

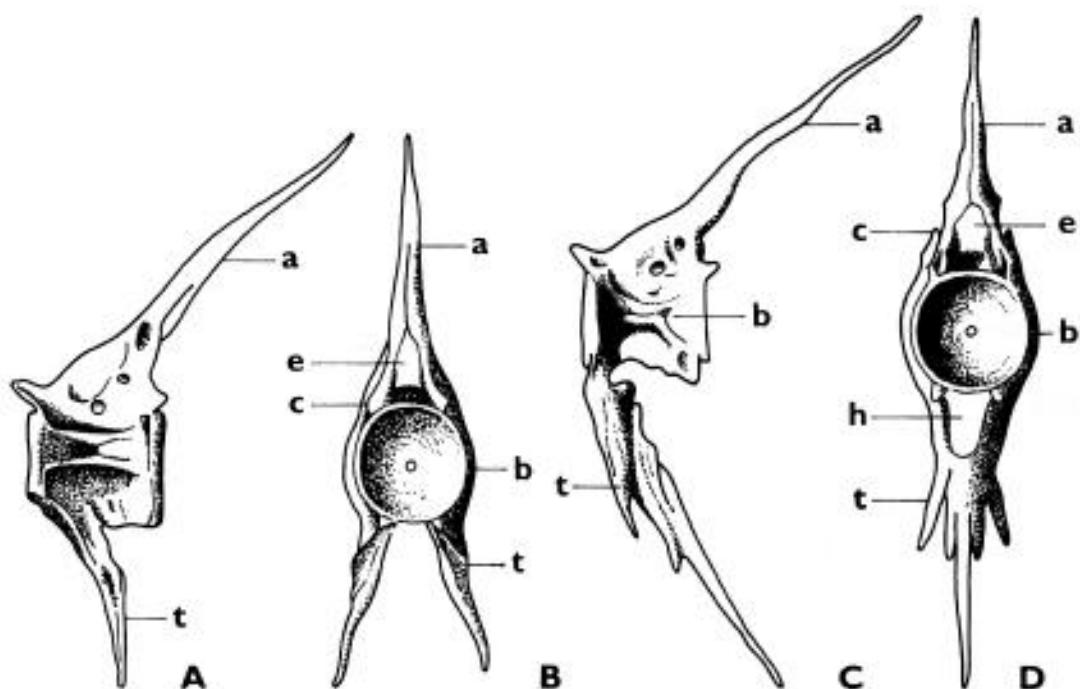
KOSTERNÍ SOUSTAVA

Rybí kostra tvoří oporu svalstva a obklopuje vnitřní orgány. Musí být lehká, pružná a přitom pevná, aby odolávala tlaku a proudění vody. Jednotlivé kosti rybí kostry jsou spojeny pevně tuhou chrupavkou nebo pomocí švů. Kloubní spojení se většinou nevyskytuje, s výjimkou připojení ploutevních paprsků některých ploutví, které jsou kloubně spojeny s opěrnými kůstkami. Hlavní oporu těla představuje **osová kostra** (axiální skelet), tvořená lebkou (*cranium*), páteří (*columna vertebralis*) se žebry (*costae*) a mezisvalovými kústkami. Kostra ploutví je označována jako **kostra přívěsná** (apendikulární). Vývoj kostí (osteogeneze) probíhá po celý život ryby (ryby se vyznačují tzv. otevřeným růstem) a závisí na příjmu potravy, zpomaluje se během hladovění.

Axiální skelet

Páteř

U kruhouústých obratlovců (mihule) je hlavní oporou těla ještě struna hřbetní (*chorda dorsalis*), u chrupavčitých ryb (jeseteři) je to již částečně osifikovaná chrupavčitá páteř. Kostnaté ryby (*Teleostei*) již mají dokonalou kostěnou oporu a zbytky chordy jsou zatlačeny mezi jednotlivé obratle v podobě meziobalových plotének. Páteř (*columna vertebralis*) je tvořena amficelními obratli (bikonkávní tvar). Obratle (*vertebrae*) mají tělo (*corpus*) a výběžky (*apophyses*), které se *spojují* v oblouky (*arcus*). Oblouky mohou vybíhat v trnité výběžky (*processus spinosi*). Horní výběžky (*neurapophyses*) se spojují v neurální oblouk, vytvářející neurální kanál, v němž probíhá mícha. Neurální oblouk vybíhá v neurální trn (*spina neuralis*). Dolní výběžky těl obratlů (*haemapophyses*) v ocasní části páteře vytvářejí hemální oblouk, uzavírající hemální kanálek. Hemální oblouk v ocasní části vybíhá v hemální trn (*spina ventralis*). Spojení jednotlivých obratlů umožňují výčnělky označované jako *prezygapophyses* a *postzygapophyses*.



