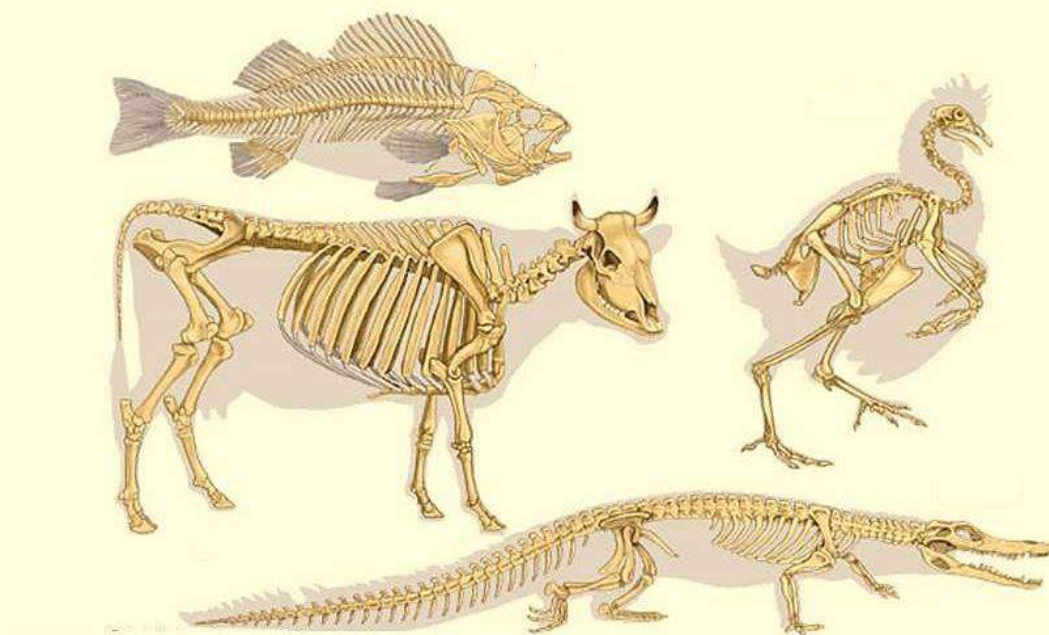


ZOOLÓGIA CHORDÁTOV

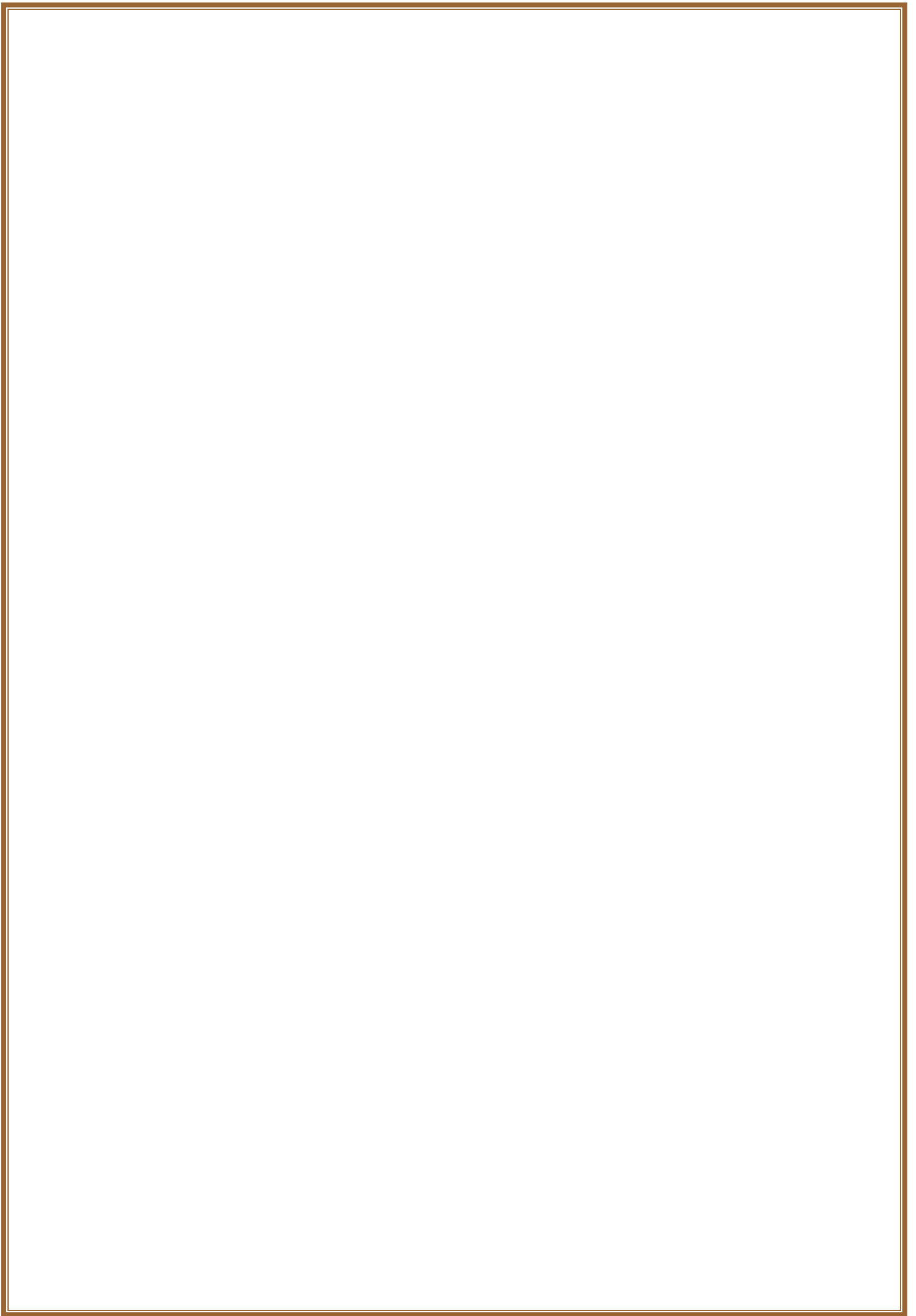
Vybrané kapitoly

ALFRÉD TRNKA



Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita

2018



Autor: Prof. RNDr. Alfréd Trnka, PhD.

Recenzenti: Prof. RNDr. Oto Majzlan, PhD.

Doc. Ing. Viera Peterková, PhD.

Obrázky boli spracované z rôznych literárnych a internetových zdrojov, ktoré sú citované v osobitnom zozname. Učebné texty sú nepredajné a obrázky slúžia na vzdelávacie, nie komerčné účely.

Images were compiled from a variety of literary and internet sources, that are quoted in a separate reference list. These texts are unsaleable and images serve for educational, not for commercial uses.

© Prof. RNDr. Alfréd Trnka, PhD., 2018

ISBN 978-80-568-0166-6

OBSAH

ÚVOD.....	5
ZOOLÓGIA CHORDÁTOV A JEJ POSTAVENIE V SYSTÉME VIED O ŽIVEJ PRÍRODE.....	6
VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA CHORDÁTOV.....	7
PÔVOD A EVOLÚCIA CHORDÁTOV.....	8
SYSTÉM CHORDÁTOV.....	9
PODKMEŇ: PLÁŠŤOVCE.....	10
TRIEDA: ASCÍDIE.....	10
TRIEDA: SALPY.....	12
TRIEDA: VRŠOVKY.....	13
PODKMEŇ: BEZLEBKOVCE.....	14
PODKMEŇ: STAVOVCE.....	16
PÔVOD A EVOLÚCIA STAVOVCOV.....	34
SYSTÉM STAVOVCOV.....	36
NADTRIEDA: BEZČELUSTNATCE.....	37
TRIEDA: KRUHOÚSTNICE.....	37
NADTRIEDA: ČELUSTNATCE.....	39
TRIEDA: DRSNOKOŽCE.....	39
PODTRIEDA: PÁSOŽIABROVCE.....	40
PODTRIEDA: CHIMÉROVCE.....	41
TRIEDA: LÚČOPLUTVOVCE.....	42
PODTRIEDA: CHRUPKOKOSTNATÉ.....	44
PODTRIEDA: PRAVÉ RYBY.....	44
TRIEDA: NÁSADCOPLUTVOVCE.....	48
PODTRIEDA: LALOKOPLUTVOVCE.....	48
PODTRIEDA: DVOJDYŠNÍKOVCE.....	49
PODTRIEDA: VEJÁROPLUTVOVCE.....	49
TRIEDA: OBOJŽIVELNÍKY.....	50
PODTRIEDA: VRÁSKOZUBCE.....	53
PODTRIEDA: ZRASTENOSTAVCE.....	53
PODTRIEDA: CHVOSTNATÉ OBOJŽIVELNÍKY.....	54
PODTRIEDA: BEZNOHÉ OBOJŽIVELNÍKY.....	55
PODTRIEDA: BEZCHVOSTÉ OBOJŽIVELNÍKY.....	55
TRIEDA: PLAZY.....	57
PODTRIEDA: ANAPSIDNÉ PRAPLAZY.....	60
PODTRIEDA: ŠUPINÁČE.....	62
PODTRIEDA: PRAJAŠTERY.....	66
PODTRIEDA: TERIOMORFNÉ PRAPLAZY.....	67
TRIEDA: VTÁKY.....	68
PODTRIEDA: PRAVTÁKY.....	73
PODTRIEDA: PRAVÉ VTÁKY.....	74
TRIEDA: CICAVICE.....	82
PODTRIEDA: VAJCORODÉ.....	86
PODTRIEDA: ŽIVORODÉ.....	86
LITERATÚRA.....	96

ÚVOD

Chordáty patria k evolučne najvyspelejším živočíchom s najzložitejšou stavbou tela a najdokonalejším spôsobom života a správania. Preto sa štúdiu zoológie chordátov venuje na školách osobitná pozornosť. Rozsah a obsah tohto študijného predmetu však závisí od charakteru samotného študijného odboru a programu, ktorého je zoológia chordátov súčasťou. Predkladané učebné texty sú určené pre študentov učiteľstva biológie v kombinácii s inými predmetmi a obsahovo zodpovedajú náplni tohto predmetu v rámci aktuálneho akreditovaného študijného programu. Vychádzajú pritom z potrieb praxe, a to konkrétne z dôvodu nedostupnosti doteraz už vydaných študijných materiálov k tomuto predmetu na našej fakulte (skriptá, učebnica) a nutnosti aktualizovať text súčasnemu stavu poznania a kritériám kladeným na študentov daného študijného odboru.

Na rozdiel od predchádzajúcich študijných textov sa v nich väčší dôraz kladie na evolúciu, anatómiu a evolučnú morfológiu chordátov a menej ich klasifikácii, pričom zo systematického hľadiska sa pozornosť venuje najmä evolučne významným skupinám či druhom. Podrobnejšie triedenie chordátov a morfologicko-ekologická charakteristika druhov, vyskytujúcich sa najmä u nás, je predmetom ďalších študijných materiálov (Stavovce Slovenska).

Vzhľadom na obsahovú kontinuitu predmetu časť textu a niektoré obrázky boli použité a upravené z predchádzajúcich už vydaných študijných materiálov, prevažná väčšina textu a obrázkov je však nová. Samotný text je obohatený hlavne o názorné obrázky objektov a javov či vybraných druhov chordátov. Preto verím, že tieto nové učebné texty zoológie chordátov budú dobrým základom pre študentov učiteľstva biológie na našej fakulte.

Zároveň chcem poďakovať obom recenzentom prof. RNDr. O. Majzlanovi, PhD. a doc. Ing. V. Peterkovej, PhD. za starostlivé prečítanie a posúdenie rukopisu týchto učebných textov.

autor

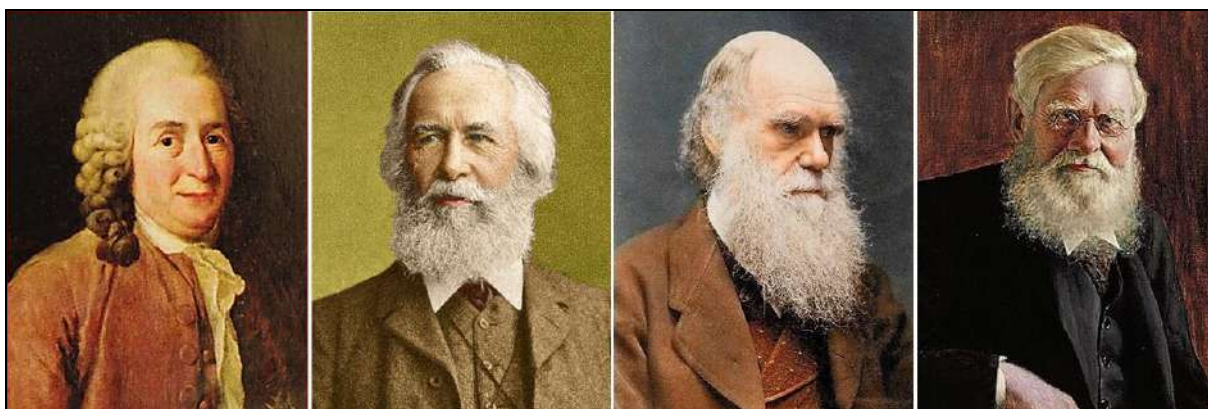
ZOOLÓGIA CHORDÁTOV A JEJ POSTAVENIE V SYSTÉME VIED O ŽIVEJ PRÍRODE

Zoológia chordátov skúma a opisuje telesnú stavbu, spôsob života a systematické triedenie (klasifikáciu) chordátov s dôrazom na ich vzájomné príbuzenské vzťahy s inými živočíchmi. Z dôvodu hospodárskeho významu mnohých druhov, ich štúdium je významné nielen z teoretického, ale i praktického hľadiska.

Štúdium chordátov má zároveň i významné postavenie v systéme ostatných biologických vied, pričom sa opiera najmä o poznatky systematickej zoológie a taxonómie, morfológie, paleontológie a zoogeografie, a jej poznatky sú zas východiskovým základom pre štúdium evolúcie a ekológie živočíchov. K základným stavebným pilierom zoológie chordátov tak patria systematické práce Carla von Linné (1707 – 1778), biogenetický zákon Ernsta H. P. A. Haeckela (1834 – 1919) a evolučná teória Charlesa R. Darwina (1809 – 1882) a Alfreda R. Wallacea (1823 – 1913).

Mnohé javy by však určite nebolo možné pochopiť bez znalostí ďalších príbuzných vedných odborov, akými sú napríklad histológia, fyziológia živočíchov a už spomínaná ekológia. Množstvo poznatkov o jednotlivých skupinách (triedach) chordátov viedlo nakoniec i k deleniu a hlbšiemu štúdiu samostatných taxonomických jednotiek. Štúdiom rýb sa zaoberá samostatná vedná disciplína ichthyológia, obojživelníkmi batrachológia, plazmi herpetológia a vtákmi ornitológia. Veda o cicavcoch je zas mammaliológia či teriológia.

Treba však poznamenať, že na rozdiel od doteraz vžitej predstave o zoológii (a biológii všeobecne) ako učive založenom výhradne na pasívnom prijímaní poznatkov a pamäťovom učení, je zoológia chordátov veda logická, vychádzajúca z analýzy, syntézy, indukcie, dedukcie a porovnávaní empiricky získaných poznatkov. A tak treba aj k nej pristupovať.



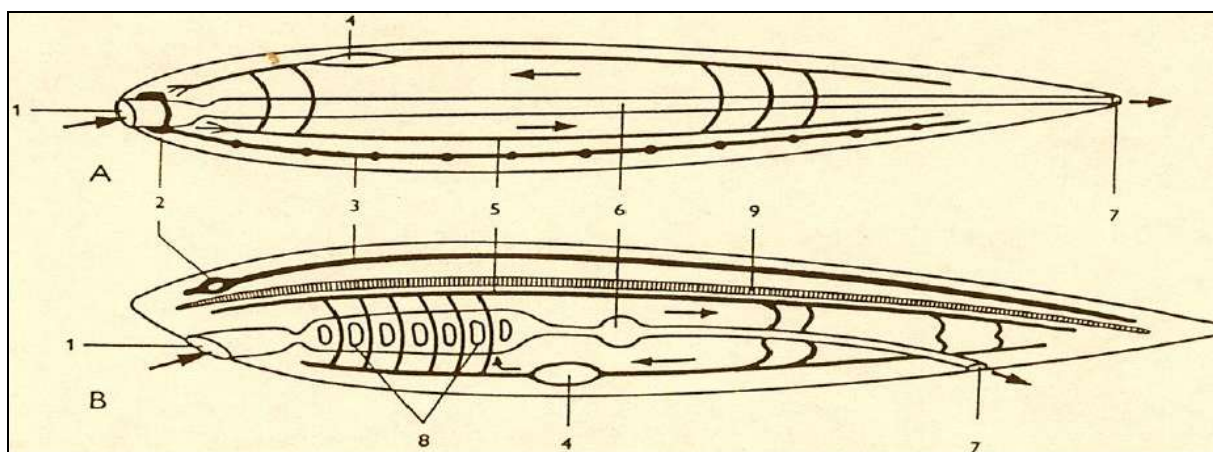
Obr. 1: základné piliere – osobnosti zoológie chordátov

zľava doprava: Carl von Linné, Ernst Haeckel, Charles Darwin a Alfred Wallace

VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA CHORDÁTOV

Chordáty (*Chordata*) sú evolučne najvyššie mnohobunkové organizmy s dvojstrannou (bilaterálnou) súmernosťou a segmentovaným telom tvoreným tromi zárodočnými listami (ektodermom, endodermom a mezodermom), druhotnou (sekundárnou) telovou dutinou (célomom) a druhotnými ústami zakladajúcimi sa na opačnom konci gastruly. U primárne vodných chordátov je predný oddiel tráviacej trubice (hltan) prederavený väčším počtom párových žiabrových štrbín ústiacych do vnútrožiabrového (peribranchiálneho) priestoru alebo von z tela (tzv. pharyngotómia), u suchozemských chordátov sa žiabrové štrbiny zakladajú len počas embryonálneho vývinu. Chordáty od bezchordátov možno odlíšiť podľa nasledovných hlavných znakov:

- chordáty majú vnútornú kostru, ktorej základom bola pôvodne elastická chrbtová struna (*chorda dorsalis*) endodermálneho pôvodu uložená nad tráviacou a pod nervovou trubicou,
- nervová sústava je ektodermálneho pôvodu, tvorená je centrálnym kanálom a uložená nad chrbtovou strunou,
- tráviaca sústava leží pod chrbtovou strunou a ústí takmer vždy na brušnej (ventrálnej) strane koncovej časti tela,
- srdce sa nachádza tiež na brušnej strane tela, vždy pod tráviacou trubicou, a vŕhá krv k hlavovému koncu.



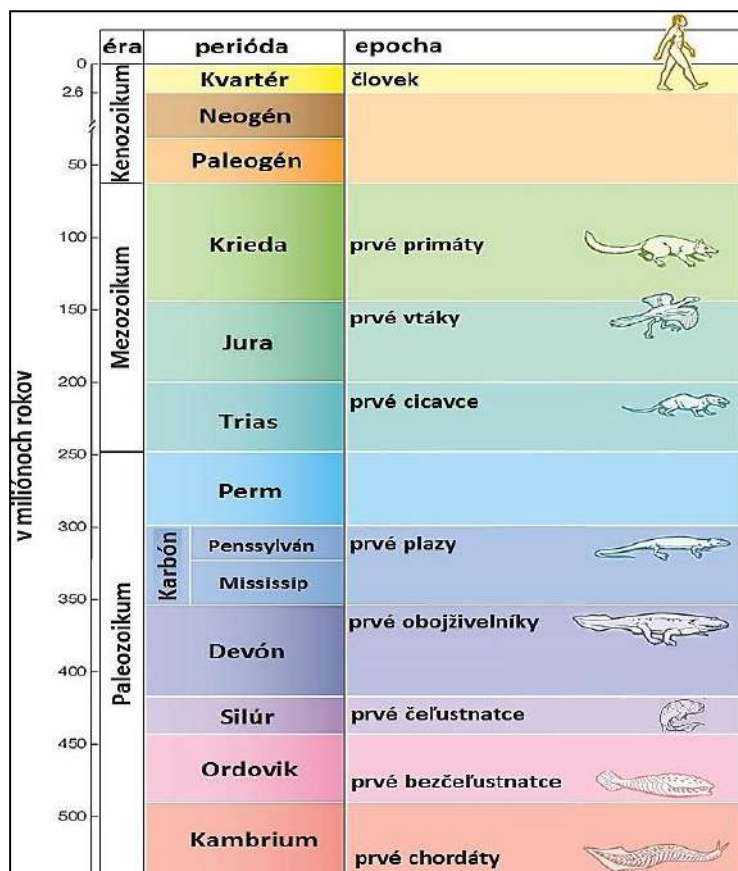
Obr. 2: Základný stavebný plán bezchordátov (A) chordátov (B)

1 – ústny otvor, 2 – nervové centrum, 3 – nervová trubica, 4 – srdce, 5 – cievy, 6 – tráviaca trubica, 7 – análny otvor, 8 – žiabrové štrbiny, 9 – chorda

PÔVOD A EVOLÚCIA CHORDÁTOV

Pôvod chordátov nie je presne známy, pretože nie je známy ani žiaden ich predok. Prvé chordáty nemali pevné štruktúry, ktoré by mohli fosilizovať a pretrvávať tak v geologických sedimentoch až do súčasných čias. Zachované fosilné zvyšky pochádzajú až zo stredného kambria (začiatok prvohôr, 542 – 485 mil. rokov) a sú pripisované vršovkám (Appendicularia). Fosílie prvých bezčeľustnatcov (Agnatha) sú známe z usadenín v ordoviku (448 – 443 mil. rokov) a prvých čeľustnatcov (Gnathostomata) z vrchného silúru (443 – 419 mil. rokov). Vďaka vývinu vnútornej vápenatej kostry postupne od tohto obdobia pribúdajú i paleontologické nálezy týkajúce sa ostatných zástupcov stavovcov.

Napriek nedostatočným doterajším fosílnym nálezom zo skoršieho obdobia vývoja chordátov sa však možno domnievať, že ich prví predkovia boli príbuzní polochordátom (Hemichordata) či ostnatokožcom (Echinodermata). Žili prisadnuto (sesilne) na morskom dne, alebo pelagicky, t.j. voľne sa vznášali vo vodnom stĺpci. Chordáty ako pôvodne morské živočchy prešli v období starších prvohôr i do sladkých vôd, čo malo veľký význam pre ďalší vývoj stavovcov. Mnohé opätovne osídlili morské prostredie (drsnokožce, ryby), a nakoniec v období od konca devónu (416 – 359 mil. rokov) prešli aj na suchú zem. Celý vývoj chordátov od najstarších predkov po človeka tak trval okolo 500 miliónov rokov.



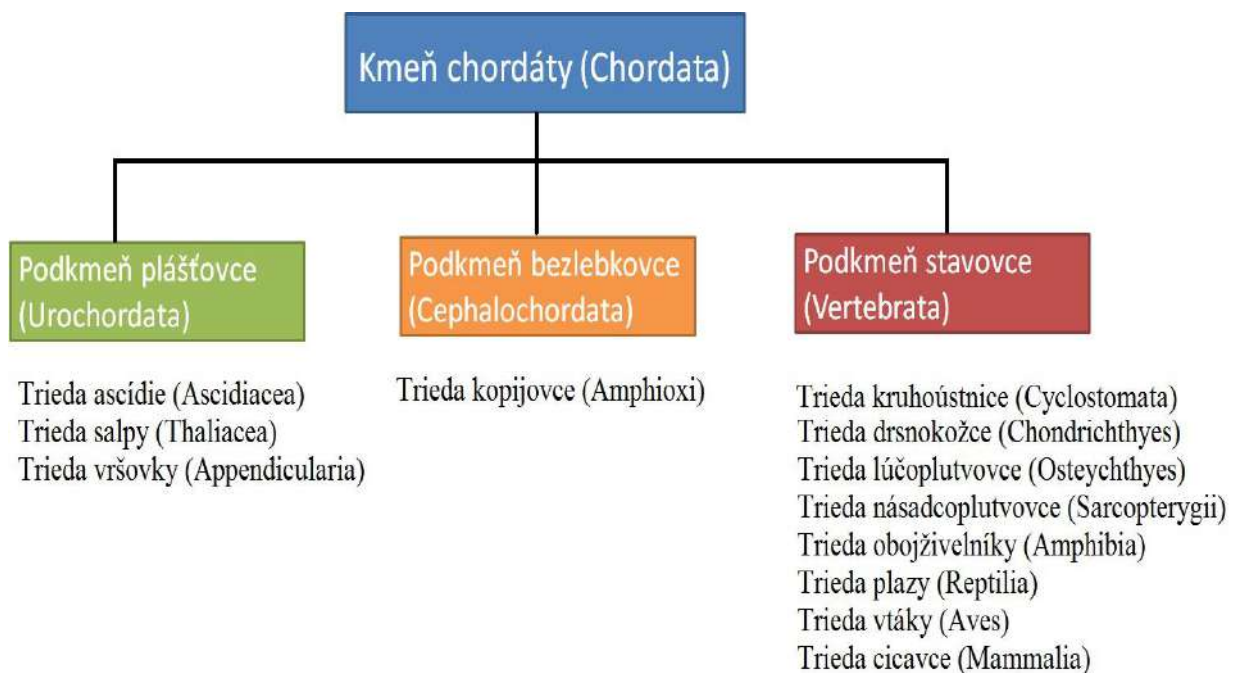
Obrázok 3: vývoj chordátov v geologických dobách

SYSTÉM CHORDÁTOV

Podľa najnovších paleontologických a molekulárnych poznatkov kmeň chordátov pozostáva z troch alebo štyroch recentných a jedného či dvoch fosílnych podkmeňov. Z fosílnych podkmeňov sú to konodontochordáty (*Conodontochordata*) a vápnité chordáty (*Calcichordata*), ktoré však niektorí priradujú k ostnatokožcom (*Echinodermata*). Z recentných podkmeňov sú to bezlebkovce (*Cephalochordata*) a podkmeň plášťovce (*Urochordata*), v rámci ktorého býva niekedy trieda vršoviek (*Appendicularia*) pokladaná za samostatný podkmeň, a to z dôvodu, že sa u nich chrb-

tová struna zachováva počas celého života, kým u ostatných plášťovcov je vyvinutá len v larválnom štádiu. Z dôvodov prepojenia poznatkov so školskou praxou sa v týchto učebných textoch budeme pridrižovať členenia na tri základné podkmene.

Z praktických dôvodov môžeme chordáty ďalej deliť aj na tzv. nižšie (plášťovce a bezlebkovce) a vyššie chordáty (stavovce), a to na základe stupňa ich evolučnej vyspelosti. Podrobnejšiemu členeniu jednotlivých tried stavovcov sa budeme venovať v ďalšom texte.



PODKMEŇ PLÁŠŤOVCE – *UROCHORDATA*

Sú to morské živočíchy, žijúce v dospelosti prisadnuté na morskome dne. Ich larvy voľne plávajú v mori. Plášťovce sú malé organizmy, ktoré dosahujú veľkosť od niekoľko milimetrov po 30 centimetrov. Známych je okolo 2000 druhov.

Plášťovce majú jednovrstvovú pokožku. Charakteristický je u nich hltan upravený k filtrovaniu potravy. Prederavený je žiabrovými štrbinami, ktoré ústia do peribranchiálneho priestoru. Na brušnej strane má utvorenú pozdĺžnu ryhu opatrenú žľaznatými a bičíkatými bunkami nazývanú endostyl, kde sa zachytáva potrava, a epibranchiálnu ryhu s bičíkatými bunkami, odkiaľ sa častice tejto potravy transportujú ďalej do pažeráka. Takto utváraný hltan – žiabrový kôš – je starobylým orgánom chordátov, vyskytujúcim sa nielen u plášťovcov, ale aj bezlebkovcov a lariev miňúľ, a pôvodne slúžil k prijímaniu a spracovávaniu potravy. Jeho dýchacia funkcia je až druhotná.

Pre väčšinu zástupcov tohto podkmeňa sú charakteristické nasledovné znaky:

- ich telo obklopuje tuhý rôsolovitý plášť (tunica; odtiaľ i staršie pomenovanie *Tunicata*). Tento plášť je ektoodermového pôvodu. Tvorený je polysacharidom tunicínom, ktorý je podobný rastlinnej celulóze,
- chorda a nervová trubica sú prítomné prevažne len u lariev a podobne v dospelosti chýba aj celomová dutina (okrem priestoru okolo srdca),
- vylučovacie orgány u plášťovcov chýbajú. Ich funkciu plní črevo alebo špeciálne bunky v okolí čreva,
- plášťovce sú obojpohlavné organizmy a ich rozmnožovanie je zložené. Okrem pohlavného rozmnožovania, kedy vývin jedinca prechádza cez larvu, poznáme i rozmnožovanie nepohlavné. Môžu mať aj rodozmenu, t.j. striedanie pohlavných a nepohlavných generácií. Často jedince z nepohlavných generácií utvárajú kolónie.

