

# Fylogeneze a diverzita obratlovců

## 7. Gnathostomata



## Synapomorfní znaky čelistnatců a mihulí

- Jsou vytvořeny **alespoň chrupavčité základy horních (neurálních) oblouků** obratlů a postupně vznikají obratle s oblouky a centrálním tělem, které se spojují v páteř.
- Nepárové ploutve jsou ovládány radiálními svaly, objevila se hřbetní ploutev.
- Ve vnitřním uchu jsou vytvořeny **alespoň dvě polokružné chodby**. Vznikla postranní smyslová čára s neuromasty.
- Mají dobře **vyvinuté komorové oči**
- **Nejsou přítomna přídatná srdce** a vytvořila se nervová regulace srdeční činnosti. Objem krve je menší než 10% objemu těla, v krvi jsou přítomny pravé lymfocyty vytvářející tři buněčné typy.
- Účinnost trávicích procesů ve střevě je zvýšena **vytvořením spirální řasy** a po jejím zániku v pokročilejších liniích je vnitřní **povrch střeva zvětšen jinými způsoby**.
- Pronefros nepřetrvává do dospělosti, dochází ke změnám morfologie pozdějších vývojových stádií ledvin a k úpravám funkce sběrných kanálků a primárních močovodů.
- Osmotický tlak solí v tělních tekutinách je asi o jednu třetinu nižší než v mořské vodě a vytvořily se **mechanismy hyperosmoregulace**.

# Apomorfie čelistnatců (Gnathostomata)

- Jsou vytvořeny čelisti, které vznikly přeměnou párového prvního žaberního oblouku.
- Zpravidla je přeměněn také další párový žaberní oblouk, jazykový. První žaberní štěrbina (*spiraculum*) mezi čelistním a jazykovým 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
- Kořeny dorzálních a ventrálních spinálních nervů se překřížují a splývají.
- Je vytvořena myelinová pochva axonů nervových buněk.
- Dorzální a ventrální svalovinu trupu odděluje vodorovná vazivová přepážka (*septum horizontale*), žebra!!
- párové zevní nozdry, čichový orgán neleží v sousedství s hypofýzou
- V labyrintu vnitřního ucha vzniká třetí, horizontální, polokružná chodba.
- Mají oči s akomodačním aparátem, oční svaly
- V trávicí soustavě je diferencován žaludek.
- Pokud dýchají žábami, leží žábry zevně od kosterního žaberního koše (žaberních oblouků). Změna pozice žaber (žábry zevně) je důsledkem jejich ektodermálního původu. Žábry nejsou uloženy ve váčcích.
- 2. (-3.) duplikace Hox genů
- Pohlavní orgány mají vývody a jsou párové, 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)

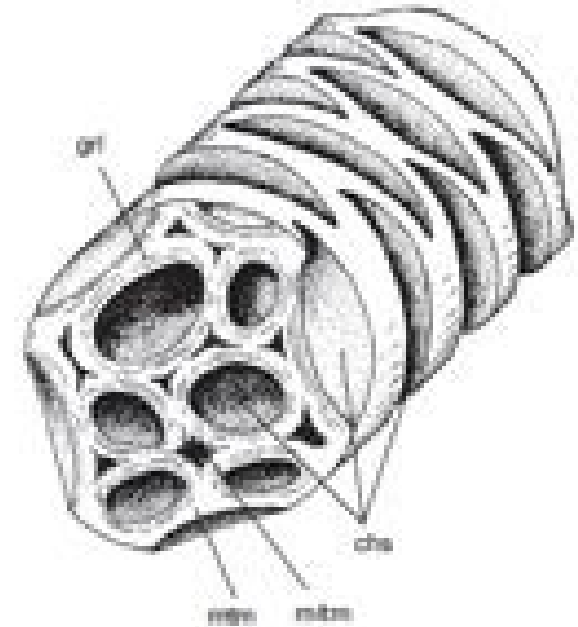
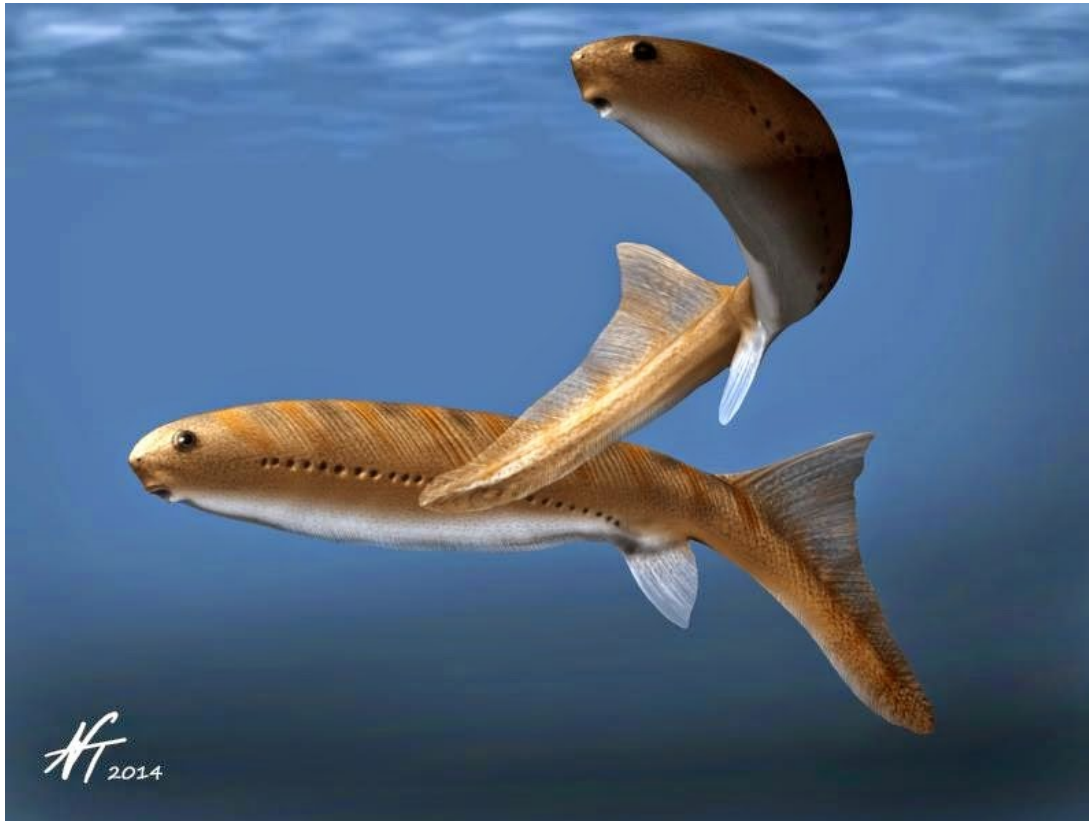
- Končetina tetrapodů (basipodium, stylopodium, zygopodium, - metapodium, autopodium)

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

[https://www.youtube.com/watch?v=JNBn9L6vsuc&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=JNBn9L6vsuc&feature=player_embedded)

Přeměny žaberních oblouků

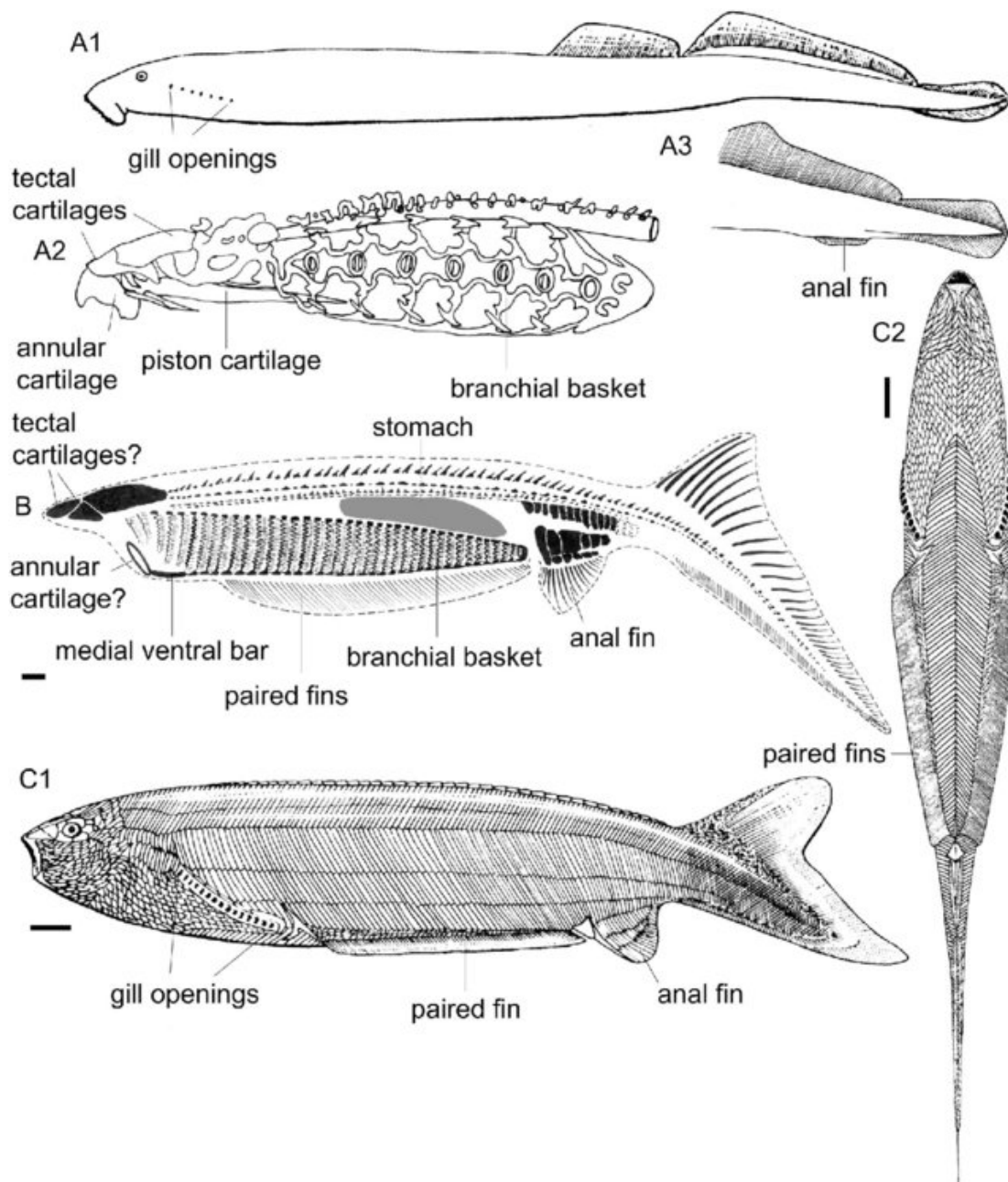
Chrupavčitý endoskelet již v nejčasnějších fázích evoluce obratlovců – nezávisle na exoskeletu



*Euphanerops*

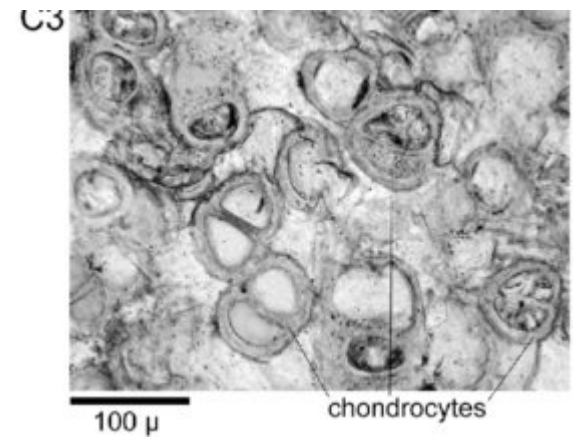
Mikrostruktura ploutevních paprsků a žaberních "oblouků"

Chondrocyty a mineralizovaný matrix



## Euphanerops longaevus

Fosilní bezčelistnatec  
s párovými končetinami



Dnes tak známe okolo 58000 druhů čelistnatců, bezčelistných mihulí a sliznatek je naproti tomu pouhá stovka.

## Vznik čelistí

Starší práce - mihule postrádají složitější uspořádání genové exprese v embryonálním hltanu, které čelistnatcům umožnilo vytvořit čelistní kloub.

Ale klíčové geny (Msx, Hand, Gsc a Dlx) i u mihulí  $\Rightarrow$  nápadně připomíná stav u obratlovců s čelistmi. Tedy složitá genová exprese není evoluční novinkou, která nás měla odlišit od mihulí.

mihule postrádá expresi Bapx a Gdf5 - právě tam, kde u čelistnatců vzniká kloub

## „Mandibular Confinement Hypothesis“ 2016

Prostorová izolace struktur čelistního oblouku

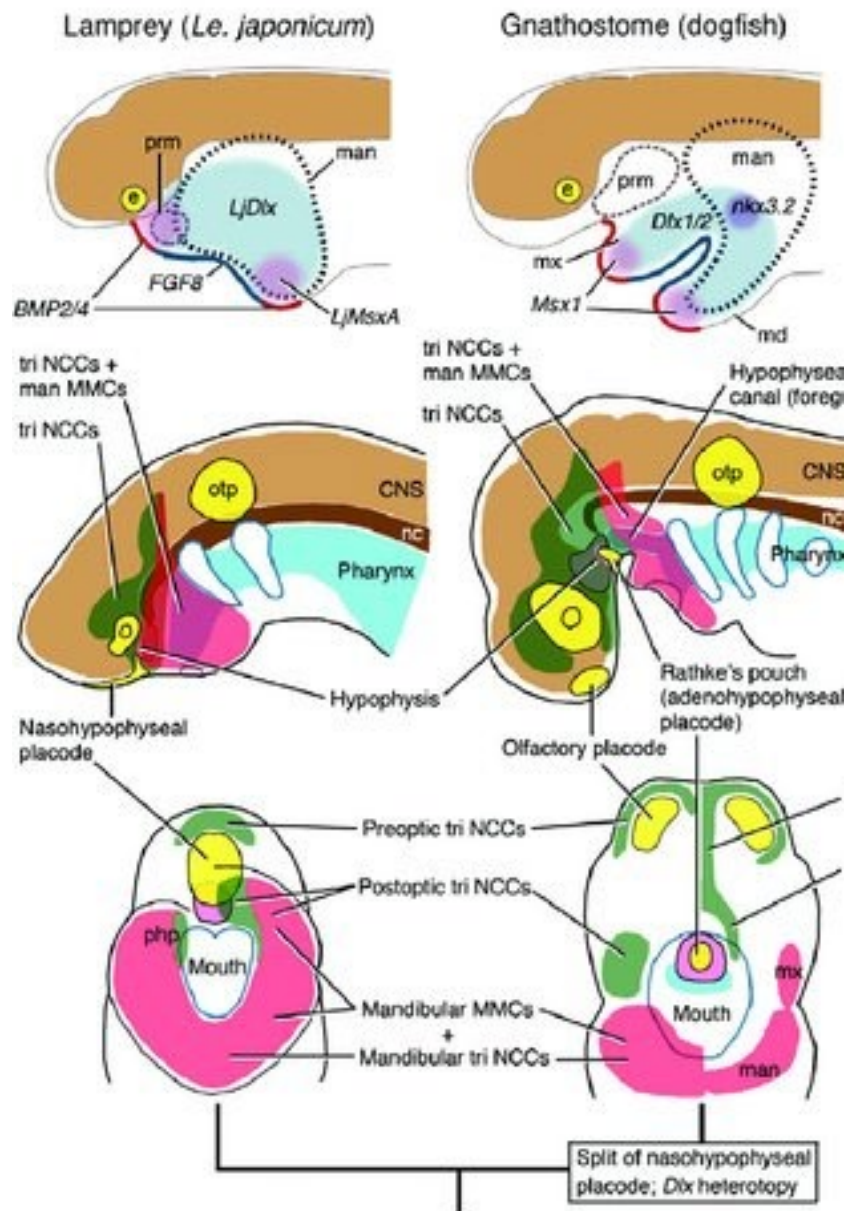
Mesenchymální buňky vyplňují prostor uvnitř a kolem čelistního oblouku – izolují ho od další diferenciaci

Mezodermální buňky (před čelistním obloukem) už pak nenabývají dýchací a filtrační funkce (ta se přesouvá dále – posteriorně- na ovlivnitelné žaberní oblouky

– mění se na čelist



## (A) Heterotopy Hypothesis

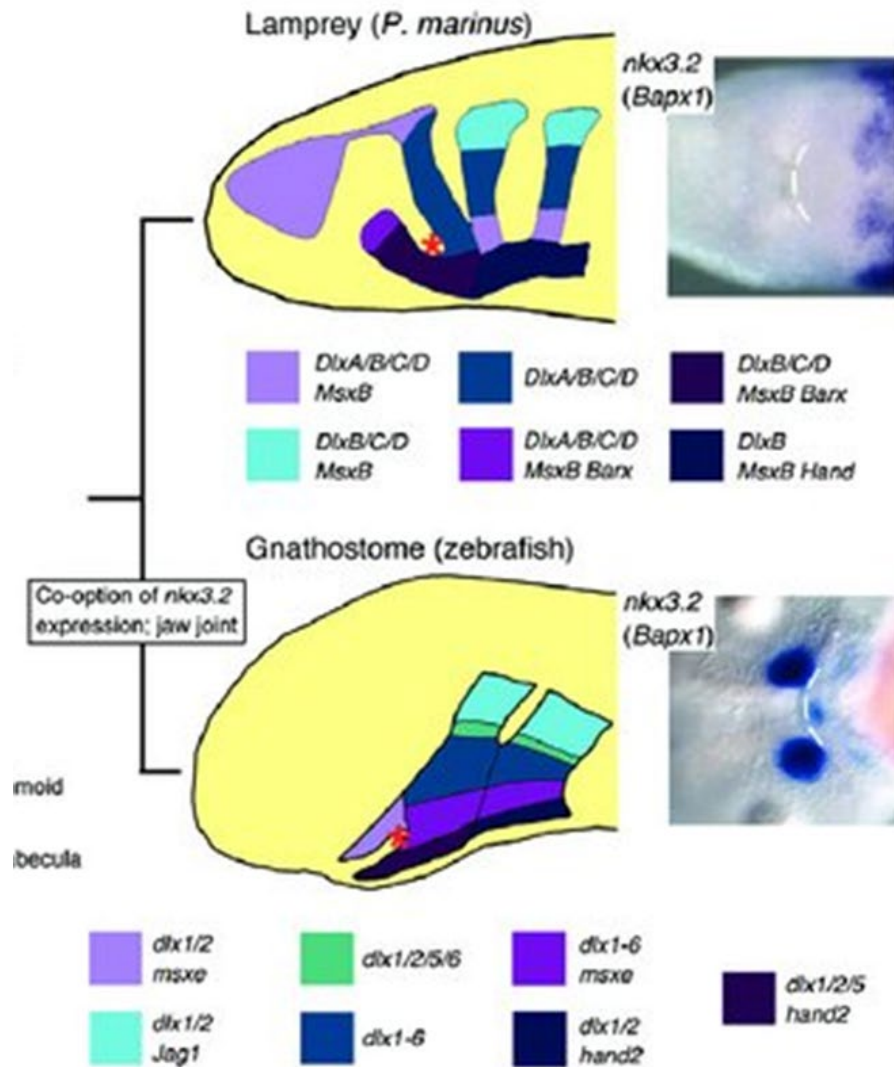


Premandibulární oblast – bez vlivu mezodermálního mezenchymu (MMCs).