Obr. 4: Obratle okouna říčního, **A** a **B** hrudní obratel. **C** a **D** první ocasní obratel, **a** neurální oblouk a trn, **b** tělo obratle, **c** *prezygapophysis*, **e** neurální kanál, **t** hemální oblouk a trn, **h** hemální kanál (Podle Hardera, 1975)

Krční obratle jsou tři pevně srostlé, takže sekundárně vytvářejí jeden dlouhý obratel (atlas), který leží přímo za týlní kostí. Páteř je takto pevně spojena s hlavou, protože volná pohyblivost hlavy by byla při pohybu ryby nežádoucí. Prvních 4-6 obratlů kaprovitých ryb je pozměněných a funkčně spojených s tzv. Weberovým aparátem.

Hrudní obratle navazují na krční a na jejich postranní výběžky, nazývané parapofýzy (*parapophyses*) se připojují žebra. (Kapr obecný má 11 hrudních obratlů.)

Bederní obratle (předcasní) navazují na hrudní. Hrudní a bederní obratle jsou vzájemně pružně spojeny, což umožňuje rybě plynulý pohyb při plavání. Počet bederních obratlů je druhově specifický. (Kapr obecný má 6 bederních obratlů.)

Ocasní obratle zakončují páteř ryby a jsou vzájemně spojeny nejčastěji pevně nebo málo pružně. Poslední ocasní obratle jsou modifikované, jejich hemální trny jsou přeměněny v ploché kosti (*hypuralia*), podobně mohou být přeměněny neurální trny (*epineuralia*). O tyto ploché kosti se potom opírají paprsky ocasní ploutve. Poslední obratel ještě vybíhá v nahoru zahnutý výběžek nazývaný *urostyl*. (Kapr obecný má 16 ocasních obratlů.)

Celkový počet obratlů je druhově specifický a představuje u ryb důležitý systematický znak:

úhoř říční	110-119	pstruh obecný f. potoční	56-59
úhoř americký	103-111	candát obecný	44
sumec velký	67-75	kapr obecný	36-37

Žebra (*costae*) se připojují k hrudním obratlům, obklopují břišní dutinu a končí volně ve svalovině (u ryb není vyvinuta prsní kost). Jedná se o tzv. spodní (hemální) žebra, vývojově nepravá. Kromě toho se u některých ryb vyskytují ještě tzv. horní žebra, vznikající ve vodorovné vazivové přepážce (*septum horizontale*) a vývojově odpovídající pravým žebřům vyšších obratlovců. Tato horní žebra se spolu se spodními vyskytují v celém řádu bezostných (*Clupeiformes*).

Mezisvalové kůstky se vytvářejí ve svalových přepážkách (*myosepta*) osifikací pojiva. Nejčastěji mají vidličnatý tvar podobný písmenu Y. Vyskytují se hlavně v první polovině hřbetní části těla a mají vyztužovací funkci. Velmi hojné jsou u kaprovitých ryb (*Cyprinidae*) a štikovitých (*Esocidae*), ale také u sledřovitých (*Clupeidae*) a některých lososovitých (*Salmonidae*). U sumcovitých (*Siluridae*), treskovitých (*Gadidae*) a okounovitých (*Percidae*) prakticky chybějí.

Kostra lebky

Kostra lebky (*cranium*) kostnatých ryb je tvořena většinou plochými kostmi a skládá se z mozkové části (*neurocranium*) a části útrobní (*branchiocranium*). V závislosti na rybím druhu se ve stavbě lebky objevují drobné odlišnosti.

