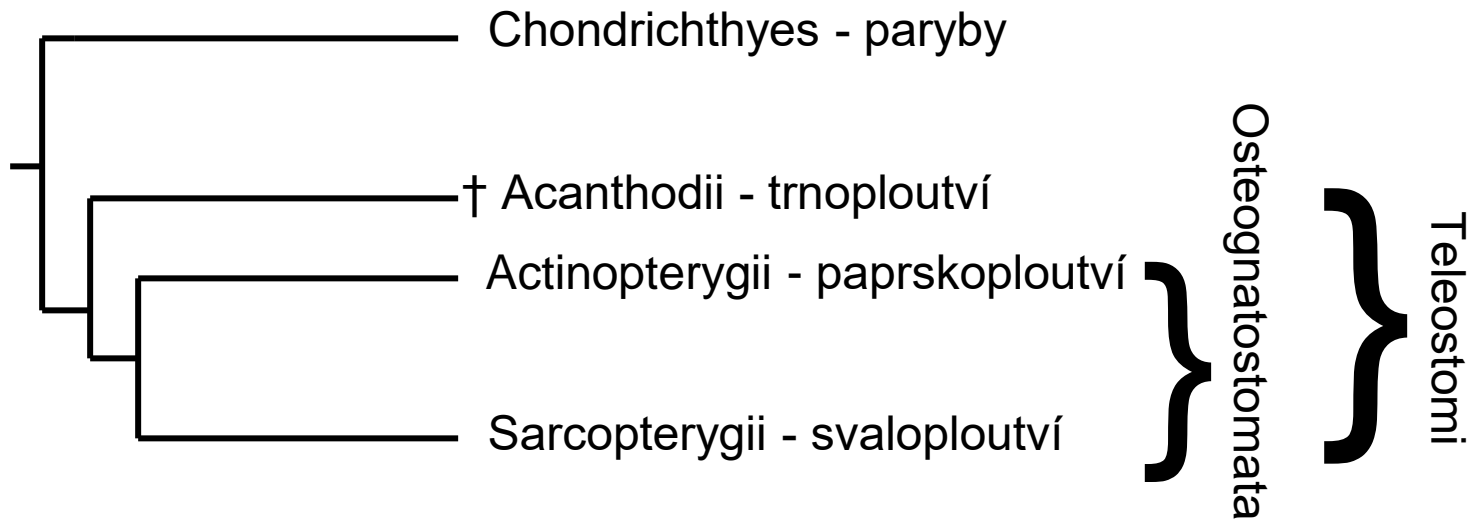


Fylogeneze a diverzita živočichů

11c Osteognathostomata



Gnathostomata



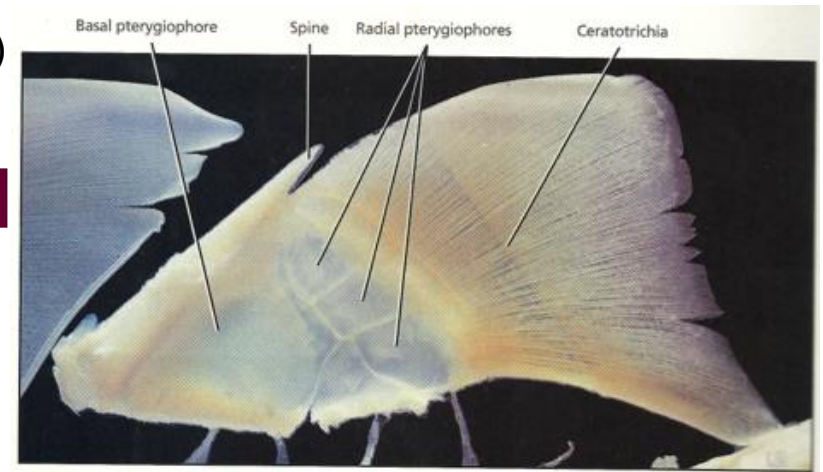
Gnathostomata - čelistnatci

Osteichthyes = Osteognathostomata (jméno zohledňující zahrnutí Tetrapoda)

Apomorfie čelistnatců s kostní tkání Osteognathostomata

Monophylum: **Actinopterygii+ Sarcopterygii**

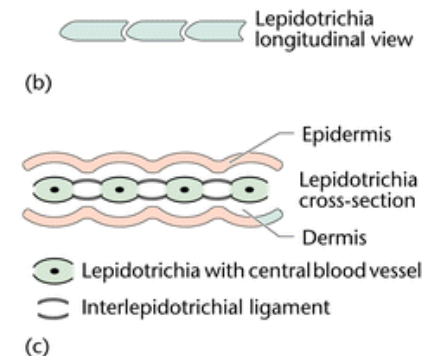
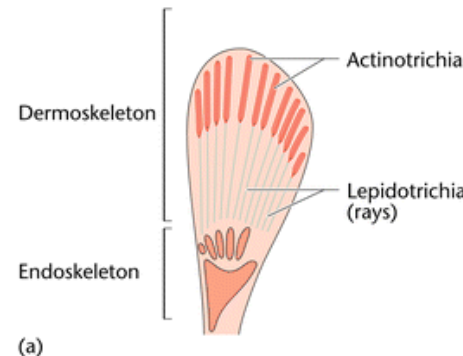
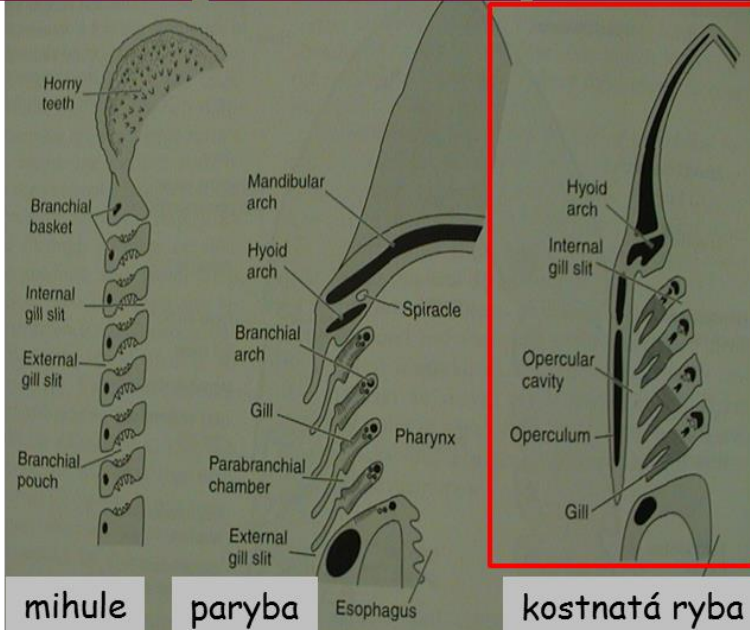
- **Jícnová vychlípenina** (ventrálně – plíce, dorzálně plynový měchýř)
- **Ztráta interbranchiálních přepážek** žaberní lupínky se pak připojují k žaberním obloukům a leží ve společné žaberní dutině
- **Lepidotrichia ryb vs ceratotrichia paryb** (nesegm.)
- Endoskelet s peri- a endochondrální osifikací



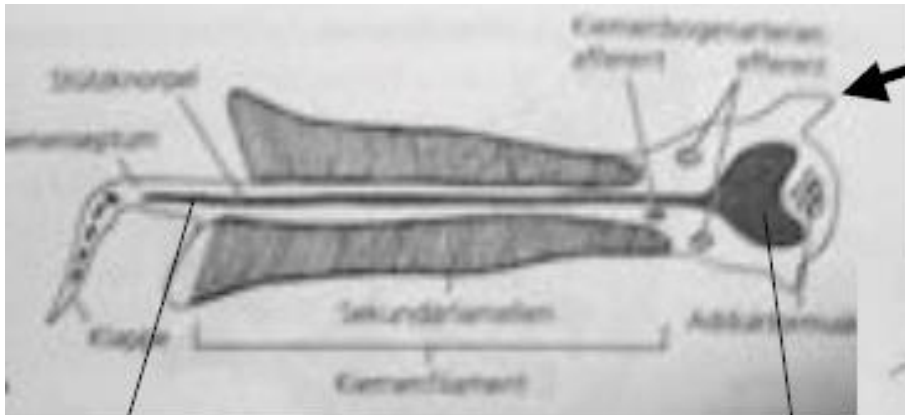
žaberní vácčky

žaberní přepážky

žaberní oblouky, skřele



- **Dermální skelet**
- V blanitém labyrintu vnitřního ucha bývá **malý počet velkých otolitů (3)**
- Proudový orgán u primárně vodních forem vytváří **postranní čáru**, zpravidla zevně patrnou jako řada otvůrků v šupinách.
- **endochondrální osifikace** (kost uvnitř chrupavky na rozdíl od perichondrální os.)
- převaha kostí nad chrupavkami, na lebce velký počet dermálních kostí
- kostěné skřele (operculum) zakrývají branchiální prostor, napojené na jazylkový oblouk
- nové krycí patrové kosti – vomer a parasphenoid
- **lopatkový pletenec v kontaktu s dermálními kostmi lebky**
- dolní žebra
- **kostěné šupiny, postranní čára**
- **žábra nasedají přímo na žaberní oblouky, red. žaberních přepážek**
- vnější nozdry (nares) rozděleny



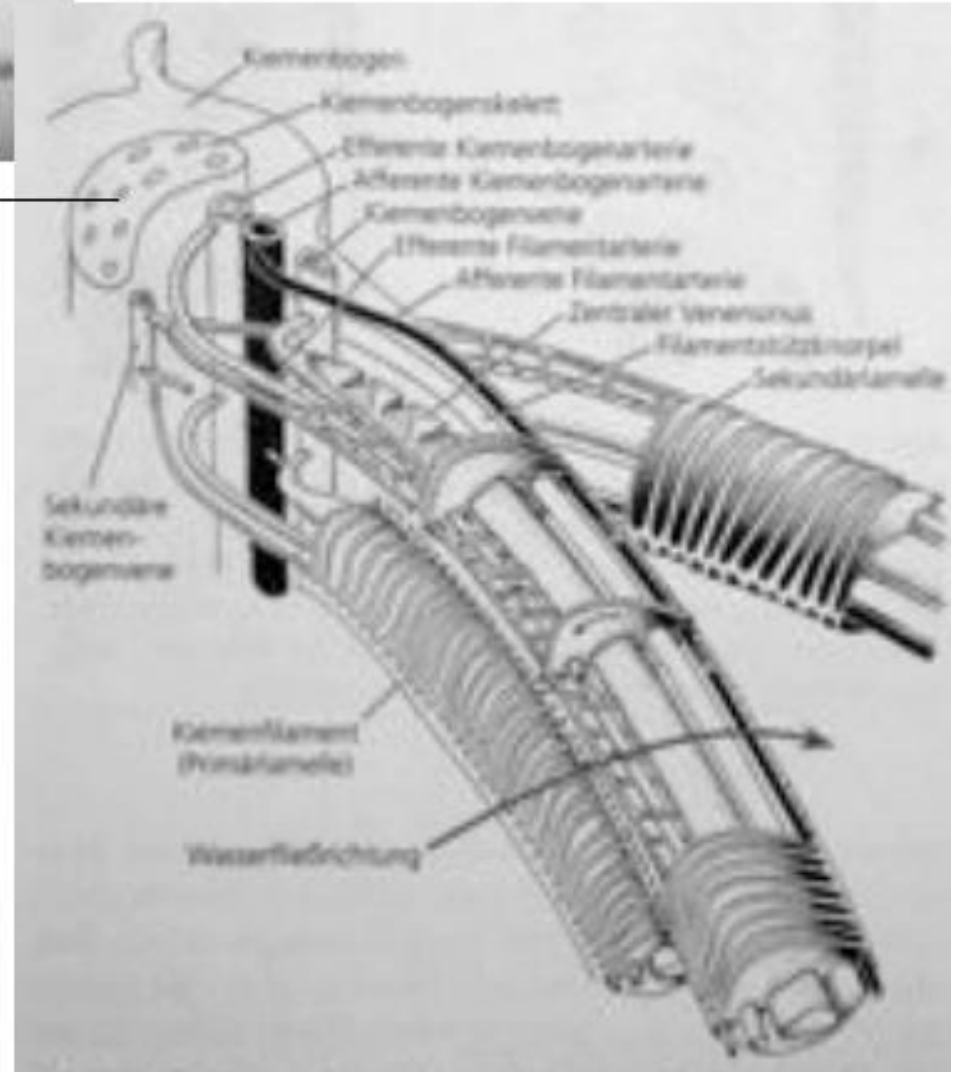
Žábry paryb

Žab. přepážka
(septum)

