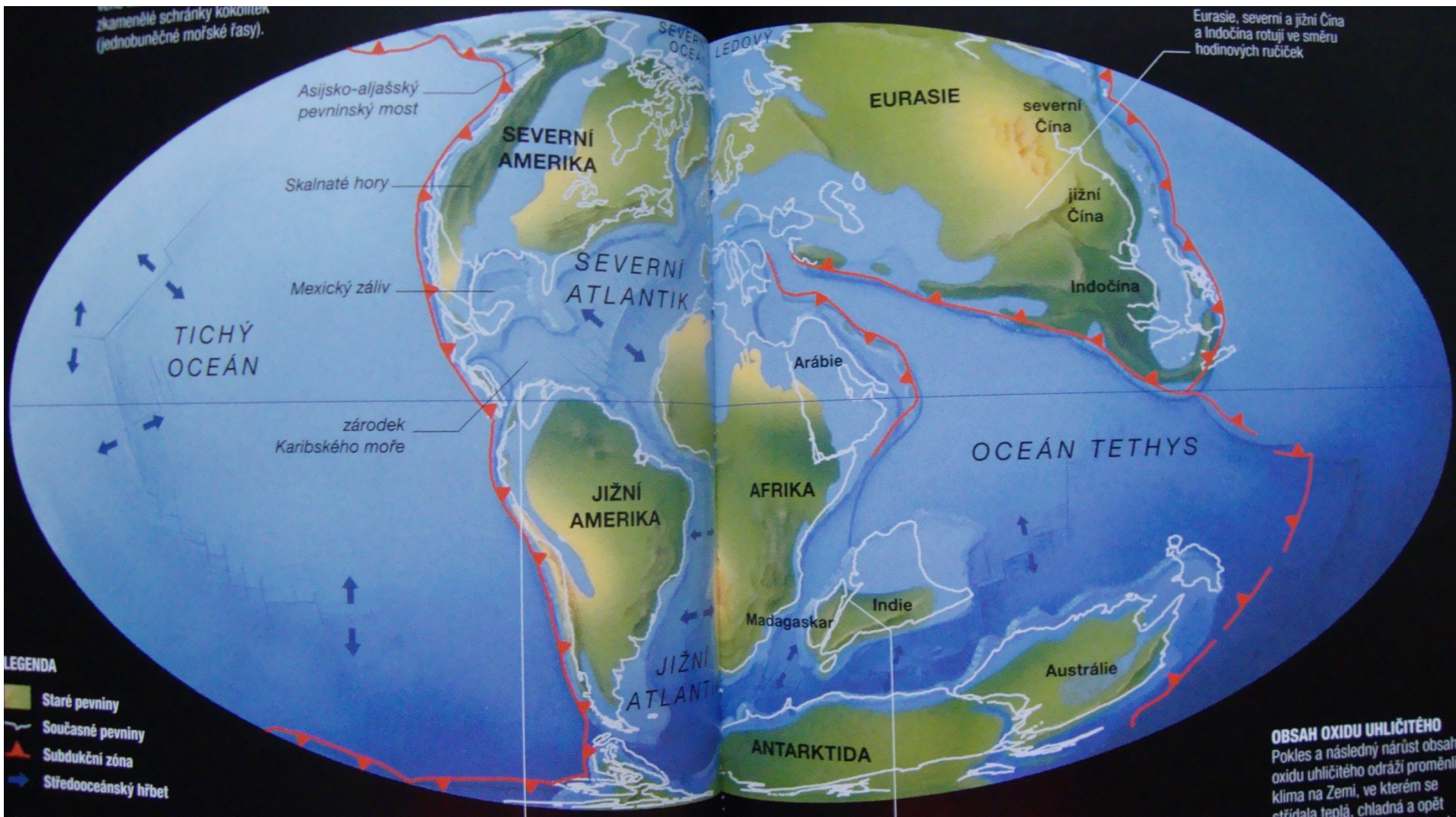
### Jura



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

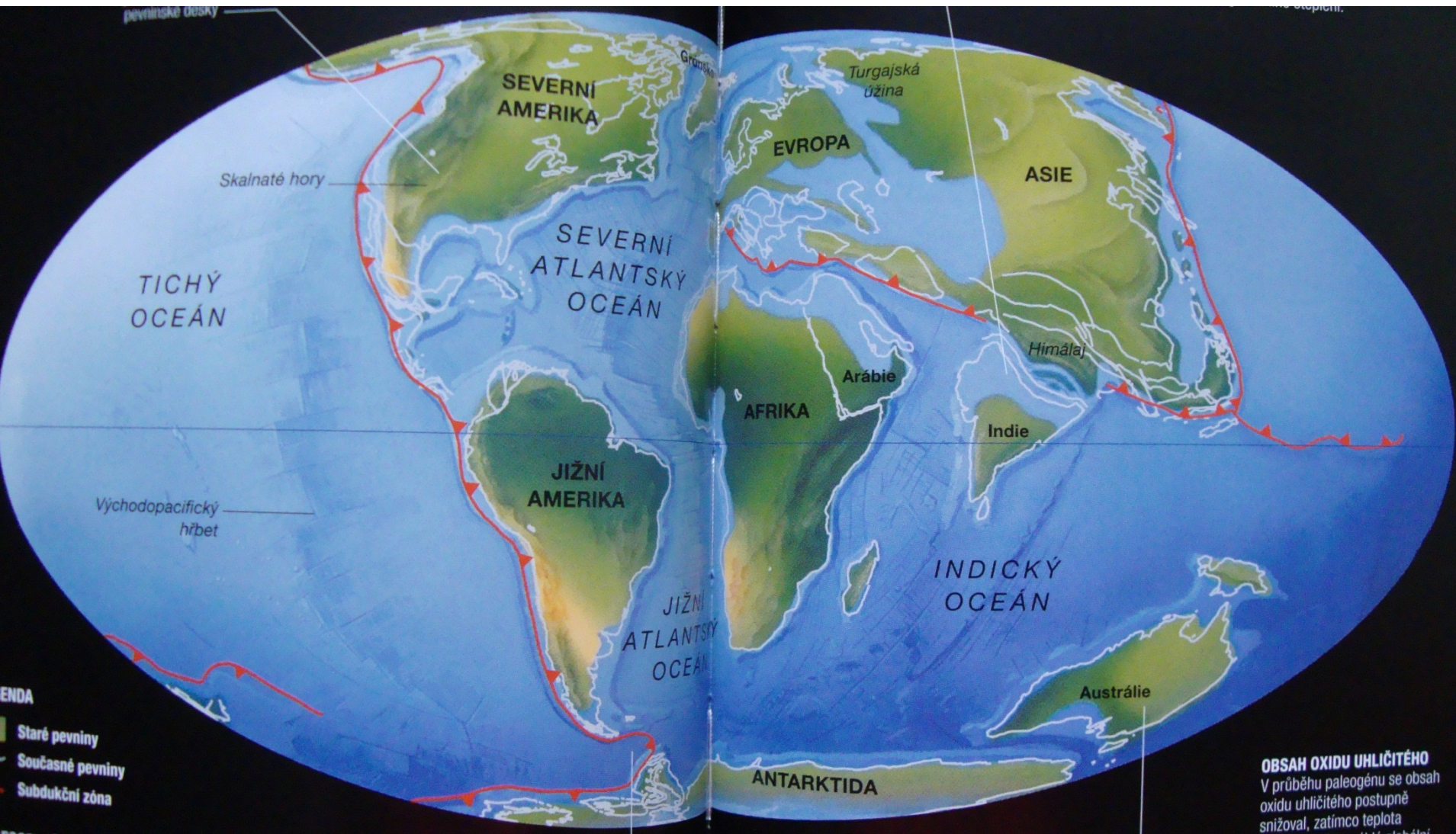
### Křída



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Paleogén



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.