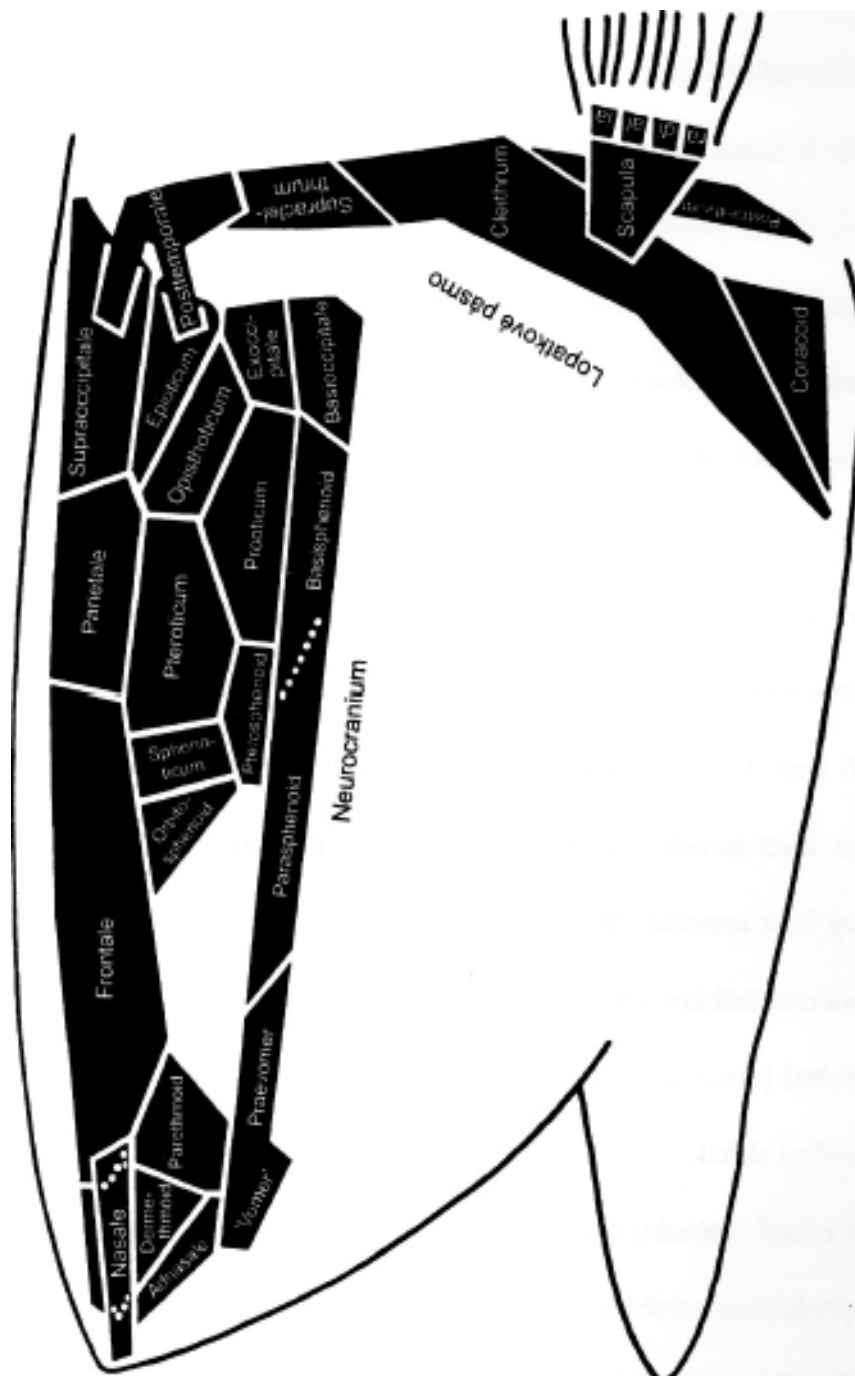
Mozková část lebky (*neurocranium*) tvoří ochranný kryt pro mozek, zrakové, čichové a statoakustické ústrojí. U kapra aborálně uzavírají dutinu lebeční čtyři kosti týlní, ventrálně tři kosti klínové. Za dutinou oční je kost čelní, čtyři kosti podočnicové a jedna nadočnicová. Před dutinou oční leží slzná kost, potom patrová kost a dvě kosti čichové, na temeni hlavy kost temenní. Spodní okraj lebky tvoří dlouhá nepárová kost krycí, před ní leží nepárová radličná kost (důležitý taxonomický znak u salmonidů).