Žab. oblouk

Žábry ryb →

Vymizení přepážek
lupínky přímo k žaberním obloukům
ektodermální původ

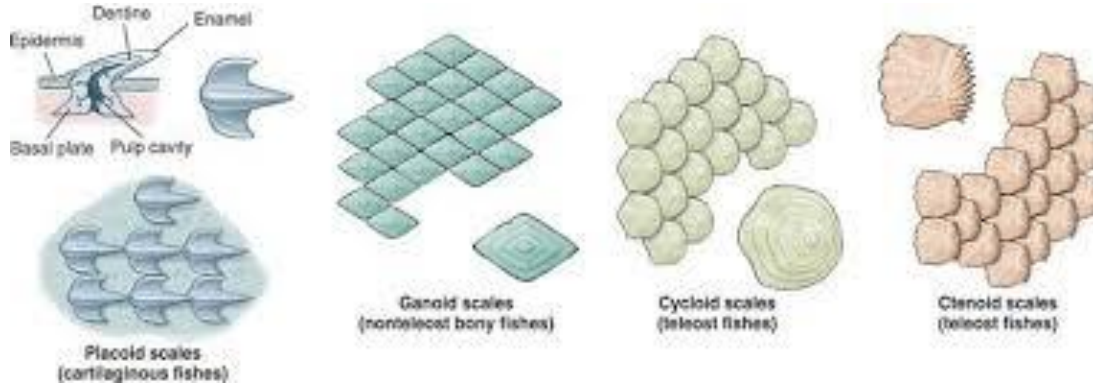


Šupiny ryb:

Kosmoidní (Sarcopterygii – zejm. fosilní),

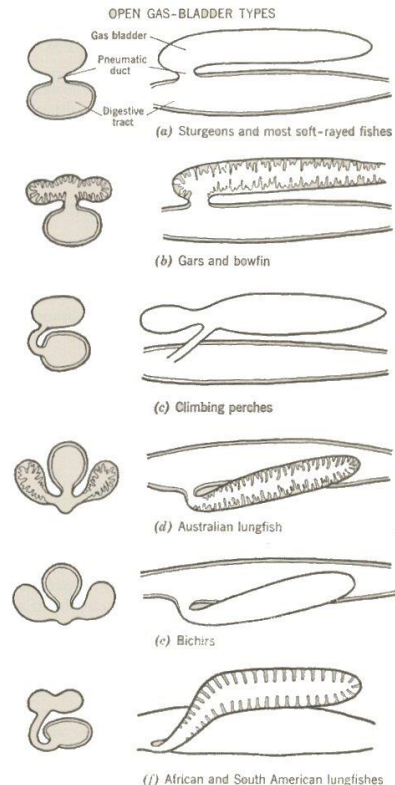
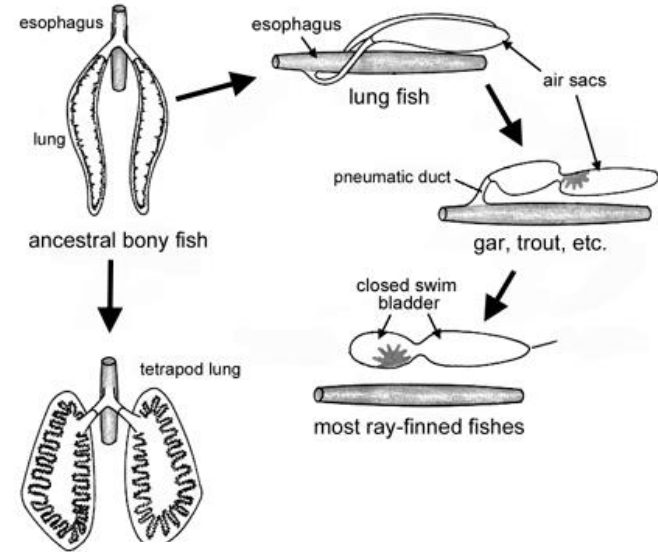
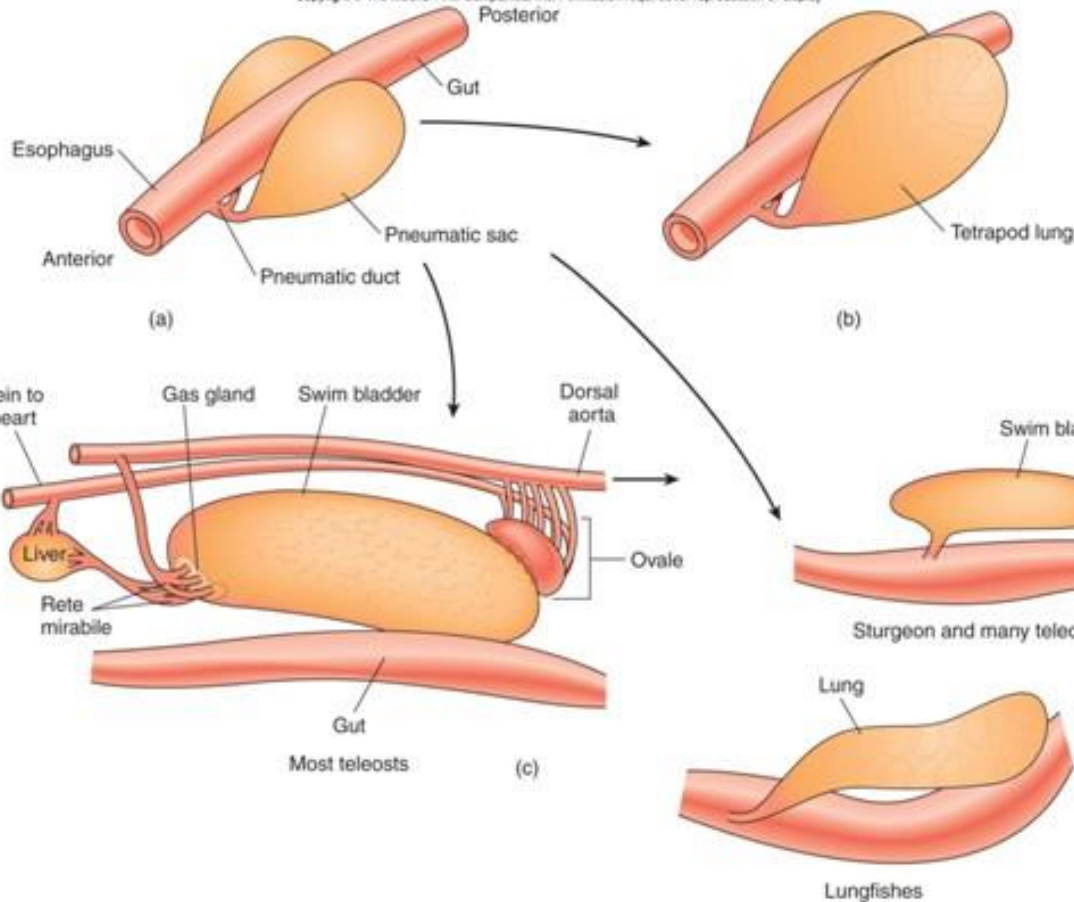
Ganoidní (bichiři, kostlíni...)

Leptoidní – kostěnné (Teleostei): cykloidní, ktenoidní: annuli, circuli



• Vychlípeniny jícnu (plíce +/- plynový měchýř)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display



Osteognathostomata



- **Sarcopterygii** -
Svaloploutví:
(=*Choanichthyes*)
 - **Actinistia** rec:Coelacanthimorpha
(lalokoploutví)
 - **Choanata** (nozdratí)
 - **Dipnoi** (dvojdyšní)
 - **Rhipidistia**
 - (Osteolepiformes, **Tetrapoda** -
čtyřnožci)
 - *Tradiční taxon* **Crossopterygii**
= *Actinista*+*Rhipidista*
(*polyfylum!*)
- **Actinopterygii** –
Paprskoploutví
 - Cladistia (bichiři)
 - Chondrostei (chrupavčití)
 - Neopterygii
 - Holostei
 - Teleostomi

Actinopterygii

paprskoploutvé ryby

- charakteristika
- systém

<https://www.youtube.com/watch?v=DjthfvB47Mc>
Evoluce ryb

Nejpočetnější skupina obratlovců, 43 řádů, cca 430 čeledí



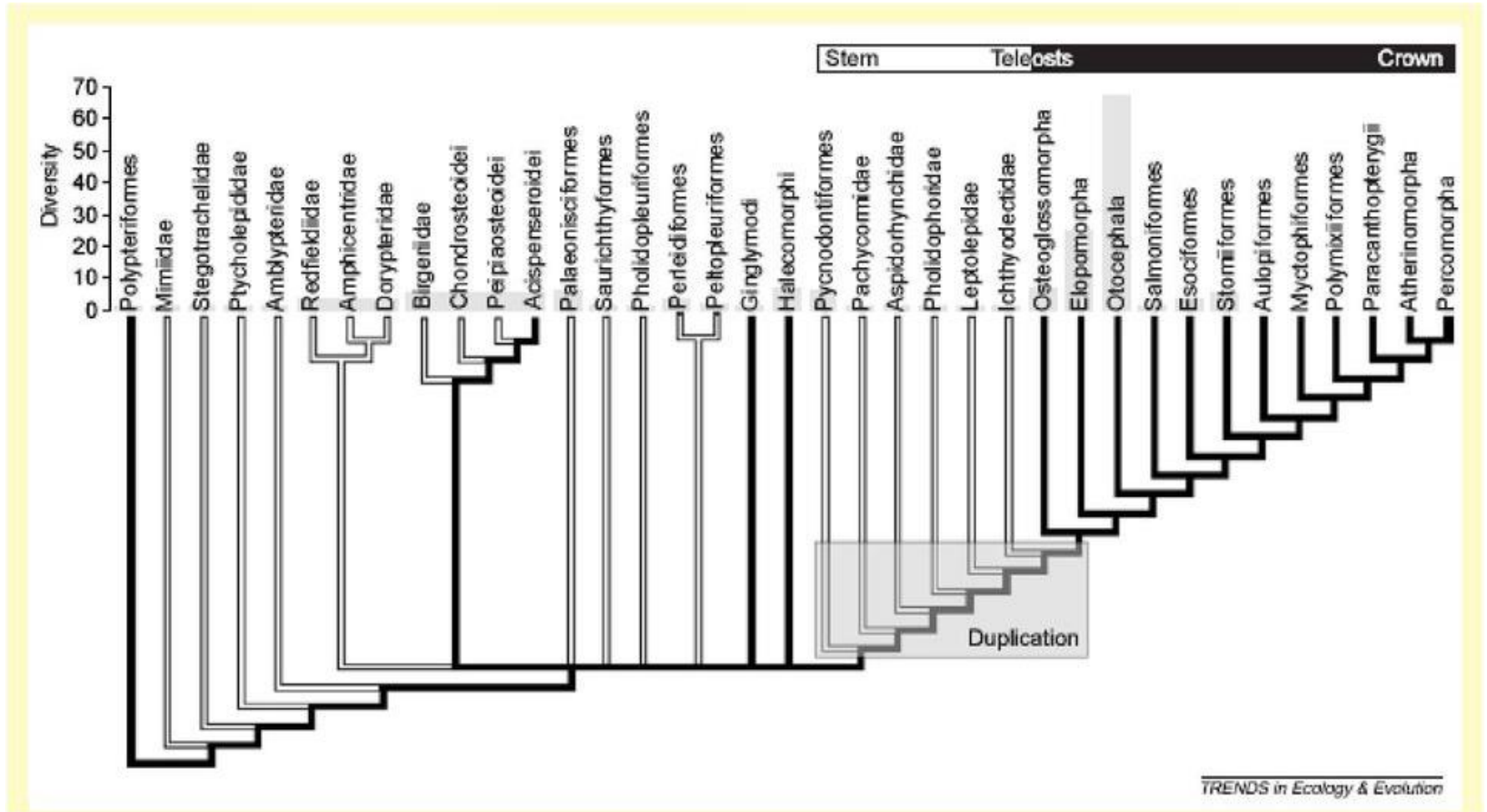
Apomorfie Actinopterygii

- **ganoidní šupiny** (kost – izopedin + vaskulární, redukce dentinu, ganoin – sklovina), **elasmoidní šupiny** (acelulární kost)
- sklovinný **akrodin** na povrchu zubů (jiná stavba než u paryb a čtvernožců)
- na lebce **vysoký počet dermálních kostí**, vždy praeoperculare v soustavě skřelových kostí
- hyostylie
- ichtyopterygia - redukce bazálních částí (basalia =0, nebo >1, obvykle 3, radialia), rozvoj lepidotrichií (tvrdé, měkké), vějířovitě nasedající na radialia (výj. brachiopterygia)
- telencephalon - everzní stavba (nepárová komora na povrchu překryta tenkou střechou - tela telencephali; šedá hmota v bočních bazálních gangliích – epistriatum)
- **nepřítomnost kloaky**, zvláštní urogenitální otvor
- zvýšení počtu shluků Hox genů, **3. duplikace?**

