

## 2. classis: **ACANTHODII**

- bodičasti morski psi; plavuti imajo na začetku močan trn
- vedno več kot 2 para ekstremitet
- dm-1m velike
- majhne *romboidne luske* (med seboj se dotikajo); glava: plošče
- **oko**: pomaknjeno anteriorno (zelo majhen vohalni reženj). Hrustanec, ki obdaja retino, pokosteni.  
Okoli očesa je *skleralni obroč* (del endokranija, ki tvori kapsulo okoli očesa)
- *operculum* prisoten
- primitivne **čeljusti** – 2 osifikacijska centra  
velik palatoquadratum; hioidni lok je še zelo podoben škržnim lokom  
v čeljustih lahko zobje/brezzobe
- **plavuti**: 2 hrbtne plavuti  
*heterocerkalen rep*  
do 7 parov parnih plavuti (to se ne ponovi nikjer več pri vretenčarjih)  
podpora plavuti: koščeni trni v sprednjem robu (mogoče tudi vrsta obrambe)  
(plavuti se razvile analogno neparnim; guba, ki je imela oporne el., se predeli na posamezne plavuti)

Pojavijo se v **silurju**, v **devonu** dosežejo višek ⇒ do konca **paleozoika**.

Sistematski položaj ni jasen; navidezna podobnost z morskimi psi.

## 3. classis: **PLACODERMI**

Pojavijo se v **devonu** (tetrapodi tedaj že na kopnem); **konec devona** izumrejo.

Velika, heterogena skupina z zapleteno sistematiko. Nekateri jih povezujejo s *hrustančnicami* (tudi glede na nekatere predstavnike – podobnost s skatom)

Izšli so iz 1. radiacije ⇒ pojav rib čeljustnic.

- močna spodnja in zgornja **čeljust**, ki je trdno zrasla z lobanjo.
- škrge pod glavo, v licih
- glavni ščit sklepno povezan s telesnim ščitom (kineza lobanje)
- večinoma oklepljene
- miškulatura drugačna kot pri ostalih ribah; tu so mišice mediano od kosti.
- *heterocerkalen rep*

o.: **ARTHRODIRA**

- prosperacija v **devonu**
  - *heterocerkalen rep*  
parne plavuti razmeroma majhne
  - močno oklepljeno telo – glavin in telesni ščit
  - glavin ščit: sestavljen iz dermalnih kosti – posamezne kosti niso homologne kostem v lobanji kostnic
  - **lobanja** je artikulirana s telesnim ščitom. Tako pride do pojava, da lobanja ni enotna kapsula – je iz več enot. To omogoča *kinezo lobanje* (odpreta se oba dela hkrati).
- 
- **čeljusti**: ni zob; močni grebeni, ki delujejo kot pravi zobje
  - operculuma ni
  - znanih že okoli 200 rodov! (rod: osnovna enota v paleontologiji-zaradi otežkočenih študij specif. znakov)

o.: **ANTIARCHI**

- majhen glavin, obsežen telesni ščit
- os hrbtenice zavije navzgor → *heterocerkalen rep*
- oklepljene prsne plavuti, ki so bile členjene (teorija o izvajanju endoskeleta) → hoduljaste plavuti (različne špekulacije uporabe)
- bentoške živali → dorzalno postavljene majhne oči

Domnevajo, da so že imele **pljuča**. Njihov nastanek naj bi bil dokaj enostaven: v vodi je bil zelo majhen % raztopljenega O<sub>2</sub> in ob dvigu T se je topnost še zmanjšala. Zaradi pomanjkanja kisika v vodi si pomagajo z O<sub>2</sub> iz zraka – plavale so na površje in zajemale zrak → resorpcija preko *ustne sluznice*. Prihajalo je do ventralne evaginacije žrela. Z zadrževanjem zraka se manjša specifična teža → razvoj **ribjega mehurja**.

V **karbonu** so razvili še nekaj aberantnih oblik.

*Ptycodontia*: močno podobni morskim podganam (Hymere).

#### 4. classis: **CHONRICHTHYES** (ribe hrustančnice)

Dobro definirana skupina rib – vse so morske in mesojede (plenilci, mrhovinarji).