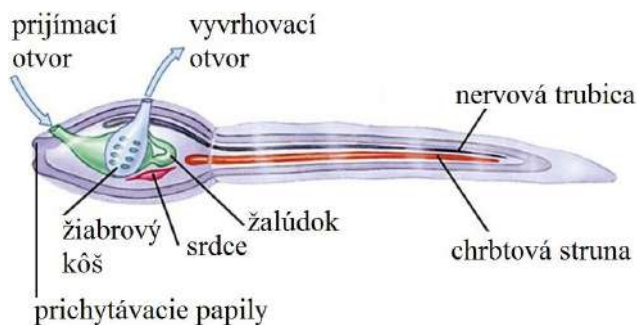
TRIEDA ASCÍDIE - *ASCIDIACEA*

V dospelosti žijú prisadnutým (sesílnym) spôsobom života. Upevnené sú k podkladu špeciálnymi výrastkami plášťa a ich pohyb sa obmedzuje len na uzatváranie a otváranie telesných otvorov alebo natáhovanie celého tela. Majú tvar mechúrikov. Často vytvárajú kolónie. Ich základná stavba je znázornená na obrázku 4.



Obr. 4: stavba tela dospelaj ascídie

Na rozdiel od dospelých ascidií larvy sú aktívne pohyblivé a podobajú sa viac larvám obojživelníkov. Charakteristickým znakom u nich je prítomnosť chrbtovej struny vo chvoste a prichytávacie papily, ktorými sa neskôr prichytí o podklad. Základná stavba larvy ascídie je zobrazená na obrázku 5.

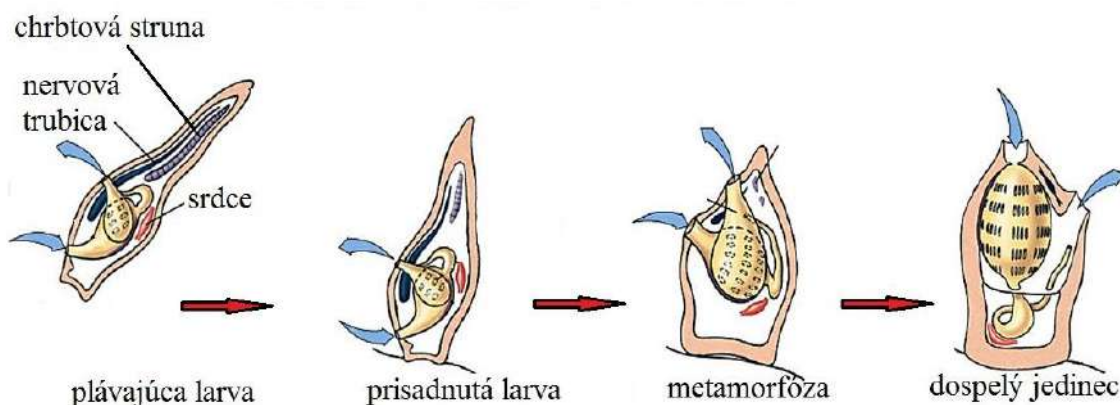


Obr. 5: stavba tela larvy ascídie

Ako je zrejmé i zo základnej stavby tráviacej sústavy ascidií, dospelé jedince sa živia drobnou potravou, ktorú získavajú z vody jej filtrovaním. Prijímacím otvorom sa čiastočky potravy s vodou dostávajú do hltana a tam sa zachytia na žiabrových štrbinách. Prebytočná voda býva odfiltrovaná do peribranchiálneho priestoru. Nato žľazy endostylu vylúčia sekrét, ktorý zlepí čiastočky potravy a jeho bičikaté bunky vírivým pohybom transportujú tieto čiastočky do pažeráka, žalúdka a čreva, odkiaľ sa nestrávené časti vylúčia vyvrhovacím otvorom mimo telo.

Väčšina ascidií sú hermafrodity, vajíčka a spermie však často dozrievajú nerovnako

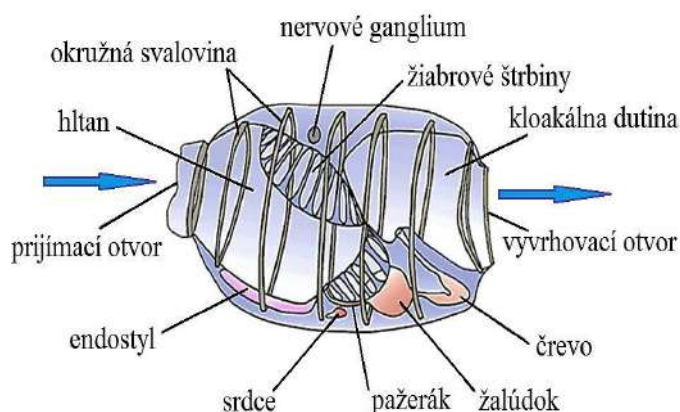
alebo sú vypúšťané oddelene aby nedochádzalo k samooplodneniu. Oplodnenie je pritom zväčša mimotelové a len vzácné sa embryo vyvíja v kloakálnej dutine. Pohyblivá larva prisadá neskôr k podkladu, zaujíma zvislú polohu a metamorfuje na dospelého jedinca. Počas metamorfózy dochádza k výrazným zmenám v stavbe tela, resp. redukcii jej telesných častí (chvost, chrbtová struna, nervová trubica) a zmene ich polohy. Pôvodne brušná (ventrálna) strana sa stáva bočnou (laterálnou) alebo spodnou. Ľahko ju môžeme určiť podľa polohy srdca a endostylu. Metamorfóza a poloha dospeljej ascídie je znázornená na obrázku 6.



Obr. 6: metamorfóza larvy ascídie na dospelého jedinca

TRIEDA SALPY - THALIACEA

Malé, aktívne pohyblivé plášťovce s typickým dvojstranne súmerným súdočkovitým tvarom tela. Tvoria významnú súčasť morského zooplanktónu. Na rozdiel od zástupcov triedy ascídie ich peribranchiálny priestor pokrýva však len zadnú časť hltana. Larvy sa však výrazne nelíšia od lariev ascídií. Dospelé salpy majú na povrchu rôsolovitý plášť a vytvárajú viacero foriem. Hlavný jedinec – oozoid – je priehladný, takže na ňom možno dobre pozorovať vnútornú stavbu. Nápadný je najmä mohutný hltan a okružná svalovina, ktorá svojimi rytmickými sťahmi vyvoláva prúdenie vody vo vnútri tela jedinca, a to smerom od prijímacieho otvoru k otvoru vyvrhovaciemu. Tým sa zabezpečuje nielen prísun potravy do hltana, ale aj samotný pohyb salpy. Sťahmi obrúčkovitých svalov sa voda totiž prudko vypudzuje vyvrhovacím otvorom z tela von, a tým sa celý oozoid posúva dopredu. Takýto pohyb nazývame aj „reaktívny“. Základná morfológia oozoida je znázornená na obrázku 7.

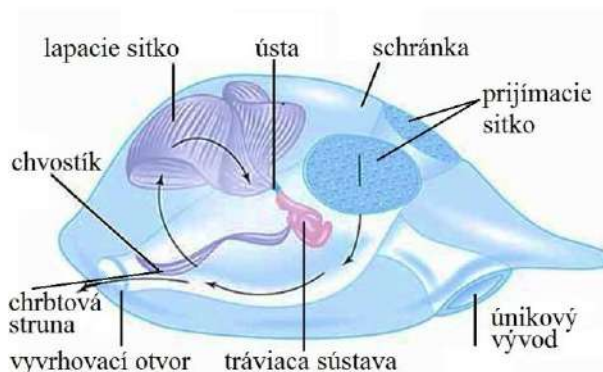


Obr. 7: stavba tela oozoida rod *Doliolum*
(modrými šípkami je označený smer prúdenia vody)

Salpy majú jedno z najzložitejších spôsobov rozmnožovania spomedzi chordátov, pri ktorom sa strieda pohlavná a nepohlavná generácia jedincov. Nepohlavne sa rozmnožuje hlavný jedinec (oozoid). Na brušnej strane má vytvorený výrastok nazývaný *stolo prolifer*, z ktorého sa vegetatívne (tzv. strobiláciou) vytvárajú púčiky. Tieto púčiky sa postupne oddeľujú a špecializované bunky phorocyty ich transportujú na zadnú chrbtovú časť oozoida nazývanú *stolo dorsalis*. Tu púčiky ďalej rastú a delia sa, až vytvoria kolóniu jedincov nazývaných blastozoidy. Tá môže byť dlhšia ako celý oozoid. Po čase sa kolónia oddeľuje od oozoida a ten potom spravidla hynie. Blastozoidy sa neskôr funkčne diferencujú na gasterozoidy s vyživovacou a dýchacou funkciou, phorozoidy, ktoré slúžia na odchovávanie ostatných blastozoidov a gonozoidy. Tie majú rozmnožovaciu funkciu. Hoci sú hermafroditné, ich pohlavné bunky nedozrievajú súčasne a tak sa oplodňujú ako gonochoristi. Z oplodneného vajíčka sa vyvíja larva, ktorá neskôr metamorfuje na oozoid (stratí chvost, chrbtovú strunu a nervovú trubicu).

TRIEDA VRŠOVKY – APPENDICULARIA

Sú to len niekoľko milimetrov veľké priehľadné chordáty tvoriace súčasť planktónu až do hĺbky 100 metrov. Na rozdiel od zástupcov predchádzajúcich tried plášťovcov nemajú typický plášť obopínajúci celé telo a chrbtová struna a nervová trubica sa im zachováva po celý život. Z tunicínu, z ktorého je u ostatných plášťovcov zložený plášť, sú u vršoviek vytvorené len schránky s jedným alebo dvoma prijímacími otvormi a jedným otvorom vyvrhovacím a so sieťkou usporiadanou na zachytávanie potravy. Na tvorbe schránok sa podieľajú špecializované bunky nazývané *oikoblasty*. Telo vršoviek je okrem toho zreteľne členené na trup a chvostík. Práve kmitavým pohybom chvostíka vršovky zabezpečujú prúdenie vody a filtrovanie potravy cez sieťku schránky. Z týchto dôvodov sú vršovky niekedy zaraďované do samostatného podkmeňa. Základná morfológia dospelých vršoviek je znázornená na obrázku 8.



Obr. 8: stavba tela vršovky rodu *Oikopleura* (šípkami je označený smer prúdenia vody)

Larvy vršoviek sú podobné dospelým jedincom, odlišujú sa od nich len polohou chvostíka, u dospelých jedincov je otočený o 90° pod ventrálnu stranu tela, neschopnosťou utvárať schránky a absenciou pohlavných žliaz. Vršovky sa rozmnožujú vždy iba pohlavne.

PODKMEŇ BEZLEBKOVCE – CEPHALOCHORDATA

Druhovo chudobný podkmeň s asi len 25 druhmi, významný ale z evolučného hľadiska. Žijú výhradne v mori. Majú rybovitý tvar a sú aktívne pohyblivé. S plášťovcami majú spoločné nasledovné znaky:

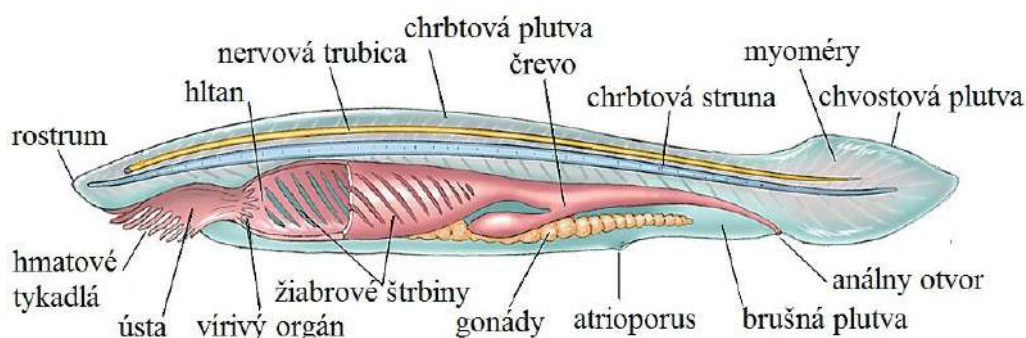
- jednovrstvovú pokožku,
- prítomnosť peribranchiálneho priestoru, ktorý však vzniká iným spôsobom ako u plášťovcov a
- hltan s endostylom upravený na filtrovanie potravy z vody.

S podkmeňom stavovce majú zasa spoločné:

- vnútorne segmentované telo rozlíšené na hlavovú a chvostovú časť,
- zhodnú nervovú sústavu a
- uzavretú cievnu sústavu, upravenú podobne ako u primárne vodných stavovcov.

Osobitosťou stavby tela bezlebkovcov sú asymetrická stavba tela ich lariev, jednoduché zmyslové orgány vo vnútri nervovej trubice a vylučovacie orgány podobné protonefrídiám niektorých bezchordátov.

Základná morfológia bezlebkovcov je znázornená na obrázku 9.



Obr. 9: stavba tela kopijovca širokoplutvého

Za pozornosť stojí nepárový plutvový lem, ktorý sa tiahne na chrbtovej strane tela a dva plutvové lemy (pravá a ľavá metapleura) na brušnej strane. Podobne svalovina bezlebkovcov je priečne pruhovaná a výrazne segmentovaná. Na každej strane tela je okolo 60 úsekov – myomérov.

Tráviaca sústava začína už ústnou dutinou opatrenou až 30 hmatovými tykadlami (cirri). Uzavretá svalnatou plachtičkou (velum) a v jej zadnej časti je vírivý orgán s bičikátymi bunkami, ktoré usmerňujú

prúd vody aj s potravou do priestranného hltana opatreného až 180 žiabrovými štrbinami. Samotná tráviaca trubica vyúsťuje na konci tela už análnym otvorom. Spracovanie potravy prebieha podobne ako u plášťovcov. Na rozdiel od nich však bezlebkovce nemajú žalúdok.

Pomerne dokonale vyvinutá je už aj cievna sústava poukazujúca na vzájomnú príbuznosť bezlebkovcov so stavovcami. Nemajú však vyvinuté srdce (pravdepo-

dobne druhotne) a jeho funkciu nahrádza žilový splav (*sinus venosus*).

Zvláštnosťou u bezlebkovcov je zloženie ich pohlavnej sústavy s veľkým počtom gonád (až okolo 25 párov), ktoré však nemajú vlastné vývody. Bezlebkovce sú gonochoristi. Ich embryonálny vývin je pomerne zložitý a môžeme od neho odvodiť embryogenézu všetkých stavovcov.

Larválny život trvá asi 3 mesiace. Larva je pôvodne asymetrická, s ústnym otvorom a dutinou na ľavej strane a žiabrovými štrbinami na pravej strane. Počas metamorfózy sa však asymetria postupne stráca, ústa sa presúvajú na brušnú stranu, utvoria

sa metapleury a peribranchiálny priestor. Larvy niektorých druhov bezlebkovcov však nemetamorfujú, ale len dorastajú do väčších rozmerov a prípadne sa im môžu vytvoriť i pohlavné orgány. Takýto jav, keď jedince v larválnom štádiu majú vytvorené už pohlavné orgány a môžu sa rozmnožovať nazývame **neoténia**. S neoténiou sa stretneme neskôr aj u stavovcov (napríklad u rýb a obojživelníkov).

Najznámejším zástupcom bezlebkovcov žijúcim aj pri európskych brehoch je 6 – 8 cm dlhý kopijovec širokoplutvý (*Branchiostoma lanceolatum*).

PODKMEŇ STAVOVCE – VERTEBRATA

Sú to aktívne pohyblivé, bilaterálne súmerné živočíchy s dokonalou opornou sústavou, metamerne segmentovaným a pozdĺžne polarizovaným telom a intenzívnou látkovou výmenou. Ich najbližší príbuzní sú bezlebkovce.

Od nižších chordátov sa odlišujú:

- viacvrstvovou pokožkou krytou zvyčajne rôznymi kožnými útvarmi alebo kostnými derivátmi,
- v rôznom stupni redukovanou chrbtovou strunou,
- spravidla kostnou vnútornou kostrou s menším podielom chrupaviek,
- končatinami s vnútornou kostrou,

- centrálnou nervovou sústavou (mozgom) uloženou v lebke,
- dokonale vyvinutými zmyslovými orgánmi,
- uzavretou cievnu sústavou so samostatne pulzujúcim srdcom,
- vylučovacími orgánmi typu pravej obličky
- a zložitou sústavou žliaz s vnútornou sekréciou.

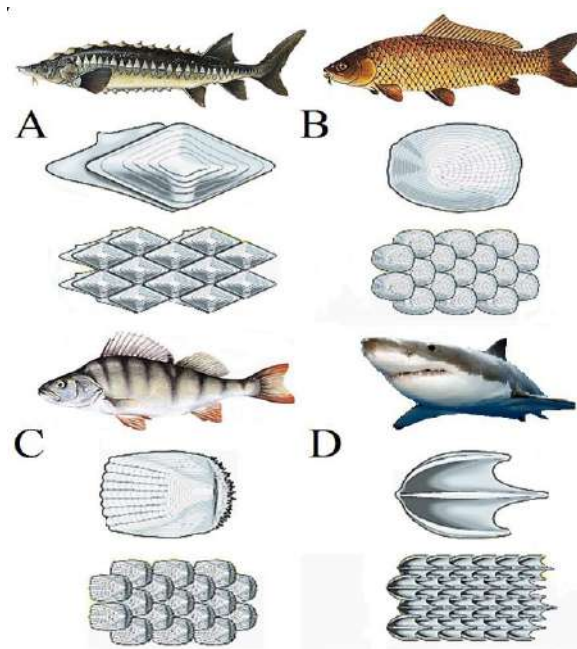
Nižšie je charakterizovaná základná stavba tela stavovcov z hľadiska ich morfológie a vývoja. Takýto spôsob opisu nazývame aj evolučná morfológia.

Pokryv tela

Povrch tela stavovcov tvorí koža, ktorá je zložená z viacvrstvovej pokožky (*epidermis*) a zamše (*corium*). Pokožka je ektodermového a zamša mezodermového pôvodu. Koža u predkov stavovcov bola pravdepodobne holá, z recentných druhov ju majú tiež kruhoústnice a obojživelníky.

U zástupcov vyhynutých štítnatcov a panciernatcov sa utvoril už pevný kostný pancier, ktorý chránil ich telo ale zároveň značne obmedzoval pohyb. Postupne preto dochádza k redukcii panciera a tvorbe kostných šupín. Tvar týchto šupín je znázornený na obrázku 10.

Najstarším typom sú ganoidné šupiny, ktoré však boli ešte značne masívne a stále obmedzovali pohyb. Preto u recentných druhov sa najlepšie uplatnili šupiny leptoidné, ktoré rozdeľujeme na cykloidné a



Obr. 10: základný tvar šupín stavovcov
A – ganoidné (jeseterotvaré), B – cykloidné (kaprotvaré), C – ktenoidné (ostriežotvaré), D – plakoidné (drsnokožce)

a ktenoidné. Cykloidné šupiny sú charakteristické napríklad pre kaprotvaré a ktenoidné šupiny pre ostriežotvaré ryby. Osobitným typom sú šupiny plakoidné vyskytujúce sa u drsnokožcov. Svojou stavbou sú homologické zubom cicavcov. Ich základom je zubovina a na povrchu sa nachádza sklovina.

S prechodom na suchú zem dochádza však k výraznej redukcii týchto kostných derivátov. U obojživelníkov je koža úplne holá, u plazov sa vytvorili kožné deriváty – šupiny, z ktorých sa u vtákov vyvinulo perie. Chlpy cicavcov sú tiež ektodermálneho pôvodu, nevyvinuli sa však z plazej šupiny, ale vznikli ako novotvarom medzi šupinami.

Okrem týchto derivátov kostného či kožného pôvodu sa na povrchu tela sta-

vovcov môžu nachádzať aj ďalšie špecializované útvary ako sú rohy, kopytá, parohy a pod. Navyše koža stavovcov obsahuje často rôzne kožné žľazy a ich modifikácie (jedové, pachové, potné a mliečne žľazy). Veľké množstvo kožných žliaz nachádzame najmä u obojživelníkov a cicavcov, kým koža plazov a vtákov je suchá, takmer bez kožných žliaz.

Pokryv tela stavovcov je charakteristický aj svojím sfarbením, na ktorom sa zúčastňujú jednak rôzne pigmenty umiestnené v kožných derivátoch (šupinách, perí, srsti) a v osobitných pigmentových bunkách, ale i rôzne fyzikálne javy, ako je rozptyl svetla, interferenčné javy a podobne.

Kostra

Plní opornú funkciu a súčasne chráni niektoré vnútorné orgány (pľúca, mozog a ďalšie). Oporná sústava stavovcov bola tvorená spočiatku len chrbtovou strunou, neskôr v rôznom zastúpení chrupavkou a kosťou. Kosť je pritom pôvodným tkanivom dospelých jedincov a chrupavka mláďat a embryí.

Chrbtová struna je úplne zachovaná len u bezčelústnatcov. Ostatné triedy stavovcov ju majú v rôznom stupni redukovanú, resp. potlačenú telami stavcov, s výnimkou vtákov, u ktorých chýba úplne.

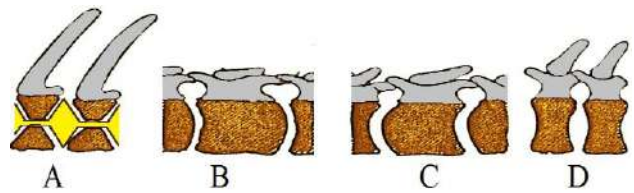
Kostru stavovcov podľa ontogenetického pôvodu delíme na dermálny skelet, kto-

rého kosti vznikajú priamo premenou mezenchýmových buniek (t.j. desmogénnou osifikáciou) a endoskelet, ktorý vzniká premenou chrupavky na kosť (chondrogénna osifikácia). Dermálny skelet predstavujú šupiny rýb, rôzne kostné panciere, krycie kosti lebky, brušné rebrá krokodílov, hatérií a podobne. Endoskelet tvoria stavce, mozgovňa, rebrá, hrudnú kosť, kostra voľných končatín a ich pásma.

Podľa polohy a funkcie delíme kostru na osovú, kostru lebky a kostru končatín. Pre pochopenie vývojových vzťahov jednotlivých tried stavovcov majú pritom význam najmä stavce, rebrá, hrudná kosť, lebka a kostra končatín.

Stavce

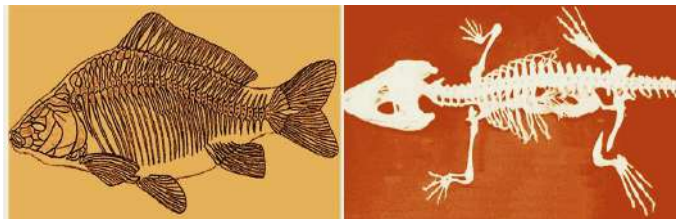
Vznikajú v blízkosti chrbtovej struny, ktorú postupne zatláčajú svojimi telami. Tvoorené sú telom a oblúkmi: horným (dorzálnym) a dolným (ventrálnym). Bezčelústnatce majú stavce bez tiel (tzv. aspondylné), tvorené len hornými oblúkmi. Ďalšie hlavné typy stavcov sú znázornené na obrázku 11.



Obr. 11: základné typy stavcov, A – amficélné, B – procélné, C – opistocélné, D – platycélné, telo stavca (hnedá farba), oblúk stavca (sivá farba), chrbtová struna (žltá farba), medzistavcový priestor (biela farba)

Rebrá

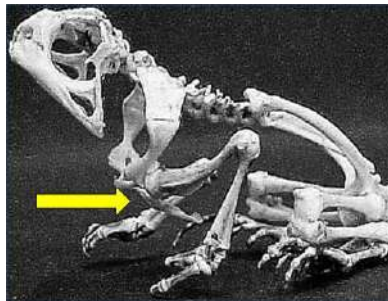
Nachádzajú sa len u zástupcov nadtriedy čelústnatce. Ich hlavnou funkciou je chrániť vnútorné orgány, ale majú aj veľký význam pri dýchaní, konkrétne ventilácii pľúc, kde spolu s hrudnou kosťou vytvárajú hrudný kôš. Pôvodne sa napájali na všetky stavce (u rýb), neskôr však redukovali a zachovali sa len v hrudnej oblasti.



Obr. 12: počet a umiestnenie rebier u rýb a plazov

Hrudná kosť

Vznikla nezávisle na rebrách a po prvýkrát sa vyskytla u žiab. Jej pôvodnou funkciou bolo pravdepodobne upevnenie pletenca predných končatín. Neskôr spolu s rebrami sa podieľa aj na dýchaní. U vtákov sa na hrudnej kosti vyvinul i špeciálny hrebeň na upínanie mohutných lietacích svalov.

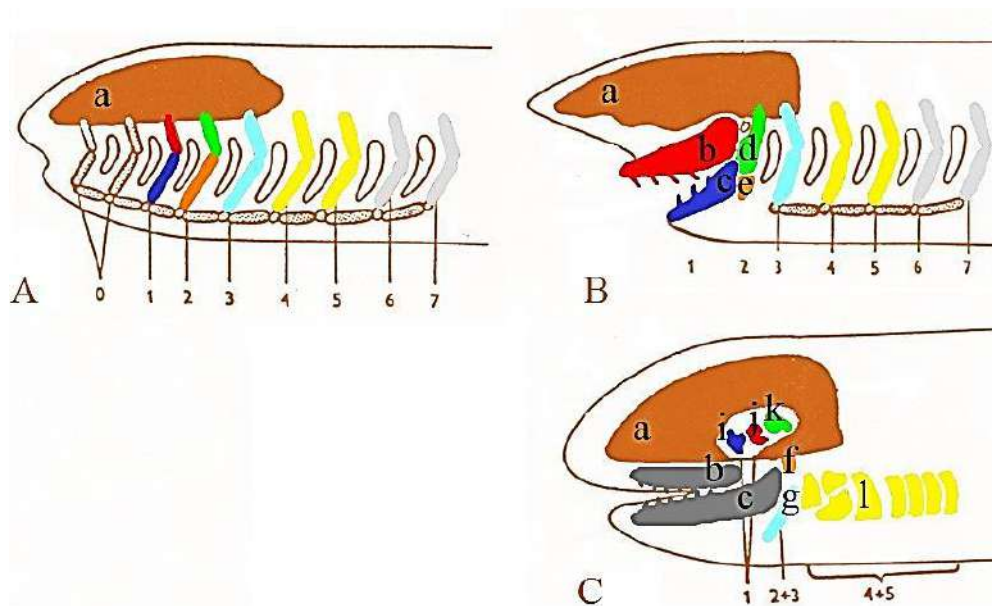


Obr. 13: umiestnenie hrudnej kosti u obojživelníkov

Lebka

Delíme ju na tvárovú a mozgovú časť (mozgovňa). Mozgová časť vznikla hlavne z dôvodov ochrany mozgu a zmyslových orgánov. Najjednoduchšia je u bezčelústnatcov, kde ju označujeme ako pololebka. Naopak, u rýb je pomerne zložitá a tvorená veľkým počtom krycích kostí. Postupne sa počet kostí mozgovne však znižuje a od obojživelníkov vyššie môžeme na nej opísať viacero spoločných kostí.

Pomerne veľké zmeny v priebehu fylogény prekonala tvárová časť lebky. V pôvodnej podobe sa zachovala len u bezčelústnatcov, u ktorých je tvorená 7 párami tyčinkovitých oporných kostí medzi žiabrovými štrbinami, ktoré nazývame žiabrové oblúky. Ich úlohou bola pôvodne opora žiabram. Žiabrové oblúky v priebehu vývoja prekonali významné zmeny, ktoré sa týkali najmä 1. až 3. žiabrového oblúka (obrázok 14).



Obr. 14: hlavné etapy vývoja tvárovej časti lebky stavovcov

A – bezčelústnatce, **B** – primárne vodné stavovce, **C** – cicavce, 0 až 7 – nultý až siedmy žiabrový oblúk, a – mozgovňa, b – horná čeľusť, c – spodná čeľusť, d – pripojenie čeľustí, e – hyoideum, f – rohy jazyčky, g – jazyčka, i – kladivko, j – nákovka, k – strmienok, l – chrupavky hrtanu

Tieto zmeny prebiehali nasledovne:

- ⇒ nultý premandibulárny oblúk zanikol, alebo sa podieľa na tvorbe perových chrupaviek (u žralokov),
- ⇒ 1. horný čeľustný oblúk funguje u primárne vodných stavovcov ako horná čeľusť alebo a nesie primárny čeľustný kĺb (u lúčoplutvovcov). U cicavcov z neho vzniká nákovka – ušná kostička stredného ucha, pričom vzniká sekundárny čeľustný kĺb,
- ⇒ dolný čeľustný oblúk funguje u primárne vodných stavovcov ako spodná čeľusť od lúčoplutvovcov vyššie ako *os articulare*. U cicavcov z neho vzniká kladivko stredného ucha,
- ⇒ 2. horný jazykový oblúk sa vyskytuje u primárne vodných čelústnatcov, kde sprostredkuje pripojenie čeľustí k tvárovej časti lebky. Od plazov vyššie z neho vzniká sluchová kostička *collu-*

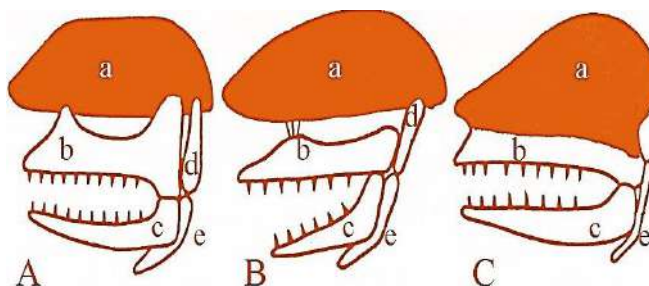
mela, u cicavcov strmienok stredného ucha,

- ⇒ dolný jazykový oblúk je úplne vyvinutý u primárne vodných čelústnatcov, u suchozemských stavovcov tvorí rohy jazyčky, alebo len niektoré časti jazyčky (cicavce),
- ⇒ 3. oblúk sa u primárne vodných stavovcov zachoval a plní svoju pôvodnú opornú funkciu, u suchozemských stavovcov sa podieľa na tvorbe jazyčky,
- ⇒ 4. – 5. oblúk si zachováva stále pôvodnú funkciu u primárne vodných stavovcov, u suchozemských je redukovaný a zachováva sa len vo zvyškoch chrupaviek hrtanu,
- ⇒ 6. – 7. oblúk sa zachováva len u primárne vodných stavovcov, pričom 7. žiabrový oblúk už spravidla nenesie žiabre. U suchozemských stavovcov zaniká.