To koreluje s heterotopií exprese *Dtx*

# Preadaptační hypotéza

## (B) Co-option Hypothesis

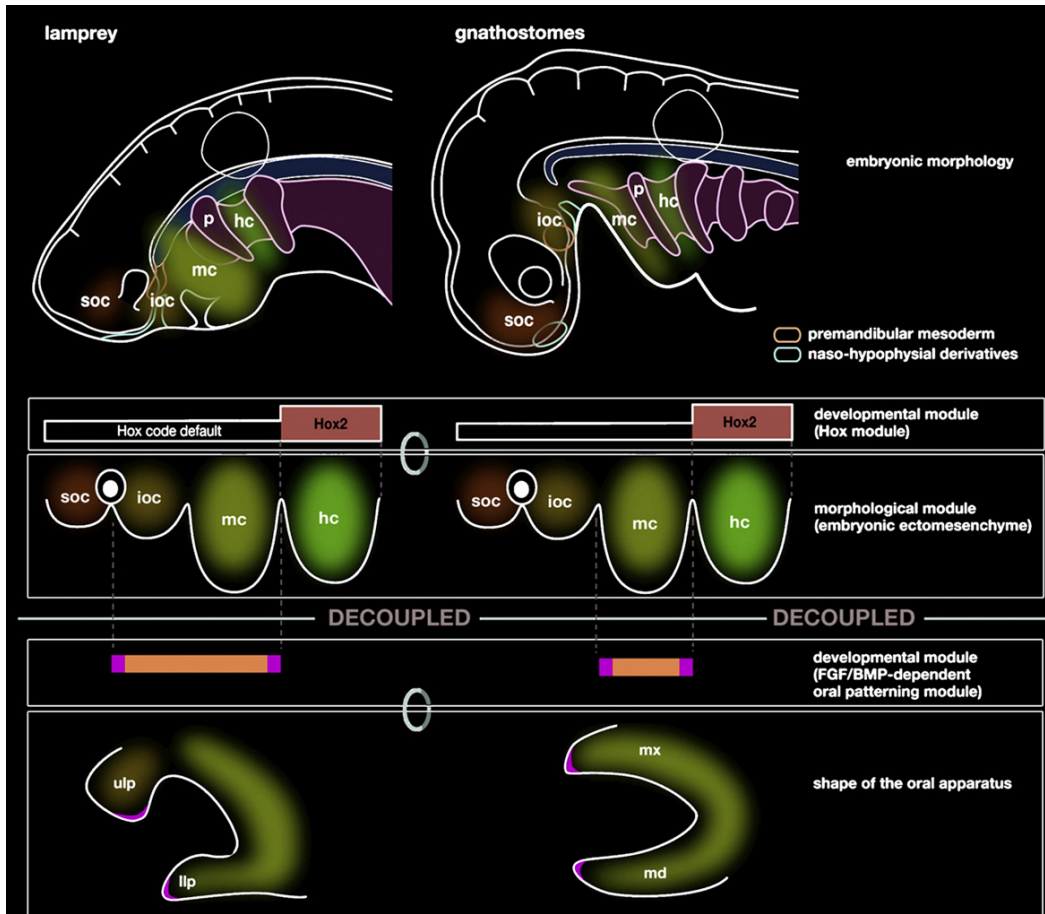


Pozice čelistního kloubu

Faryngeální skelet  
Dorzoventrální strukturace  
geny skupiny Dtx (u všech Vertebrata)

# stejné morfogenetické moduly u Agnatha i Gnathostomata,

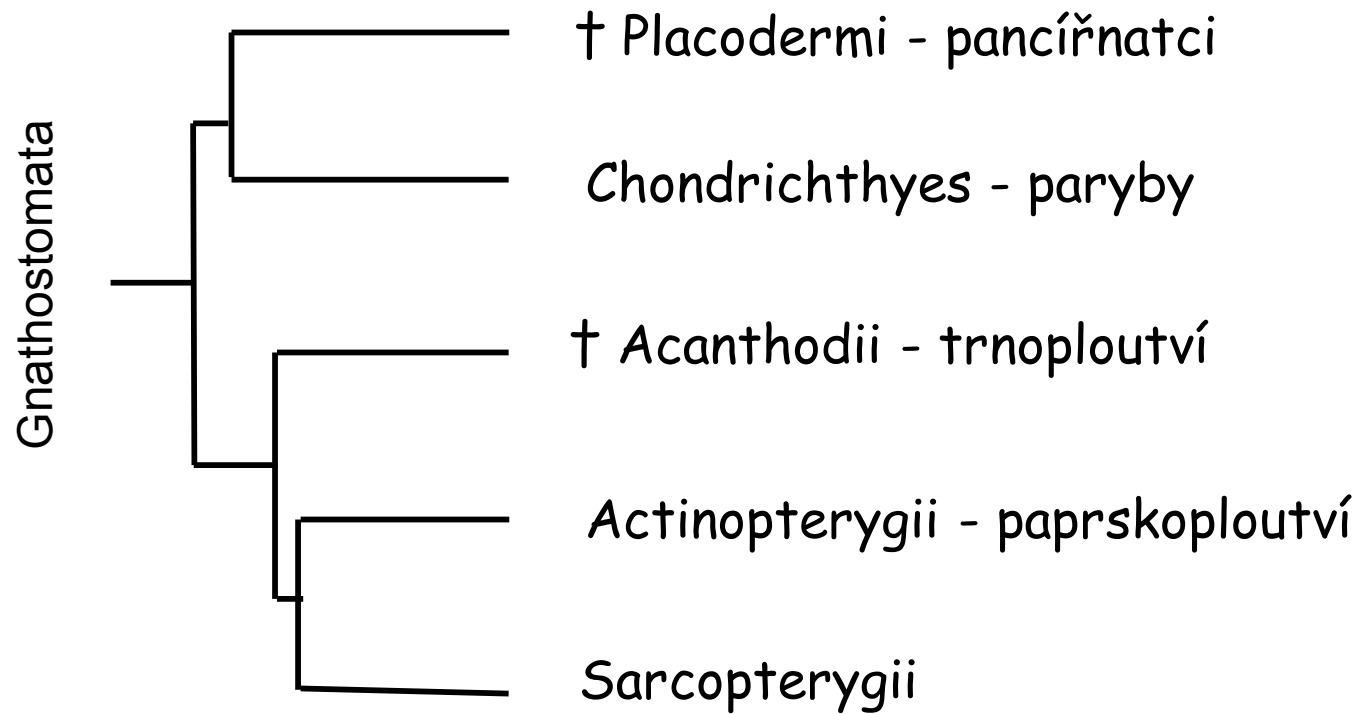
ale fungují **heterotopicky - zapínání a vypínání jednotlivých modulů na různých místech**



epitelo-mezenchymální interakce – vliv na růstové faktory FGF/BMP a jejich hox geny Dlx a Msx

oddělení exprese ekto-mezenchymálního Hox a tvarového modulu

podobnost rtů = analogie



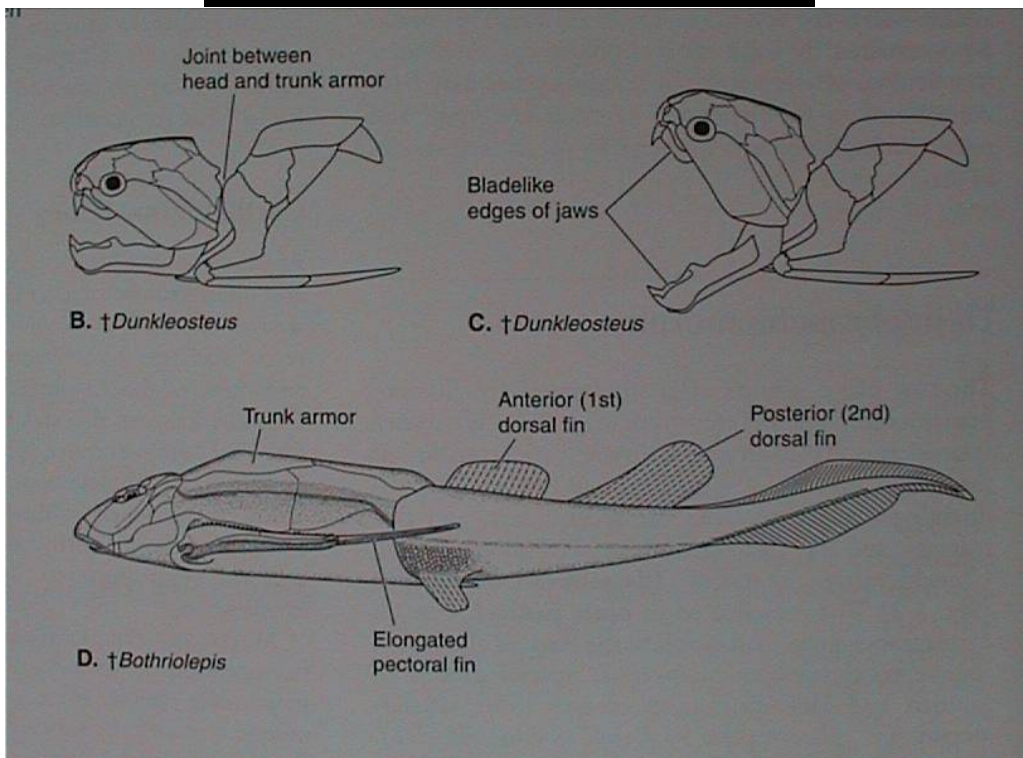
# Placodermi – pancířnatci

0,3-10 m, spodní devon, 410-360 m.l., dvoudílný pancíř (hlavový a trupový)  
chrupavčitý endoskelet, obratle bez osifikovaných těl, heterocerní ocas  
starší ve sladké vodě, mladší i v moři



Čelisti měli spojeny s neurocraniem ještě přímo a jazykový oblouk zůstal nezměněn (= euatostylie). Šupiny jsou kosmoidní.

## Arthrodira, kloubnatci

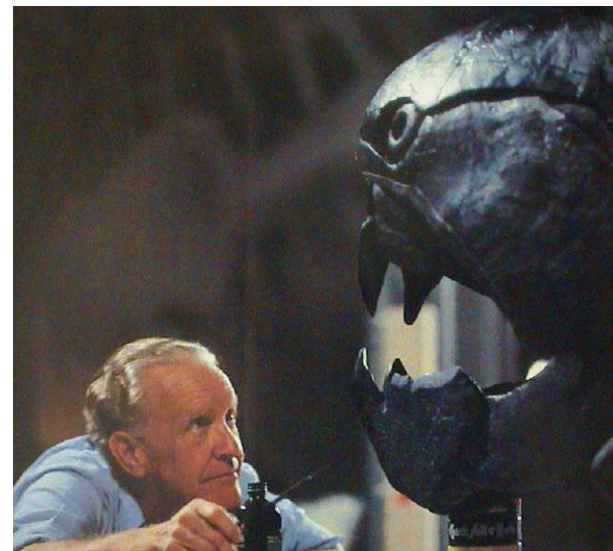


## Antiarchi, vesloploutví



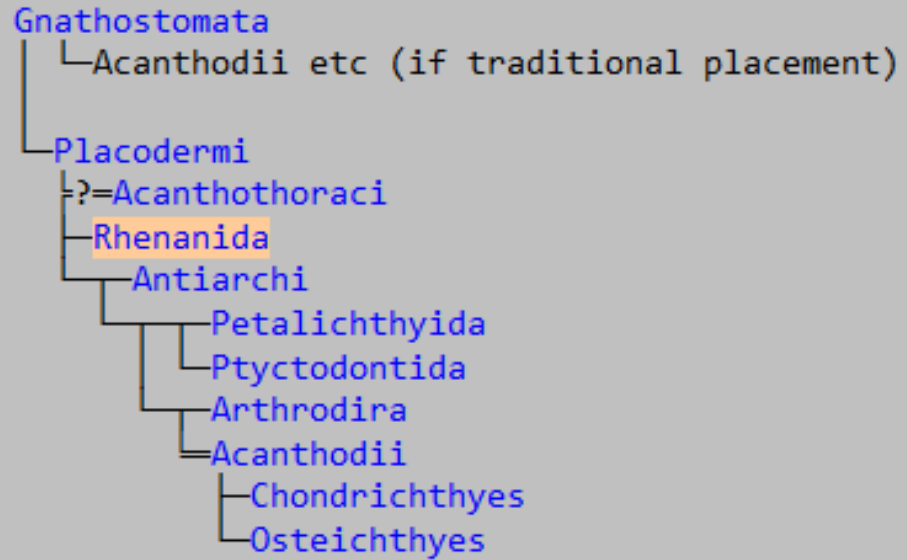
## Arthrodira – kloubnatci

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



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

# Rhenanida



## *Gemuendina stuerzi*

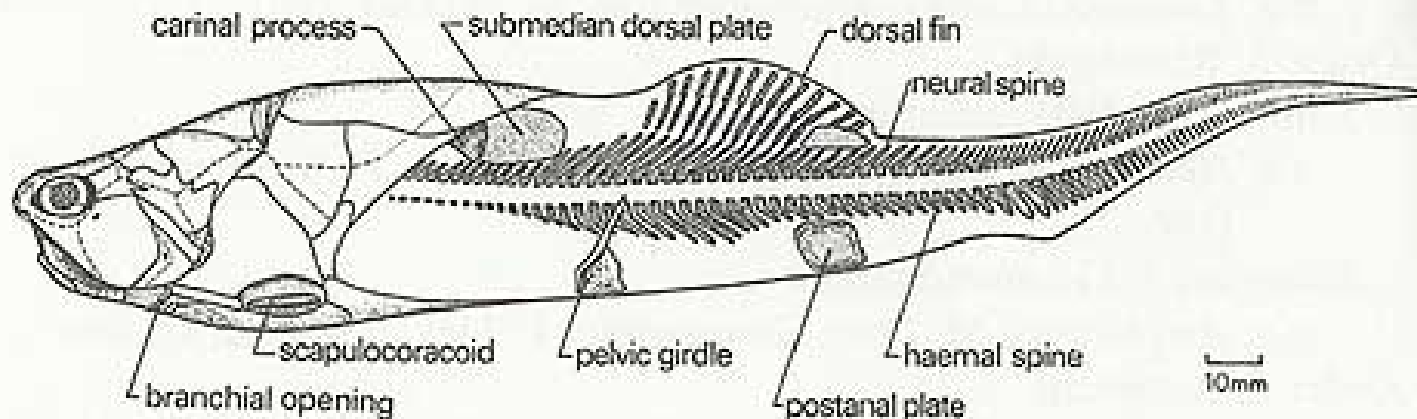
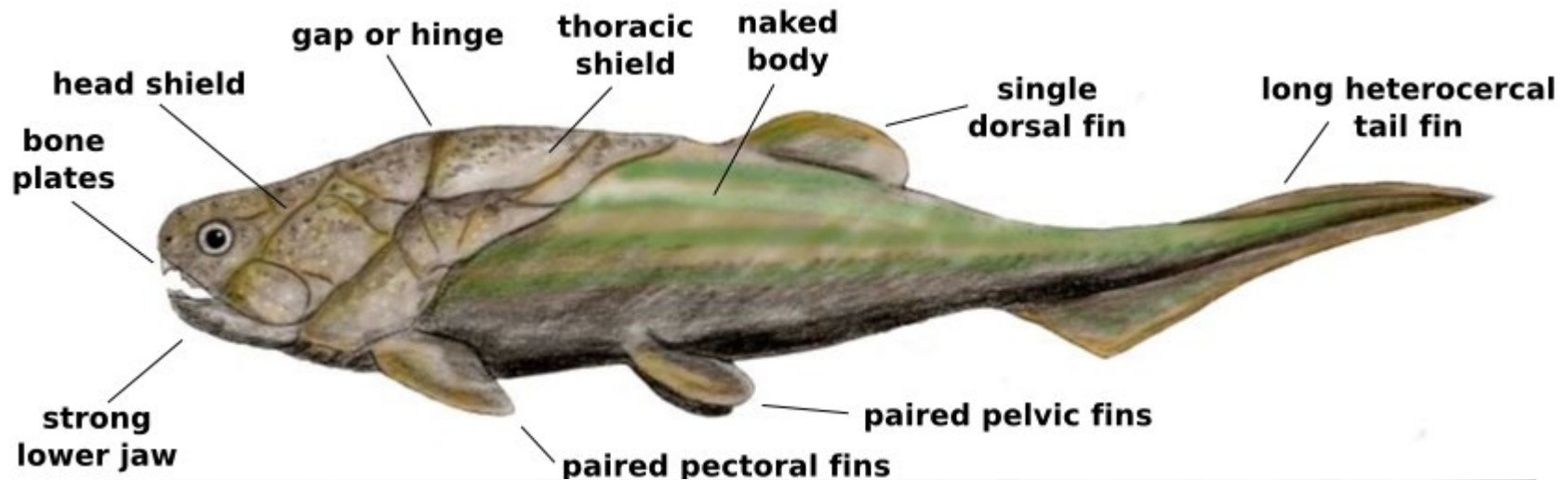
Bentický predátor,  
zploštělý,  
podobný současným rejnokům



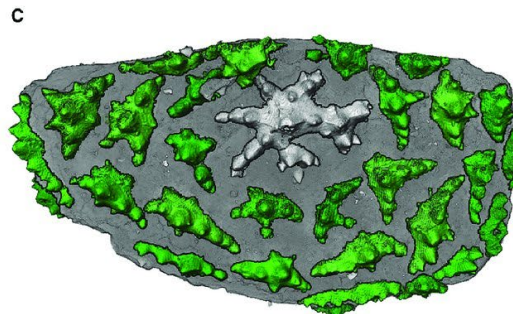
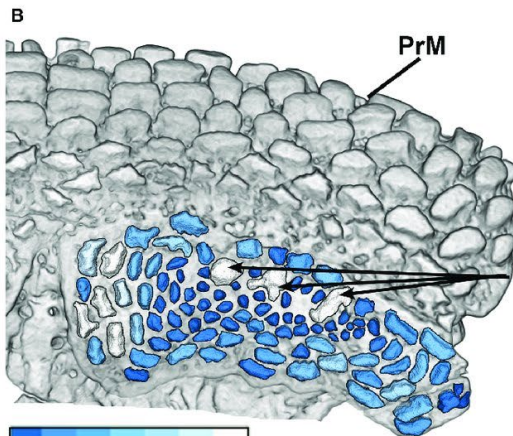
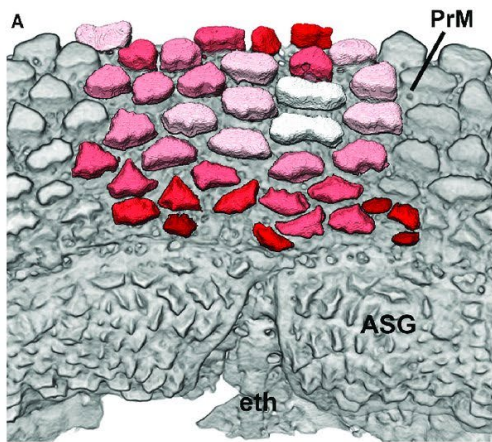
# Placodermi

exoskelet omezen na hlavu – specificky diferencován na jednotlivé “kosti” čelisti v různém stupni propojení dermálních elementů (závěsných volných) a endoskeletu

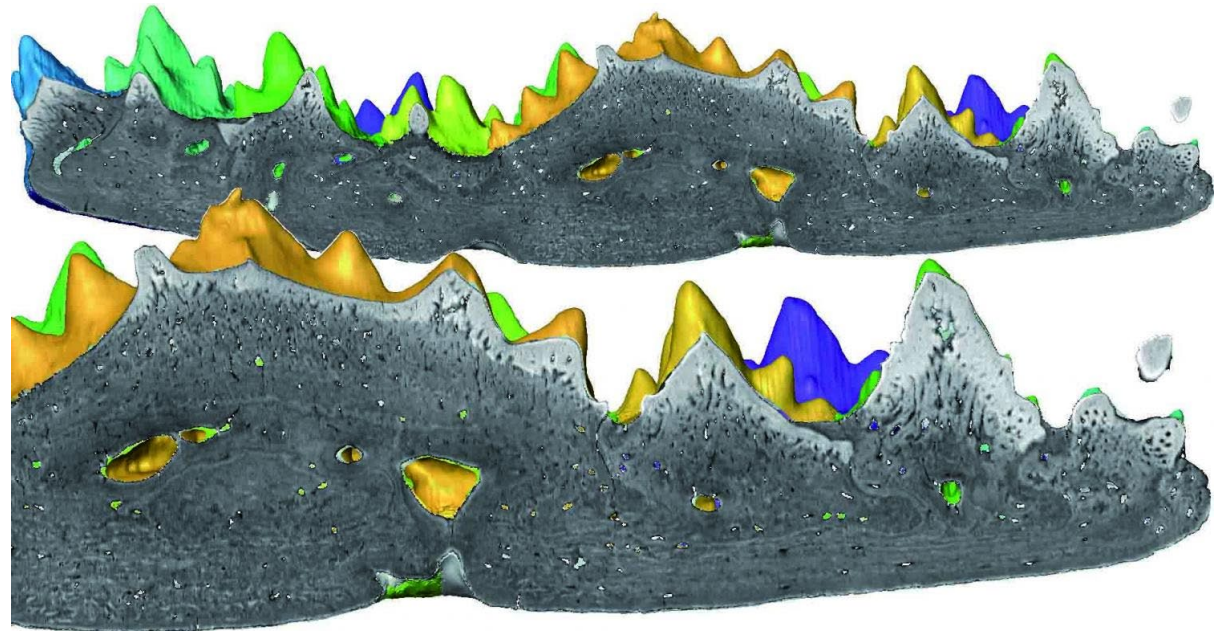
## *Coccosteus decipiens*



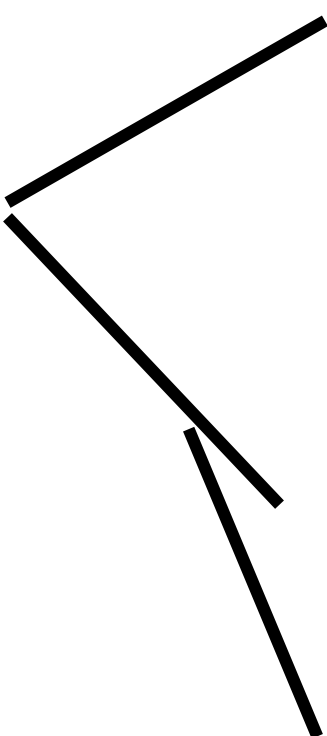




Placodermi mají skutečné zuby (pulpa, dentin, email)



