

# System a evoluce obratlovců XI

## Tetrapoda

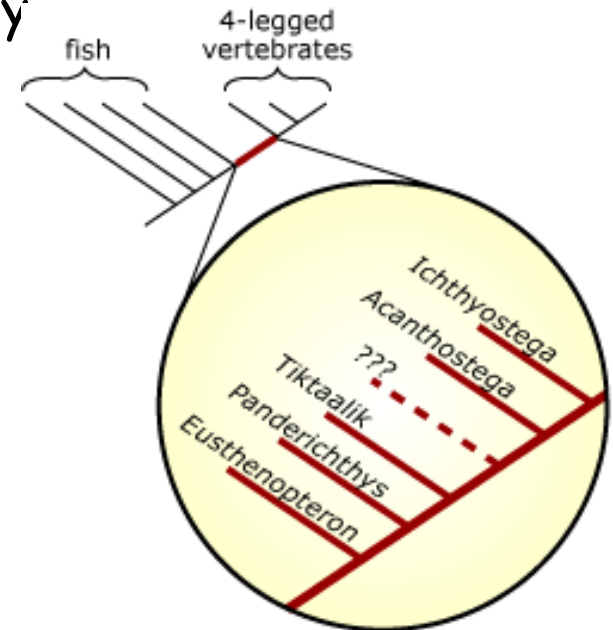
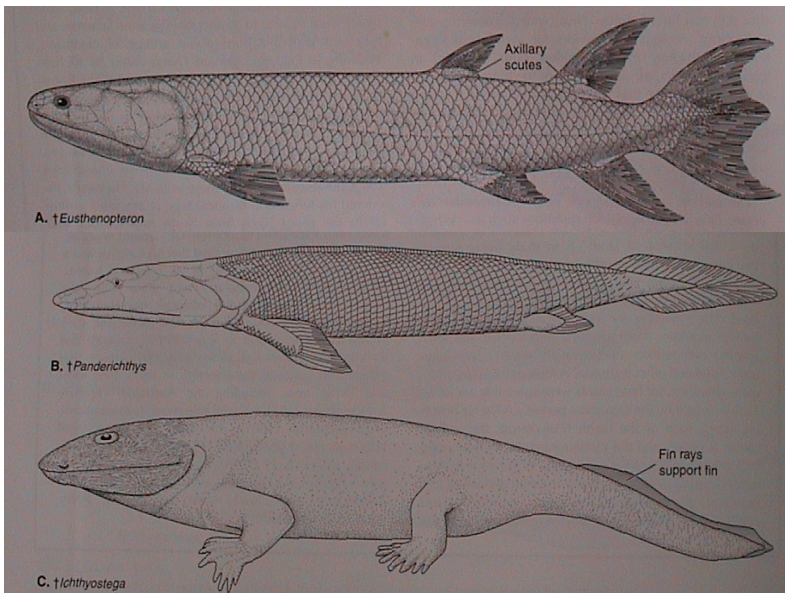
- charakteristika
- systém

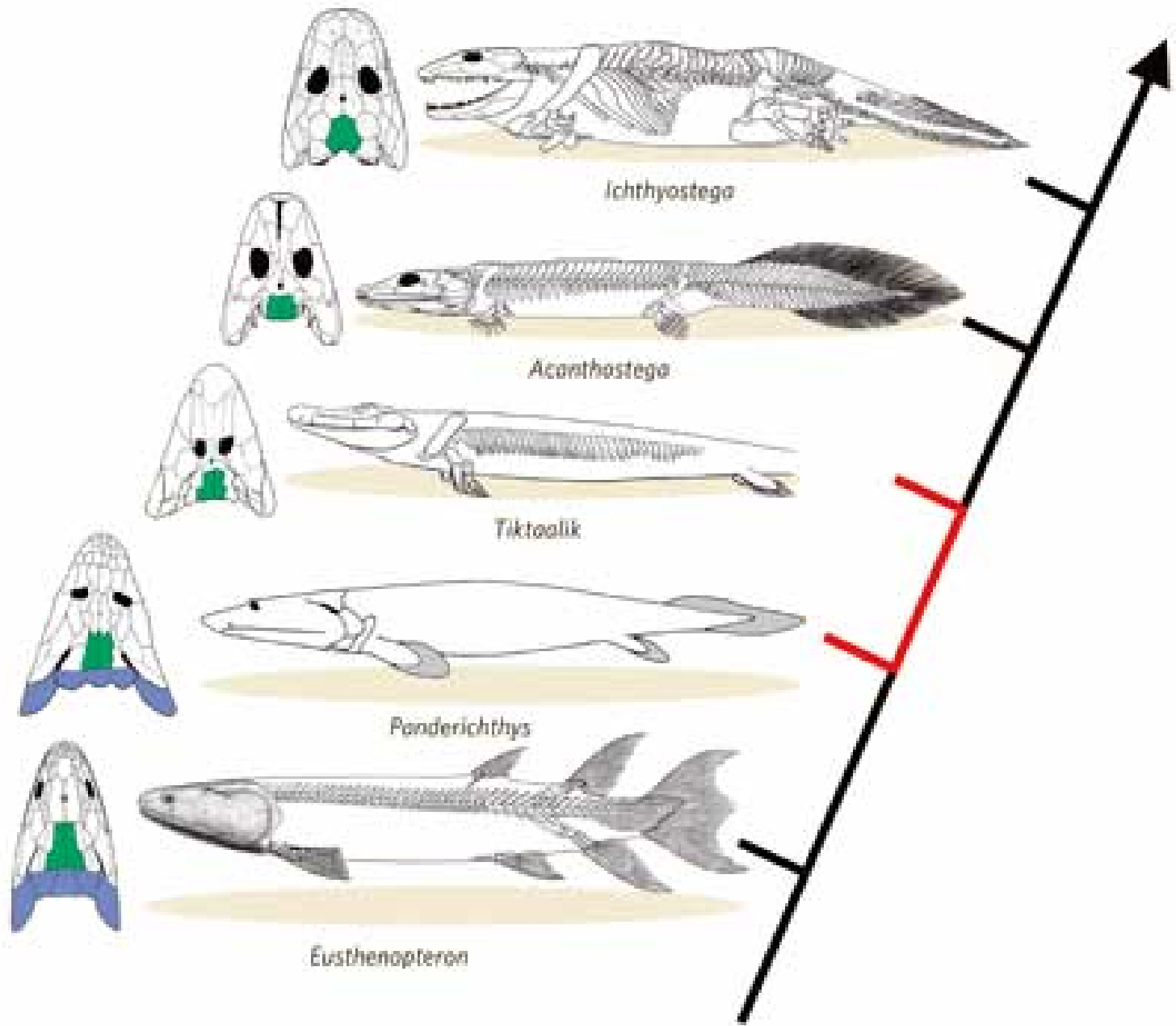


## Vznik

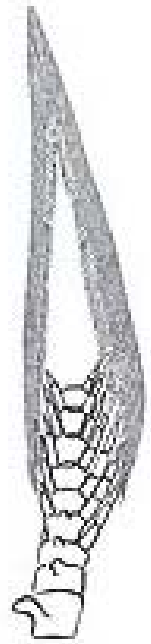
- svrchní devon (oteplení)
- předpoklady:
  - zvyšování obsahu kyslíku v atmosféře, zvedání pevniny a ústup moře, zvyšování potravní nabídky na souši (rozvoj vegetace)
  - schopnost pohybu po souši a dýchání vzdušného kyslíku, adaptace k méně stabilnímu prostředí, ochrana před ztrátou vody

- předkové: „Rhipidistia“ - Osteolepiformes (*Eusthenopteron*, 365 Myr), Panderichthyida (Elpistostegalia) (*Panderichthys*, 380 Myr, *Elpistostege*)
- přechod k tetrapodům: svrchní devon - *Tiktaalik?* (375 Myr, S Kanada, 2006), *Sauripterus* (370 Myr, Pennsylvania, 1998, paprsky - 8 prstů), *Elginerpeton* (368 Myr, Skotsko), *Obruchevichthys* (368 Myr, Litva, Rusko - jen část mandibuly), *Metaxygnathus* (365 Myr, J Aus)
- nejstarší Tetrapoda: *Densignathus* (365 Myr, jen čelist, USA), *Hynerpeton* (360-365 Myr, USA, predace) *Acanthostega* (8+7, 360 Myr, Grónsko, 1987), *Ichthyostega* (7, 363 Myr, Grónsko), *Tulerpeton* (6, Tula, Rusko, značné rozšíření, již Reptiliomorpha - Anthracosauria, marinní sedimenty), jinak sladkovodní sedimenty