3. duplikace genomu

Teleostei

– vrchol evoluce čelistnatců (nejvyšší podíl apomorfii, nejvyšší diversita a ekologický efekt)



5 žaberních oblouků s tyčinkami na vnitřní straně, svrchu skřele, zesponu žaberní blána

Nepárový plynový měchýř s hydrostatickou fcí, párový plicní vak jen u bichirů
CS - **zkrácený srdečný násadec**, **prodloužen tepenný násadec**, zachovány kardiální žíly

UGS – opistonefros i pronefros (u Teleostei jako „hlavová ledvina“), prim. močovody (Wolffovy chodby), **sekundární pohl. cesty** (mimo bichirů), **oddělení od cest močových**

vnější oplození, vzácně vnitřní oplození, **gonopodium** - kopulační orgán

zvrát pohlaví - fenotypová plasticita (teplota, chemismus vody), nebo hormonálně

epidermis až 30 vrstev, nerohovatí, slizotvorné buňky



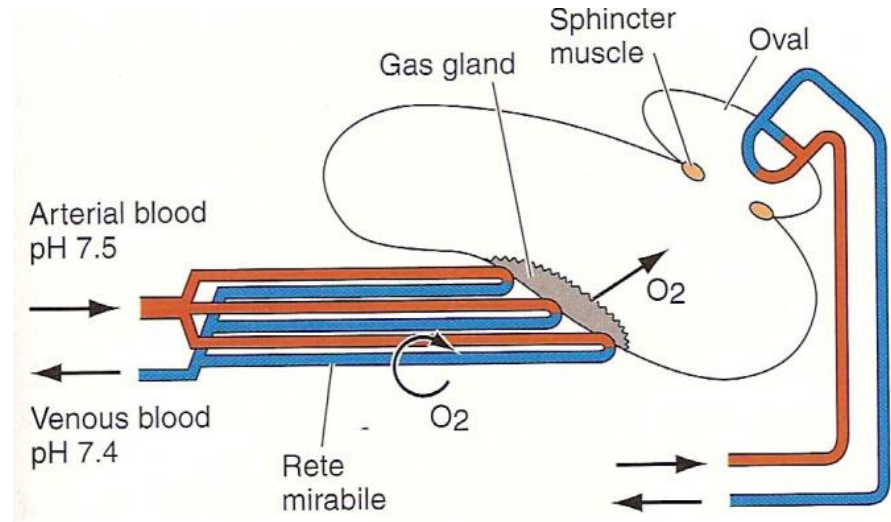
Plynový měchýř

Rete mirabile = portální systém věnčité cévy



Synphobranchidae

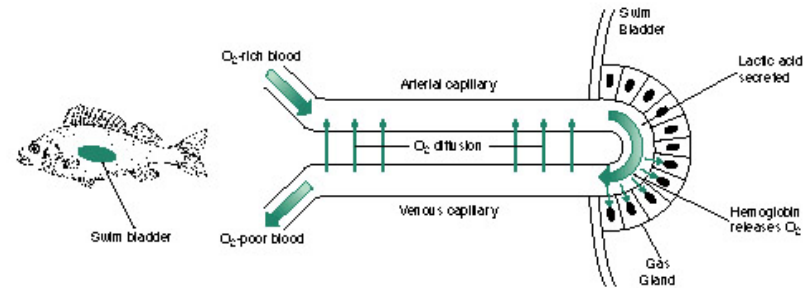
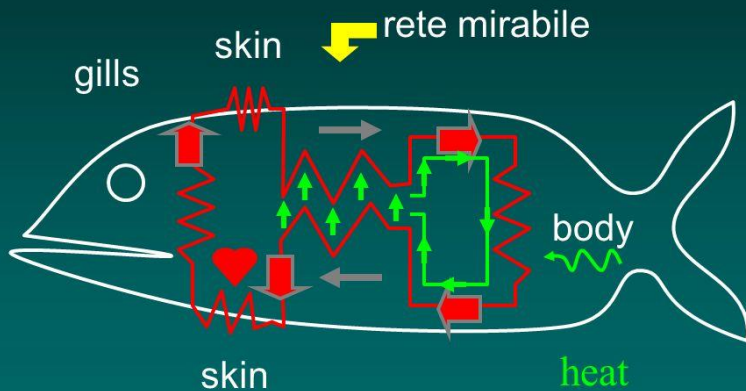
75.1% O₂, 20.5% N, 3.1% CO₂, and 0.4% argon



rete mirabile přivádí krev k plynové žláze a díky protiproudu (změna pH) se žilami je většina uvolněného kyslíku vycytána a „přepumpována“ žlázou do měchýře

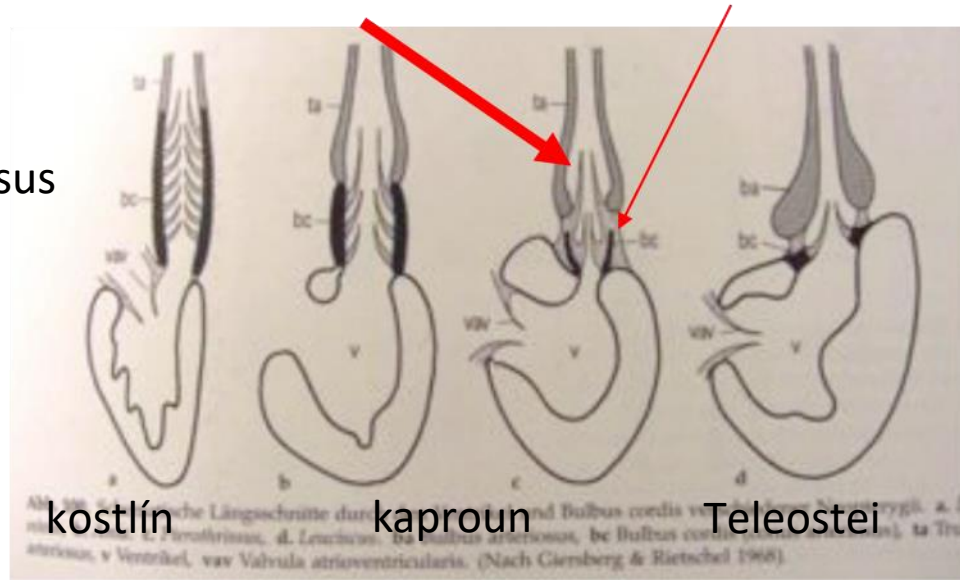
uvolňuje kyslík z hemoglobinu snížením pH krve (produkce laktátu a CO₂)

Physiological Thermoregulation



Teleostei: svalnatý **bulbus arteriosus** – tepenný (místo conus arteriosus- srdeční)

Potlačení c. arteriosus



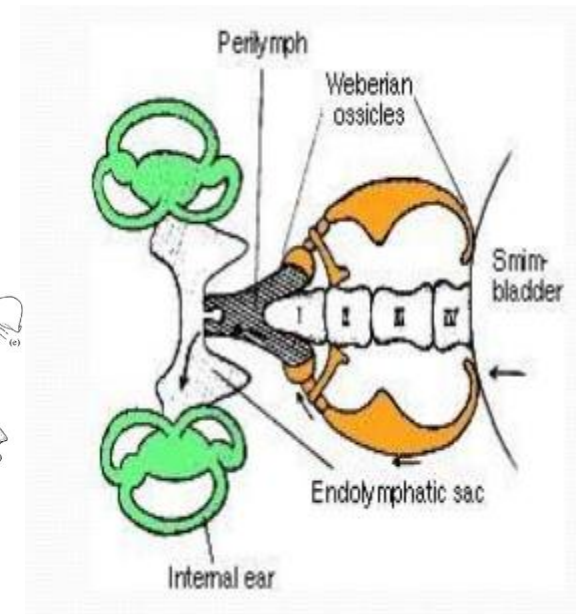
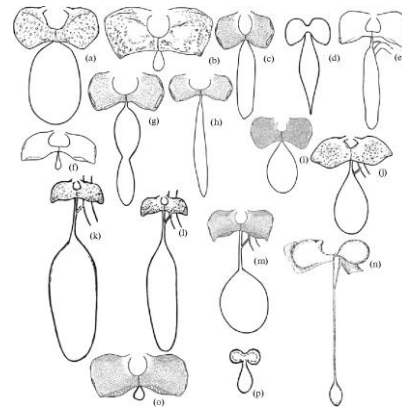
Ostariophysi

Weberův aparát

přeměna neurapofýz 1.-3. (4.) obratle na sluchové kůstky

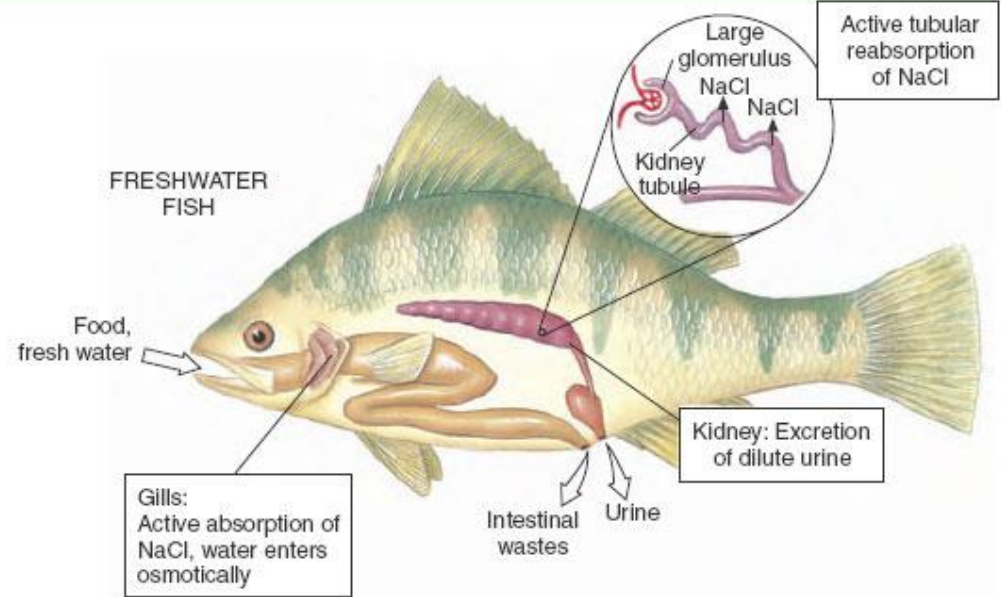
Cobitidae

– redukce plynového měchýře, zvětšení a specializace přední komory měchýře – diventriculum a chrupavčitá schránka



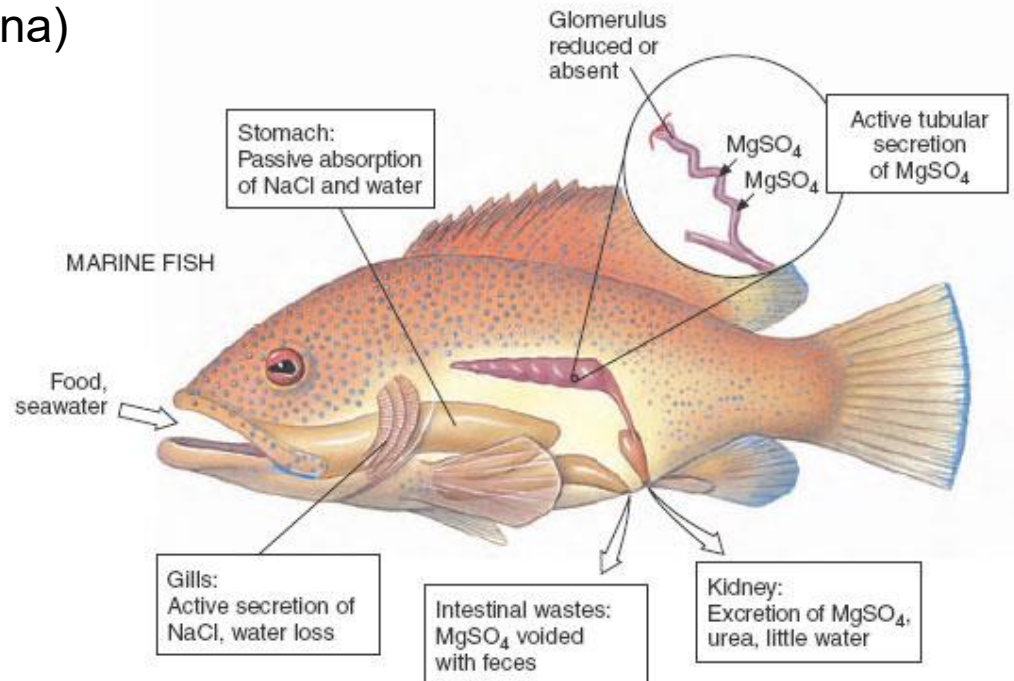
sladkovodní ryby

vylučování vody ledvinami
absorbce solí žábrami
v moči hodně vody



mořské ryby

vylučování solí ledvinami (malá ledvina)
aktivní sekrece NaCl žábrami
v moči málo vody