# Gnathostomata – základní divergence!!!

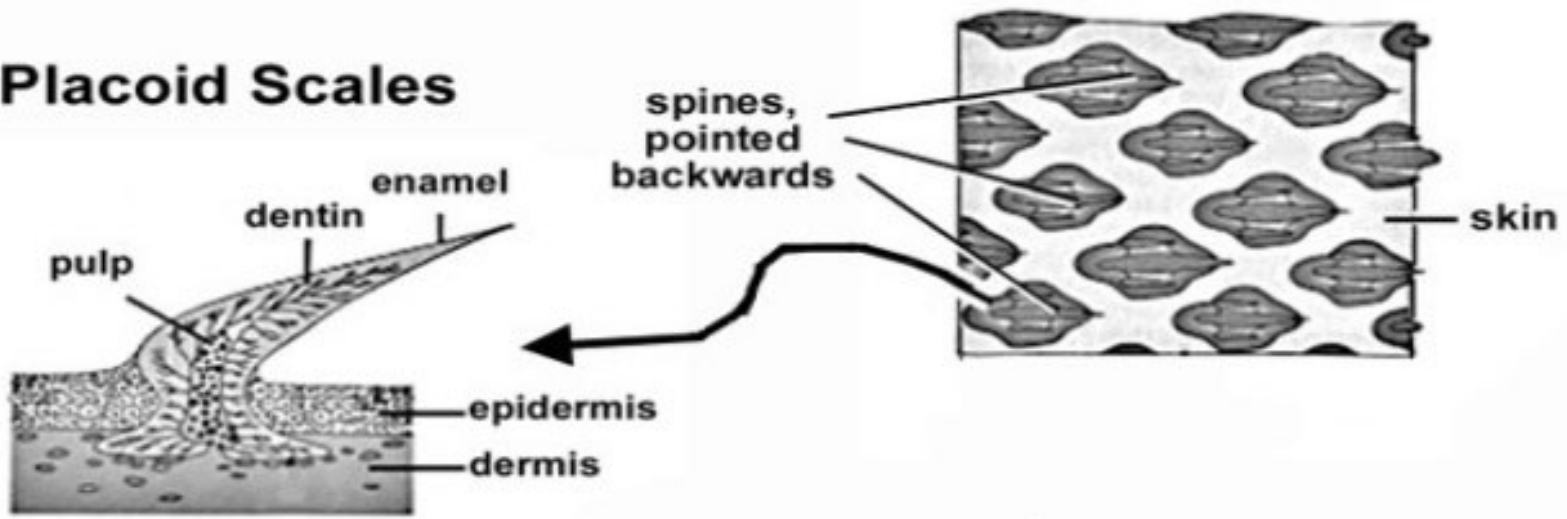


Čelistnatci bez dermálního skeletu a obvykle  
chybí endochondrální kost (chondroblasty, chrupavka, kalcifikace)  
(chrupavka nahrazená kostí)  
plakoidní šupina, rostrum, spodní ústa  
paryby **Chondrichthyes** – žraloci, rejnoci, chiméry

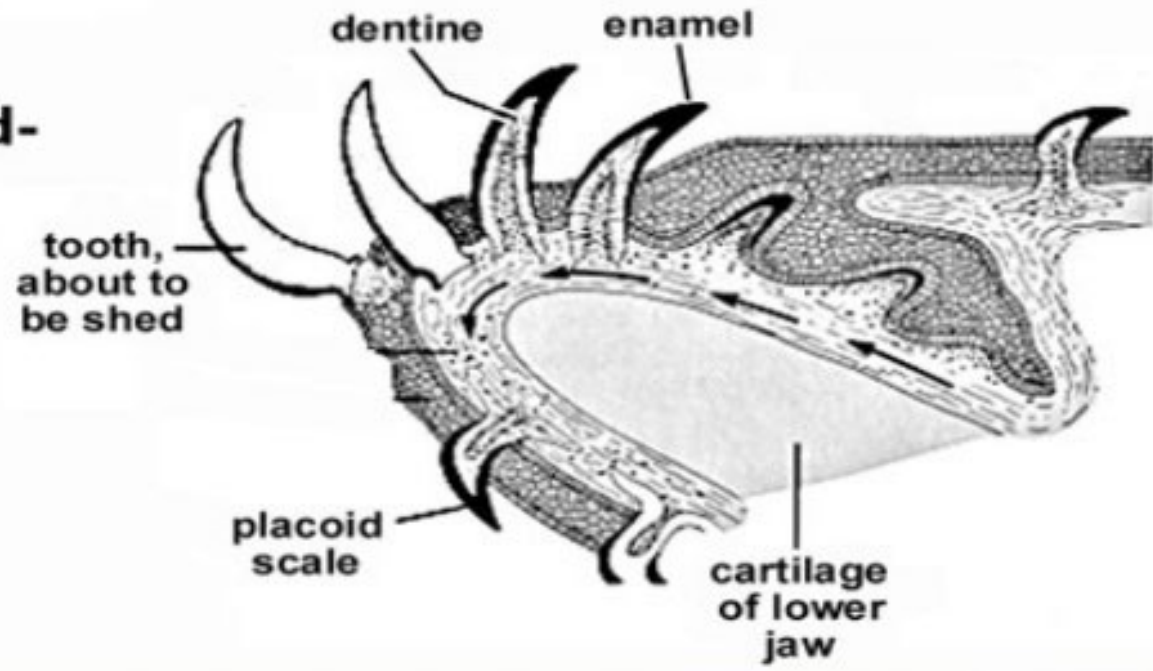
Čelistnatci s dermálním skeletem, dermální čelistní kosti  
(přímá přeměna v kost)  
šupiny jiného typu, koncová ústa, lepidotrichia  
ryby (**Actinopterygii**, **Sarcopterygii** (včetně Tetrapoda)

Operculum a trny (i u **Acanthodii**)

### Placoid Scales



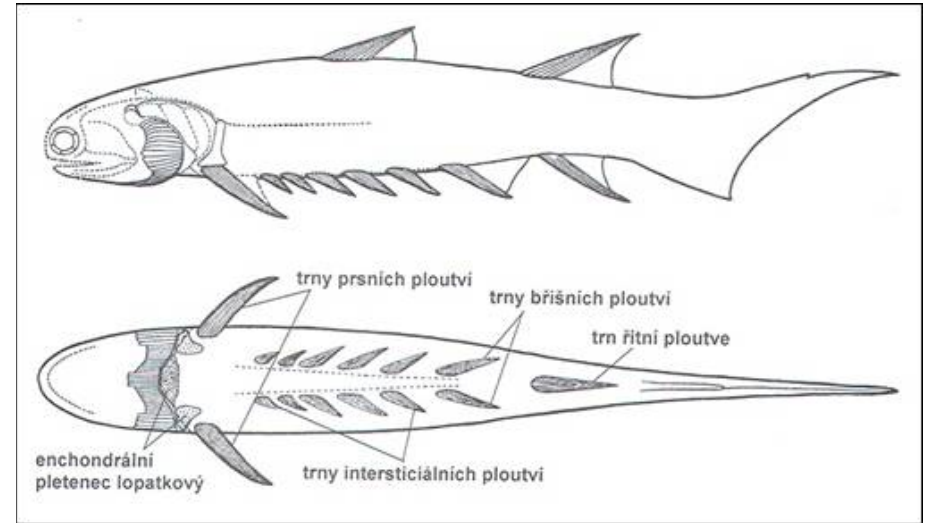
### Jaw Longitudinal Section, With Teeth



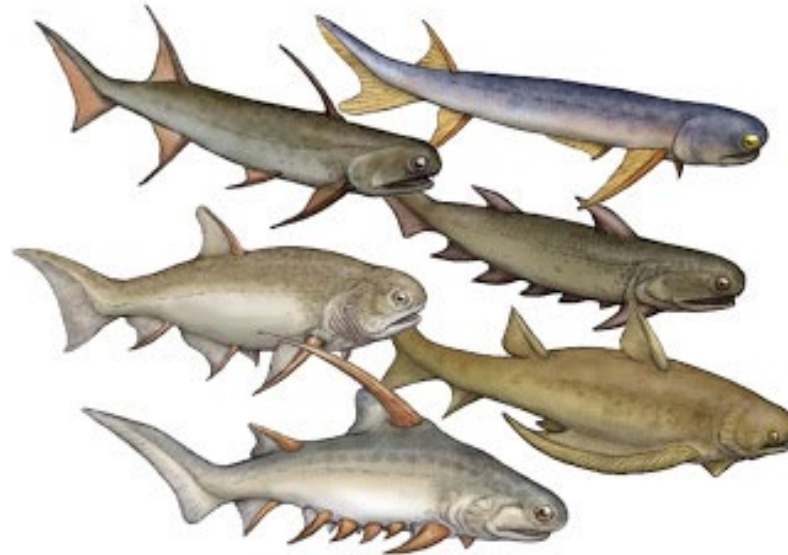
## Acanthodi - trnoploutví

(silur-perm)

ploutve vyztuženy trny, větší počet párových ploutví, 3 polkr. chodby velké otolity, spiraculum a 2. oblouk - branchiální dermatokranium, dravci

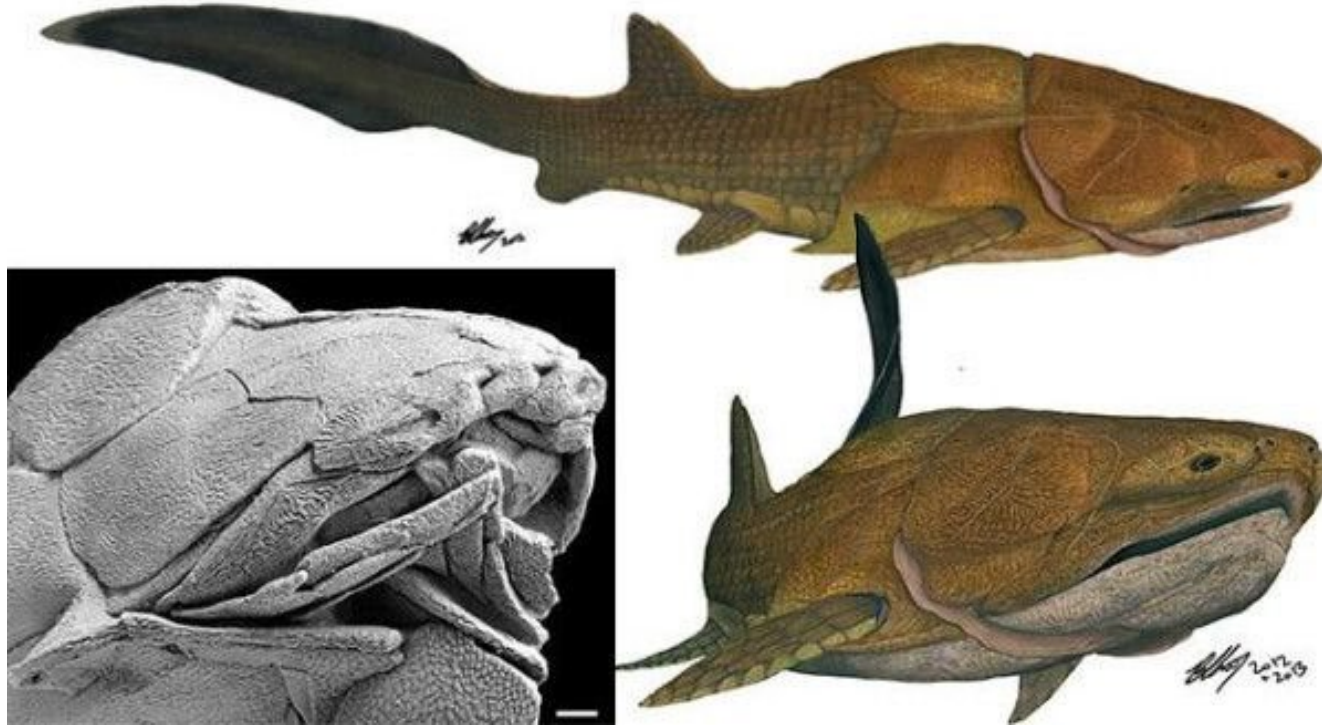


– tradičně: sesterská skupina ryb (srv. otolity, dermální kost)



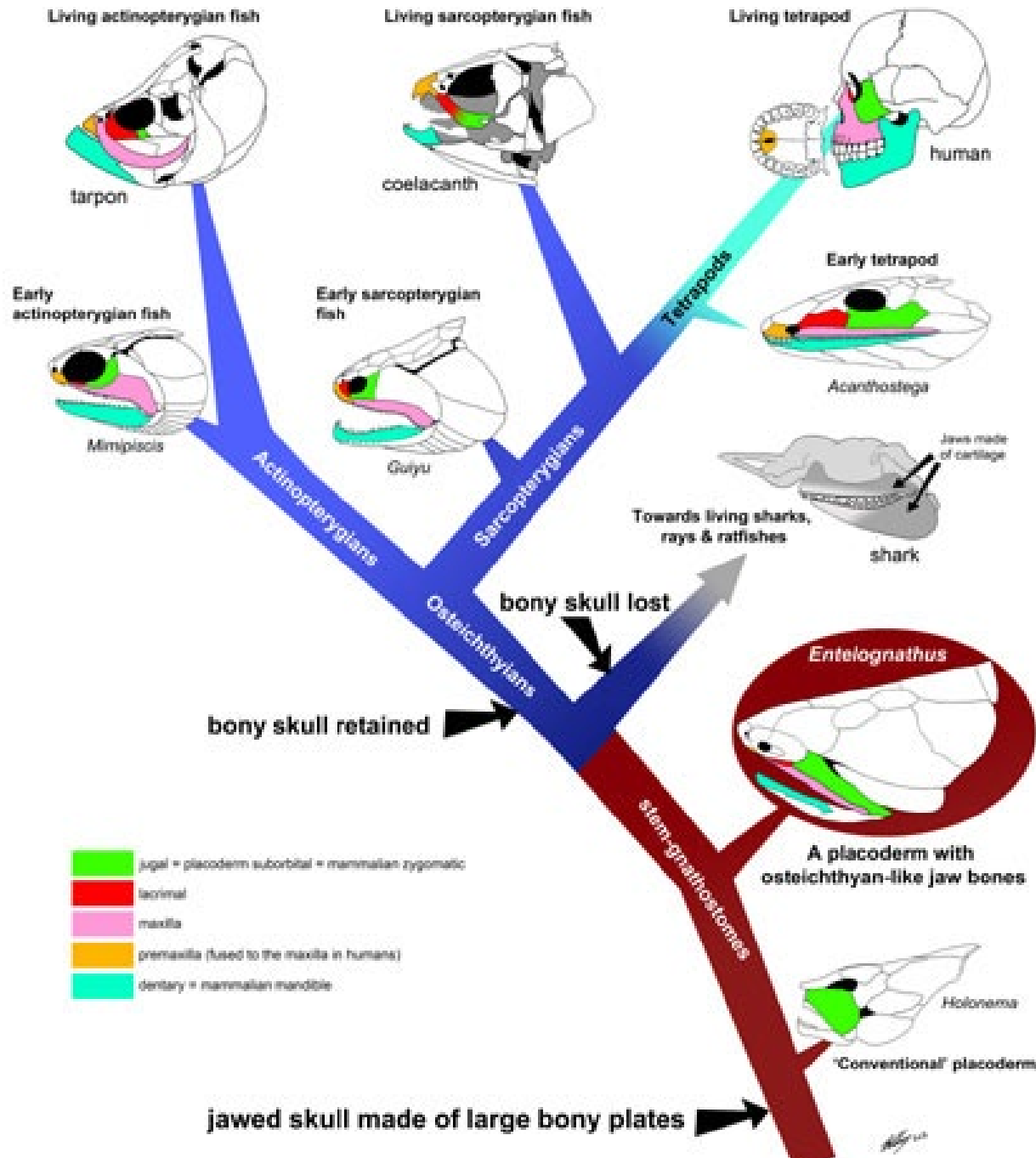
## *Entelognathus primordialis*

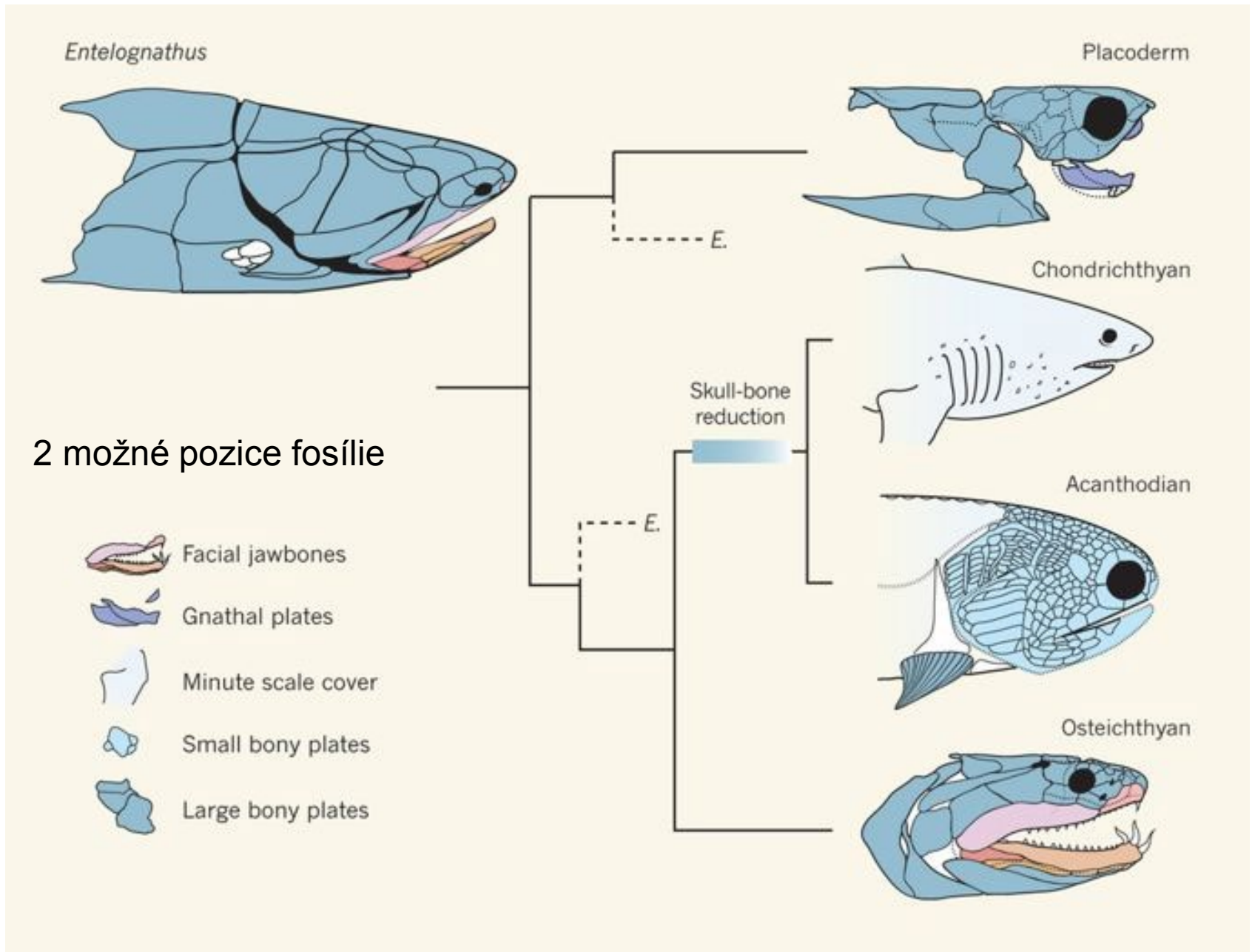
Silur Čína (Zhu et al. Nature 2013, Science 2016)  
kompletní čelisti



419 milionů let

Obličejové kosti – znaky ryb i Acanthodii – dermální kosti čelistí = premaxilla, maxilla







Acanthodi –  
kmenová linie  
Chondichthyes

Entelognathus  
patří do Placodermi



# Chondrichthyes



<https://www.youtube.com/watch?v=w5A2FmNQv8g>

# REÁLNÉ RIZIKO PRO ČLOVĚKA?!

- Přes 200 případů (50 smrtelných) „neprovokovaného“ napadení žralokem bílým...