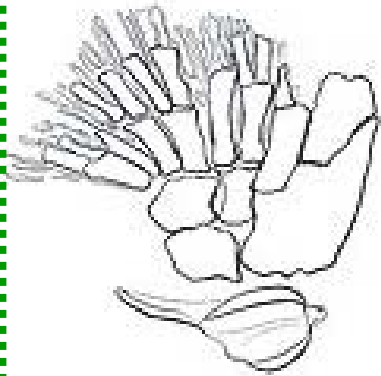




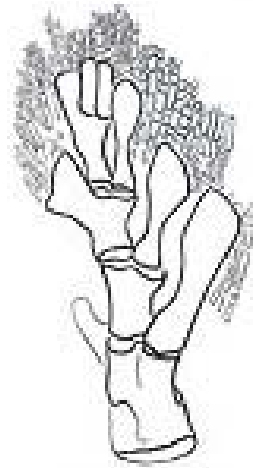
Nature, 440(6), 2006: 757-771.



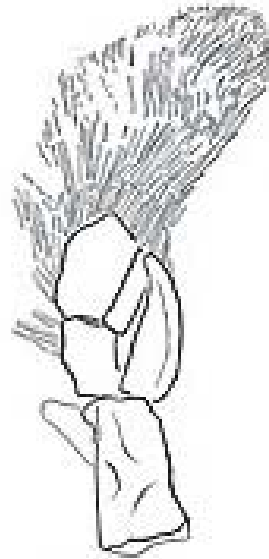
*Glyptolepis*



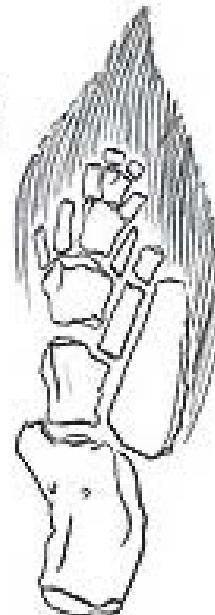
*Sauripterus*



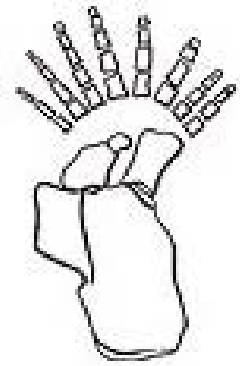
*Eusthenopteron*



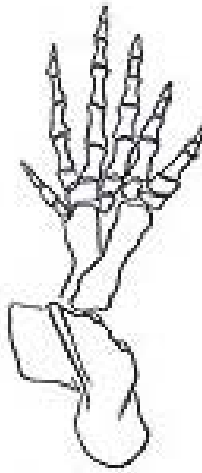
*Panderichthys*



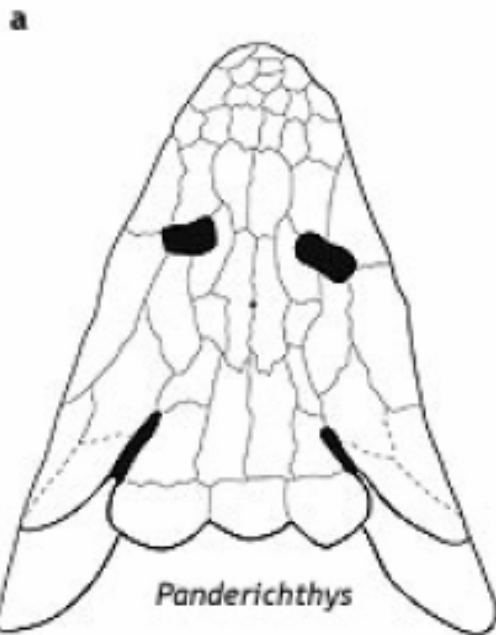
*Tiktaalik*



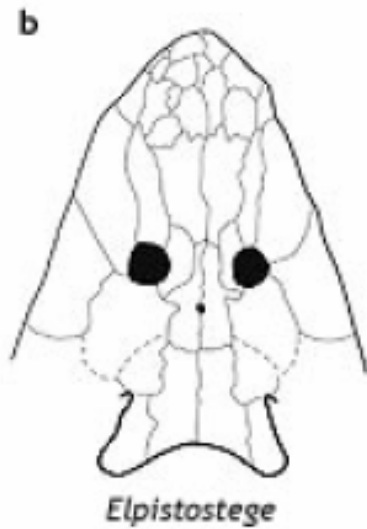
*Acanthostega*



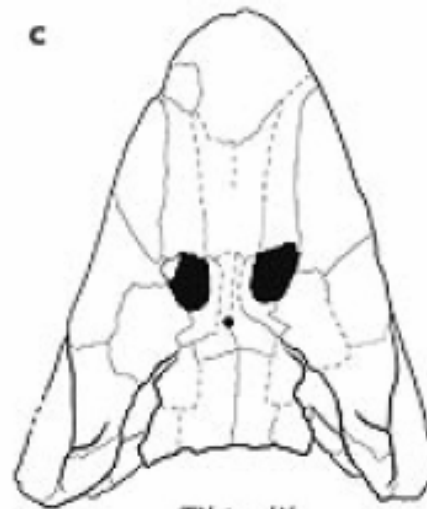
*Tulerpeton*



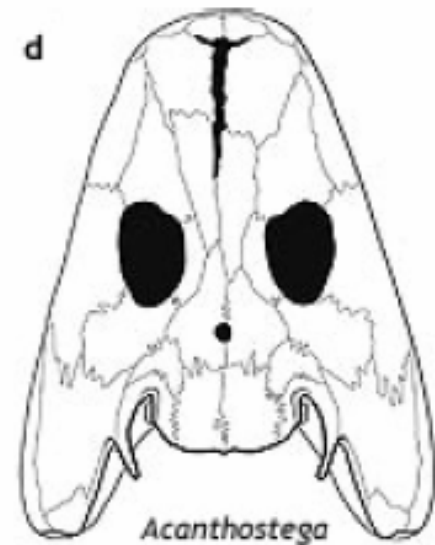
*Panderichthys*



*Elpistostege*

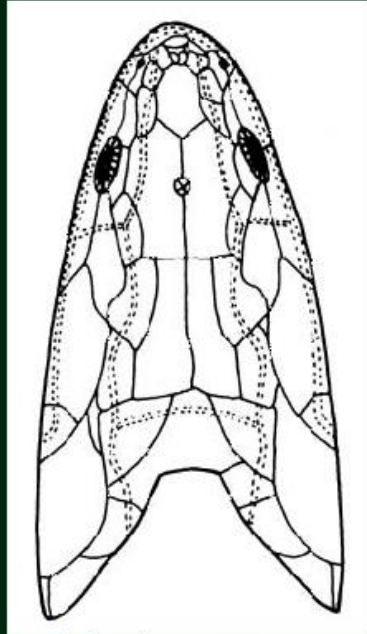


*Tiktaalik*

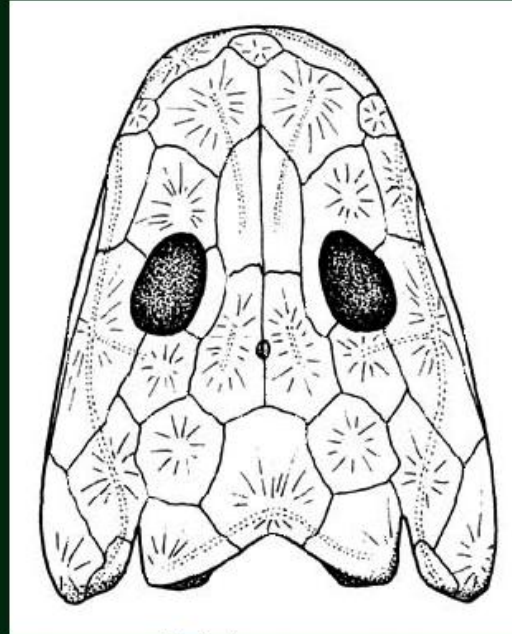


*Acanthostega*

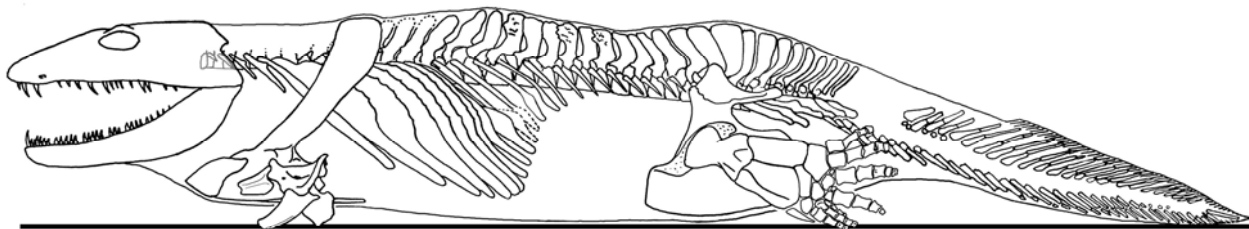
Ichthyostega had a “fishy” skull and a lateral line (!), but the number of bones was reduced.



*Eusthenopteron*



*Ichthyostega*



New *Ichthyostega* reconstruction from Ahlberg et al. 2005



## Plesiomorfie

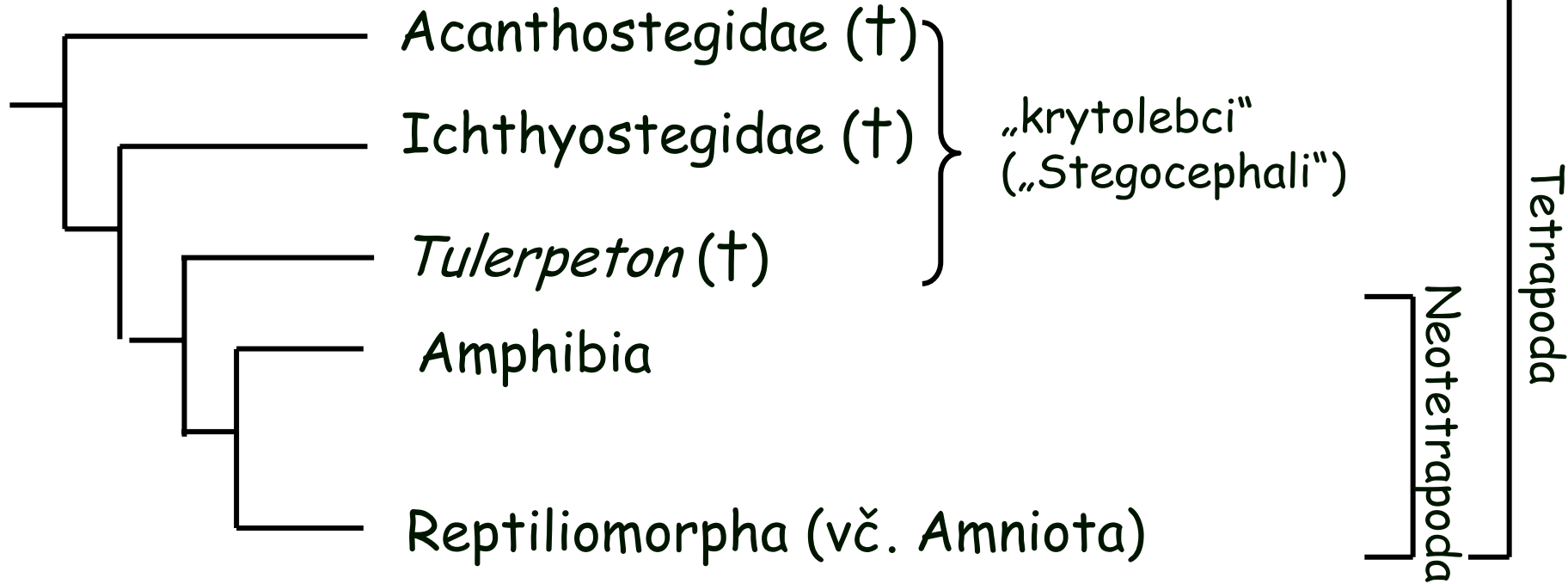
- choany
- sekundární autostylie
- labyrintodontní zuby
- plicní vaky - plíce
- přestavba srdce a oblouků aorty

## Apomorfie

- párová chiropterygia, vymizení nepárových ploutví a paprsků
- monospondylní obratle, artikulace obratlů, kloubní spojení lebky s páteří (krční obratel)
