Gnathostomata

Apomorfie čelistnatců (Gnathostomata)

- Jsou vytvořeny čelisti, které vznikly přeměnou párového prvního žaberního oblouku.
- Zpravidla je přeměněn také další párový žaberní oblouk, jazylkový. První žaberní štěrbina (*spiraculum*) mezi čelistním a jazylkovým obloukem je redukována.
- Je vytvořen endoskelet z kostní tkáně vznikající z chrupavky (endochondrální osifikace nebo perichondrální osifikace). Objevují se plakoidní šupiny a pravé zuby.
- Je vytvořen jeden pár předních a jeden pár zadních párových končetin s vnitřní kostrou a pletenci = párové končetiny
- Hřbetní a ocasní ploutev jsou podepřeny kostěnými elementy.
- Vznikají žebra.
- Kořeny dorzálních a ventrálních spinálních nervů se překřižují a splývají.
- Je vytvořena myelinová pochva axonů nervových buněk.
- Dorzální a ventrální svalovinu trupu odděluje vodorovná vazivová přepážka (*septum horizontale*).
- Nosní otvor je párový stejně jako čichový orgán, který neleží v sousedství hypofýzy.
- V labyrintu vnitřního ucha vzniká třetí, horizontální, polokružná chodba.
- Mají oči s akomodačním aparátem, oční svaly, Hallerův zvonek.
- V trávicí soustavě je diferencován žaludek.
- Pokud dýchají žábrami, leží žábry zevně od kosterního žaberního koše (žaberních oblouků). Změna pozice žaber je důsledkem jejich ektodermového původu. Žábry nejsou uloženy ve váčcích.
- Po genové duplikaci vznikla molekula hemoglobinu se čtyřmi řetězci (duplikace).
- Je vytvořen vrátnicový krevní oběh v ledvinách.
- Pohlavní orgány mají vývody, které u samců vznikají zpravidla z vývodů vylučovacích orgánů.
- Je vytvořen adaptivní systém imunitní odpovědi se schopností selektivity, regulace a paměti.

•**Archipterygiová teorie** (Gegenbauer) –
diferenciaci homologonů žaberních oblouků

•**EVO-DEVO**: – exprese Hox 13
(maximální v ocasním segmentu
embrya a pak v končetinových základech

•*Typy končetin*
Biseriální archipterygium

Uniseriální archipterygium

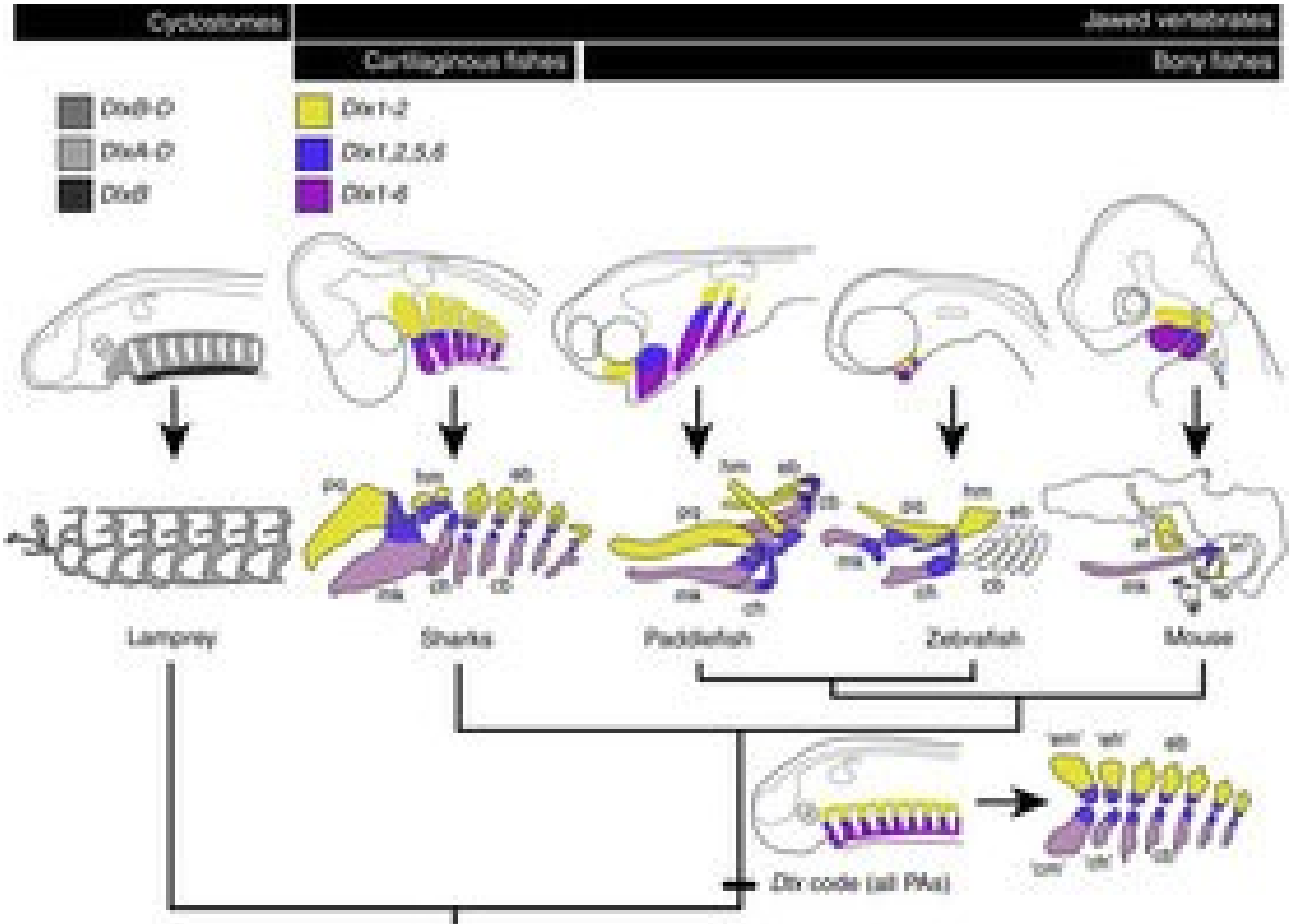
Actinopterygium (basalia, radialia, ceratotrichia)

•Končetina tetrapodů (basipodium, stylopodium, zygopodium,
- metapodium, autopodium)

EVO-DEVO a vznik čelistí

Kuratani 2002: stejné morfogenetické moduly u Agnatha i Gnathostomata
ale fungují **heterotropicky**

zapínání a vypínání jednotlivých modulů na různých místech



Fylogeneze obratlovců s čelistmi

!

Sarcopterygii

Osteognathostomata

Actinopterygii

Teleostomi

†Acanthodii

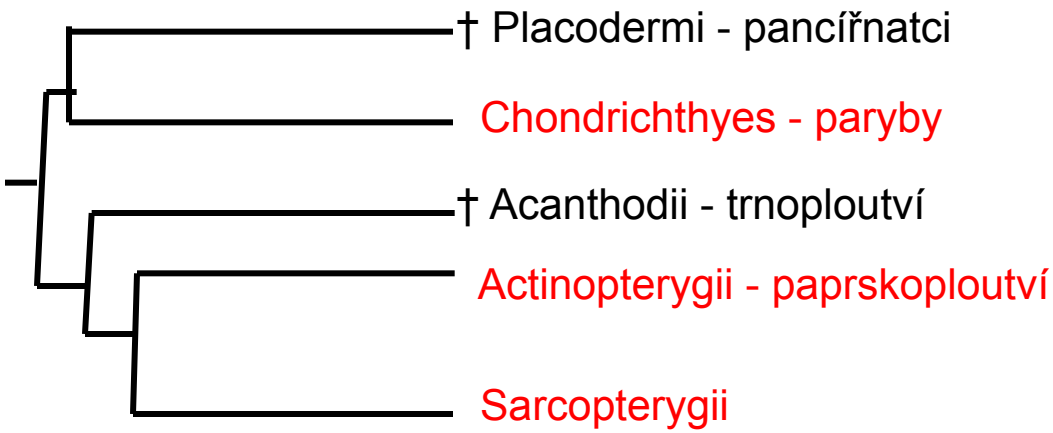
†Placodermi

Chondrichthyes

Gnathostomata

- primárně 2 páry končetin s vnitřní kostrou
- septum horizontale - žebra
- čelisti - aktivní příjem potravy
- **endoskelet mizí- dermatoskelet**
- párové zevní nozdry
- žábry zevně (ektoderm), kožní operkulum
- axony - myelinové pochvy
- **2. duplikace Hox genů** (hemoglobin)

1. střední a pozdní ordovik (Placodermi, Acanthodii, Chondrichthyes), silur (Actinopterygii, Sarcopterygii), devonská radiace, zánik bezčelistnatců

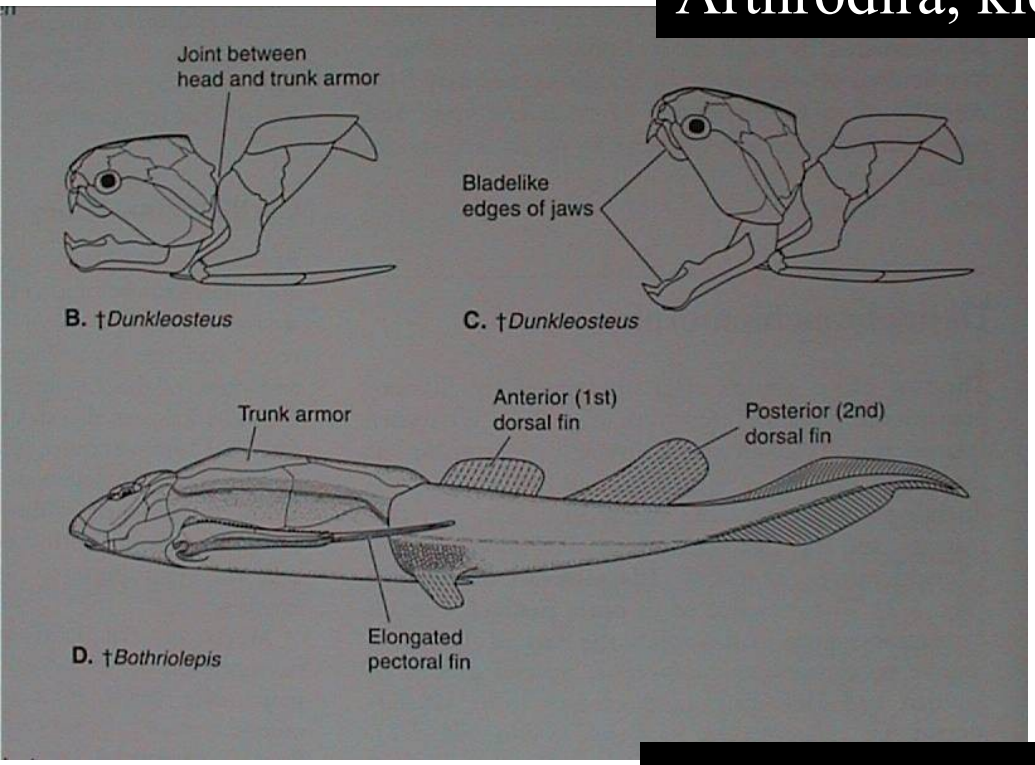


Placodermi-pancířnatci

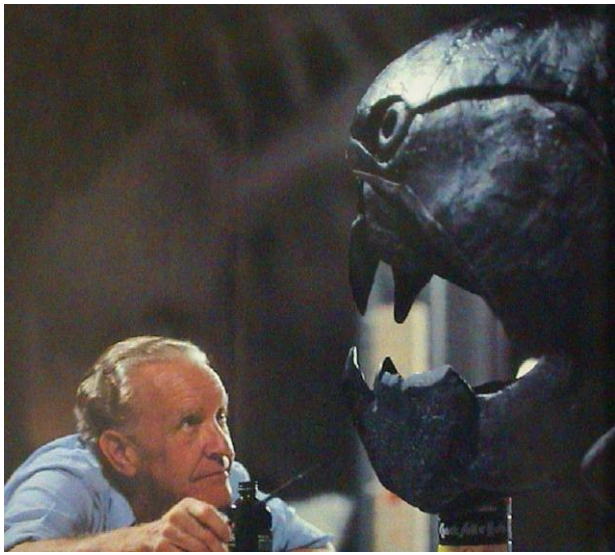
0,3-10 m
dvoudílný pancíř (hlavový a trupový)
chrupavčitý endoskelet, obratle bez osif. těl
heterocerkní ocas
starší ve sladné vodě, mladší i v moři

Arthodira – kloubnatci
párový kloub spojuje obě
části krunýře
ostré lišty místo zubů a kostěné výrůstky
pohyb u dna
Dunkleosteus, Dinichthys (10m)

Arthrodira, kloubnatci



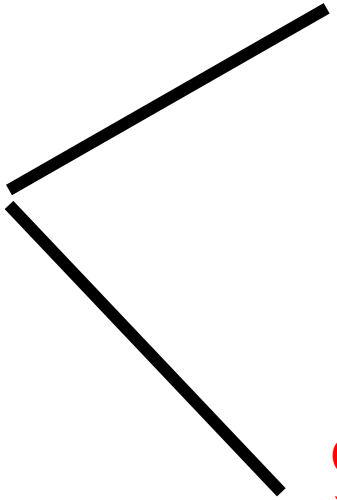
spodní devon
410-360 m.l.



Antiarchi – vesloploutví
obě části krunýře srostlé
dlouhé prsní trny, kloubně k trupu
spodní ústa
Bothriolepis

Antiarchi, vesloploutví

Gnatostomata – základní divergence!!!

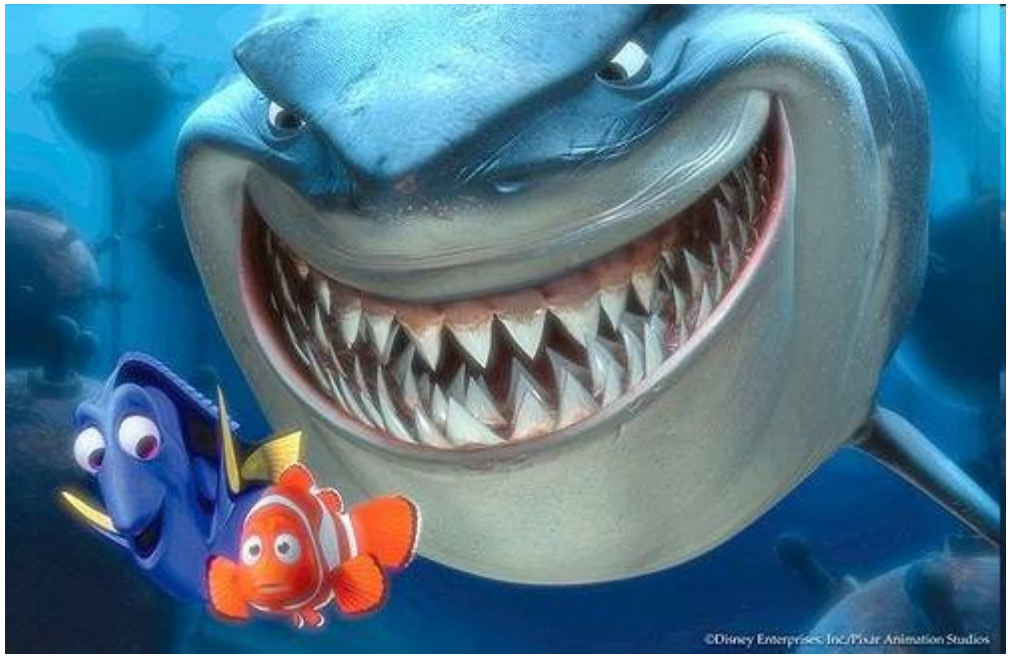


Čelistnatci bez dermálního skeletu
chybí endochondrální kost
(chrupavka nahrazená kostí)
plakoidní šupina, rostrum, spodní ústa
Paryby – žraloci, rejnoci, chiméry

Čelistnatci s dermálním skeletem, dermální čelistní kosti
šupiny jiného typu
koncová ústa,
Acanthodii a ryby (**Actinopterygii, Sarcopterygii** (včetně Tetrapoda)

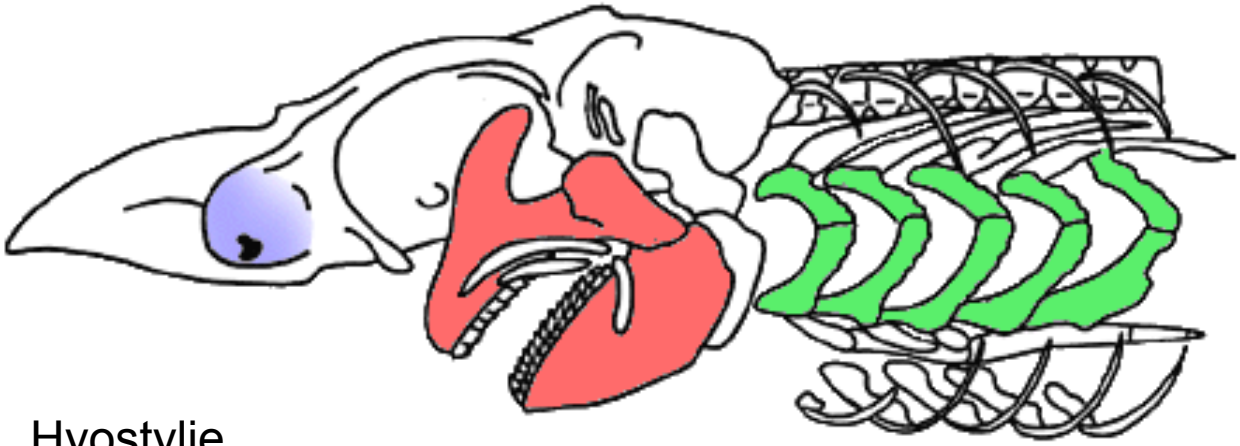
Chondrichthyes

- charakteristika
- systém

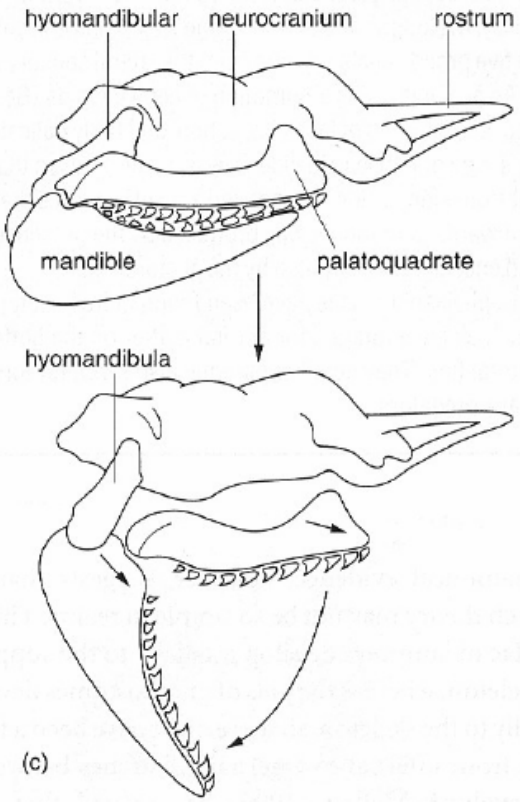


Apomorfie paryb (Chondrichthyes)

- **Plakoidní šupiny, zuby a způsob jejich výměny.**
- **Redukce dermálního skeletu.**
- **Chrupavčitý endoskelet s prizmaticky zvápenatělou chrupavkou (kalcifikace)**
- **Uzavřené neurocranium (*chondrocranium*).**
- **Je vytvořen protáhlý rypec (*rostrum*).**
- **Kopulační orgány na břišních ploutvích samců (pterygopody)**



Hyostylie
jedna párová chrupavka
palatoquadratum a mandibulare



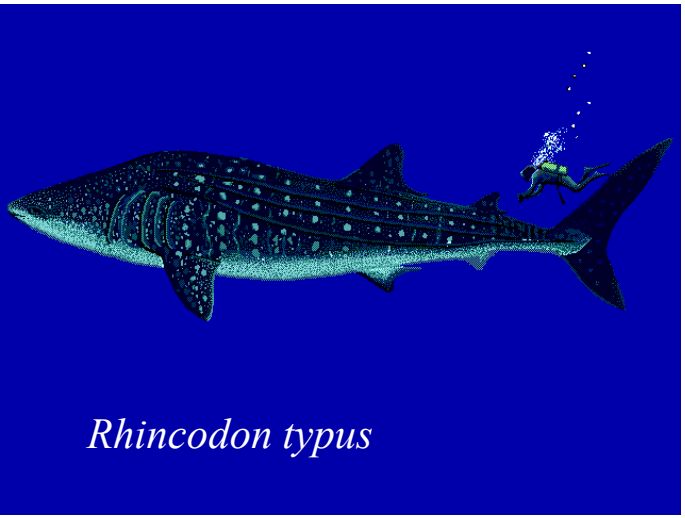
Počet druhů 1091 (Příčnoústí: 1060, z toho rejnoci 665, Chiméry: 31)

Velikost:

Max: *Rhincodon typus* (>18 m), †*Carcharodon megalogon* (15 m)

Min: *Etmopterus perryi* (1985, m:17 cm, f: 19 cm)

Objev století: *Megachasma pelagios* (4,5 m, 1983, žralok havajský)