3 glavni tipi:

- a) **morski pes**
- b) **skat** (»sploščen morski pes, povečane prsne plavuti«)
- c) **morske podgane** – aberantna skupina

Za a) in b) splošno velja:

- *heterocerkalen rep*
- **plakoidne luske**: vedno iz kostnega tkiva, prisotna lahko še zobovina in dentin – večplavno tkivo)  
Sestavljena je iz ploščice in zobca (dentikel). Koža je zato hrapava.  
V prečnem prerezu je identična našemu zobu (zato, ker se je naš zob razvil iz plakoidnih lusk na robu ust).
- *redukcija kostnega tkiva* – le v luskah in zobeh.
- kratko črevo, guba zavitnica – **tiflosol** (notranja stena se invaginira in zaplete)
- *brez ribjega mehurja*
- večinoma *notranja oploditev*
- **spiraculum** prisoten, pogosto povečan, funkcionalen

**Epiderm** je debelejši kot pri obloustkah, manj številne žleze. Morske podgane imajo veliko število *mukoznih žlez*. Nekatere kožne žleze ob osnovi trnov so se preobrazile tudi v *strupne žleze* (skati).

**Horda** je še dobro ohranjena; zasnovani so centri (vretence iz več delov, ki so povezani z ligamenti).

#### **Dihanje:**

Razen c) so brez *operculuma*. Reže se odpirajo navzven. Košara je ves čas odprta. V branhialnem prostoru s širjenjem škržne košare in spuščanjem ustnega dna ustvarjajo podtlak (vdor vode) – ta mehanizem je ohranjen do dvoživk.

V škregah imajo *protitočni sistem*.

**SKATI**: ventralno nameščena usta: voda doteka v farinks skozi povečan spiraculum.

#### **Prebavila:**

Usta z ostrimi trikotnimi zobmi v več vrstah (žival s celim telesom trga meso – nima drugih mehanizmov. Lahko pa pogoltne celoten plen).

*Skati* se hranijo z nevretenčarji v tleh (mehkužci, raki). Najprej morajo zrobiti oklep, zato je zobovje raznovrstno – **heterodontno**:

- a) sprednji: ostri, koničasti
- b) zadnji: bulaste, gomoljaste tvorbe (drobljenje oklepov)

*Morske podgane*: mikrofagne.

Grižljaj je sluzast zaradi mukoznih žlez v žrelu – še ni prebavnih encimov.

*Usta* → *požiralnik* → *želodec* (pojavi se zaradi plenjenja velikih kosov hrane)

Celice v steni želodca izločajo kislino (inhibicija bakterijskega delovanja). Proteolitični encim je podoben pepsinu.

**Jetra** so velika, povečana: Tu se kopiči energija v obliki *glikogena* in *maščob*. Delujejo kot hidrostatski organ (manjša specifična teža).

### Izločala:

V krvi je velika količina uree – izotonična z morsko vodo.

morje - 3,5% NaCl

telo - 1,7% NaCl + urea (velik %, drugače toksičen)

### Razmnoževanje:

- kaže, da niso primitivna skupina
- **notranja oploditev** – trebušne plavuti so prevzele funkcijo gonopoda = **klasper**. Del je preoblikovan v cevast organ z erektnim tkivom, vključen je mišični sistem za prečrpavanje sperme. Erekcija je pod živčno kontrolo.
- *Manj jajc*, ki so bolj opremljena z *rumenjakom*
- Pogosta je **ovoviviparija** (nastane vitelinska placenta).

### Evolucija in sistem:

Obstaja veliko različnih sistemov:

1. *subcl.*: MORSKI PSI IN SKATI (Elasmobranchii)
  - 1.o.: Morski psi (Selachiformes)
  - 2.o.: Skati (Rajiformes)
2. *subcl.*: MORSKE PODGANE (Himere = Holocephali)

### Razvojna zgodovina:

Pojav hrustančnic: najstarejši dokazi segajo v **devon** (dobro fosilizirajo le zobje in luske, hrustanec težje – včasih kalcifikacija). Celi fosili so izjemna redkost.

#### Najstarejši predstavnik:

Supo. CLADOSELACHII:

g. *Cladoselache* : iz zgornjega devona. Zelo je podoben današnjemu morskemu psu (odvisno od rekonstrukcije). Zelo dobra fosilizacija z notranjimi strukturami.