- kompaktní kostěné endokranium
- vymizení skřelí, uzavření žaberních štěrbin, hyomandibulare - collumela
- vznik lacrimale, slzný kanálek
- těžiště těla v oblasti pánve a zadních končetin, srůst křížových obratlů a pánve, ztráta spojení mezi lebkou a předními končetinami
- plíce - trachea, larynx
- 2 mozkové pleny
- jazyk se žláznatým polem

# System

## Tetrapoda



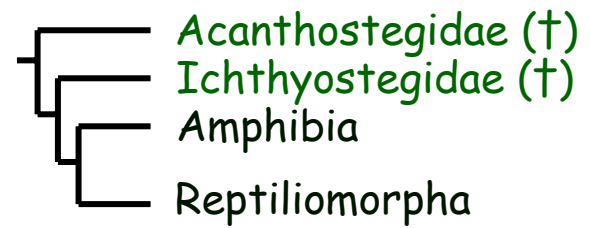
Devon - rané formy (*Acanthostega*, *Ichthyostega*, *Tulerpeton*) - polydaktylie

Hranice devon-karbon - Romerova mezera - (25 mil. let)

Karbon - pokročilé formy (Temnospondyli) včetně forem blízkých plazům (Reptiliomorpha: Anthracosauria) - pentadaktylie



# Acanthostegidae (†) Ichthyostegidae (†)



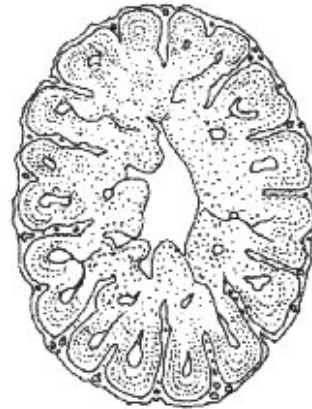
dříve 2 vymřelé podtř.

A. Apsidospondyli (Labyrinthodontia - vráskozubí) se 2 řády:

1) **Ichthyostegalia** - Acanthostega (370 mil. let), Ichthyostega, Tulerpeton (6 prstů)

2) Anthracosauria - patří k Reptiliomorpha, dom. párové pleurocentra

2 m



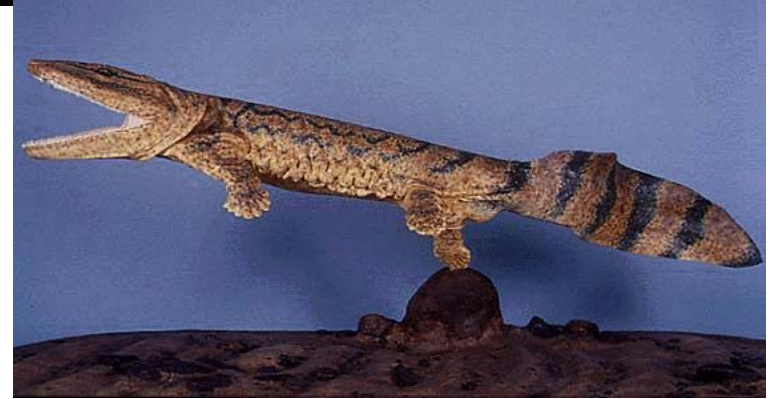
**labyrinthodontní zub**

*Ichthyostega*

diplospondylní obratle, silné krycí kosti na lebce, silná žebra a pletence končetin, kožní pancíře, labyrinthodontní zuby, nestabilizovaný počet prstů - 4-8, **chybí karpální a tarsální elementy** - končetiny jen k posunu po břiše