## II. Chordata - vývoj Země

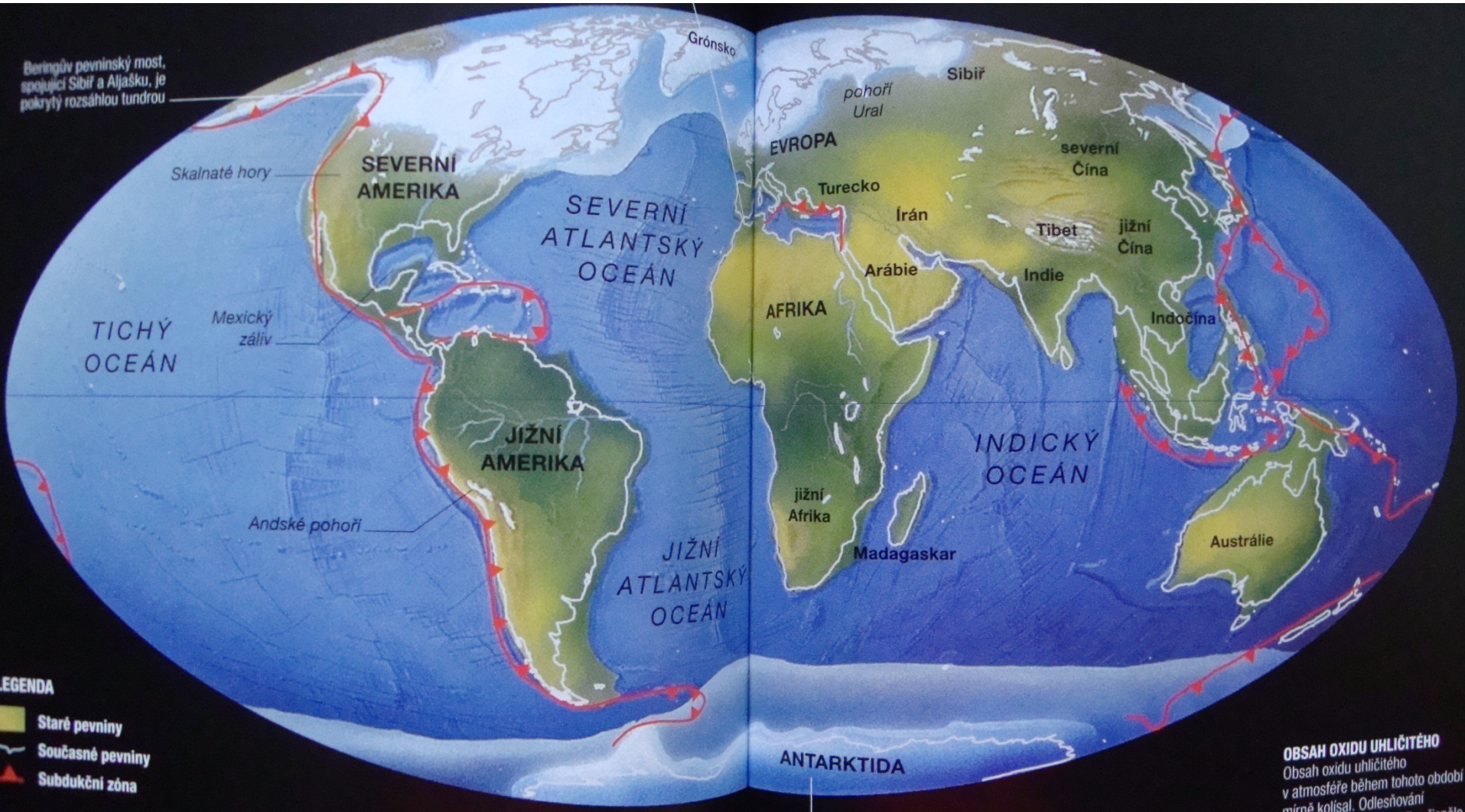
### Neogén



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země

### Kvartér



Podle: : Prehistoric. Dorling Kindersley Ltd., London, 2009  
Překlad: Prehistorie. Euromedia Group, Praha, 2010, 511 str.

## II. Chordata - vývoj Země



PERMIAN  
225 million years ago



TRIASSIC  
200 million years ago



JURASSIC  
135 million years ago



CRETACEOUS  
65 million years ago

Protoatlantic – 140 mil. let



PRESENT DAY

### Postavení v systému

Eukarya (Eukaryota)



Opisthokonta



Holozoa



Metazoa (Animalia)



Bilateria



Deuterostomia



**Chordata (60 000)**

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

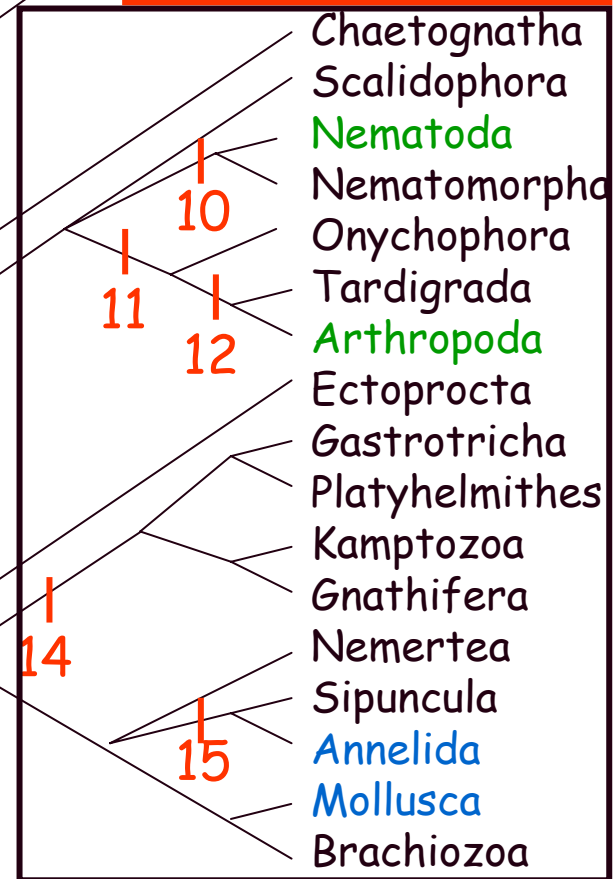
# System živočichů (Holozoa=Animalia)

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.