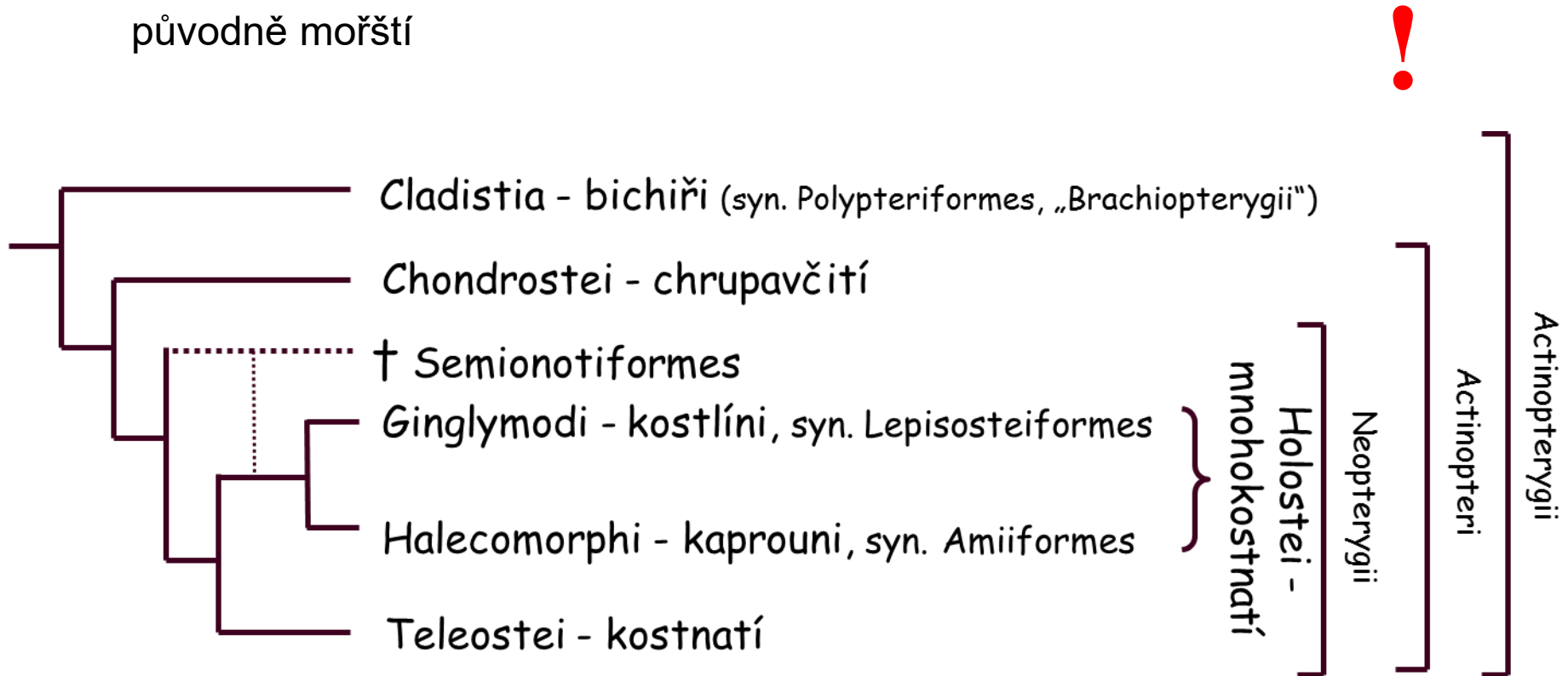
marinní - nejodvozenější
archaické - ve sladkých
vodách

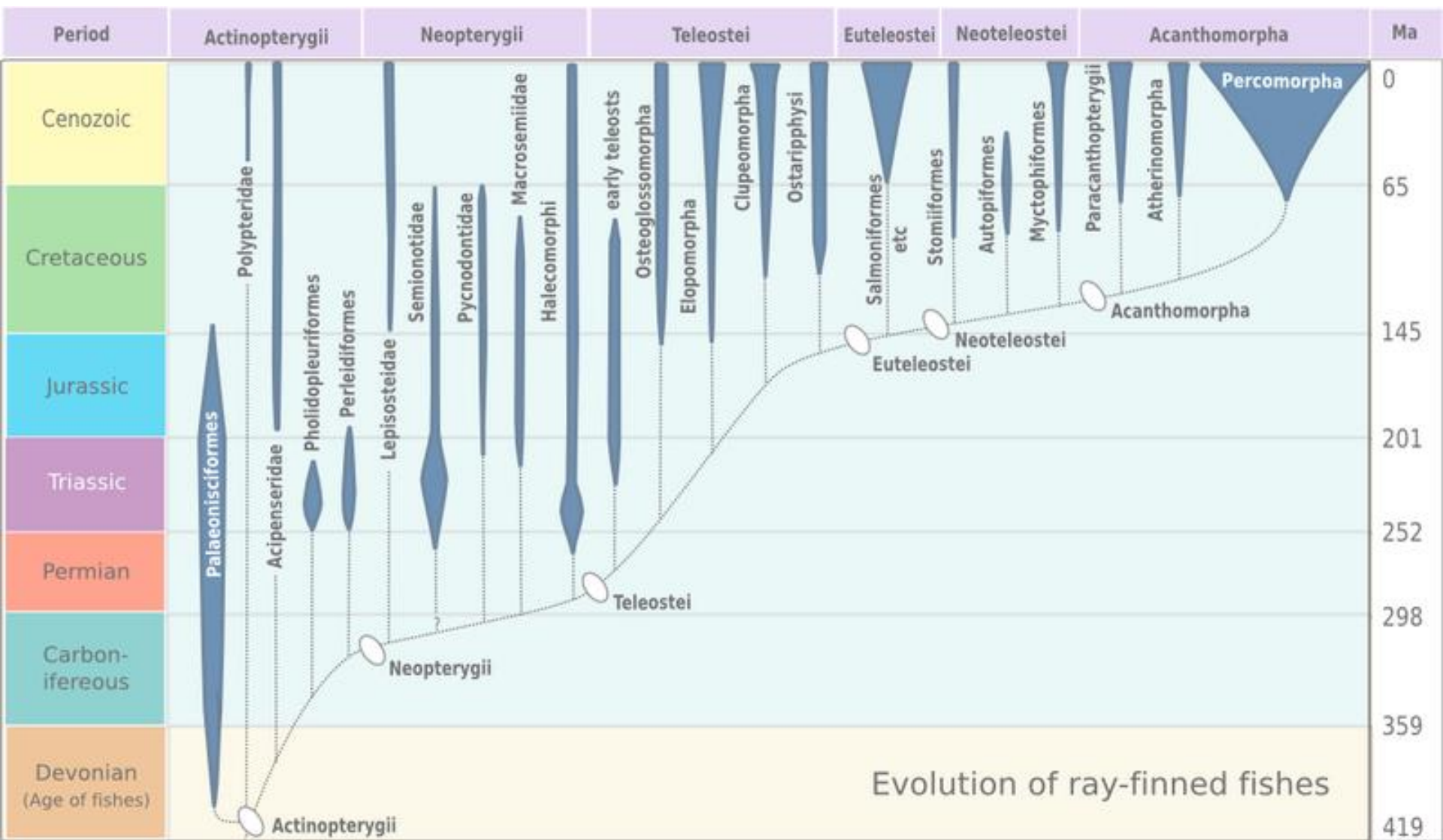
Actinopterygii

od svrchního siluru, ale radiace v devonu

diverzita je vyšší u recentních než u vymřelých

původně mořští





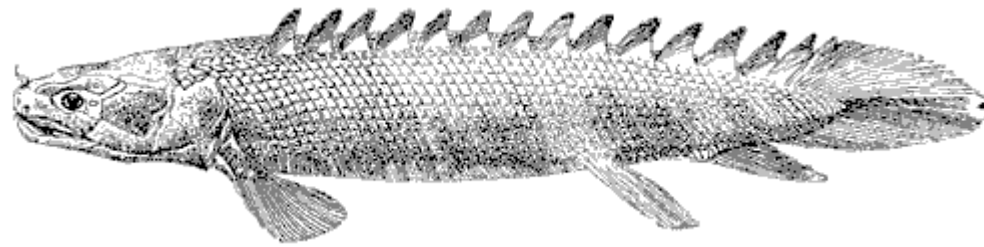
Evolution of ray-finned fishes

Cladistia – bichiři - násadcoploutvé

(syn. Polypteriformes, Brachiopterygii)
starobylá skupina - řada plesiomorfii
nejasné postavení, fosilie ze stř. Jury
brachiopterygia - svalnatý násadec
velký počet hřbetních ploutví
difycerní ocasní ploutev
ganoidní šupiny

plicní vaky, spirální řasa, redukovaný conus, větší bulbus arter.
larvy s vnějšími žábry

draví, Afrika - záplavová oblast Konga a Nigeru
Polypterus, *Erpetoichtys* (bichirek)



Chondrostei - chrupavčití

recentní s chrupavčitou kostrou, vymřelí osifikace

ganoidní šupiny, redukce v kostěné štíty

heterocerkní ocasní ploutev

jeseteři-spodní ústa, redukované skřele, spirakulum, nepárový plyn.měchýř

sladkovodní, mořští, anadromní migrace, jen na S polokouli

potravou bentičtí měkkýši, filtrace planktonu (veslonos)

Acipenseriformes

Polyodontidae

Polyodon spatula - veslonos americký – farmy i v ČR, volně v Dunaji

Psephurus gladius - v. čínský, až 8 m, nej sladkovodní ryba? vyhynul?

Acipenseridae

Scaphirhynchus sp. - lopatonos americký

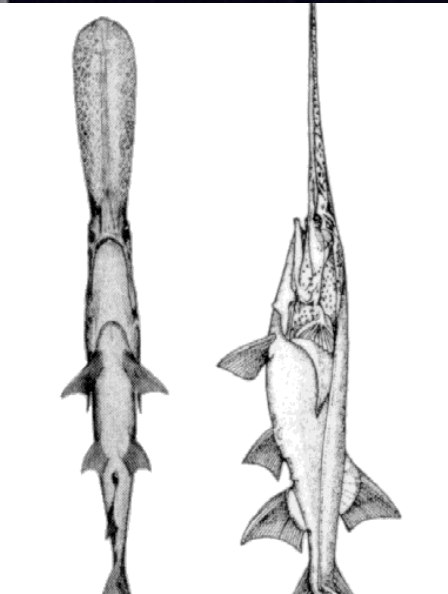
Pseudoscaphirhynchus sp. - lopatonos asijský

Huso - vyza, *Acipenser* - jeseter



Polyodontidae

Polyodon spathula - veslonos americký



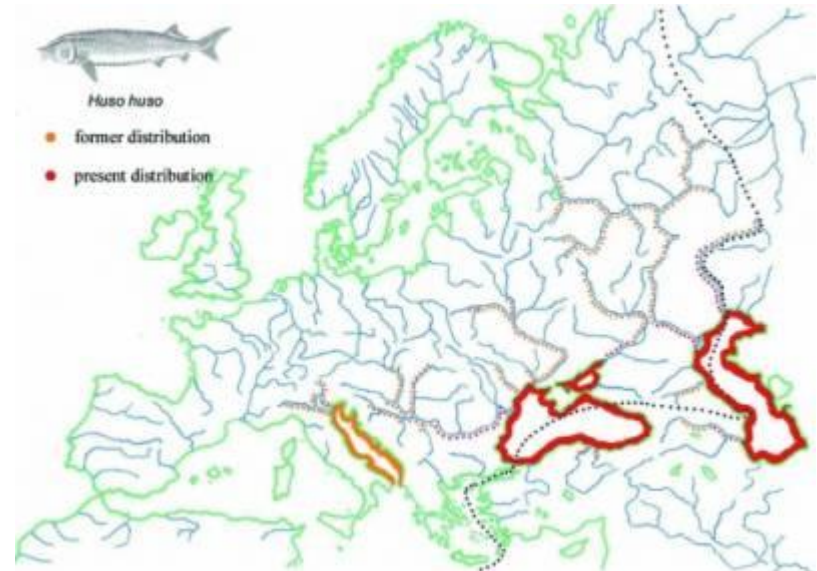
Filtrují přes trnové výrůstky
žaberních oblouků