Z fylogenetického hľadiska je významný aj spôsob samotného pripojenia čelústí k mozgovni. Rozoznávame 4 základné vývojové typy (obrázok 15):

1. Pôvodná autostýlia, pri ktorej sa horná čelusť k mozgovni pripájala väzmi alebo priamo zrastením s ňou. Vyskytovala sa napríklad u panciernatcov.
2. Amfistýlia. Pri nej je horná čelusť ešte stále spojená s mozgovňou v oblasti očnice. Vyskytuje sa u niektorých drsnokožcov (pásožiabrovce) a mali ho aj zástupcovia násadcoplutvovcov.
3. Hyostýlia. Horná čelusť je pri tomto type lebky spojená len cez hyomandibulare. Má ho väčšina zástupcov pásožiabrovcov a pravých rýb.
4. Odvodená autostýlia. Tento typ lebky sa vyvinul z pôvodnej amfistýlnej lebky

zástupcov podtriedy vejároplutvovce pevným zrastením hornej čeluste s mozgovňou. Vyskytuje sa od obojživelníkov a vyššie, ale i u chimérovce a dvojdyšníkovce, u ktorých však jej pôvod nie je presne známy.

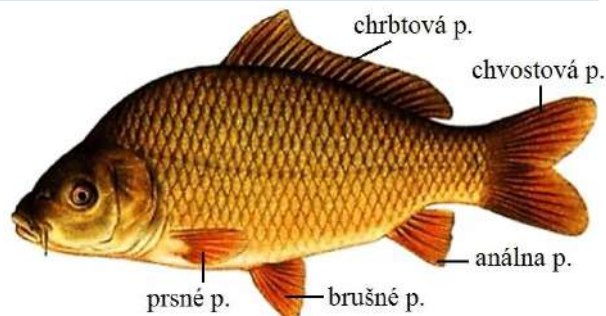


Obr. 15: základné vývojové typy lebiek stavovcov, A – amfistýlia, B – hyostýlia, C – autostýlia a odvodená autostýlia, a – mozgovňa, b – horná čelusť, c – dolná čelusť, d – pripojenie čelústí, e – hyoideum

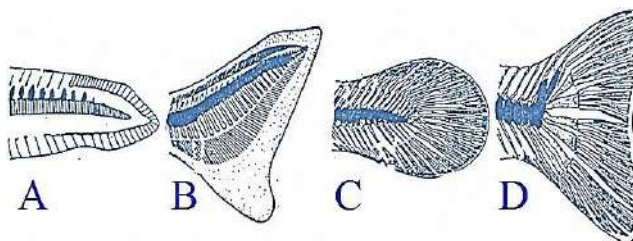
Končatiny

Vznikli z nepárového plutvového lemu bezlebkovcov ako nepárové končatiny. Pravdepodobne existovali od samotného vzniku stavovcov aj párové končatiny, ktoré sa vyvinuli zas z párových metapleur. Pôvodne však slúžili skôr ako opora tela pri pohybe po dne alebo pri manévrovaní. Väčší rozvoj dosiahli až u suchozemských stavovcov.

K pôvodným končatinám primárne vodných stavovcov patrili plutvy. Z nich nepárové sú chrbtová, análne a chvostová plutva, párové brušné plutvy a prsné plutvy (obr. 16). Z chvostových plutiev k vývoju najpôvodnejším patrí plutva heterocerkná, ktorá sa vyskytuje najmä u drsnokožcov a u niektorých rýb (jeseterotvaré). Ďalšie typy chvostových plutiev sú znázornené na obr. 17.

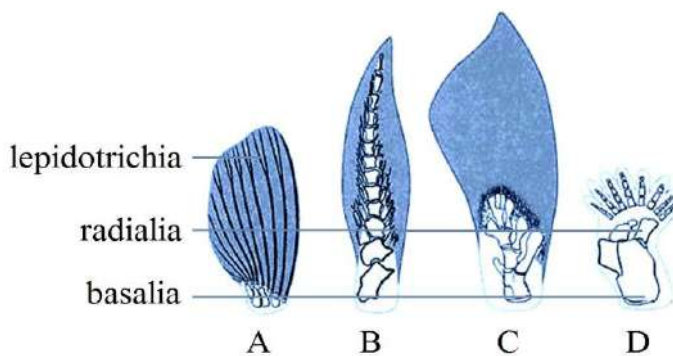


Obr. 16: párové a nepárové plutvy lúčoplutvovcov



Obr. 17: základné typy chvostových plutiev, A – plutvový lem, B – heterocerkná plutva, C – difycerkná plutva, D – homocerkná plutva

Končatiny suchozemských stavovcov – nohy – sa vyvinuli pravdepodobne z párových plutiev zástupcov triedy násadcoplutvovce. Niektoré časti ich špecializovanej mohutnej plutvy nazývanej archipterygium môžeme homologizovať s kosťami prednej či zadnej končatiny suchozemských stavovcov (obr. 18). Basalia sú homologické s ramennou, laktovou a vretennou kosťou pri prednej končatine a stehnovou kosťou, píštalou a ihlicou pri zadnej končatine, radialia sú homologické zas s priehlavkovými alebo zápästnými kostičkami a článkami prstov. Lepidotrichia zanikli.



Obr. 18: hypotetický vývoj končatín suchozemských stavovcov

A – ryba, B – dvojdyšník, C – Eusthenopteron, D – Acanthostega

Nervová sústava

Základom nervovej sústavy je nervová trubica ektodermového pôvodu s centrálnym kanálikom. Podľa polohy ju rozlišujeme na centrálnu, ktorú tvorí mozog

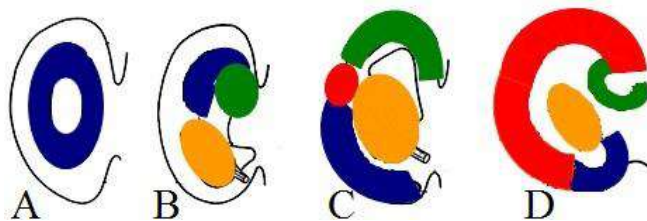
a miecha, a periférnu. Tú predstavujú nervy, spájajúce nervové ústredia s jednotlivými orgánmi a tkanivami.

Mozog

Pôvodne sa delil na dva oddiely: predný mozog a zadný mozog, pričom predný mozog sa počas ďalšieho vývoja rozdelil ďalej na koncový mozog a medzimozog. Za ním sa vyčleňuje tectum a mozoček, u cicavcov ešte tzv. most. V dospelosti sa tak skladá z nasledovných piatich hlavných častí: koncový mozog, medzimozog, stredný mozog, mozoček a predĺžená miecha.

Z evolučného hľadiska je dôležitý najmä vývoj koncového mozgu, a to predovšetkým usporiadanie jeho šedej a bielej mozgovovej hmoty. Šedá hmota nie je spočiatku diferencovaná a leží okolo komôr v hemisférach. Biela hmota sa nachádza naopak na okraji tak ako je to pri mieche. Koncový mozog slúžil pôvodne len ako ústredie pre vnímanie pachových podnetov. V priebehu vývoja sa šedá hmota však postupne presúva k hemisférám a

utvára mozgovú kôru (*pallium*), ktorá sa ďalej diferencuje na *palaeopallium*, *archipallium* a *neopallium* (obr. 19).



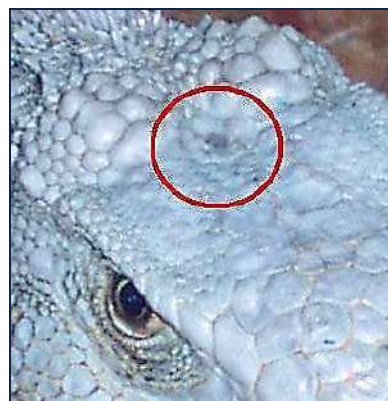
Obr. 19: hlavné etapy vývoja koncového mozgu stavovcov

A – bezčelústnatce, B – obojživelníky, C – plazy, D – cicavce, mozgová komora (červená farba), palaeopallium (modrá farba), biela hmota (biela farba), archipallium (zelená farba), bazálne gangliá (oranžová farba)

Palaeopallium zostáva naďalej u bezčelústnatcov centrom pre čuchové vnímanie. Archipallium sa zakladá už u obojživelníkov a obsahuje vyššie asociačné centrá. U plazov po prvý raz vzniká medzi palaeo- a archipalliom druhotná mozgová kôra – neopallium, ktoré je u vyšších stavovcov dominujúcim integračným centrom. Najväčší rozvoj dosiahol u cicavcov. Časť šedej hmoty sa pritom zachovala aj pri mozgových komorách a predstavuje tzv. bazálne gangliá. V nich sú uložené centrá pre inštinktívne správanie. Najdokonalejšie sú vyvinuté u vtákov, u ktorých túto vrstvu označujeme ako *neostriatum*, a u rýb, kde ju nazývame *epistriatum*.

Podobne významný je aj vývoj medzi-mozgu, ktorý má dve nepárové vychlípeniny nazývané pineálny a parietálny orgán. Pineálny orgán u bezčelústnatcov, niekto-

rých rýb a obojživelníkov obsahuje zmyslové bunky, u vyšších stavovcov plní už sekrečnú funkciu. Parietálny orgán naopak funguje u niektorých bezčelústnatcov, obojživelníkov a jašterov ako jednoduché (temenné) oko, citlivé hlavne na svetlo. Dobre zachované je napríklad u hatérii (obr. 20).

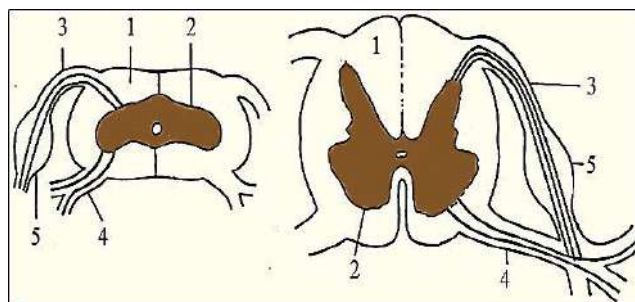


Obr. 20: temenné oko (označené krúžkom) u hatérie bodkovanej.

Miecha

Má opačné usporiadanie šedej a bielej hmoty ako mozog. Biela hmota je na povrchu, šedá vo vnútri. Nervové dráhy z nej vystupujú dorzálnymi a ventrálnymi koreňmi miechové nervy. Dorzálne miechové korene utvárajú po vyústení z miechy spinálne gangliá, a potom pokračujú buď samostatne do tela (u mihul'otvarých) alebo sa spájajú s ventrálnymi koreňmi a tvoria jeden pár miechových nervov (u ostatných stavovcov). Ďalej sa však delia na tri vetvy, z ktorých dorzálna inervuje kožu a svalovinu chrbta, stredná kožu a svalovinu bokov a brušnej strany a ventrálne vnútorné orgány (obr. 21).

Periférna nervová sústava sa skladá z mozgových nervov, miechových nervov a vegetatívneho systému.



Obr. 21: prierez miechy u A – mihul'otvarých a B – ostatných stavovcov

1 – biela hmota, 2 – šedá hmota, 3 – dorzálny koreň, 4 – ventrálne koreň, 5 – spinálne ganglium

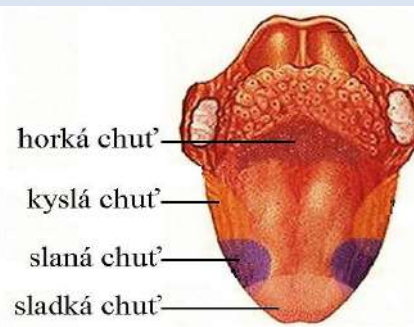
Zmyslové orgány

Prostredníctvom špecializovaných receptorov – zmyslových buniek – alebo nešpecializovaných nervových buniek a ich zakončení zabezpečujú stavovcom vnímanie podnetov z vonkajšieho alebo vnútorného prostredia. Zmyslové bunky pritom delíme na primárne, ktoré majú vlastné neurity a vedú teda vzruch do nervových buniek, a sekundárne, ktoré nemajú vlastné nervo-

vé dráhy a vedenie vzruchov je sprostredkované vláknami nervových buniek. Takéto bunky sa vyskytujú len u stavovcov. Patria k nim napríklad Merkelyho terčiky, zmyslové bunky prúdového či statokinetického orgánu a podobne. K vlastným zmyslovým orgánom stavovcov patrí chuťový, čuchový, prúdový, statokinetický, sluchový a zrakový orgán.

Chuťový orgán

Tvoria ho chuťové poháriky, ktoré sa u vývojovo pôvodnejších skupín nachádzajú na celom povrchu tela, na hlave, na fúzoch okolo úst, v ústach a hltane. U plazov, vtákov a cicavcov sú sústredené na jazyku a sliznici úst. Základné chute, ktoré stavovce vnímajú, sú sladká, slaná, kyslá a horká. Chuťové poháriky pre vnímanie jednotlivých typov chuti sú pritom rozložené na jazyku nerovnomerne (obr. 22).



Obr. 22: vnímanie jednotlivých typov chute na jazyku

Čuchový orgán

Tvorený je primárnymi zmyslovými bunkami uloženými v jednom (u bezčelústnatcov) alebo dvoch (u čelústnatcov) čuchových vreckoch, ktoré s vonkajším prostredím komunikujú prostredníctvom nozdier. Tie pôvodne končili u stavovcov slepo v lebke. Až u násadcoplútvovcov došlo k vzniku vnútorných nozdier spájajúcich čuchové vrecky s ústnou dutinou (obr. 23). U vyšších stavovcov sa podieľajú aj na prenose vzduchu pri dýchaní.

Osobitným čuchovým orgánom niektorých žiab a vyšších stavovcov je Jacobsonov orgán. Druhotne chýba krokodílovi,

korytnačkám, vtákom a niektorým cicavcom (napríklad človeku). Tvorený je slepými vreckami s čuchovou sliznicou v ústnej dutine. Čuchové podnety z prostredia zachytávajú jazykom. Preto hady na nás "vyplazujú jazyk". Podobne to robia napríklad muflóny. Hovoríme tomu flémovanie.



Obr. 23: nozdry u rýb a vtákov

Prúdový orgán

Slúži na vnímanie prúdenia vody a rozdielov tlakov a preto sa vyskytuje len u primárne vodných stavovcov a obojživelníkov vo vodnom štádiu. Tvorený je špeciálnymi zmyslovými bunkami – neuromastmi, uloženými najmä na hlave, bokoch tela a u rýb v bočnej čiare. Ich premenou vznikli aj elektroreceptory (Lorenziho ampuli) u drsnokožcov na vnímanie elektrického potenciálu (obr. 24).



Obr. 24: Lorenziho ampuli uložené na hlave žraloka

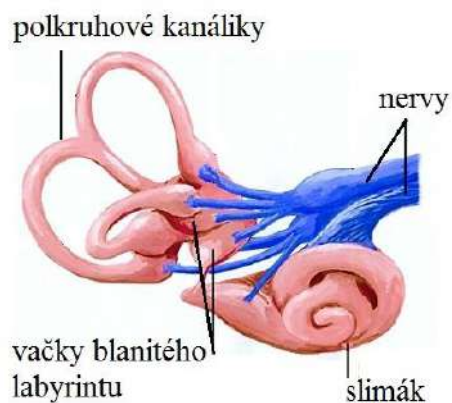
Statokinetický orgán

Vyvinul sa pravdepodobne z prúdového orgánu nižších stavovcov a jeho pôvodnou funkciou bolo vnímanie polohy a pohybu. Uložený je v dutine vnútorného ucha tvoreného kostným labyrintom s tekutinou perilymfou, v ktorom je uložený blanitý labyrint s endolymfou (obr. 25).

Vnímanie polohy sprostredkovávajú sekundárne zmyslové bunky, uložené vo včkoch blanitého labyrintu. Skupiny týchto buniek sú prekryté hlienovitým povlakom, v ktorom plávajú drobné vápenaté kryštálky – statokonie (u rýb nazývané otolity). Tie podľa polohy jedinca dráždia vlastné zmyslové bunky.

Vnímanie pohybu zabezpečujú zas iné skupiny buniek, ktoré ležia v rozšírených

častiach polokružných chodieb. Tie sú u bezčelústnatcov spravidla 2, u čelústnatcov 3.



Obr. 25: umiestnenie statokinetického orgánu

Sluchový orgán

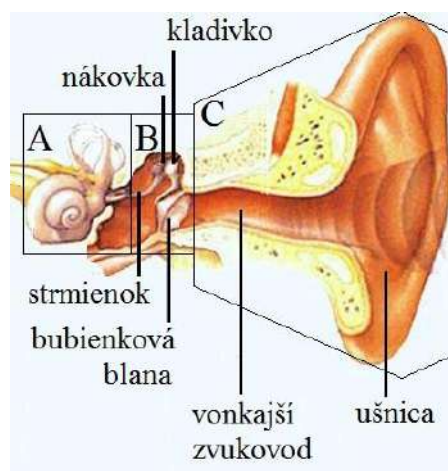
Sídlom pre vnímanie sluchu bol pôvodne vajcovitý včok blanitého labyrintu, z ktorého vybieha dlhá chodba nazývaná *lagna*. Postupne sa však predlžuje a diferencuje a nakoniec sa stáva hlavnou sluchovou oblasťou. U vtákov a cicavcov rozdeľuje vnútorný priestor a utvára charakteristický prehnutý alebo stočený útvar nazývaný slimák.

Takto utvorené vnútorné ucho komunikovalo pôvodne s vonkajším prostredím osobitnými kanálíkmi, ústiacimi na povrch (napríklad u žralokov). U obojživelníkov sa utvára už aj stredné ucho a od plazov vyššie i vonkajšie ucho.

Stredné ucho je tvorené bubienkovou dutinou, v ktorej sú uložené sluchové kos-

tičky. U obojživelníkov, plazov a vtákov je to tyčinka nazývaná *columella*, u cicavcov už 3 samostatné kostičky: strmienok, nákovka a kladivko. Tie prenášajú zvukové vlny zachytené bubienkovou blanou do vnútorného ucha.

Vonkajšie ucho tvorí zvukovod, ktorý u plazov býva krátky, u vtákov predĺžený s náznakom ušnic a u cicavcov dlhý s dokonale vyvinutými ušnicami na lepšie zachytávanie zvukových vln.



Obr. 26: stavba sluchového orgánu

A – vnútorné ucho, B – stredné ucho, C – vonkajšie ucho

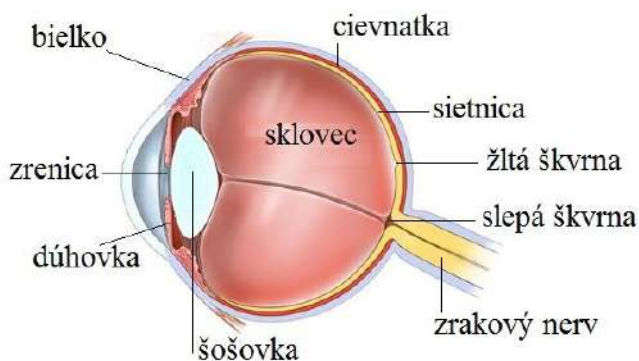
Zrakový orgán

Základom zrakového orgánu stavovcov je oko. Pôvodne mali najmenej 4 oči, a to dve po stranách hlavy a dve nepárové temenné oči. Temenné oči slúžili najmä primárne vodným stavovcom vidieť i smerom hore a tak sa chrániť pred predátormi.

Oko sa skladá z nasledovných hlavných častí: očnej gule a očných svalov. Očná guľa slúži ako tmavá komora. Jej súčasťou je aj šošovka (obrázok 27). Skladá sa z:

- bielka, ktoré vpredu prechádza do rohovky,
- cievnatky, ktorá zas dopredu prechádza do dúhovky so zreničkou a
- 11 vrstvovej sietnice, z čoho 10 vrstiev tvoria neuróny a 1 vrstva je pigmentová.

Oči stavovcov sú citlivými výbežkami zmyslových buniek odvrátené od zdroja svetla, hovoríme, že sú inverzné. Zmyslové bunky môžu predstavovať tyčinky, ktoré slúžia na čiernobiele videnie, alebo čapíky, ktoré zodpovedajú za farebné videnie. Farebne vidia pravé ryby, niektoré plazy, niektoré cicavce a všetky vtáky.



Obr. 27: základná stavba oka cicavca

Pri zaostrovaní obrazu významnú úlohu zohráva šošovka. Ohýba a usmerňuje zväzok svetelných lúčov, a to buď posúvaním sa k sietnici alebo od nej, prípadne zmenou jej tvaru tak, aby obraz dopadal presne na sietnicu. Na zaostrovaní sa môže čiastočne podieľať aj rohovka. Rozoznávame niekoľko typov zaostrovania, pričom v klude môžu byť oči zaostrené na blízko alebo na diaľku.

A. Bezčelústnatce a väčšina rýb majú oči v klude zaostrené na blízko. Pri zaostrovaní na diaľku sa však u bezčelústnatcov priťahuje šošovka k sietnici a

splošťuje aj rohovka. U rýb sa tvar rohovky ale nemení.

B. Drsnokožce a vyššie stavovce majú naopak v kľúde oči zaostrené na diaľku. Pri zaostrovaní na blízko sa drsnokožcom a obojživelníkom posúvaná šošovka od sietnice, u ostatných stavovcov sa mení tvar šošovky (prípadne i rohovky). Často v prípade odstránenia šošovky môže funkciu zaostrovania nahradiť čiastočne i rohovka.

Oči stavovcov majú ešte aj ďalšie pomocné štruktúry, ktoré ich chránia pred mechanickým poškodením a zabráňujú vysychaniu rohovky. Sú to napríklad slzné, mazové, ale i pachové žľazy a viečka. U niektorých stavovcov sú však pohyblivé horné viečka (napríklad u cicavcov), u iných dolné viečka (vtáky). U plazov a vtákov sa vyvinulo i tretie priesvitné viečko, tzv. žmurka.

Tráviaca sústava

Základom tráviacej sústavy stavovcov je tráviaca trubica. Jej zložitosť závisí predovšetkým od typu prijímanej potravy. Rastlinožravé druhy majú tráviacu trubicu spravidla dlhšiu a zložitejšiu než mäsožra-

vé druhy. Tráviacu trubicu delíme na tieto hlavné časti: ústna dutina, hltan, pažerák, žalúdok, črevo a kloaka.

Ústna dutina

Prvotnou funkciou ústnej dutiny bolo uchopovanie potravy. Neskôr slúži i na hrubé spracovanie a rozomieľanie potravy, prípadne i čiastočné trávenie (napríklad cukrov). Opatrená môže byť zobákom (u vtákov), perami (u cicavcov) a inými útvarmi. Vo vnútri ústnej dutiny sa nachádza jazyk s chuťovými pohárikmi, zuby a ústia do nej aj niektoré žľazy (najmä slinné).

Jazyk môže mať rôzny tvar a dĺžku a zúčastňovať sa aj na získavaní potravy či zachytávaní čuchových vnemov (plazy, obr. 28).

Zuby sú zas významné na trhanie a rozomieľanie potravy. Vyskytujú sa len u nadtriedy čeľustnatce, ale druhotne môžu u nich aj chýbať (napríklad u vtákov a korytnačiek). Často sú dôležitým systematickým znakom a pretože zubovina je najtvrdším

tkanivom živočíchov, slúžia ako významné fosílné doklady.



Obr. 28: príklady tvarov a využitia jazyka u stavovcov

zľava doprava a zhora nadol: trhanie listov (žirafa), získavanie nektáru (kolibrik), zachytávanie molekúl pachu (hady) a hygiena (lev)

Zuby môžu mať všetky rovnaký tvar, vtedy hovoríme o homodontnom chrupu či zuboch, alebo sú tvarovo a veľkostne rôzne – heterodontný chrup (obr. 29). Podobne aj generácií zubov môže byť niekoľko, vtedy ide o tzv. polyfiodontný chrup (napríklad u drsnokožcov), alebo sa počet generácií zubov redukuje na jednu – monofiodontný chrup, prípadne dve generácie zubov – difiodontný chrup (mliečny a trvalý chrup u cicavcov).

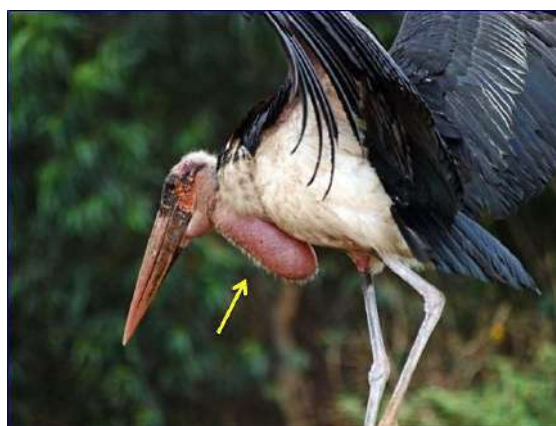


Obr. 29: príklady homodontného (delfín) a heterodontného (prav) typu chrupu stavovcov

Hltan a pažerák

Pôvodnou funkciou hltana bola filtrácia potravy z vody cez žiabrové štrbiny. Neskôr sa však dostáva do úzkeho vzťahu so žiabrovým (u primárne vodných stavovcov) alebo pľúcny dýchaním (u suchozemských) (pozri kap. dýchanie).

Pažerák už slúži na samotný transport potravy do žalúdka. U nižších stavovcov je ešte krátky, ale u vyšších predstavuje už pomerne dlhú trubicu. U vtákov z neho vzniká špecializovaný útvar nazývaný hrvoľ, ktorý slúži ako zásobáreň potravy, prípadne aj na jej čiastočne trávenie. U cicavcov sa podieľa aj na tvorbe predžalúdka.



Obr. 30: naplnený hrvoľ môže dosahovať úctyhodné rozmery ako u tohto bo-ciana marabu

Žalúdok, črevo a kloaka

Žalúdok pôvodne slúžil iba ako zásobáreň potravy. Až neskôr sa v ňom utvára stena s tráviacimi žľazami. U rastlinožravých druhov sa člení na viacej častí so špecifickými funkciami, napríklad na svalnatý a žľaznatý žalúdok u vtákov, bachor, čepiec, knihu a slez u prežúvavcov (obr. 31).

Vlastné trávenie a resorpcia látok ale prebieha až v čreve. U primárne vodných stavovcov je zväčša jednoduché, prípadne jeho vnútorná plocha je zväčšovaná špe-

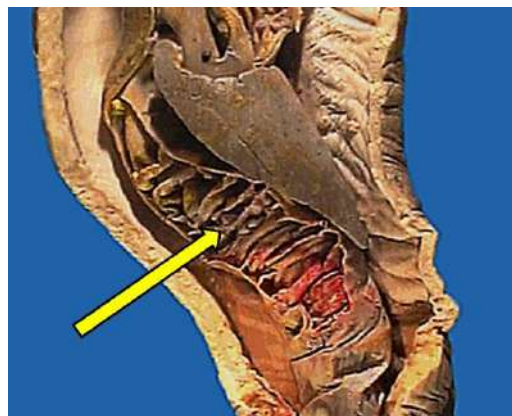
ciálnymi štruktúrami, ako napríklad špirálnou riasou (obr. 32). U vyšších stavovcov sa črevo už morfológicky člení na tenké a hrubé črevo, v ktorom dochádza najmä k resorpcii vody. Osobitnou časťou čreva sú slepé výbežky, vyvinuté najmä u rastlinožravých druhov.

Črevo býva ukončené konečníkom, ktorý u väčšiny stavovcov ústi do kloaky. Tá je pravdepodobne pôvodným orgánom, druhotne chýba iba bezčelústnatcom, lú-

čoplutvovcom a placentálnym cicavcom. Zároveň slúži aj ako vývod urogenitálnej sústavy. Vzniká ako rozšírenina čreva, len jej vonkajšia časť je ektodermového pôvodu. Konečník alebo kloaka ústia von z tela samostatným análnym otvorom.



Obr. 31: ukážka žalúdkov vtákov (vľavo) a prežúvavcov (vpravo)



Obr. 32: špirálna riasa v čreve drsnokožcov

Dýchacia sústava

Podobne ako u nižších chordátov, aj u stavovcov je bežne rozšírené kožné dýchanie, najmä u obojživelníkov a cicavcov, alebo dýchanie pomocou ústnej sliznice, sliznice čreva a podobne (napríklad u niektorých druhov rýb). Vlastnými dýchacími orgánmi

stavovcov sú u primárne vodných stavovcov žiabre a u suchozemských stavovcov pľúca alebo pľúcne vaky. Vznik týchto dýchacích orgánov súvisí s predným oddielom tráviacej trubice – hltanom.