V New Yorku je ročně pokousáno 10x více lidí jinými lidmi, než celosvětově žraloky

Podle dlouhodobých statistik se vyskytne:  
*jedna smrt utonutím na 3,5 mil vodních aktivit*  
*jeden útok žraloka na 11,5 mil vodních aktivit*

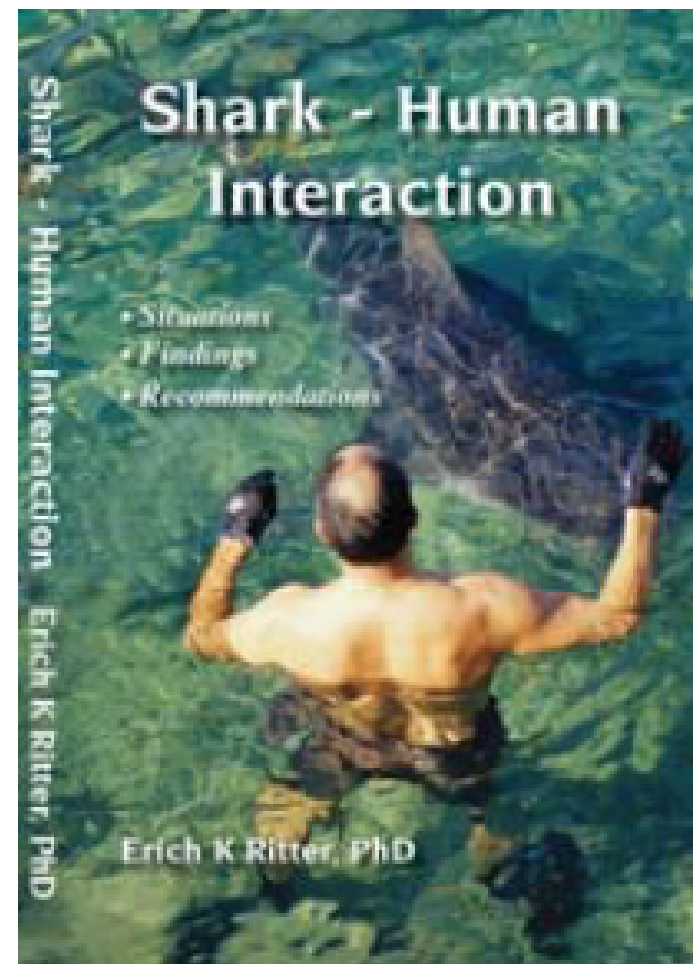
Mezi lety 1995 - 2003 bylo podél pobřeží USA zabito bleskem 1857 lidí.  
Ve stejném období je zaznamenáno 740 žraločích útoků – 22 smrtelných.

<http://www.flmnh.ufl.edu/fish/sharks/statistics/trends.htm>

# Dr. ERICH K. RITTER

## „VĚDECKÝ“ VÝZKUM CHOVÁNÍ A PŘÍČIN ÚTOKŮ

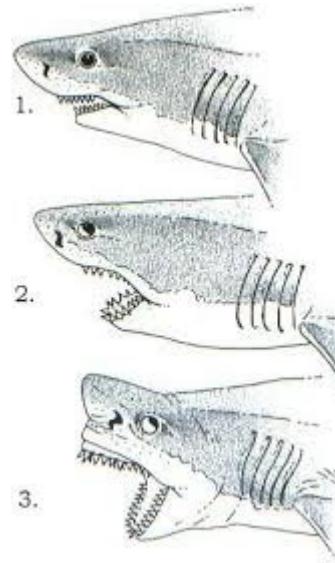
- neexistují nebezpeční žraloci
- jen nebezpečné situace ([Erich kousnutí](#))
- většina útoků je vyprovokovaná
- většinou příplavou zezadu
- snažit se být čelem
- vertikální pozice těla, nohy u sebe
- ruce v - pohotovosti na hlazení - odstrčení
- při kontaktu odstrčit stranou či plavat proti
- pokud se vrací, tlačit v oblasti žaber  
čímž mu hrozíme, útokem na žábry



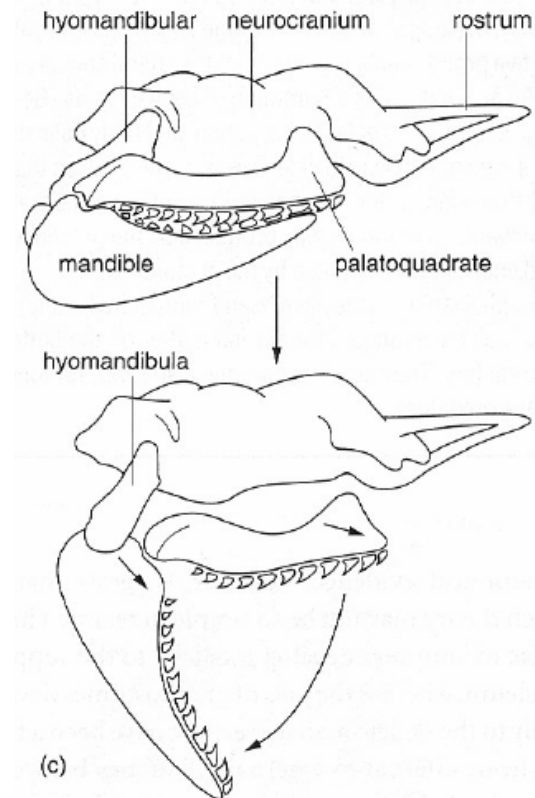
**Proč koušou?** Explorace – Stress – Kompetice – Provokace – Učení

# 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 2199 (Příčnoústí: 1361, z toho rejnoci 787, Chiméry: 51)

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

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

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



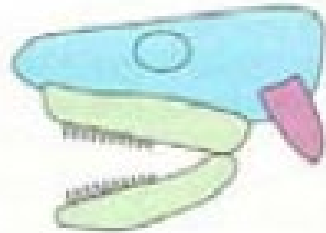
- plakoidní šupiny (dentin+email)
- **kostra je tvořena výlučně chrupavkou** (exoskelet redukován), mineralizovaná (hydroxyapatitem) – bez přítomnosti osteoblastů a osteoklastů:
- chrupavčitá kostra (endoskelet), kalcifikace, chondrocranium, platybazická lebka (široká, oční daleko od sebe), hyostylní (vzácněji amphistylní), amficoelnní obratle - ale jiný vznik než u ryb
- heterocerní ocasní ploutev, párové ploutve (**coracoscapulare** výrazné - **ischiopticum**, basalia, radialia, ceratotrichia)
- boční sval, myomery alternují s těly obratlů, rychlý pohyb (*Isurus oxyrinchus*, mako 50 až 75 km/h, až 6 m nad hladinu)



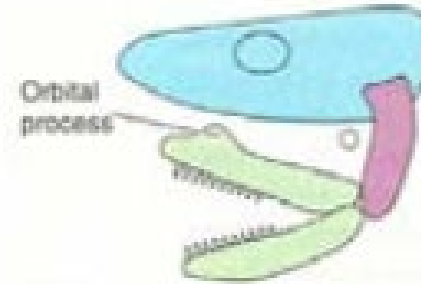
### Žraní u žraloků

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

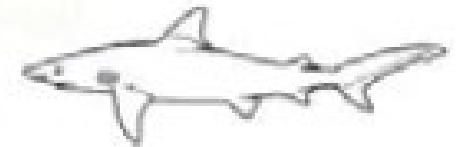
# CHONDRICHTHYES



D. Secondary autostylic suspension (holocephalans, dipnoans, and tetrapods)

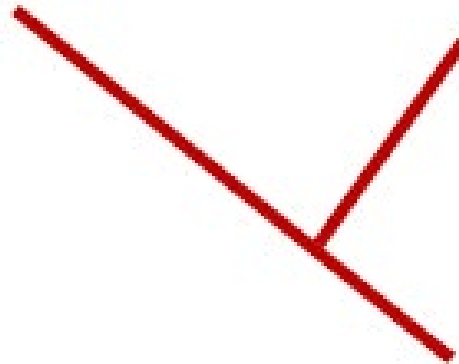


C. Hyostylic suspension (most derived chondrichthyans and bony fishes)

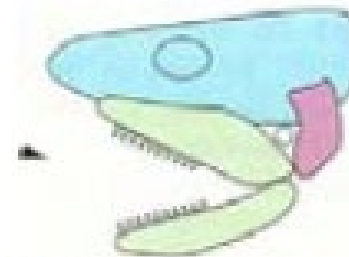


**HOLOCEPHALI**

**ELASMOBRANCHII**

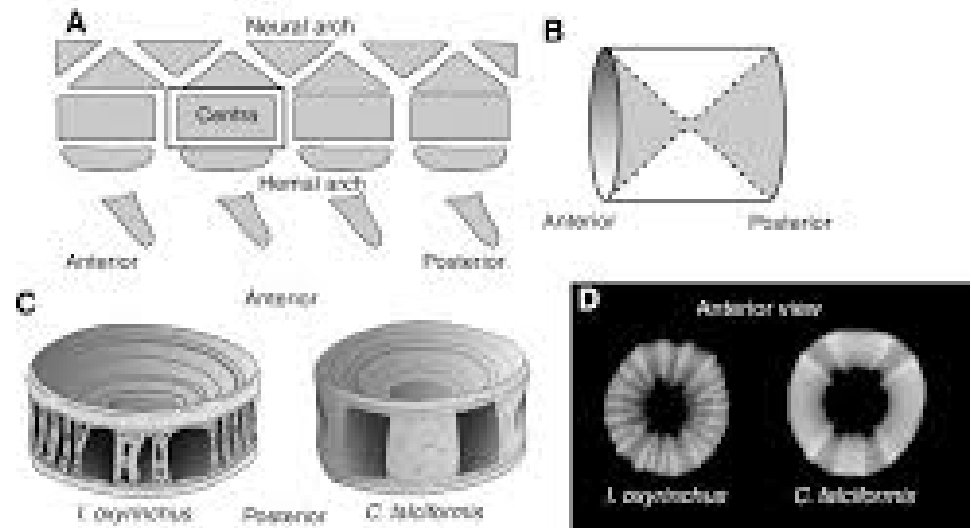
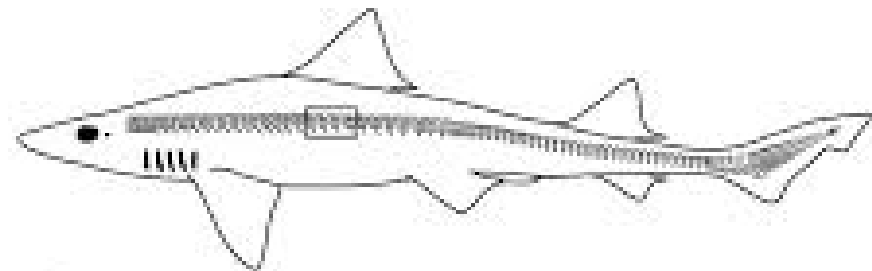
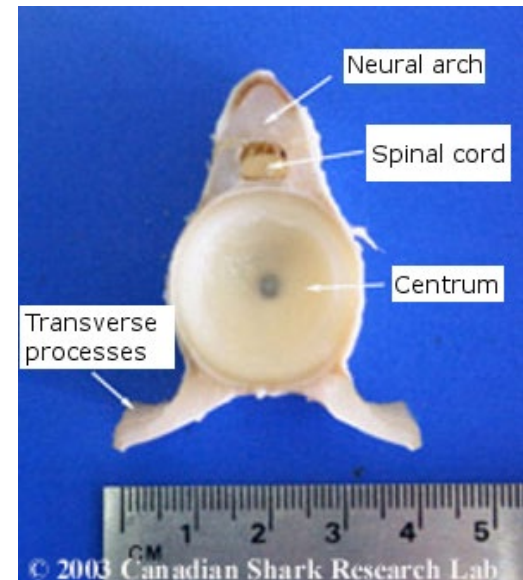
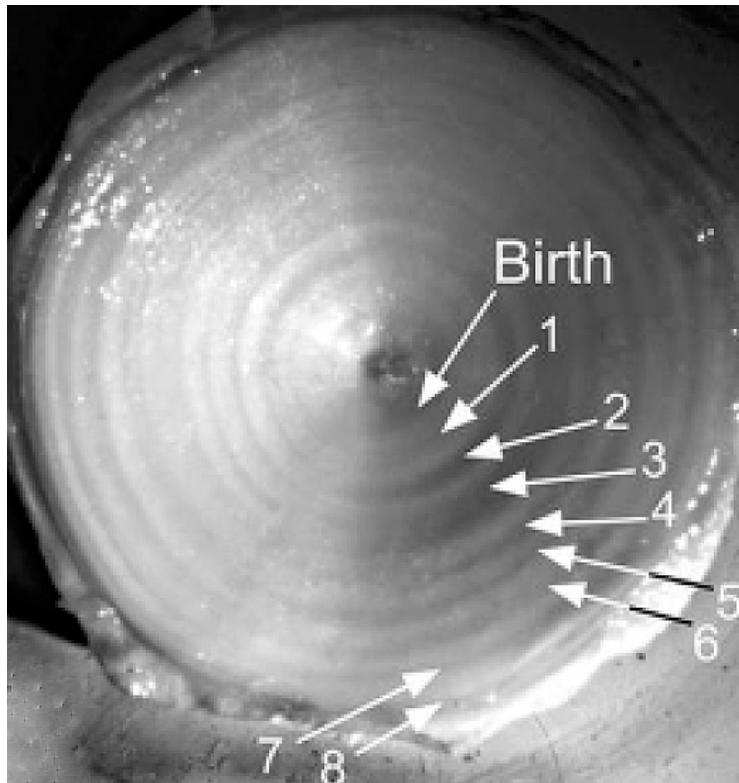


Společný předek  
Chimér, žraloků a rejnoků



B. Amphistylic suspension (early chondrichthyans, acanthodians, and early bony fishes)

# Amficoelní obratle



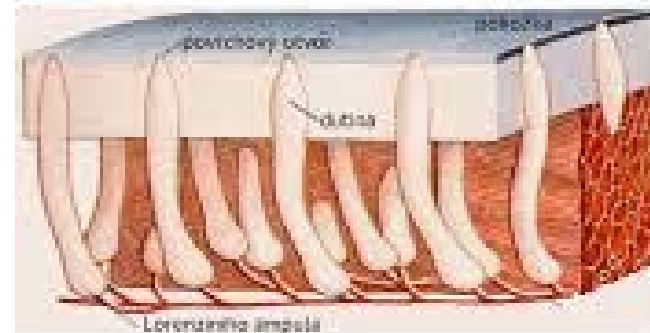
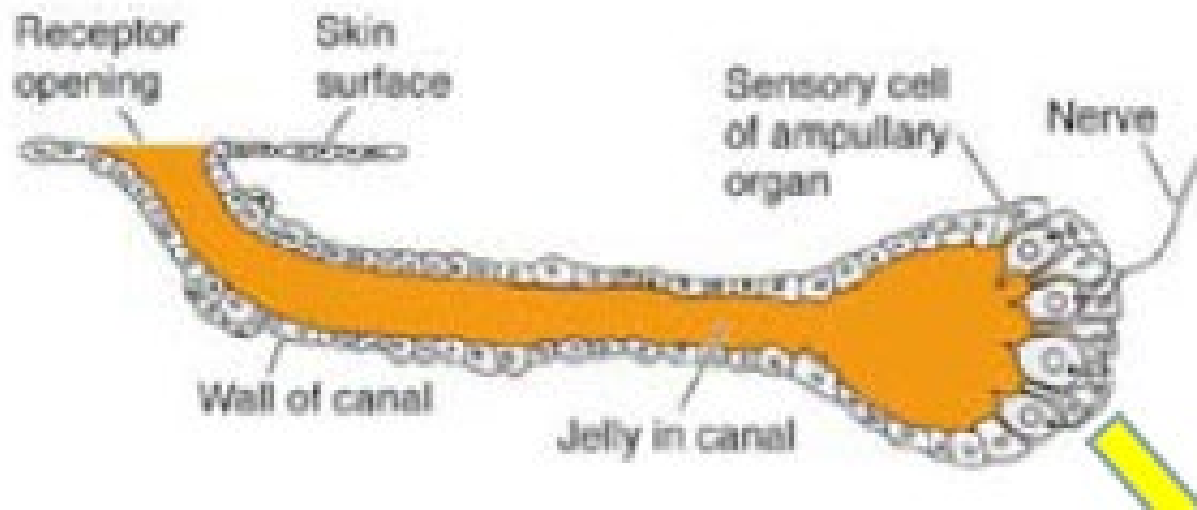
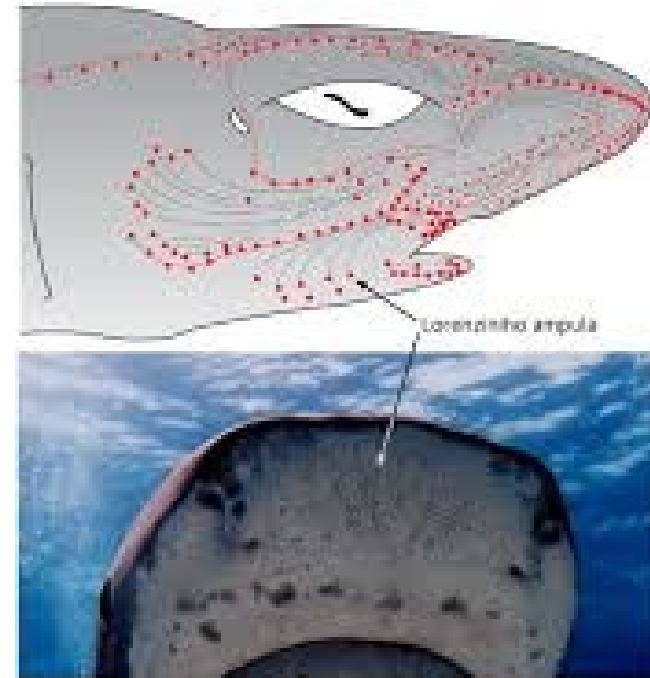
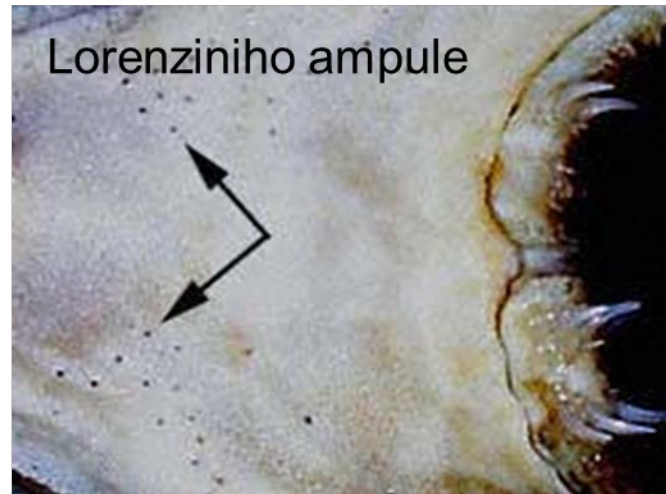
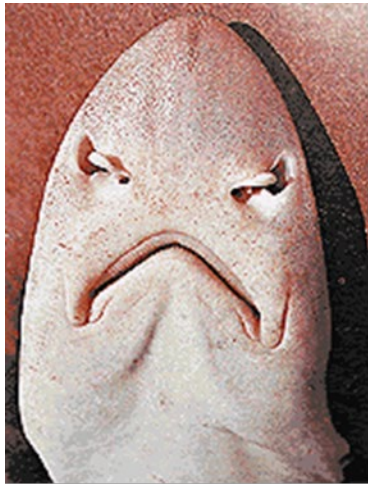