Scaphirhynchus sp. - lopatonos americký



Huso huso – vyza velká, beluga, až 8 m, 1t



Acipenseridae -jeseterovití

Acipenser - jeseter

A. stellatus - j. hvězdnatý



A. ruthenus - j. malý



A. sturio - j. velký

A. nudiventris - j. hladký



Neopterygii

“HOLOSTEI – Mnohokostnatí“

ganoidní šupiny, opistocélní obratle, typhlosolis, plynový měchýř jako přídatný dýchací orgán, hyoidní žábra, složité dermatokranium (např. opercularní komplex + cleithrum + angulare) – lebka akinetická, draví

Kostlíni - Ginglymodi

7 spp. NAm (fosilní kosmop.) *Lepisosteus*

Kaprouni - Amiiformes

1 sp. NAm (jura kosmop.) *Amia calva*



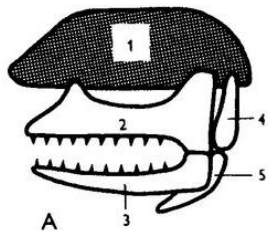
Ginglymodi, syn. Lepisosteiformes - kostlíni

Robustní ganoidní šupiny,
lebka amfistylní
plynový měchýř s dýchací funkcí

Dobrá osifikace (mnohokostnatí), opistocélní obratle
S a stř. Amerika, sladkovodní, až 2,5 m

Lepisosteus – 4 druhy;
Atractosteus – 3 druhy

Lepisosteus osseus - kostlín americký



Halecomorphi, syn. Amiiformes - kaprouni
Amia calva - kaproun obecný, jediný recentní druh

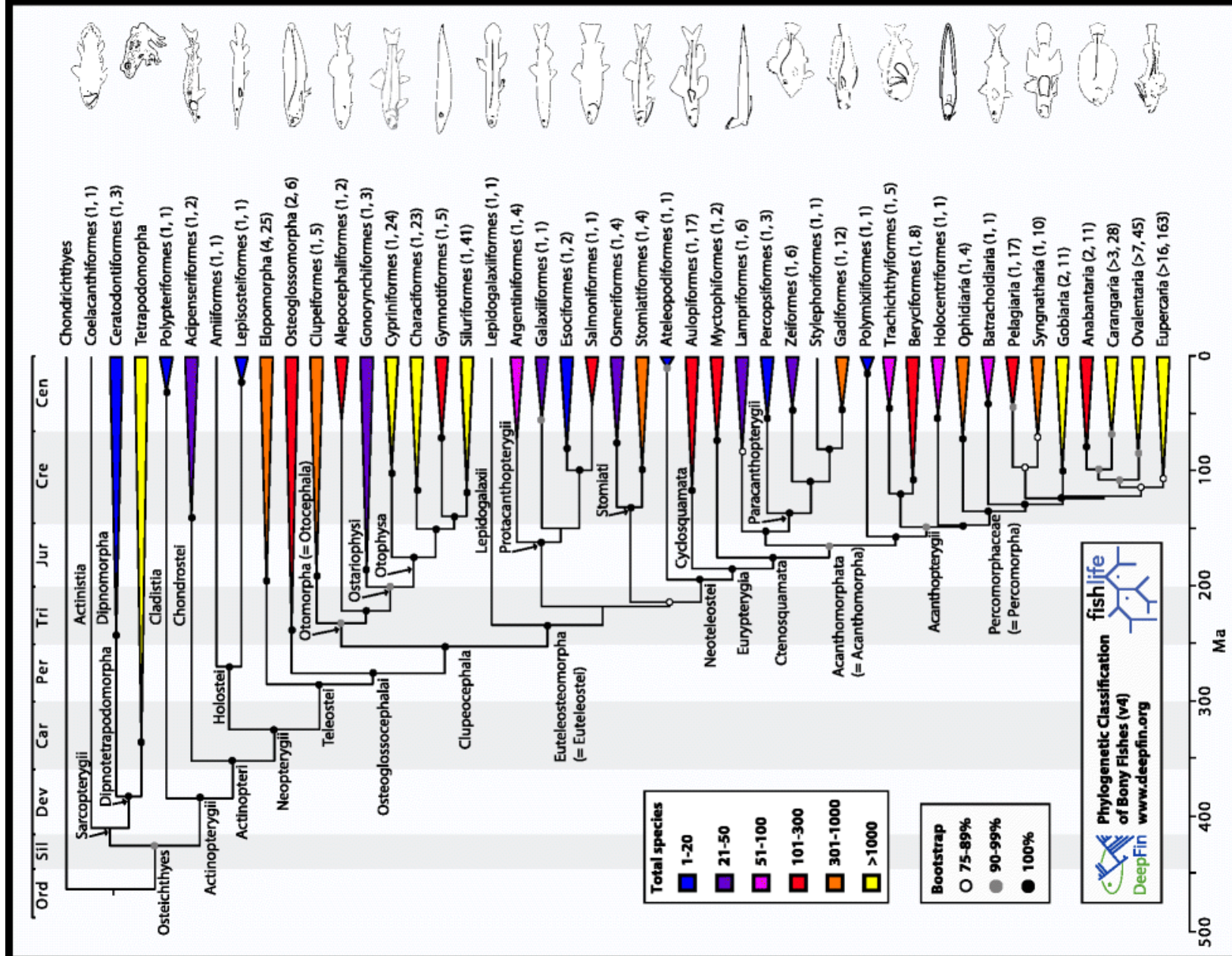


tenké ganoidní šupiny,
protáhlé tělo s dlouhou hřbetní
ploutví přes 2/3 hřbetu,
kulatá ocasní ploutev,
řitní ploutev krátká blíže k břišní pl.
mohutné silné skřele
s velmi velkou tlamou
drobné špičaté zoubky
sladkovodní, SA
málo okysličené vody,
dýchají plynovým měchýřem



Teleostei

Betancur et al. 2017



Osteoglossomorpha

2127 sladkovodních druhů

jazyk podpírán kostním elementem

Osteoglossiformes - ostnojazyční, tropy

Mormyridae - rypounovití, 178 druhů, Afrika, chobotovité rostrum
elektroreceptory

rypoun - *Gnathonemus*, *Mormyrus*, malby starých Egyptanů

Osteoglossidae - ostnojazykovití 2druhy

Arapaima gigas - arapaima velká, JAm



Arapaima gigas



Gnathonemus



Mormyrus

Elopomorha

Elopiformes - tarponi

Albuliformes - albulotvaří

Anguilliformes - holobřiší (15 č. a 673 druhů)

Anguillidae - úhořovití

katadromní migrace

Murenidae - murénovití (175 druhů)

chybí prsní ploutve, ostré zuby, jedové žlázy, nápadné zbarvení

Rhinomuraena, *Muraena helena*



Zachované spojení plyn. měchýře s dutinou jícnu přestože je redukován

Clupeomorpha

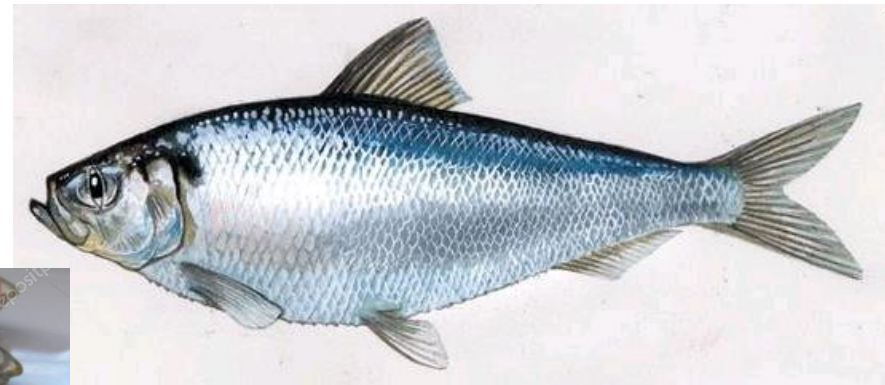
(360 druhů, bezostní Clupeiformes, č. sled'ovití a sardelovití)

hlavně mořští, cykloidní šupiny, bez postr. čáry, rychle plavou, v hejnech, školky

Clupeidae - sled'ovití, 208 druhů z toho 50 sladkovodních, u hladiny

Clupea harengus - sled' obecný, herink, S polokoule

Sardina-sardinka, *Sprattus* - šprot, *Alosa* - placka, kdysi v Labi



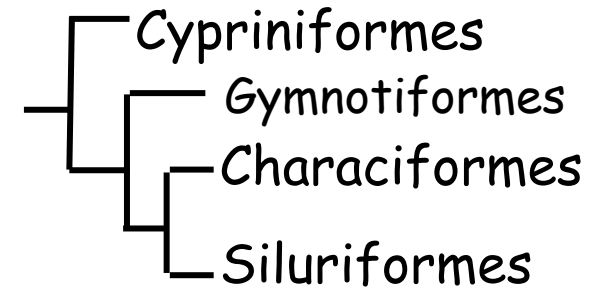
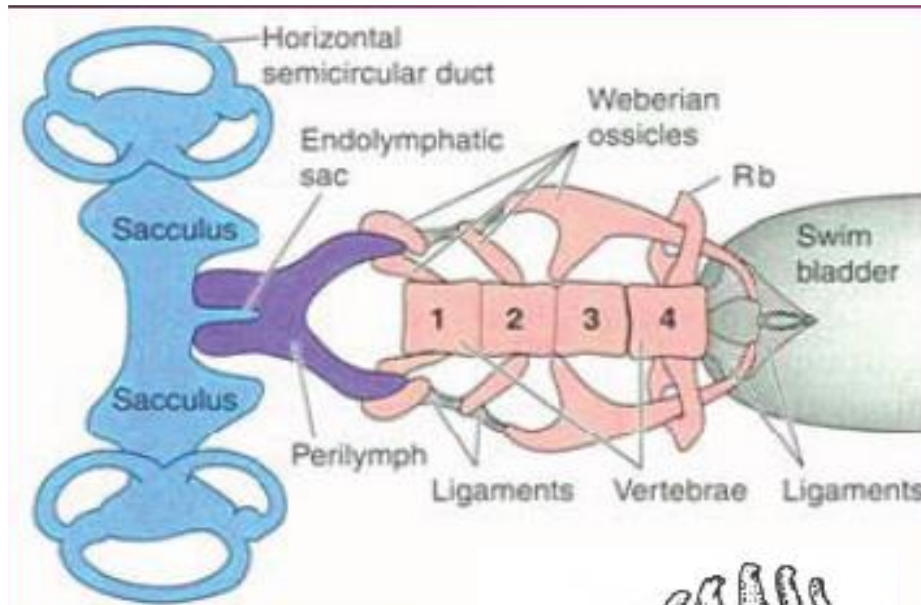
Engraulidae - sardelovití, 145 druhů, mořské v hejnech, protažená horní čelist

Ostariophysi - 6500 druhů, máloostní Cypriniformes, sumci – Siluriformes

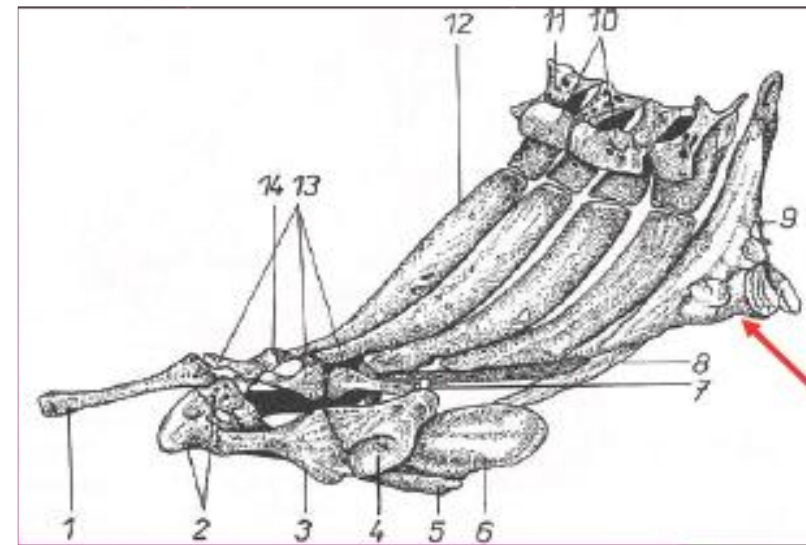
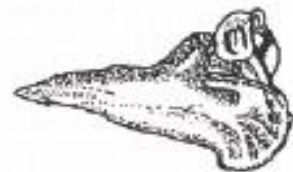
cykloidní šupiny

požerákové zuby, přeměnou 5. žaberního oblouku

Weberovo ústrojí, sluchový orgán



**Přeměnou
předních
obratlů
- spoj plyn.
měchýře a
vnitřního ucha**



Ostariophysi

Characiformes – 2115 spp.