Žiabre

Sú to bohato prekrvené deriváty hltanu. U bezčelústnatcov predstavujú tzv. žiabrové lamely, ktoré sú uložené v žiabrových vačkoch. Tie na povrch ústia žiabrovými štrbinami, ktorých je 7 (mihul'otvaré), alebo splývajú a ústia len jednou štrbinou (sliznatkotvaré). U drsnokožcov tvoria žiabrové lupienky nasadajúce po dvoch na žiabrové prepážky. Na rozdiel od bezčelústnatcov však žiabrové oblúky ležia vo vnútri žiabrového koša. Navonok ústia spravidla opäť samostatnými žiabrovými štrbinami, ktorých je 5 (obr. 33). U chimérovcov sú iba 4 a prekryté sú tzv. nepravou skrelou.

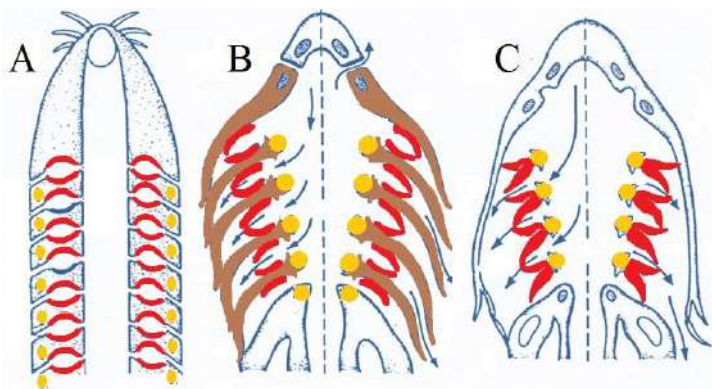
U lúčoplutvovcov a násadcoplutvovcov dochádza k redukcii žiabrových prepážok a žiabrové lupienky nasadajú priamo na žiabrové oblúky. Tieto neústia samostat-

nými žiabrovými štrbinami, ale sú prekryté skrelou. Pohybmi skrelí sa súčasne zabezpečuje i prúdenie vody cez žiabre.



Obr. 33: žiabrové štrbiny u mihul'otvarých (vľavo) a pásožiabrovcov (vpravo)

U lariev dvojdyšníkovcov, bichirotvarych a obojživelníkov sa vyskytujú tiež vonkajšie žiabre, ktoré majú tvar bohato prekrvených vláknitých výrastkov. U niektorých skupín, ako sú mloky, môžu pretrvávať i v dospelosti. Podobne niektoré primárne vodné stavovce majú i iné prídavné dýchacie orgány.



Obr. 34: základné typy usporiadania žiabrá u primárne vodných stavovcov A – mihľotvaré, B – drsno-kožce, C – lúčoplutvovce, žiabre (červená farba), žiabrové oblúky (žltá farba), žiabrové prepážky (hnedá farba), šípky označujú smer prúdenia vody

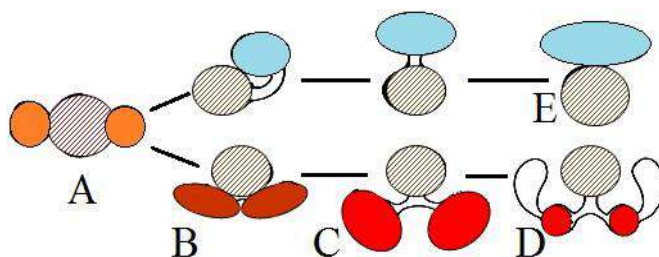
Pľúca a pľúcne vaky

Vlastným pľúcam stavovcov predchádzali pľúcne vaky, ktoré vznikli vychlípením z brušnej strany hltana. Tie pôvodne slúžili ako pomocný dýchací orgán u niektorých rýb. Homologický pľúcny vakom je tiež plynový mechúr rýb, ktorý ale vznikol z chrbtovej strany hltana (obr. 35).

Pľúca vznikli tiež zdokonalením párových pľúcnych vakov, pričom u jednotlivých tried stavovcov dosiahli rôzny stupeň dokonalosti. U obojživelníkov sú pľúca relatívne malé, vakovité, a väčšiu časť dýchania zabezpečuje u nich kožné dýchanie. U plazov sú už pľúca výraznejšie členené, ale najdokonalejšie, s množstvom drobných pľúcnych mechúrikov, sú vyvinuté u cicavcov. Osobitnú stavbu majú pľúca vtákov. Sú pomerne malé a ťažko rozťahovateľné, čo súvisí najmä so zabezpečením aerodynamiky vtáčieho tela. Ventiláciu vzduchu do pľúc a z pľúc potom zabezpečuje 5 párov veľkých vzdušných vakov. Postupne sa diferencuje i celková dýchacia sústava a jej cesty. Tie sa v hltane križia s

tráviacimi a postupujú štrbinou do hrtana, priedušnice a priedušiek.

Na začiatku dýchacích ciest vznikajú i zvukové orgány, fungujúce zvyčajne na princípe rezonátorov vzduchu. Uložené sú buď v hrtane (obojživelníky, plazy a cicavce) ako hlasivky, alebo v mieste vetvenia priedušnic (vtáky) ako špeciálny hlasový ústroj *syrix*.



Obr. 35: schéma základného vývoja plynového mechúra a pľúc stavovcov

A – východzí stav, B – dvojdyšníkovce, C – cicavce, D – vtáky, E – ryby, tráviaca trubica (šrafovaná plocha), pľúcne vaky (hnedá farba), plynový mechúr (modrá farba), pľúca (červená farba), vzdušné vaky (biela farba)

Cievna sústava

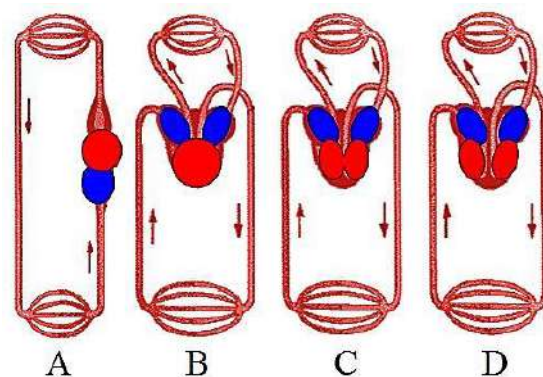
Srdce

Srdce malo pôvodne tvar rozšírenej trubice, ktorá sa počas vývoja esovito ohýbala a špirálovito stáčala. U primárne vodných stavovcov, bolo delené už na 4 základné

časti: žilový splav, ktorý pretrváva aj u obojživelníkov, predsieň, komoru a srdcový nástavec. Podobne ako žilový splav i srdcový nástavec pretrváva až k obojživeln-

níkom, hoci u bezčelústnatcov a pravých rýb je redukovaný. U vyšších stavovcov sa podieľa na stavbe steny komôr.

S prechodom na suchú zem a dýchaním atmosférického vzduchu dochádza aj k ďalším zmenám v stavbe srdca, najmä k jeho rozdeleniu a tým k oddeleniu okysličenej krvi od krvi odkysličenej (obrázok 36). Už u dvojdyšníkovcov je tendencia oddelenia predsiení pozdĺžnou riasou a podobnú stavbu srdca mali pravdepodobne aj zástupcovia podtriedy vejároplutvovce. U obojživelníkov nachádzame už dokonale oddelené dve predsieni a jednu komoru a u plazov už aj dve komory, hoci ešte nedokonalne oddelené komorovou prepážkou. Vtáky a cicavce majú už srdce rozdelené úplne na dve komory a dve predsieni.

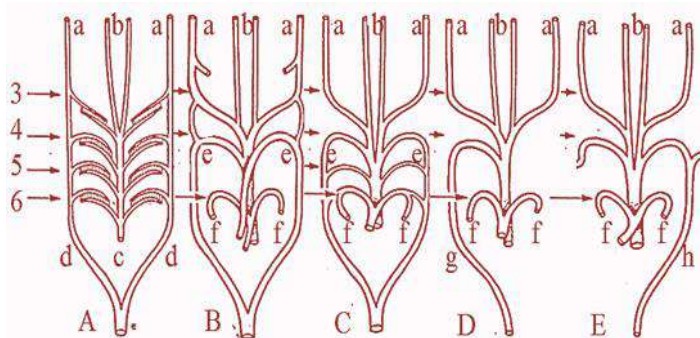


Obr. 36: základné typy srdca stavovcov
A – lúčoplutvovce, B – obojživelníky, C – plazy, D – cicavce, predsieň (modrá farba), komora (červená farba), šípky ukazujú smer prúdenia krvi

Tepny a cievy

Systém tepien stavovcov je odvodený od tepnového systému bezlebkovcov. U primárne vodných stavovcov vystupuje zo srdca nepárová brušná aorta do pôvodne 6 žiabrových tepien. Každá z nich je tvorená prívodnou tepnou, ktorá vedie odkysličenú krv z brušnej aorty, a odvodnou tepnou, ktorá vedie zas okysličenú krv zo žiabier do chrbtovej aorty. U recentných vodných stavovcov je zachovaný spravidla 3. až 6. pár žiabrových tepien. Pri prechode na suchú zem a zmene žiabrového dýchania na pľúcne, dochádza i k výrazným zmenám tepnového systému. 6. pár odvodných žiabrových tepien sa mení na pľúcne tepny. 3. oblúk si zachováva pôvodný tvar žiabrových tepien, z ktorých vystupujú len krkavice u obojživelníkov, u plazov sa krkavice spájajú s ďalším párom tepien. U cicavcov a vtákov sú krkavice napojené priamo na brušnú aortu. 4. oblúk sa premenil na párové aorty u obojživelníkov a plazov, u cicavcov a vtákov na nepárové. U

vtákov sa pritom zachovala pravá aorta, u cicavcov ľavá aorta. 5. oblúk sa zachováva len u chvostnatých obojživelníkov (obrázok 37).



Obr. 37: základné typy tepnového systému stavovcov

A – lúčoplutvovce, B – chvostnaté obojživelníky, C – plazy, D – vtáky, E – cicavce, 3 až 6 – žiabrové tepny, a – vnútorné krkavice, b – vonkajšie krkavice, c – brušná aorta, d – korene chrbtovej aorty, e – aorty, f – pľúcne tepny, g – pravá aorta, h – ľavá aorta

Podobné zložité zmeny prekonal i systém žíl, ktoré vedú krv do srdca. Na tento

systém sa ďalej napojuje i miazgový systém, ktorý je špecifický len pre stavovce.

V tepnách a žilách prúdi krv, zložená z krvnej plazmy a buniek - krviniek (*erytrocyty*, *leukocyty*). Červené krvinky sú speci-

fické pre jednotlivé skupiny stavovcov, odlišujú sa navzájom svojou veľkosťou, spôsobom vzniku a počtom. Celkovo je tendencia zmenšovania veľkosti buniek, ale zväčšovania ich počtu.

Vylučovacia sústava

Vylučovacím orgánom stavovcov sú párové obličky a ich vývodné cesty, ktoré sa počas vývoja stavovcov výrazne morfológicky menia a diferencujú. Najjednoduchším a fylogeneticky najpôvodnejším typom obličky je *holonefros* a *pronefros*. Holonefros sa vyskytuje z recentných stavovcov len u lariet mihľotvarých a červotočovitých. Je výrazne segmentovaný s vonkajšími glomerulami. Jeho hlavová časť sa zachováva takmer u všetkých embryí stavovcov ako pronefros, ktorý môžeme nájsť ešte i u niektorých dospelých bezčelústnatcov, u rýb a lariet obojživelníkov. Vývodom obidvoch týchto typov obličiek je primárny močovod.

Dokonalejším typom obličky je *opistonefros*. Vzniká zo zadnej časti holonefrosu. Charakteristický je stratou segmentácie, zmnožením kanálikov a vnútornými glomerulami. V dospelosti sa vyskytuje u nižších stavovcov. Jeho vývodom je ešte stále primárny močovod. Pôvodne sa ním odvádzal len moč, ale u vyšších tried sa naň napájajú i vývody semenníkov, takže primárny močovod opistonefrosu slúži ako spermomočovod.

Opistonefros sa ďalej diferencuje na *mesonefros*, ktorý je podobný opistonefrosu a u stavovcov sa vyskytuje len v embryonálnom štádiu, a *metanefros*. Metanefros alebo pravá oblička je najdokonalejšou obličkou stavovcov. Okrem primárneho močovodu, ktorý má u samcov funkciu semenovodu je utvorený už aj sekundárny močovod.

Vylučovacie orgány vyúsťujú buď do močopohlavnej bradavice, napríklad u bezčelústnatcov a rýb, do kloaky (u drsnokožcov, obojživelníkov, plazov a vtákov), alebo do močového mechúra u cicavcov, z ktorého je moč potom odvádzaný močovou rúrou.

Stavovce môžu vylučovať dusíkaté látky z tela vo forme amoniaku (sladkovodné ryby, larvy obojživelníkov), močoviny (drsnokožce, dospelé obojživelníky, cicavce) alebo kyseliny močovej (plazy a vtáky). Podľa toho ich rozlišujeme na amonotelné, ureotelné a urikotelné. Keďže urikotelné druhy vylučujú kyselinu močovú v tuhom stave, najlepšie hospodária i s vodou.

Pohlavná sústava

Stavovce sú gonochoristi, t. j. oddeleného pohlavia. Výnimku predstavujú len niektoré ryby. Základom ich pohlavnej sústavy sú pohlavné žľazy a ich vývody, prídavné žľazy a páriace orgány.

Pohlavné žľazy sú párové. Výnimkou sú len nepárové pohlavné žľazy bezčelústnatcov a žralokov. Samčie pohlavné žľazy nazývame semenníky, samičie pohlavné žľazy vaječníky. Vývodom samčích pohlavných žliaz je u nižších stavovcov pri-

márny močovod (Wolfova chodba), ktorý slúži ako spermomočovod, u plazov, vtákov a cicavcov len ako spermovod.



Obr. 38: samčie (vľavo) a samičie (vpravo) pohlavné žľazy u vtákov

Vývodom samičích pohlavných žliaz sú Müllerove chodby. Hoci ich pôvod nie je úplne jasný, u väčšiny stavovcov vznikajú nezávisle od vylučovacích ciest. Samčie i samičie pohlavné žľazy sú uložené zvyčajne v telovej dutine, u cicavcov (s výnimkou napríklad slonov) zostupujú semenníky do mieška, čo im zabezpečuje nižšiu teplotu pre vývoj spermií.

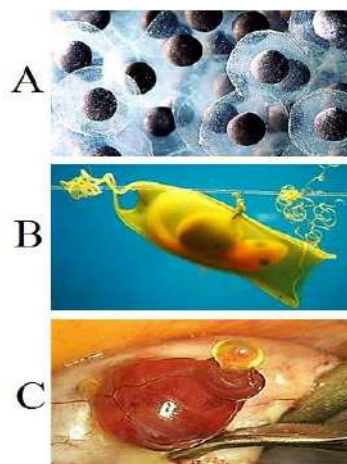
Úlohou prídavných pohlavných žliaz je u samcov produkcia sekrétu, ktorý aktivizuje a vyživuje spermie a umožňuje im pohyb a prienik do vajíčka. Typické sú pre živorodé cicavce. U samíc drsnokožcov, plazov a vtákov sa vyskytujú zas špeciálne nidamentálne žľazy, ktoré napomáhajú pri tvorbe vaječných obalov.

Páriace orgány môžu byť rôzneho pôvodu a tvaru (obr. 39). Pterygopody drsnokožcov vznikli napríklad premenou časti brušných plutiev, u plazov a cicavcov vznikajú z časti kloaky. Špecifický páriaci orgán majú živorodé cicavce. U samcov je ním penis, u samíc pošva. Homologickým orgánom samčieho penisu je u samíc *clitoris*, ktorý u niektorých druhov (napríklad hyen) môže dosahovať rovnaké rozmery ako samčí penis.



Obr. 39: niektoré typy páriacich orgánov stavovcov

zľava doprava a zhora dole: pterygopody (žralok), gonopodium (mečovka), hemipenis (slepúch), kloakálny penis (pštros), penis (slon), klitoris (hyena)



Obr. 40: základné typy vajíčok u stavovcov

A – mesolecitálne (kunka)

B – polylecitálne (žralok)

C – oligolecitálne (cicavce)

Vajíčka a spermie stavovcov sú veľkou a tvarovo rôzne a najmä vajíčka sú podmienené charakterom a dĺžkou embryonálneho vývinu. Všeobecne platí, že druhy s dlhým larválnym štádiom, ale krátkym embryonálnym vývinom (napríklad bezčelústnatce, dvojdyšníkovce a obojživelníky) majú vajíčka mesolecitálne, t.j. s malým

obsahom žltka, a naopak, druhy s dlhým embryonálnym vývinom a krátkym alebo žiadnym larválnym štádiom (napríklad sliznatky, drsnokožce, plazy, vtáky a vajcorodé cicavce) majú polylecitálne vajíčka

s veľkým obsahom žltka. Živorodé cicavce majú vajíčka s nízkym obsahom žltka, t.j. druhotne oligolecitálne, alebo úplne bez žltka (alecitálne), čo súvisí hlavne s ich vnútromaternicovým vývinom a výživou.

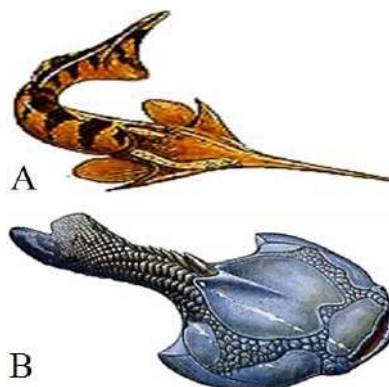
PÔVOD A EVOLÚCIA STAVOVCOV

Prvé stavovce sa vyvinuli už asi pred 500 miliónmi (v kambriu) v sladkých vodách. Predpokladá sa, že boli podobné larvám plášťovcov. Najstarší doložení predkovia boli však až zástupcovia fosílnkej skupiny štítohlavovcov alebo štítoplutvovcov z nadtriedy bezčelústnatcov (obr. 41), ktorí mohli dať aj základ vzniku recentných radov mihuľotvaré a sliznatkotvaré. Pre vývoj ďalších stavovcov, konkrétne čelústnatcov, nemali však žiaden význam.

Z čelústnatcov boli najstaršími známymi zástupcovia triedy tŕňoplutvovcov a panciernatcov (obr. 42). Ich pozostatky sú známe z obdobia silúru až permu. Tŕňoplutvovce boli nositeľmi mnohých znakov budúcich drsnokožcov i lúčoplutvovcov. Zástupcovia fylogeneticky mladších panciernatcov boli naopak vysoko špecializovaní a predstavovali pravdepodobne slepú vývojovú vetvu. V spodnom devóne sa popri nich už objavujú aj ryby a v strednom devóne drsnokožce. Tie sa na rozdiel od rýb vrátili až na vzácné výnimky všetky do morí. V súčasnosti predstavujú starobyľú, ale slepú vývojovú vetvu.

Ryby väčší rozvoj dosiahli až v strednom devóne. Vtedy sa zo spoločných predkov vyčlenili triedy násadcoplutvovce a lúčoplutvovce. Z evolučného hľadiska je významná najmä trieda násadcoplutvovcov, z ktorých sa vyčlenili i zástupcovia vyhynutej podtriedy vejároplutvovce. Tí predstavovali základ pre vznik štvornožcov.

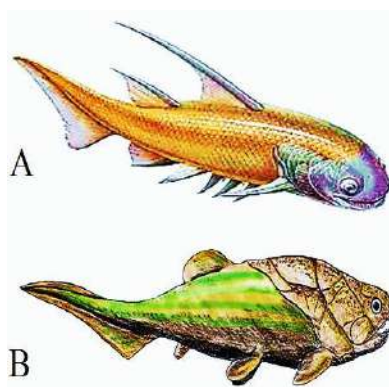
Obojživelníky vznikli až koncom devónu a ich prví zástupcovia z podtriedy vrás-



Obr. 41: najstarší doložení predkovia stavovcov

A – štítohlavovce, B – štítoplutvovce

kozubce (konkrétne rad ichthyomorfné praobojživelníky), mali ešte veľa znakov podobných s triedou násadcoplutvovce.



Obr. 42: najstarší doložení predkovia čelústnatcov

A – tŕňoplutvovce, B – panciernatce

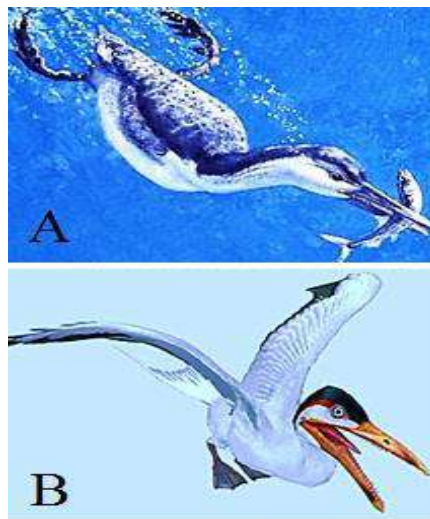
Druhou významnou skupinou obojživelníkov boli reptiliomorfné praobojživelníky. Tie postupne osídlili suchú zem a boli predkami plazov. Dnešné obojživelníky sa vyvinuli zo samostatnej podtriedy zrastenostavce a sú slepou vývojovou vetvou.

Plazy sa vyvinuli vo vrchnom karbone. Pred 315 miliónmi rokov sa z nich vyčlenili zástupcovia radu praplazotvaré, ktorí predstavovali tzv. therapsidnú líniu plazov vedúcu až k cicavcom. Zástupcovia ďalšej tzv. sauropsidnej línie tvorili zas líniu vedúcu až k vtákom. Významný v tomto smere sa javí rad jamkozubotvaré z podtriedy prajaštery, ktorého zástupcovia mali alveolárne zuby. Doložení sú z vrchného triasu.

Prvé vtáky sú známe z obdobia vrchnej jury. Najstarším predstaviteľom je známy pravták pazúrokridly. Ďalšie články v tomto vývojovom reťazci však chýbajú. Nasledujúci známi zástupcovia vtákov pochádzajú až z kriedy. Sú to predstavitelia radov zubatovtákov a rybárovcov (obr. 43), ale ich vývojové vzťahy s recentnými vtákmi sú nejasné.

Cicavce vznikli vo vrchnom triase a teda sa vyvinuli skôr ako vtáky. Presnú hranicu medzi cicavcami a ich plazími predkami však nie je možné stanoviť v druhohorách. Živorodé cicavce, konkrétne placentálovcovidné, sa vyvinuli v spodnej kriede. Najznámejší z tohto hľadiska bol rad pracavcov a východzou skupinou

piskorotvaré. Ich vývoj prebiehal rýchlo najmä v treťohorách. Koncom druhohôr vznikli z piskorotvarých primátotvaré a v oligocéne sú doložené už vyššie primáty.



Obr. 43: najstarší vyhynutí predstavitelia pravých vtákov

A – zubatovták, B – rybárovec

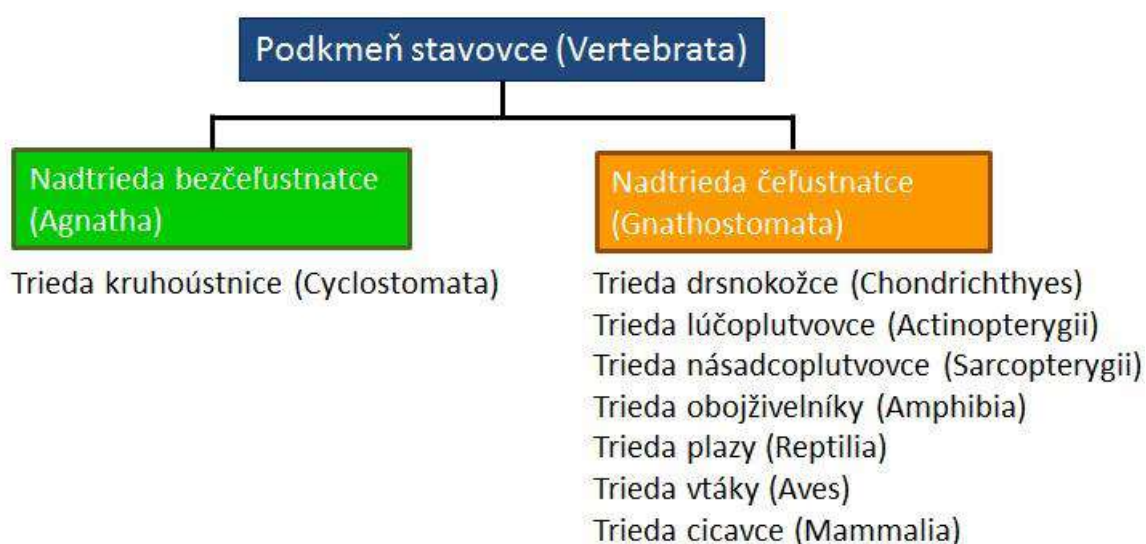
Prvé ľudoopy sa objavili tiež v tú istú dobu. Celá vývojová línia vedúca k človeku je teda známa už pred 14 miliónov rokov.

SYSTÉM STAVOVCOV

Stavovce patria svojim počtom druhov (cca 49223) k stredne veľkým podkmeňom. Napriek menšiemu počtu druhov je jeho klasifikácia na úrovni nižších taxonomických jednotiek pomerne zložitá a nejednotná, a to i z dôvodov rôznych prístupov k jeho klasifikácii (evolučno-morfologické, chromozomálne, molekulárno-biologické a podobne). Preto aj súčasné systémy musíme chápať ako dočasné a nie striktne dané.

Pre potreby pedagogickej praxe delíme celý podkmeň stavovcov na 2 nadtriedy a 8 recentných tried. Pôvodnú triedu ryby v súčasnosti chápeme len ako infratriedu ryby s dvoma samostatnými triedami.

Ďalšie členenie stavovcov na nižšie a vyššie, primárne vodné a suchozemské či blanovce a bezblanovce je len pomocné a nevyjadruje taxonomické triedenie.



NADTRIEDA BEZČELUSTNATCE – AGNATHA

Najcharakteristickejším znakom zástupcov tejto nadtriedy je absencia čelústí. Potravu z tohto dôvodu získavajú nasávaním organických častí z vody alebo majú v dospelosti vyvinutý osobitný spôsob príjmu potravy.

Sú to vodné živočíchy s rybovitým alebo hadovitým tvarom tela a plutvami, pričom chvostová a často aj chrbtová a análna

plutva zrastajú do nepárového plutvového lemu. Žiabrové oblúky majú úplne zachované a plnia všetky pôvodné funkcie. Žiabrové štrbiny ústia do žiabrových vačkov so žiabrovými lamelami. Majú úplne zachovanú chrbtovú strunu, nepárový nosný otvor a v labyrinte vnútorného ucha len dve polkruhovité chodbičky. Podobne typická je i stavba lebky, tzv. pololebka. Patrí sem iba jedna trieda kruhoústnice.

TRIEDA KRUHOÚSTNICE – CYCLOSTOMATA

Zástupcovia tejto triedy majú hadovité telo, holú kožu a vnútornú chrupkovitú kosť. Nemajú chrbticu alebo táto je tvorená iba stavcami bez tiel (acélne stavce). Osobitný je u nich spôsob výživy s akým sa u ostatných tried stavovcov už nestretávame. Je to akási modifikácia predátorstva a parazitizmu. K tomu majú vyvinuté aj ústne ústrojenstvo s mohutnou svalovinou, silným jazykom a rohovitými zubami. Niektoré druhy v dospelosti však potravu neprijímajú vôbec. Zaujímavosťou sú i nepárové pohlavné žľazy bez vlastných vývodov. Časté je i larválne štádium. Patrí sem dva rady mihúľotvaré a sliznatkotvaré s celkovým počtom asi 50 druhov. Zástupcovia týchto radov sa od seba odlišujú morfológicky i ekologicky.

RAD MIHÚĽOTVARÉ – PETROMYZONIFORMES

Ústna dutina zástupcov tohto radu je kruhového tvaru so silnými perami, ktoré tvoria tzv. prísavný terč. Jazyk a ústna dutina sú opatrené rohovitými zubami. Naso-

hypofyzárny vak končí slepo a nenapája sa na tráviacu trubicu. Hltan je u dospelých mihúľ vyliaceny ako samostatný vak má dýchaciu funkciu. Majú larválne štádium.

Larvy – minohy – sa natoľko odlišujú od dospelých jedincov, že boli pôvodne opísané ako samostatný rod mihúľ. Pripomínajú kopijovcov z podkmeňa bezlebkovcov. Ústa sú podkovovitého tvaru bez zubov a jazyka. Na spodnej strane hltana majú endostyl, ktorý slúži na filtrovanie potravy. Nemajú vyvinuté oči, respektíve ich základy sú uložené len pod kožou. Žijú zahrabané v bahne alebo piesku v sladkých vodách, kde sa živia filtrovaním detritu. Ich vývin trvá 2 – 5 rokov, potom metamorfujú. Najskôr sa im vyvinú oči, utvoria sa ústa, mohutný jazyk a rohovité zuby. Pretvorí sa tráviaca trubica. Pohlavné žľazy sa vyvíjajú ako posledné. Celá metamorfóza trvá cca 6 – 8 týždňov.

Dospelé mihúľotvaré ostávajú iba vzácné v sladkých vodách, iné migrujú po metamorfóze do mora. Niektoré vôbec neprijímajú potravu, iné prechádzajú na zvláštny spôsob výživy. Prisajú sa na kožu ryby,

strúhavým pohybom jazyka ju rozrušia a postupne nasávajú rozomletú hmotu svaloviny a krv. Rozmnožujú sa len raz za život.