- 1-2 m
- izrazito hidrodinamično telo

- velika repna plavut – *heterocerkalen rep*; pred njim stabilizatorji
- široka osnova prsne plavuti (izrazito primitiven znak!)
- velike, anterioirno nameščene oči
- **kladoselahidni tip zoba**: več večjih konusov, okoli pa več majhnih – namesto trikotnih zob
- 6 škržnih rež (kasneje manj)
- čeljust: **amfistilija** (primitivno): zgornja čeljust je 2x sklepno povezana s kranijem (za očmi, v predelu hioidnega loka)

#### o. Cladoselachiida

- osnova, od koder so izšle vse hrustančnice
- živeli do **konca paleozoika** (do dinozavrov jih ni bilo več)

Sledila je **1. radiacija** → več razvojnih linij, ki zasedajo različne ekološke niše.

Razvile so se različne skupine:

#### **Eugonodontida**

Našli so spirale zob – naj bi ležali v simfizi.

*Helicoprion*

#### **Xenocantida**

*Xenacanthus*

Šli so v sladko vodo!

Ohranjena je **amfistilija**.

Apomorfni znaki: dolga, sklenjena hrbtna plavut, *dificerkalna repna plavut*.

Parne plavuti imajo centralno os, iz katere izhajajo plavutnice.

Iz njih izvajamo himere!

Verjetno bentoški (podobni somom).

#### **Symmorida**

Veliko izrastkov (trn na prsni plavutih).

#### o. Hybodontiformes

*Hybodus*: filogenetsko izvajamo vse današnje morske pse in skate

- primitivni znak: **amfistilija**
- že ima **klasper**
- osnova prsne plavuti se zažema
- poudarjeno *heterocerkalen rep*
- tendence: *amfistilija* → *hiostilija*  
*prehod v ozko osnovo prsne plavuti*

➤ postali so **heterodontni**

**Konec paleozoika: ozko grlo** – konča se poglavje zgodovine morskih psov (v morju ni več rib!). Ni več aktivnih plenilcev–ribe se spustijo na dno in drobijo mehkužce (→heterodontnost: zadnji zobje postanejo ploščati)

g. *Heterodontus*

- globokomorski, podoben primitivnim (*Hybodontiformes*)
- hrana: mehkužci
- slab plavalec

fam. **Chlamidoselachidae**

fam. **Hexanchidae**

- primitivni znak: več kot 5 škržnih rež (6-7)
- globokomorski
- živorodnost
- amfistilija kaže izvor iz ozkega grla

*Chlamidoselachus* – leva in desna škržna reža povezani

*Hexanchus* – tehta 0,5 tone

Noben od the še ni bil zabeležen v Jadranu.

**Mezozoik: 2. radiacija.**

Ribe so pogostejše (razvoj kostnic).

Pojavi se **hiostilija**.

**Jura:** linija se razdeli na:

- današnje morske pse
- skate

Verjetno je bilo prisotnih precej konvergenč. Morski pes je bolj tip hrustančnice kot taksonomski tip.

Supo. SELACHII (MORSKI PSI IN SKATI)

Znotraj morskih psov prepoznamo 4 skupine:

1. Heterodontiformes
2. Hexanchiformes
3. Squaliformes
4. Pristiophoriformes

Skati:

1. Rajiformes
2. Torpediniformes

MORSKI PSI	SKATI
hidrodinamičen tip ribe homodontni škržne reže <u>nad</u> prsno plavutjo vodo zajemajo <u>z usti</u> čez oko je <u>veka</u>	dorziventralna sploščenost heterodontni škržne reže <u>pod</u> prsno plavutjo vodo zajemajo skozi <u>spiraculum</u> <u>veke ni</u>

o. Selachiformes – morski psi

- primitivno: amfistilija, 6-7 rež
- napredno: hiostilija, 5 rež
- aktivni plenilci, so med najboljšimi plavalci
- nekatere vrste so filtratorske
- skoraj izključno morski – vsa morja, najpogosteje topla
- nekateri zahajajo v reke (250 km po reki – ZDA)
  - g. *Carcharinus*: v Nikaragvi živi edina sladkovodna populacija (zaradi spreminjajočega jezera)
- 250 spp. znanih, v Jadranu 28 spp.

fam. Cetorhinidae – sodobni predstavniki

*Cetirhinus maximus*

a) kitovci

lahko izredno veliki terminalna usta

b) morski psi orjaki

še razviti zobje (pleziomorfen znak)