B. Lepospondyli (srostloobratlí)

*Acanthostega*  
8 prstů



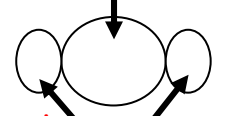
*Ichthyostega*  
7 prstů



Nejstarší tetrapod  
*Obruchevichthyes* (Litva) - svrchní devon

labyrintodontní zuby

intercentrum



pleurocentra

tělo obratle:

intercentrum + párová pleurocentra

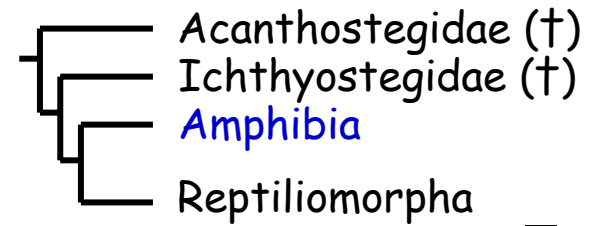
Kombinace aquatických a terestrických znaků

- pozůstatky žaberního aparátu
- zachovány kanálky proudového orgánu na hlavě
- zbytky šupin, paprsky v ocasní ploutvi,



Ichthyostega (Dev)

# System

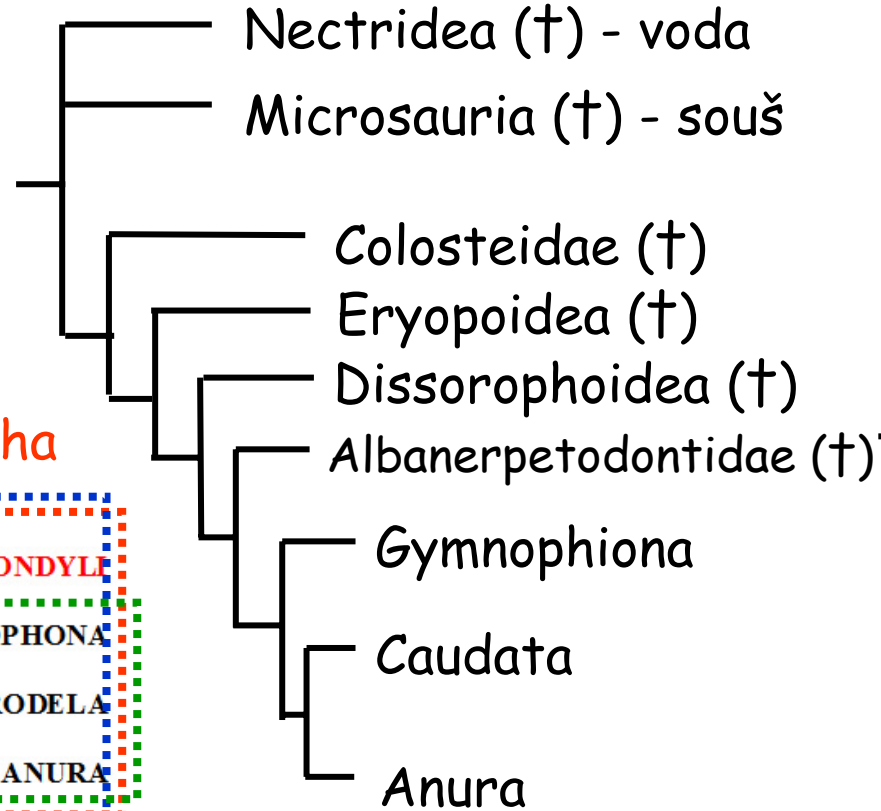
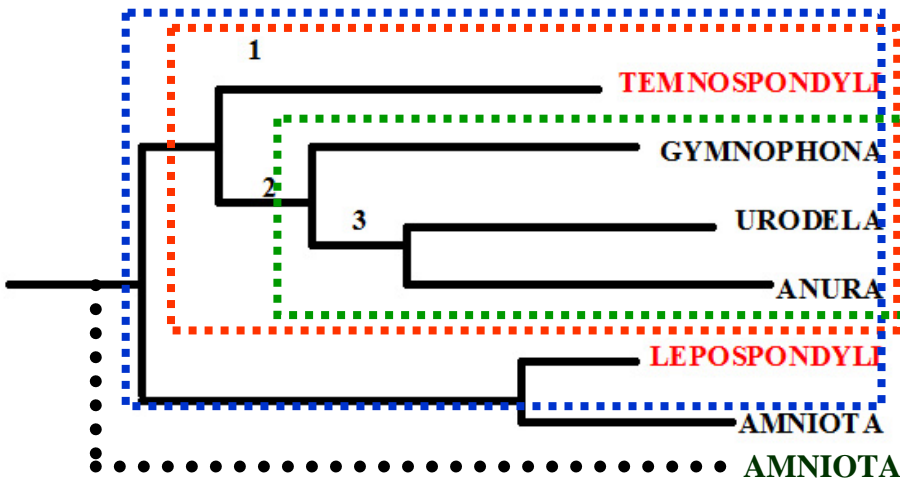


## Amphibia

- zápěstí a zanártí vytvořeno
- redukce prstů na ruce (4)
- vývoj přes larvu

## Amphibia

## Batrachomorpha



## Lissamphibia

Frost et al. (2006) - Lissamphibia = monophylum (2)

Benton (2005), Anderson (2008) - Temnospondyli + Lissamphibia = sesterské taxony

# Osifikace těl obratlů: intercentrum a pleurocentra

Raní tetrapodi:

intercentrum + pleurocentra

Lepospondyli:

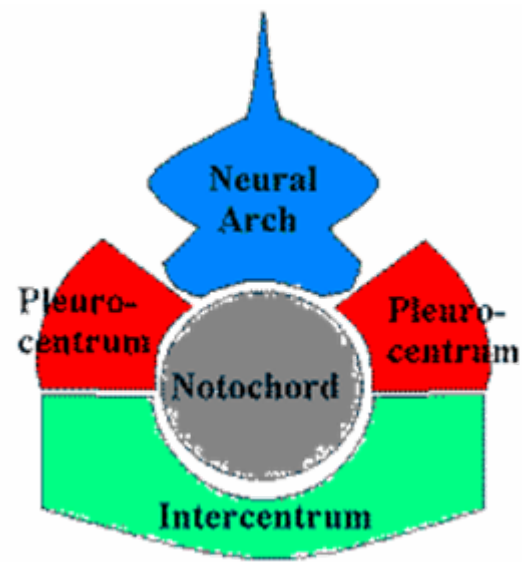
nerozlišeno

Temnospondyli:

intercentrum (ic)

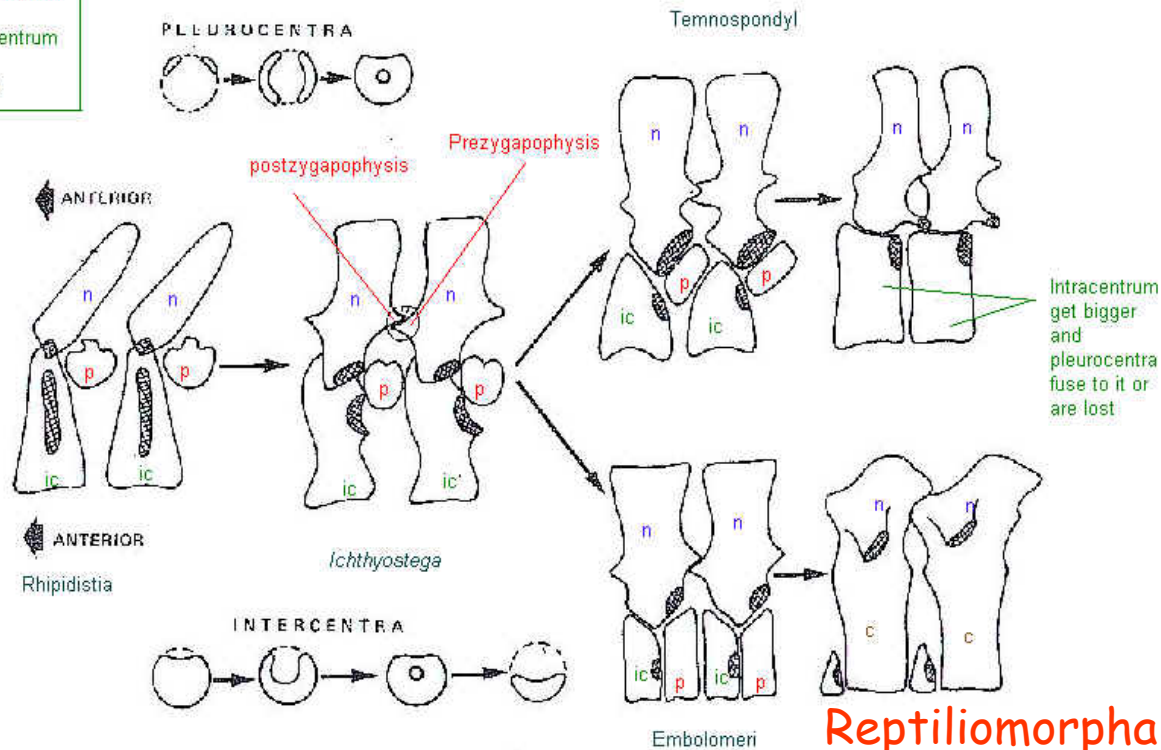
Reptiliomorpha (Amniota):