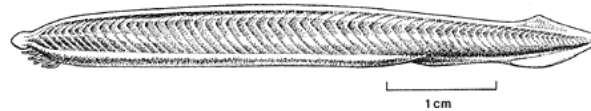
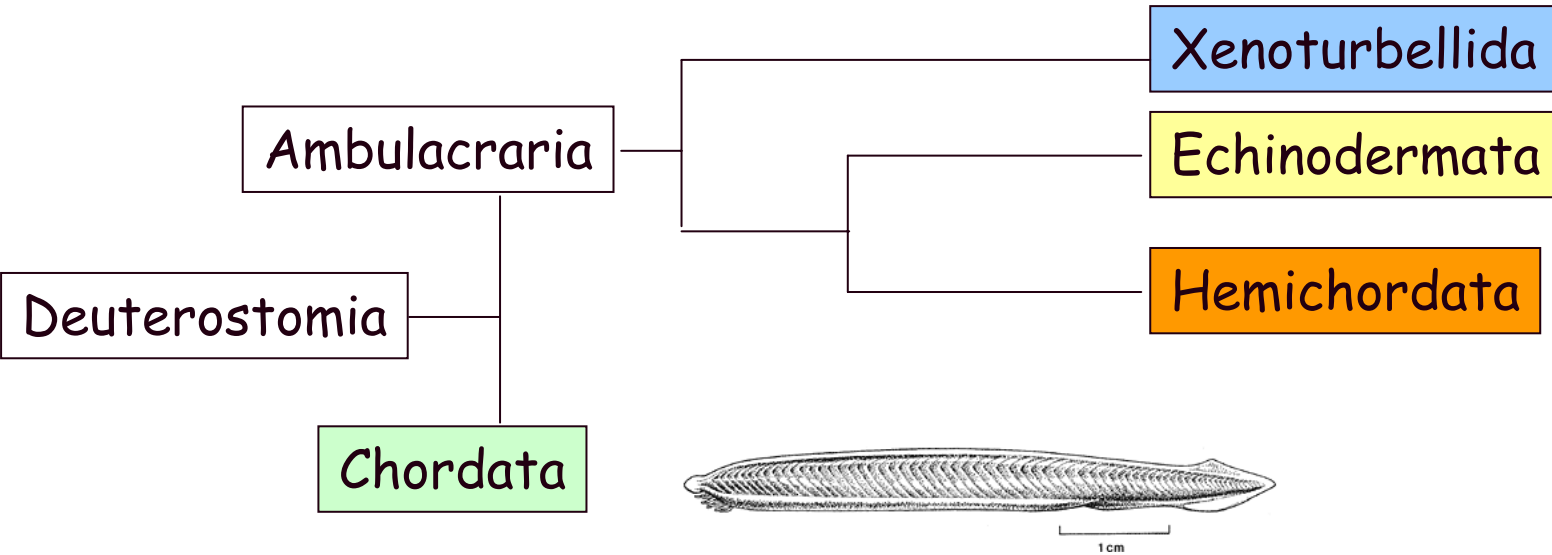
Podle Zrzavého (2006)

## DEUTEROSTOMIA

1. ECHINODERMATA
2. HEMICHORDATA
3. CHORDATA

OSTNOKOKOŽCI  
POLOSTRUNATCI  
STRUNATCI

(asi 60 000)



spodní kambrium - před 525 miliony lety

## II. Chordata - systém, charakteristika a příbuznost

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

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

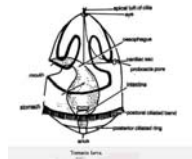
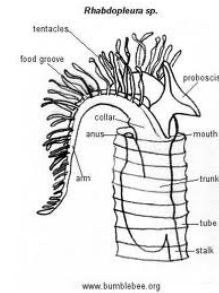
### a) Hemichordata (Pterobranchia nebo Enteropneusta)

**pharyngotremie; stomochord** (bez účasti genu *Brachyury*\*\*)  
**hřbetní nervový pruh**

Romer, Bone (přisedlé dospělé stadium)

Remane, Garstang (pedomorfóza = neotenie)

- t. tornariová (larva žaludovce)