Útrobní (viscerální) část lebky (*branchiocranium*) je tvořena sedmi páry oblouků a krycími kostmi skřelí.

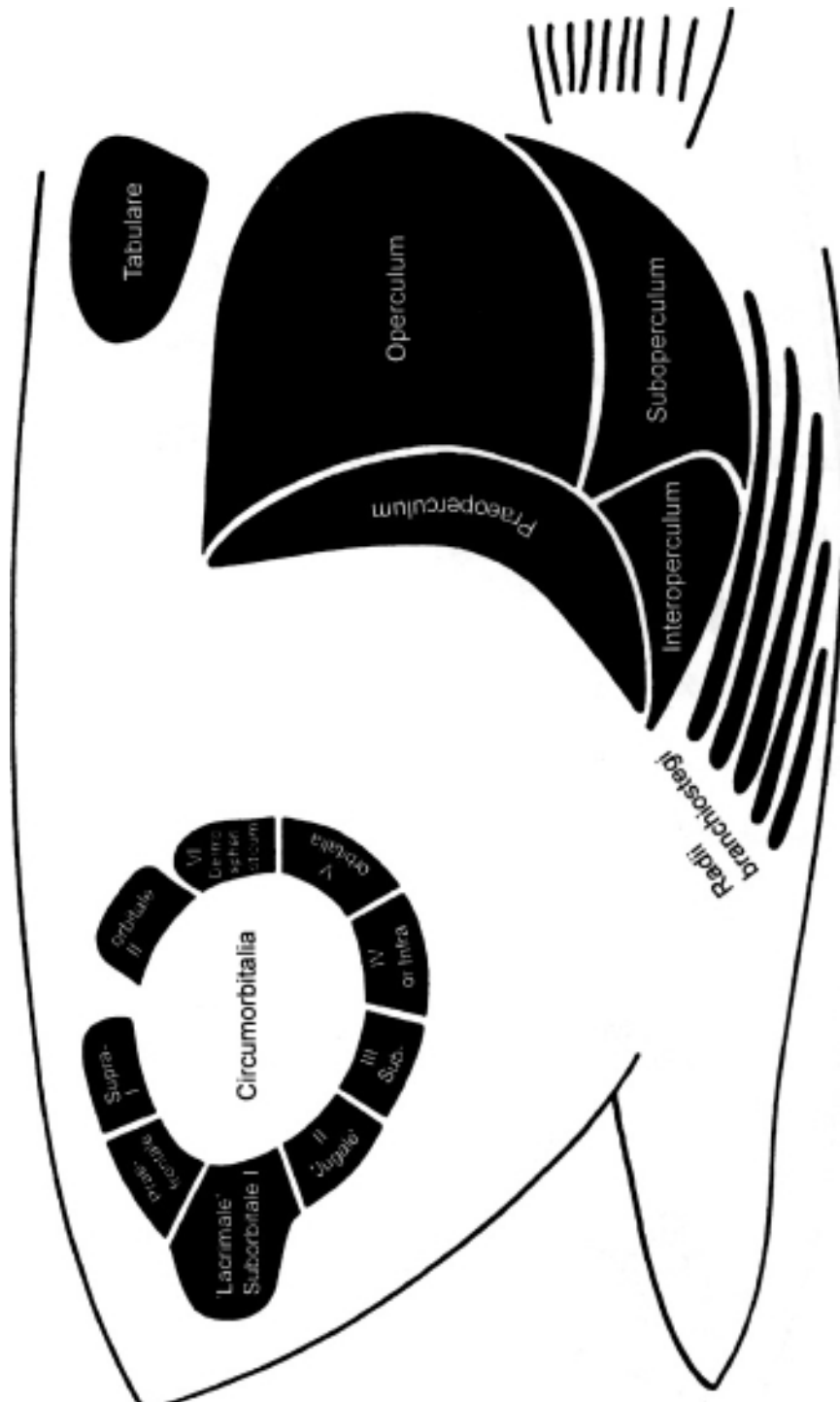
1. Čelistní oblouk: dvě kosti patrové, za nimi tři páry kostí křídlatých, kost čtvercová, předčelistní, dvě kosti čelistní, kost zubní