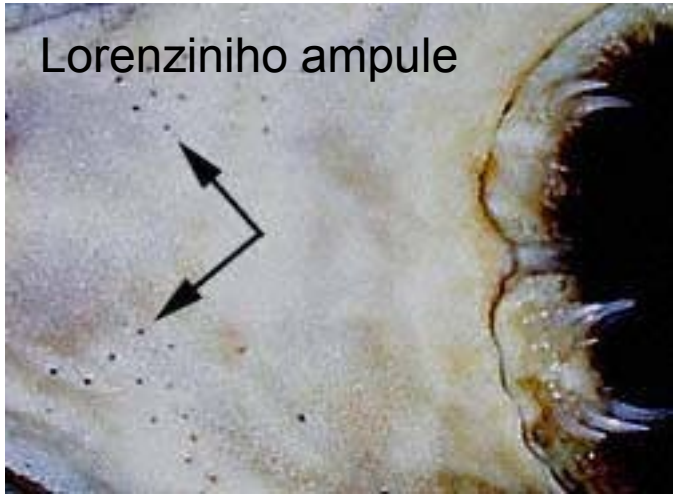


- plakoidní šupiny (dentin+email)
- chrupavčitá kostra (endoskelet), kalcifikace, platybazická lebka (široká, očnice daleko od sebe), hyostylní (vzácněji amphistylní), amficoelní obratle - ale jiný vznik než u ryb
- heterocerkní ocasní ploutev, párové ploutve (**coracoscapulare** výrazné - **ischiopubicum**, basalia, radialia, ceratotrichia)
- boční sval, myomery alternují s těly obratlů, rychlý pohyb (*Isurus oxyrhinchus,* mako 50 až 75 km/h, až 6 m nad hladinu)

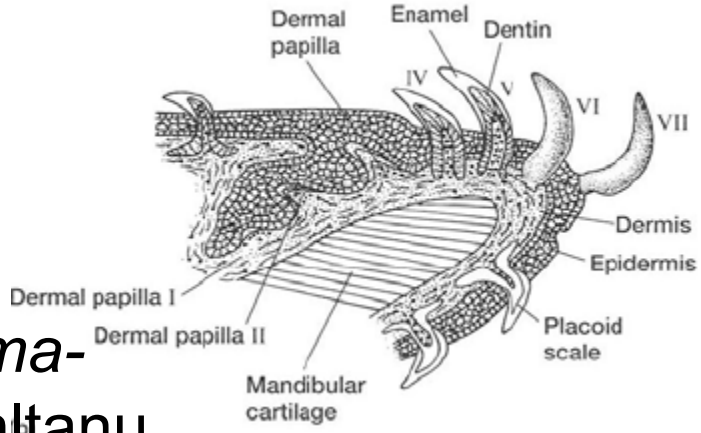
Žraní u žraloků

- hyostilie ⇨ kraniální kineze
- vykrvácení kořisti
- čich ⇨ mechanorecepce ⇨ zrak ⇨ elektrorecepce

- velký telencephalon, čichové laloky, mozeček
- smysly: **čich** - krev cítí do 400 m; chuť; proudový orgán jen na hlavě, v blanitém labyrintu drobné statokonie, nízkofrekvenční zvuky vznikající prudkým pohybem ve vodě (poraněná ryba) do vzdálenosti 1,5 km; **extrémně dalekozraké oko** (10-14 D), 10 x citlivější než lidské oči, ve tmě vidí pohyb až do vzdálenosti 8 m, tapetum lucidum; **Lorenziniho ampule** (0,005 $mVcm^{-1}$, tj. 25.10^6 x více než člověk (např. vnímá tep srdce oběti)
- příčná ústa pod rostrem (někdy vysunovatelné čelisti), polyfiodontní chrup - funkční 1-3 řady cca 2-3 týdny, za život až 30 000 zubů, tvar zubů dle potravy



- heterodoncie (*Carcharhinus* (horní>dolní), Hexanchus (naopak)

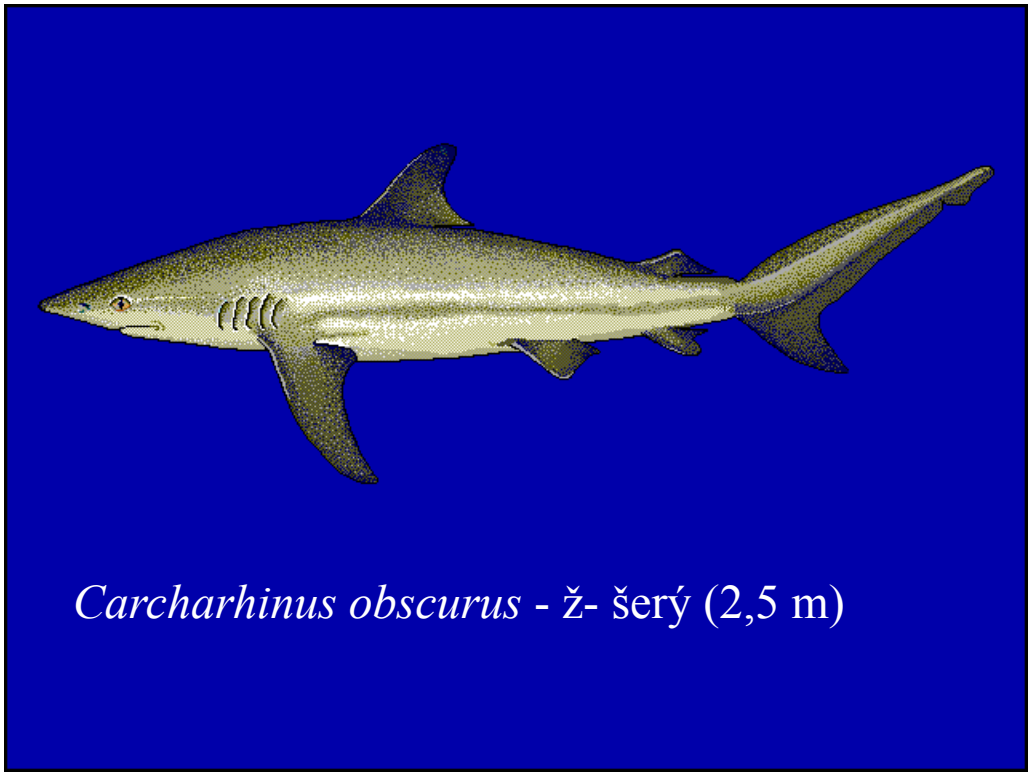


- drobné zuby planktonofágů

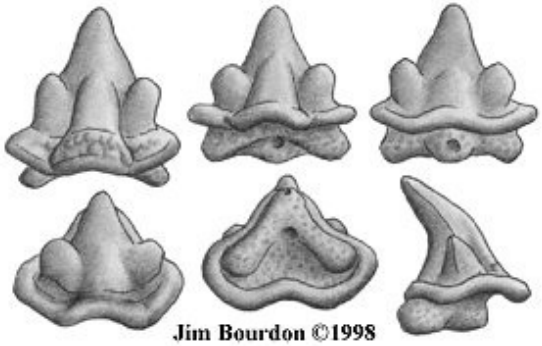
počet 7200

filtrující druhy – *Rhincodon, Megachasma-*

vnitřní šupiny protaženy do tyčinek do hltanu



Carcharhinus obscurus - ž- šerý (2,5 m)

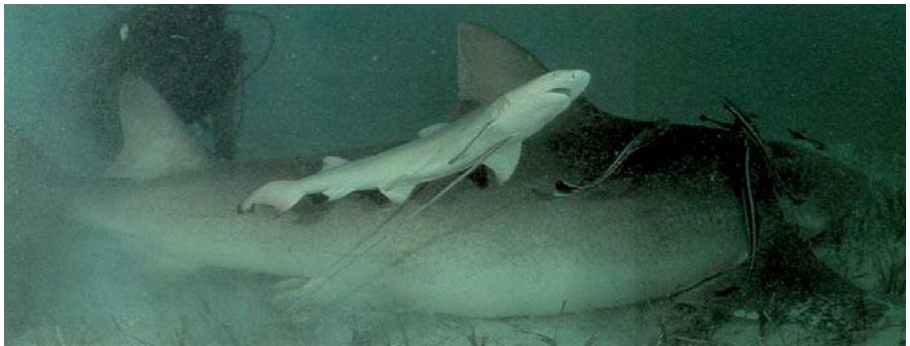


Tlak na špičkách zubů:
2 800 kg/cm^2

- **velká játra (zásobárna tuku a hydrostatický orgán)** a žlučník (10-33% m těla) - vysoký obsah lipidů, vitaminů (A, D), chybí plyn.měchýř
- získávání potravy: až na výjimky predace
- žravost: *Galeocerdo cuvieri* (ž. tygří)- v žaludku ryby, kytovci, ptáci, leguáni, hlavonožci, krabi, medúzy, kuřata, prasata, hovězí dobytek, kusy dřeva a uhlí, igelitové pytle, plechovky atd.; není vyvolána hladem
- kanibalismus: *G. cuvieri*, *C. leucas* (býčí)

•srdce – symetrické - žilný splav, síň, komora a srdeční násadec
• opistonefros - část jako zásobárna spermií (M) = nadvarlata
• primární močovody=Wolffovy vývody
• Leydigovy žlázy – produkce sekretu=pohyb spermií a pterygopody

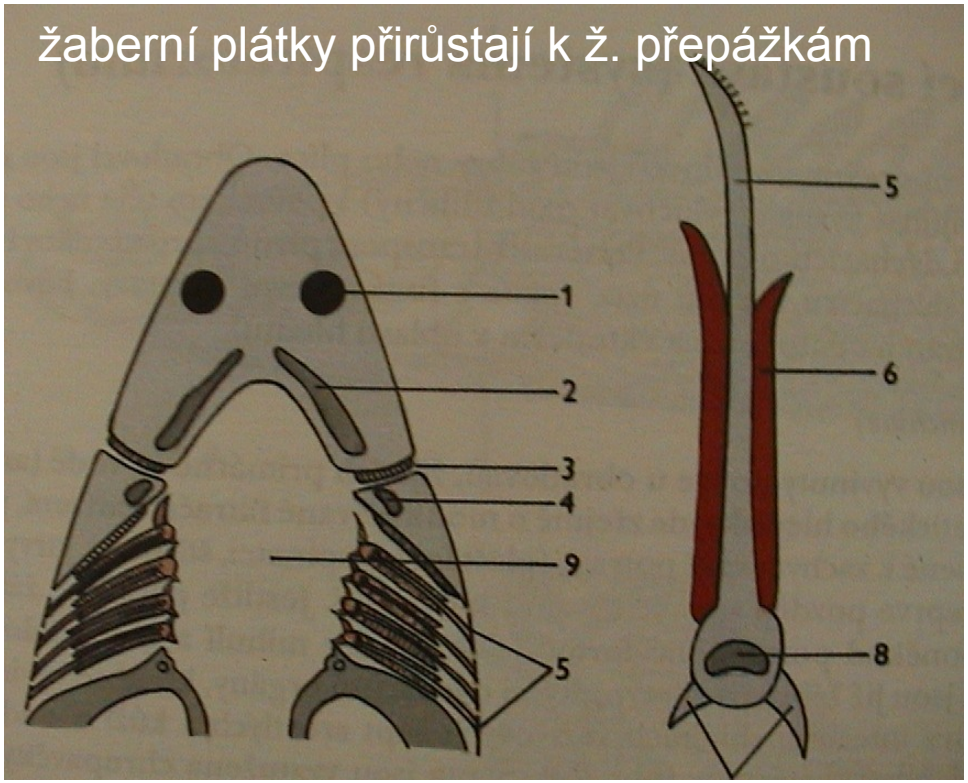
= paralela se živorod. savci, vajíčka nebo živorodost (děložní mléko)
žloutková placenta (stěna vejcovodu)
adelofagie, oofagie - požírání mladších emryí a pak vajíček)

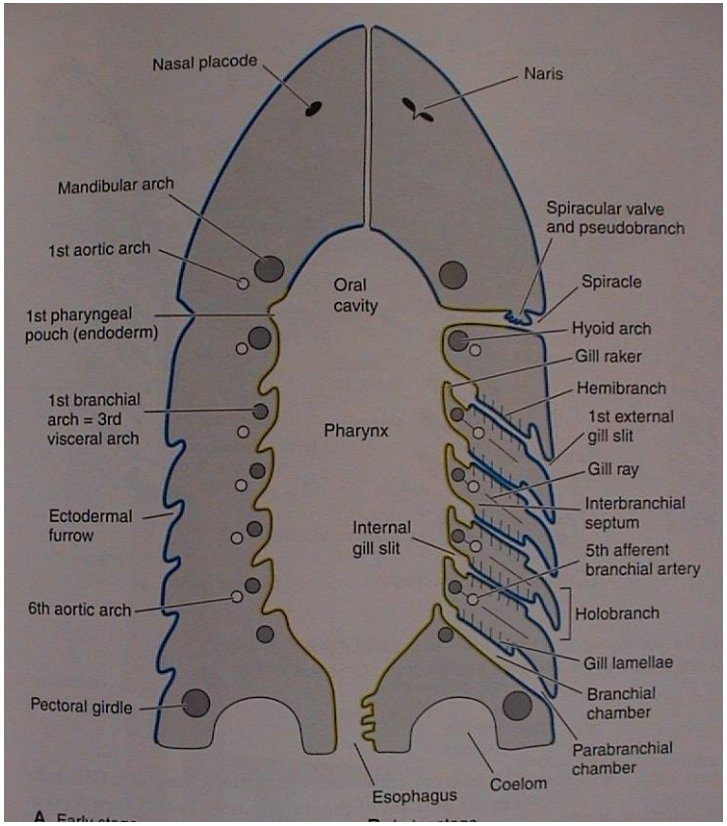


rozmnožování - páření, vnitřní oplození, pterygopody (myxopterygia)
vejce, embryo – 3 způsoby, **vejcorodost, vejcoživorodost (děloha), živorodost** (**žloutková placenta,** pupeč.šňura)

velká investice do potomstva

• žábry – žaberní přepážky, na nich žaberní plátky přirostlé celou plochou, obvykle 5 párů štěrbin

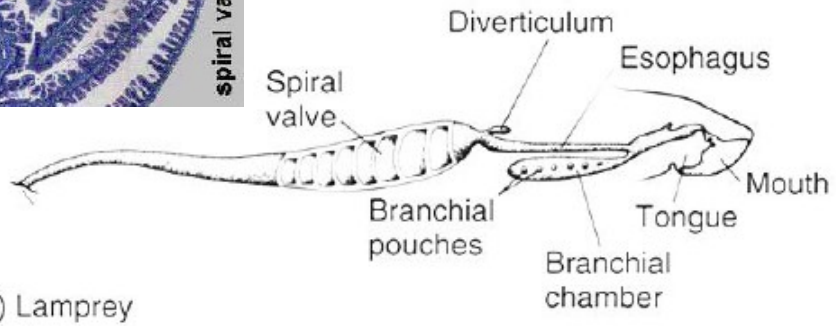




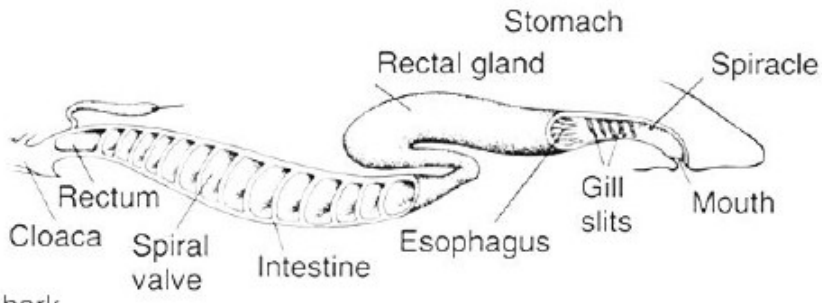
- svalnatý hltan - prostorný žaludek - střevo se spirální řasou (typhlosolis) - kloaka

spirální řasa – typhlosolis

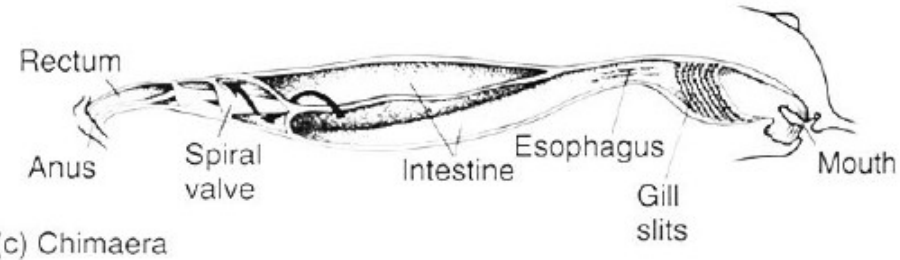
změny v lokalizaci – paryby a ryby



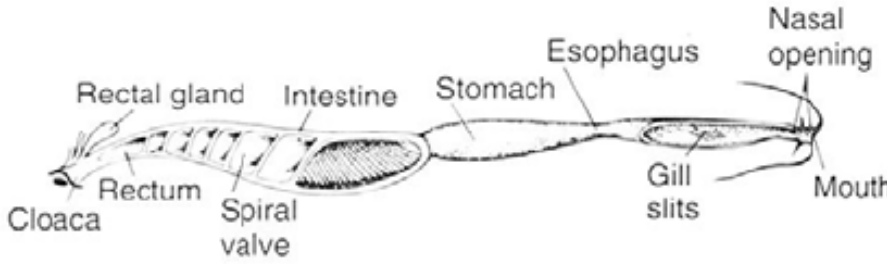
(a) Lamprey



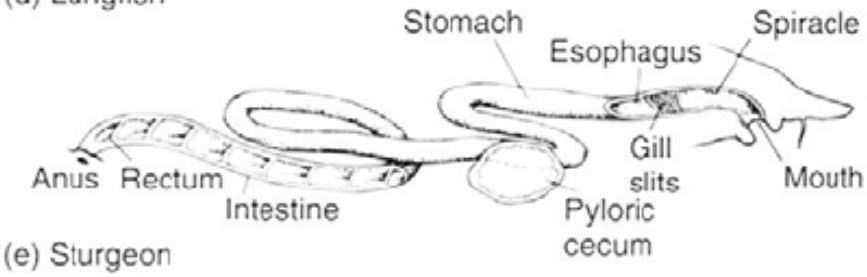
(b) Shark



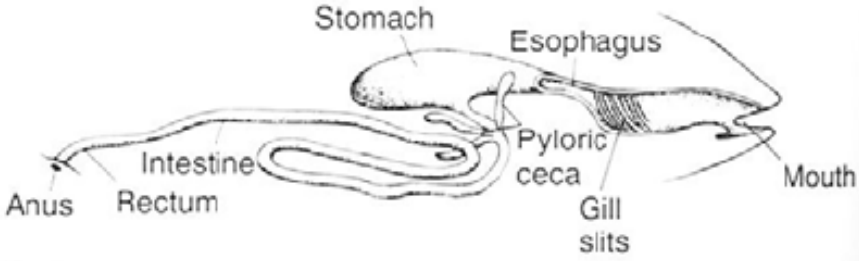
(c) Chimaera



(d) Lungfish



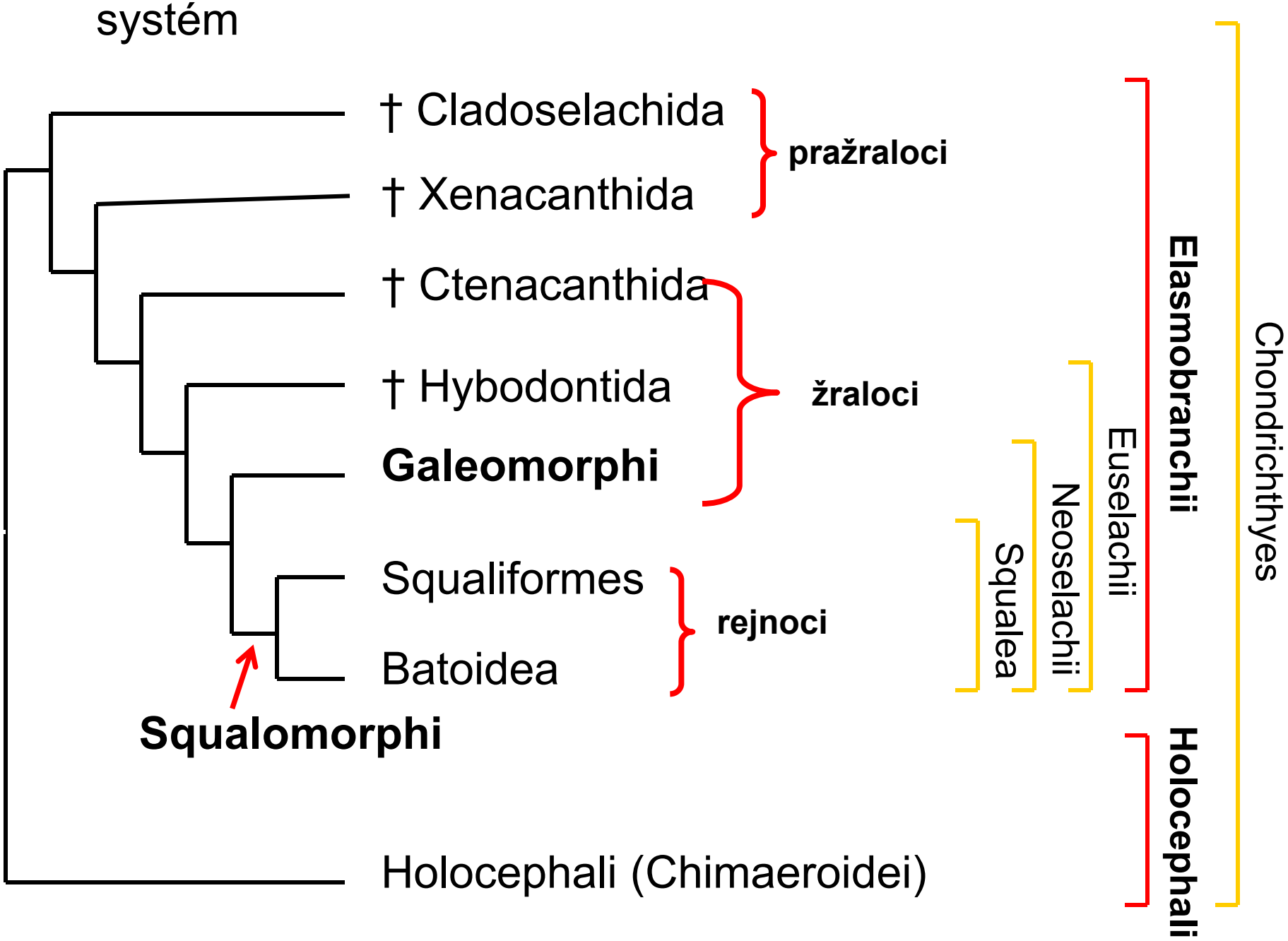
(e) Sturgeon



(f) Perch

zvláštní lovecké strategie: žraloci rodu *Alopias* - liškoun

Ryby v hejnech, omáčeni ocasem


systém
† Cladoselachida
† Xenacanthida
pražraloci
† Ctenacanthida
† Hybodontida
Galeomorphi
žraloci
Squaliformes
Batoidea
rejnoci
Squalomorphi
Holocephali (Chimaeroidei)
Euselachii
Neoselachii
Squalea
Elasmobranchii
Holocephali
Chondrichthyes