Mihuľotvaré sú rozšírené v miernych pásmach severnej a južnej pologule. V Európe žije 10 druhov, u nás sú známe 4 druhy, z ktorých mihuľa potočná (*Lampetra planeri*) je stály sladkovodný druh. V dospelosti neprijíma vôbec potravu, takže nenarobí žiadne škody v našom rybnom hospodárstve. Vyskytuje sa napríklad v rieke Poprad. Výhradne sladkovodným druhom je aj mihuľa potiská (*Eudontomyzon danfordi*), ktorá sa však v dospelosti živí dravo (paraziticky). U nás sa vyskytuje najmä na východnom Slovensku v Potiskej nížine (odtiaľ i druhové meno potiská). Mihuľa riečna (*Lampetra fluviatilis*) naopak žije v mori a na neres tiahne do sladkých vôd. Larvy sa po metamorfóze vracajú naspäť do mora, kde parazitujú na rybách. Až do minulého storočia sa vyskytovala aj v povodí rieky Labe a Vltavy.



Obr. 44: ústny otvor (vľavo hore), minoha (vpravo hore) a dospelý zástupca mihuľotvarých (dolu, mihuľa potočná)

RAD SLIZNATKOTVARÉ - MYXINIFORMES

Sú to výhradne morské bezčeľustnatce. Svoje meno dostali podľa prítomnosti sli-

zotvorných žliaz umiestnených v koži, ktoré produkujú veľké množstvo slizu. Ich ústa sú na rozdiel od mihuľotvarých hviezdovitého tvaru s množstvom fúzikov či tykadielok a nasohypofyzárna chodba u ich prechádza až do tráviacej trubice. Žiabrové vaky ústia von buď samostatne alebo sú spojené a vyúsťujú jedinou žiabrovou štrbinou (rod *Myxine*). Podobne polkruhové chodby vnútorného ucha splývajú do jednej. Napriek tomu, že sú gonochoristi, ich pohlavné žľazy sa tiahnu ako jeden dlhý pás pozdĺž tela, pričom predná časť je diferencovaná na samičie gonády, zadný oddiel na samčiu gonádu. Funkčný je však vždy len jeden oddiel tejto žľazy. Rozmnožujú sa viackrát za život a nikdy nemajú larválne štádium.

Potravu prijímajú tak, že po napadnutí ryby im jazykom s ozubenými lalokmi vytrhávajú kusy mäsa z tela, pričom často vliezajú do ich vnútra medzi vnútornosťou cez skrely alebo telo. Pred tráviacimi šťavami ryby ich chráni bohatý sliz. Často sa živia aj uhynutými živočíchmi.

Poznáme asi 30 druhov. Najznámejšia je sliznatka cudzopasná (*Myxine glutinosa*), z Atlantického oceánu. Je to pomerne veľká, dorastá do dĺžky až pol metra, a v niektorých rybárskych oblastiach môže narobiť aj pomerne veľké škody.



Obr. 45: ústny otvor (vľavo) a dospelý zástupca sliznatkotvarých (vpravo, sliznatka cudzopasná)

NADTRIEDA ČELUSTNATCE – GNATHOSTOMATA

Charakteristickým znakom zástupcov celej tejto nadtriedy sú úplne vytvorené čeľuste, ktoré slúžia na uchopovanie potravy, prípadne na jej rozomieľanie alebo aj na iný účel. Predstavujú asi 95% všetkých žijúcich druhov stavovcov a veľkosne dominujú v celej živočíšnej ríši.

Okrem toho majú už vytvorené párové končatiny (plutvy alebo nohy) s vnútornou

kostrou, často rôzne modifikované (napríklad krídla u vtákov a netopierov) alebo naopak úplne redukované (u hadov). Nosný otvor je párový a v labyrinte vnútorného ucha sú vždy 3 polkruhové chodbičky. Žiabre u primárne vodných druhov sú uložené zvonka kostného žiabrového koša a nikdy nie sú uložené vo väčkoch. Pohlavné orgány majú vlastné vývody. Patria sem všetky ostatné triedy stavovcov.

TRIEDA DRSNOKOŽCE – CHONDRICHTHYES

Sú to sekundárne morské živočíchy, ktoré sa vyvinuli v sladkých vodách ale trvalo obsadili morské prostredie. V sladkých vodách okrem niekoľkých druhov rají žije len tygrovec sladkovodný (*Carcharias nicaraguensis*), ktorý žije v jazere Nikaragua v strednej Amerike.

Drsnokožce majú rybí alebo zhora sploštený tvar tela s párovými prsnými a brušnými plutvami a nepárovou chrbtovou, brušnou a heterocerknou chvostovou plutvou. Chrbtová struna je zachovaná, ale v rôznej miere zaškrvcovaná telami amficélnych stavcov. Zvláštnosťou stavby ich tela je úplne chrupkovitá vnútorná kostra. Vonkajšia kostra je tvorená plakoidnými šupinami, ktorých konce prerážajú pokožku a spôsobujú, že povrch ich tela je drsný (od toho je odvodené aj ich slovenské meno). Takú istú histologickú stavbu má aj ich polyfodontný chrup, respektíve zuby. Dentín šupín alebo zubov je pritom jediným kostným tkanivom drsnokožcov. Na rozdiel od bezčeľustnatcov a rýb žiabrové lupienky u drsnokožcov prirastajú po celej

dĺžke k žiabrovým prepážkam, podopieraným žiabrovými oblúkmi. Žiabrové otvory ústia von buď samostatne alebo sú prekryté tzv. nepravou skrelou (u chimérovcov).

Drsnokožce majú dokonale vyvinuté takmer všetky zmyslové orgány. Zvláštnym zmyslovým receptorom sú u nich tzv. Lorenziho ampuli, ktoré sú schopné zaznamenávať elektrické impulzy. To využívajú pri vyhľadávaní koristi. Oči sú v kľude zaostrené na diaľku a v obmedzenej miere môžu vnímať aj zvuk.

Z tráviacej sústavy si pozornosť zasluhuje špirálna riasa v čreve a pečeň, ktorá zaberá až 10% hmotnosti tela drsnokožcov. Je významnou zásobárňou látok ale aj dôležitým hydrostatickým orgánom, ktorý znižuje mernú hmotnosť tela, pretože drsnokožce nemajú vyvinutý plynový mechúr.

Krv drsnokožcov obsahuje asi 100 - krát viac močoviny ako u rýb a ich mäso preto cítiť močom. Týmto spôsobom sa tieto pôvodne sladkovodné živočíchy vyrovnávajú s osmotickým tlakom morského prostredia. Hoci sú to studenokrvné živočíchy,

u niektorých druhov, napríklad lamny sleďovej (*Lamna nasus*), ktorá sa živí sleďmi v chladných moriach, je naznačená aj homeotermia, čo jej umožňuje byť aktívnejšou a teda lovecky aj úspešnejšou.

Vylučovacím orgánom je oblička typu opisthonefros. Pohlavné orgány sú párové, samce majú náznak vytvorenia nadsemeníkov a časť obličky je pretvorená v tzv. Leydigovu žľazu, ktorej sekrét aktivuje spermie. Oplodnenie je u nich vnútorné. Kopulačným orgánom sú premenené brušné plutvy (pterygopody). U vajcorodých samíc sú utvorené nidamentálne žľazy na produkciu bielka a škrupiny silných vajcových obalov. Naznačená je tiež vnútromaternicová výživa alebo tvorba placenty. U živorodých druhov môže často dochádzať aj k tzv. endokanibalizmu, t. j. požíranie

vlastných súrodencov počas vnútromaternicového vývinu. Embryonálny vývin je pritom krátky a trvá u vajcorodých druhov asi 24 týždňov a u živorodých druhov 8 až 40 týždňov. Nemajú larválne štádium. Sekundárny pohlavný dimorfizmus je známy len u chimérovcov a prejavuje sa najmä rozdielmi vo veľkosti tela.

Napriek svojej zdanlivo jednoduchšej telesnej stavbe patria drsnokožce k jedným z ekologicky najúspešnejších stavovcov. Počas ich vývoja sa dokázali úspešne adaptovať rýchlo sa meniacim životným podmienkam ako i narastajúcej konkurencii zo strany rýb a cicavcov, ktoré po nich tiež postupne prenikali do mora.

Celú triedu delíme na dve recentné podtriedy a niekoľko radov.

PODTRIEDA PÁSOŽIABROVCE – *ELASMOBRANCHII*

Zástupcovia tejto podtriedy sú charakteristickí 5 žiabrovými štrbinami, spodnými štrbinovitými ústami a torpédovitým alebo zhora splošteným tvarom tela. Dosahujú rôzne rozmery, a to od 1 metra – leopardovec sivý (*Mustelus canis*) do 18 metrov – žralokovec veľrybí (*Rhincodon typus*)(obr. 46).



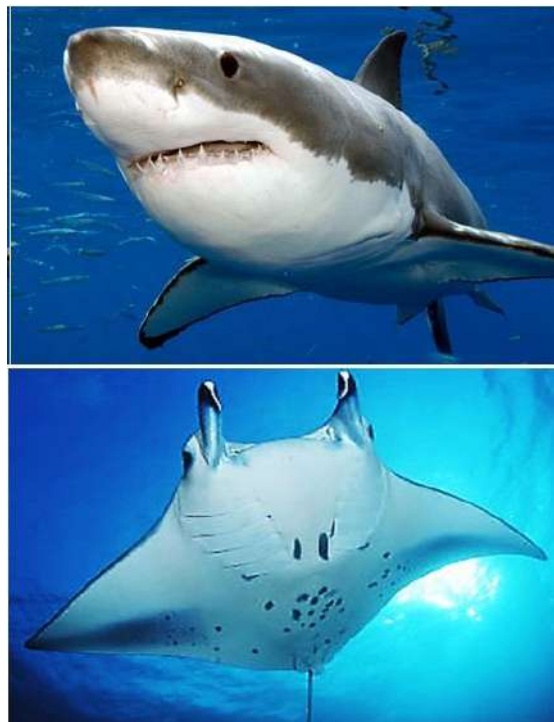
Obr. 46: žralokovec veľrybí – najväčší a zároveň najmenej nebezpečný zástupca drsnokožcov

RAD ŽRALOKOTVARÉ – *SELACHIFORMES*

Ich telo má torpédovitý alebo hadovito pretiahnutý tvar, žiabrové štrbiny ústia po bokoch hlavy. Hrudné plutvy majú úzku bázu a ich predná strana nikdy nesplyva s trupom. Niektoré druhy sú zaujímavé zvláštnym tvarom hlavy v podobe kladiva, predĺženého pílovitého rostra a podobne. Mnohé z nich sú nebezpečné dravce, ako napríklad asi 13 m dlhá lamna ľudožravá (*Carcharodon carcharias*) z pobrežných vôd, ktorá často napáda i človeka, iné sa živia dokonca planktónom, ako napríklad lamna ozrutná (*Cetorhinus maximus*) a žralokovec veľrybí. K bizarne vyzerajúcim druhom s hlavou v tvare písmena T patrí zas žralok kladivohlavý (*Sphyrna zygaena*).

RAD RAJOTVARÉ – *RAJIFORMES*

Dokonale sa prispôsobili životu pri morskom dne. Majú dorzoventrálne sploštené telo a žiabrové štrbiny im ústia na brušnej strane tela. Chvostová plutva stráca pohybovú funkciu, nahrádzajú ju hrudné plutvy so širokou bázou, ktoré splývajú s telom od hlavy až po koniec trupu. Pohybujú sa ich mávaním. Živia sa najmä kôrovcami a mäkkýšmi, poprípadne menšími rybami. Niektoré druhy (elektroraje) majú vyvinuté aj elektrické orgány, pomocou ktorých omračujú korisť. Vznikli premenou časti svaloviny. Najznámejšia je raja ostnatá (*Raja clavata*) žijúca aj pri európskych brehoch. Najväčšími z raji sú zástupcovia rodu manta (*Manta*), ktoré dorastajú dĺžku až 7 metrov a vážia okolo 1 tony. Podobne ako najväčšie žraloky sa živia drobným planktónom.



Obr. 47: zástupcovia radov žralokotvaré (lamna ľudožravá) a rajotvarých (manta dvojrohá)

PODTRIEDA CHIMÉROVCE – *HOLOCEPHALI*

Od pásožiabrovcov sa v mnohých znakoch výrazne odlišujú, čo naznačuje, že mali rôznych predkov. Ich telo má pretiahnutý tvar s bičovitým chvostom a nápadne veľkými prsnými plutvami. Plakoidné šupiny sú sústredené len na hlave, chrbte a samčích kopulačných orgánoch. Na rozdiel od pásožiabrovcov majú aspondylné stavce, úplne zachovanú chrbtovú strunu a žiabrové štrbiny prekryté nepravou skrelou. Nemajú naopak rebrá, špirálnu riasu ani kloaku. Podobne ich chrup je na rozdiel od pásožiabrovcov monofiodontný. Pohlavný dimorfizmus sa prejavuje najmä vo veľkosti pohlaví. Samice sú nápadne väčšie a nemajú na hlave červíkovitý výrastok. Žijú vo veľkých hĺbkach až do 1 km, kde sa živia rôznymi bezstavovcami.

Celá podtrieda zahŕňa len jeden rad chimérotvaré (*Chimaeriformes*) s asi 30 druhmi. Najznámejšia je chiméra hlavatá (*Chimaera monstrosa*) z Atlantického oceánu a Stredozemného mora.



Obr. 48: zástupca radu chimérotvaré (chiméra hlavatá)

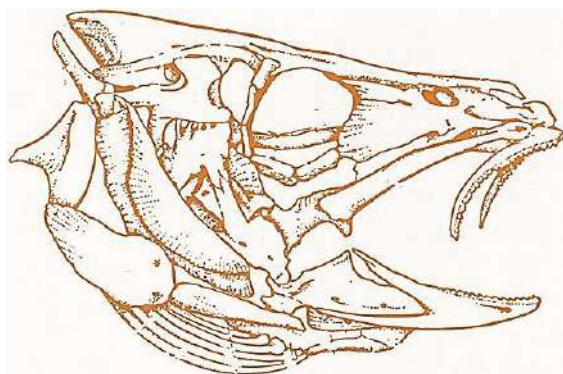
TRIEDA LÚČOPLUTVOVCE – OSTEYCHTHYES

Malé, stredne veľké až veľké, sladkovodné i morské stavovce s prevažne torpédovitým tvarom tela alebo rôznymi jeho modifikáciami a odchýlkami. Najmenším známym druhom je býčko rodu *Mistichthys* z Filipín, ktorý v dospelosti meria iba 1 cm. Naopak najväčšou recentnou rybou je vyza veľká (*Huso huso*) dorastajúca do dĺžky 10 m a vážiaca až 1500 kg.

Povrch tela je krytý kostenými šupinami, a to tak ganoidnými až leptoidnými.

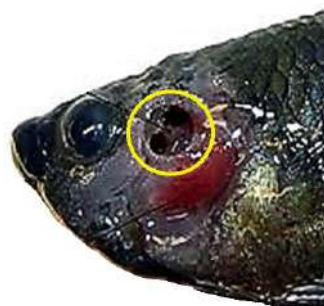
Končatinami sú plutvy spevnené lúčmi (od toho i pomenovanie lúčoplutvovce). Základom kostry je chrbtica, pričom chrbtová struna je v rôznej miere zaškrcovaná. Počet stavcov pritom výrazne kolíše nielen medzi druhmi, ale i v rámci toho istého druhu. U úhora je napríklad tento počet od 110 do 119 stavcov.

Podobne lebka je zložitá, tvorená veľkým počtom dermálnych kostí. Ich homologizácia s kosťami lebky u iných tried stavovcov je však absolútne nemožná (obr. 49). Podobne aj spojenie čeľustí s mozgovňou je vždy hyostýlne a výrazne modifikované.



Obr. 49: lebka lúčoplutvovcov je zložená z 37 rôznych kostí

Dýchajú žiabrami a vždy majú utvorené skrely s krycími kosťami. Žiabrové lupienky nasadajú priamo na žiabrové oblúky. Okrem žiabier sa u nich stretávajú aj s rôznymi prídavnými dýchacími orgánmi, ako je príjem kyslíka silne prekrvenou ústnou sliznicou (býčkovité), dýchanie pomocou dýchacieho labyrintu (lozivoblížne, obr. 50), resorpcia kyslíka niektorými oddielmi tráviacej trubice (plžovité) alebo dokonca štiepením tukov (karas). Nemajú však nikdy pľúcne vaky. Vychlípením prednej časti tráviacej trubice vzniká pôvodne párový, neskôr nepárový plynový mechúr, ktorý plní predovšetkým hydrostatickú funkciu ale môže slúžiť i ako prídavný dýchací orgán.



Obr. 50: dýchací labyrint (označený žltým krúžkom) u lozivoblížnych

Tráviaca sústava je členená na oddiely viac-menej homologické s oddielmi tráviacej sústavy vyšších stavovcov. Zuby sa nachádzajú nielen na čeľustiach, ale často i na vomere, hltane, pažeráku a inde. Tvar a poloha úst, počet zubov a ich usporiadanie sú významným determináčnym znakom. Tráviaca sústava ústi análnym otvorom na brušnej strane tela. Lúčoplutvovce nemajú nikdy kloaku.

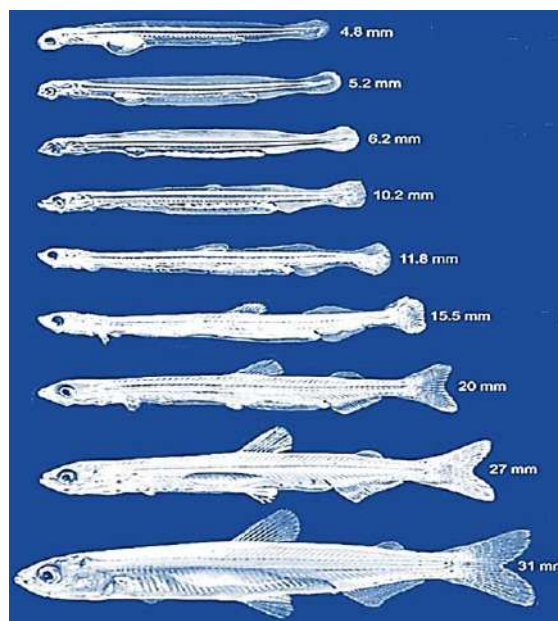
Vylučovacím orgánom je už opistonefros, u niektorých zástupcov kostnatých rýb sa zachováva ešte pronefros. Zjavná je pritom tendencia oddelenia vývodov vylučovacích a pohlavných orgánov. U kostna-

tých rýb sú tieto vývody úplne nezávislé a pohlavné orgány ústia z tela von samostatným tzv. genitálnym pórom.

Z nervovej sústavy si pozornosť zasluhuje redukcia hornej časti koncového a rozvoj bazálnych ganglií, ktoré tvoria tzv. epistriatum, zodpovedné za inštinktívne správanie. Zo zmyslových orgánov je dokonale vyvinutý zrak (väčšina lúčoplutvovcov vidí aj farebne) a prúdový orgán, tvorený bočnou čiarou. Čuch, ale i sluch je slabý, a to i napriek tomu, že bol dokázaný u viac ako 50 druhov lúčoplutvovcov. Nemajú vnútorné nozdry a čuchové vaky nekončia slepo, ale môže nimi prúdiť voda.

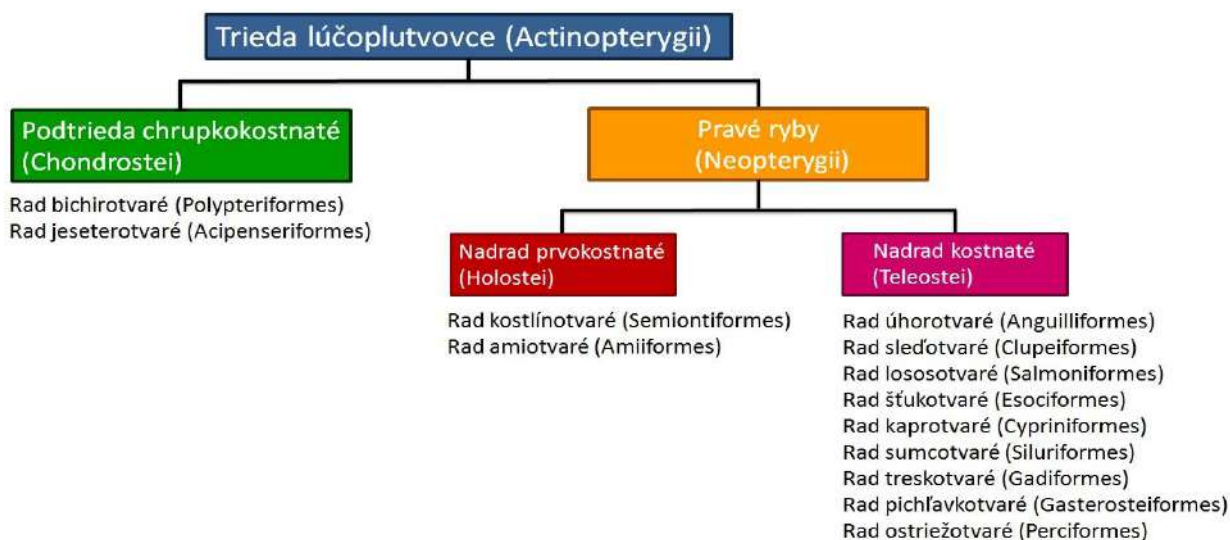
Rozmnožujú sa pohlavne, ale vzácne i partenogeneticky. Sú gonochoristi, známa je však tiež zmena pohlavia. Oploďnenie býva zväčša vonkajšie, u niektorých druhov nachádzame i špecifické kopulačné orgány, napríklad gonopodium. Väčšina druhov je vajcorodých, známa je však aj vajcoživorodosť (živorodkovité) a živorodosť (gudeovitá). Zvláštnosťou je ich ontogenetický vývin. Hoci nemajú typické larválne štádium, prechod od prenatalného k postnatalnému vývinu je nenápadný a vlastný embryonálny vývin pokračuje

ešte krátku dobu u rybieho plôdika. Niekedy sa tieto štádia dokonca mylne označujú ako larvy (obrázok 51).



Obr. 51: ontogenetický vývin lúčoplutvovcov

Lúčoplutvovce sú najpočetnejšou triedou stavovcov. Doteraz je známych cca 24000 druhov a stále vedci objavujú a opisujú nové druhy, najmä z tropických oblastí. Z týchto dôvodov je aj samotný systém tejto triedy pomerne bohatý. Preto je i prehľadne uvedený nižšie.



PODTRIEDA CHRUPKOKOSTNATÉ – CHONDROSTEI

Sú to stredne veľké až veľké druhy s telom pokrytým ganoidnými šupinami, často nápadným veľkým počtom chrbtových plutiev (bichirotvare), párovými plutvami typu brachiopterygii a heterocerknou alebo difycerknou chvostovou plutvou. Väčšina druhov má dokonale vyvinutú chrbtovú strunu. Kostra bola pôvodne kostná, recentné druhy z radu jeseterotvaré majú sekundárne kostru chrupkovitú, pravdepodobne ako výsledok neoténie. Patria sem 2 recentné rady.

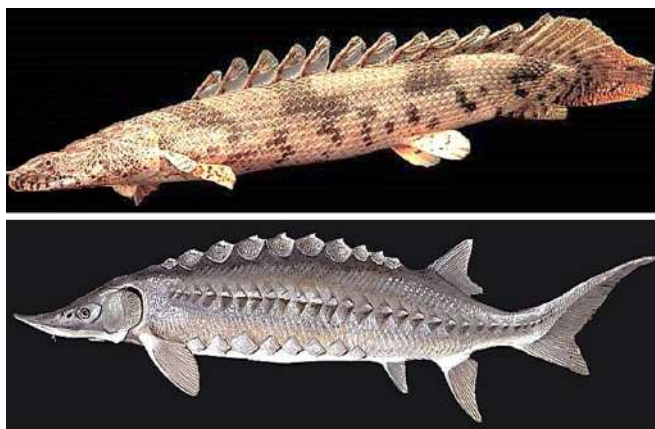
RAD BICHIROTVARÉ – POLYPTERIFORMES

Obývajú zaplavované oblasti väčších afrických riek. Majú vyvinuté pľúcne vaky, slúžiace ako prídavný dýchací orgán, v čreve špirálnu riasu a larválne štádium. Ich larvy dýchajú vonkajšími žiabrami. Najznámejší sú zástupcovia rodu bichir (*Polypterus*), ktorí žijú v povodí Konga, Nílu a ďalších riek.

RAD JESETEROTVARÉ – ACIPENSERIFORMES

Sladkovodné ako i morské druhy často migrujúce z mora do sladkých vôd, kde sa rozmnožujú (anadromná migrácia). Po celý

život majú chrupkovitú kostru, aspondylné stavce a úplne zachovanú chrbtovú strunu. Šupiny sa nachádzajú len v hornom laloku heterocerknej plutvy. Ústa sú extrémne spodné, bez zubov. Vznikli pravdepodobne z larválnych štádií svojich predkov. Patria sem 2 čeľade a 16 druhov, z ktorých vyza veľká (*Huso huso*) z Kaspického a Čierneho mora patrí k najväčším recentným druhom lúčoplutvovcov.



Obr. 52: zástupcovia podtriedy chrupkokostnaté

hore: bichir endlicherov (*Polypterus endlicheri*)

dole: jeseter veľký (*Acipenser sturio*)

PODTRIEDA PRAVÉ RYBY – NEOPTERYGII

Zväčša malé až stredne veľké druhy s leptoidnými šupinami, ganoidné šupiny sa zachovali len u zástupcov radov amiotvaré a kostlínovité, dobre osifikovanou kostrou a chrbtovou strunou silne zaškrcovanou telami stavcov. Dýchajú výhradne žiabrami alebo prídavnými dýchacími orgánmi, prí-

padne pomocou plynového mechúra. Ten je vždy nepárový, dvojité alebo viacdielny. Z dôvodu zabezpečenia zmeny objemu plynového mechúra môžu mať niektoré skupiny (tzv. physostomi) zachované jeho prepojenie s pažerákom, u iných (tzv. physoclistov) túto úlohu preberá bohato prekr-

vený útvar s hustou kapilárnou sieťou, priľiehajúci k stene mechúra.

Okrem toho majú redukovaný srdcový nástavec, úplne oddelené pohlavné cesty od vylučovacích ciest a tiež počet otolitov vo vnútornom uchu sa u nich redukuje na 3. Dokonale je u nich naopak vyvinuté

epistriatum zodpovedné za inštinktívne správanie.

V priebehu vývoja zástupcovia tejto podtriedy vytvorili veľké množstvo rôznych tvarových a ekologických skupín, ktoré delíme na dva nadradý a viacero radov.

NADRAD PRVOKOSTNATÉ – HOLOSTEI

Zástupcovia tohto nadradu predstavujú vývojový medzistupeň medzi podtriedami chrupkokostnaté a pravé ryby. Majú ešte ganoidné šupiny, zmnožený počet kostí, plynový mechúr s dýchacou funkciou, zvyšok špirálnej riasy v čreve, srdcový nástavec a heterocernú plutvu. Patria sem 2 rady.

RAD KOSTLÍNOTVARÉ – SEMIONOTIFORMES

Dravce, tvarom tela a spôsobom života pripomínajúce šľuky (od toho i staršie pomenovanie šľukovce). Rozšírené sú v Strednej a Severnej Amerike. Patrí sem 10 druhov.

RAD AMIOTVARÉ – AMIIFORMES

Zástupcovia tohto radu pripomínajú zas tvarom svojho tela naše kapre šľuky (od toho i staršie pomenovanie kaprovce). Celý rad zastupuje iba jeden druh.



Obr. 53: Zástupcovia nadradu prvokostnaté

hore: kostlín dlhonoší (*Lepisosteus osseus*)
dole: amia hladká (*Amia calva*)

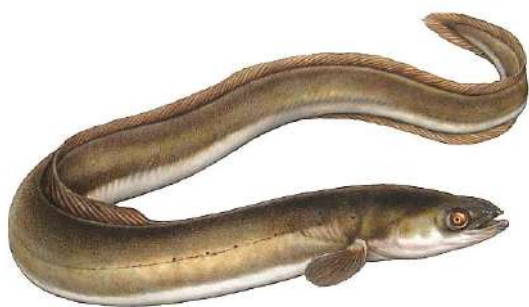
NADRAD KOSTNATÉ RYBY – TELEOSTEI

Lúčoplutvovce s dokonale osifikovanou kostrou a leptoidnými šupinami. Je to zároveň najpočetnejšia skupina lúčoplutvovcov s viac ako 20 000 druhmi (95 % všetkých dnes žijúcich rýb), obývajúcich moria i sladké vody, vrátane podzemných, niektoré sa prispôbili aj obojživelnému životu. Z celkového počtu viac ako 39 radov pritom spomenieme stručne len tie najvýznamnejšie a hlavne tie, ktorých zástupcovia sa vyskytujú aj u nás.

RAD ÚHOROTVARÉ – ANGUILLIFORMES

Majú valcovito pretiahnuté telom bez chrbtovej a brušných plutiev. Análna plutva splynula s chvostovou do súvislého plutvového lemu. U nás z tohto radu žije úhor sťahovavý (*Anguilla anguilla*), ktorý je známy svojou katadromnou migráciou. Na rozmnožuje migruje do Sargasovho mora,

odkiaľ jeho larvy (monté) putujú zas naspäť do sladkých vôd Európy.



Obr. 54: úhor sťahovavý

RAD SLEĎOTVARÉ – CLUPEIFORMES

Morské i sladkovodné druhy s mäkkými plutvovými lúčmi bez ostňov (od toho i staršie pomenovanie bezostné) a plynovým mechúrom spojeným s pažerákom. Sú to physostomi. Považujú sa za východiskovú skupinu pre celý nadrad. Patria sem dve čeľade hospodársky významných druhov sleďovité (*Clupeidae*) a sardelovité (*Engraulidae*).