pleurocentra (p)



n = neural arch  
p = pleura centra  
ic = intercentrum  
c = centra

Temnospondyli



Benton (2005)

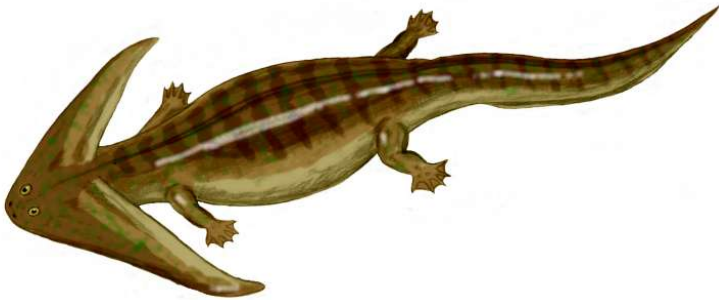
Reptiliomorpha

## „Lepospondyli“

(„srostloobratlí“)

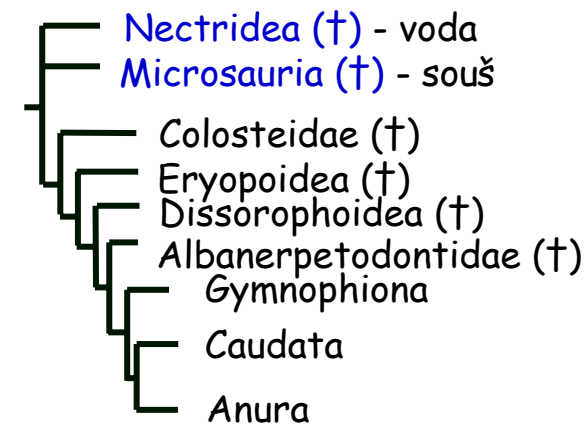
- rozpad na několik řádů vymřelých obojživelníků
- od karbonu do permu
- hadovité tělo
- osifikační centra obratlů nerozlišena
- zuby bez zvrásnění

### Nectridea



*Diplocaulus* (1,3m, perm, Nectridea)

*Eoscopus* - lebka



### Microsauria

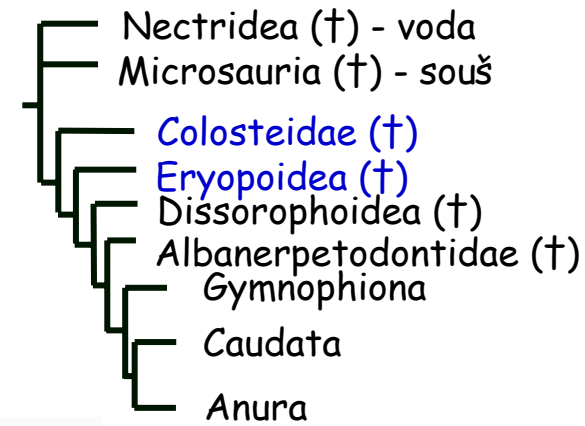


*Microbrachis* (15 cm, karbon, u Nýřan)

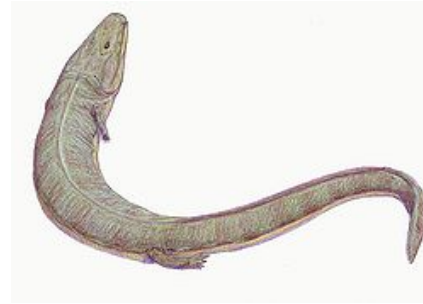


# Temnospondyli

- segmentovaná páteř
- tělo obratle: **dom. intercentrum**
- gracilní collumela v kontaktu s bubínkem - přenos zvuku vzduchem
- od raného karbonu, permská radiace
- *Mastodonsaurus* - spodní trias (6m)



## Colosteidae (†)



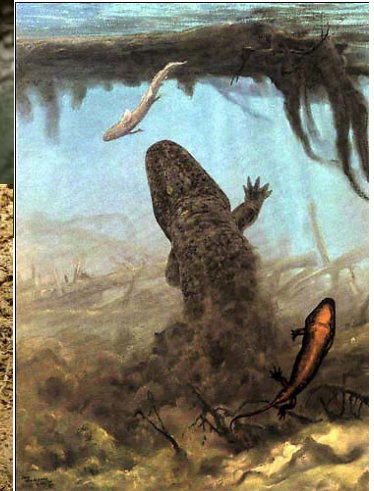
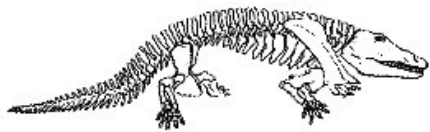
*Colosteus*

## Eryopoidea (†)

karbon-perm, specializovanější, život jako dnešní krokodýlové



*Eryops*



**Dissorophoidea** - dvouhroté zuby,  
korunka oddělena od báze zubu stopkou,  
od karbonu do triasu



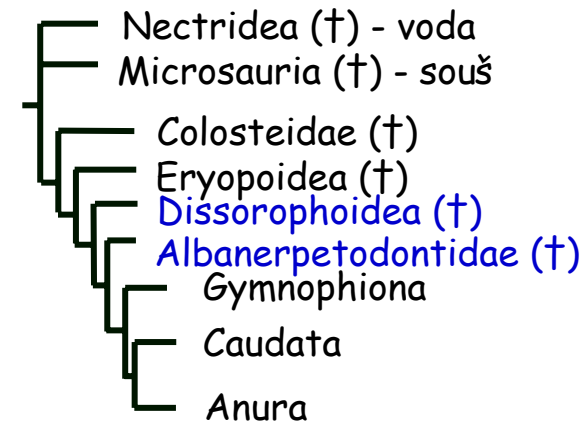
*Zygosauros*

**Albanerpetontidae (†) - Allocaudata (†)**

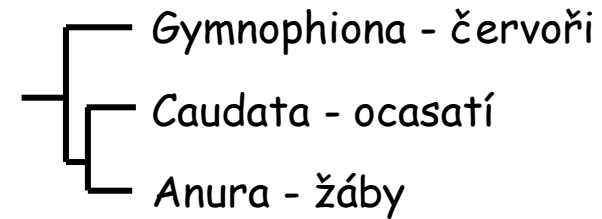
- od střední jury do pliocenu, S Am a Evropa (kmenový taxon  
Lissamphibia)