- do 14 m, 4 tone
- filtratorji (na eni strani škrge, na drugi »filter« - nitasti izrastki)
- bolj izražena tendenca po rasti

Vretenčarji so **2x** razvili filtratorski tip (morski pes in kit – vedno v vodi!). Oba tipa sta pripeljala do »gigantizma«, kljub temu, da je večinoma to vodilo do »nanizma« (mahovnjaki).

fam. Scyliorhinidae – morske mačke

- najmanjši (< 1m)
- bentoški, najbolj obarvani (kriptične barve)
- držijo se blizu obale
- znane so po »zapakiranih« jajcih

fam. Sphrynidae – kladvenice

- posebna oblika glave, ki služi za stabilizacijo
- plenilec (2m), nevaren tudi človeku.
- priplava tudi v Jadran. Včasih plavajo v velikih skupinah

fam. **Pristiophoridae** – žagarice

- rostrum (=gobec), podaljšan v *kljun z zobci* ob straneh + 2 nitasta izrastka s kemoreceptorno funkcijo
- z rostrumom si pomaga pri hranjenju (rije po mulju in odkriva invertebrate)
- < 1m

fam. **Squatidae** – sklači

- najmanj tipični predstavniki
- < 2m
- tudi v Jadranu

fam. **Carchariidae**

- največji predstavniki – **15 cm** dolgi zobje (terciar → scaling-metoda za ocenjevanje neznanih parametrov na osnovi znanih). Veliki naj bi bili do 30 m, v resnici so do 13 m.
- g. *Carcharodon*: največji plenilec

fam. **Alopiidae** – morske lisice

- izredno *heterocerkalen rep*, močno povdargene prsne plavuti
- zaradi oblike repa lahko dosežejo velike pospeške. Ko se zberejo skupaj v jati, naj bi skupaj zganjale ribe.
- do 2 m
- pridejo tudi v Jadran
- človeku nenevarne

o. **Rajiformes** – skati

večkratni razvoj električnih organov

fam. **Torpenidae** – električni skati

Električni organi nastali iz *branhiomerične muskulature*. Osnovna enota: **elektroplax** (=električni disk) – modificirano večcelično mišično vlakno, obdano z matriksom. Vsak je oživčen (skati: v repu tudi do 200 000 enot).

Razelektritev: 80 V.

Funkcije:

*omami plen*

*obramba*

*orientacija (zaznava motnje s čutnicami pobočnice)*

fam. **Rajidae**

*Raja clavata*

skalno dno

fam. **Mylobatidae** – morski golobi

na repu imajo »injekcijsko iglo« → strup

fam. **Pristidae** – zelo podobne žagaricam

- za očmi bela pega – strčnica (črpanje vode)
- lahko orjaške, večje od mante (> 2t)
- prekopava, šari po halugah
- v jezeru Nikaragva živi sladkovodna populacija

fam. **Mobulidae** – mante

- filtratorji
- največji skati: 1,5 t, 6-7 m.
- viviparija

## 2.subcl. **HIMERE (HOLOCEPHALI)** – morske podgane

Himere izhajajo iz fam. *Xenacanthidae* (iz 1. radiacije)

- *redukcija repa*, bodičast
- večanje prsnih plavuti
- plavajo podobno kot skati; pomagajo si s prsnimi plavutmi
- pobočnica je tudi na glavi
- redukcija lobanje → avtostilija → zaradi tega se hoidni lok sprosti, nanj pa se pritrdi poklopec (1. lok je vezan na cranium)
- morfološko homogene: izrazito majhna usta  
mikrofage (drobir)  
zobje so različno velike plošče v čeljustih
- ni želodca, ni gube zavitnice, črevo → anus (ni kloake)
- glavna osna opora je **notohorda**; vretenca so reducirana
- jajca: *holoblastično brazdanje* (malo rumenjaka – primitiven znak)
- imele so **klasper**. Ohranijo se priveski (spolni dimorfizem).
- : večji, klasper, na glavi izrastek
- znanih ≈ 25 spp. (*Chimaera monstrosa*)
- globokomorske

classis: **OSTEICHTHYES** (kostnice)

1. **Aktinopterigiji** (žarkoplavutarice)
  - 1.1. Chondrostei (devon → trias, jura)
    - Paleoniscus*
    - Glaucolepis*
  - 1.2. Holosteii (trias → konec krede)
    - Caturus*
  - 1.3. Teleosteii (kreda → )
2. **Sarkopterigiji** (sarkoplavutarice)
  - Osteolepis*