RAD LOSOSOTVARÉ – SALMONIFORMES

Pre zástupcov tohto radu je charakteristická tzv. tuková plutvička, umiestnená pred chvostovou plutvou. Niektoré druhy (napríklad losos atlantický *Salmo salar*) migrujú za rozmnožovaním do sladkých vôd. Pre život vyžadujú čisté a na kyslík bohaté chladné vody. Typickým zástupcom u nás je pstruh potočný (*Salmo trutta*).



Obr. 55: pstruh potočný

RAD ŠŤUKOTVARÉ – ESOCIFORMES

Dravce so širokými ústami a ďaleko dozadu posunutou chrbtovou plutvou, ktorá spolu s chvostovou a análnou plutvou vytvárajú dokonalý pohybový aparát. Celý rad obsahuje dve čeľade: štukovité (*Esocidae*), s typickým zástupcom štukou severnou (*Esox lucius*), a blatniakovité (*Umbriidae*).



Obr. 56: šťuka severná

RAD KAPROTVARÉ – CYPRINIFORMES

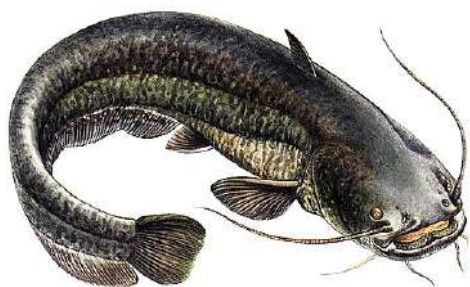
Prevažne sladkovodné druhy s malým počtom tvrdých lúčov na okraji plutiev (odtiaľ i staršie pomenovanie máloostné) a cykloidnými šupinami. Charakteristickým znakom zástupcov tohto radu je prítomnosť tzv. Weberovho orgánu – sústavy kostičiek, spájajúcich vnútorné ucho s plynovým mechúrom, ktoré prenášajú kmitanie zvukových vln. U mnohých druhov nachádzame aj jedno- až trojradé pažerákové zuby, umiestnené hlboko v ústach (pažeráku) na poslednom žiabrovom oblúku. U nás sú zastúpené 2 čeľade, a to kaprovité (*Cyprinidae*) a plžovité (*Cobitidae*) s pretiahnutým tvarom tela a s najmenej 3 párami fúzov.



Obr. 57: pažerákové zuby u kapra obyčajného (*Cyprinus carpio*)

RAD SUMCOTVARÉ – SILURIFORMES

Sladkovodné druhy bez povrchových šupín, s ozubenými ústami, dlhými fúzmi a dlhou análnou plutvou. U nás žijú dvaja zástupcovia z dvoch čeľadí: sumcovité (*Siluridae*) a nepôvodnej čeľade sumčekovitité (*Ictaluridae*). Sumec fúzatý (*Silurus glanis*) s dĺžkou 3 metre a hmotnosťou až 200 kg patrí zároveň k našim najväčším druhom lúčoplutvovcov. Je obávaným dravcom.



Obr. 58: sumec fúzatý

RAD TRESKOTVARÉ – GADIFORMES

Prevažne morské hospodársky významné druhy bez tvrdých lúčov v plutvách, s brušnými plutvami posunutými pred prsné a predĺženou chrbtovou a análnou plutvou. Často majú na brade nepárový fúz. Vyznačujú sa obrovskou rozmnožovacou schopnosťou. U nás žije jediný zástupca mieň sladkovodný (*Lota lota*).

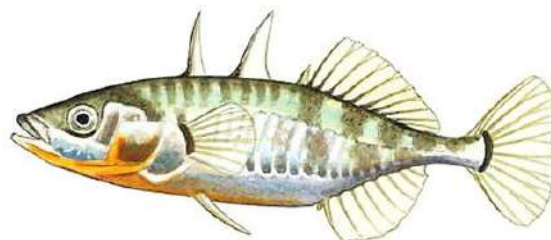


Obr. 59: mieň sladkovodný

RAD PICHĽAVKOTVARÉ – GASTEROSTEIFORMES

Väčšinou morské druhy alebo druhy, žijúce v brakických vodách. Pomenovanie dostali podľa častí plutiev premenených na

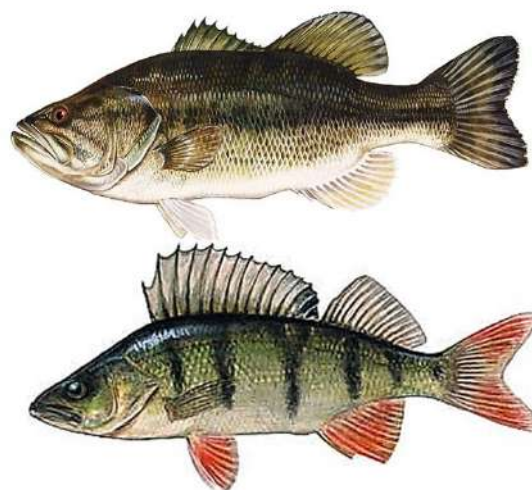
ostne. Sú agresívne a útočia často na iné ryby. V našich vodách žije akvaristami vysadená pichľavka siná (*Gasterosteus aculeatus*).



Obr. 60: pichľavka siná

RAD OSTRIEŽOTVARÉ – PERCIFORMES

Malé až stredne veľké druhy s ktenoidnými šupinami, veľkým počtom tvrdých lúčov v plutvách (odtiaľ i staršie pomenovanie ostňoplutvé), často dvojdielnou chrbtovou plutvou a brušnými plutvami umiestnenými pred alebo pod prsnými plutvami. Plynový mechúr nie je spojený s pažerákom. Druhovo jeden z najpočetnejších radov. U nás sú zastúpené tri čeľade, a to ostráčkovitité (*Centrarchidae*), ostriežovitité (*Percidae*) a býčkovité (*Gobiidae*).



Obr. 61: zástupcovia dvoch najpočetnejších čeľadí ostriežotvarých

hore: ostráčka veľkoústa (*Micropterus salmoides*)

dole: ostriež zelenkavý (*Perca fluviatilis*)

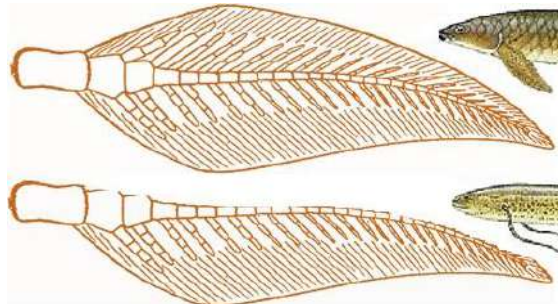
TRIEDA NÁSADCOPLUTVOVCE – SARCOPTERYGI

Predstavitelia tejto triedy boli vývojovými predkami štvornožcov (*Tetrapoda*) a pravdepodobne aj ostatných recentných skupín lúčoplutvovcov.

Sú stredne veľké až veľké s pretiahnutým až úhorovitým tvarom tela pokrytým kozmoidnými šupinami (modifikácia ganoidných šupín), ktoré môžu byť však i redukované, a párovými plutvami typu archipterygium. Tie môžu mať stredovú os s tyčinkovými kostičkami vystupujúcimi buď iba na jednu stranu (tzv. *uniseriálne archipterygium*), alebo na obe strany (*biseriálne archipterygium*). Na týchto kostičkách je možné homologizovať jednotlivé kosti s kosťami prednej nohy suchozemských stavovcov (pozri vyššie pri všeobecnej charakteristike lúčoplutvovcov).

Majú často zachovanú chrbtovú strunu. Významným znakom tejto triedy je i oso-

bitne upravená dýchacia sústava – pľúcne vaky, a vznik vnútorných nozdier, ktoré však nesúvisia pôvodne s dýchaním. S prijímaním atmosférického vzduchu súvisí aj úprava cievnej sústavy.



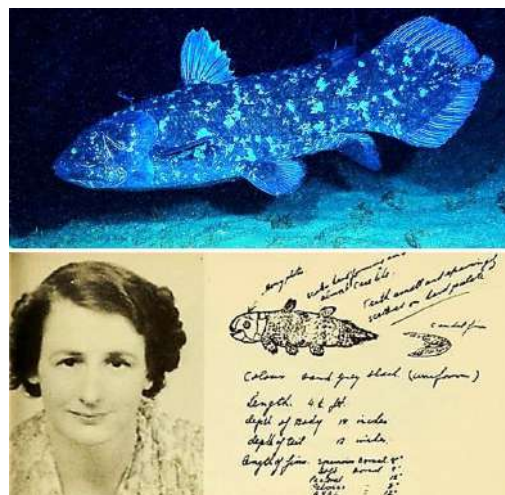
Obr. 62: biseriálne (hore) a uniseriálne (dole) archipterygium u násadcoplutvovcov

Niektorí zástupcovia majú už dokonale vyvinutú kôru koncového mozgu a kloaku, prípadne larválne štádium.

Trieda zahŕňa 2 recentné podtriedy, z ktorých poznáme len 7 druhov.

PODTRIEDA LALOKOPLUTVOVCE – COELACANTIMORPHA

Slepá vývojová vetva, ktorej zástupcovia sa dokonale prispôsobili životu v mori. Okrem viacerých progresívnych znakov majú však viac znakov spoločných so znakmi lúčoplutvovcov, ako je napríklad zmena stavby lebky, redukcia kozmoidných šupín, premena pľúcnych vakov na plynový mechúr, absencia choan a podobne. Celá podtrieda je v súčasnosti zastúpená jediným druhom – latimériou podivnou (*Latimeria chalumnae*), ktorá žije v morských hlbčinách pri Komorských ostrovoch. Druh je pomenovaný po kustódke múzea v Durbane, ktorá ju po prvý krát objavila a získala v roku 1938 na trhu v Durbane.



Obr. 63: latiméria podivná – živá fosília, a jej objaviteľka M. Cortney-Latimer (1907 – 2004) s jej originálnym náčrtom

PODTRIEDA DVOJDYŠNÍKOVCE – *DIPNOI*

Pomerne veľké sladkovodné druhy s pretiahnutým telom a pôvodne kozmoidnými šupinami, ktoré však u väčšiny recentných druhov chýbajú. Majú zachovanú chrbtovú strunu, autostýlnu lebku a doskovité zuby umiestnené na podnebí ústnej dutiny. Osobitosťou u nich sú priečne členené a rozvetvené lúče nazývané *camptotrichia*, ktoré sa u žiadnych iných lúčoplutvovcov nevyskytujú. Podobne na rozdiel od iných lúčoplutvovcov pásma ich predných končatín sa napája priamo na bázu lebky. Pomocné dýchanie pľúcnymi vakmi, vytvorenie pľúcnej tepny a dutej žily poukazujú na konvergentný vznik orgánov a ich funkcií zhodných s orgánmi vyšších stavovcov. Podobne ich vnútorné choany sú iného pôvodu ako u zástupcov podtriedy vejároplutvovce a suchozemských stavovcov. Vznikli preložením zadných vonkajších nozdier na podnebie v súvislosti s redukciou kostí v hornej čeľusti.

Ich larvy sa podobajú larvám obojživelníkov. Majú 4 páry kričkovitých žiabier a na hlave špeciálny prichytávací orgán.

Dokázali sa dokonale prispôbiť životu v pravidelne vysychajúcich vodách alebo vodách chudobných na kyslík. Obdobie sucha prečkávajú v bahne (tzv. živých konzervách), kde upadajú do stavu strnulosti. Takto dokážu prežiť až 4 roky.

Podtrieda je v súčasnosti zastúpená 2 radmi a 6 druhmi.

PODTRIEDA VEJÁROPLUTVOVCE – *OSTEOLEPIMORPHA*

Významná podtrieda, ktorej zástupcovia niesli už veľa znakov podobných obojživelníkom. Týka sa to najmä lebky, stavcov,

RAD BAHNÍKOVCOV – *CERATODONTIFORMES*

Charakteristické sú nepárovým pľúcny vakom (odtiaľ i starší názov jednopľúcne), biseriálnymi archipterygiami a súvislým pokryvom kozmoidných šupín. Patrí sem bahníkovec austrálsky (*Neoceratodus forsteri*) z Austrálie.

RAD BAHNÍKOTVARÉ – *LEPIDOSIRENIFORMES*

Majú dva pľúcne vaky (odtiaľ i starší názov dvojpľúcne), uniseriálne archipterygia, redukované šupiny a čiastočne i žiabre. Pochádzajú z Americkom a Afriky. Z nich je najznámejší bahník americký (*Lepidosiren paradoxa*) z Brazílie a bahník východoafrický (*Protopterus aethiopicus*) z východnej Afriky.

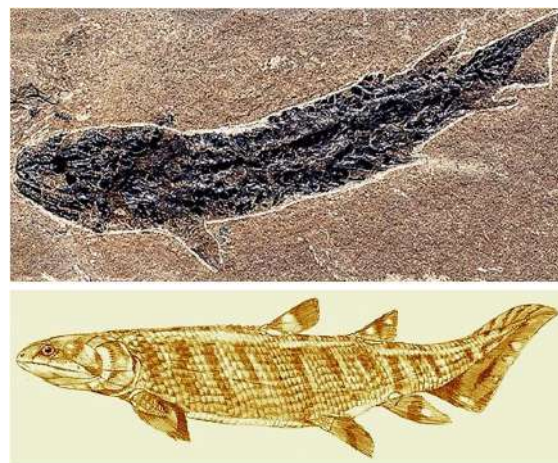


Obr. 64: zástupcovia radov bahníkovcov – bahníkovec austrálsky (hore) a bahníkotvaré – bahník východoafrický (dole)

chrupu s kužeľovitými labyrintodontnými zubami, párových pľúcnych vakov a vnútorných nozdier, ktoré na rozdiel od dvoj-

dyšníkovcov majú iný pôvod a stavbu. Vejároplutvovce majú 2 páry vonkajších a iba 1 pár vnútorných nozdier, pričom zo zadného páru vonkajších nozdier ležiacich v blízkosti očí vznikli neskôr u suchozemských stavovcov slzné kanáliky. Takéto uloženie nozdier je podobné s pomermi u vyšších stavovcov. Podobne ako u dvojdyšníkovcov však aj u vejároplutvovcov mali choany pôvodne inú funkciu ako dýcháciu. Privádzala sa nimi voda k žiabram a zabezpečoval jej prietok čuchovými dutinami. Vzduch do pľúcnych vakov pôvodne vdychovali (hltali) ústami. Zástupcovia podtriedy tvoria samostatný rad vejároplutvovcotvaré (*Osteolepiformes*) s rodmi *Osteolepis* a *Eusthenopteron*. Boli to najbližší predchodcovia a príbuzní obojživelníkov.

níkov z podtriedy vráskozubce a konkrétne radu ichthyomorfných praobojživelníkov.



Obr. 65: fosília a hypotetický tvar zástupcov rodu *Osteolepis*

TRIEDA OBOJŽIVELNÍKY – AMPHIBIA

Významná podtrieda, ktorej zástupcovia predstavujú prechodný medzistupeň medzi vodnými a suchozemskými stavovcami. V dospelosti väčšina druhov žije na suchej zemi a dýcha atmosférický vzduch, zachovali si však ešte veľa znakov z predchádzajúcich vývojových vetiev ako je:

- vonkajšie oplodnenie,
- vajčka bez zárodočných obalov kladené do vody,
- dýchanie kričkovitými žiabrami v larválnom štádiu prípadne i v dospelosti a
- vytvorený prúdový orgán počas larválneho vývinu.

K progresívnym znakom spoločným pre vyššie stavovce naopak patria:

- vývin končatín typu chiropterygia,
- panvové pásmo pripojené priamo na chrbticu,
- vyvinutá hrudná kosť (u žiab),

- autostylná lebka a
- v dospelosti u väčšiny druhov dýchanie atmosférického vzduchu pľúcami.

Okrem toho u obojživelníkov nachádzame aj viacero osobitostí, typických len pre túto triedu stavovcov. Patria k nim:

- holá koža,
- výrazne zastúpené kožné dýchanie,
- srdce zložené z 2 predsiení a 1 komory a
- vodné larválne štádium.

Obojživelníky patria k relatívne malým stavovcom. Najväčšie druhy merali okolo 4 metrov. V súčasnosti najväčším známym recentným druhom žiab je skokan goliášov (*Rana goliath*) z Afriky, dlhý okolo 25 cm a z mlokov veľmlok japonský (*Andrias japonicus*) dorastajúci do dĺžky 1,6 m (obr. 66).



Obr. 66: najväčší zástupcovia recentných obojživelníkov: skokan goliášov (vľavo) a veľmlok japonský (vpravo)

Telo obojživelníkov bolo pôvodne kryté kostným pancierom alebo šupinami, k ich redukcii dochádza až u recentných druhov. Koža obsahuje veľké množstvo kožných žliaz, z ktorých k významným patria najmä jedové žľazy. Tvrdými rohovitými útvarmi sú u nich len pazúriky a rohovité zúbky v ústach žubrienok (obr. 67).

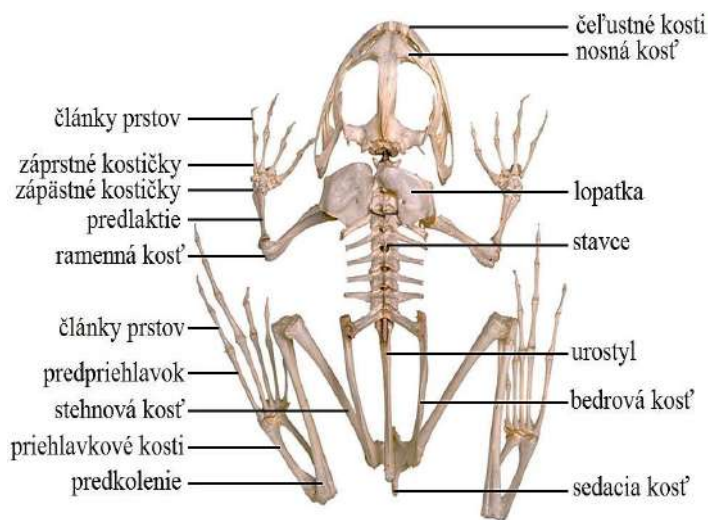


Obr. 67: rohovité útvary u obojživelníkov: pazúriky (vľavo) a zúbky u žubrienok (vpravo)

Kostra je kostného pôvodu, pričom chrbtová struna je takmer úplne zatlačená telami stavcov. Krčný stavec je len 1. Obojživelníky majú ešte značne variabilný počet stavcov, ktorý kolíše od 9 (u žiab) až po 63 (rod sirenov *Siren*). U bezchvostých obojživelníkov zrastajú chvostové stavce do kosti zvanej urostyl (obr. 68).

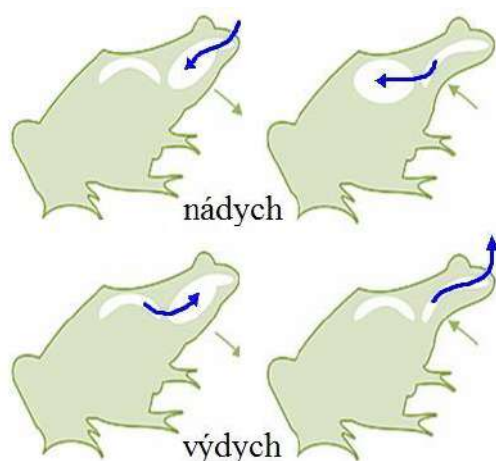
Rebrá mali vyvinuté len pôvodné druhy. U dnešných foriem sú vyvinuté len u chvostnatých obojživelníkov. Pomerne

výrazné zmeny prekonal vývoj voľných končatín. Predné končatiny sú tvorené ramennou kosťou, predlaktím (zrastená lakťová a vretená kosť), zápästnými a záprstnými kostičkami a článkami prstov. Zadná končatina stehnovou kosťou, predkolením (zrastená píšťala a ihlica), priehlavkom, predpriehlavkom a článkami prstov.



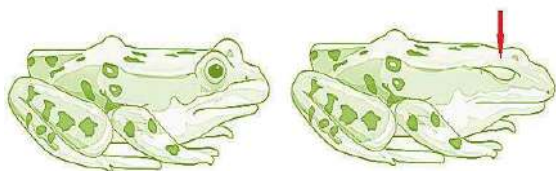
Obr. 68: Kostra žaby

Dýchacia sústava je osobitá kožným dýchaním, ktoré sa podieľa až 90 % celkového dýchania obojživelníkov. Larvy ale dýchajú vonkajšími kríčkovitými žiabrami, ktoré u žubrienok žiab prerastajú spojivovou riasou. Tá uzaviera žiabrovú komôrku, ktorá komunikuje s vonkajším prostredím len cez malý otvor nazývaný *spiraculum*. Osobitý je aj spôsob ventilácie vzduchu do pľúc a späť. Keďže obojživelníky nemajú vyvinutý úplný hrudný kôš (t.j. rebrá aj hrudnú kosť) na ventilácii vzduchu sa podieľa ústna dutina zmenami jej objemu (obr. 69). Samce majú vyvinuté aj hlasové rezonátory a hlasivkové blany, pomocou ktorých vydávajú zvuky.



Obr. 69: ventilácia vzduchu u obojživelníkov

Tráviaca sústava sa začína ústnym otvorom opatreným rohovitými útvarmi (zubami) rovnakého tvaru. Jazyk často slúži aj na chytanie koristi. Keďže obojživelníky nemajú vyvinuté tvrdé podnebie, zvláštny je u nich aj spôsob prehltávania potravy, pri ktorom pomocou špeciálneho svalu zaťahujú očné gule dovnútra a tak posúvajú sústo ďalej do hltana a pažeráka (obr. 70). Tráviaca sústava končí konečníkom, ktorý ústi do kloaky.

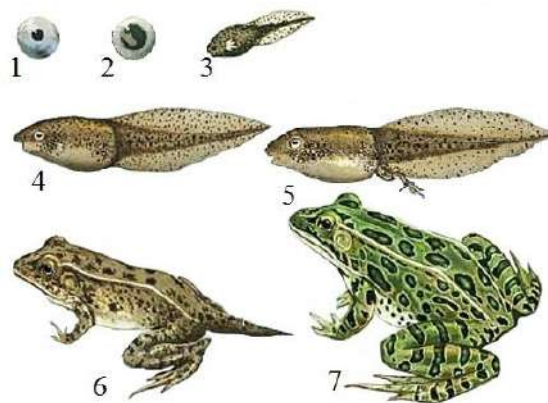


Obr. 70: spôsob prehltávania potravy

Zo zmyslových orgánov je po prvýkrát utvorený Jacobsonov orgán (predovšetkým u červoňov). Veľký rozvoj dosiahli u obojživelníkov aj sluchové orgány. Majú utvorené stredné ucho, pričom okrem sluchovej kostičky *collumely* u nich často funguje ešte špecifická kostička zvaná *operculum*. Dokonalejšie je vyvinuté i oko, ktorého sietnica môže regenerovať. Niektoré druhy vidia farebne. Oči sú chránené 3 viečkami.

U žubrienok a aj niektorých dospelých žiab je vyvinuté tiež temenné oko.

Močové cesty sú od pohlavných oddelené len výnimočne (pri rode *Alytes*). Časť Wolfovej chodby, ktorá odvádza moč slúži ako spermomočovod u samcov a vývodom samičích pohlavných žliaz sú Müllerove chodby. Vajíčka obojživelníkov sú prevažne mesolecitálne až polylecitálne (u červoňov). Obojživelníky kladú vajíčka vždy do vody. Oploďnenie je zväčša vonkajšie. Z vajíčok sa liahnu larvy, ktoré prekonávajú zložitú metamorfózu v dospelého jedinca spojenú so vznikom končatín (najprv sa zakladajú predné a potom zadné končatiny), redukciou chvosta u žiab, vznikom pľúc a očných viečok (obr. 71).



Obr. 71: jednotlivé etapy metamorfózy bezchvostých obojživelníkov

Celkový proces metamorfózy je riadený hormónmi štítnej žľazy. Niektoré, najmä chvostnaté obojživelníky, si často zachovávajú larválne znaky (napríklad kríčkovitité žiabre) aj v dospelosti (neoténia, pozri str. 15).

Obojživelníky sú pomerne málo početná trieda. Pozostáva z 3 recentných a 2 fosílnych podtried, ktoré mali veľký význam pre vznik recentných skupín (zrastenostavce), ako aj pre ďalší vývoj stavovcov (vráskozubce).

PODTRIEDA VRÁSKOZUBCE – APSIDOSPONDYLI

Obojživelníky s diplospondylnými stavcami a lebkou krytou dermálnymi kosťami (od toho i staršie pomenovanie krytolebce). Patria sem dva významné rady.

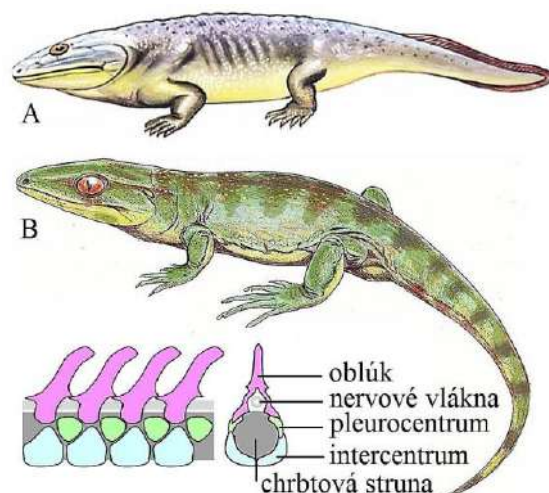
RAD ICHTHYOMORFNÉ PRAOBOJŽIVELNÍKY – *ICHTHYOSTEGALIA*

Najstaršia skupina obojživelníkov, ktorá sa preukázateľne vyvinula zo zástupcov triedy násadcoplutvovce. Mali ešte zvyšky šupín, lúče v chvostovej plutve a zvyšky skrelí. Najznámejšími boli zástupcovia rodu *Ichthyostega*.

RAD REPTILIOMORFNÉ PRAOBOJŽIVELNÍKY – *ANTHRACOSAURIA*

Vývojovo pokročilejší rad, zástupcovia ktorého niesli už mnohé znaky, pripomínajúce plazy, ako je monokondylná lebka či tylový hrbolček. Boli teda pravdepodobne

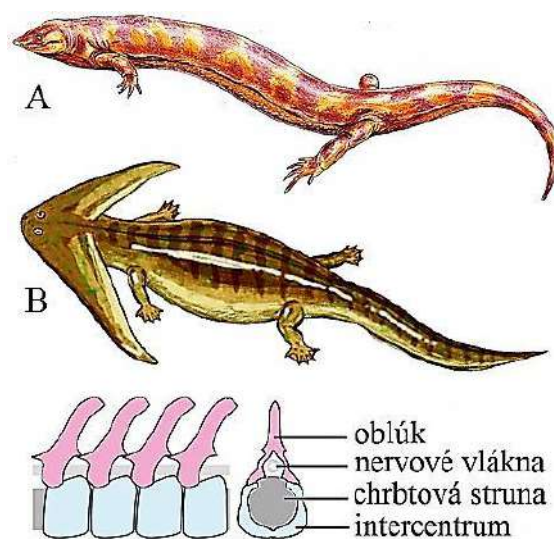
významnou skupinou pre ďalší vývoj stavcov smerom k plazom.



Obr. 72: zástupcovia radov ichthyomorfných (A, *Ichthyostega*) a reptiliomorfných praobojživelníkov (B, *Gephyrostegus bohemicus*) a stavba diplospondylných stavcov (dole)

PODTRIEDA ZRASTENOSTAVCE – LEPOSPONDYLI

Špecializovaná skupina obojživelníkov s lepospondylnými stavcami vývojovo nadväzujúca na ichthyomorfné praobojživelníky. Zástupcovia tejto podtriedy majú význam pre ďalší vývoj ostatných recentných obojživelníkov. Pre ďalší vývoj stavcov smerom k plazom teda nemali žiaden význam.



Obr. 73: zástupcovia zrastenostavcov (A–*Pelodiosotis*, B–*Diplocaulus*) a stavba lepospondylných stavcov (dole)

PODTRIEDA CHVOSTNATÉ OBOJŽIVELNÍKY – CAUDATA

Druhy s pretiahnutým tvarom tela a štyrmi končatinami. Krycie kosti lebky sú značne redukované, vyvinuté je stredné ucho a stavce lepospondylného typu. Spôsob

oplodnenia je pomocou tzv. spermatoforov. Častá je u nich aj neoténia. Podtrieda zahŕňa jediný rad mlokotvaré (*Urodela*) a asi 8 čeľadí, z ktorých u nás žije 6 druhov.

čeľaď veľmlokovité – *Cryptobranchidae*

Veľké, zavalité druhy z východnej Ázie. Dýchajú sliznicou ústnej dutiny, majú redukované očné viečka a zachované larválne ozubenie. Najznámejší z 3 druhov je veľmlok japonský.

čeľaď axolotlovité – *Ambystomatidae*

Majú veľkú a širokú hlavu a v dospelosti zachované kríčkované žiabre. Hoci sú neotenické, za vhodných podmienok môžu metamorfovať. Pochádzajú z Ameriky. Známy je najmä rod axolotl (*Ambystoma*).



Obr. 74: axolotl mexický (*Ambystoma mexicanum*)

čeľaď mločikovité – *Plethodontidae*

Najpočetnejšia čeľaď chvostnatých obojživelníkov. Nemajú vyvinuté pľúca a dýchajú výlučne kožou a ústnou sliznicou. V Európe je známy mločík jaskynný (*Hydromantes genei*).