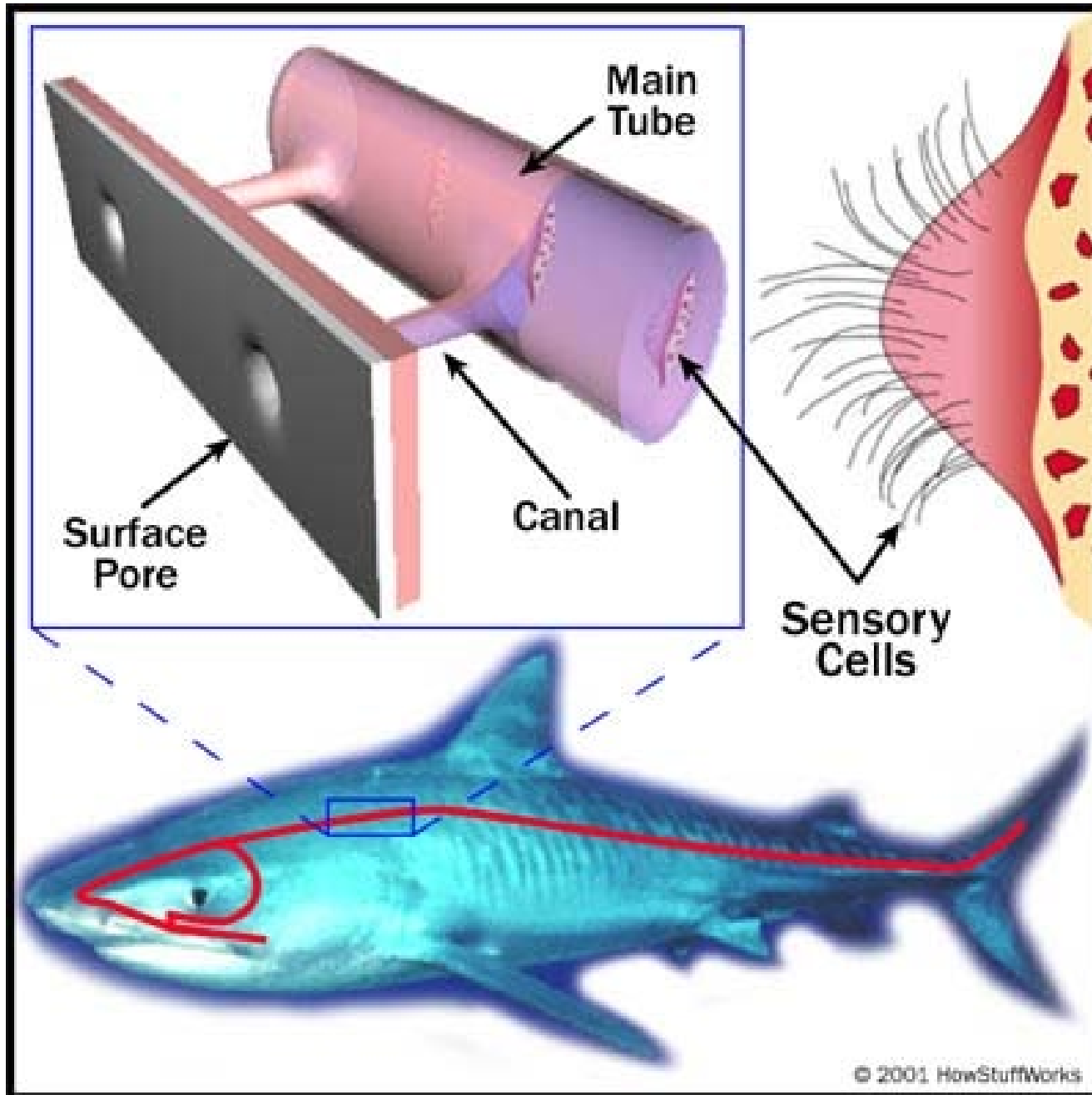
- velký telencephalon, čichové laloky, mozeček, **extrémní encefalizace u pelagických predátorů**
- smysly: **čich** - krev cítí do 400 m; chuť; proudový orgán jen na hlavě, v blanitém labyrintu drobné statokonie, nízkofrekvenční zvuky vznikající prudkým pohybem ve vodě (poraněná ryba) do vzdálenosti 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; druhé víčko
- příčná ústa pod rostrem (někdy vysunovatelné čelisti), polyfiodontní, heterodontní chrup - funkční 1-3 řady cca 2-3 týdny, za život až 30 000 zubů, tvar zubů dle potravy



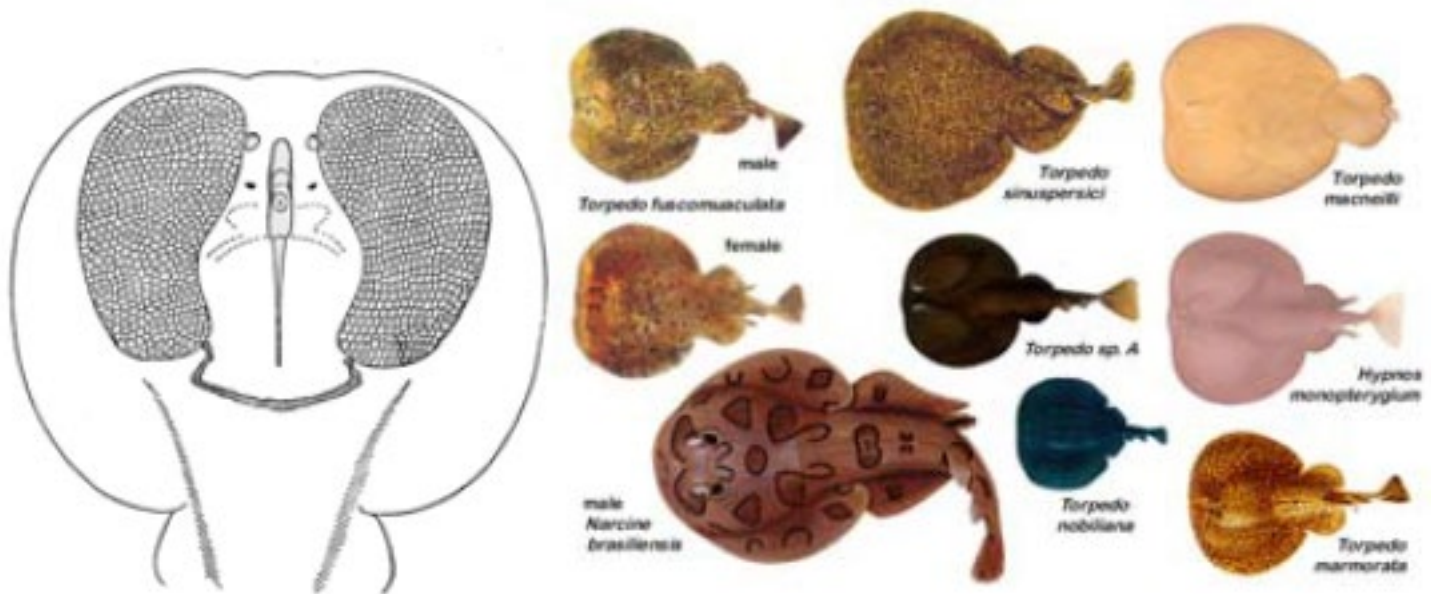


**Lorenziniho ampule** ( $0,005 \text{ mVcm}^{-1}$ , tj.  $25 \cdot 10^6$  x více než člověk (např. vnímá tep srdce oběti), detekce elektrických impulsů vysílaných jinými živočichy, které vznikají svalovou činností, změna teploty, slanosti vody a hloubky

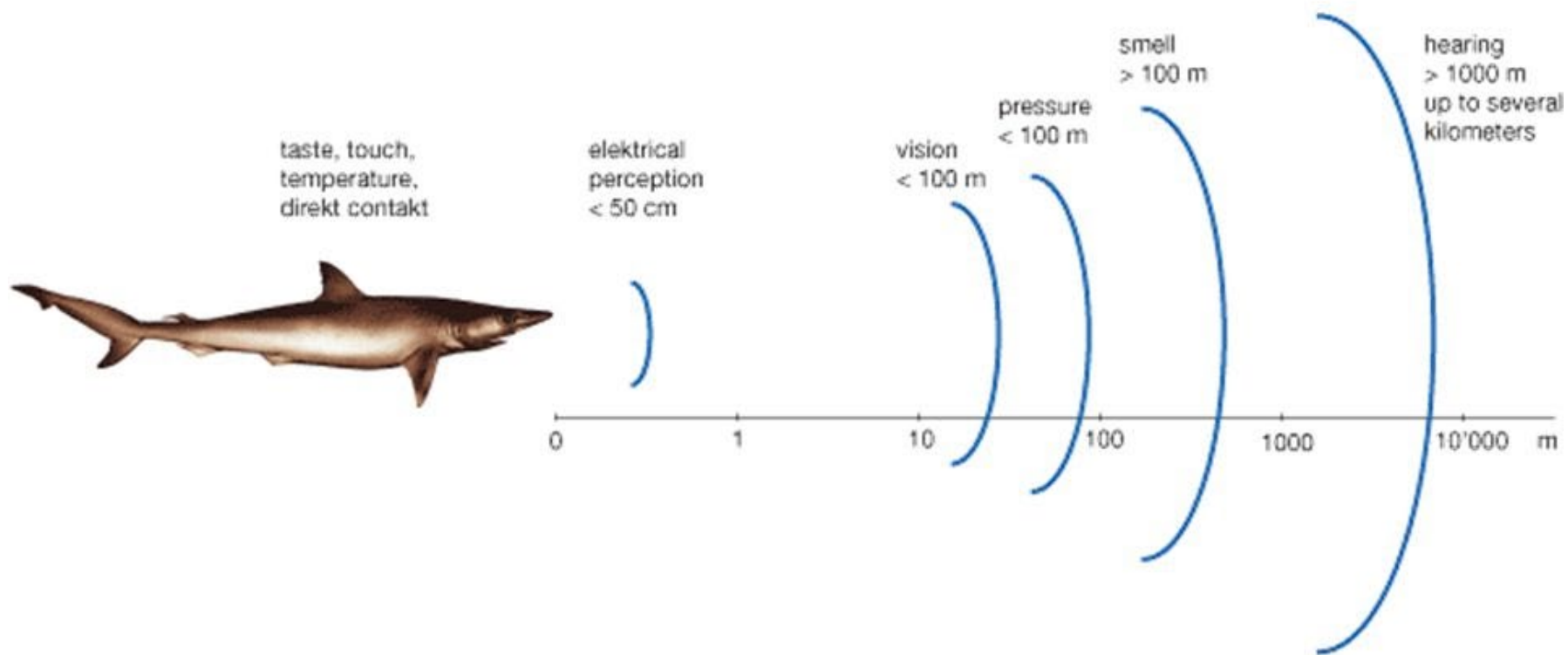




Elektrická energie –  
Torpediniformes – cca 60 druhů  
30 A, 50-200-2000 V, fén ve vaně

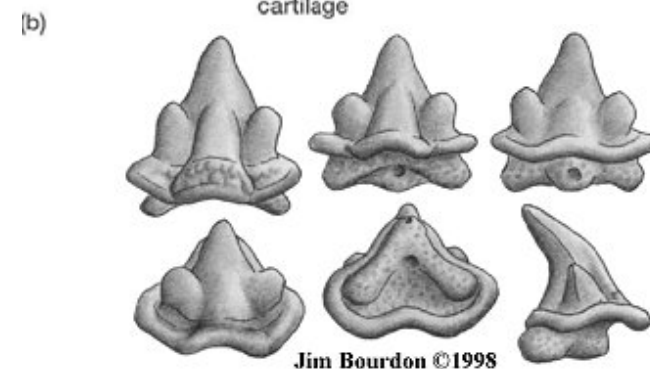
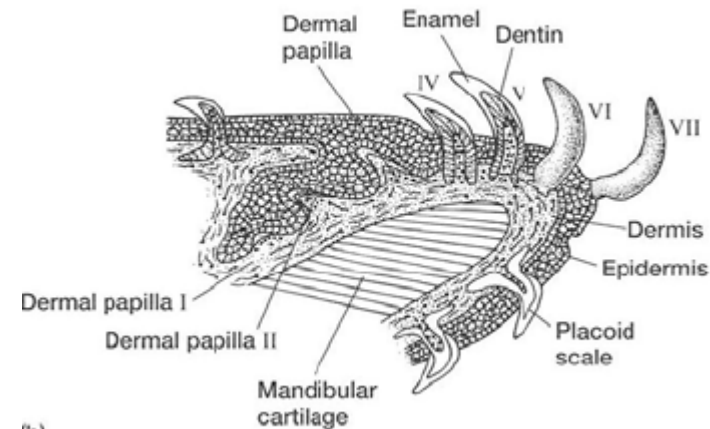
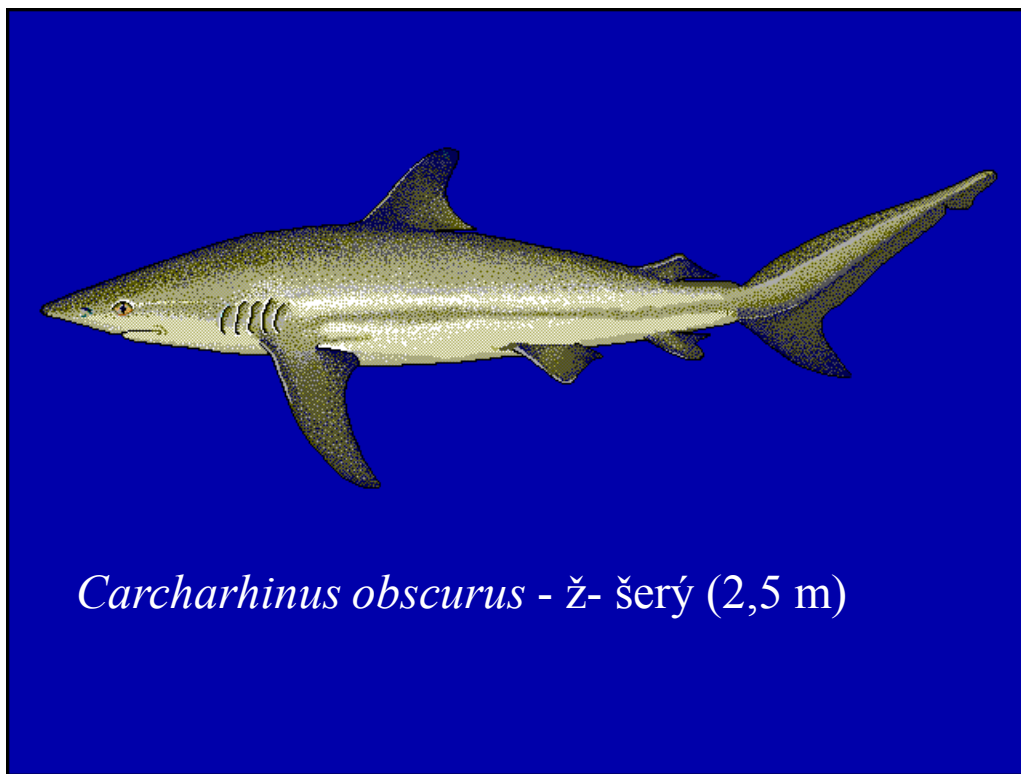


# PARYBY – SMYSLOVÁ SOUSTAVA



- heterodoncie (*Carcharhinus* (horní>dolní),
- Hexanchus (naopak)
- drobné zuby planktonofágů počet 7200

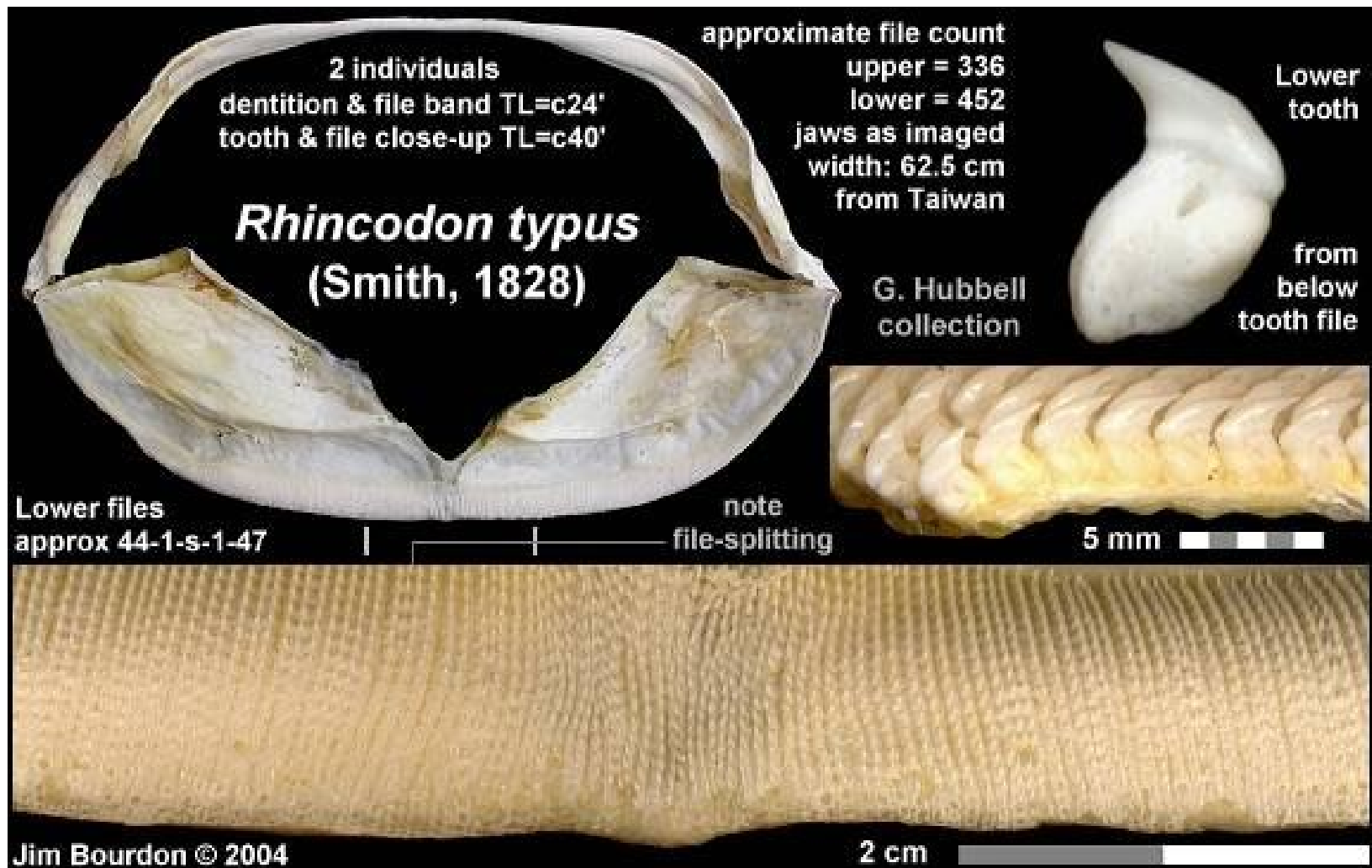
filtrující druhy – *Rhincodon*, *Megachasma* –  
vnitřní šupiny protaženy do tyčinek do hltanu



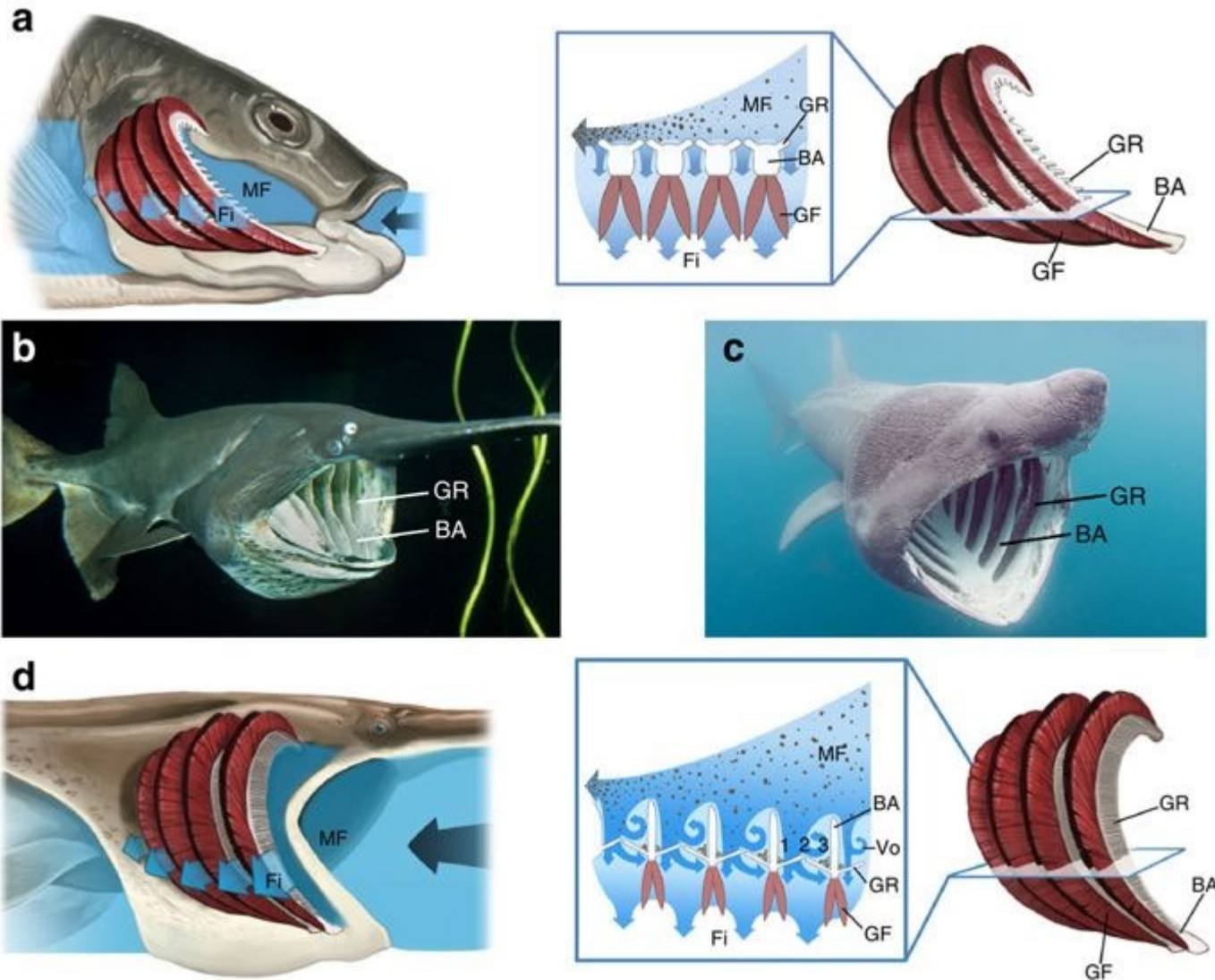
Tlak na špičkách zubů 2 800 kg/cm<sup>2</sup>



široké trojúhelníkovité s pilovitými hranami





Filtrátoři – *Rhincodon typus*

Mainstream flow interacts with the series of backward-facing steps formed by the branchial arches. The resulting vortical flow interacts with the gill rakers to concentrate particles in zones 1 and 3 along the slot margins.