Fylogenetický strom žijících paryb Chondrichthyes

Elasmobranchii

příčnoústí

Neoselachii

Squalomorphi

rejnoci

Galeomorphi

žraloci

Batoidea

Pristiophoriformes

Squatiniformes

Squaliformes

Hexanchiformes

Carcharhiniformes

Lamniformes

Orectolobiformes

Heterodontiformes

vymřelé bazální linie

Holocephali

cl. ELASMOBRANCHII

1) pražraloci (Cladoselachida, Symmoriida, Xenacanthiida, Eugeneodontia)

2) rejnoci

Squalimorphi

- **Squaliformes** (74) - ostrouni (4:Squalidae-10, Dalatiidae 49)
- **Squatiniformes** (12) - polorejnoci (Squatinidae 13)
- **Hexanchiformes** (5) - šedouni (Hexanchidae-4, Chlamydoselachidae-1)
- **Pristiophoriformes** (5) - pilonosové (Pristiophoridae 5)

Batoidei - pilouni a rejnoci (456)

- **Rajiformes** – praví rejnoci (Rajidae 200, Rhinobatidae 45, Dasyatidae 70, Plesiobatidae 1)
- **Torpediniformes**
- **Pristiformes** (Pristidae 4) pilouni

Galeomorphi

3) moderní žraloci († Ctenacanthoidea, Hybodontoidea), rec:

- **Heterodontiformes** (8) - různozubí (-bci) (Heterodontidae 8)
- **Orectolobiformes** (31) - nozdrovousí, malotlamci (7:Hemiscyllidae 11, Orectolobidae 6, Rhincodontidae 1)
- **Lamniformes** obrouni (7:Alopiidae 3, Cetorhinidae 1, Megachasmidae 1, Lamnidae 5, Mitsukurinidae 1, Pseudocarchariidae 1) (16) (*C. carcharias*)
- **Carcharhiniformes** žralouni (Carcharhinidae-50, Proscyllidae 6, Scylliorhinidae 89, Sphyrnidae 8, Pseudotriakidae 1, Hemigalidae 7, Triakidae 34) (208)

cl. HOLOCEPHALI

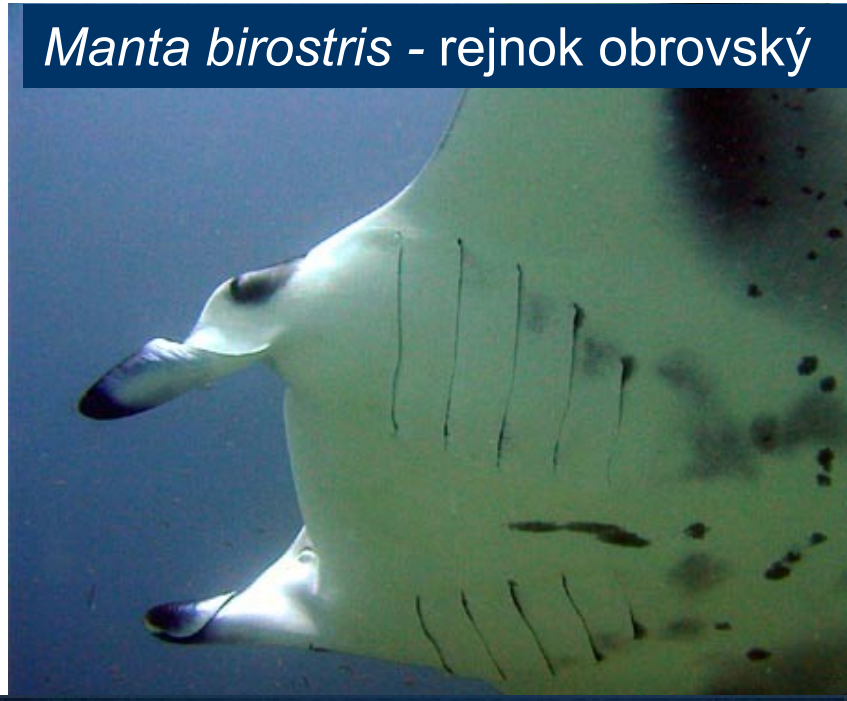
Chimaeroidei (31): Chimérovití (Chimaeridae), Chimérovkovití (Callorhinchidae), Pachimérovití (Rhinochimaeridae)

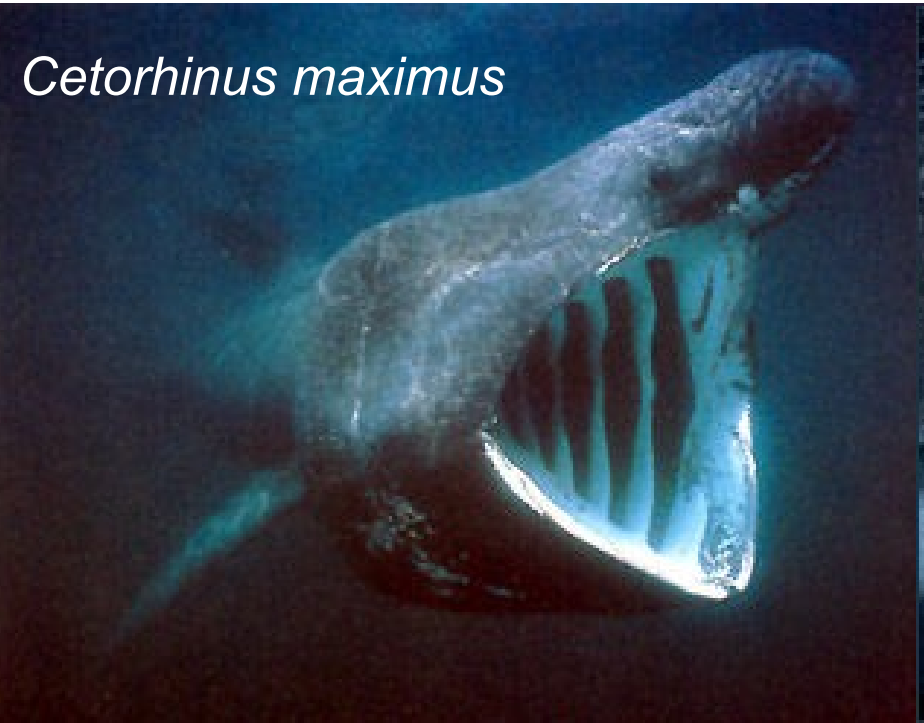
planktonofágové:
Cetorhinus maximus - žralok veliký
(1600 t vody/hod)

Filtrace přes vláknité plakoidní šupiny

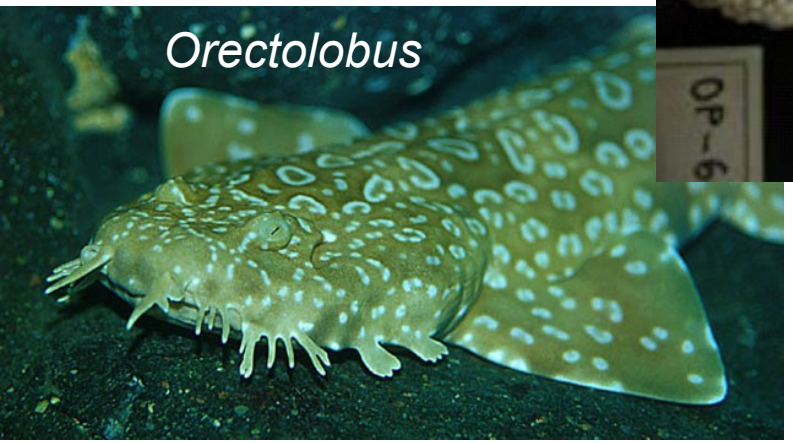
Megachasma pelagios - ž. havajský
Rhincodon typus - ž. obrovský (velrybí)
Manta birostris - rejnok obrovský

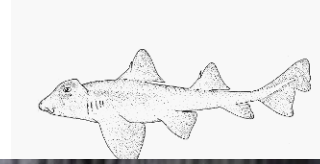
Filtruje přes žaberní oblouky

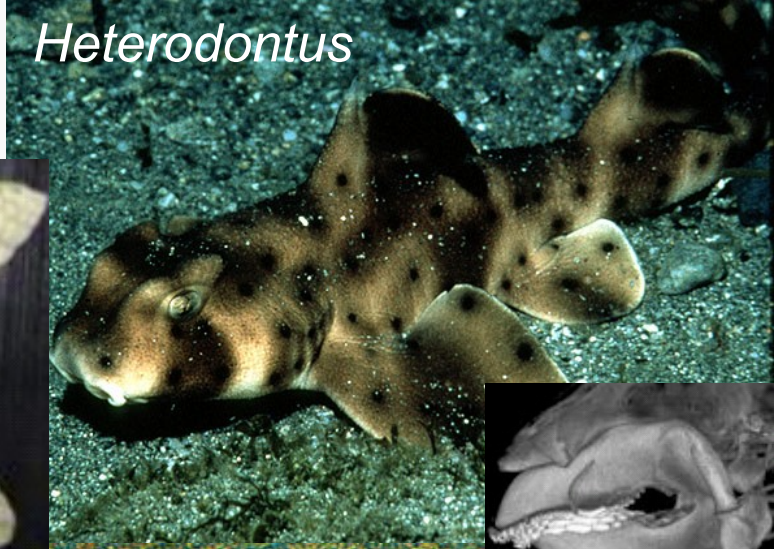


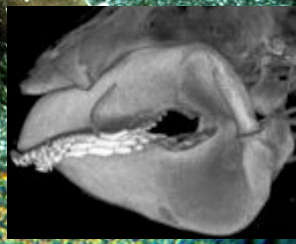


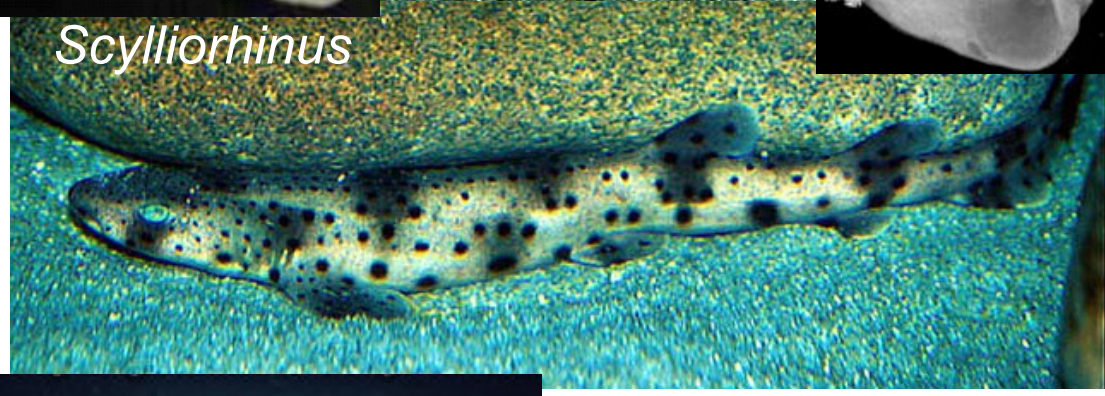
bentofágové:
Heterodontus - různozubec
Scylliorhinus - máčka
Orectolobus – ž. kobercový
Pristiophorus - pilonos







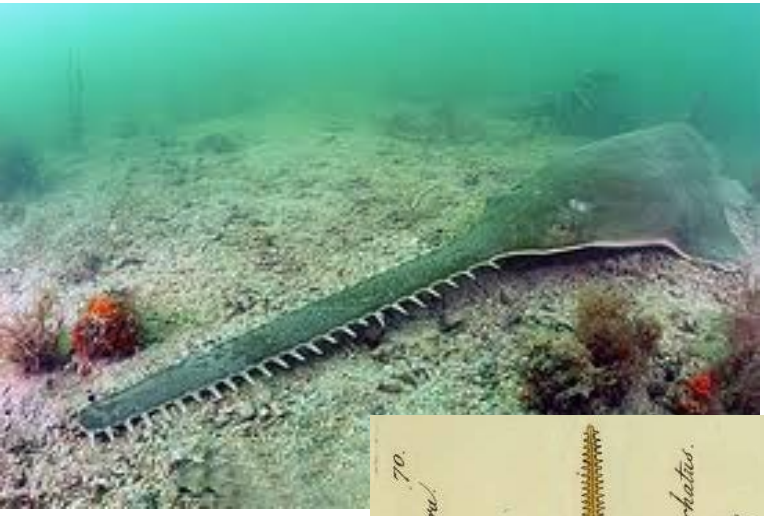


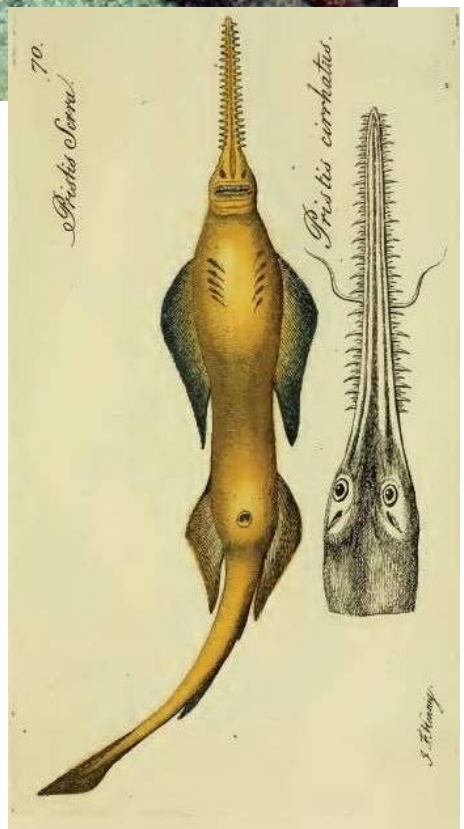


Pristiophorus – pilonos – pilovité rostrum

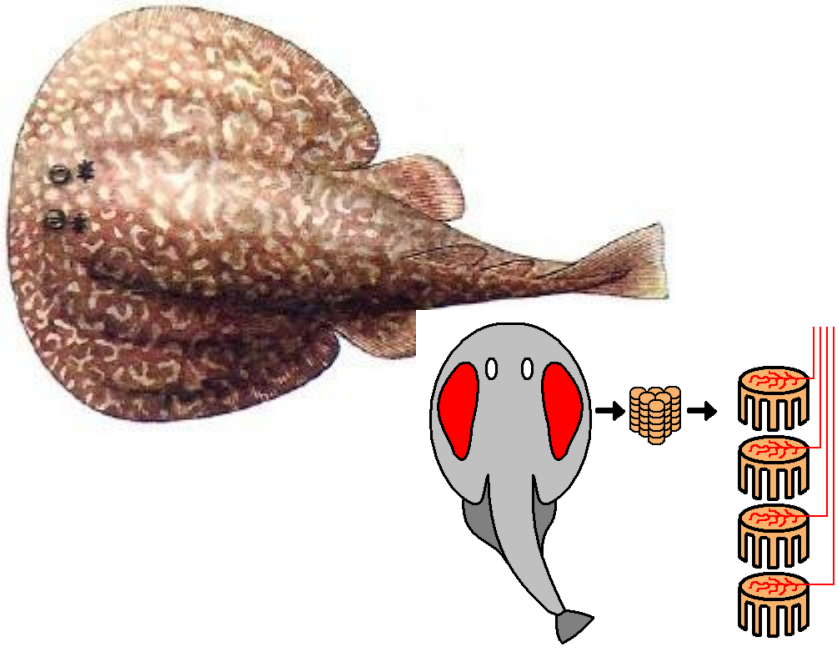
drobné ploché zuby, rostrum k prorývání dna

Batoidei rejnoci
Pristiformes
piloun obecný – *Pristis pectinatus*





Torpediniformes – parejnoci, rejnoci električní
Torpedo marmorata



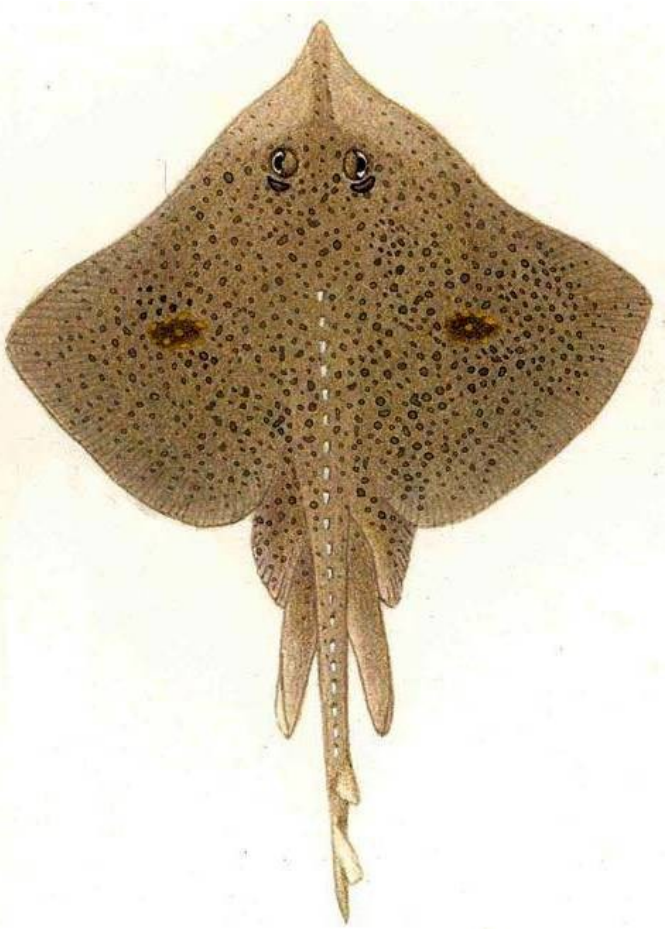
rejnoci neteční – *Narcine brasiliensis*