Siluriformes – 1725 spp.

Cypriniformes – 4300 spp.

Gymnotiformes – 224 spp.

Danio – zebra fish

Myš, drosophila – model

vývojové biologie

Kompletní genom!

Mutantní linie, fluorescenční
protein



Cypriniformes

Weberův aparát, cykloidní šup., ploutve bez
trnů, pažerákové zuby (5. oblouk), sladkovodní
Eu,As,Af NAM

Cyprinidae: kapr obecný, karas *Carassius*,
hořavka duhová *Rhodeus sericeus*, tolstolobik
cejn velký, lín obecný

Cobitidae, Nemacheilidae (700 spp. As)



Characiformes – trnobříší

Tuková ploutev, zuby na čelistech
sladkovodní, většina Jam, ale i Af
tetrovití, tetra, piraňa, neonka



neonka červená



© Jan Ševčík

tetra krvavá



Sumci – Siluriformes

Holé tělo, příp. kostěné desky, Weberův ap,
4 páry vousů, trn v prsní ploutvi, 1750 spp.

Ictaluridae NAm, Siluridae EuAs,

Cylichthyidae – pancevníčkovití, Loricariidae – krunýřovcovití Jam

Vandélie – Pygidiidae, Jam, parazitičtí

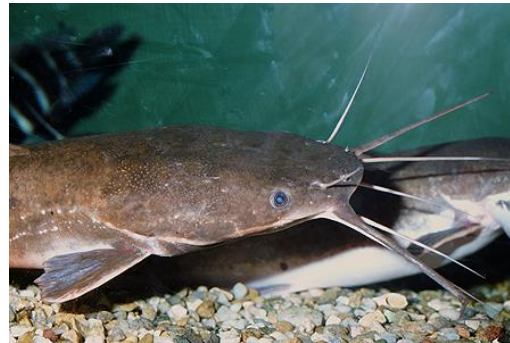
<https://refresher.cz/22637-Vandelia-kandiru-zivocich-ktory-ti-neda-spavat>

Malapteridae Af– pasumcovití, pasumec elektrický

Pangasové – Pangasiidae JVA, *Pangasionodon gigas* – Mekong

Keříčkovci - Clariidae – přídatné dýchání, keříčky na dorzální
straně žaberní dutiny, atmosférický kyslík

100 spp. Af



Vadelia parazituje na žábkách



Nahohřbetí - Gymnotiformes

břišní, hřbet. ploutve chybí, dlouhá řit.ploutev,
elektrické orgány, 62 spp. J Am

paúhoř elektrický, Amaz. 2m, 860 V



Štikotvární – Esociformes

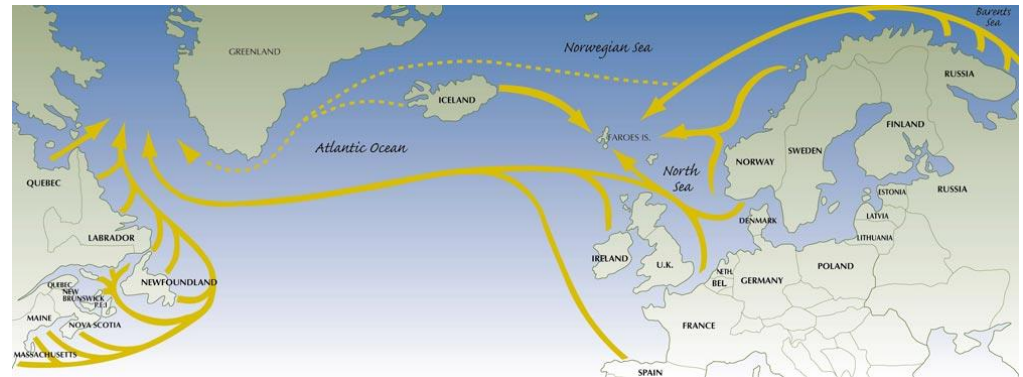
Posunutá řitní ploutev, dravci,
13 spp., EuAs, Nam

Esocidae, Umbridae – blatňákovití



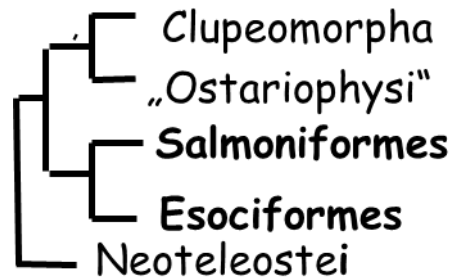
Lososotvární – Salmoniformes

tuková ploutev, migrace, sladkovodní, 70 spp
anadromní – losos
pstruh ob, duhový, siven americký, lipan, síh



Salmo salar

Nejasná monofylie



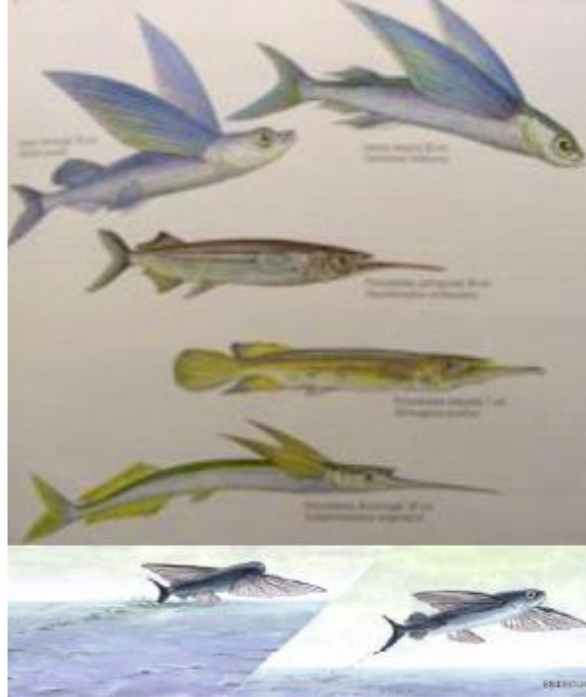
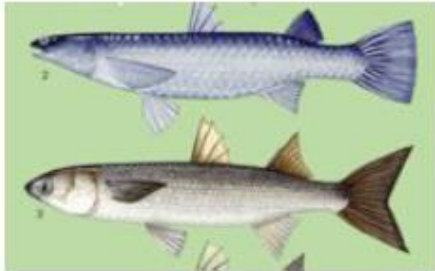
Acanthopterygii

Mugiliformes-cípalové

hejnové pobřežní, 2 hřbetní ploutve, trny

ktenoidní š., 80 druhů

cípal hlavatý *Mugil cephalus* - kosmopolitní



Beloniformes

jehlotvární

mořští i

sladkovodní

Belone belone

jehlice rohozobá

Exocoetidae

-letoun

Atheriniformes-gavúni

hejnové pobřežní, i sladkovodní

velké jikry, 300 druhů



Acanthopterygii

Percomorpha

>30 řádů, >280 čeledí, 18000 spp.

ostnoploutví (Perciformes), >3000

kanicovití (Serranidae) – mořské, až 3 m, 400 kg, 450 druhů, i hermafroditi

okounovití (Percidae) – sladkovodní, kdysi i okounkovití

koljuškovití (Gasterosteidae)* – kdysi samostatný řád

vrankovití (Cottidae)* kdysi k ropušnicím

stříkounovití – mořské, *Toxotes* <https://www.youtube.com/watch?v=voy0aX8SXYU>

parmicovití (Mullidae) - mořské

klipkovití (Chaetodontidae) – 110, pestré korálové ryby

pomcovití (Pomacantidae) – 75, pestré korálové ryby

makrelovití (Scombridae) – rychlí, bez plynového měchýře, 60 druhů endotermních, mezi D a C a mezi A a C větší počet malých ploutviček – makrely a tuňáci (5 m, 800 kg)

mečounovití (Xiphiidae) – 1 druh, 4 m, 650 kg, prodloužená praemaxillaria, endotermie

lezounovití (Anabantidae) – 30 druhů, sladkovodní ryby tropů, dýchací labyrint

guramovití (Osphronemidae) – sladkovodní, pěnová hnízda, nebo jikry v tlamě, rájovci, bojovnice, labyrintky

čichavcovití, mořanovití (pražmovití) (Sparidae) – pražma, pražman, mořan

cichlidy (Cichliformes)* – vrubozobci, tilápie, tlamouni,

halančíkovci (Cyprinodontiformes) - živorodky atd.

ropušnicotvární (Scorpaeniformes)

ropušnicovití (Scorpaenidae) – ropušnice, perutýn, kdysi i vranky

hlaváči (Gobiiformes) – **hlaváčovití (Gobiidae)**, lezci (*Periophthalmus*), hlavačka – většinou mořské, široké tělo, břišní ploutve blízko u sebe nebo přeměněny v nepárovou „přísavku“, **hlavačkovcovití (Odontobutidae)** – *Percottus glenii* – hlavačkovec amurský

platýsi (Pleuronectiformes)

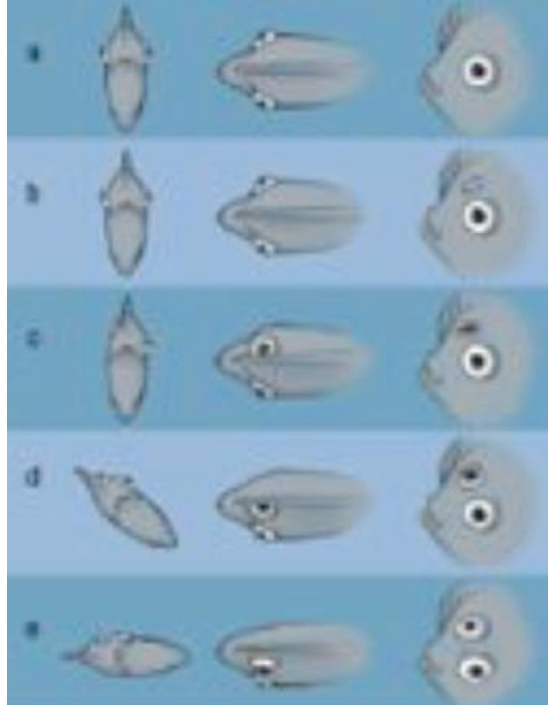
platýs, kambala, jazyk, halibut



Platýsi –

Pleuronectiformes
ploché tělo, oči na
jedné straně,
ale larva symetrická

platýs velký,
bradavičnatý (Labe)
Hippoglossus až 4 m



Čtverozubci – Tetraodontiformes

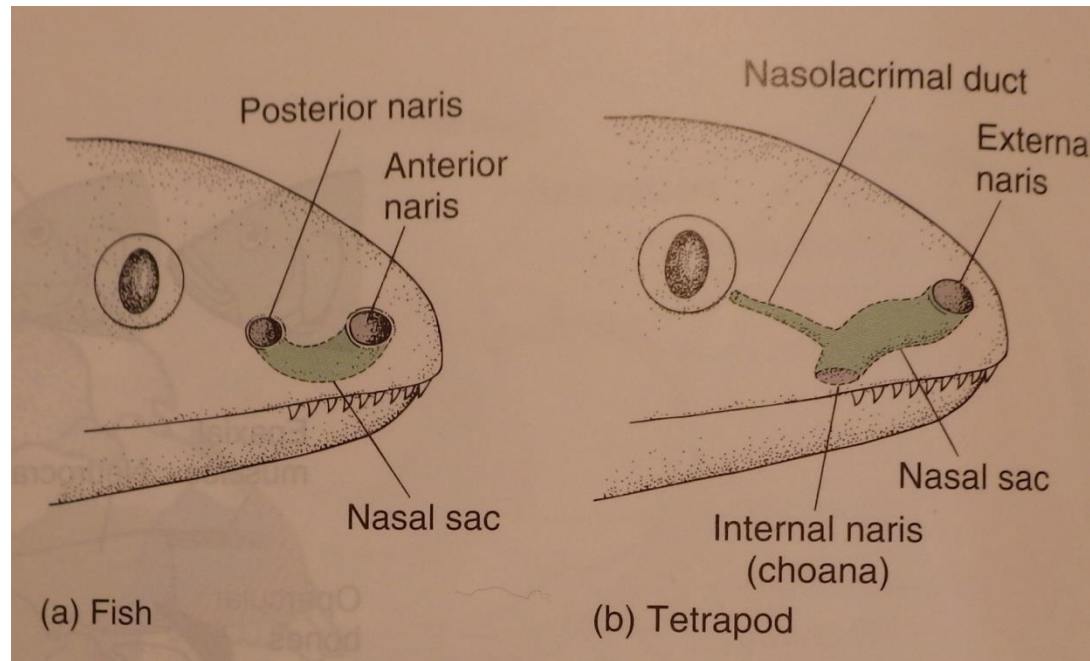
mořští, kostěné desky, ostny
vychlípenina střeva – nafukování