čeľaď salamandrovité – *Salamandridae*

Početná čeľaď s ozubenými čeľusťami a dobre vyvinutými pľúcami. V dospelosti žijú zväčša na súši, vo vode sa len rozmnožujú. Vyskytujú sa aj u nás. Z nich typickým zástupcom je salamandra škvrnitá (*Salamandra salamandra*), ktorá má za hlavou vyvinuté parotické jedové žľazy.



Obr. 75: salamandra škvrnitá

čeľaď jaskyniarovité – *Proteidae*

Druhy s pretiahnutým tvarom tela a krátkymi končatinami. Celý život dýchajú vonkajšími kríčkovitými žiabrami, často majú redukované očné viečka a oči. Pochádzajú najmä z Ameriky, mnohé žijú v jaskyniach, ako napríklad jaskyniar vodný (*Proteus anguinus*).



Obr. 76: jaskyniar vodný

PODTRIEDA BEZNOHÉ OBOJŽIVELNÍKY – APODA

Vysoko špecializovaná skupina obojživelníkov so zvrásnenou kožou v podobe obrúčok, úplne redukovanými končatinami a ich pásmami, očami a ľavými pľúcami. Naopak, dokonale vyvinutý majú čuch a samce osobitný vyliačiteľný páriaci orgán. Môžu žiť v pôde alebo vo vode, larvy sú vodné. Celá podtrieda zahŕňa iba jeden rad červoňotvaré (Gymnophiona), ktorého zástupcovia žijú v tropických oblastiach Ameriky, Afriky a Ázie. Patrí sem napríklad červoň obrúčkateľ (*Siphonops annulatus*), ktorý žije v zemi v hĺbke až 50 cm.



Obr. 77: červoň obrúčkateľ

PODTRIEDA BEZCHVOSTÉ OBOJŽIVELNÍKY – SALIENTIA

Obojživelníky so skráteným a splošteným telom a u recentných druhov i s redukovaným chvostom. Chrbtica pozostáva zvyčajne len z 9 stavcov. Zadné končatiny sú mohutnejšie a dlhšie ako predné a uspo-

bené na skákanie. Neoténia sa u nich prakticky nevyskytuje. Do tejto podtriedy patrí jediný rad žabotvaré (Anura) s väčším počtom čeľadí rozšírených takmer po celom svete. U nás žije 12 druhov z 5 čeľadí.

čeľaď pipovité – Pipidae

Juhoamerické a africké druhy bez jazyka a so zubami len v hornej čeľusti, prípadne úplne bez zubov. Známa je u nich starostlivosť o potomstvo. Najznámejšia z nich je pipa americká (*Pipa americana*), ktorej vajíčka a neskôr mladé sa vyvíjajú v kožných komôrkach na chrbte samíc.



Obr. 78: vajíčka na chrbte pipi americkej

čeľaď kunkovité – Discoglossidae

Malé európske a ázijské druhy s terčovitým prirasteným jazykom, rudimentárnymi stavcami, bradavičnatou kožou a výstražným sfarbením. U nás sa vyskytujú 2 druhy. Sú jedovaté, môžu spôsobiť svrbenie a pálenie kože, prípadne zápal očných spojiviek. Ozývajú sa známym "kunkaním".



Obr. 79: kunka červenobruchá (*Bombina orientalis*)

čel'ad' hrabavkovité – *Pelobatidae*

Charakteristické sú vertikálnou zorničkou, osobitým zápachom a najväčšími žubrienkami zo všetkých u nás žijúcich žiab. Niektoré druhy sa zahrabávajú do piesčitej zeme pomocou rohovitých metatarzálnych hrbolčekov. Rozšírené sú v Európe, Ázii a Amerike. U nás žije hrabavka škvrnitá (*Pelobates fuscus*).



Obr. 80: hrabavka škvrnitá a jej larva

čel'ad' ropuchovitité – *Buфонidae*

Hlavne suchozemské bezzubé druhy so zavalitým telom a bradavičnatou kožou s jedovými žľazami. Potravu chytajú vysunovateľným jazykom. Rozšírené sú takmer po celom svete. U nás žijú 2 druhy, z ktorých hojnejšia je ropucha bradavičnatá (*Bufo bufo*).



Obr. 81: ropucha bradavičnatá

čel'ad' rosničkovité – *Hylidae*

Malé druhy s prísavkami na prstoch, pohybujúce sa v korunách stromov. Okrem Afriky sú rozšírené po celom svete, najmä v Južnej Amerike. U nás sa vyskytuje ros-

nička zelená (*Hyla arborea*), ktorá je schopná meniť svoju farbu od zelenej, hnedej až k modrej (mimetizmus). Obsahuje jed s hemolytickým účinkom, pre človeka ale nie je nebezpečná.



Obr. 82: farebné morfy rosničky zelenej

čel'ad' skokanovitité – *Ranidae*

Relatívne veľké druhy s dlhými nohami, ozubenou hornou čeľusťou a podnebíom a vymršťiteľným, vpredu prirasteným jazykom. Obývajú takmer celý svet. U nás žije 6 druhov, ktoré taxonomicky i ekologicky rozlišujeme na dve skupiny: terestrické hnedé skokany a akvatické zelené skokany. Jednotlivé druhy najlepšie určíme podľa polohy päťového kĺbu k prednej časti hlavy (hnedé skokany) alebo podľa dĺžky stehnových a holenných kostí.



Obr. 83: hnedé (vľavo) a zelené skokany (vpravo) a spôsob ich určovania (dole)

TRIEDA PLAZY – REPTILIA

Suchozemské evolučne významné stavovce, sekundárne osídľujúce i vodné prostredie. V minulosti si niektoré druhy osvojili dokonca i lietanie. Napriek progresívnemu vývoju si zachovávajú ešte stále niektoré znaky nižších stavovcov ako je hlavne:

- studenokrvnosť, t.j. ich telesná teplota nie je regulovaná vnútornými endotermickými dejmi a
- kostra, ktorá je podobná kostre obojživelníkov.

Z progresívnych znakov spoločných s ostatnými vyššími stavovcami to sú:

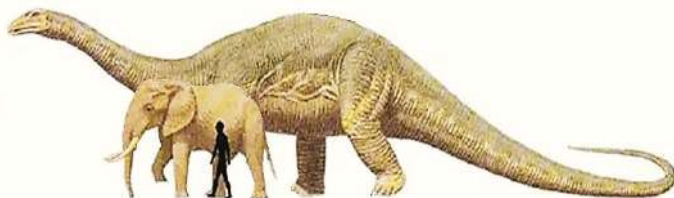
- tvorba zárodočných obalov (*amnion*, *allantois* a *serosa*) počas embryonálneho vývoja, čo ich spolu s vtákmi a cicavcami zaraďuje do skupiny tzv. blanovcov (Amniota),
- tvorba vajcových obalov (bielko, papierová blana, škrupina),
- vylučovacím orgánom je už pravá oblička,
- srdce má dve predsieňe a už aj dve takmer úplne oddelené komory,
- u vyspelejších skupín sa objavuje už aj neopallium a vonkajší zvukovod.

Naopak, zvláštnosťou stavby ich tela v porovnaní s inými stavovcami je:

- rohovatejúca pokožka pokrytá šupinami ektodermového pôvodu (poprípade pancierom),
- takmer úplná absencia kožných žliaz,
- redukcia krycích kostí lebky a utváranie rôznych typov spánkových jám a jar-mových oblúkov,
- prítomnosť nosiča a čapovca v chrbtici, pričom však výbežok čapovca nezrástá s jeho telom,

- sú vajcorodé, ich škrupina však vápenatie len výnimočne (korytnačky), môžu však byť i vajcoživorodé alebo živorodé.

V minulosti dosahovali pomerne veľké rozmery a v druhohorách boli dokonca veľkostne ale i početne dominantnou triedou stavovcov. Najväčšími známymi druhmi boli napríklad *Apatosaurus*, ktorý meral okolo 23 metrov a vážil až 30 ton a o niečo ľahší *Diplodocus*.



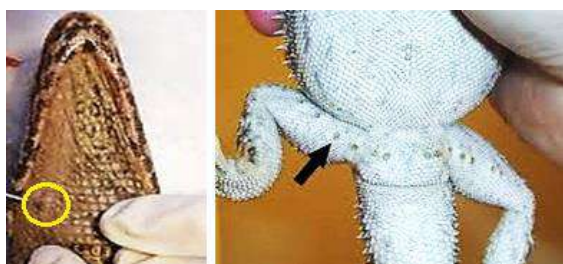
Obr. 84: veľkostné porovnanie apatosaura so slonom a človekom

Recentné druhy sú však pomerne malé. Merajú od 3 cm (chameleón trpasličí - *Brookesia micra*) do niekoľkých metrov. Najväčšími sú krokodíly.



Obr. 84: veľkostní rekordéri recentných plazov: chameleón trpasličí (hore) a krokodíl (dole)

Na povrchu tela plazov okrem šupín môžeme vzácné nájsť aj iné, najmä kostné útvary a panciere, ako sú kostné dosky krokodílov alebo kostný pancier u korytnačiek. Zrohovatené útvary sa na povrchu tela buď jednoducho odlupujú, alebo po vyrastení plazy zvliekajú celú pokožku, a to po častiach (jašterice) alebo v celku (hady). Koža plazov je suchá a kožné žľazy sú vzácné. Patria k nim len napríklad pižmové žľazy v kútikoch úst a kloaky u krokodílov alebo žľazy na vnútorných stranách stehien jašteríc.

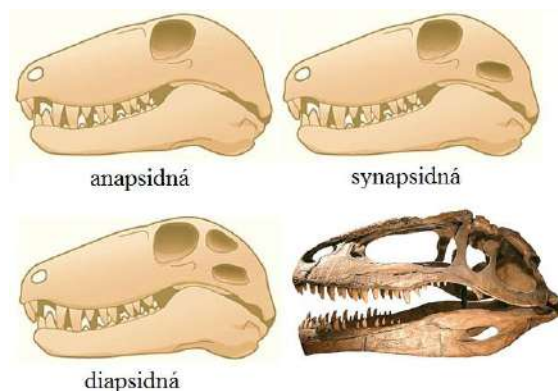


Obr. 85: kožné žľazy u krokodíla (vľavo, označené krúžkom) a jašteríc (vpravo, označené šípkou)

Lebka plazov má 1 tylový hrbolček (t.j. je monokondylná). Z dôvodov odľahčenia sa v nej postupne utvárajú spánkové jamy a jarmové oblúky. Podľa ich počtu a uloženia rozoznávame u plazov nasledovné základné typy lebiek (obrázok 86):

- Anapsidná. Nemá spánkové jamy ani jarmové oblúky. Je typická pre najstaršie skupiny plazov.
- Synapsidná. Má spodné spánkové jamy. Táto lebka je charakteristická pre teriomorfne praplazy, z ktorej sa vyvinuli cicavce.
- Diapsidná. Má dva páry spánkových jam a jarmových oblúkov a je charakteristická pre podtriedu prajašterov a šupináčov. Plne vyvinutú ju majú z recentných druhov zachovanú len kroko-

díly a hatéria. Z plazov s takouto lebkou sa vyvinuli vtáky.



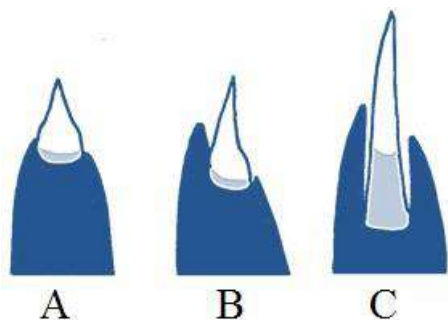
Obr. 86: základné typy lebky plazov podľa počtu a polohy spánkových jam a lebka gigantosaury (vpravo dole)

Končatiny odstupujú ešte od tela ale samotná kostra končatín má už podobný stavebný plán ako u vyšších stavovcov. Päťový kĺb však podobne ako u vtákov leží medzi proximálnym a distálnym radom priehlavkových kostičiek a nazývame ho intertarzálny kĺb (bližšie pozri u vtákov).

Chrup je polyfiodontný, postupne však dochádza k redukcii počtu generácií zubov na dva, ako je to u cicavcov. Zuby sú zvyčajné homodontné, u jedovatých hadov vývinom jedových zubov je naznačená tendencia k heterodoncii. Podľa nasadenia na čeľuste ich rozdeľujeme na:

- akrodončné (nasadajú na čeľuste zhora),
- pleurodončné (nasadajú na čeľuste zboku) a
- alveolárne či thekodontné (uložené v jamkách v čeľustiach). Sú typické pre vývojový rad plazov, z ktorého sa vyvinuli vtáky a cicavce (obrázok 87).

Recentné plazy majú zväčša pleurodončný chrup. Tráviaca sústava je ďalej delená ako u ostatných stavovcov a ústi vždy do kloaky.



Obr. 87: základné typy zubov podľa ich nasadenia na čeľuste

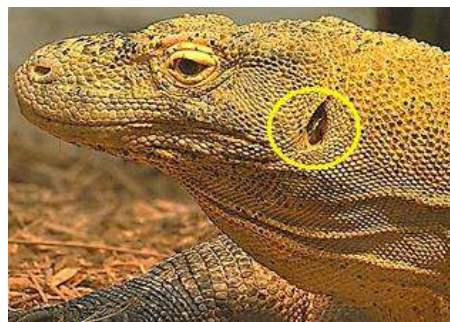
A – akrodonťné, B – pleurodonťné, C – thekodonťné

Plazy dýchajú už výhradne pľúcami. Niektoré druhy (napríklad chameleóny a agamy) majú časť pľúc pozmenenú na vzdušné vaky. U hadov v súvislosti s predĺžením ich dĺžky jedna strana (zväčša ľavá) pľúc redukovala a pravá sa naopak výrazne predĺžila. Jej zadná časť často slúži ako rezervoár vzduchu pri prehltávaní väčšej potravy. Odlišné pľúca majú aj korytnačky. Sú objemné a špongiovité.

Srdce je už takmer úplne oddelené na ľavú a pravú časť (2 predsieňe a 2 komory), ale prepážka medzi komorami je stále neúplná. Najdokonalejšia je u krokodílov, ale aj u nich dochádza ešte k okysličenej a odkysličenej krvi.

Hlavným nervovým ústredím je už koncový mozog a objavuje sa neopallium. Zo zmyslových orgánov veľký rozvoj dosiahol Jacobsonov orgán (najmä u hadov) a významné sú i termoreceptory uložené v párových jamkách na hlave. Niektoré hady (štrkáče) sú nimi schopné vnímať tepelné rozdiely až $0,003^{\circ}\text{C}$, čo využívajú napríklad pre detekciu koristi v noci.

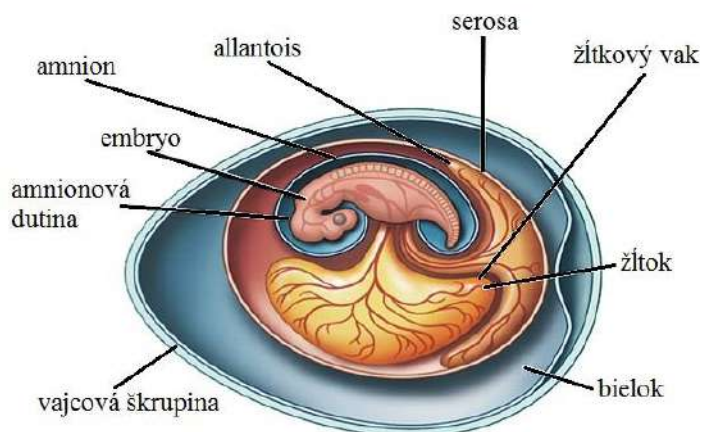
Podobne dokonale sú vyvinuté i oči so žmurkou. U niektorých skupín (hatérie, jaštery) je zachované tiež temenné oko. Možno pozorovať už i náznak vzniku vonkajšieho ucha.



Obr. 88: stredné ucho u plazov je zreteľne viditeľné (označené žltým krúžkom)

Vylučovacím orgánom plazov je už pravá oblička. U korytnačiek a jašterov je vytvorený aj močový mechúr. Pohlavné žľazy plazov sú párové a oddelené od vylučovacích ciest. Okrem hatérií majú všetky plazy aj kopulačné orgány, ktoré môžu byť nepárové (u krokodílov a korytnačiek), alebo párové, resp. rozoklané (u hadov a jašteríc), označované ako hemipenis.

Vajcia plazov sú polylecitálne a v priebehu embryonálneho vývinu sa utvárajú zárodočné obaly: 1. *amnion*, ktorý uzatvára embryo s plodovou vodou, 2. *serosa*, ktorá tvorí vonkajší obal embrya a chráni ho pred dehydratáciou a nakoniec 3. *allantois*, slúžiaci ako embryonálny močový mechúr, v ktorom sa ukladajú produkty metabolizmu embrya. Vajcia majú kožovitý obal, u korytnačiek, podobne ako u vtákov, vápenatú škrupinu.



Obr. 89: stavba plazieho vajca

Väčšina plazov je vajcorodých (ovoparných). Niektoré druhy sú vajcoživorodé (ovoviviparné). Ich vajíčka sa vyvíjajú v tele samice a tesne pred uvoľňovaním z kloaky ich vajcové obaly praskajú a telo matky opúšťajú živé mláďatá. Takýmito vajcoživorodými druhmi u nás sú napríklad jašterica živorodá (čo je vlastne nesprávne pomenovanie), slepúch lámavý a užovka hladká. Živorodosť (viviparia) je oveľa vzácnejšia, z našich druhov sa s ňou stretávame u vretenice kľukatej. Plazy nemajú larválne štádium.

Plazy sú po rybách a vtákoch treťou druhovo najpočetnejšou triedou stavovcov. Zároveň predkovia tejto triedy dali základ vzniku vtákom a cicavcom. Celý rad zahŕňa 4–6 podtried (z toho 3 fosílné) a okolo 17 radov.



Obr. 90: vajcorodosť (hore), vajcoživorodosť (v strede) a živorodosť (dolu) u hadov

PODTRIEDA ANAPSIDNÉ PRAPLAZY – ANAPSIDA

Patria medzi vývojov najstaršie plazy ešte s typickou anapsidnou lebkou. Patrí sem viacero fosílnych radov, ale i korytnačky, hoci ich systematické postavenie nie je ešte dodnes stále jednoznačné.

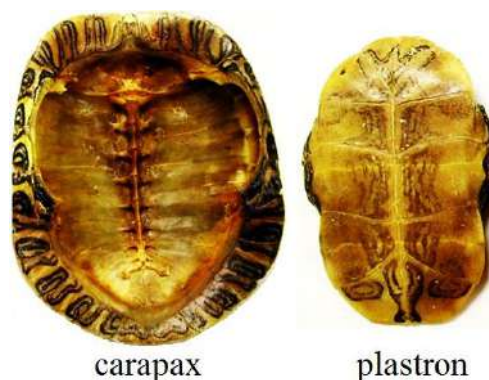
RAD PRAPLAZOTVARÉ – COTYLOSAURIA

Vznikli nezávisle z obojživelníkov radu reptiliomorfných praobojživelníkov. Tento rad bol významný pre ďalší vývoj plazov.

RAD KORYTNAČKOTVARÉ – TESTUDINES

Predstavujú starobylú skupinu plazov, stavbou tela a spôsobom života značne odlišných od ostatných plazov. Ich hlav-

ným znakom je pancier, ktorý výrazne ovplyvnil aj celú stavbu ich tela. Je tvorený vonkajším štítom kožného pôvodu a vnútorným kostným štítom. Chrbtovú časť nazývame *carapax*, brušnú *plastron*.



Obr. 91: pancier korytnačiek

Ku kostnému pancieru prirástli aj stavce, hrudné a brušné rebrá a časti pásiem

končatín. Hrudná kosť nie je vyvinutá. K ďalším znakom typickým pre korytnačky patria zobákovité čeľuste, mohutné hubovité pľúca a vajcia s vápenatou škrupinou, ktoré poukazujú na ich príbuzenské vzťahy so zástupcami radu praplazotvaré, ako aj s krokodílmi a dokonca i vtákmi. Celá podtrieda zahŕňa okolo 12 čeľadí.

čeľaď emyskovité – *Emydidae*

Prevažne vodné mäsožravé druhy s plochým, dobre vyvinutým pancierom. Rozšírené sú v teplých oblastiach takmer po celom svete strednej a južnej Afriky a Austrálie. U nás je táto čeľaď zastúpená emyskou bahennou (*Emys orbicularis*).



Obr. 92: emyska bahenná

čeľaď korytnačkovité – *Testudinidae*

Suchozemské prevažne rastlinožravé druhy s vypuklým carapaxom a kráčavými nohami so silnými pazúrkami. Okrem Austrálie a chladných oblastí žijú takmer po celom svete. V Európe je najznámejšia korytnačka zelenkastá (*Testudo hermanni*). K najväčším druhom patrí korytnačka slonia (*Testudo elephantopus*) z Galapágskych ostrovov vážiaca až 400 kg.



Obr. 93: korytnačka zelenkastá

čeľaď karetovité – *Cheloniidae*

Veľké morské druhy s plochým pancierom a plutvovitými končatinami. Morské pobrežie vyhľadávajú len v období kladenia vajec. Zo 6 druhov je najznámejšia kareta pravá (*Eretmochelys imbricata*) s jantárovým sfarbením panciera.



Obr. 94: kareta pravá

čeľaď kožatkovité – *Dermochelyidae*

Celá čeľaď je zastúpená iba jedným druhom kožatkou morskou (*Dermochelys coriacea*), ktorá je svojou veľkosťou 2 metre a hmotnosťou 600 kg najväčšou žijúcou korytnačkou. Pomenovanie dostala podľa kožovitého panciera so zreteľnými hrebeňmi. Končatiny sú bez pazúrov a zadné im zrastajú kožným lemom s chvostom. Žije vo všetkých teplých moriach.



Obr. 94: kožatka morská

POTRIEDA ŠUPINÁČE – LEPIDOSAURIA

Najväčšia recentná skupinu plazov s pôvodne diapsídnou lebku, rudimentárne zachovaným temenným okom a akrodontným alebo pleurodontným chrupom. Chrup nikdy nie je tekodontný. Patria sem 3 recentné rady z viacerými podradmi a čeľadami.

RAD HATÉRIOTVARÉ – RHYNCHOCEPHALIA

Patria k najstarším recentným zástupcom tohto radu a predstavujú vlastne živé fosílie medzi plazmi. Žili už od triasu po dnes. Majú diapsídnú lebku, akrodontné zuby a funkčné parietálne oko. Patrí sem hatéria bodkovaná (*Sphenodon punctatus*), ktorá žije na ostrovoch pri Novom Zélande. V súčasnosti je ohrozená vyhynutím.



Obr. 95: hatéria bodkovaná

RAD JAŠTEROTVARÉ – SQUAMATA

Početná skupina plazov s telom pokrytým škridlicovito sa prekrývajúcimi šupinami. Pôvodne diapsídnú lebku majú značne pozmenenú redukciou jednej alebo oboch jarmových oblúkov. Podobne má lebka aj väčší počet klbových spojení zabezpečujúcich pohyblivé pripojenie čeľustí s mozgovňou (streptostýlia). Dokonale vyvinutý je aj Jacobsonov orgán. Jazyk je zväčša rozoklaný, zuby akrodontné alebo pleurodontné a páriacim orgánom je hemipenis.

Patria tu 3 recentné tvarovo výrazne odlišné podrady.

PODRAD JAŠTEROBLÍŽNE – SAURIA

Majú čiastočne streptostylickú lebku so zachovaným horným jarmovým oblúkom, úplne vyvinuté končatiny alebo zachované aspoň ich pletence (slepúchy) a zvyšky temenného oka. Pri ohrození často uvoľňujú chvost (autotómia chvosta).

čeľad' gekónovité – Geckonidae

Malé tropické a subtropické druhy s prísavkami alebo lamelami na prstoch slúžiacimi na lozenie a šplhanie a s pestrým sfarbením kože. K najznámejším patrí okrem iných gekón toké (*Gecko gecko*) z juhovýchodnej Ázie.



Obr. 96:
gekón
toké

čeľad' leguánovité – Iguanidae

Relatívne veľké plazy, žijúce v Amerike a na Madagaskare, často i na morskom pobreží. Najznámejším je leguán zelený (*Iguana tuberculata*).



Obr. 97:
leguán
zelený

čel'ad' chameleónovit $\acute{e}$ – *Chamaeleonidae*

Malé stromové druhy schopné meniť svoje sfarbenie podľa prostredia, v ktorom žijú. Majú sploštené telo, dlhší ovijavý chvost a klieštikovit $\acute{e}$ prsty. Potravu lovia pomocou lepkavého, ďaleko vymrštitel'ného jazyka. Vyskytujú sa v Afrike, Ázii a 1 druh i v Európe – chameleón menlivý (*Chamaeleo chamaeleon*).



Obr. 98:
chameleón
menlivý

čel'ad' scinkovit $\acute{e}$ – *Scincidae*

Druhy s hladkými šupinami a často redukovanými nohami. U nás z tejto čel'ade žije 1 druh krátkonôžka štíhla (*Ablepharus kitaibelii*), obývajúca teplé skalnaté strány na južnom Slovensku.



Obr. 99:
krátko-
nôžka
štíhla

čel'ad' jaštericovit $\acute{e}$ – *Lacertidae*

Stredne veľké druhy s rozoklaným jazykom a chvostom schopným autotómie. Rozšírené sú v Afrike, Ázii a Európe. U nás sa vyskytujú 4 druhy, najbežnejšia je jašterica bystrá (*Lacerta agilis*) a najväčšia jašterica zelená (*Lacerta viridis*) s tyrkysovo modrým hrdlom u samcov.

Obr. 100:
jašterica
zelená



čel'ad' slepúchovit $\acute{e}$ – *Anquidae*

Druhy s redukovanými voľnými končatinami a autotómiou chvosta. Žijú v Amerike, Ázii a v Európe. U nás sa vyskytuje slepúch lámavý (*Anguis fragilis*), ktorého si ľudia často zamieňajú za hada. Samice sú vajcoživorodé.



Obr. 101:
slepúch
lámavý

čel'ad' varanovit $\acute{e}$ – *Varanidae*

Veľké dravé alebo zdochlinožravé druhy s mohutnými nohami a chvostom. Rozšírené v sú tropických a subtropických oblastiach Afriky a Ázie. Najväčším z nich je varan komodský (*Varanus komodoensis*), ktorý meria až 3 m.



Obr. 102:
varan
komodský

PODRAD OBRÚČKAVCOBLÍŽNE – AMPHISBAENIA

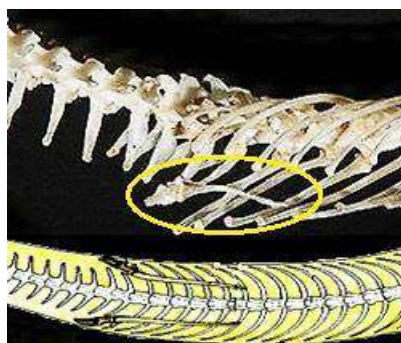
Šupinaté podzemné plazy s úplne redukovanými končatinami a očami a zvukovodom umiestnenými pod obrúčkovitou kožou. Hlavový koniec tela sa podobná chvostovému. Výrazne sa podobajú na obrúčkavce alebo červoňotvaré. Žijú hlavne v Afrike a Ázii, z južnej Európy je známy rod *Blanus*.



Obr. 103: obrúčkavec

PODRAD HADOBLÍŽNE – OPHIDIA

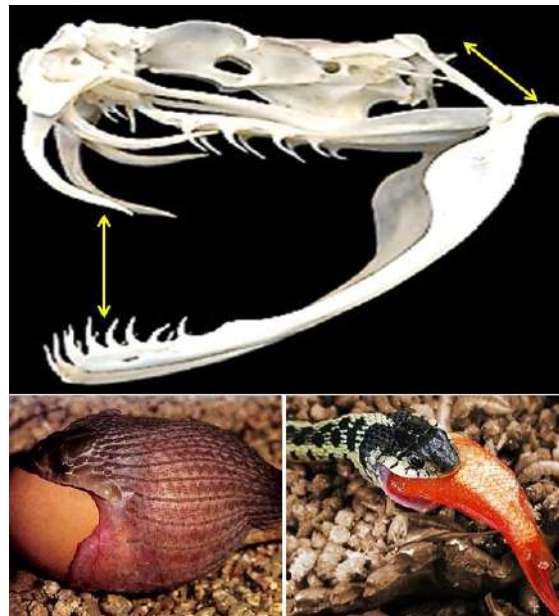
Fylogeneticky najmladšia skupina plazov s úplnou redukciou končatín a ich pásiem, rudiment panvy sa zachoval len u pytónovitých (obr. 104).



Obr. 104: zvyšky panvy u pytónovitých

Typická je pre ne extrémne streptostylická lebka, ktorá im umožňuje konzumovať i pomerne veľkú korisť (obr. 105). Zuby majú akrodonťné. Tie môžu byť všetky rovnaké, zväčšené (aglyfné), alebo protero- či opistoglyfné, t.j. umiestnené

vpredu alebo vzadu v ústnej dutine s brázdou pre jed. Osobitným typom jedových zubov sú zuby solenoglyfné, ktoré sú duté s centrálnym jedovým kanálkom (obr. 106).