*Albanerpeton*



# Lissamphibia - obojživelníci



- nahé slizké tělo, tenká slabě rohovatějící kůže
- ztráta akvatických znaků při metamorfóze larvy: redukce ploutevního lemu, rozvoj párových končetin, larva - herbivorní, adult - carnivorní - přestavba úst
- 3 typy dýchacích orgánů: vnější a vnitřní žábry, plíce, integument
- sladkovodní původ, chybí mořské formy
- ektotermní, letargie: estivace, hibernace
- max.: *Andrias davidianus* (1,8 m, 10 kg), *Conraua goliath* (40 cm, 7 kg), červor *Caecilia thompsoni* (1,52 m)
- min.:
  - Psyllophryne didactyla*  
ropušenka dvouprstá  
- 9,8 mm  
(Brachycephalidae)
  - Sminthilus limbatus*  
bezblanka nejmenší  
11,5 mm (Leptodactylidae)



*Eleutherodactylus iberia*  
- 1996, 10 mm  
(Leptodactylidae)



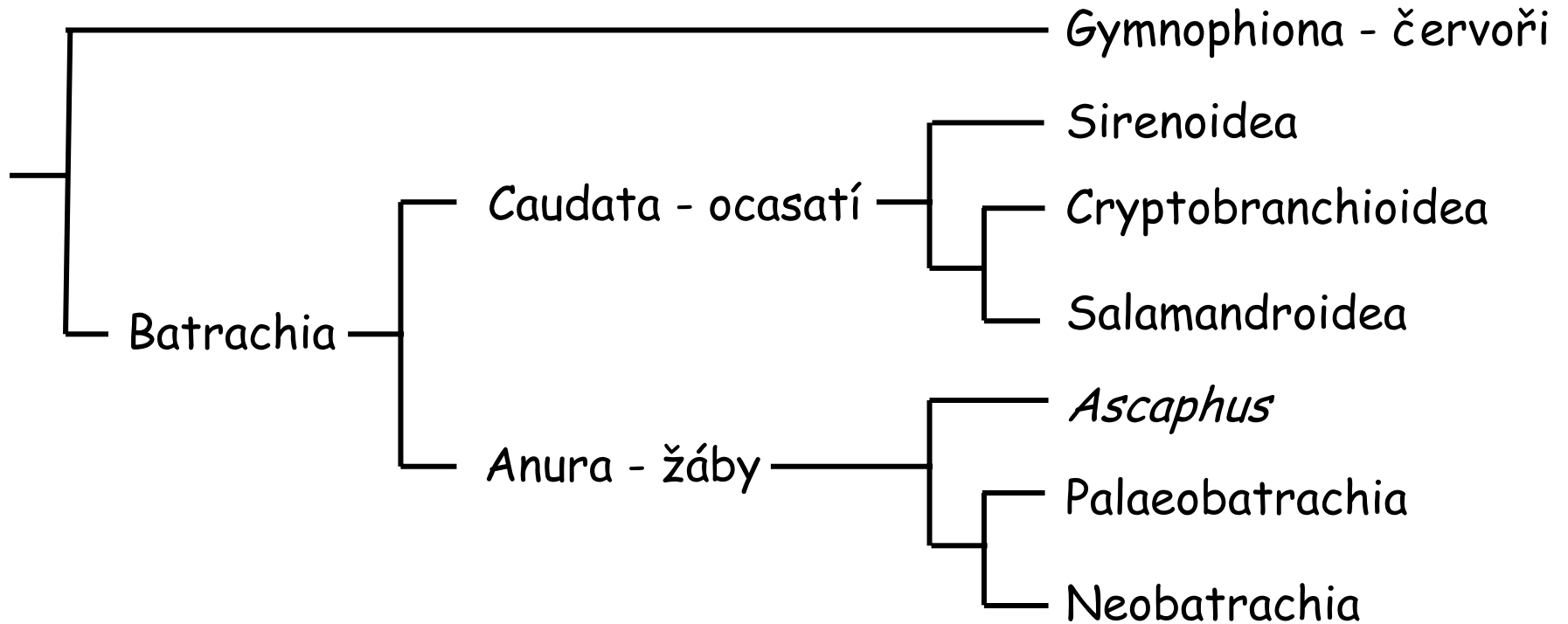


# Morfologie (Lissamphibia)

- četné **mnohobuněčné slizové (i jedové) žlázy** - kožní dýchání
- osifikovaná kostra, obratle amphicélní, opisthocélní i procélní obratle, 1. krční obratel - atlas, axis není vytvořen, **žebra zkrácená** - jen u ocasatých, sternum u žab
- **bikondylní lebka, redukce dermatocrania** (17 párů u ryb - 7 u obojživelníků), primární patro - báze neurocrania, sek. autostylie, collumela, bez skřelí
- lopatkové pásmo: krycí - clavícula u žab, náhradní - scapula, procoracoid + chrupavky, spojení se sternem, bez spojení s lebkou, **na přední končetině 4 prsty**
- pánevní pásmo: tenké kůstky - ilium, ischium (kost), pubis (chrupavka) - pánev spojena s páteří, na zadní končetině 5 prstů; u žab srůstá - os antebrachii, os cruris, urostyl
- svalstvo: myomery zřetelné u ocasatých, velké svaly - zádový a břišní, svalstvo končetin
- mozek: hemisféry koncového mozku s palliem, koordinační ústředí - tectum středního mozku, malý mozeček
- smysly: chemoreceptory - chuť v ústech, hltanu, na papilách jazyka - pohárky; čich - nosní chodby (nares - choany), vomeronasální (Jacobsonův) orgán; proudový orgán jen u larev, ucho - velký sacculus, v lageně papilla basiliaris + **papilla amphibiorum**, u žab tympanum s columellou, u ocasatých operculum - chvění z lopatky na oválné okénko, u červořů chybí střední ucho; oko - barevné vidění, posun čočky od sítnice (m. protractor lentis), 3 víčka (mžurka), u žab parietální oko, muskulatura oka - **mm. retractor et levator bulbi**

- TS: svalnatý pohyblivý jazyk, zuby homodontní, polyfiodontní, zuby často i na patře, larvy rohovitě odontoidy, **polykání zatahováním očních bulev (mm. retractor et levator bulbi)**, kloaka, velká játra se žlučníkem
- DS: larva - vnější kožní žábry, 3 páry vnitřních žaber jen u pulců žab, u dospělých tenkostěnné plíce, pumpování vzduchu spodinou úst, u žab - rezonanční měchýřky samců, kožní dýchání, dýchání sliznicí ústní dutiny
- CS: larva - rybího typu, ale již 2 síně; dospělec - plicní oběh, krkavice - oblouky aorty (1-2 páry) - plicněkožní tepny (a. pulmocutanae), někdy ductus caroticus, ductus arteriosus; žíly - kardinální žíly, Cuvierovy chodby; nepárová zadní a párové přední duté žíly, plicní a kožní žíly ústí do Cuvierových chodeb a ty do L síně, duté žíly do P síně
- VS: larva - holonefros (červoři), ostatní pronefros a opistonefros, dospělci jen opistonefros bez metamerie, primární močovody
- PS: gonády vedle ledvin, varlata + Wolfova chodba (vpředu jako chámovod, vzadu chámomočovod, vaječníky + Müllerova chodba, bobtnající obal vajíček, žlutá nebo oranžová **tuková tělesa**, metamorfóza larvy řízena tyroxinem, u ocasatých často neotenie (pedomorfie)
- Ekol: teplota, vysoká vlhkost, chemie substrátu; živočišná potrava, býložraví jen pulci, epigamní projevy, **spermatofory** u ocasatých, **amplexus** u žab, kopulace u červořů