---

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

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

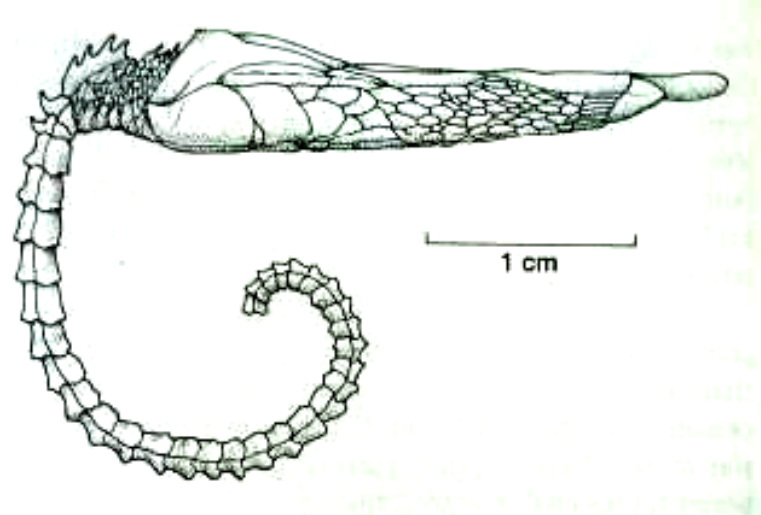
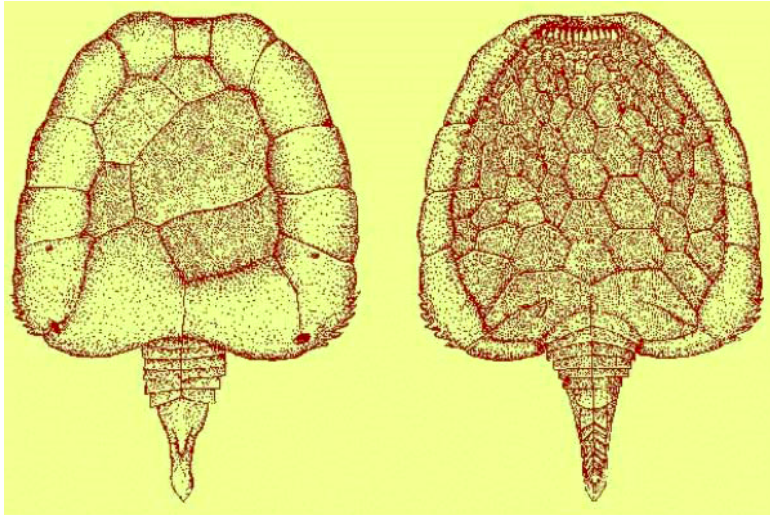
## II. Chordata - systém, charakteristika a příbuznost

### 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

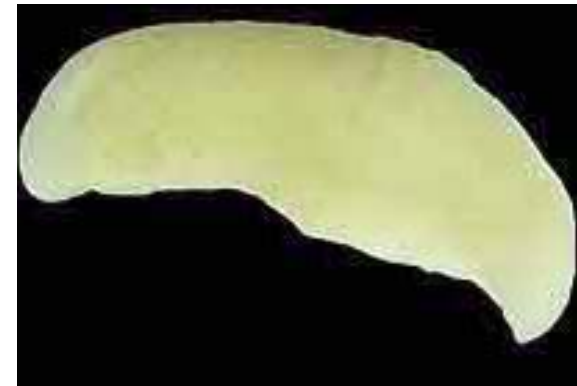


c) Sesterská skupina k strunatcům - Ambulacraria, její bazální skupinou jsou Xenoturbellida - mlžojedi

### *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.



### 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

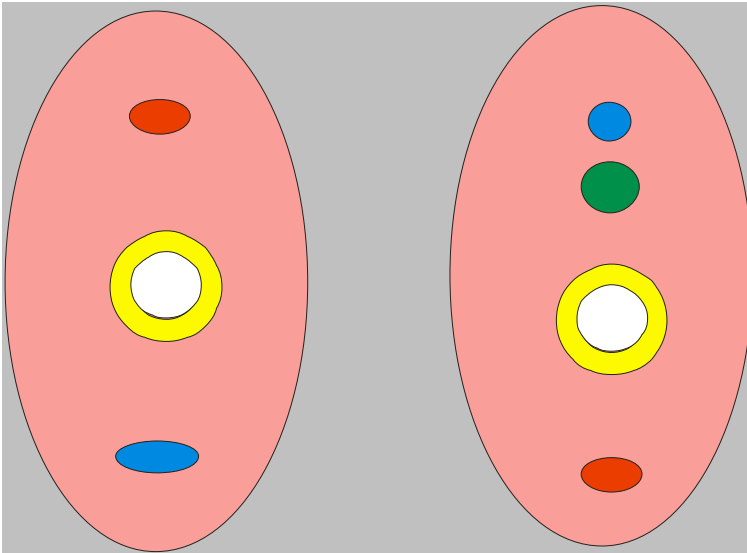
### Embryonální determinace vs. vývojová flexibilita (indukční procesy v ontogenezi)