havýši
trojzubci
čtverozubci
ježíci
měsíčníci

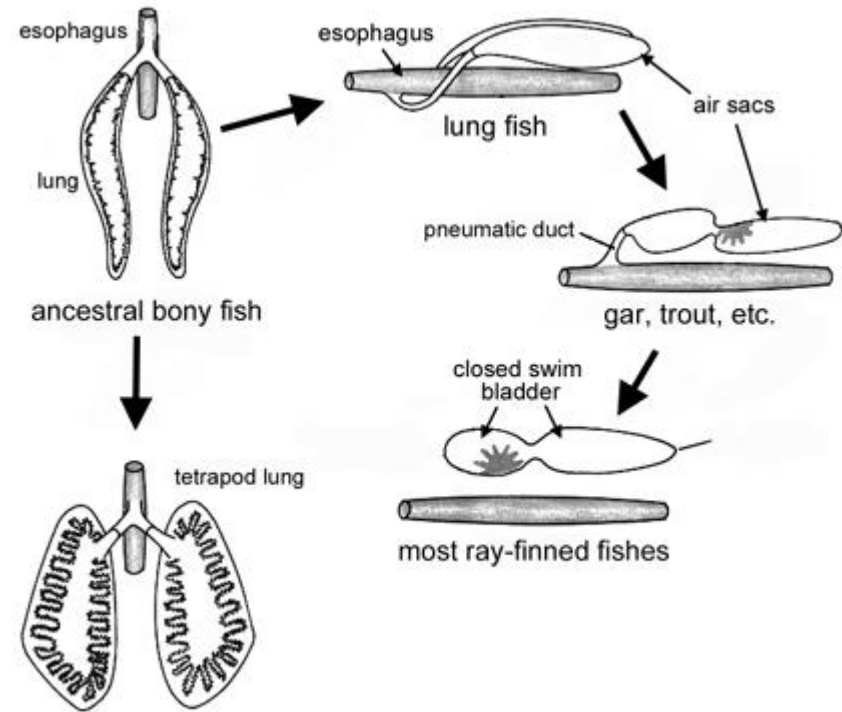
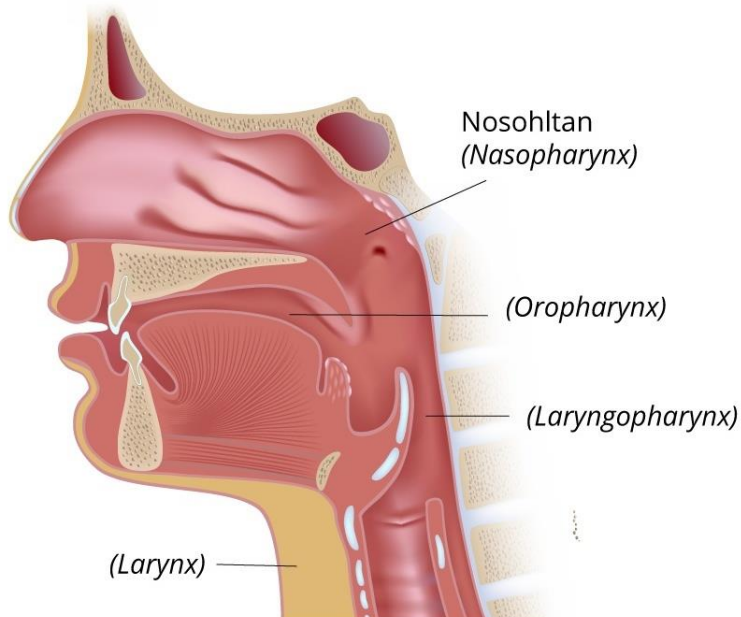


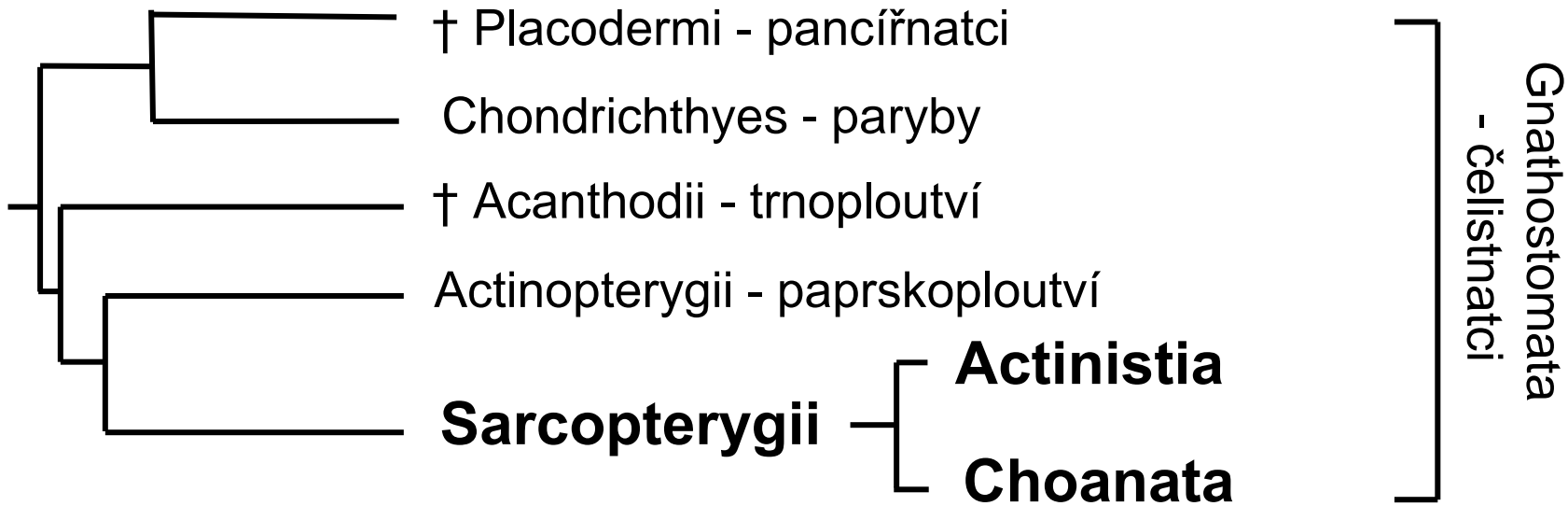
Sarcopterygii

- Uniseriální archipterygium, autonomní svalovina
- Choany, vnitřní nozdry, druhotné patro = předpoklad plicního dýchání (jen někteří) - homologické s primitivními párovými vnějšími nozdrami, které můžeme stále najít u mihulí, žraloků, latimérií a paprskoploutvých ryb
- Funkční specializace žaberních tepen – plicní krevní oběh
- Masivní dermatokranium, málo specializované



- oddělení dýchacích a trávicích cest
- prolomení nozder na hodní části hlavy
- prolomení choan
- dorzální a ventrální vychlípeniny jícnu
- přetočení osy – z horizontální do vertikální

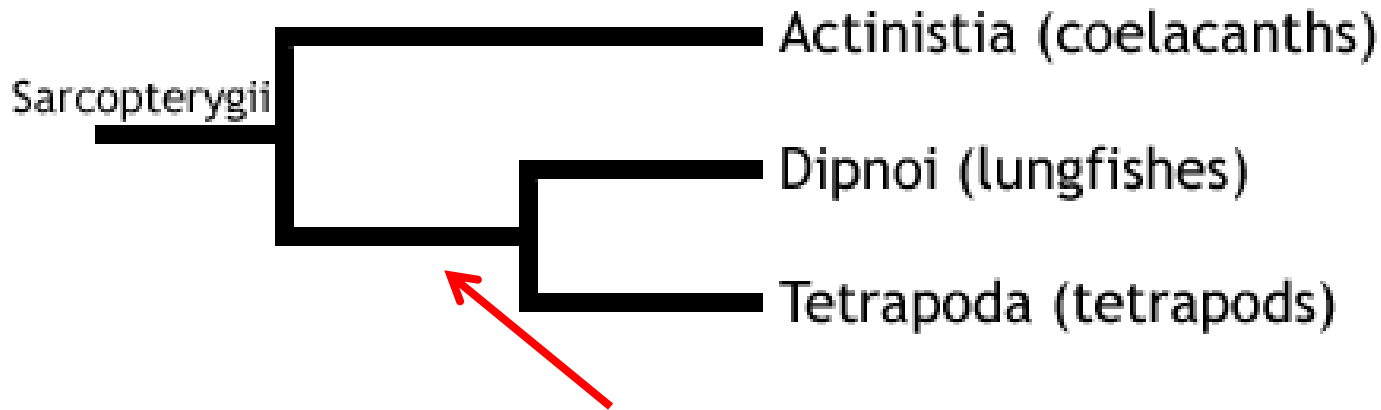




Sarcopterygii

- od spodního devonu





Choanata – často zahrnují i skupinu „**Rhipidistia**“

Apomorfie

svalnaté archipterygium
 pravá sklovina na zubech a šupinách
 kosmoidní šupiny (email = vitrodentin,
 dentin = kosmin, spongiózní kost =
 isopedin)

Pleziomorfie

intrakraniální kloub (ethmosphenoidale –
 oticooccipitale)



Kosmoidní šupiny

dvoudílná lebka (na temeni intrakraniální kloub spoj vazem a svaly)

**rozevření tlamy - nasání kořisti ze skalních dutin
stoj na hlavě**



chybí těla obratlů, žebra

notochord - opaleskující tekutina o vysokém tlaku

malý mozek (3g)

lebeční dutina vyplněná kapalinou o nízké hustotě

elektrosenzitivní orgány na temeni a zespodu lebky

vysoký obsah tuku v kůži a svalech, tyflosolis

vysoký obsah močoviny v krvi, plicní vaky zarostlé tukem

chybí choany

Potravou hlavonožci, ryby, pomalý metabolismus, noční, ve dne hlouběji

rychlé výpady za kořistí z místa

stenotermní (18°C), citlivá na obsah kyslíku ve vodě

po vytažení umírá

300-400 m hluboko, 2 m, 60 let

Actinistia

360-66 mil.let, 120 vymřelých druhů

20. prosince 1938 u pobřeží jižní Afriky v západní části Indického oceánu u East Londonu

kurátorka muzea Marjorie Courtenay- Latimerová, exemplář objevila, rozpoznala a zajistila konzervaci pro další vědecké zpracování

1939 JLB Smith: popis a identifikace - Coelacantha Aggasiz 1839 (devonská fosilní skupina s více než 120 spp.)

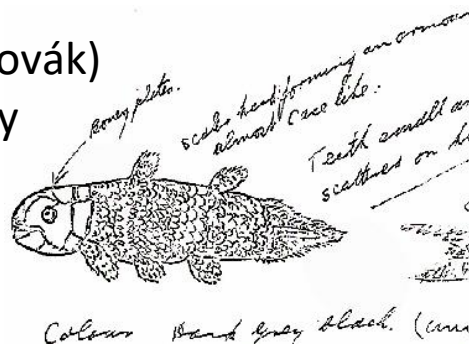
Další kus až 1952 - Komorske ostrovy, dnes přes 200 ex. - stála populace, v hloubce 200-400 m

1998 - nález u Sulawesi (*L.menadonensis*)

Evžen Kornel Balon (původem Čechoslovák)

- r. 1987 výprava na Komorské ostrovy
- film The Story of the Coelacanth
- ochrana latimérie – Coelanth