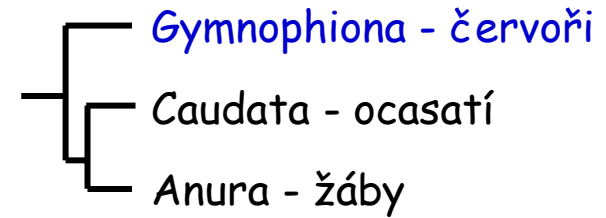
## Lissamphibia - obojživelníci



## Gymnophiona - červoři

J a stř. Amerika, tropická Afrika,  
Indie, od spodní jury

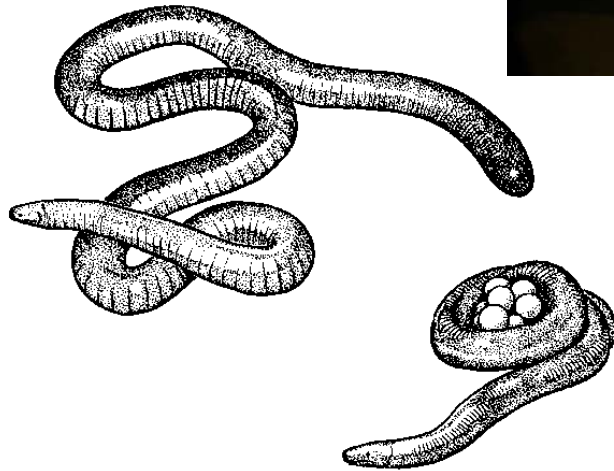
3 čeledi, 34 rodů, 159 druhů



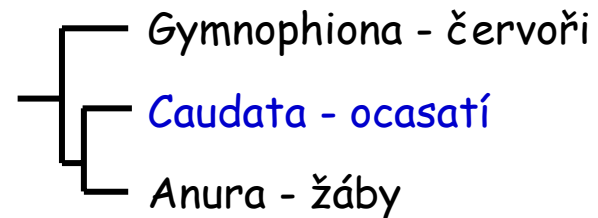
Bez končetin, červovitý trup, zevně kroužovaný, osifikovaná kompaktní lebka, život ve vodě nebo půdě - redukované oči, silná dolní čelist (silný stisk), v kůži často osifikované šupinky, vnitřní oplození, kopulace - v kloace phallogonium, oviparie i viviparie, mladí jedinci ozubení - vyhrabávání se, k ukousávání děložní sliznice matky



Gymnophiona - červoři  
Caudata - ocasatí  
Anura - žáby

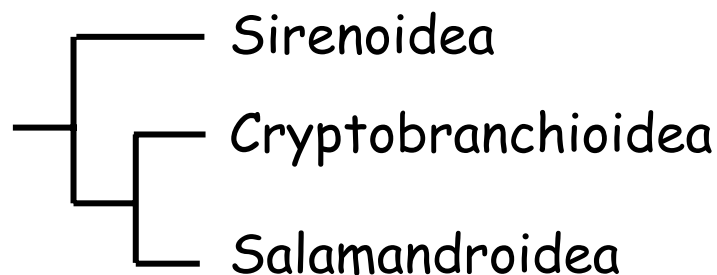


Batrachia = Caudata + Anura: systém tympanum-columella + operculum (lopatkové svaly) - ovalné okénko, redukce krycích kostí lebky



CAUDATA - OCASATÍ (severní polokoule), 8 čeledí

dlouhé tělo s ocasem, pedomorfóza (neotenie)



Sirenoidea = Sirenidae - surýnovití

Cryptobranchioidea = Cryptobranchidae - velemlokovití  
Hynobiidae - pamlokovití

Salamandroidea = Amphiumidae - úhoříkovití  
Plethodontidae - mločíkovití  
Salamandridae - mlokovití  
Ambystomatidae - axolotlovití  
Proteidae - macarátovití

Sirenidae (2;3) - surýnovití  
jv. USA, až 1m

larva



trvale neoteničtí (pedomorfie) s **vnějšími žábry**, hadovité tělo, plochý ocas s lemem, jen přední končetiny, bez víček, bez čelistních zubů, vpředu rohovitě lišty (zobák), patrové zuby v políčkách, mezikomorová přepážka v srdci, asi vnější oplození, v bahnitých vodách chudých na  $O_2$

# Sirenidae - surýnovití





## Cryptobranchidae (2;2) - velemlokovití

Jap, Čína, sv. S-Ameriky, až 1,8 m,  
trvale vodní, larvy ztrácejí žábra,  
dýchání ústní sliznicí a kůží, bez víček,  
vnější oplození, zprohýbaná kůže a  
boční kožní lem



velemlok - *Andrias*



velemlok - *Cryptobranchus*



## Hynobiidae (5:31) - pamlokovití (Asie)

do 15 cm, 5-prsté zadní nohy, funkční plíce  
patrové zuby v políčkách nebo příčných řadách

pamlok - *Batrachuperus*



pamlok - *Hynobius*



## Amphiumidae (1;3) - úhoříkovití

ju. S-Ameriky, až 1 m, trvale pedomorfni, ale v dospělosti bez vnějších žaber a s plícemi, ale i 1 pár žaberních štěrbin, bez jazyka, víček, 2 páry drobných končetin s 1-3 prsty, zuby na čelistech, patrové zuby rovnoběžně s čelistními, nepravé vnitřní oplození

úhořík - *Amphiuma*



## Plethodontidae (20;280) - mločikovití

Amerika, Evropa, **kožní dýchání, bez plic**,  
patrové zuby v příčných řadách nebo v  
liniích protažených dozadu, larvy se 3-4  
páry ž.š., nasolabiální rýha - hledání  
potravy, partnera, 3-30 cm



mločík (*Plethodon*)



mločík (*Bolitoglossa biseriata*)



© John White

mločík (*Hydromantes italicus*)



mločík (*Hydromantes*)



# Salamandridae (14;55) - mlokovití

mlok (*Salamandra*)

Holarktis, ozubené  
čelisti, opistocoelní  
obratle, plíce, ovo-,  
ovoviviparní, řady  
patrových zubů  
protaženy dozadu,  
aposematické zbarvení,  
svatební zbarvení samců



# Salamandridae - mlokovití

čolek (*Triturus*, *Mesotriton*, *Lissotriton*)



žebrovník (*Pleurodeles*)



larva



## Ambystomatidae (4:60) - axolotlovití

S-Amerika, Mexiko, až 35 cm, robustní, pozemní, samice se rozmnožují i gynogenezí, patrové zuby v příčných řadách, larvy se širokou hlavou a 4 páry žaberních štěrbin, častá pedomorfóza



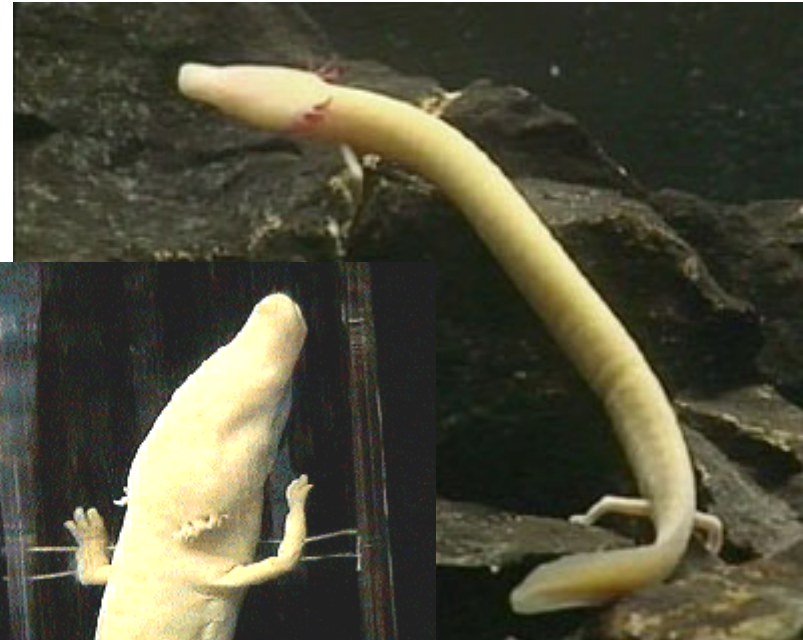
axolotl - *Ambystoma*



## Proteidae (2;6) - macarátovití

Sv. S-Ameriky, Slovinsko, do 50 cm,  
trvale pedomorfní, s vnějšími žábry,  
chybí maxila, drobné končetiny,  
žábronoši: 4+4 prsty, pigmentování, s  
očima, červené žábry; macarát:  
bez očí, víček a pigmentu, 3+2  
prsty, troglobiont s nepravým  
vnitřním opl., i pigmentace a oči  
- *P. anguineus parkelj*