Chondrostei: sredi devona:

⇒ aktinopterigiji

⇒ sarkopterigiji ⇒ pljučarice (Dipterus)

1. scl. **CROSSOPTERYGII** (resoplavutarice)

supo. Ripidistia

*Osteolepis*

*Eushenopteron*

supo. Actinistia

fam. Coelacanthidae

*Coelacanthus (Latimeria)*

2. scl. **DIPNOI** (pljučarice)

o. **Ceratiformes**

*Neoceratodus*

o. **Lepidosireniformes**

*Lepidosiren*

*Protopterus*

3. scl. **AKTINOPTERIGIJI**

suprao. Chondrostei

o. **Paleoniscoidea** (praplavutarice)

*Polypterus*

o. **Acipenseroidea** (sklerovke)

f. Acipenseridae (jesetri)

*Acipenser ruthenus (kečiga)*

*Beluga*

f. Polydontidae (veslokljuni)

*Poyodon*

Suprao. **Holostei**

o. **Lepisosteiformes**

*Lepisosteus*

o. **Amiiformes**

*Amia calva*

Suprao. **Teleostei**

1. ***Osteoglossomorpha***

*Mormyrus*

*Osteoglossum*

*Scleropages*

*Pantodon*

2. ***Elopomorpha***

*Eurypharynx*

*Tarpon*

3. ***Clupeomorpha*** (par 100 vrst)

4. ***Enteleostes*** (največ vretenčarjev na svetu)

o. **Salmoniformes**

f. Salmonidae (lososi, postrvi)

*Salmo trutta* (postrv)

Šarenka

*Hucho hucho* (sulec)

f. Thymallidae (lipani)

*Thymallus thymallus* (lipan)

f. Esocidae (ščuke)

*Esox lucius* (ščuka)

f. Umbridae (senčice)

*Umbra krameri*

o. **Cypriniformes**

f. Siluridae (somi)

*Silurus glanis* (som)

f. Cyprinidae (krapovci)

*Cyprinus carpio* 8krap)

*Abramis brama* (ploščič)

*Scardinius erythrophthalmus* (rdečeperka)

*Barbus barbus* (navadna mrena)

*Chondrostoma nasus* (podust)

*Leuciscus cephalus* (klen)

*Phoxinus phoxinus* (pisanec)

f. Cobitidae (nežice)

*Misgurnus fossilis*

o. **Gadiformes** (trske)

*Lota lota* (menek)

o. **Antheriniformes** (zobati krapovci)

*Belone belone*

*skalarka*

*meček*

*gupi*

*morska lastovka*

o. **Gasterosteiformes** (zeti)

o. **Syngnathiformes** (morski konjički, šila)

*Hippocampus guttulatus*

*Syngnathus acus* (šilo)

o. **Scorpaeniformes** (bodike)

*Scorpaena* (škarpena)

o. **Pleuronectiformes** (bokoplute)

*Solea solea*

*Bothus maximus*

o. **Tetraodontiformes** (sočeljstnice)

o. **Perciformes** (ostriži)

o. **Echeneiformes** (prilepi)

*Echeneis remora*

phylum: **STRUNARJI**

1. subphy.: **POLSTRUNARJI (HEMICHORDATA = STOMOCHORDATA)**

1. cl.: **ČrevoškrGARJI (Enteropneusta)**

2. cl.: **PeroškrGARJI (Pterobranchia)**

2. subphy.: **PLAŠČARJI**

(**TUNICATA = UROCHORDATA**)

1. cl.: **Kozolnjaki (Asciacea)**

1.o.: Aplousobranchiata

2.o.: Phleobranchiata

3.o.: Stolidobranchiata

2. cl.: **Salpe (Thaliacea)**

1.o.: Pyrosomida

2.o.: Dolioida

3.o.: Salpida

3. cl.: **Repati plaščarji (Appendicularia)**

3. subphy.: **BREZGLAVCI (CEPHALOCHORDATA = ACRANIA)**

1. cl.: **Amphioxi = Leptocardi**

1.o.: Branchiostomatiformes

4. subphy.: **VRETENČARJI (VERTEBRATA = CRANIATA)**