2. Jazyčkový (hyoidní) oblouk: je tvořen párovými kostmi *hyomandibulare*, *symplecticum*, *interhyale*, *epihyale*, *ceratohyale*, *hypohyale* a nepárovou kostí *basihyale* (někdy vybíhající v *glossohyale* a *urohyale*), tvořící oporu jazyka. K *ceratohyale* a *hypohyale* se připojují paprsky

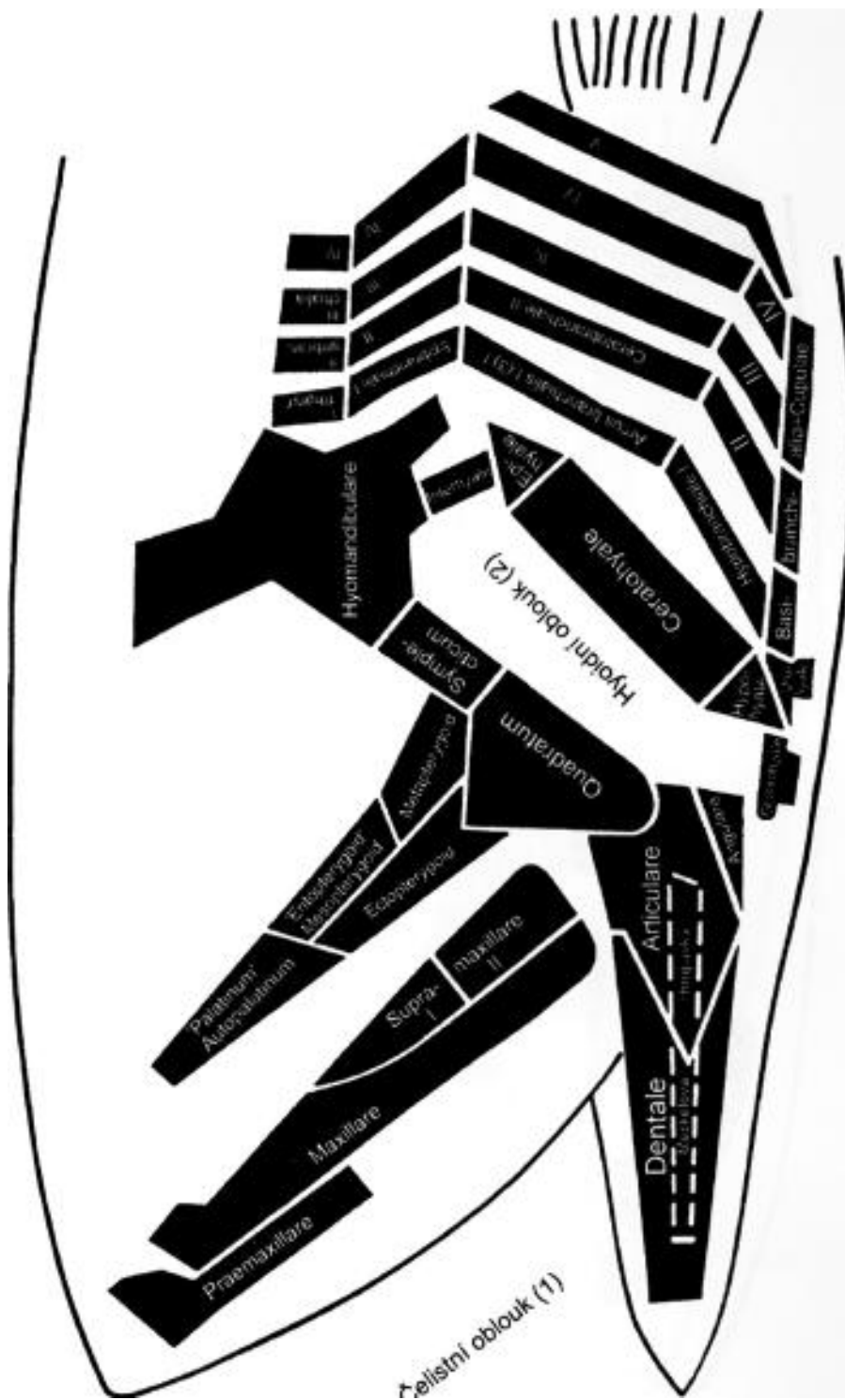
vyztužující žaberní membránu (*radii membranae branchiostegae*). K jazylkovému oblouku se přiřazují párové dermální kosti skřelí (*praeoperculum, operculum, suboperculum, interoperculum*).