Batoidei – rejnoci

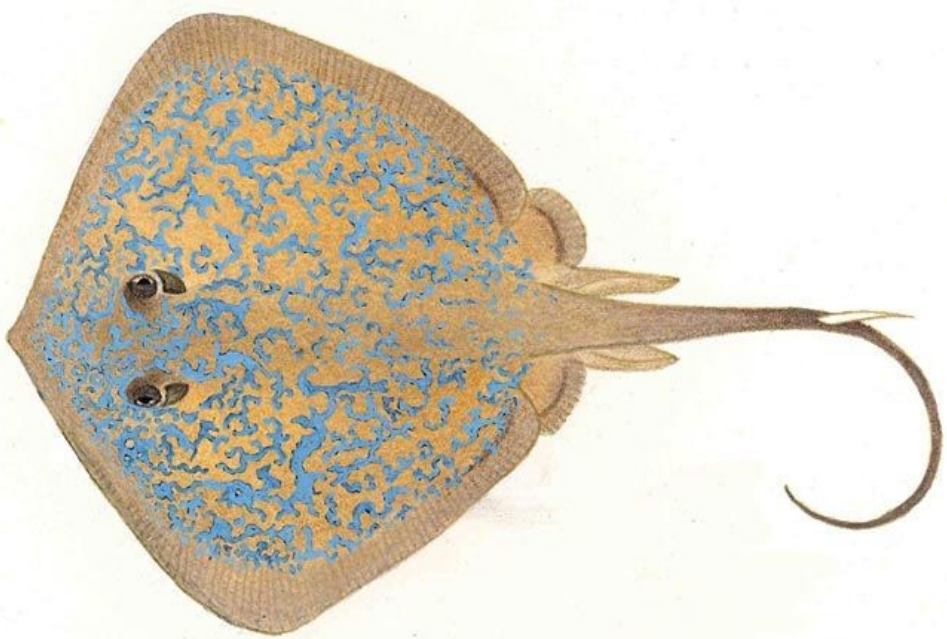
Rajiformes – praví rejnoci

párové ploutve srůstají v lem

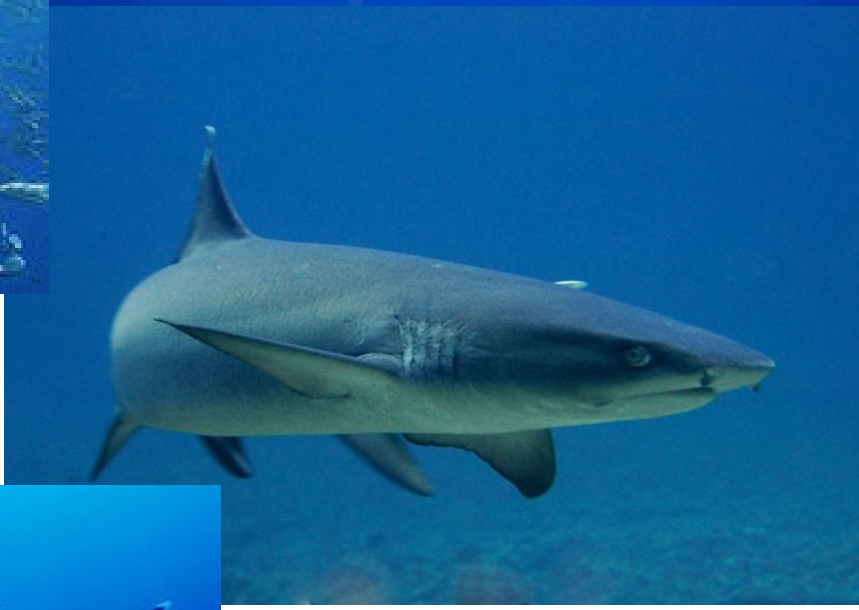
Raja – rejnok



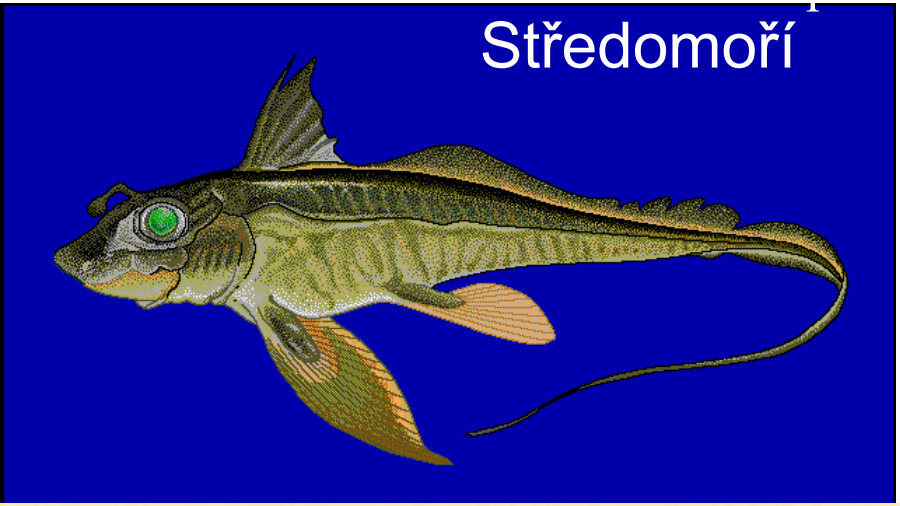
Dasyatis - trnucha



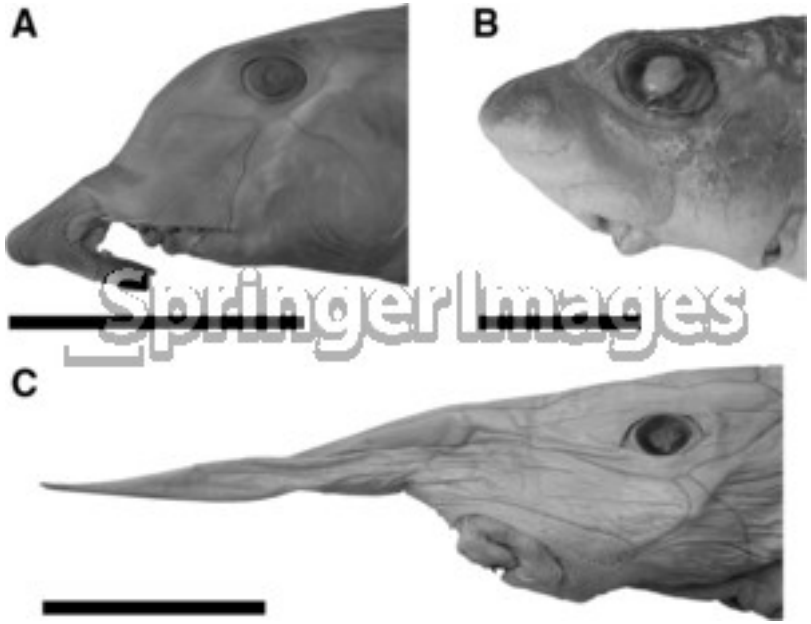
žralok dlouhoploutvý
žralok útesový (šedý)
kladivoun
žralok bělocípý
žralok citrónový



Chimaera monstrosa - chiméra podivná



velké prsní ploutve, bičovitý ocas
•šupiny jen místy (hlava, hřbet, pterygopody)
•velká hlava, krátké rostrum, primární autostylie (**holostylní l.)**
•obratle bez těl, chorda zachována
•chybí žebra
•4 páry žaberních štěrbin krytých kožním žaberním víčkem, podepřeným chrupavkou připojenou k jazylkovému oblouku
•spiraculum uzavřené•deskovité **zuby bez skloviny**, monofiodontní chrup
•**pohlavní dimorfismus** -samice větší(2 m)
•samec má na hlavě výrůstek k přichycení samice při páření (tenaculum), 2 další výrůstky před břišními ploutvemi
•chybí kloaka, oviparní–1-2 vejce až 30 cm
•benticky, 200-2000 m
•hřbetní jedový trn



A - Callorhynchidae

B - Chimaeridae

C - Rhinochimaeridae

http://www.youtube.com/watch?v=LS7GvJ02KKk

Žraloci

Nejprve bychom se měli zorientovat v nomenklatuře. Jak ukazuje vývojový diagram, omezili jsme tento přehled na skupinu paryb, pro níž starší systémy zaváděly samostatný řád žraloci Selachiformes (oproti rejnokům Rajiformes). Dnes bývají této tvorové pojímání do osmi samostatných řádů, kterým chybí společné označení. To je také důvod naší volby – potřebovali jsme pro představovaná zvířata společný název, který by byl jednoduchý a každému srozumitelný.

Podklady pro tabulku připravil Pavol Hošek,
texty revidoval Lubomír Hanel,
kresby žraloků Lubomír Hanel,
layout © Pavol Hošek,
tabulka © VESMÍR

Literatura

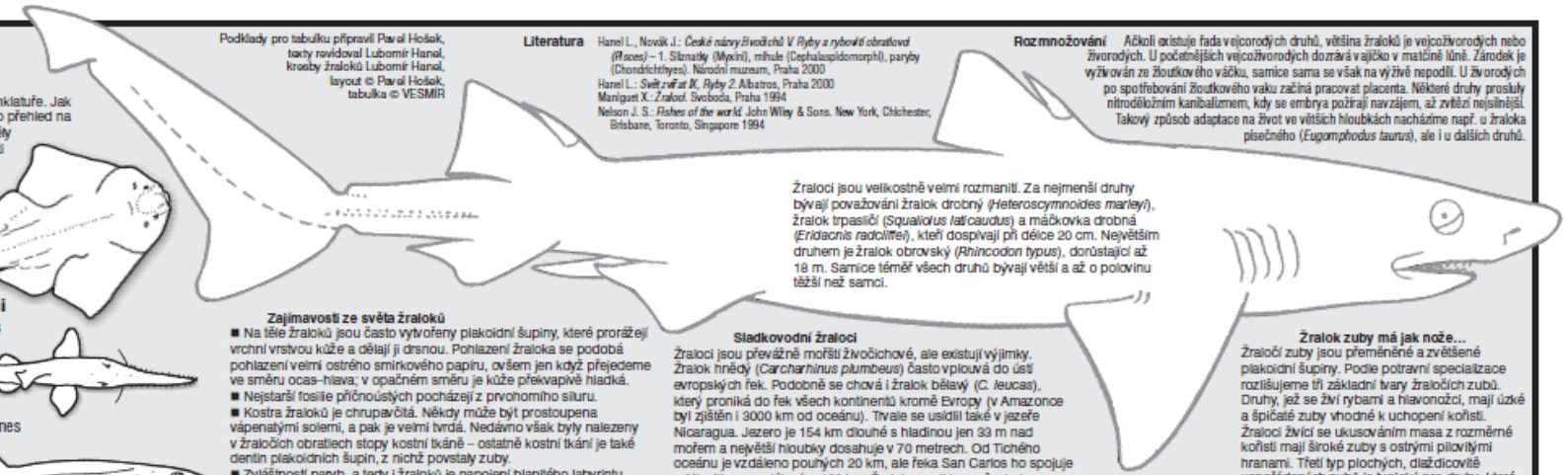
Hanel L., Novák J.: *České názvy živočichů V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces)* – 1. Silnatky (Myxini), mihule (Cephalaspidomorphi), paryby (Chondrichthyes). Národní muzeum, Praha 2000

Hanel L.: *Svět zvířat IX. Ryby 2.* Albatros, Praha 2000

Mariguet X.: *Žralok.* Svoboda, Praha 1994

Nelson J. S.: *Fishes of the world.* John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore 1994

Rozmnožování Ačkoli existuje řada vejcorodých druhů, většina žraloků je vejcoživorodých nebo živorodých. U početnějších vejcoživorodých dozrává v vajíčko v matčině lůně. Zárodek je vyživován ze žloutkového váčku, samice sama se však na výživě nepodílí. U živorodých po spotřebování žloutkového vaku začíná pracovat placenta. Některé druhy prosluly nitroděložním kanibalismem, kdy se embrya požírají navzájem, až zvítězí nejsilnější. Takový způsob adaptace na život ve větších hloubkách nacházíme např. u žraloka písečného (*Eugomphodus taurus*), ale i u dalších druhů.



Žraloci jsou velikostně velmi rozmanití. Za nejmenší druhy bývají považováni žralok drobný (*Heteroscymnoides marleyi*), žralok trpasličí (*Squaliolus laticaudus*) a máčkovka drobná (*Eridacnis radcliffei*), kteří dospívají při délce 20 cm. Největším druhem je žralok obrovský (*Rhincodon typus*), dorůstající až 18 m. Samice téměř všech druhů bývají větší a až o polovinu těžší než samci.

Žraloků známe dnes asi 360 druhů (v 8 řádech), rejnoků asi 455 druhů (v jedinám řádu).

Příčnoústí (Elasmobranchii)

- **polorejnoci** Squatiniformes
- **pilonosi** Pristiophoriformes
- **šedouni** Hexanchiformes
- **ostrouni** Squaliformes
- **žralouni** Carcharhiniformes
- **obrouni** Lamniformes
- **malotlamci** Orectolobiformes
- **různozubci** Heterodontiformes
- (**rejnoci** Rajiformes)

Rejnoci jsou v seznamu řádů uvedeni jen pro úplnost. Celá dvoustrana se týká pouze ostatních osmi řádů paryb.

Zajímavosti ze světa žraloků

■ Na těle žraloků jsou často vytvořeny plakoidní šupiny, které prorážejí vrchní vrstvou kůže a dělají ji drsnou. Pohlazení žraloka se podobá pohlazení velmi ostrého smirkového papíru, ovšem jen když přejedeme ve směru ocas–hlava; v opačném směru je kůže překvapivě hladká.

■ Nejstarší fosilie příčnoústých pocházejí z prvohorního siluru.

■ Kostra žraloků je chrupavčitá. Někdy může být prostoupena vápenatými solemi, a pak je velmi tvrdá. Nedávno však byly nalezeny v žraločích obratlech stopy kostní tkáně – ostatně kostní tkání je také dentin plakoidních šupin, z nichž povstaly zuby.

■ Zvláštností paryb, a tedy i žraloků je napojení blanitého labyrintu vnitřního ucha kanálkem zvaným *ductus endolymphaticus* na povrch hlavy (vzadu nahoře).

■ Žraloci nemají plynový měchýř jako ryby. Vznášivost zvyšují velká játra napěněná olejovitým tukem. Lidé loví některé druhy právě kvůli tuku z jater. Např. velké exemplář žraloka velikého (*Cetorhinus maximus*) poskytují i přes 2000 litrů jaterního tuku, který je bohatý na vitamin A.

■ Populární skutečností je, že se žralok musí nepřetržitě pohybovat, aby nezahynul. Je to dáno nepohyblivými žábrami bez skřelí, jimiž musí neustále proudit voda. To zajišťuje právě plování. Přeruší-li se cirkulace, krev se neokysličuje a žralok se udusí. Překvapením byl proto objev kolonií „spících" žraloků v podmořských jeskyních Yukatánu. Nakonec se ale ukázalo, že zdejší voda je bohatá na kyslík, a navíc se přes žábry žraloků pohybuje jednak díky rytmickým pohybům žraločí tlamy, jednak samovolně (voda v jeskyních často proudí). Další výjimkou je žralok lagunový (*Triaenodon obesus*), který umí aktivně cedit vodu žábrami, a může tedy odpočívat na dně.

■ Za nejrychlejšího je považován žralok mako (*Isurus oxyrinchus*), který dokáže plavat rychlostí 50 km za hodinu, nárazově až 75 km/h.

■ U některých druhů (např. liškounů – Alopiidae) byla objevena částečná teplokrevnost čili schopnost udržet tělesnou teplotu vyšší, než je teplota okolí. Druhy rodu *Carcharodon* jsou vynikající plavci. Neobvyklých výkonů dosahují mimo jiné i tím, že udržují vysokou teplotu svaloviny.

Zvláštnosti některých druhů:

● Světloun drobný (*Squaliolus laticaudatus*)– podobně jako i jiní světlouni – je na břiše a bocích vybaven světelnými orgány (fotofory). Slouží mu pravděpodobně k tomu, že naruší siluetu stínu a světloun se stává hůře objevitelným pro predátory (např. mečouny).

● Wobegong skvrnitý (*Orectolobus maculatus*) má zploštělé tělo s řasnatým lemem a strakatým zbarvením. Tato kombinace znaků jej dokonale maskuje na mořském dně.

● Pilonosi (Pristiophoriformes) mají hlavu protaženou v pilovitý rypec.

● Různozubec Francisův (*Heterodontus francisci*) má svalnaté a ohebné ploutve na spodní straně těla, s jejichž pomocí dokáže „chodit" po dně. Podobně uzpůsobené prsní ploutve mají i některé další bentofágní druhy, např. žralok vouskatý (*Ginglymostoma cirratum*).

● Samice žraloka tygřího (*Galeocerdo cuvier*) vylučuje v děloze tekutinu, jakési „mléko", které vyživuje embrya.

● Liškoun obecný (*Alopias vulpinus*) má štíhlý, velmi dlouhý ocas, který používá při lovu kořistí. Mácháním ocasu přinutí ryby shluknout se do hustého hejna, a pak je údery ocasní ploutve omračuje. Při takovém nahánění ryb často spolupracuje i několik liškounů.

● Existují různé teorie, proč mají kladivouni (rod *Sphyrna*) tak bizarně utvářenou hlavu, ale skutečná příčina zůstává nejasná. Extrémně široké hlavě bývá nejčastěji připisována stabilizační funkce. Uvažovalo se také o tom, že by mohla být sídlem velmi dlouhých, a tudíž i velmi citlivých elektroreceptorů. Nejnovější teorie hovoří o tom, že neobvyklý tvar hlavy umožňuje kladivounům „pročistit" více než dvakrát tak široký pruh dna, čímž se zvyšuje objem získané kořisti. Některá data také ukazují, že kladivouni jsou obratnější než jiní žraloci – dokázou např. při pronásledování kořisti rychleji a ostřeji zabočit. Hlava jim zřejmě slouží i jako manévrovací orgán.

Sladkovodní žraloci

Žraloci jsou převážně mořští živočichové, ale existují výjimky. Žralok hnědý (*Carcharhinus plumbeus*) často vplouvá do ústí evropských řek. Podobně se chová i žralok běloý (*C. leucas*), který proniká do řek všech kontinentů kromě Evropy (v Amazonce byl zjištěn i 3000 km od oceánu). Trvale se usídlil také v jezeře Nicaragua. Jezero je 154 km dlouhé s hladinou jen 33 m nad mořem a největší hloubky dosahuje v 70 metrech. Od Tichého oceánu je vzdáleno pouhých 20 km, ale řeka San Carlos ho spojuje s Atlantikem, vzdáleným 120 km. Žralok proniká z moře do jezera a po přerušení přístupové cesty přívoky odlišným podmínkám. Dorůstá 2,5 m a v jezeře napadá vše živé. Je nebezpečný i lidem, a proto vznikly mezi zdejšími indiány pohřební rituály, které vrcholí tím, že je tělo se šperky a zlatými ozdobami svěřeno jezerním žralokům, aby je usmířilo.

Žraločí smysly

■ Žraloci slyší zvuky v rozmezí 10–1000 Hz (u člověka je dolní hranice 25 Hz), což jim umožňuje slyšet pohyby plovoucích ryb nebo ryb chycených na udicí.

■ Čich žraloků je velmi jemný. Některé druhy registrují i látky zředěné v poměru 1 : 400 000 000.

■ Postranní čára žraloků registruje – podobně jako postranní čára ryb – záchvěvy vodního proudu a vibrace.

■ Na hlavě pod rypcem jsou umístěny tzv. Lorenziniho ampule. Bývá jich okolo tisíce nebo dvou tisíc a slouží k registraci teploty, vibračních změn, změn slanosti, kontaktního tlaku a také změn elektrického pole. To se mění např. při pohybu živočichů v důsledku změn svalových potenciálů. Díky Lorenziniho ampulím najde žralok i kořist zahrabanou v písku. Hladkoun psí (*Mustelus canis*) zaznamenal změny elektrického pole slabší než 0,005 mikrovoltu na centimetr. Žádný jiný živočich nic takového nedokáže.

■ Předpokládá se, že se žraloci při svých migracích orientují i podle magnetického pole Země, ale tato problematika není příliš probádána.

■ Pozoruhodné je rozmístění orgánů reagujících na chemické podněty neboli orgánů chuti. Jsou rozmístěny ve smyslových dutinkách mezi plakoidními šupinami po celém těle, od hlavy až ke kořenu ocasu. Žralok tedy ochutnává celým povrchem těla.

■ Oči žraloků jsou velké a citlivé; ostrost vidění je však, jak se zdá, nízká. V sítnici jsou tyčinky i čípky (žraloci tedy vidí i barevně – reagují zejména na červenou, oranžovou a žlutou) a za sítnicí *tapetum lucidum*, jakési zrcadlo složené z leských destiček na bázi krystalů guaninu. Světlo se po průchodu sítnicí od tapeta odráží a dráždí světločivné buňky ještě jednou. Za dobrých světelných podmínek jsou před tapetem předsunuty melanoblasty (buňky s pigmentem) a vyřazují ho z činnosti. Za šera či tmy se melanoblasty zatahují a tapetum zesiluje světelný signál. Podobné zařízení mají i někteří savci a ptáci, většinou noční šelmy a dravci. Některé druhy mají vyvinutou mžurku, jakési oční víčko, které přetahují přes oko při útoku nebo jsou-li vzrušení. Druhy bez mžurky v takových okamžicích stáčejí oči dozadu.

Žraloci a lidé

O útocích žraloků na člověka se v posledních letech vedou dost pečlivé statistiky (viz např. http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Sharks/ISAF/ISAF.htm). Od roku 1958 bylo zaznamenáno na 1200 útoků téměř 30 druhů žraloků. V průměru je ročně napadeno žraloky 26 lidí. Je třeba ovšem zdůraznit, že jde o útoky podchycené. Často se totiž stává, že žralok zaútočí, oběť zmizí ze světa a nikdo nic neví.

Většina útoků se odehraje ve dne, ale to je dáno spíše tím, že přes den se lidé více koupou. Pozoruhodná a zatím neobjasněná je skutečnost, že žraloci napadají mnohem častěji muže – postihlo je 94 % nevyprovokovaných útoků. Hlavním predátorem ve vztahu lidé versus žraloci je ovšem jednoznačně člověk. Oproti několika desítkám lidí zabitých ročně žraloky stojí číslo 100 000 000 – tolik žraloků zabili lidé jen v roce 2002.

Na mapce jsou černě vyznačeny oblasti, kde žraloci nejčastěji napadají člověka.

Žralok zuby má jak nože...

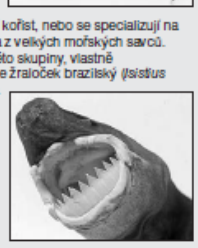
Žraločí zuby jsou přeměněné a zvětšené plakoidní šupiny. Podle potravní specializace rozlišujeme tři základní tvary žraločích zubů. Druhy, jež se živí rybami a hlavonožci, mají úzké a špičaté zuby vhodné k uchopení kořisti. Žraloci živící se ukusováním masa z rozměrné kořisti mají široké zuby s ostrými pilovitými hranami. Třetí typ plochých, dlaždicovitě uspořádaných zubů je typický pro druhy, které ze dna sbírají měkkýše, korýše či ostnokožce. Obecně se zuby různých druhů natolik liší, že i podle jediného zubu lze většinou bezpečně určit druh.