- **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, skot, 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
  - adelofagie, oofagie - požívání mladších embryí a pak vajíček)

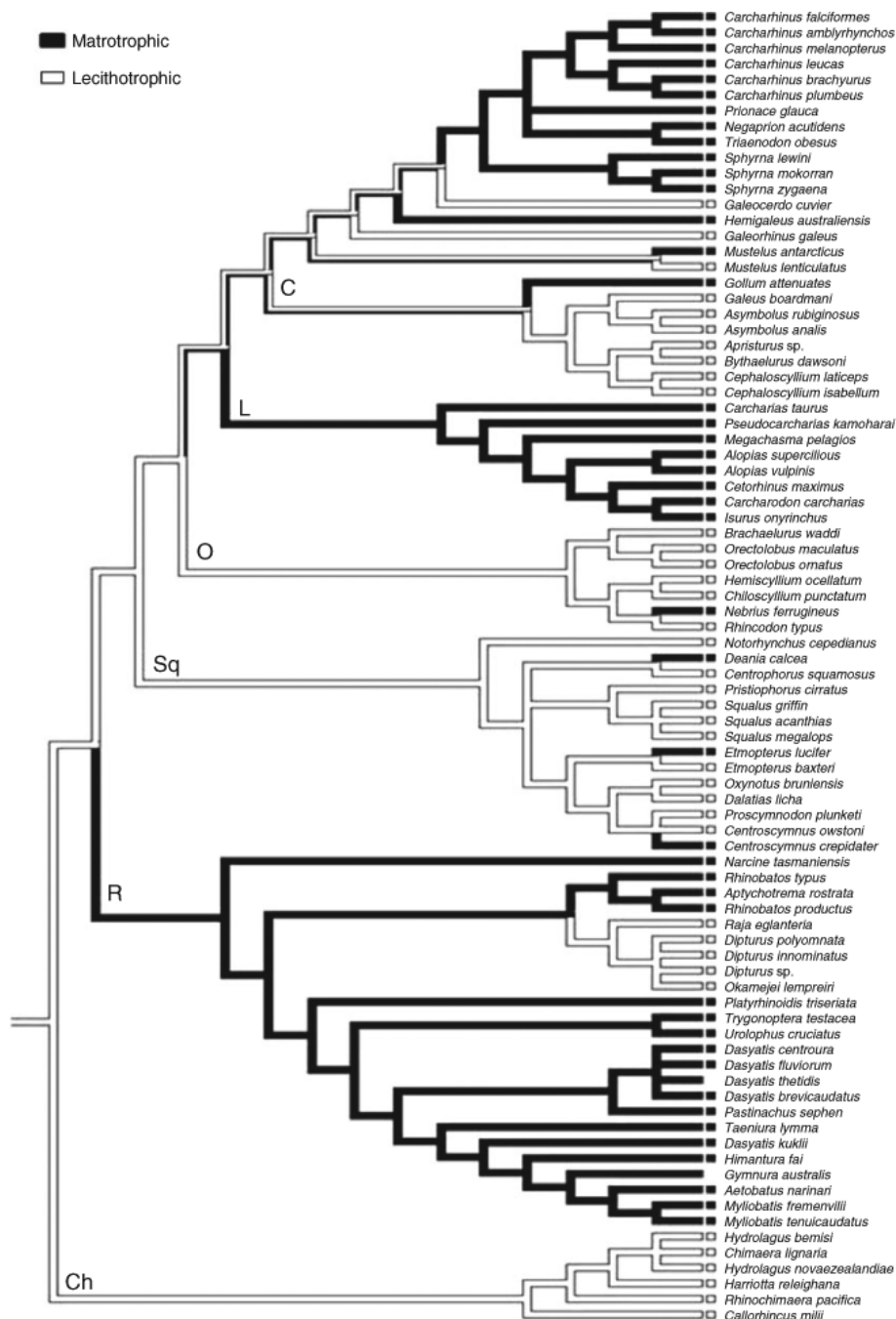


# Rozmnožování

- páření,
- vnitřní oplození, pterygopody (myxopterygia)

- oviparní - 33%, 5 čeledí, 2-10 vajec, až 35 cm (pštros 20 cm), inkubace 9 měsíců - 2 roky
- ovoviviparní - 40 %, bez placentace
- viviparní - 27 %, žlutková placenta, „děložní mléko“, 2 - 135 mlád'at, březost 2-12 měsíců (2 roky), ml. bez žloutku
- dospívání v 15-30 letech, věk 50-70 let

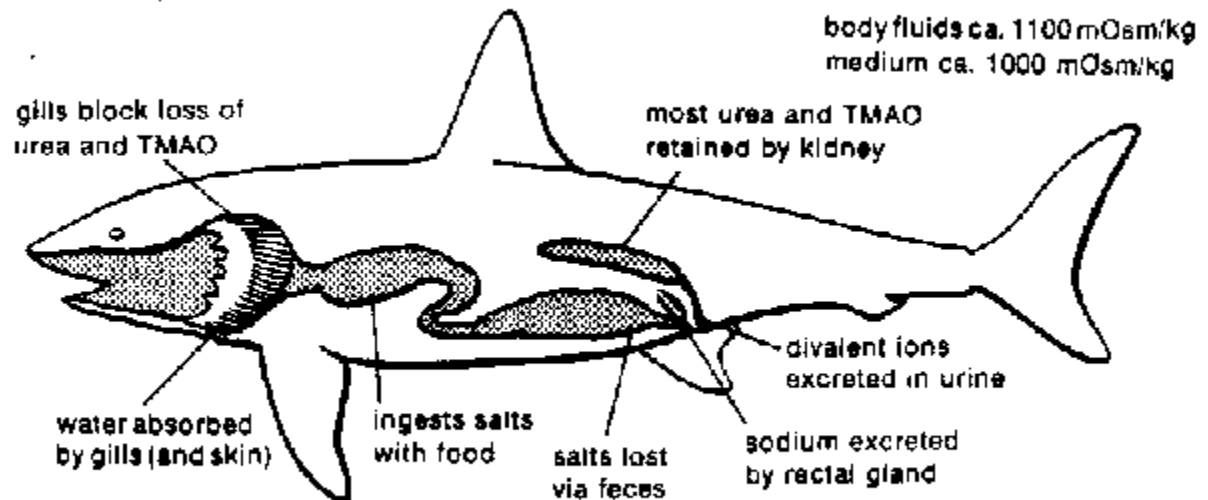




Chimaeriformes (Ch), Rajiformes (R), Squaliformes (Sq), Orectolobiformes (O), Lamniformes (L) and Carcharhiniformes (C)

Různé formy živorodosti ve všech liniích

- vysoké koncentrace močoviny a TMAO (trimethylaminoxid) v krvi
- Isoosmotičnost
- Nepijí, minimální ztráty difúzí
- Velká plocha žaber – velká výměna vody a iontů s okolím



**FIGURE 13-2.** Diagram summarizing osmoregulation of saltwater elasmobranch.

Sladké vody

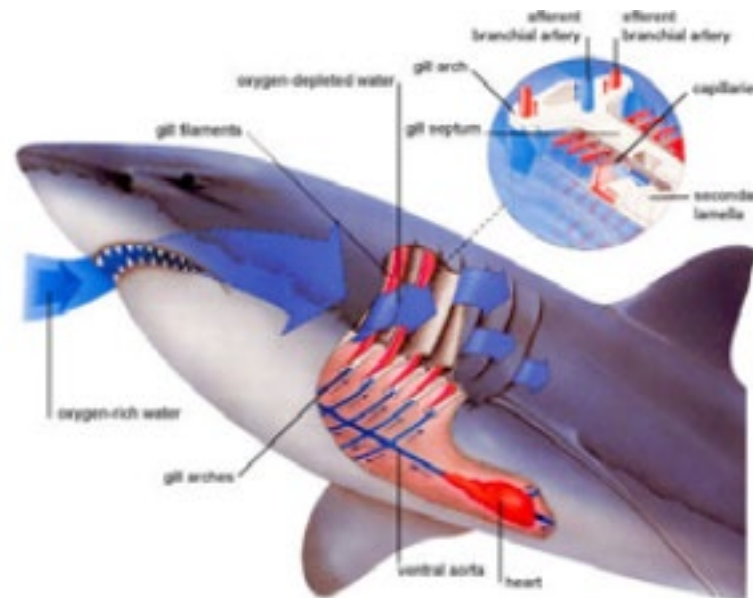
Potamotrygonidae, Dasyatidae

Přechodně *Carcharhinus leucas*, žr. bělavý

*Pristis perotteti* - piloun

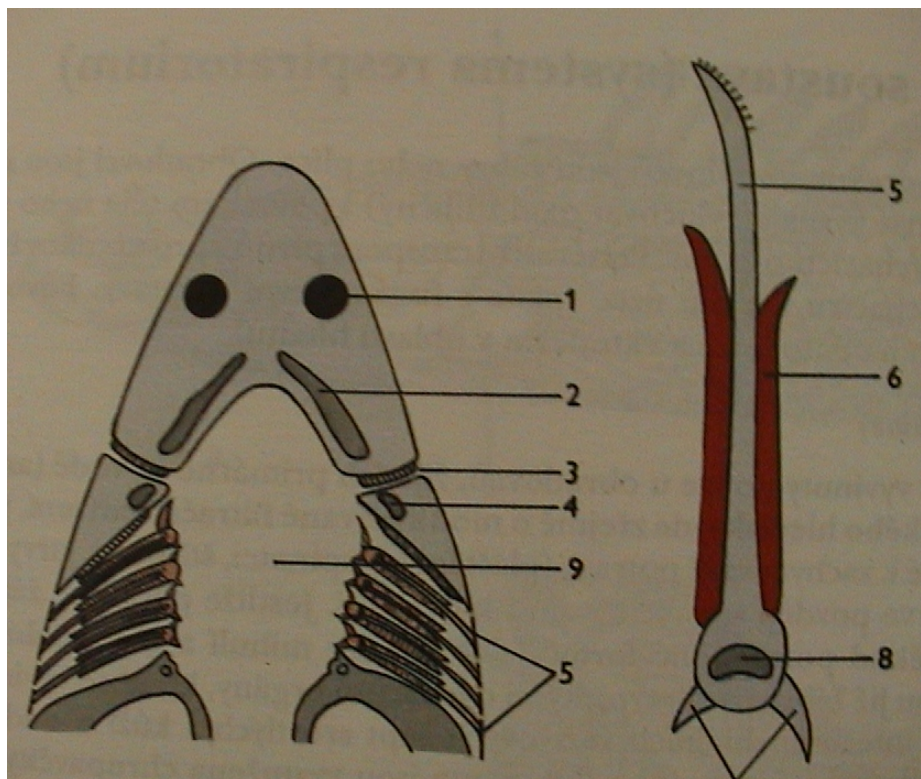
Močovina toxická, proto vysoká hladina TMAO

# spirakulum

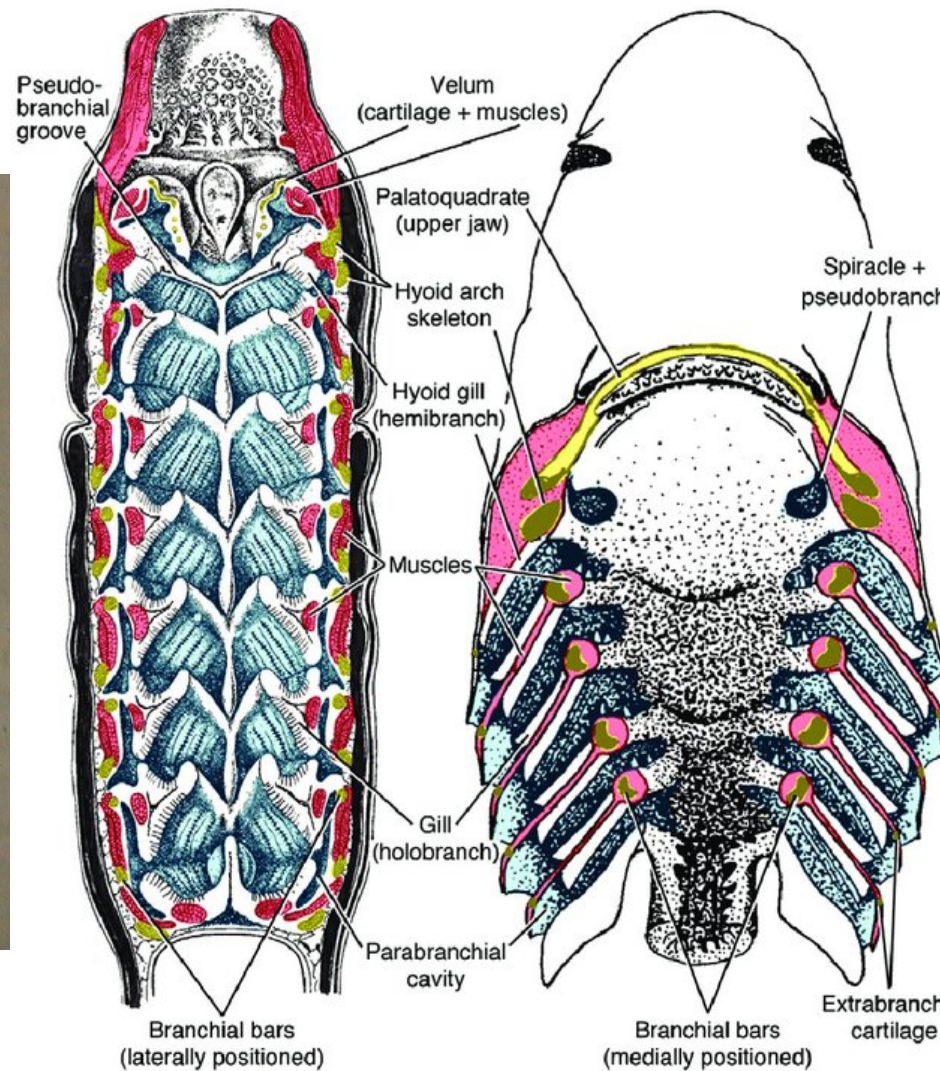


- žábry – žaberní přepážky, na nich žaberní plátky přirostlé celou plochou, obvykle 5 párů štěrbin, **ektodermálního** původu

žaberní plátky přirůstají k ž. přepážkám



(A) Cyclostome (larval lamprey) (B) Gnathostome (dogfish shark)

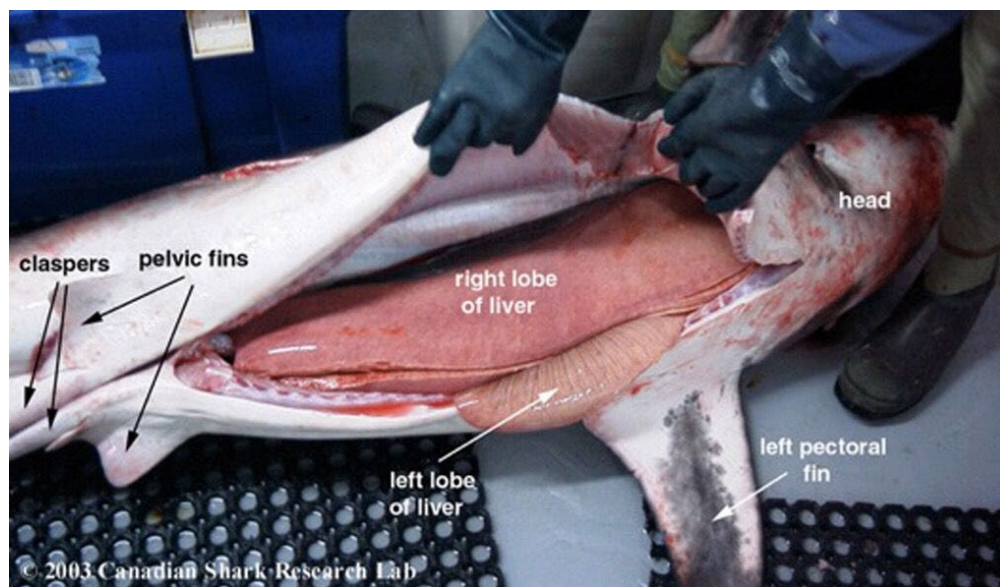


Chrupavčitá kostra – svaly – pevně ke kůži, při plavání efekt gumy,  
Efektivní pohyb, šetří energii

Asymetrická ocasní ploutev – pohyb u dna

Symetrický ocas – pelagičtí, vysoké rychlosti

Rejnoci chybí ocasní ploutev – manta, pohyb prsními ploutvemi



Bez plynového měchýře, ale olejnatá játra – obsahují squalen

Hydrostatický orgán – až 25% hmotnosti

Olej je lehčí než voda, je nestlačitelný, nevdí tlakový gradient  
při pohybu vodním sloupcem

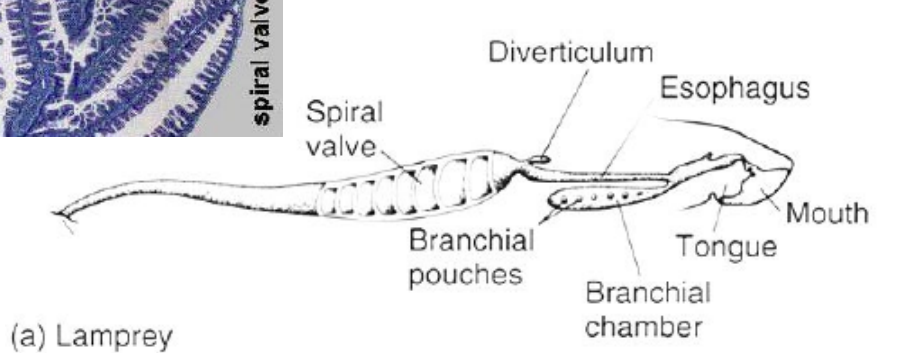




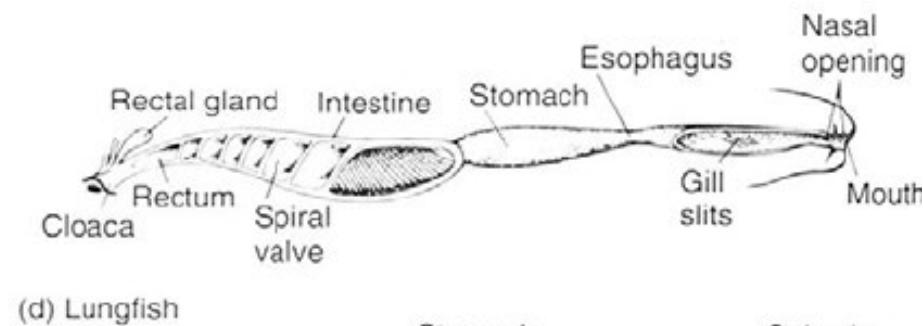
- svalnatý hltan - prostorný žaludek - střevo se spirální řasou (typhlosolis) - kloaka