\* 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 - systém, charakteristika a příbuznost

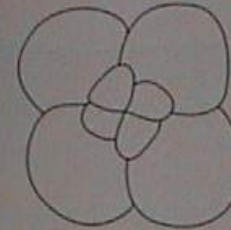
Protostomia

Chordata

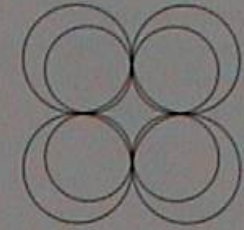


Protostomia

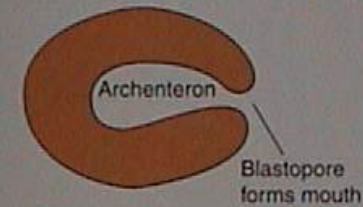
Deuterostomia



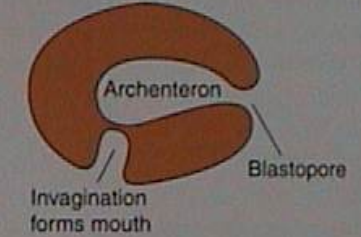
A. Spiral cleavage



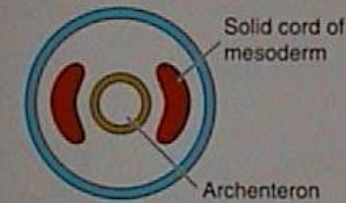
B. Radial cleavage



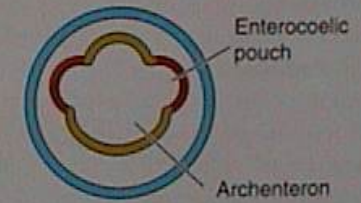
C. Protostome gastrula



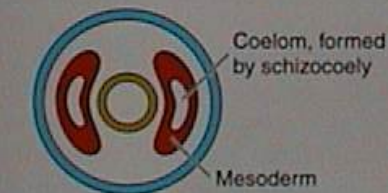
D. Deuterostome gastrula



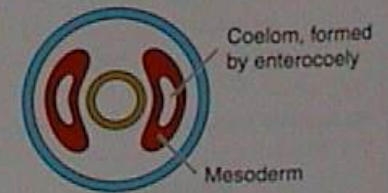
E. Protostome gastrula — early



F. Deuterostome gastrula — early



G. Protostome gastrula — late