Žraločí zuby se velmi rychle, a hlavně „donekonečna" obnovují. Za první řadou funkčních zubů je k dispozici hned několik řad zubů rezervních. Žralok citronový (*Negaprion brevirostris*) může obnovit zuby během 89 dnů. Podle odhadů jediný žralok během dvaceti let vytvoří a brzy zase ztratí okolo 30 000 zubů. Jakmile žralok zatne zuby do kořisti, začne třepat hlavou do stran a zuby se do masa zařezávají jako pilky. Velký druh tak dokáže na jediné skousnutí vyrvat z těla objemného savce i 20 kg masa.

Potrava

Podle způsobu získávání potravy lze žraloky rozdělit do tří skupin: na lovce, planktonofágy a bentofágy.

Lovci buď chytají menší ryby, hlavonožce a jinou plovoucí kořist, nebo se specializují na ukusování masa z velkých mořských savců. Specialistou z této skupiny, vlastně ektoparazitem, je žraločík brazilský (*Isistius brasiliensis* – na snímcích), který se pomocí přísavných destiček přisává na tuňáky, delfíny i větší žraloky a ostrými zuby spodní čelisti z nich vykrajuje kusy masa.



Planktonofágové filtrují mořskou vodu speciálním zařízením přes žaberní štěrbiny. V zadní části ústní dutiny mají nitkovitě protažené žaberní tyčinky, které zasahují až do hltanu, a obdobné protažené výrůstky mají i na vnitřní straně žaberních oblouků – až 13 000 na jediném oblouku.

Bentofágové se pohybují nad mořským dnem, z něj sbírají míže, píže, korýše a další živočichy, často opatřené schránkami. Proto mívají zploštělé zuby, které pracují jako „louskáček".

Acanthodii - trnoploutví

směs primitivních znaků a znaků jako u ryb
Climatius, Acanthodes
až 2,5 metru, kostěné šupiny na hlavě
chorda zachována, částečně osifikovaná kostra
jediná skřele, tropibazická lebka
mezi P a V větší počet párových ploutviček
postranní čára ale otvory mezi šupinami
sladkovodní i mořští

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

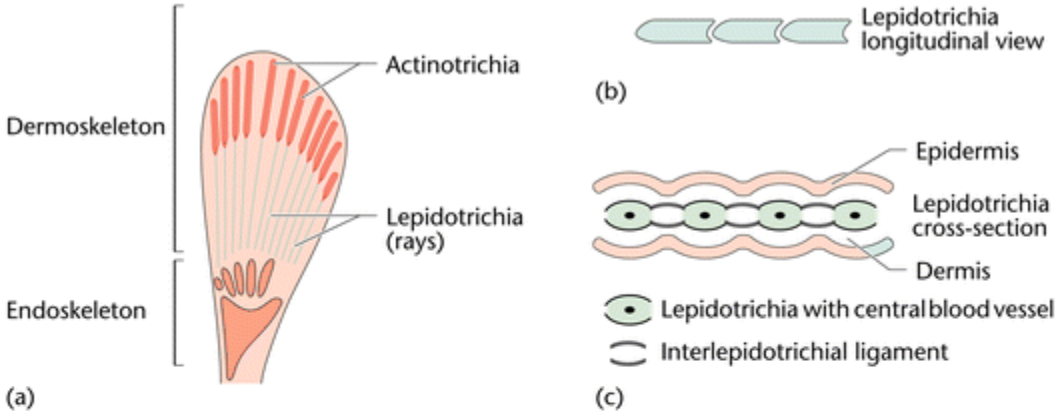
• Lepidotrichia

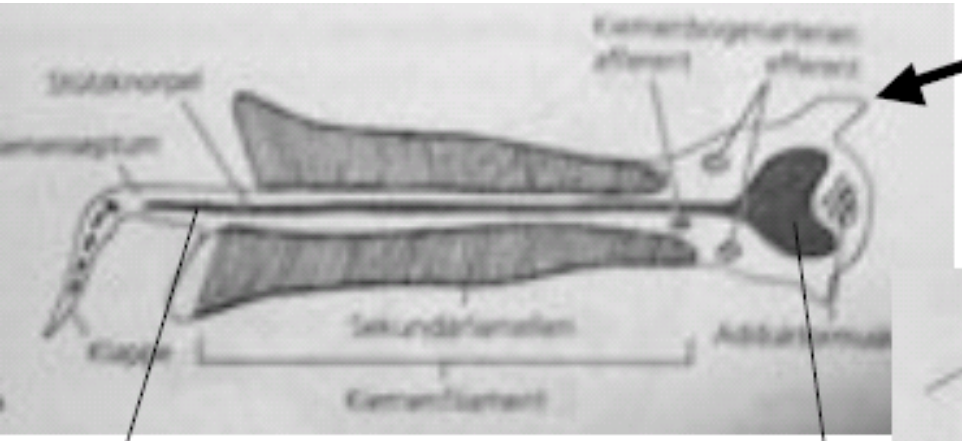
• Endoskelet s peri- a endochondrální osifikací

•Dermální skelet

•V blanitém labyrintu vnitřního ucha bývá malý počet velkých otolitů, nejčastěji tři

•Proudový orgán u primárně vodních forem vytváří postranní čáru, zpravidla zevně patrnou jako řada otvůrků v šupinách.



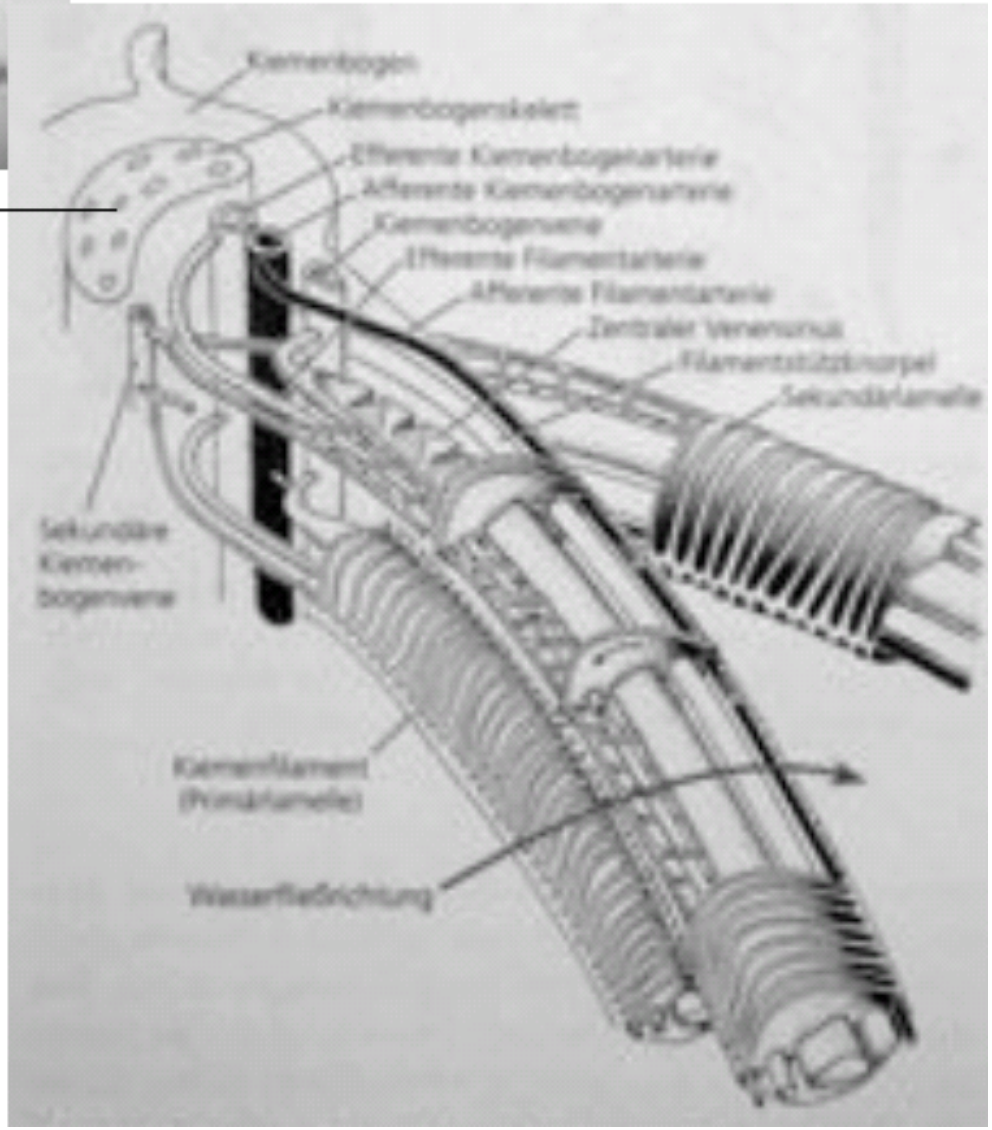


Žábra paryb

Žab. oblouk

Žab. přepážka
(septum)

Žábra ryb →

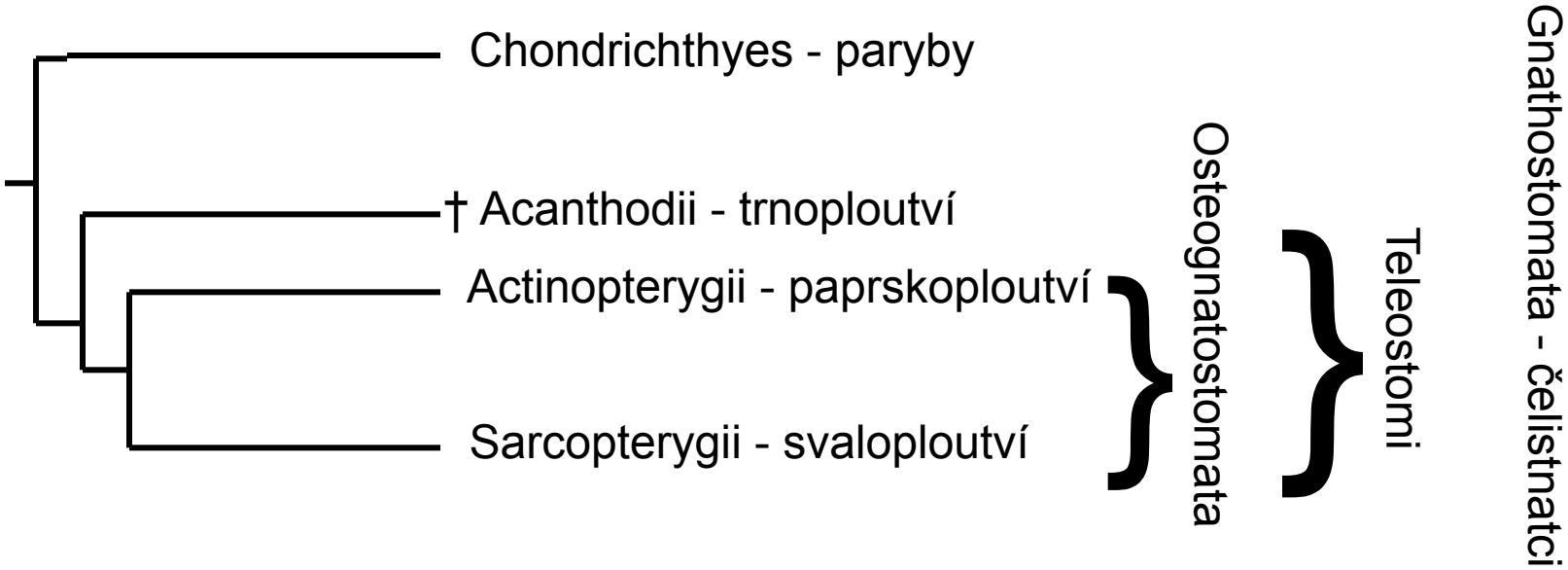


Vymizení přepážek

lupínky přímo k žaberním obloukům

Gnathostomata

!



Osteognatostomata

- **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

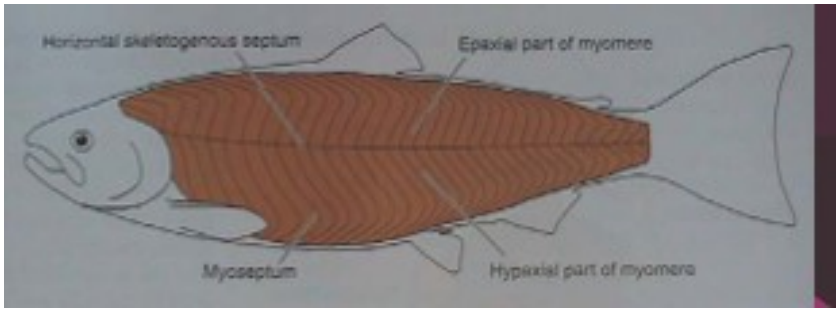
- charakteristika
- systém

Apomorfie paprskoploutvých ryb (Actinopterygii)

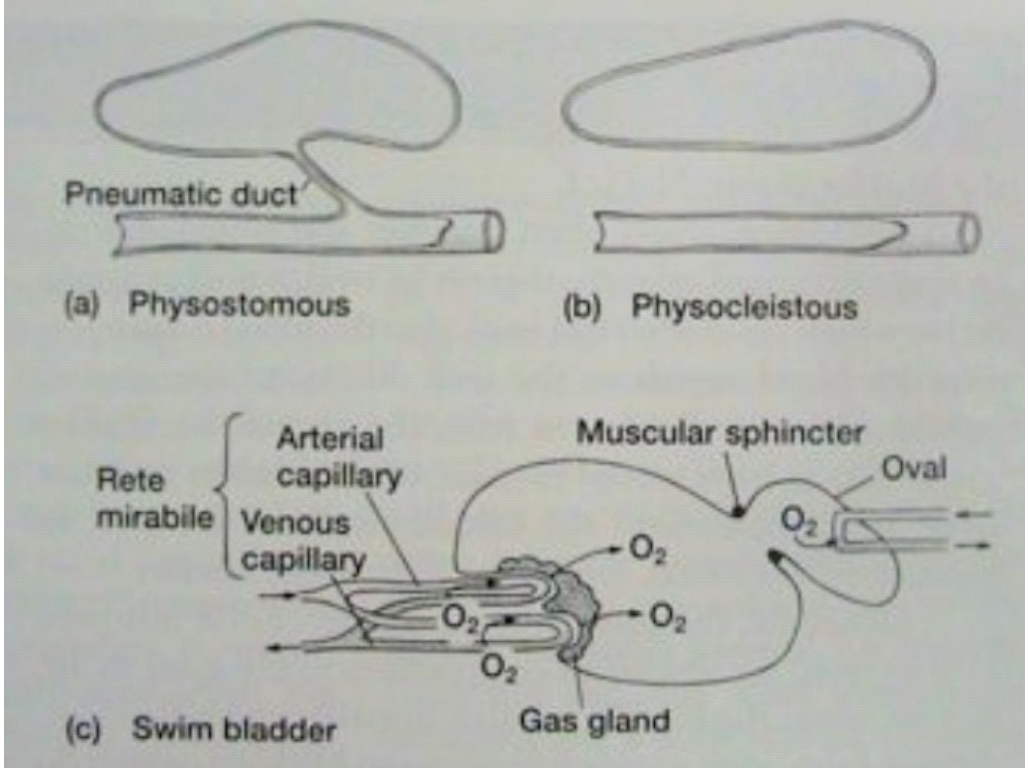
- Párové ploutve jsou vyvinuty zpravidla ve tvaru ichthyopterygia, v kontaktu s pletencem končetiny více než jedno bazalium.
- Původně jedna hřbetní ploutev.
- Šupiny měly původně vytvořenu vnější sklovinovou vrstvu ganoinu, která se však zachovala jen u starobylých skupin.
- Žaberní otvory jsou kryty soustavou skřelových kostí s typickou stavbou a přítomností *praeoperculare*.
- Zvláštní vývoj a stavba everzního koncového mozku. Nepárová komora překryta tenkou střechou
- Je vytvořen sekundární cévní systém.
- Mají vytvořen zvláštní urogenitální otvor, kloaka chybí.
- Původním znakem jsou přichycovací žlázky, které jsou přítomny v rané fázi vývoje embrya a vyskytují se pouze u starobylých skupin.
- Nepárový plynový měchýř s hydrostatickou fcí

Nejpočetnější skupina obratlovců, 43 řádů, cca 430 čeledí, 30 000 druhů
5 žaberních oblouků s tyčinkami na vnitřní straně,
svrchu skřele, zespodu 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, pronefros (u Teleostei jako hlavová lednina),
prim. močovody (Wolffovy chodby), **sekundární pohl. cesty** (mimo bichirů),
oddělení od cest močových
vnější oplození, vzácně vnitřní-gonopodium-kopulační orgán
zvrat pohlaví - fenotypová plasticita (teplota, chemismus vody), nebo hormonálně
epidermis až 30 vrstev, nerohovatí, slizotvorné buňky
homospondylní amficoelní obratle, aspondylní u jeseterů
rozvoj dermatoskeletu - lopatkový pletenec - cleithrum připojení k lebce
boční sval- myosepta tvaru W
NS- rozvoj středního mozku a mozečku, malé čichové laloky
párové smyslové receptory



Plynový měchýř



Rete mirabile
=portální systém
věnčité cévy

Teleostei: svalnatý bulbus arteriosus (místo conus atreriosus)

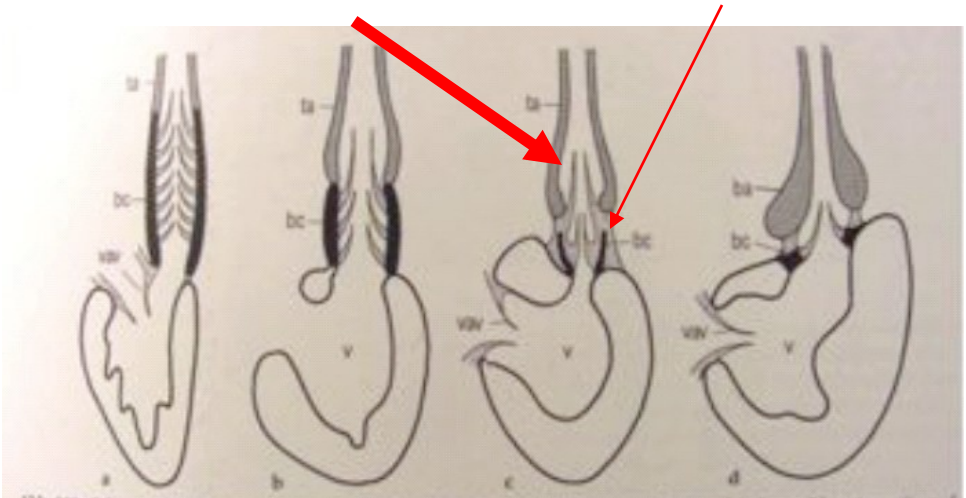
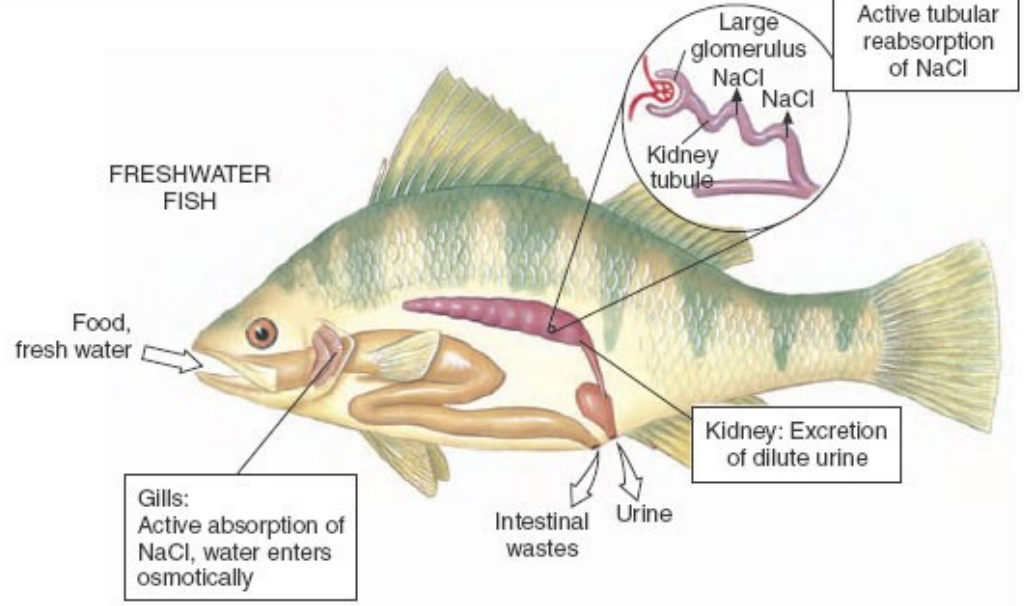
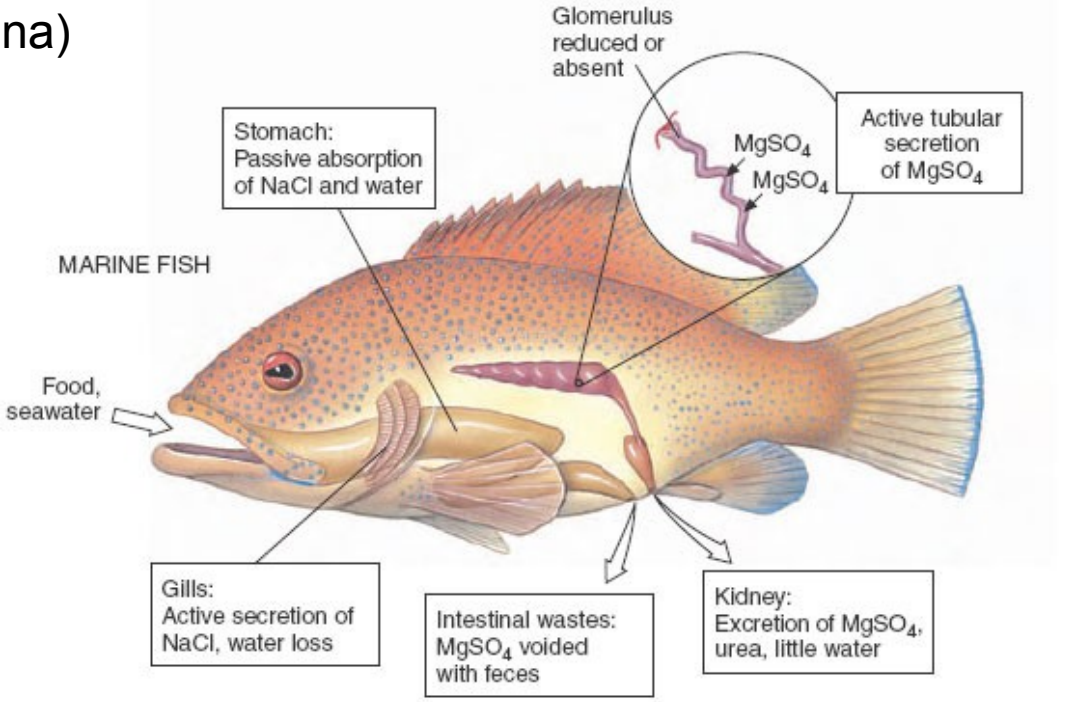