macarát jeskynní - *Proteus anguineus*



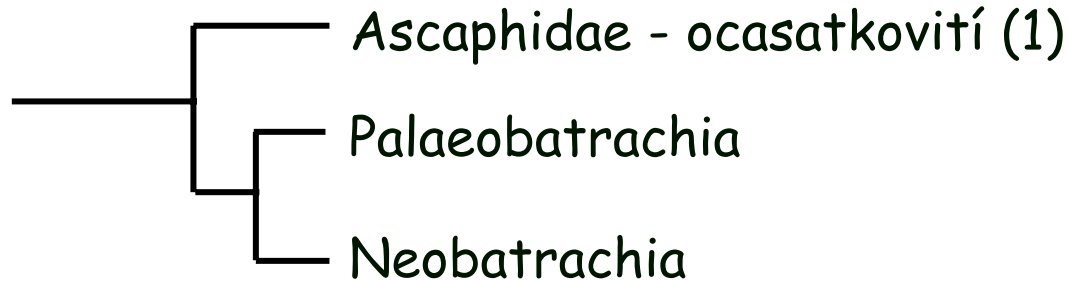
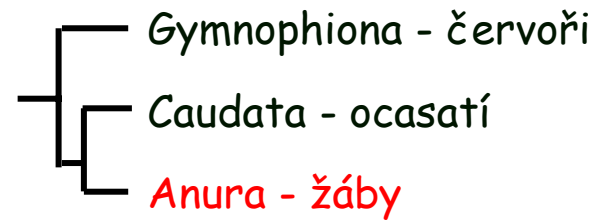
žábronoš - *Necturus*





# ANURA - ŽÁBY

od triasu, 9 volných obratlů + urostyl, prodloužená pánev, ztráta ocasu, dlouhé nohy, skákání, vokalizace, nad 5000 rec. druhů, 22-27 čeledí



## Palaeobatrachia:

Leiopelmatidae - leiopelmovití (4)

Pipidae - pipovití (30)

Discoglossidae - kuňkovití (20)

Pelobatidae - blatnicovití (95)

Pelodytidae - blatničkovití (2)

## Neobatrachia:

Bufoidea - ropuchovití (380)

Hylidae - rosníčkovití (600)

Leptodactylidae - hvízdalkovití (900)

Dendrobatidae - pralesničkovití (175)

Ranidae - skokanovití (650)

Rhacophoridae - létavkovití (220)

Rhinophrynidae - bachratkovití (1)

Phrynomeridae -

Microhylidae - parosničkovití (320)

Pseudidae - žabicovití (5)

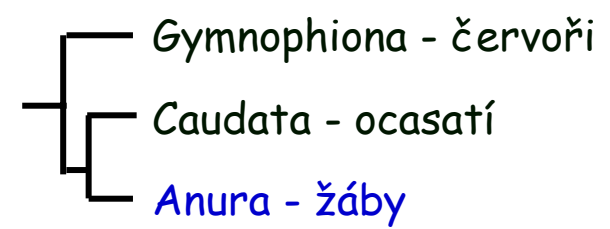
Rhinodermatidae - nosatkovití (2)

Centrolenidae - rosněnkovití (55)

....

## Ascaphidae (1;1) - ocasatkovití

*Ascaphus truei*



zap. S-Ameriky, sesterský taxon k ostatním žábám, ocas bez kostry, ke kopulaci, krátká žebra, amficélní obratle



**Leiopelmatidae (4)** - leiopelmovití, starobylá čeleď, Nový Zéland

**Pipidae (4;30)** - pipovití (Afrika, J-Amerika)  
bez jazyka, opisthocélní obratle, zuby na horní  
čelisti nebo chybí, rudimentární žebra

*Pipa*



*Xenopus*

3 vnitřní prsty na zadních nohách s rohovitými drápkami

*Discoglossidae* (5;20) - kuňkovití (Eurasie)  
terčovitý přirostlý jazyk, opistocélní obr.,  
rud. volná žebra, (i *Bombinatoridae*+*Alytidae*)



*Alytes*



*Discoglossus*



*Bombina*



**Pelobatidae (8;95)** - blatnicovití  
Procélní a amficélní obr., zuby jen v  
horní čelisti, vychlípitelný jazyk  
*Pelobates*



*Megophrys nasuta*



*Scaphiosus* - blatnice  
USA, vývoj - 14 dnů

**Pelodytidae (1;2)** - blatničkovití  
Evropa, Kavkaz

**Bufo** (19;380) - ropuchovití (Evropa, Afrika, Asie, stř. a J-Am, *Bufo*)

*Bufo americana*



*Epidalea calamita*



*Bufo bufo*



*Pseudepidalea viridis*



Zavalití, parotidy, procoelní obr.,  
bezzubá ústa, vychlípitelný jazyk, Bidderův orgán samců - larvální tkáň vaječníků

Bufonidae - Atelopidae (2;31) - stř. a J-Amerika

*Atelopus*



*Atelopus spumarius*

*Nectophrynoides viviparous*



# Hylidae (600) - rosníčkovití

*Agalychnis* - listovnice



Na konci prstů kruhové přísavky (arborikolní), štíhlé, pestře zbarvené, procélní obr., zuby na horní čelisti a patře

*Hemiphractus*



*Phyllomedusa* - listovnice



*Dyscophus guineti* (Microhylidae)



*Kaloula pulchra*





**Hylidae:**

*Hyla* - rosnička



*Hyla* - rosnička



*Trachycephalus resinifictrix*



*Hyla picturata*



*Hyla arborea* - r. zelená



Hylidae (Pelodryadidae) - Austrálie

*Cyclorana* - hrabalka



Leptodactylidae (900) - hvízdalkovití - stř. a J-Amerika

*Rheobatrachus silus* - hvízdalka žaludková



*Ceratophrys* - rohatka



vývoj pulců v žaludku



*Ceratophrys  
ornata*

# Leptodactylidae (900) - hvízdalkovití - stř. a J-Amerika

bezblanky (*Eleutherodactylus*)

vodnice (*Telmatobius*)

*Eleutherodactylus myersi*



*Eleutherodactylus petersorum*



*Pseudophryne  
corroboree*



*Eleutherodactylus cf suetus*



*Leptodactylus fallax*



# Dendrobatidae (3;175) - pralesničkovití - dendrobatovití (stř. a J-Am)

*Dendrobates*



*Dendrobates (Oophaga) lehmanni*



*Dendrobates leucomelas*

*Dendrobates azureus*



*Dendrobates histrionicus*



*Dendrobates auratus*

*Phyllobates terribilis*

myrmekovorní; „krmná“ vajíčka pulcům, šípový jed

Ranidae (44;650) - skokanovití (Afrika, Asie, Aus, Rana - všude)

*Conraua goliath*



*Rana temporaria*



*Rana dalmatina*



*Lithobates catesbeiana*



*Lithobates pipiens*



*Pelophylax kl. esculenta*



Dlouhé nohy, ozubená hor. čelist a patro, vymrštitelný jazyk, procélní obratle, poslední ale amficélní

# Rhacophoridae (18;220) - létavkovití (Afrika, Asie, Madagaskar)

*Rhacophorus*

*Mantidactylus pulcher*

*Polypedates leucomystax*



prodloužené prsty s blanami

pěnová hnízda na listech  
nad vodou

Centrolenidae (4;55) - rosněnkvití

J-Amerika

*Centrolene*



*Centrolene ilex*

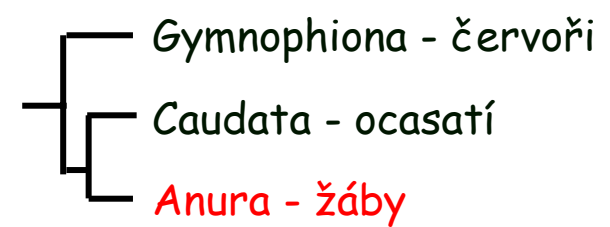
Rhinodermatidae (1;2) - nosatkovití

J-Amerika

Vývoj pulců v rezonančním  
měchýřku na hrdle samce

*Rhinoderma darwini* - nosatka vačnatá





## Anura - žáby

*Rhinophrynidae* (1;1) - bachratkovití (stř. Amerika)

*Phrynomeridae* (1;3) - stř. a J-Afrika

*Microhylidae* (58;320) - parosničkovití (Afrika, Madagaskar, stř. a J-Amerika, Asie, Nová Guinea), otylky

*Pseudidae* (2;5) - žabicovití (J. Amerika)