## spirální řasa – typhlosolis

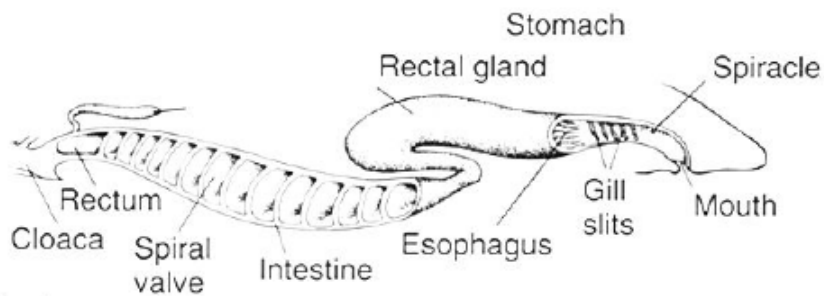
změny v organizaci – paryby a ryby



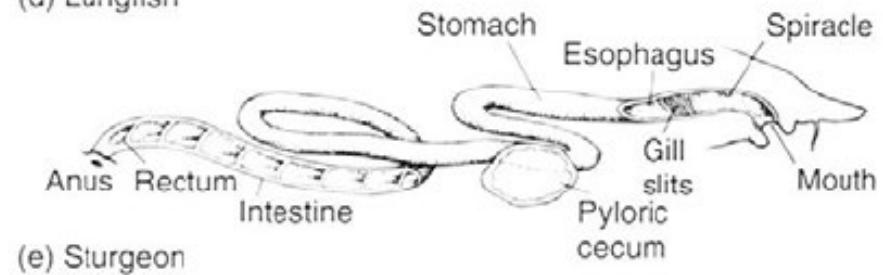
(a) Lamprey



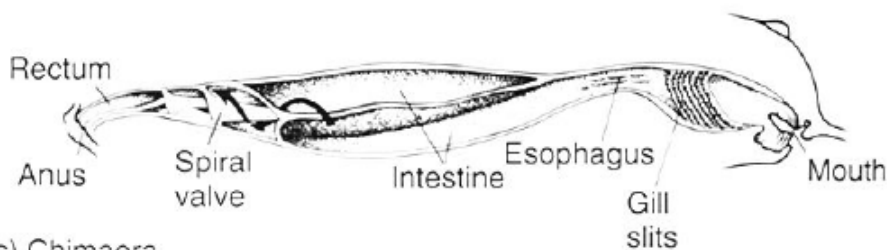
(d) Lungfish



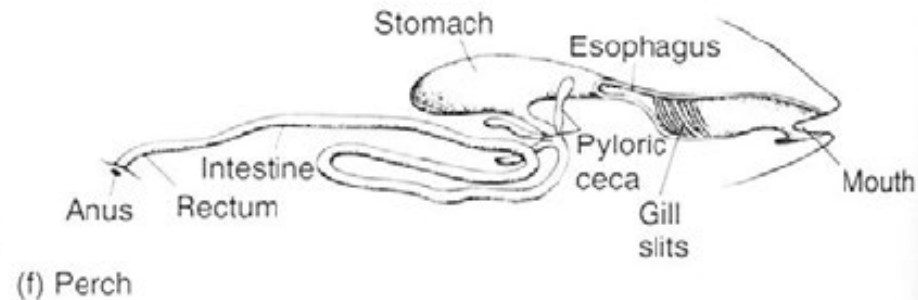
(b) Shark



(e) Sturgeon



(c) Chimaera

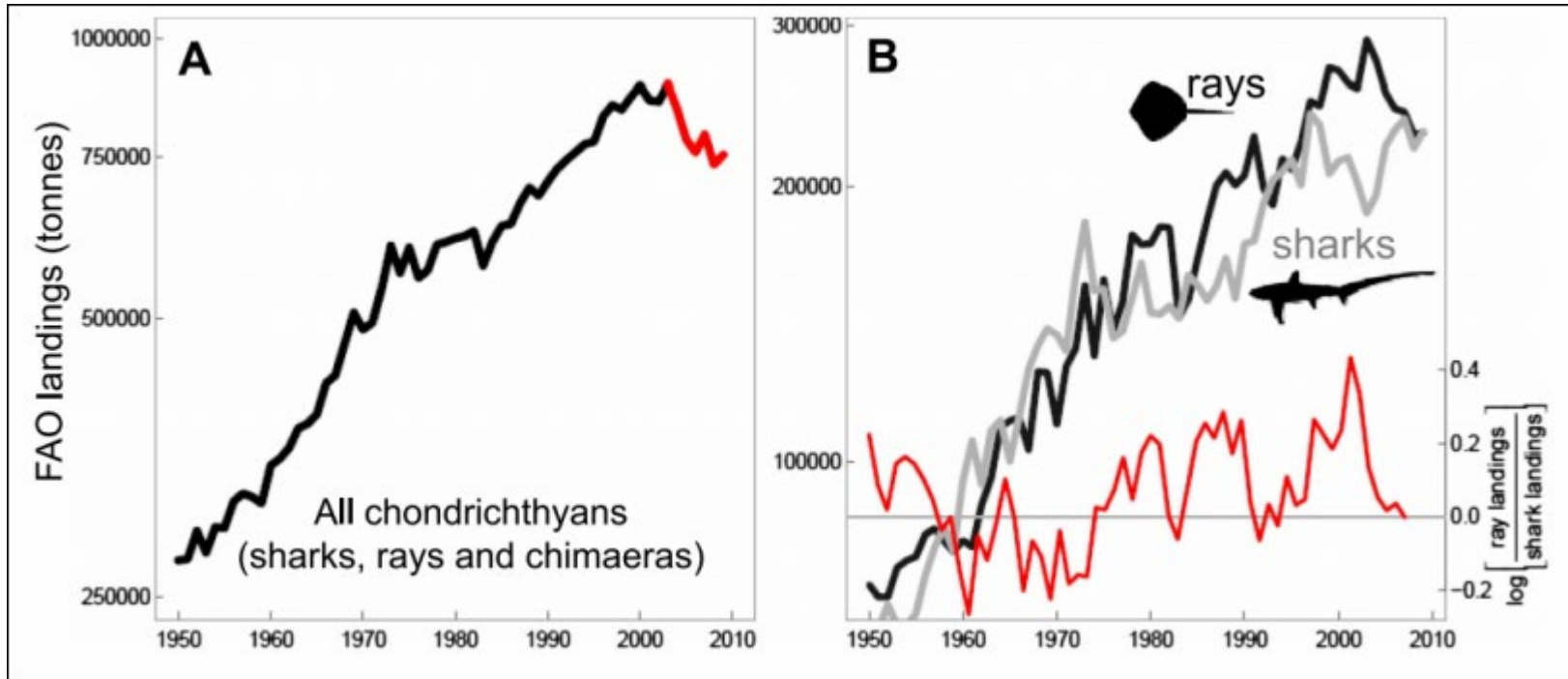


(f) Perch

# zvláštní lovecké strategie: žraloci rodu *Alopias* - liškoun



Ryby v hejnech, omráčení ocasem



## Ekoturistika – potápění se žraloky

[https://www.youtube.com/watch?v=xb-Ngb\\_Dikw](https://www.youtube.com/watch?v=xb-Ngb_Dikw)



planktonofágové:

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

**Filtruje přes vláknité plakoidní šupiny**

*Megachasma pelagios* - ž. havajský

*Rhincodon typus* - ž. obrovský (velrybí)

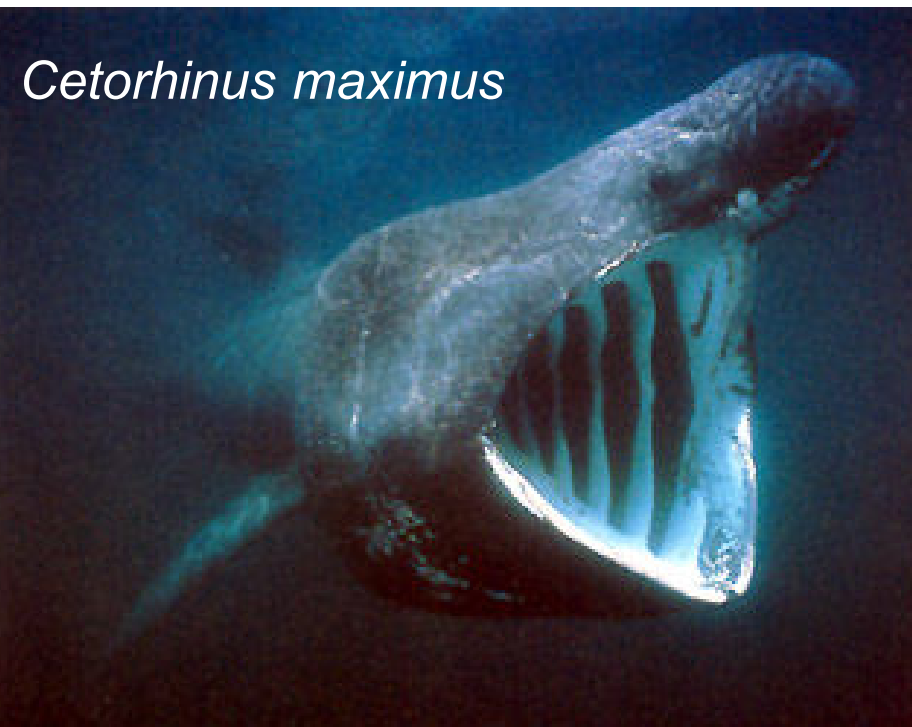
*Manta birostris* - rejnok obrovský

**Filtrují přes žaberní oblouky**

*Manta birostris* - rejnok obrovský



*Cetorhinus maximus*



*Rhincodon typus*

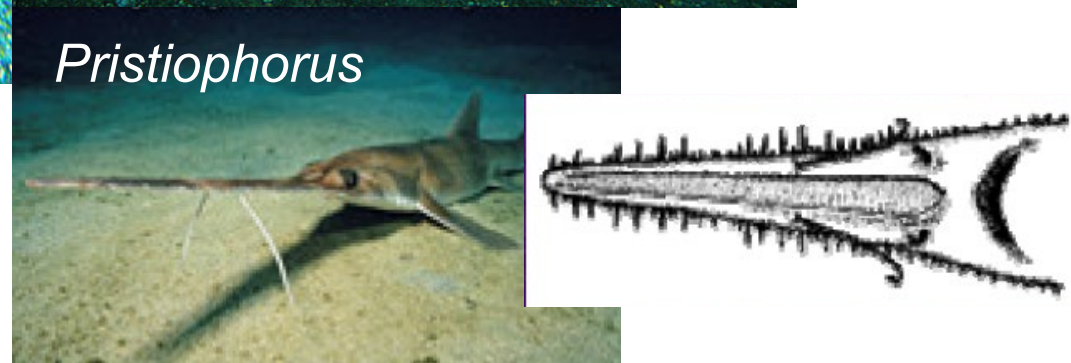
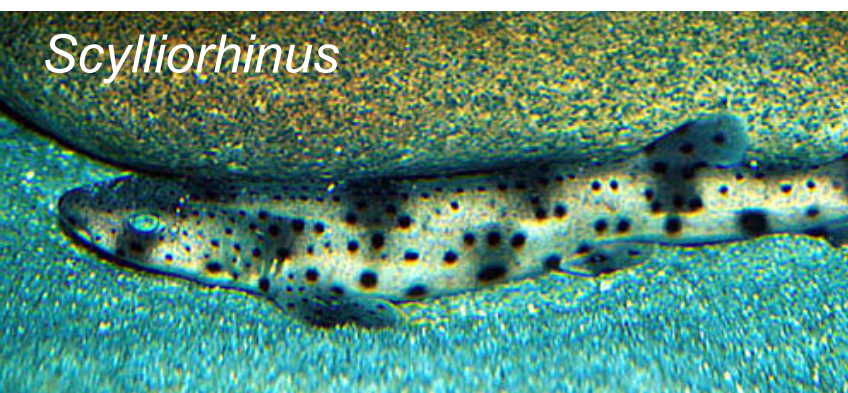
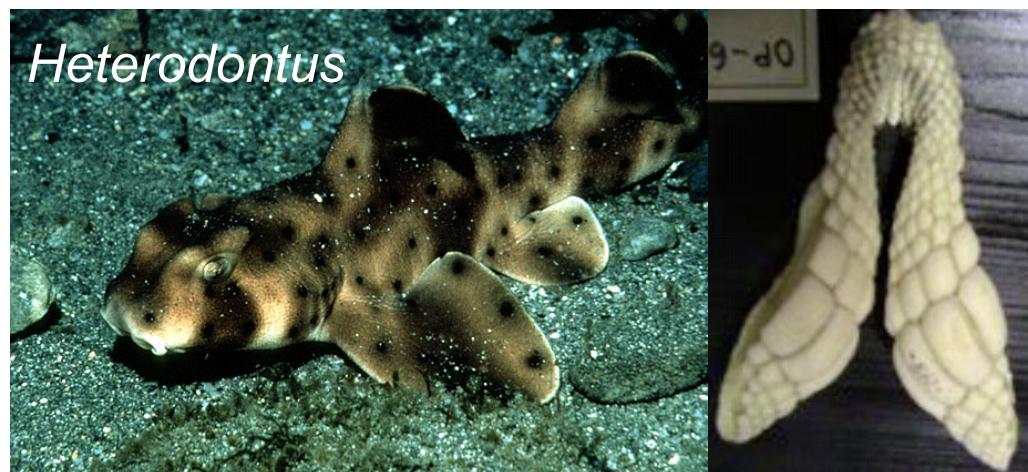
bentofágové:

*Heterodontus* - různozubec

*Scylliorhinus* - máčka

*Orectolobus* – ž. kobercový

*Pristiophorus* - pilonos



*Pristiophorus* – pilonos – pilovité rostrum

drobné ploché zuby, rostrum k prorývání dna

# KURIOZITY...

*Isistius brasiliensis* Žraloček brazilský

Vykusování hlubokých ran, bioluminiscence

*Etmopterus* 15-19 cm

Jeden z nejmenších druhů

Lamniformes „teplokrevnost“

Dokáží využívat „odpadní teplo“ svalů na ohřev těla

Délka života – 70+ *Squalus acanthias* (Spiny Dogfish)

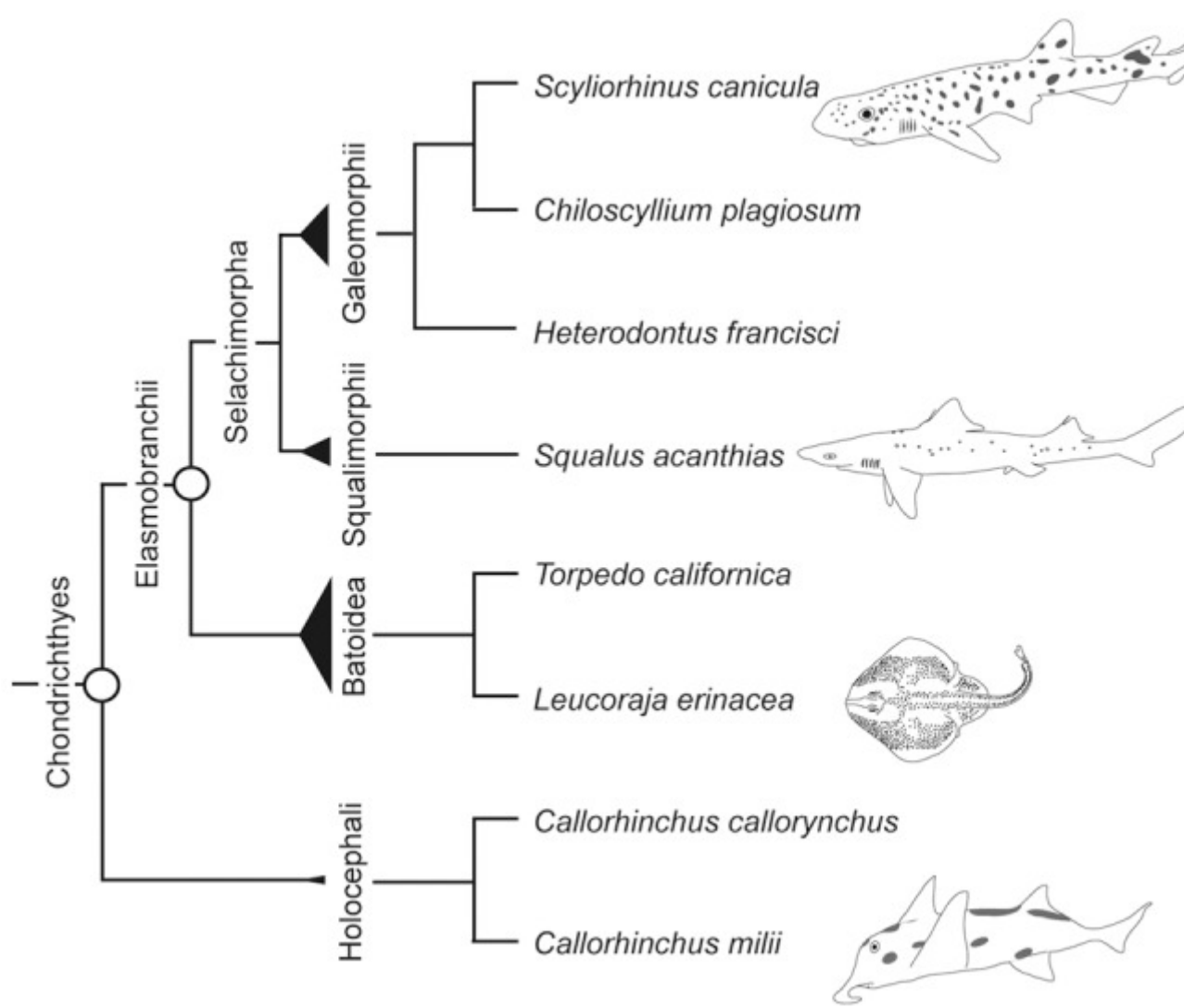
Rychlost - *Isurus oxyrinchus* 55km/h

Hloubkové rekordy kolem 3500 m

Bioluminiscence: *Etmopterus spinax*,  
*Megachasma pelagios*

ž.malohlavý, *Somniosus microcephalus*  
doložen věk > 300 let, pohl.dospělost – 150





**Chiméry ± 50 druhů**  
**Žraloci ± 520 druhů**  
**Rejnoci ± 640 druhů**





## ELASMOBRANCHII

Batomorphi (Batoidea) - pilouni a rejnoci (456)

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

Squalimorphi - rejnoci

- **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)

Galeomorphi - moderní žraloci († Ctenacanthoidea, Hybodontoida), 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)

## HOLOCEPHALI

**Chimaeroidei** (31): Chimérovití (Chimaeridae), Chimérovkovití (Callorhynchidae), Pachimérovití (Rhinochimaeridae)

**HOLOCEPHALII**

- Chimaeriformes

**EUSELACHII**

ELASMOBRANCHII (= NEOSELACHII)

SELACHII (žraloci)

**Galeomorphi**

- Heterodontiformes (různozubci)
- Orectolobiformes (malotlamci)
- Lamniformes (obrouni)
- Carcharhiniformes (žralouni)

**Squalomorphi**

- Hexanchiformes (šedouni)
- Squaliformes (ostrouni)
- Echinorhiniformes (drsnotělci)
- Squatiniformes (polorejnoci)
- Pristiophoriformes (pilonosi)

BATOMORPHI (rejnoci, tmuchy, manty)

Torpediniformes (parejnoci)

Rajiformes (rejnoci)

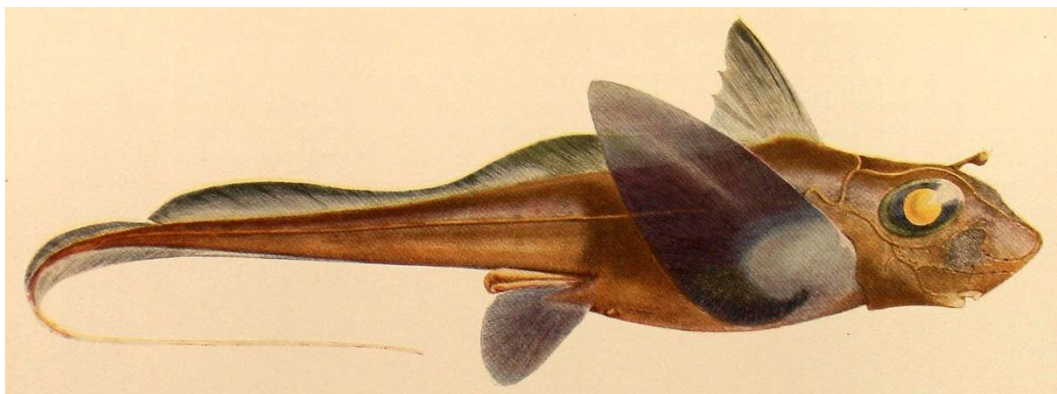
Pristiformes (pilouni)

Myliobatiformes (tmuchy)