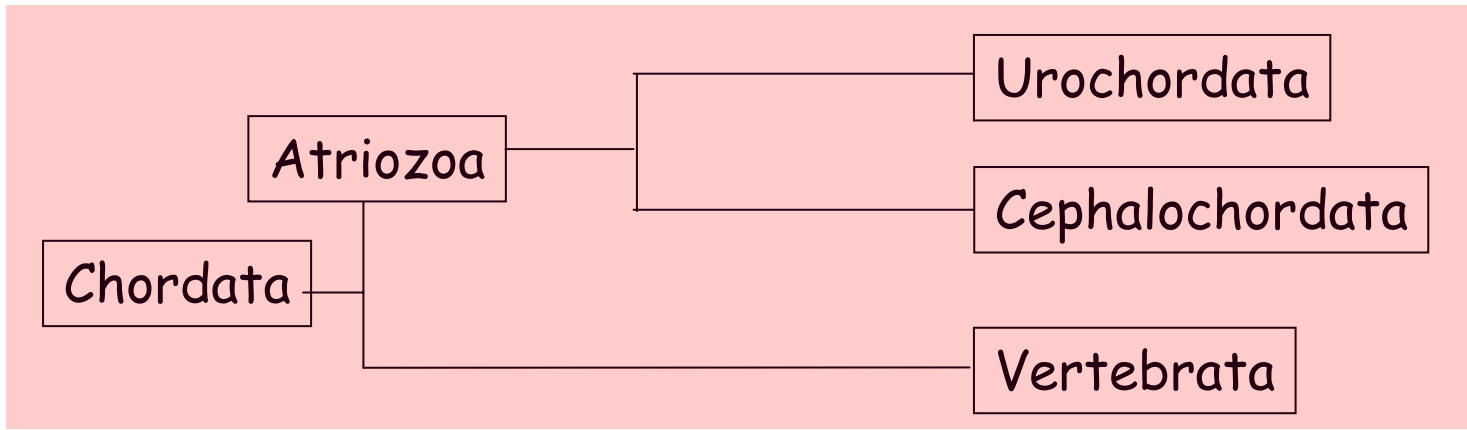


H. Deuterostome gastrula — late

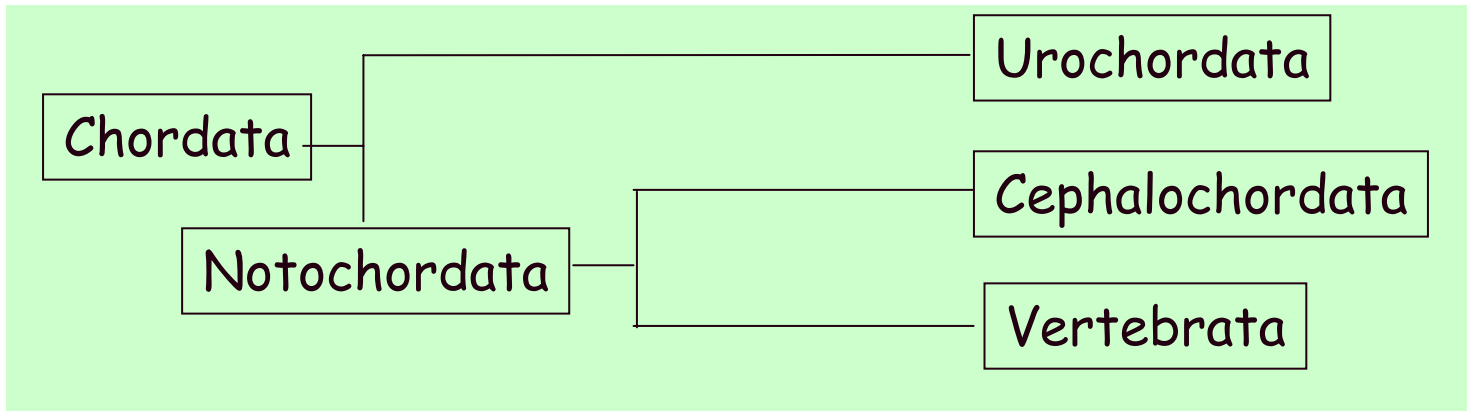
## II. Chordata - systém, charakteristika a příbuznost

System

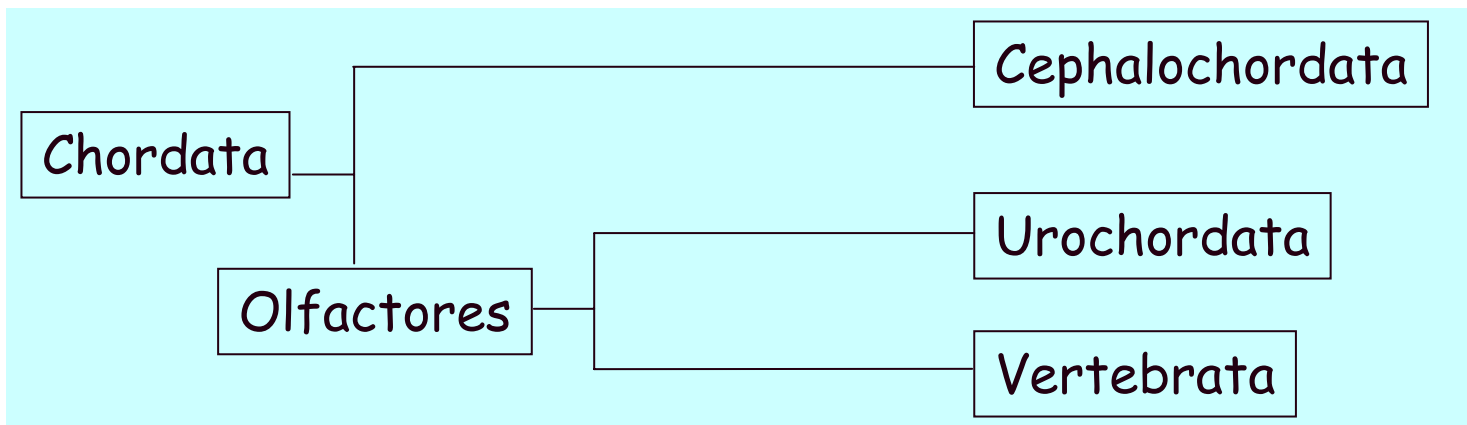
✗



✗



✓



# II. Chordata - systém, charakteristika a příbuznost

Journal of Zoology

ZSL  
LIVING COLLECTION

Journal of Zoology. Print ISSN 0952-8369

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*

Vol 439 (23) February 2006 | doi:10.1038/nature04306

nature

LETTERS

---

## **Tunicates and not cephalochordates are the closest living relatives of vertebrates**

Frédéric Delsuc<sup>1</sup>†, Henner Brinkmann<sup>1</sup>, Daniel Chourrout<sup>2</sup> & Hervé Philippe<sup>1</sup>