Obr. 5: Vzájemná poloha nedůležitějších krycích kostí hlavy (Podle Hardera, 1975)



Obr. 6: Vzájemná poloha nedůležitějších kostí *neurocrania* (Podle Hardera, 1975)



Obr. 7: Vzájemná poloha nejdůležitějších kostí *branchiocrania* (Podle Hardera, 1975)

3.-7. Žaberní oblouky: žaberních oblouků je pět. První čtyři oblouky jsou dorzoventrálním směrem složeny z párových kostí *pharyngobranchiale*, *epibranchiale*, *ceratobranchiale*, *hypobranchiale* a z nepárové kosti *basibranchiale*. Tyto oblouky nesou po dvou řadách žaberních lístků a na vnějších

okrajích mají žlábků, jimiž probíhají krevní cévy, větví se do jednotlivých žaberních lístků. Na vnitřní straně těchto oblouků jsou žaberní tyčinky (*spinae branchiales*), sloužící k filtrování jemné potravy. Tento filtrační aparát mají dokonale vyvinuté planktonofágní druhy. Počet žaberních tyčinek představuje u některých druhů důležitý taxonomický znak (zejména u *Coregonidae*). Pátý žaberní oblouk je tvořen pouze párovou kostí *ceratobranchiale*. Tento žaberní oblouk je buď rudimentární, nebo naopak zesílený a rozšířený (*Cyprinidae*, *Cobitidae* a nese požerákové zuby. Žaberní oblouky jsou dorzálně upevněny ke spodině lebeční a ventrálně k jazylce.

Požerákové zuby (*dentes pharyngei*) jsou uloženy v jedné, dvou nebo třech řadách a nacházejí se těsně před jícnem proti patrové ploténce. Napomáhají rozměňování a odvodňování přijaté potravy. Požerákové zuby se každoročně obnovují. Jsou také důležitým systematickým znakem.

Příklady počtu požerákových zubů:

lín obecný	4-4	cejn velký	5-5
bolen dravý	3.5-5.3	jelec tloušť'	2.5-5.2
kapr obecný	1.1.3-3.1.1	parma obecná	2.3.5-5.3.2

Zuby (*dentes*) nalézáme v několika řadách v ústní dutině dravých druhů. Jedná se o nerozlišený (homodontní) chrup. Část zubů je vklíněna v kostech a část je zakotvena pouze ve vazivu, vyměňují se po celý život (polyfyodontní zuby). Ostré zuby dravých ryb slouží pouze k uchvácení kořisti nebo oddělení sousta, nikoliv ke zpracování přijaté potravy. Velmi ostré a dokonale vyvinuté zuby mají ryby rodu *Hydrocion* z čeledi *Characidae*.

Apendikulární skelet

Jako přívěsná je označována kostra ploutví. Je tvořena ploutevními paprsky (*lepidotrichia*) a kostěnou oporou ploutví napojenou na axiální skelet.

Opora prsních ploutví je tvořena lopatkovým pásmem pevně spojeným s lebku. Skládá se ze zadní kosti spánkové (*posttemporale*), jejímž prostřednictvím se opírá o lebku, dále navazuje *supracleithrum*, *cleithrum*, *postcleithrum*, *coracoid*, *scapula* a čtyři *radialia*

Opora břišních ploutví kostnatých ryb je tvořena dvěma podpůrnými trojúhelníkovitými kostmi (*basipterygium*), vlastní pánevní pásmo chybí. Tyto kosti jsou zakotveny volně ve svalovině bez napojení na axiální skelet. Pouze u *Perciformes* dochází k jejich vazbě na *cleithrum*. Paprsky břišních ploutví jsou napojeny přímo na *basipterygia*, *radialia* vývojově vymizela.

Hřbetní a řitní ploutev mají pásma podpůrných kostí, které končí volně ve svalovině mezi

trny obratlů. U hřbetní ploutve jsou to *interspinalia* a u řitní ploutve *interhaemalia*.

Ocasní ploutev se svými paprsky napojuje na pozměněné trny posledních ocasních obratlů (*hypuralia*, *epineuralia*). U ryb s homocerním typem ocasní ploutve (většina *Teleostei*) slouží ještě jako opora paprsků ocasní ploutve *urostyl*.