## Holocephali (Chimaeroidei)

- velké prsní ploutve, bičovitý ocas
- šupiny jen místy (hlava, hřbet, pterygopody)
- velká hlava, krátké rostrum, primární autostylie (**holostylní I.**)
- obratle bez těl, chorda zachována, chybí žebra
- 4 páry žaberních štěrbin krytých kožním žaberním víčkem, podepřeným chrupavkou připojenou k jazylkovému oblouku

*Chimaera monstrosa* - chiméra podivná



- deskovité **zuby bez skloviny**, monofodontní chrup

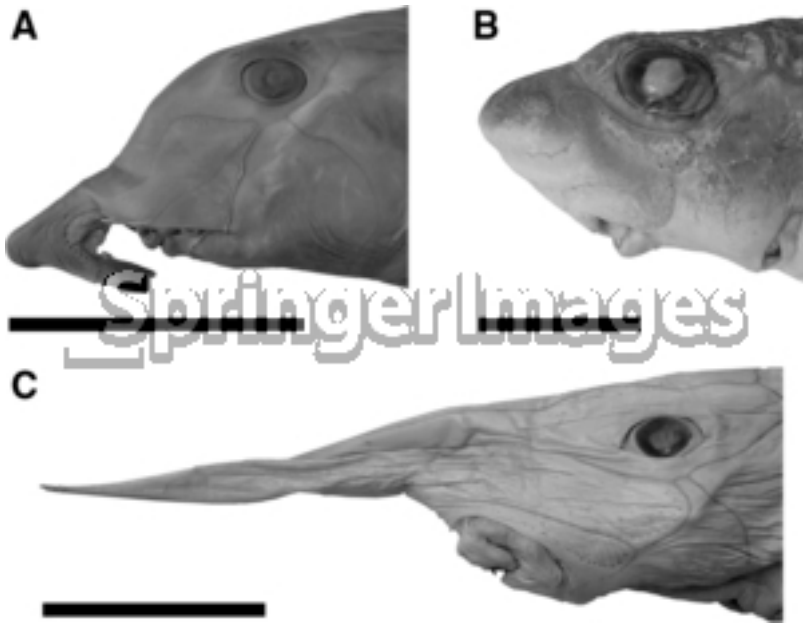
- **pohlavní dimorfismus** - samice větší (2 m)

- 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



Chimaera monstrosa

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

Rhinochimaeridae

<https://www.youtube.com/watch?v=J6oNUJ5aGoU>

# Cladoselachimorpha

– (devon, zvláštní typ zubů, bez anální ploutve, nesegmentovaná radialia, dorsální ploutevní lem

- **Neoselachi = Euselachi** (žraloci) + **Batoidea** (rejnoci = Hypotremata)  
fossilní - **Ctenacanthii** (devon)  
**Hybodontia** (Perm-Křída)

## Hybodontia

– velcí predátoři krokodýlů, mosasaurů, ichtyosaurů

## Cladoselachia

Pohlavní dimorfismus a epigamní chování

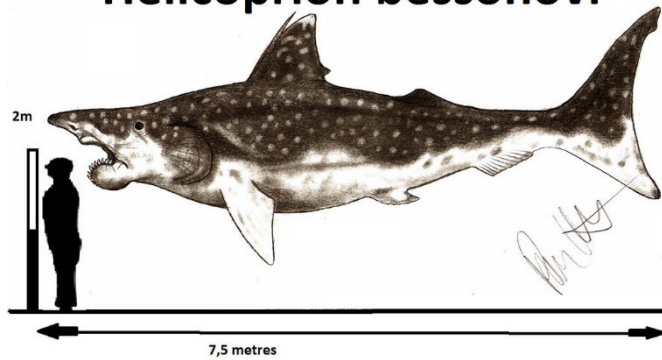


## Edestida - *Helicoprion*

<https://www.youtube.com/watch?v=0lfZxoCgMEc>



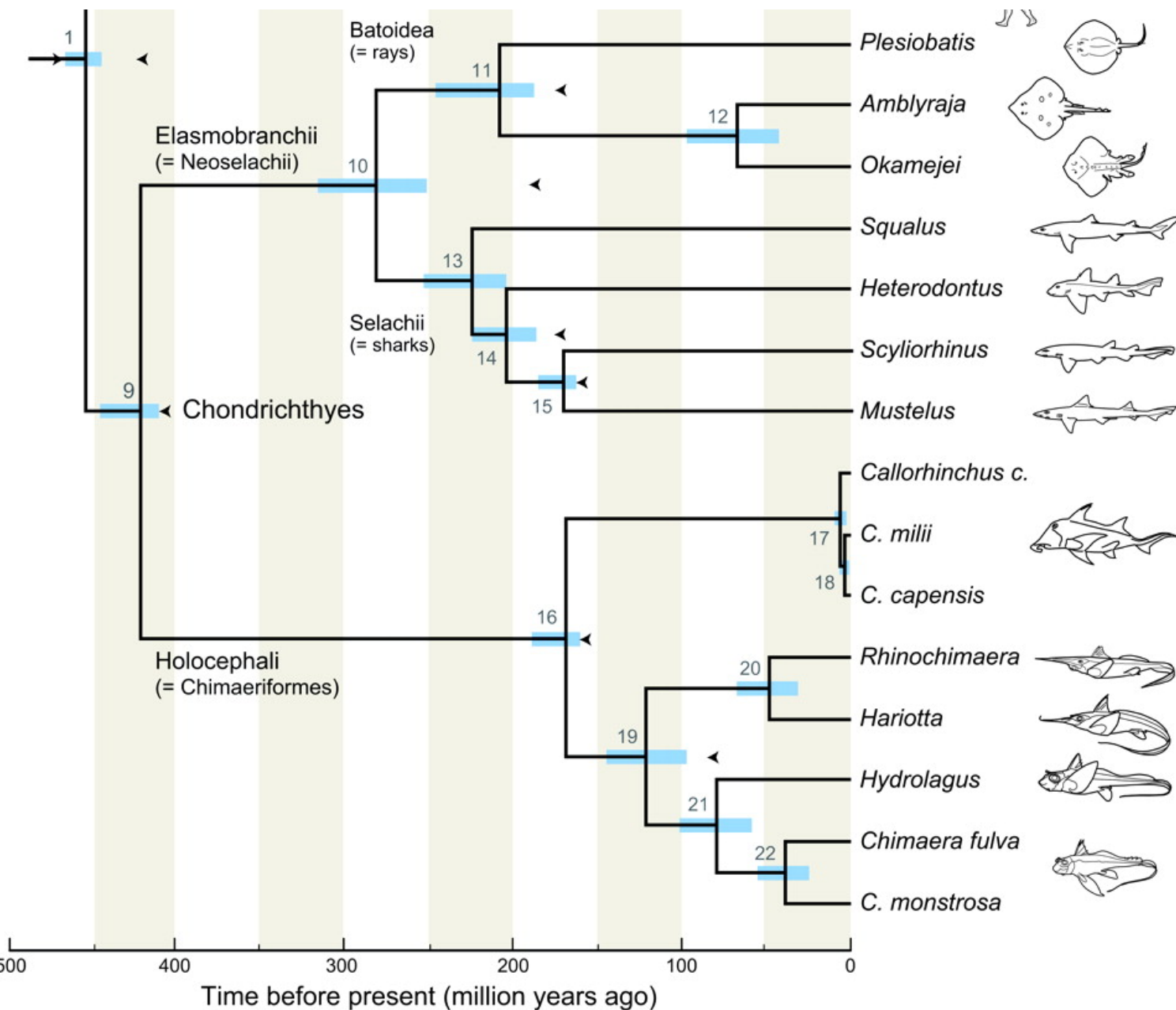
### *Helicoprion* *bessonovi*





# Příčnoústí (Elasmobranchii)

- torpédovité nebo dorzoventrálně zploštělé tělo (žraloci a rejnoci)
- plakoidní šupiny, polyfidontní dentice
- kalcifikovaná těla obratlů
- žaberní oblouky leží za mozkovnou
- zachované spirakulum (voda dovnitř ústy a u rejnoků spirákulem), obvykle 5 párů vnějších žaberních štěrbin
- spirální řasa ve střevu, veliká játra (hydrostatická funkce), rektální žláza
- opistonefros, Leydigovy žlázy samců
- vysoká koncentrace močoviny v krvi: velké ledvinové tělísko
- vnitřní oplození, polylecitální vejce
- vejcorodost (40% druhů) a živorodost
- nidamentální žláza – tvorba skořápky
- matrotrofie, žloutková placenta, adelofágie a oofágie
- nízké tempo rozmnožování (K-strategie)



## Elasmobranchii

### Galeomorphi

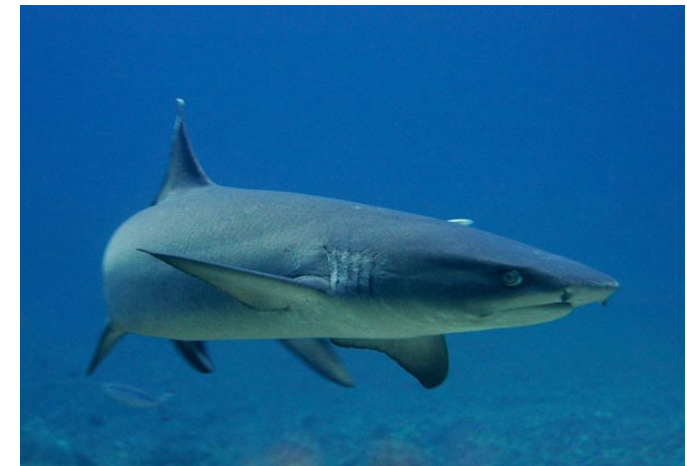
– Mají řitní ploutev, specifika repr. systému (funkční jen pravé ovarium, uchovávání spermií)

- Heterodontiformes - různozubci 9 spp.
  - Orectolobiformes - malotlamci 46 spp.
- ž.obrovský *Rhincodon typus* 18 m

rozlišené zuby, durofágní výživa,  
koncová ústa, 5 žaberních štěrbin,  
velká spirakula, vejcorodost  
různozubec přilbovitý  
(*Heterodontus galeatus*)



- Carcharhiniformes - žralouni 337 spp., máčka *Scyliorhynchus*, hladkoun *Mustelus* (Triakidae –39), ž. tygří *Galeocerdo*, ž. bělavý *Carcharhinus leucas*, kladivoun *Sphyrna*



Lamniformes - obrouni 15 spp. , ž. velký

*Cetorhinus* (1), *Megachasma* (veletlamovití), liškoun *Alopias* (3), ž.bílý (lidožravý) *Carcharodon carcharias*, mako *Isurus*, šotek *Mitsukurina*



*Mitsukurina owstoni* - ž.šotek, 3.5 m

hlubinný predátor hlavonožců, extrémní hyostylie, raritní, ale asi kosmopolit

<https://www.youtube.com/watch?v=Ce4xq4ANF44>

## Squalimorphi

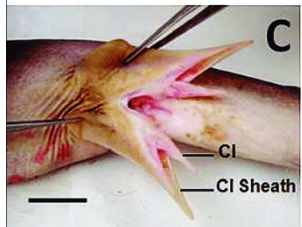
– Nemají řitní ploutev

- Hexanchiformes - šedouni (1 hř.pl, malé spiraculum, dlouhá žab. oblast) 5 spp.
- *Hexanchus*, *Heptanchias*
- Squaliformes - ostrouni (2 hřb.pl, trn, bez řitní pl.) 131 spp.
- žraloček *Isistius*, ostroun *Squalus acanthias*
- Squatiniformes - polorejníci (oči dors., ústa koncová, nozdry s vousky, dnoví) 13 spp.
- polorejník křídlatý *Squatina squatina*



©ANDY MURCH ELASMODIVER.COM

*Squatina*



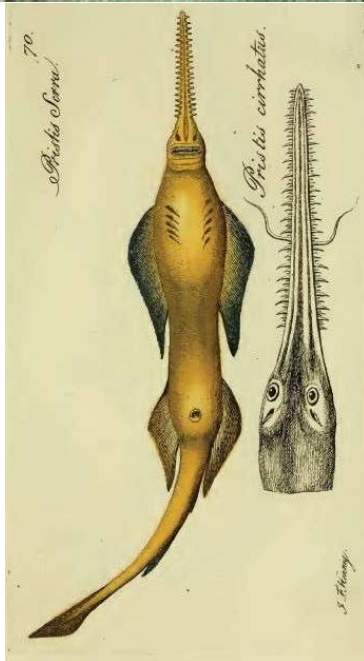
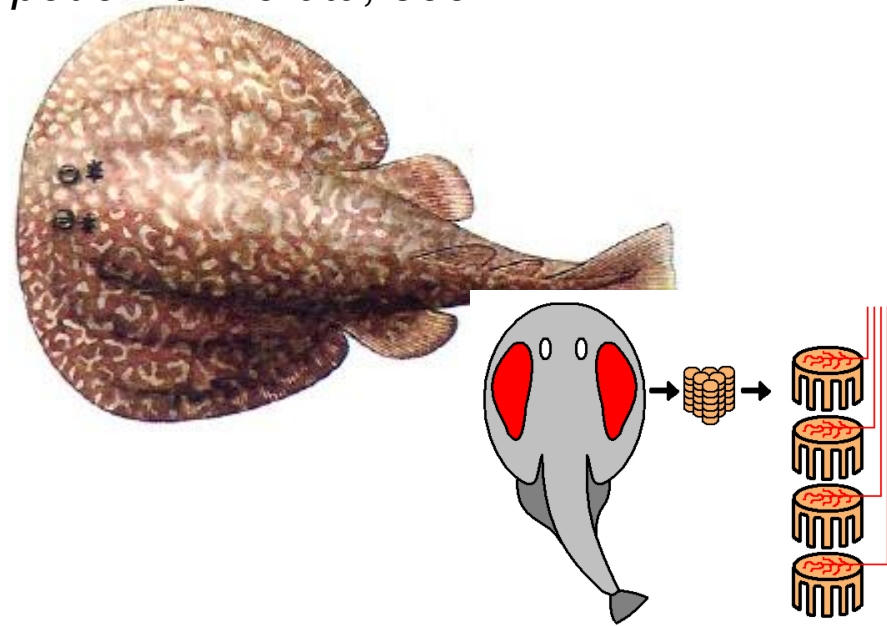
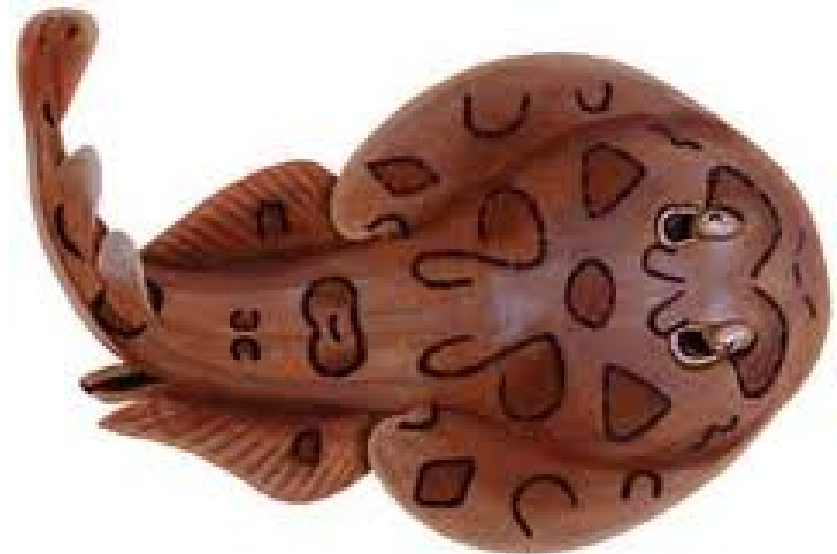
- Pilonosi (Pristiophoriformes)  
pilovitě ozubené rostrum, živorodost  
pilonos Schroederův (*Pristiophorus schroederi*)



- Pilouni a rejnoci (Batoidea)  
párové ploutve navzájem spojené, malá ocasní ploutev, velká spirakula za očima  
Pristiformes (*Pristis pectinata*)  
Torpediniformes (*Torpedo marmorata*)  
Rhinobatiformes ?  
Rajiformes (*Raja clavata*)  
Myliobatiformes (*Manta birostris*, *Dasyatis*, *Potamotrygon*)

Batoidei rejnoci

Pristiformes

piloun obecný – *Pristis pectinata*Torpediniformes – parejnoci, rejnoci električní  
*Torpedo marmorata*, 500 Vrejnoci neteční – *Narcine brasiliensis*



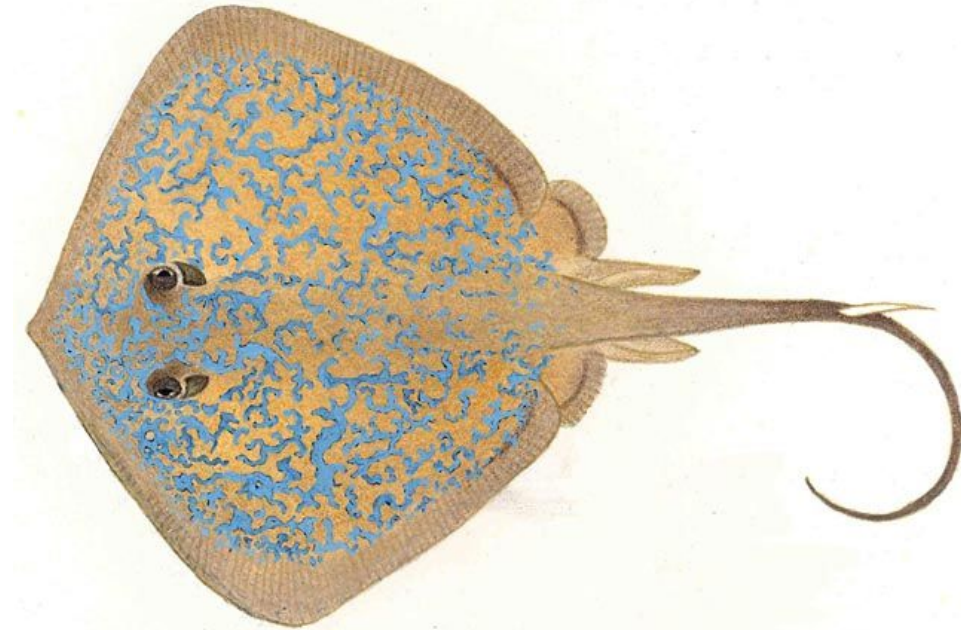
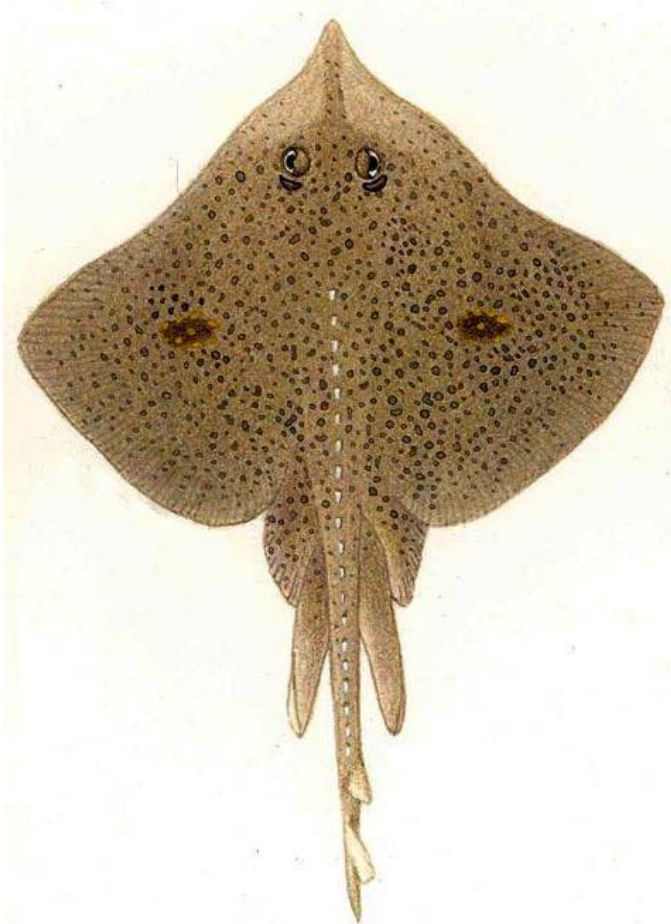
Batoidei – rejnoci

*Dasyatis* - trnucha

Rajiformes – praví rejnoci

párové ploutve srůstají v lem

*Raja* – rejnok



Myliobathiformes, Mobula, lety nad hladinou

<https://www2.padi.com/blog/video/mobula-rays-belly-flop-to-attract-mate/>



# *Carcharodon carcharias* – žralok bílý

Celosvětový výskyt mimo chladných moří