Abb. 108. Schematische Längsschnitte durch den Ventrikel und Bulbus cordis verschiedener Neopterygii. a. L... ...ntus, b. Amia, c. Pterothrissus, d. Leuciscus. ba Bulbus arteriosus, bc Bulbus cordis (conus arteriosus), ta Tru... arteriosus, v Ventrikel, vav Valvula atrioventricularis. (Nach Giersberg & Rietschel 1968).

sladkovodní ryby
vylučování vody ledvinami
absorbce solí žábrami



mořské ryby
vylučování solí ledvinami (malá ledvina)
aktivní sekrece NaCl žábrami



marinní - nejodvozenější archaické - ve sladkých vodách

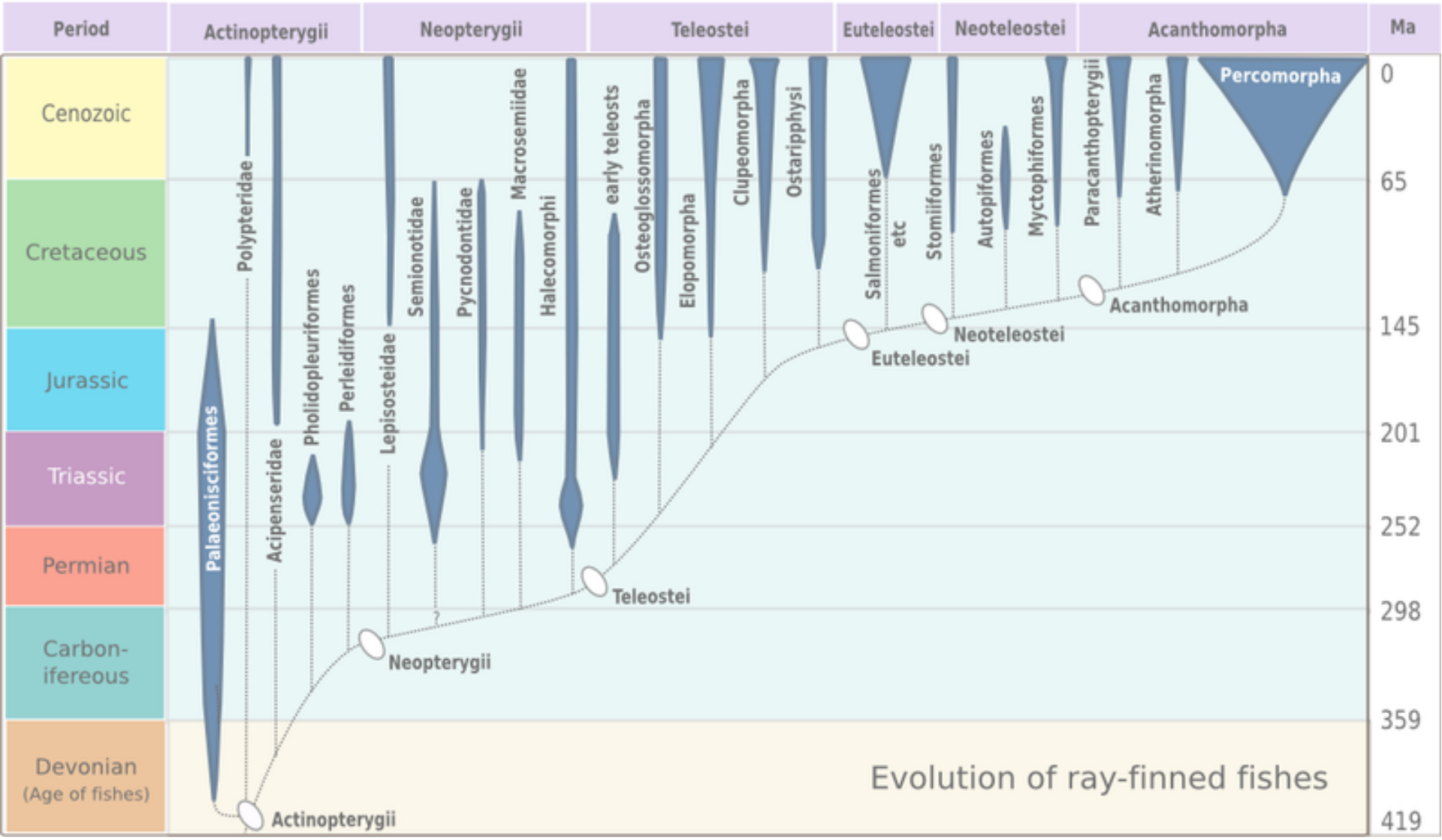
Actinopterygii

od svrchního siluru, ale radiace v devonu

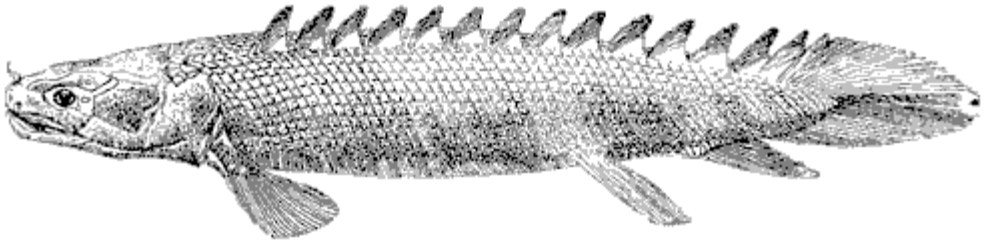
diverzita je vyšší u recentních než u vymřelých

původně mořští

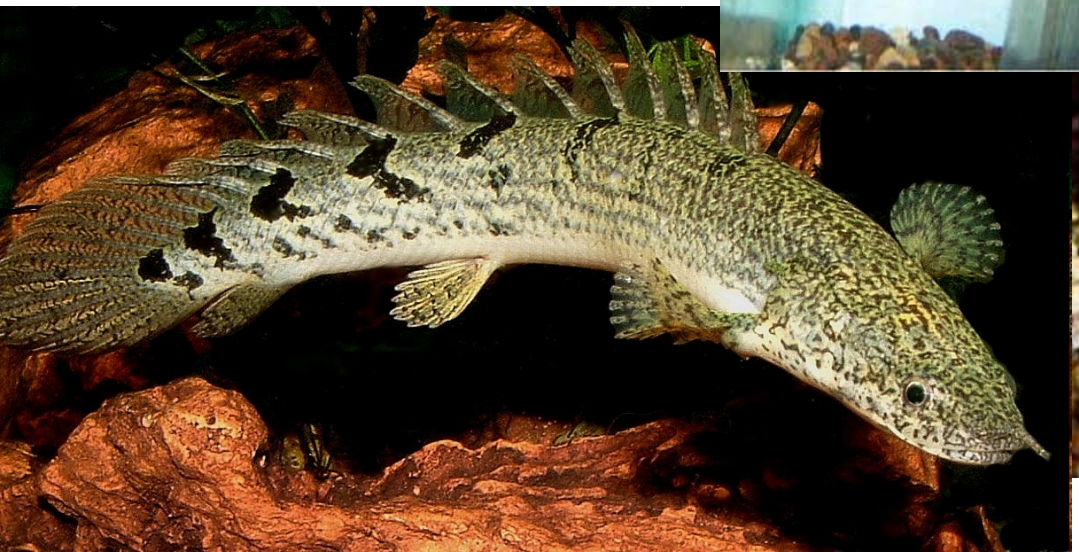
!


Period
Actinopterygii
Neopterygii
Teleostei
Euteleostei
Neoteleostei
Acanthomorpha
Ma
Cenozoic
Cretaceous
Jurassic
Triassic
Permian
Carbon-
ifereous
Devonian
(Age of fishes)
0
65
145
201
252
298
359
419
Polypteridae
Acipenseridae
Palaeonisciformes
Pholidopleuriformes
Perleidiformes
Lepisosteidae
Semionotidae
Pycnodontidae
Macrosemiidae
Halecomorphi
early teleosts
Osteoglossomorpha
Elopomorpha
Clupeomorpha
Ostaripphysi
Salmoniformes
etc
Stomiiformes
Autopiformes
Myctophiformes
Paracanthopterygii
Atherinomorpha
Percomorpha
Actinopterygii
Neopterygii
Teleostei
Euteleostei
Neoteleostei
Acanthomorpha
Evolution of ray-finned fishes

Cladista - bichiři



(syn. Polypteriformes, Brachiopterygii)
starobylá skupina - řada plesiomorfií
nejasné postavení, fosilie ze stř. Jury
brachiopterygia - svalnatý násadec
velký počet hřbetních ploutví
difycerkní 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

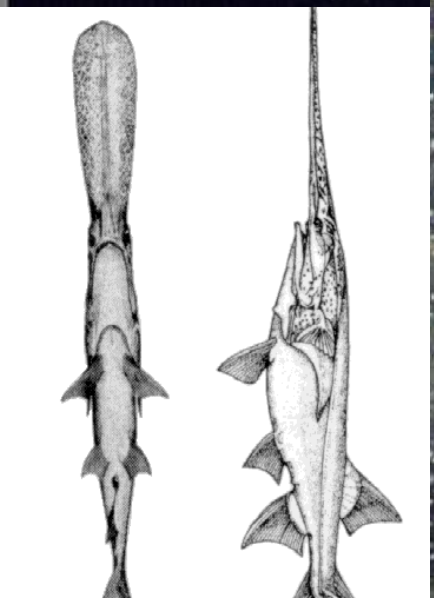
recentní s chrupavčitou kostrou, vymřelí osifikace
ganoidní šupiny, redukce v kostěné štíty
heterocerkní ocasní ploutev
jeseteři-spodní bezzubá ústa, redukované skřele, spirakulum, nepárový plyn.měchýř
sladkovodní, mořští, anadromní migrace, jen na S polokouli
potravou bentičtí měkkýši, filtrace planktonu (veslonos)
Acipenseriformes
Polyodontidae
Polyodon spatula - veslonos americký
P. gladius - v. čínský
Acipenseridae
Scaphirhynchus sp. - lopatonos americký
Pseudoscaphirhynchus sp. - lopatonos asijský
Huso - vyza, *Acipenser* - jeseter

Polyodontidae

Polyodon spathula - veslonos americký

Filtrují přes trnové výrůstky žaberních oblouků

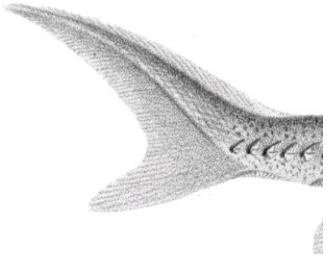
Scaphirhynchus sp. - lopatonos americký



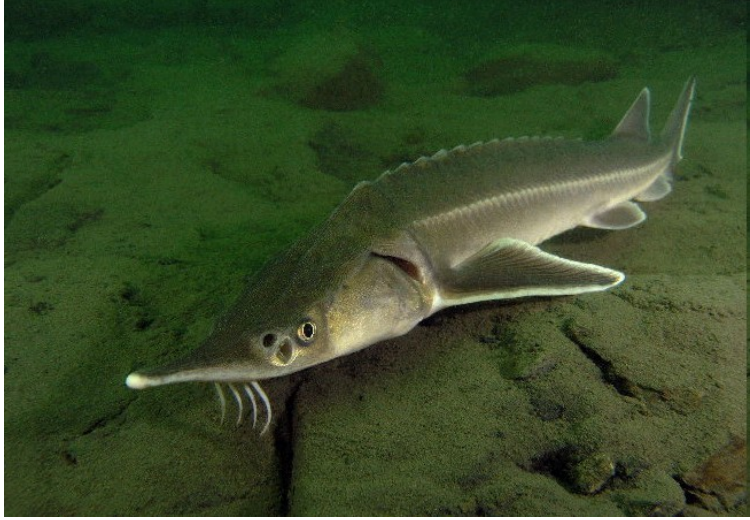
Huso huso – vyza velká

Acipenseridae -jeseterovití

Acipenser - jeseter



A. stellatus - j. hvězdnatý



A. ruthenus - j. malý

A. sturio - j. velký

A. nudiventris - j. hladký

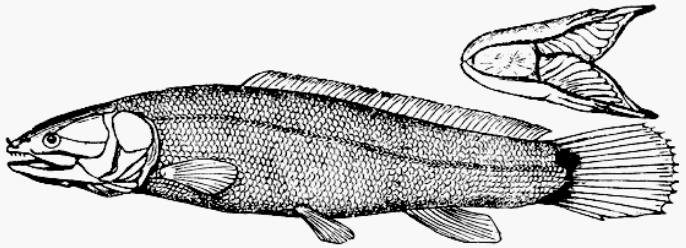
Ginglymodi, syn. Lepisosteiformes - kostlíni

Lepisosteus osseus - kostlín americký

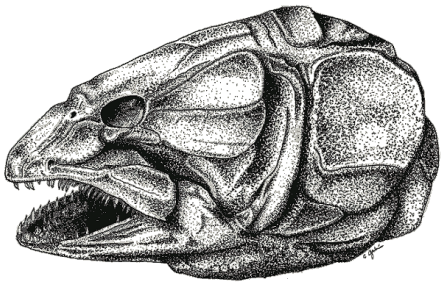
Lebka - amfistylní
ganoidní šupiny
opistocoelní obratle

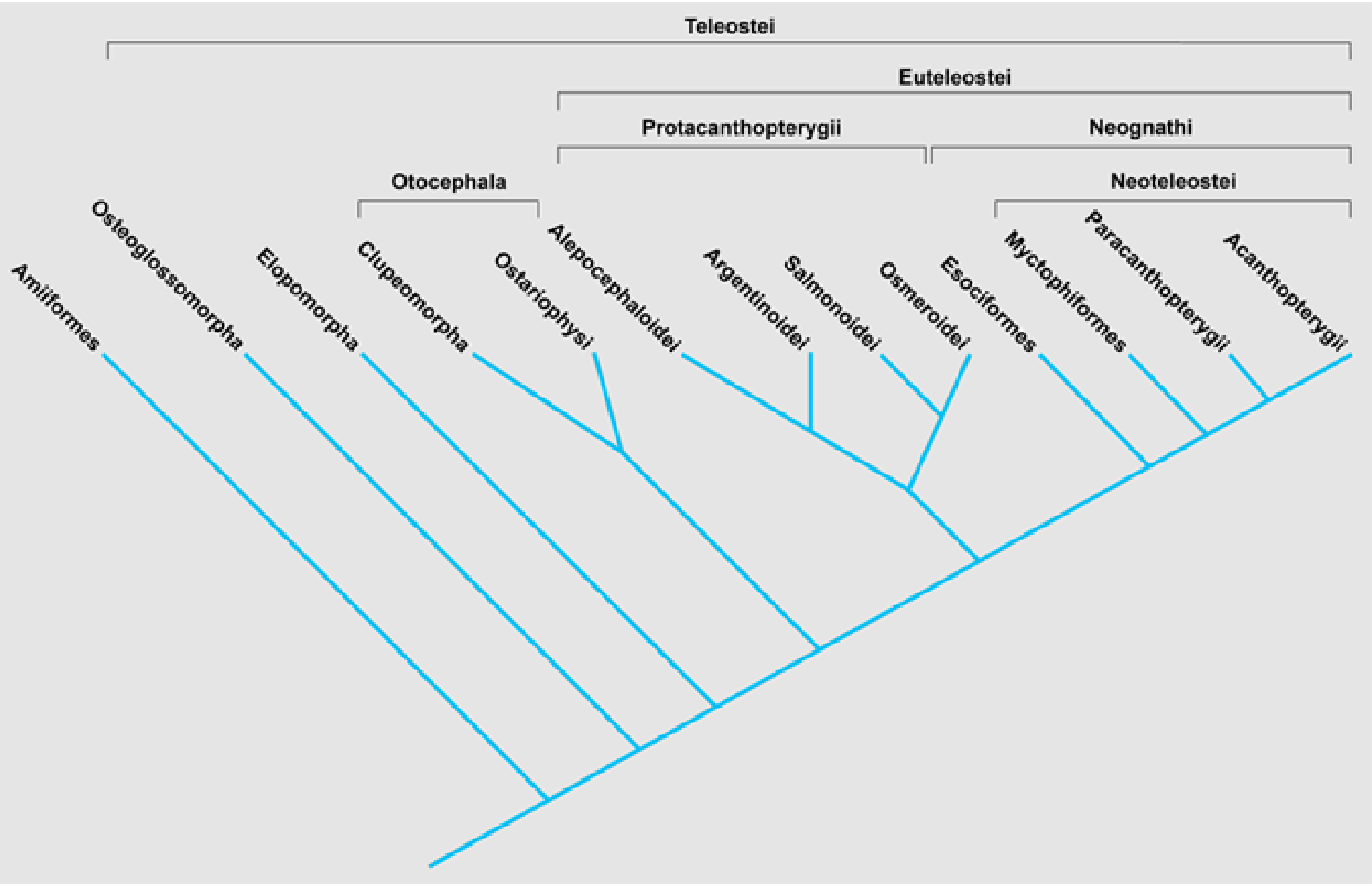
Halecomorphi, Amiiformes - kaprouni

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 bř. pl.
mohutné silné skřele
s velmi velkou tlamou
drobné špičaté zoubky
sladkovodní, SA
málo okysličené vody,
dýchají plynovým měchýřem

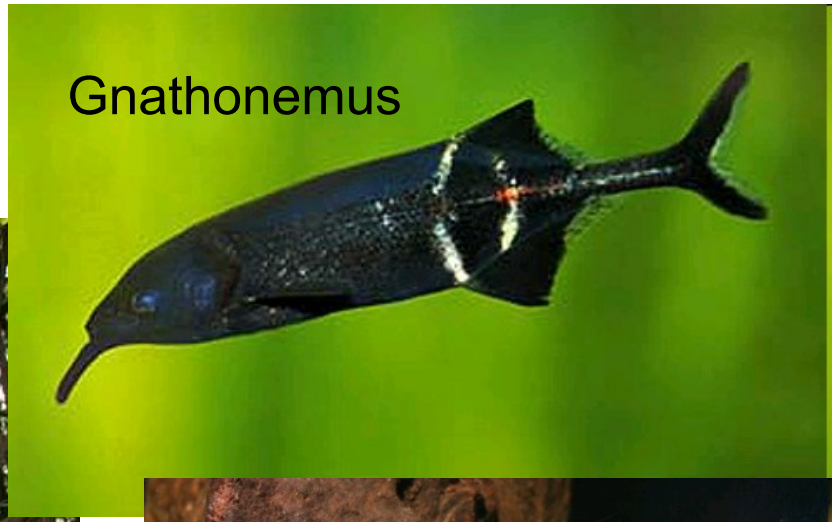



Teleostei
Euteleostei
Protacanthopterygii
Neognathi
Otocephala
Neoteleostei
Amiiformes
Osteoglossomorpha
Elopomorpha
Clupeomorpha
Ostariophysi
Alepocephaloidei
Argentinoidei
Salmonoidei
Osmeroidei
Esociformes
Myctophiformes
Paracanthopterygii
Acanthopterygii

Osteoglossomorpha

2127 sladkovodních druhů
jazyk podpírán kostním elementem
Osteoglossiformes - ostnojazyční, tropy
Mormyridae - rypounovití, 178 druhů, Afrika, chobotovité rostrum
eletroreceptory
rypoun - *Gnathonemus*, *Mormyrus*, malby starých Egypťanů
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