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

## II. Chordata - systém, charakteristika a příbuznost

**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.

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

Vendobionta - t, 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 - původ

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

*Haikouella*, *Yunnanozoon* - asi bazální Deuterostomia

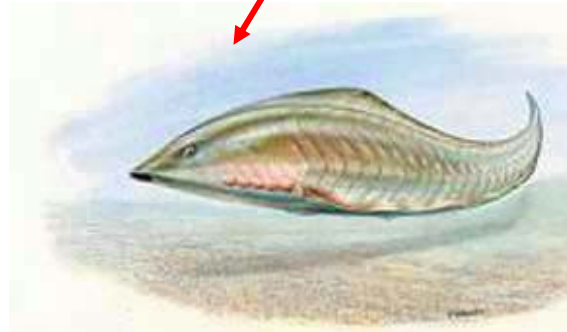
*Cathaymyrus diadexus* - 2,2 cm, pohyb při mořském dně, příbuznost s kopinatci, popis na základě jediného exempláře, bazální strunatec? *Shu et al. 1996: Nature, 384: 157- 158.*



Haikouella

*Cheungkongella ancestralis* - asi bazální pláštěnec (Urochordata)

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



Yunnanozoon

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

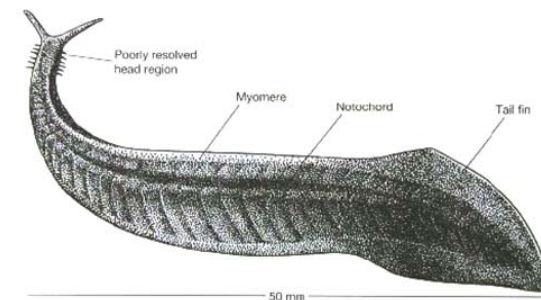
*Pikaia gracilens*

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

párové smyslové orgány - příbuznost s obratlovci?

**U.S.N.M. 198612** *Metaspriggina walcotti*

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

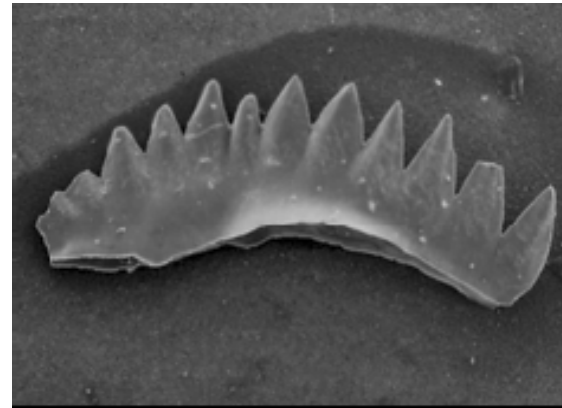
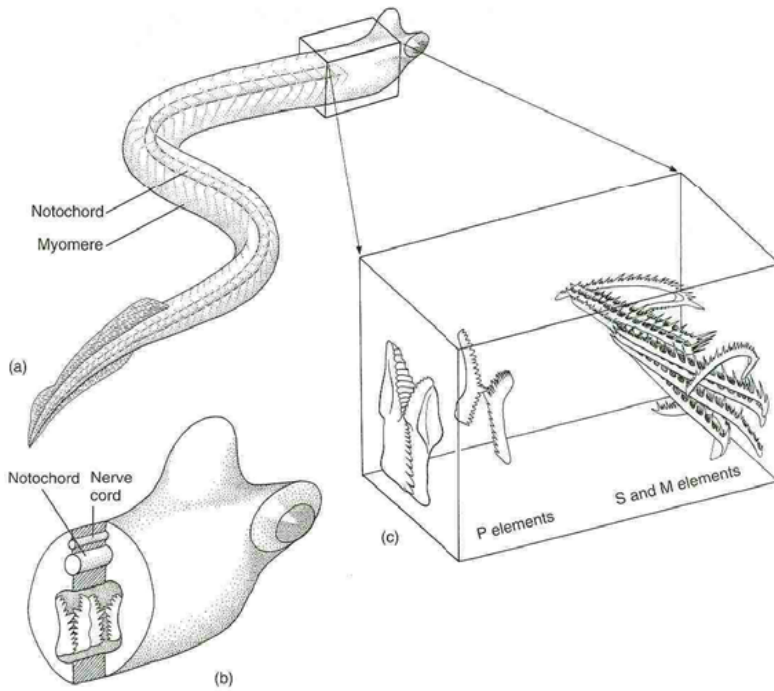




## II. Chordata - původ

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, notochord, 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