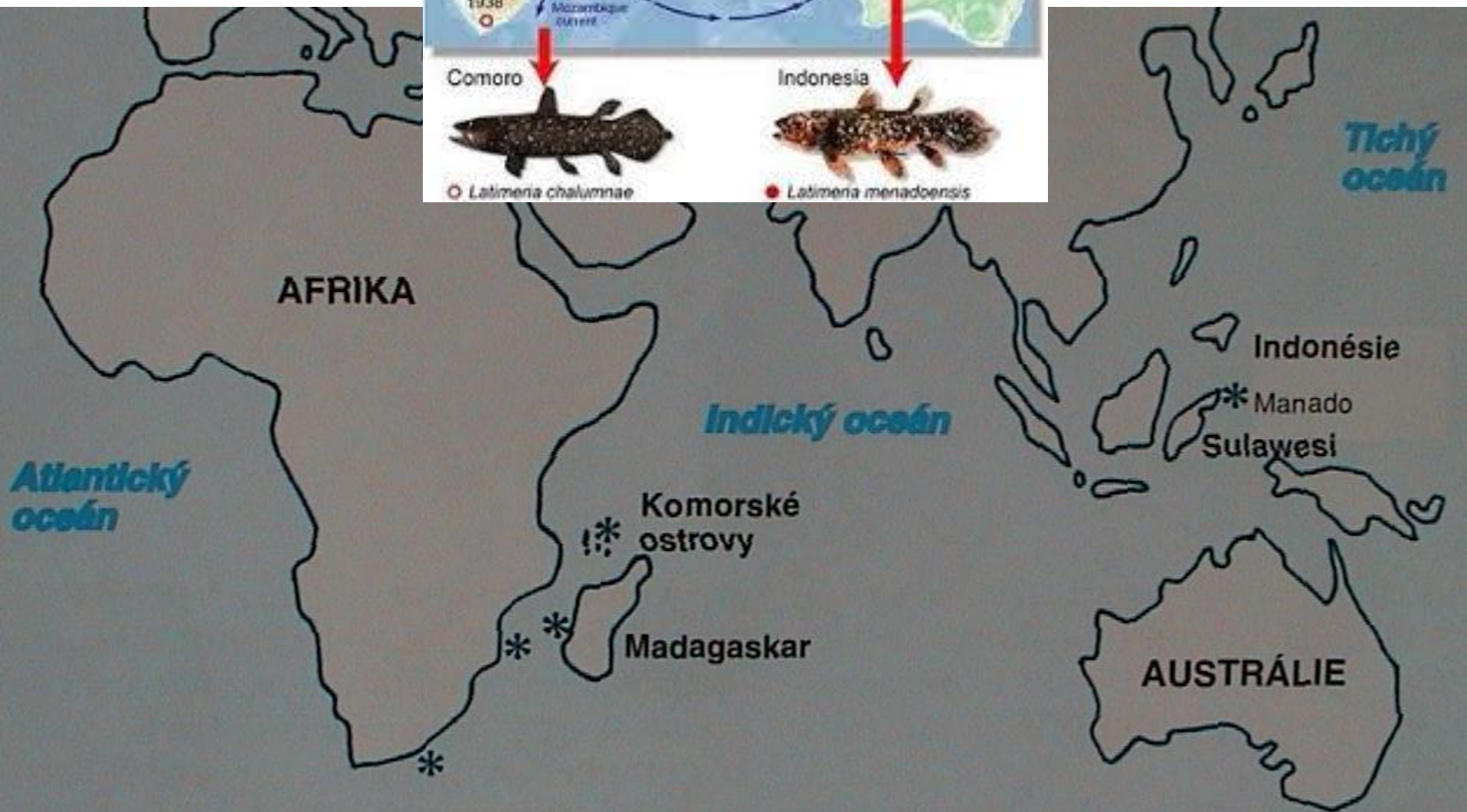
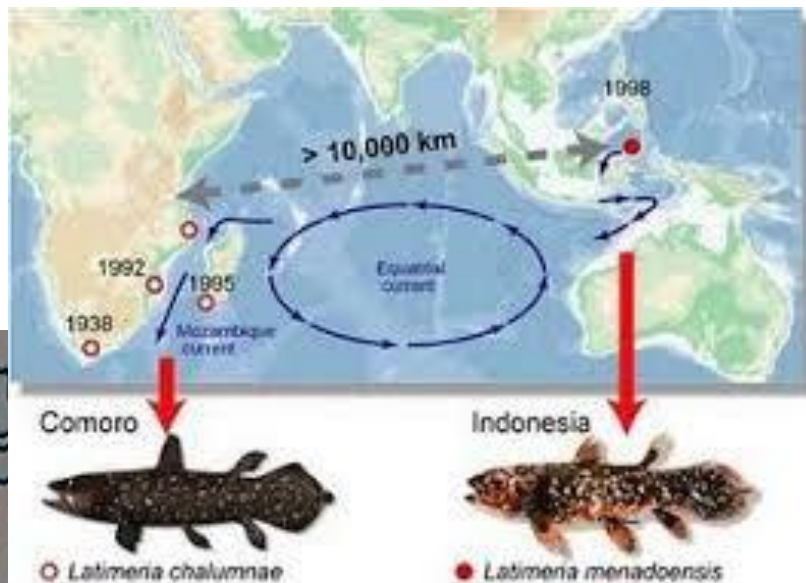
Conservation Council



A few moments after the critical identification as a Coelacanth, on Hunt's vessel at Pamanzi, Comores, 29th December 1952.

On left, Capt. E. E. Hunt; on right, holding fin, Monsieur P. Coudert, Governor of the Comores; on extreme right, one of his staff. Behind, left to right, Lt. D. M. Raiston, Capt. P. Letley, Lt. W. J. Bergh, Comd. J. P. D. Blaauw, Cpl. F. Brink.

Latimeria



L. menadoensis - l. celebeská



Choanata - Dipnoi – dvojdyšní, bahníci

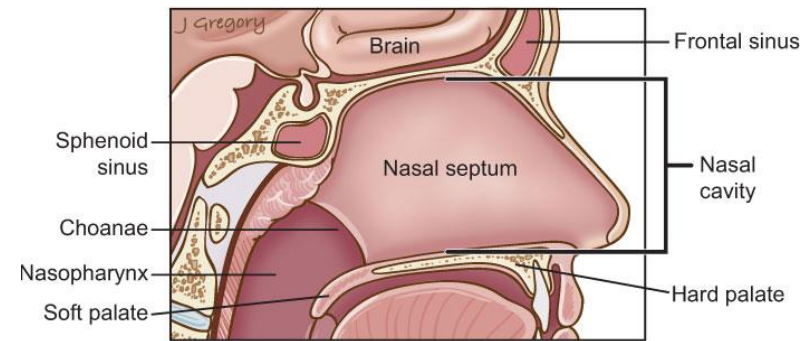
velké kosmoidní šupiny

chorda zachována, **aspondylní - obratle bez těl**, oblouky osifikovány, lebka platybazická, autostylní; **převaha chrupavek, dermoskelet u recentních redukován** a zanořen do chrupavčitého endoskeletu, neurální endokranium bez intrakraniálního kloubu, dlouhá osifikovaná žebra

fosilní heterocerkní ocas, recentní difycerkní

bi-nebo **uniseriální archipterygium**

prsí **ploutve spojeny s bazí lebky**



choany – jen čichová fce, 2 páry holobranchií – původně plicní vaky, plicní oběh, srdce s conus arteriosus, předsíň s podélnou řasou, do levé části: plicní žíla, do pravé: Cuvierovy chodby a zadní dutá žíla

spirální řasa, kloaka, Wolfova chodba - chámomočovod

vnitřní oplození, larva s vnějšími žábrami

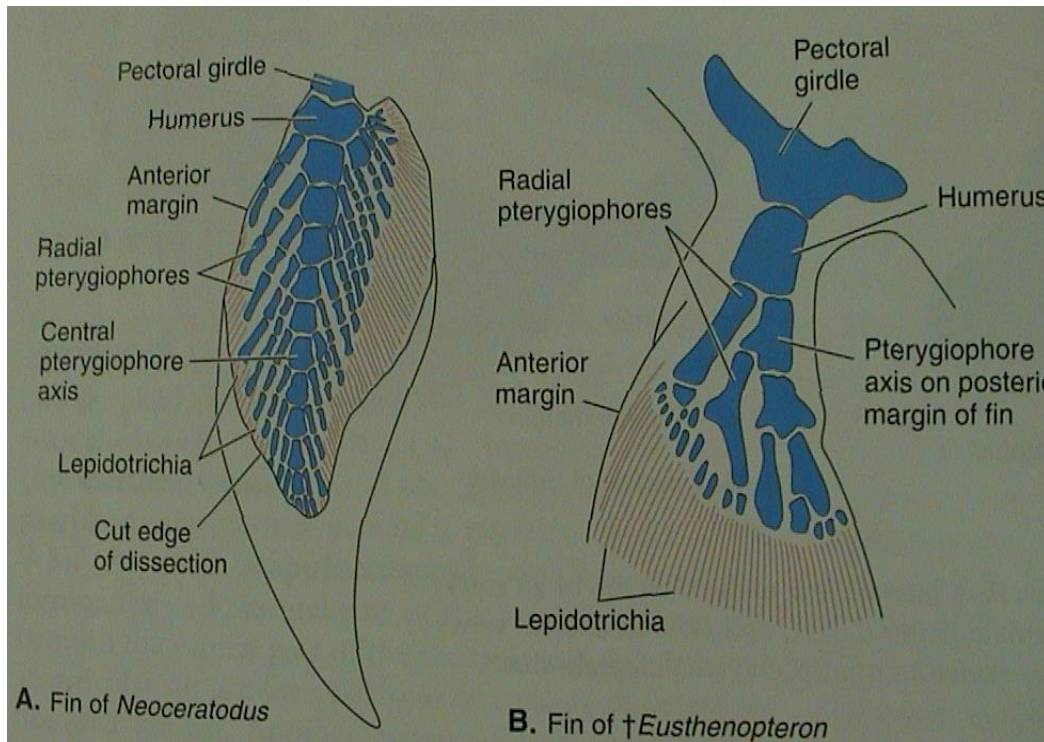
fosilní v mořském litorálu

obrovský genom 90 pg, savci cca 2-8 pg, repetice heterochromatinu

biseriální

uniseriální

Genom Dipnoi



největší genom, jaký byl u živočichů nalezen – průměrná velikost: 90 pikogramů DNA (40,5–133 pg)

savci 1,73–8,40 pg, ptáci 1–2,16 pg, šupinatí plazi 1,05–3,80 pg, latimerie 2,80 pg, Teleostei 0,35–4,90 pg.

Srovnatelné hodnoty pouze ocasatí obojživelníci (10,12 - 120,06 pg).

- pozůstatek vstupního rozvrhu předků suchozemských obratlovců,
- zbytek genových variant, z nichž se vybíraly kombinace pro přechod na souš.

Dipnoi

Ceratopodiformes – jednoplicní (pravý plicní vak), plicní dýchání jen doplněk, funkční žábra, biseriální ploutve, bez letní letargie, ale estivuje
malá vejce, až 5000 na vegetaci, larvy bez vnějších žaber

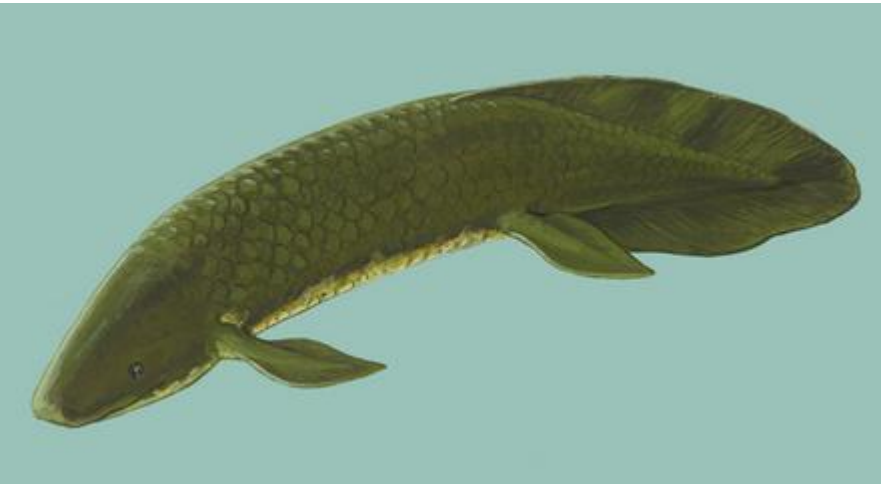
Neoceratodus forsteri – bahník australský

Lepidosireniformes – dvouplicní, redukce šupin, uniseriální úzké ploutve, letargie v létě, přežití až 4 roky mimo vodu

menší počet vajec (polylecitální) – kladeny do vyhrabaných nor

larva s vnějšími žábry

Lepidosiren paradoxa – bahník americký, *Protopterus aethiopicus* (až 2m), další 3 afr. druhy



Neoceratodus forsteri – b. australský



Protopterus aethiopicus – b. východoafrický

- <http://www.animalplanet.com/tv-shows/other/videos/fooled-by-nature-lungfish/>