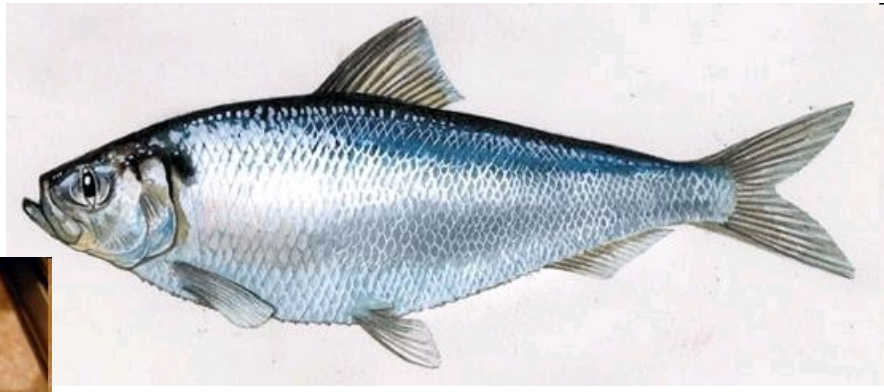
Zachované spojení plyn. měchýře
s dutinou jícnu přestože je redukován

Clupeomorpha

(360 druhů, bezostní Clupeiformes, č. sleďovití a sardelovití)

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

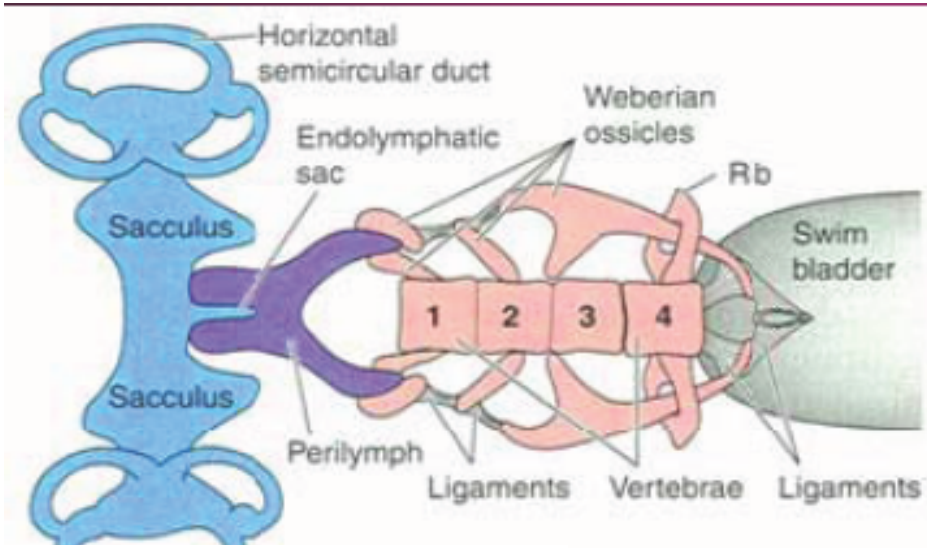
Clupeidae - sleďovití, 208 druhů z toho 50 sladkovodních, u hladiny
Clupea harengus - sleď obecný, herink, S polokoule
Sardina-sardinka, *Sprattus* - šprot, *Alosa* - placka, kdysi v Labi



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

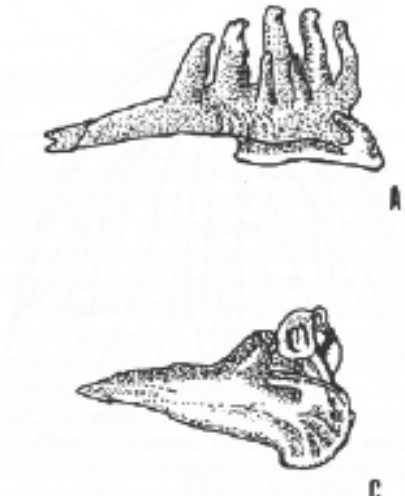
Ostariophysi - 6500 druhů, máloostní Cipriniformes, sumci – Siluriformes

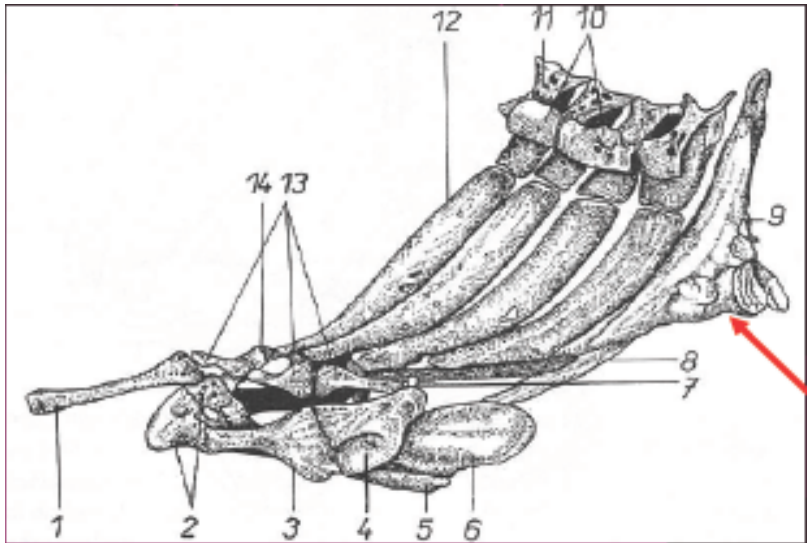
cykloidni šupiny
požerákové zuby, přeměnou 5. žaberního oblouku
Weberovo ústrojí, sluchový orgán



Ostariophysi: Weberův aparát

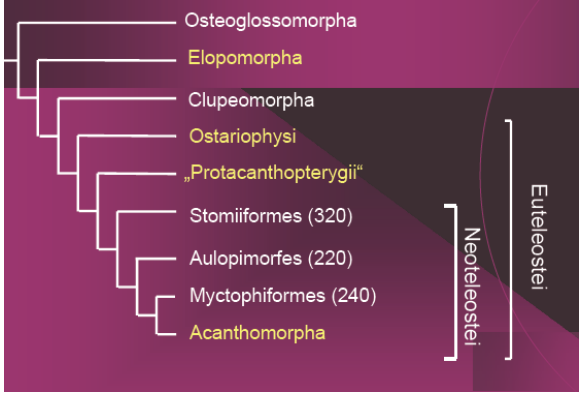
Cobitidae – redukce plynového měchýře, zvětšení a specialisace přední komory měchýře – diventriculum a chrupavčitou schránkou





Přeměnou předních obratlů
- spoj plyn. měchýře a vnitřního ucha

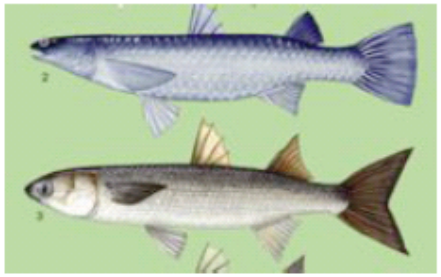
Acanthomorpha

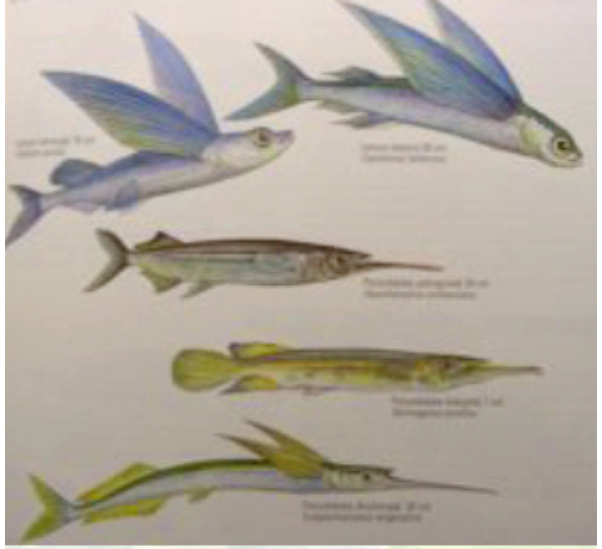


- Mugiliformes (cípalové, f. cípalovití)
- Atheriniformes (gavúni, f. gavúnovití)
- Beloniformes (jehlotvární, f. jehlicovití, letounovití)
- Cyprinodontiformes (halančíkovci, f. halančíkovití, živorodkovití)
- Gasterosteiformes (volnoostní, f. koljuškovití, jehlovití)
- Scorpaeniformes (ropušnicotvární, f. ropušnicovití, vrankovití)
- Tetraodontiformes (čtverzubci, f. čtverzubcovití, havýšovití, ježíkovití)
- Pleuronectiformes (platýsi, f. kambalovití, platýsovití, jazykovití)
- Perciformes (ostnoploutví)

Dvoudílná hřbetní ploutev (přední část - trny), druhá část symetrická s řitní + symetrická ocasní ploutev, břišní ploutve posunuty pod hrudní, první paprsek břišní - trn , šupiny většinou ktenoidní, physoclisti

Mugiliformes-cípalové
hejnové pobřežní, 2 hřbetní ploutve, trny
ktenoidní š., 80 druhů
cípal hlavatý *Mugil cephalus* - kosmopolitní





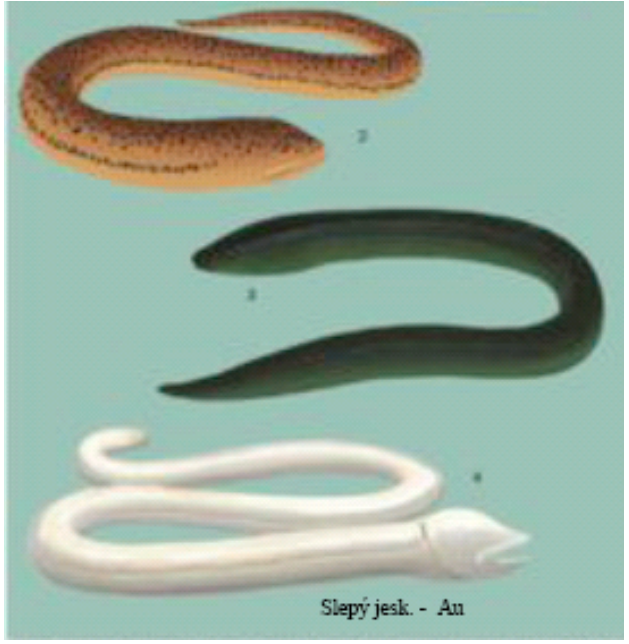
Beloniformes
jehlotvární
mořští i
sladkovodní
Belone belone
jehlice rohozobá

Exocoetidae
-letoun

Atheriniformes-gavúni
hejnové pobřežní, i sladkovodní
velké jikry, 300 druhů

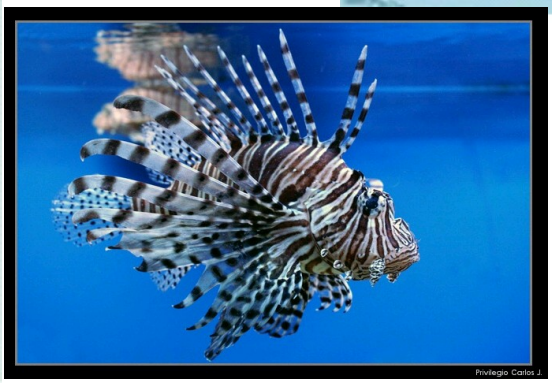
Acanthopterygii
halančíkovci
drobné akvarijní rybky
Poecilidae
živorodka komáří
mečovka
halančík čtyřoký

Synbranchiformes
-hrdložábří
úhořovité tělo, nemají břišní ploutve,
na hrdle 1 žaberní příčný otvor
přežívají sucho, 90 druhů
hrdložábřík - *Monopterus alba* JAs



Scorpaeniformes
-ropušnicotvární
trnité jedové výběžky, ploutve zaoblené
kůže holá nebo destičky, mořští, kosmopolitní, 1300 druhů
Scorpaena scrofa - ropušnice
perutýn *Pterois* spp.
Cottidae - vrankovití
Cottus gobio - v. obecná

Gasterosteiformes
-volnoostní
malí, mořské, pár sladk.
kostěné štítky na bocích
péče o potomstvo
Gasterosteidae-koljuškovití
Sygnathidae-jehlovití
Sygnathus jehla
Hippocampus koníček
Phyllopterix řasovník



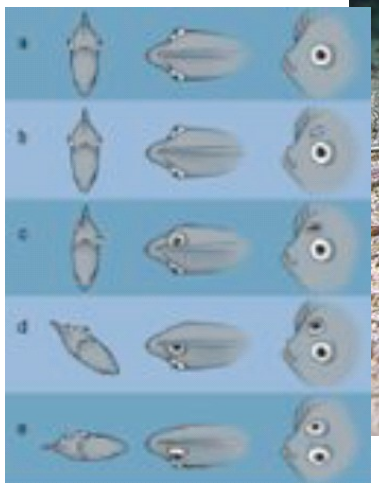
Perciformes – ostnoploutví –

ktenoidní šupiny, tvrdé paprsky v ploutvích, cca 9500 druhů

kanicovití
okounkovití
okounovití
stříkounovití
klipkovití
slizounovití
hlaváčovití – hlaváči, lezci
makrelovití
mečounovití
lezounovití
čichavcovití
labyrintkovití

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

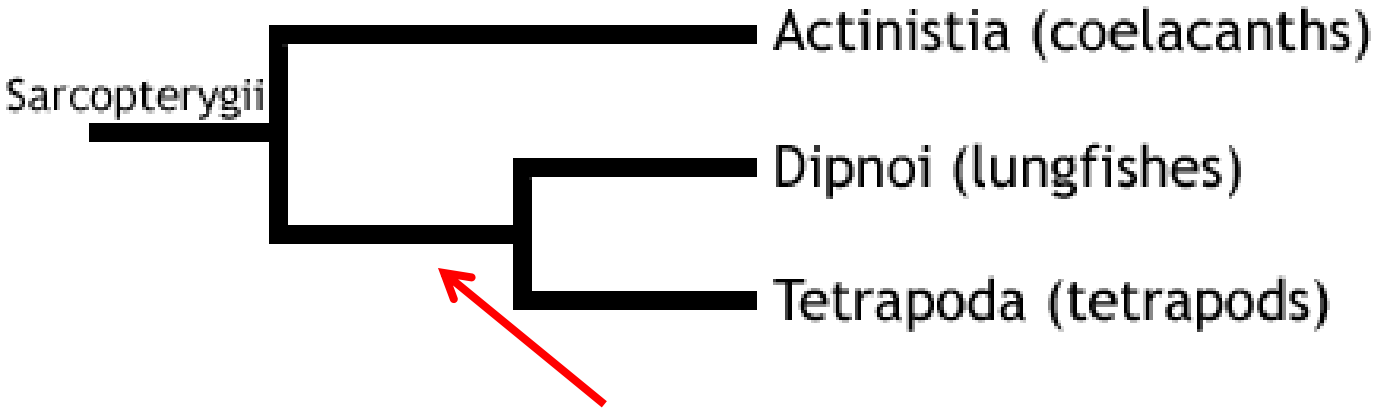
havýši
trojzubci
čtverozubci
ježíci
měsíčníci

Sarcopterygii

Uniseriální archipterygium, autonomní svalovina

Choany, vnitřní nozdry, druhotné patro=předpoklad plicního dýchání,
Funkční specializace žaberních tepen – plicní krevní oběh

Masivní dermatokranium, málo specializované



!

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

svalnaté archipterygium

Actinistia = Coelacanthimorpha

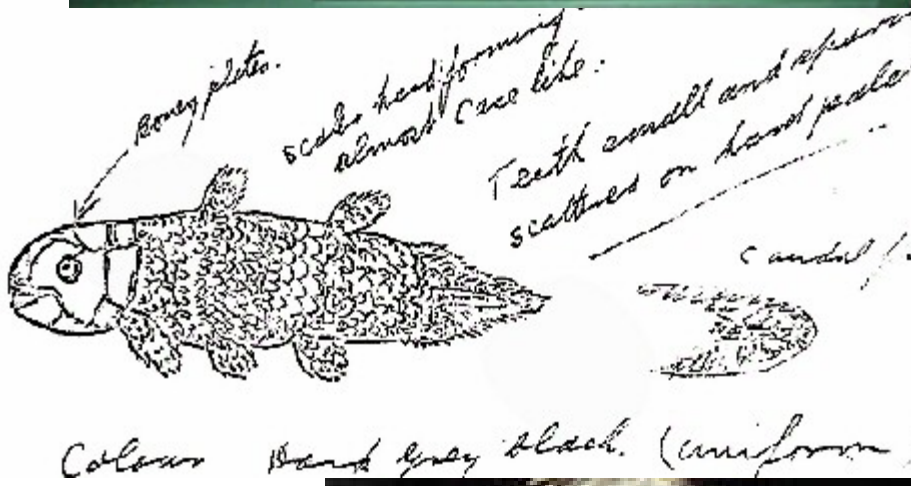
360-66 mil.let, 120 vymřelých druhů

Objevena 1938 na trhu v J.Africe (srv. nákres M. Latimerové)

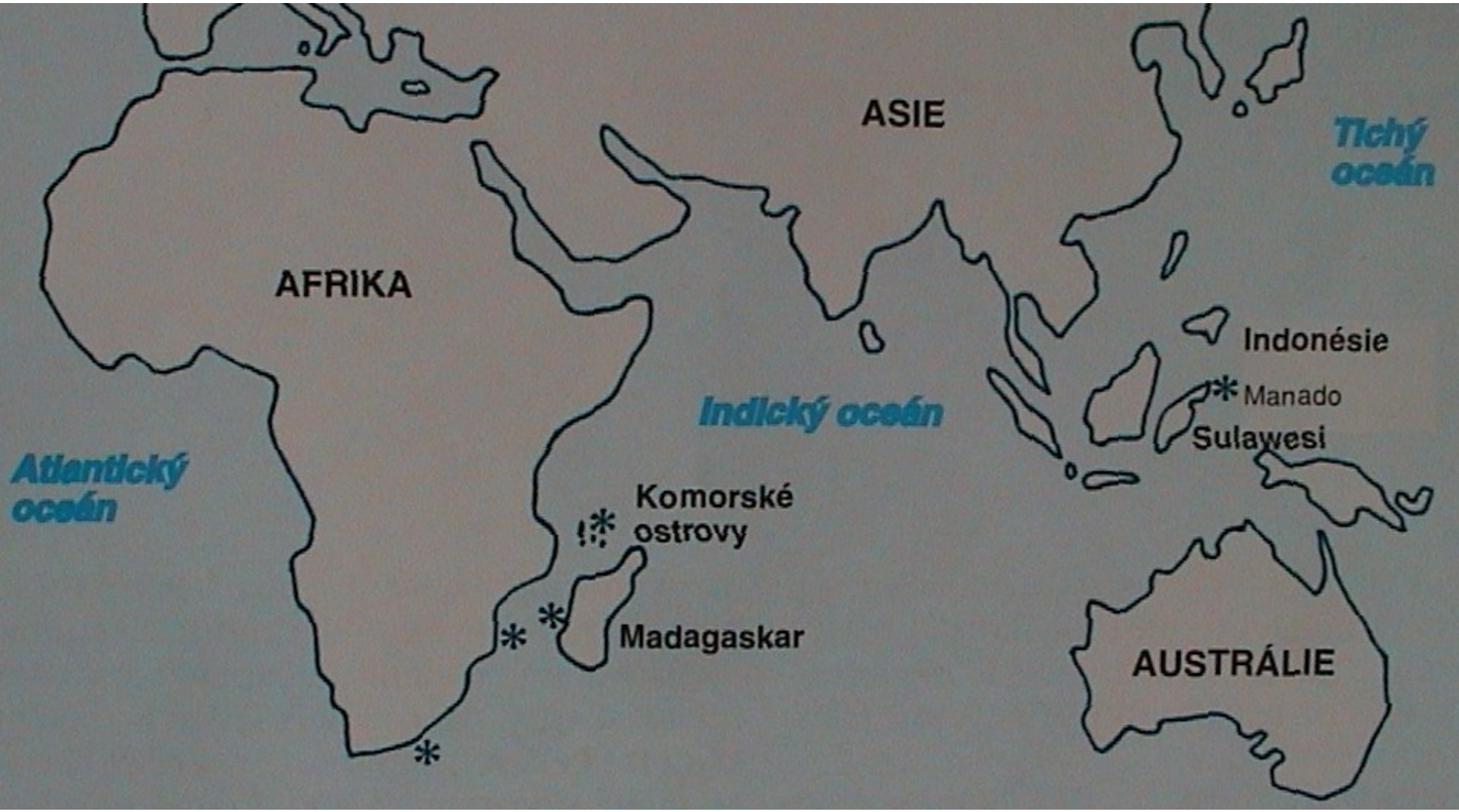
1939 JLB Smith: popis a identifikace - Coelacantha Aggasiz 1839 (devonská fosilní skupina s vice než 120 spp.)

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

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

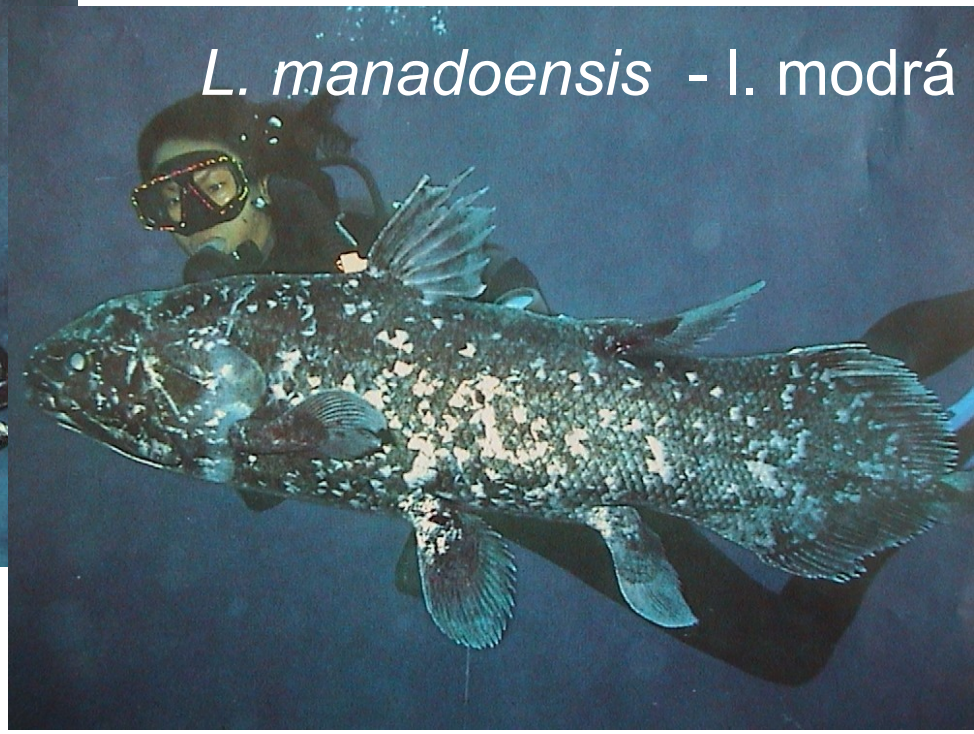


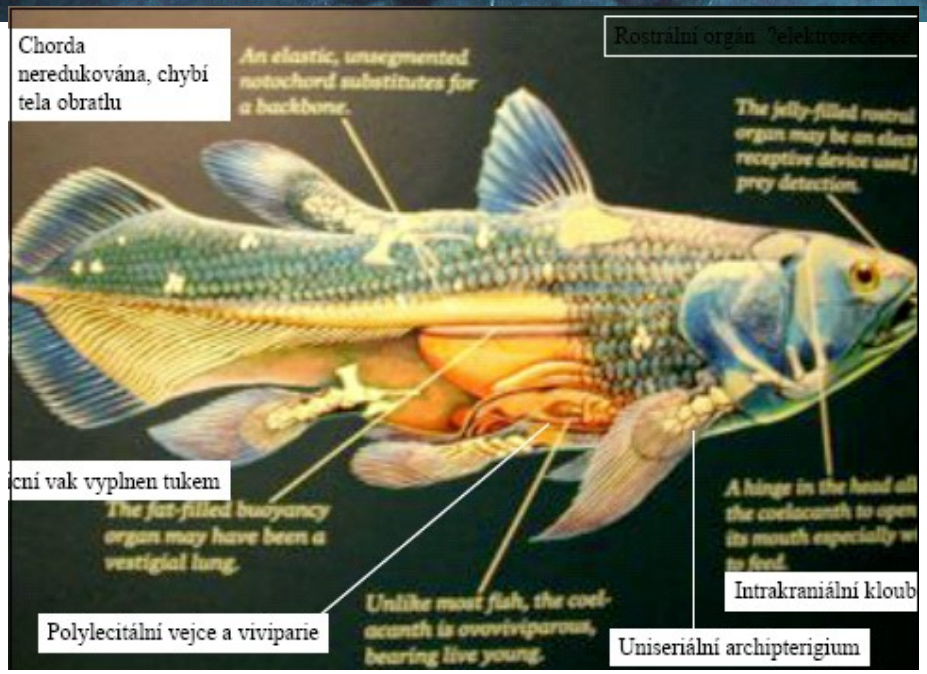
Latimeria


ASIE
Tichý oceán
AFRIKA
Indonésie
Manado
Sulawesi
Indický oceán
Atlantický oceán
Komorské ostrovy
Madagaskar
AUSTRÁLIE

Latimeria chalumnae - l. hnědá

L. manadoensis - l. modrá





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,
chorda-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

Dipnoi – dvojdyšní, bahníci

Velké kosmoidní šupiny

chorda zachována, obratle bez těl, oblouky osif.

fos. heterocerkní ocas, recentní difycerkní

bi-nebo uniseriální archipterygium

prsní ploutve spojeny s bazí lebky

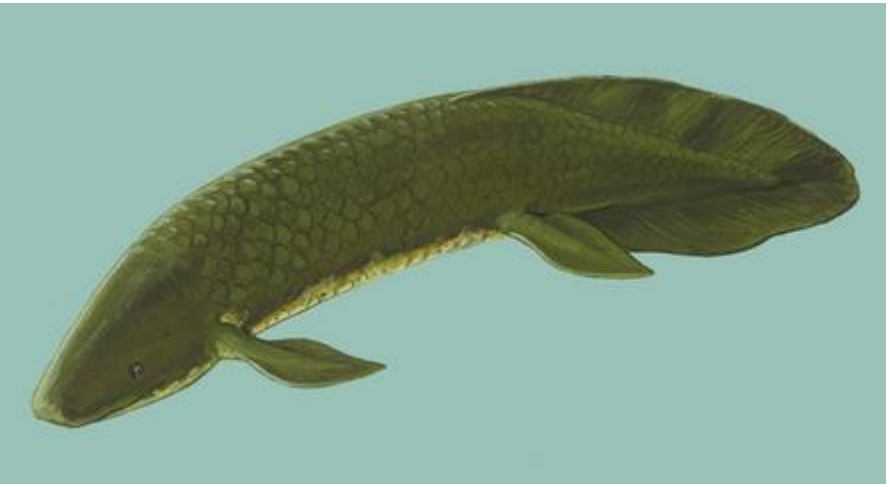
srdce s conus arteriosus, plicní oběh

vnitřní oplození, larva s vnejšími žábrami
fosilní v mořském litorálu, recentní jen sladkovodní
v suchých tropech

Dipnoi

Ceratopodiformes – jednoplicní (pravý plicní vak), biseriální ploutve, bez letní letargie
Neoceratodus forsteri – bahník australský

Lepidosireniformes – dvouplicní, redukce šupin, uniseriální úzké ploutve, letargie v létě,
Lepidosiren paradoxa – bahník americký, *Protopterus aethiopicus* (až 2m), další 3 afr. druhy



Neoceratodus forsteri – b. australský

Protopterus aethiopicus – b. východoafrický

„Rhipidistia“

60 rodů, nejednotná skupina – polyfylie, jen fosilní, až 4 m

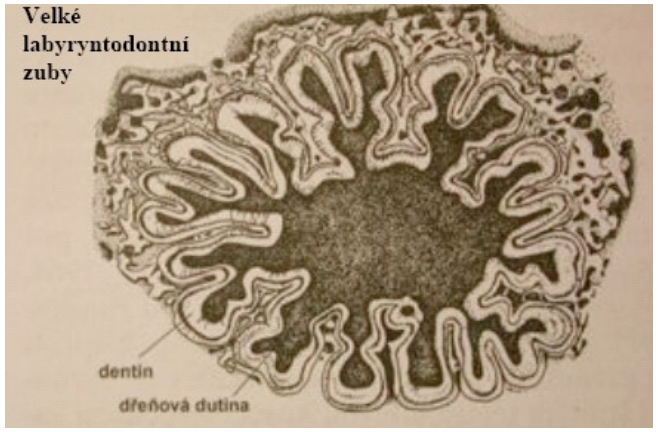
Velké kosmoidní šupiny

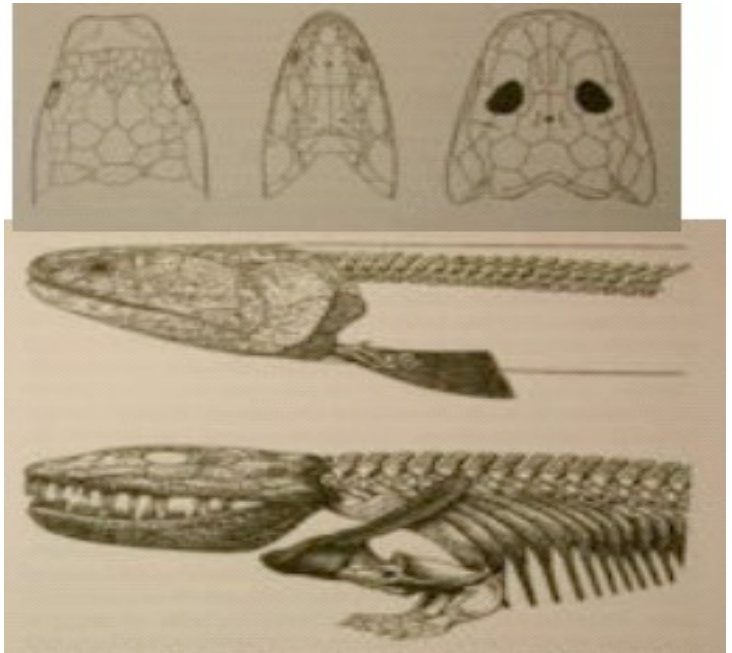
uniseriální lalokovitá archipterygia se svalovinou heterocerkní ocas

kuželovité labyrintodontní zuby, záhyby

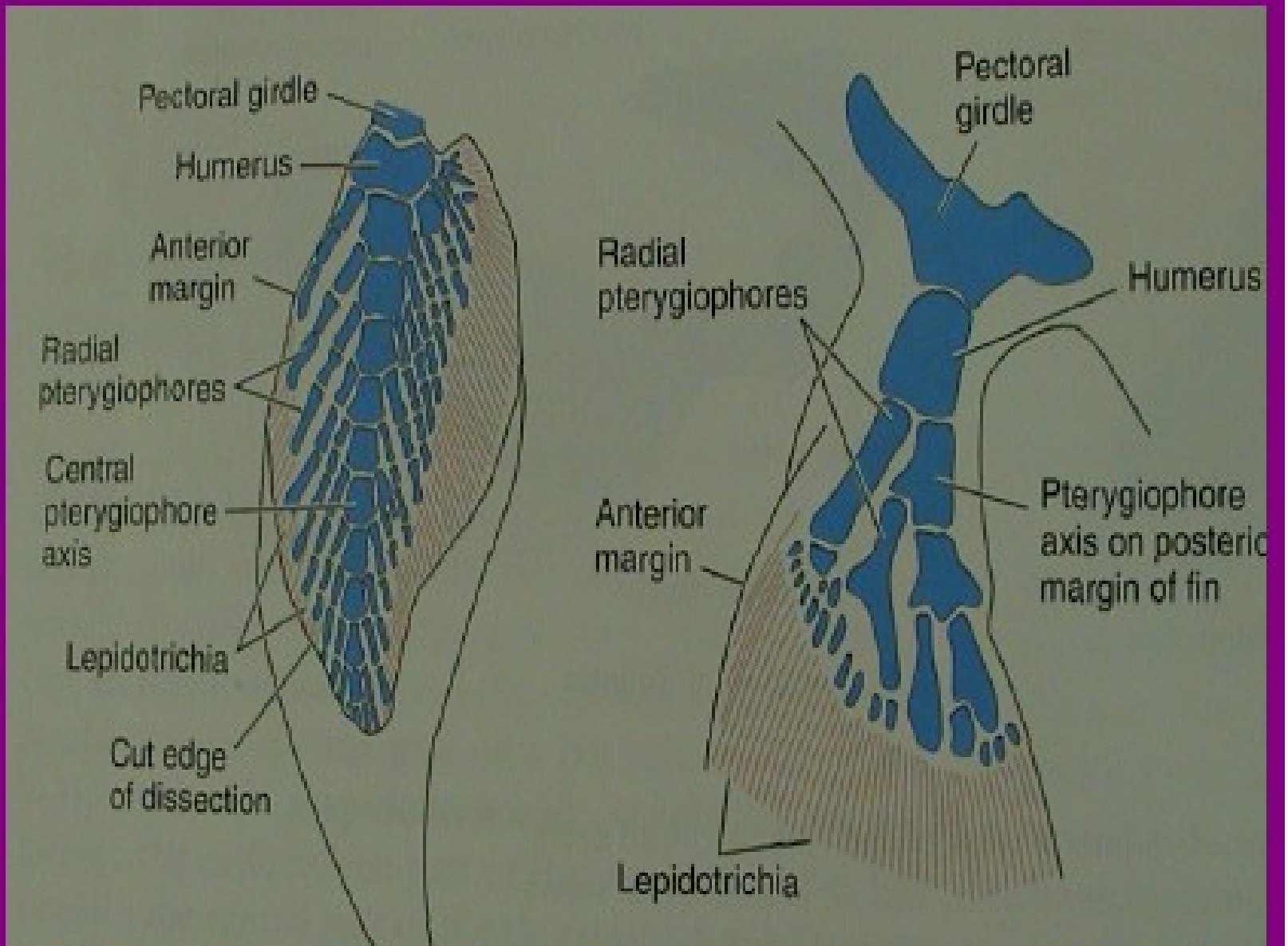
– sladkov. Dev-Perm, vnitřní choany, uniseriální archipterygium, lopatk. pásmo jako krytolebci, labyrintodontní chrup

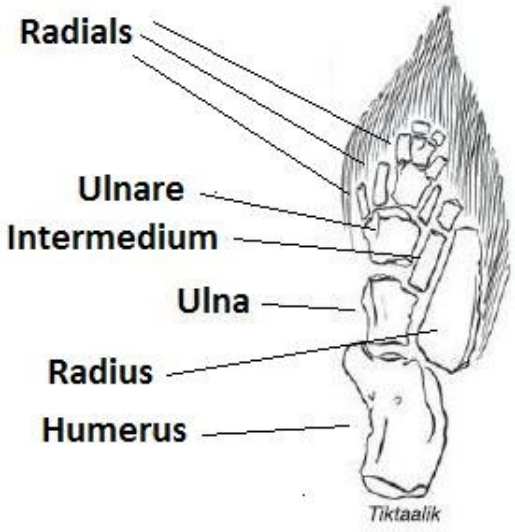
- Osteolepiformes *Eustenopteron*
- Penderichthyda (*Panderichthys, Tiktalik)*
- Tetrapoda





biseriální uniseriální





Modern Fish

Modern Tropical Fish

Modern Lungfish

Modern Fishes

Salamander

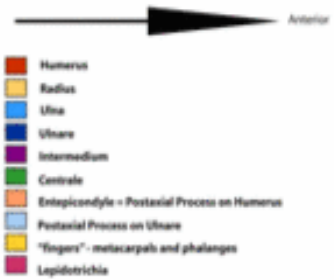
Frog

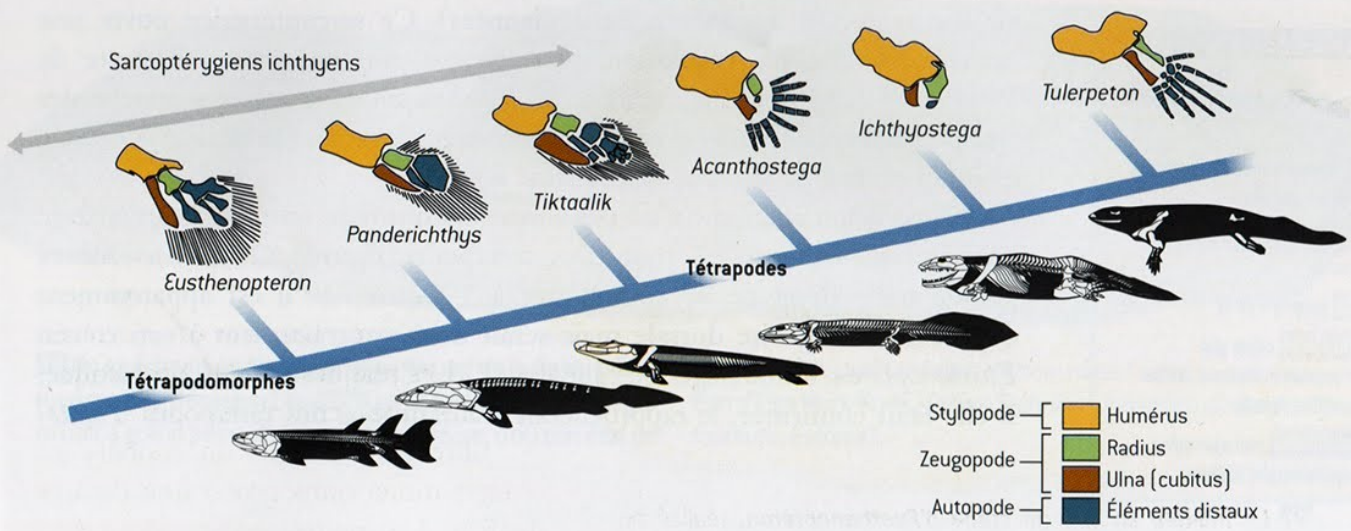
Modern Amphibians

Intermediate Form

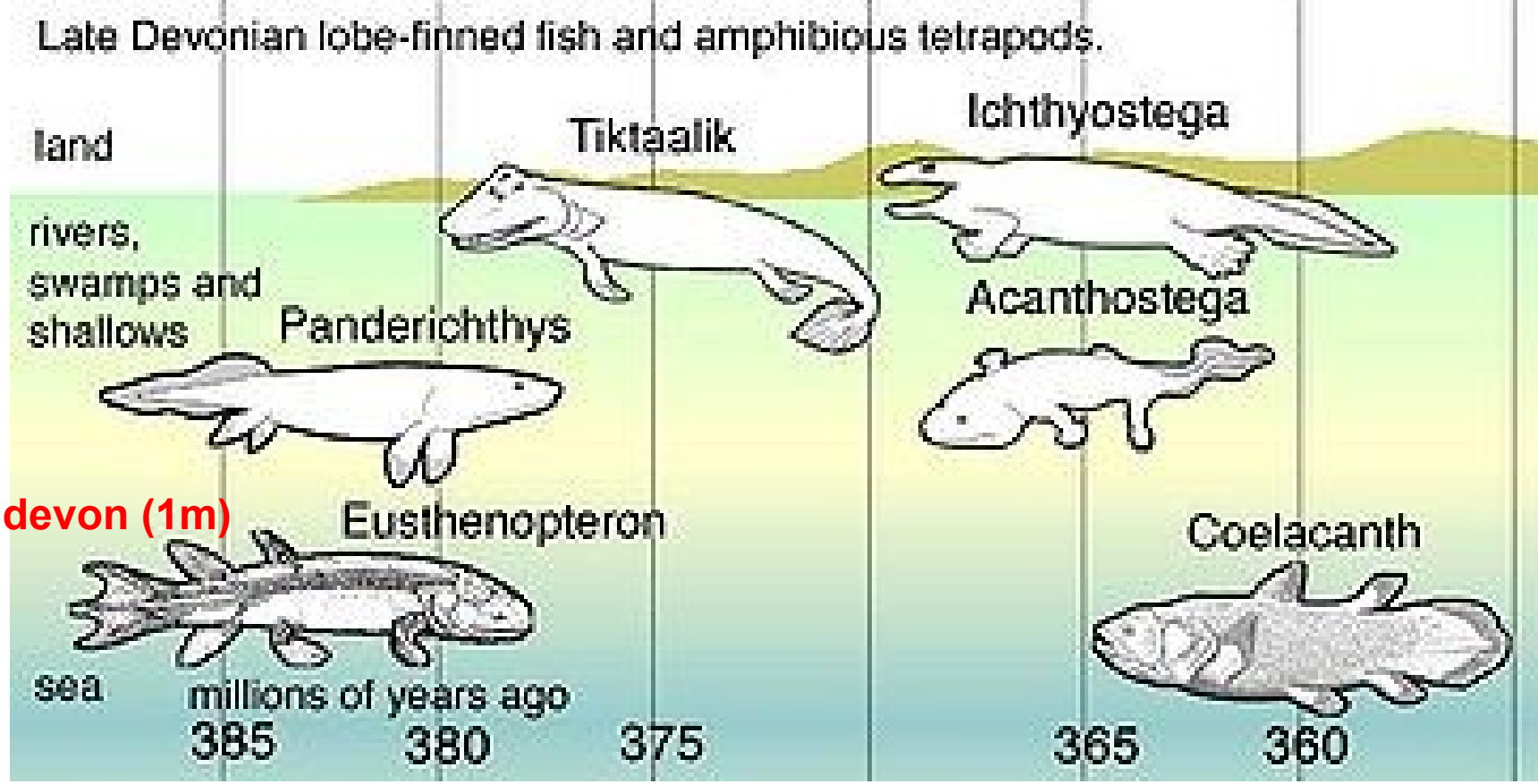
Devonian Amphibian

Devonian Fishes





11 Le squelette de la nageoire pectorale d'*Eusthenopteron*, de *Panderichthys*, de *Tiktaalik*, et le membre antérieur des tétrapodes *Acanthostega*, *Ichthyostega* et *Tulerpeton*. Tous les os de la nageoire pectorale des sarcoptérygiens ichthyens sont homologues de ceux des pattes des tétrapodes, sauf les lépidotriches, qui ne correspondent pas à des doigts modifiés (voir chapitre 2).



pozdní svrchní devon (1m)

Eustenopteron