Obr. 105: Streptostylická lebka hadov umožňuje prehĺtať niekoľko násobne väčšiu korisť



Obr. 106: aglyfné (vľavo hore), proteroglyfné (vpravo hore), opistoglyfné (vľavo dole) a solenoglyfné (vpravo dole) zuby hadov

Hadoblížne nemajú vyvinuté temenné oko ani močový mechúr a len jednu, prevažne pravú, stranu pľúc. Podobne redukované je aj stredné ucho. Odlišný je aj

spôsob zaostrovaní očí. Keďže sa pravdepodobne vyvinuli zo slepých jašteríc, zaostroujú ako primárne vodné stavovce, t.j. posúvaním šošovky a nie zmenou jej tvaru. Viečka sú nepohyblivé. Zaraďujeme tu viacero čeľadí, z ktorých pozornosť si zasluhujú nasledujúce.

čeľaď pytónovitá – *Boidae*

Sú to veľké nejedovaté druhy so zachovanými zvyškami panvy a fungujúcou ľavou stranou pľúc. Korisť usmrcujú zadusením. Patria sem hlavne tropické druhy, ako napríklad pytón kráľovský (*Constrictor constrictor*) a anakonda tmavá (*Eunectes murinus*) z Južnej Ameriky, ktorá dosahuje dĺžku až 10 metrov.



Obr. 107: anakonda tmavá

čeľaď užovkovitá – *Colubridae*

Pomerne početná čeľaď stredne veľkých druhov s nejedovatými, poprípade jedovatými opisthoglyfnými zubami. Nebezpečné môžu byť preto iba vtedy, ak zubami dosiahnu do rany. U nás žijú 4 nejedovaté druhy, z ktorých najhojnejšia je pri vode žijúca užovka obojková (*Natrix natrix*).

Obr.
108:
užovka
oboj-
ková



čeľaď koralovcovitá – *Elapidae*

Suchozemské ale i morské jedovaté druhy s proteroglyfnými zubami rozšírené v trópopoch a subtrópopoch celého sveta. Častý je u nich aposematizmus (výstražné sfarbenie). Známa je napríklad kobra okuliarná (*Naja naja*) z Ázie.



Obr. 109: kobra indická

čeľaď vretenicovitá – *Viperidae*

Jedovaté druhy so solenoglyfnými zubami, ktoré sa pri roztvorení čeľustí môžu vztýčiť. Častá je u nich živorodosť. U nás žije iba 1 druh vretenica kľukatá (*Vipera berus*), ktorý je zároveň aj našim jediným jedovatým hadom. Môže sa vyskytovať vo viacerých farebných morfách.



Obr. 110:
sivá a
hnedá
farebná
morfa
vretenice
kľukatej



POTRIEDA PRAJAŠTERY – ARCHOSAURIA

Podtrieda zastúpená prevažne fosílnymi druhohornými druhmi. Z piatich známych radov je len jeden recentný. Mali diapsidnú lebku, alveolárny chrup a mnohé druhy vykazovali i tendenciu k chôdzi po dvoch končatinách. Zástupcovia tejto podtriedy boli významní z hľadiska ďalšieho vývoja stavovcov smerom k vtákom.

RAD JAMKOZUBOTVARÉ – THECODYNTIA

Predstavitelia tohto radu boli predkami ostatných radov prajašterov ako i vtákov. Pre ďalší vývoj k vtákom bol významný najmä podrad *Pseudosuchia* s rodmi *Ornithosuchus* a *Euparkeria*.

RAD KROKODÍLOTVARÉ – CROCODYLIA

Veľké obojživelné druhy s pretiahnutým telom, dlhým chvostom, uzatvárateľnými nozdrami a nápadne silnými zadnými nohami s naznačenými plávajúcimi blanami čo poukazuje na to, že v priebehu evolúcie prešli zrejme bipédnym štádiom. Z progresívnych znakov treba spomenúť blanitú bránicu, nepárový penis, štvordielne, takmer dokonale oddelené srdce a vyspelý mozog. U samíc je vyvinutá aj starostlivosť o potomstvo. Celý rad zahŕňa 3 čeľade a asi 8 rodov.

čeľad' krokodílovité – *Crocodylidae*

Africké a ázijské druhy s dlhšou, mierne zašpicatenou tvárovou časťou a brušnými štítkami podloženými dermálnymi kosťami. Od zástupcov nasledujúcej čeľade sa líšia aj pozíciou 4. zubu v spodnej čeľusti, ktorý zapadá do jamky na boku hornej če-

ľuste, takže pri zatvorených ústach je ho vidieť. Najznámejším druhom je krokodíl africký (*Crocodylus niloticus*).



Obr. 111: krokodíl africký
(žltá šípka ukazuje na 4. zub v spodnej čeľusti)

čeľad' aligátorovité – *Alligatoridae*

Americké a východoázijské druhy s kratšou a širšou tvárovou časťou, brušné štítky nie sú podložené kosťami. 4. zub spodnej čeľuste nie je vidieť. Zo Severnej Ameriky je známy aligátor šťukohlavý (*Alligator mississippiensis*).



Obr. 112: aligátor šťukohlavý

čeľad' gaviálovité – *Gavialidae*

Východoázijské druhy s nápadne predĺženou, pretiahnutou tvárovou časťou, usposobenou na lov rýb a relatívne krátkymi nohami. Patria sem 2 rody, z ktorých najznámejší je gaviál indický (*Gavial gangeticus*).



Obr. 113: gaviál indický

RAD VTÁKOJAŠTEROTVARÉ – PTEROSAURIA

Fosílné lietajúce druhy, ktoré vrchol rozvoja dosiahli v jure a kriede. Najznámejší z nich bol vtákojašter (*Pterodactylus*).



Obr. 114: vtákojašter

RAD DINOSAUROTVARÉ – DINOSAURIA

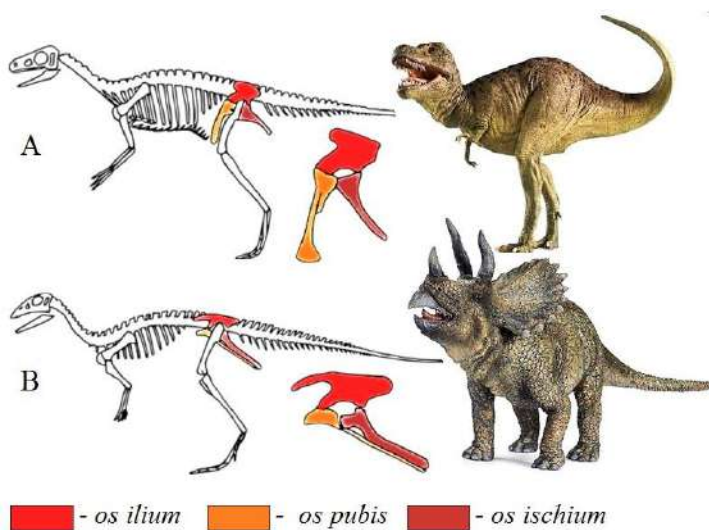
Veľké druhohorné plazy, ktoré vyhynuli asi pred 65 miliónmi rokov. Patria tu dva podrady.

PODRAD PLAZOPANVÉ – SAURISCHIA

Známe jurské "dinosauory" veľkých rozmerov. Svoje pomenovanie dostali podľa charakteristickej stavby a tvaru plazej panvy, pri ktorej lonová kosť (*os pubis*) odstáva od sedacej kosti (*os ischium*) (obr. 115 A). Často sa pohybovali len po zadných končatinách. Najznámejší je napríklad mäsožravý tyranosaurus (*Tyrannosaurus*) alebo bylinožravé brontosauory (rody *Diplodocus* a *Apatosaurus*).

PODRAD VTÁKOPANVÉ – ORNITHISCHIA

Menšie väčšinou bylinožravé druhy s vtáčim typom panvy (*os pubis* neodstupuje od *os ischium*, obr. 115 B). Bipédna chôdza bola u nich vzácna. K najznámejším patria druhy rodov *Triceratops* a *Stegosaurus*.



Obr. 115: plazopanvé (A) a vtákopanvé (B) „dinosauory“

PODTRIEDA TERIOMORFNÉ PRAPLAZY – SYNAPSIDA

Fosílné druhy so synapsidnou lebkou a viacerými cicavčími znakmi ako je diferenciácia chrupu, prestavba čeľustného kĺbu, vznik krkavčej kosti a podobne. Na-

značená je už aj endotermia. Významní boli preto práve pre ďalší vývoj smerom k cicavcom.

RAD TERAPSIDOTVARÉ – *THERAPSIDA*

Skupina morfológicky rôznych druhov žijúcich od permu do konca triasu. Význam majú predovšetkým zástupcovia podradu cicavcozuboblížne.

PODRAD CICAVCZUBOBLÍŽNE – *THERIODONTIA*

Ich stavce sa ďalej splošťovali, výbežok čapovca zrástol s jeho telom, lebka sa stala bikondylnou (t.j. s dvoma tylovými hrbolčekmi), utvoril sa druhotný čeľustný kĺb, postupne sa diferencovali aj zuby takže chrup sa stával heterodontným s dvoma generáciami zubov a znižoval sa aj počet

článkov prstov. Končatiny už tiež neodstávali od tela.

Významným medzičlánkom medzi plazmi a cicavcami sa z tohto podradu považujú zástupcovia rodu *Diarthrognathus*.



Obr. 116: *Diarthrognathus* – hypotetický medzičlánok medzi plazmi a cicavcami

TRIEDA VTÁKY – *AVES*

Vysoko špecializovanú triedu aktívne lietajúcich stavovcov, ktoré sa vyvinuli z plazov (podtrieda prajaštéry). O ich príbuznosti s plazmi svedčia nasledovné znaky:

- suchá koža takmer bez kožných žliaz,
- zvyšky rohovitých útvarov na zobáku a behákoch,
- monokondylná diapsidná lebka,
- intertarzálny kĺb na zadných končatinách,
- vylučovanie splodín látkového metabolizmu v podobe kyseliny močovej a
- rozmnožovanie vajcami.

Z progresívnych znakov je to hlavne:

- endotermná homoiotermia (teplokrvnosť),
- dokonale oddelené štvordielne srdce a
- vonkajší zvukovod a stavba vnútorného ucha, podobná stavbe ucha cicavcov.

K osobitným znakom i v súvislosti s lietaním patria zas:

- prítomnosť peria,
- predné končatiny premenené na krídla,
- vytvorená len pravá aorta,
- veľký rozvoj bazálnych ganglií (*neostriatum*) a
- dokonale vyvinutý zrak (oči),

Vtáky svojou veľkosťou patria medzi malé a stredne veľké živočíchy s charakteristickým aerodynamickým tvarom tela. Najmenším známym druhom je 6 cm dlhý a 1,5 g vážiaci kolibrík včelí (*Mellisuga helenae*), naopak najväčším recentným druhom je 2 m vysoký a až 100 kg vážiaci pštros dvojprstý (*Struthio camelus*). Z fosílnych druhov k najväčším vtákom vôbec patrili zástupcovia rodu moa (*Pachyornis*) z Nového Zélandu, ktorí merali 3,6 m a vážili až pol tony.



Obr. 117: veľkostní rekordéri vo vtácej ríši: kolibrík včelí (vľavo), pštros dvojprsť (v strede) a moa (vpravo)

Koža je tenká, jemná a takmer úplne bez kožných žliaz. Jedinou žľazou je mazová (nadchvostová) žľaza (*glandula uropygii*), ktorej sekrét chráni perie pred zmáčaním, alebo vzácné môže slúžiť aj na iné účely. U dudka chochlatého či kačice pižmovej má napríklad funkciu odpudzovania pred predátormi.

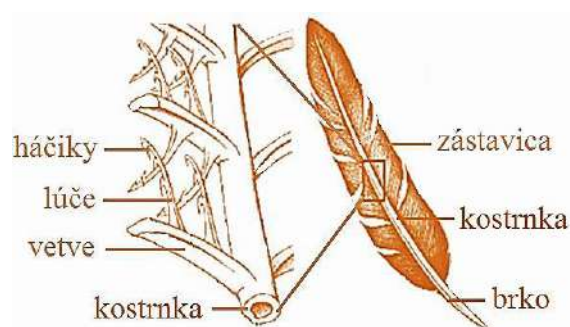


Obr. 118: umiestnenie mazovej žľazy

Podobne rohovitých útvarov kožného pôvodu je u vtákov málo. Sú nimi najmä zobák a rohovité šupiny na nohách. Typickým kožným útvarom je vtáacie pero. Vzniklo zložitou prestavbou plazej šupiny. Uložené je v koži v osobitnom perovom vaku a zložené zo stvola, ktorý delíme na

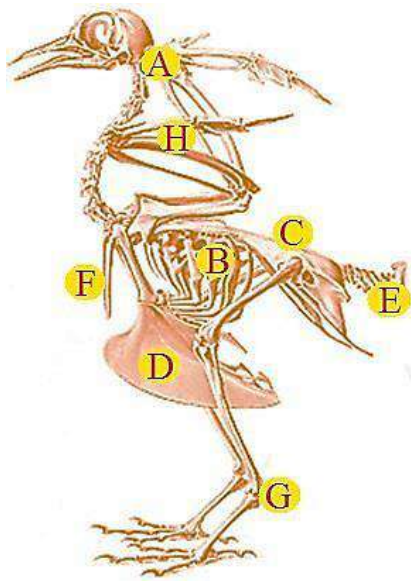
brko a kostrnku. Po jej stranách je zástavica zložená z vetiev a lúčov navzájom pospájaných háčikmi, ktoré vytvárajú pevnú a súvislú plochu (obr. 119).

Základným typom peria je perie obrysové a prachové. Prachové perie má krátky stvol a jeho vetvy netvoria zástavicu. Podieľa sa najmä na tepelnej izolácii. Obrysové perie kryje povrch tela vtáka a slúži na lietanie. Podľa toho ho aj delíme na krycie, ktoré pokrýva telo a je hlavným nositeľom zafarbenia, ručné letky na krídlach a kormidlové perá, ktoré nahrádzajú u vtákov redukovaný chvost.



Obr. 119: stavba vtáčieho pera

Veľké zmeny prekonala aj kostra vtákov, a to hlavne v súvislosti s lietaním. Vyznačuje sa ľahkosťou a pevnosťou. Ľahkosť kostry sa dosahuje redukciami kostí (napr. chvostových stavcov) a ich pneumatizáciou (t.j. kosti sú duté). Pevnosť kostry je zas zaistená zrastom kostí, napr. na lebke, v hrudnej a krížovej oblasti a na končatinách. Kostra vtáka je znázornená na obrázku 120.

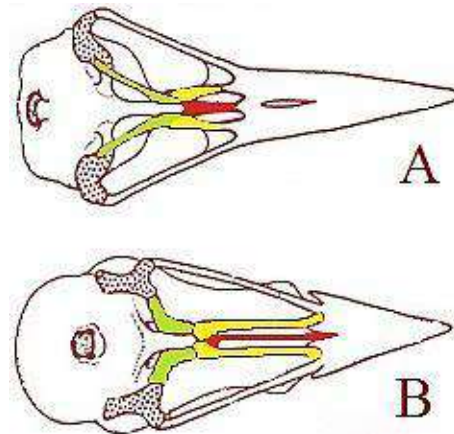


Obr. 120: hlavné znaky na kostre vtáka
(vysvetlivky pozri text nižšie)

Prítomné sú už dva plne vyvinuté krčné stavce – nosič a čapovec (120 A), dvojdielne rebrá (120 B), zrastené stavce s krížovou kosťou (120 C), mohutne vyvinutá hrudná kosť s vysokým hrebeňom prsnej kosti, na ktorý sa upínajú lietacie svaly (120 D), ďalej redukované chvostové stavce (120 E), kľúčna kosť zrastená do vidlice (120 F), behák, ktorý vznikol zrastením priehlavkových a predpriehlavkových článkov (120 G) a kompletná prestavba hornej končatiny (120 H). Lebka je ešte plazieho typu, diapsidná, pričom sa zachoval ale len dolný pár jarmových oblúkov a spánkové jamy sa spájajú do očnice. Podľa úpravy tvrdého podnebia (*palatum durum*) rozoznávame dva základné typy lebiek (obr. 121):

- A. paleognátna s mohutným vidlicovitým vomerom, ktorý dosahuje ku palatínom i pterygoideom,
- B. neognátna zväčša s dlhým a úzkym vomerom, ktorý sa v rôznom stupni dotý-

ka palatín, ale nikdy nedosahuje ku pterygoideom.

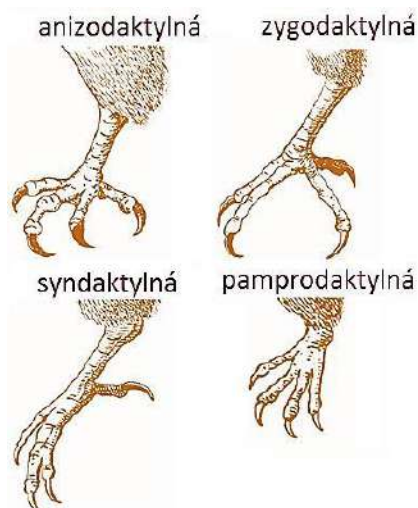


Obr. 121: paleognátna (A) a neognátna (B) lebka vtákov

(vomer – červená farba, palatinum – žltá farba, pterygoid – zelená farba)

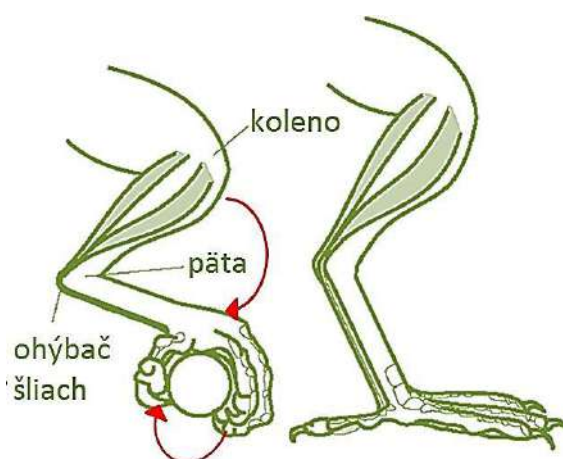
Osobitne a druhovo špecificky sú variabilné aj typy nôh podľa usporiadania prstov. Vtáky majú na nohách zvyčajne 4 prsty, vzácnejšie 3 (ďateľ trojprstý) a pštros africký len 2 prsty. Rozoznávame 4 základné typy nôh (obr. 122):

- anizodaktylná, pri ktorej 3 prsty (2. – 4.) smerujú dopredu a 1. dozadu, typická je pre väčšinu vtákov,
- zygodaktylná, pri ktorej 2. a 3. prst smerujú dopredu a 1. a 4. dozadu (ďateľ, papagáje, sovy, kukučky),
- syndaktylná, pri ktorej sú 3. a 4. alebo 3 prsty čiastočne zrastené (rybárik) a
- pamprodaktylná, pri ktorej všetky prsty smerujú dopredu (daždovník).



Obr. 122: typy nôh vtákov podľa uloženia ich prstov

V súvislosti s lietaním je dokonale a mohutne vytvorená i svalová sústava, najmä veľký prsný sval, ktorý ťahá krídlo dolu a jeho antagonista – hlboký prsný sval – ho zas opačne zdvíha hore. Osobitnú funkciu má lýtkový sval, ktorý zabezpečuje automatické zovieranie prstov na nohách a umožňuje tak vtákovi udržať sa na konároch stromov i počas spánku a dokonca iba na jednej nohe (obr. 123).



Obr. 123: umiestnenie a funkcia lýtkového svalu a ohýbača šliach

Zo zmyslových orgánov je dokonale vyvinutý sluch a zrak. Vnútorné ucho je už

takmer úplne zhodné so stavbou vnútorného ucha cicavcov. Oči sú ale málo pohyblivé až nepohyblivé (u sov). Vtáky majú 2 viečka a priesvitnú žmurku, ktorá chráni oči pred vyschnutím a fyzickým poškodením. Z viečok je na rozdiel od cicavcov väčšie to spodné a ním i žmurkajú. Výnimku tvoria len papagáje, sovy a kanárik.



Obr. 124: žmurka a jej funkcia u vtákov

Vtáky majú najlepší zrak v rámci celej živočíšnej ríše. Vidia dokonale farebne. Na rozdiel od človeka, ktorý má trichromatické videnie, vtáky majú tetrachromatické videnie (vnímajú aj ultrafialové svetlo). Oči u nich môžu mať 12 – 20 dioptrií, u vodných druhov aj 50. Okrem toho vo vnútri oka majú špecifický hrebienkovitý útvar (*pecten*), ktorý vyrastá z cievnatky. Pôvodne sa predpokladalo, že má len výživovú funkciu, v súčasnosti sa predpokladá že aj chráni sietnicu pred intenzívnym ultrafialovým žiarením a pomáha usmerňovať zakrivenie šošovky pri zaostrovaní alebo pri detekcii pohybujúcich sa objektov.

Osobitnou morfológickou štruktúrou u vtákov je aj slepý zásobný vak – hrvoľ, ktorý slúži ako zásobáreň potravy (najmä u semenožravých druhov), ale čiastočne v ňom môže prebiehať i trávenie. U holubovitých sa v ňom v období hniezdenia tvorí zvláštny syrovitý sekret, ktorým kŕmia mláďatá.

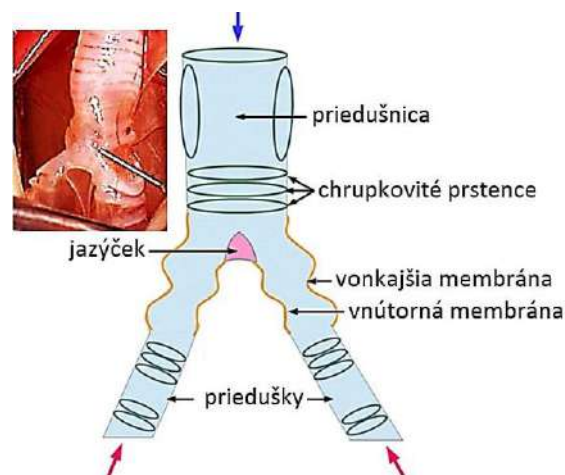


Obr. 124: tráviaca sústava a hrvoľ so syrovitým sekrétom u holubov

Nestráviteľné časti vtáky vyvrhujú v podobe chuchvalcov – vývržkov (napríklad sokolotvaré, sovotvaré).

Podobne ako svalová sústava i dýchacia sústava je u vtákov najvýkonnejšia zo všetkých stavovcov. Hoci ich samotné pľúca sú malé a ťažko rozťahovateľné, ventilácia vzduchu je u nich zabezpečená tenkostennými vzdušnými vakmi zasahujúcimi medzi svalovinu, do kostí a pod kožu. Okrem ventilácie vzduchu tým slúžia aj na ochladzovanie tela. Pôvodne ich bolo 5 párov, ale neskôr druhý pár splynul do jedného.

V mieste delenia priedušnice na priedušky sa nachádza špecifický hlasový ústroj – *syrinx*, ktorý chýba len u pštrosov, supov a bocianov. Tvorený je hlasivkovými blanami a svalstvom, ktoré ťahom chrupkovitých prstencov odťahujú alebo priťahujú hlasivkové blany a tým menia ich napätie a teda i samotnú výšku tónov. Hlas u niektorých druhov môže byť zosilnený aj ďalšími rôznymi rezonátormi, ako sú predĺžená priedušnica u labutí či krčné svaly u dropov.



Obr. 125: tvar a stavba syrinxu u vtákov

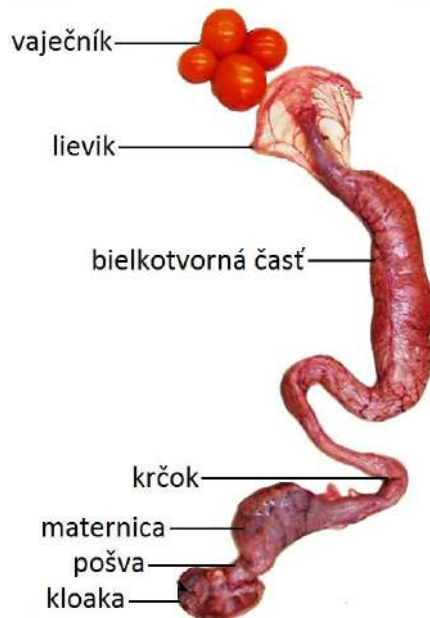
Relatívne najväčším orgánom zo všetkých stavovcov je u vtákov srdce. Vtáky majú i najvyšší krvný tlak, najrýchlejší tep a najvyššiu telesnú teplotu. Srdce kolibrika bije napríklad až 615 krát za minútu a jeho telesná teplota je 41 °C. Súvisí to hlavne s ich vysokou látkovou výmenou a aktívnym letaním.

Adaptácia na lietanie sa uplatňuje aj pri stavbe a veľkosti pohlavných orgánov, ktoré sa vyznačujú značnou úspornosťou svojej stavby a mimo obdobia rozmnožovania sú malé. V období hniezdenia sa môžu zväčšiť však až 360-násobne. Samice majú spravidla len jeden, a to ľavý vaječník. Výnimkou sú ale dravce a papagáje, u ktorých samice môžu mať oba vaječníky vyvinuté a plne funkčné.

Vajcovod u samíc má osobitnú stavbu a môžeme na ňom rozlíšiť nasledovné morfológicky a funkčne samostatné časti:

- lievnik (*infundibulum*), ktorý zachytáva vajíčka,
- bielkotvorná časť (*magnum*), v ktorej sa tvorí bielok obaľujúci žltok,
- krčok (*isthmus*), vylučujúci papierovú blanu obaľujúcu bielok,

- maternica (*uterus*), produkujúca riedky bielok, ktorý napne steny papierovej blany, a vápenatú škrupinu a
- pošva (*vagina*), ktorá produkuje hlien napomáhajúci vypudeniu vajíčka.

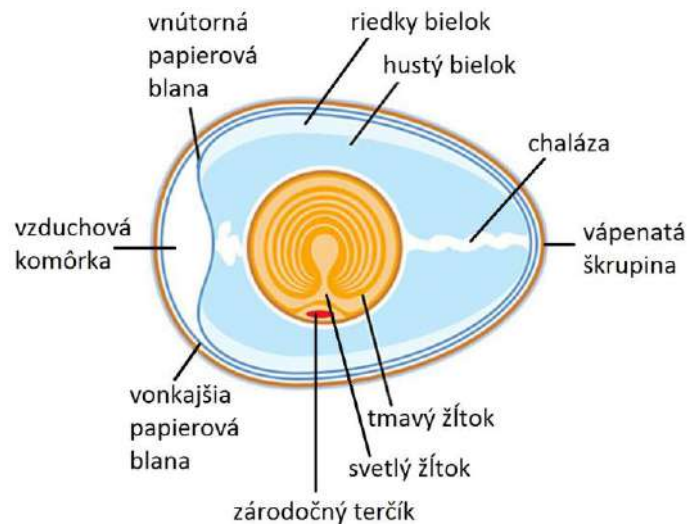


Obr. 126: stavba vajcovodu

Vývody pohlavných žliaz vyúsťujú do stredného oddielu kloaky. Väčšina vtákov kopuluje iba prikladaním kloák, penis je vyvinutý len u bežcov, kačíc a plamienikov.

Vtáče vajcia sú polylecitálne, zložené z tmavého a svetlého žltka, uchyteného chalázou, riedkeho a hustého bielka, papierovej blany a vápenatej škrupiny. Zárodočný terčik je uložený na žltku. Na tupom póle je vzduchová komôrka, prostrednic-

tvom ktorej komunikuje zárodok či embryo s vonkajším prostredím.



Obr. 127: stavba vtáčieho vajca

Mláďatá sa liahnu samé pomocou vajčného rohovitého zúbka umiestneného na hornej čeľusti zobáka, ktorým rozbíjajú tvrdú škrupinu. Ten po vyliahnutí zaniká. U krmivých druhov sú holé, slepé a úplne odkázané na starostlivosť rodičov (tzv. nidikolné mláďatá, napr. vrabec), u nekrmivých druhov sa liahnu už operené, schopné pohybu a samostatného života, samice ich len vodia, chránia či ukazujú potravu (nidifúgne mláďatá, napr. kačica).

Vtáky po lúčoplutvovcoch sú druhou najpočetnejšou triedou stavovcov. Napriek tomu je ich systém pomerne jednoduchý. Súvisí to čiastočne aj s tým, že u nich nepoznáme fosílnych zástupcov, ktorí by dokumentovali vývojovú líniu k recentným druhom.

PODTRIEDA PRAVTÁKY – SAURURAE

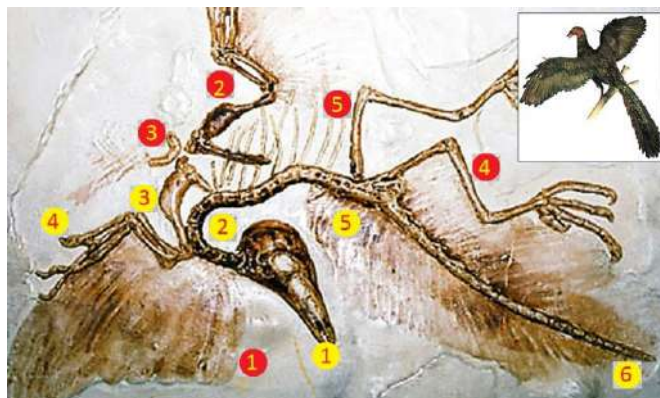
Jediným zástupcom podtriedy je pravgák pazúrokridly (*Archaeopteryx lithographica*).

Žil asi pred 140 miliónmi rokov. Predstavuje významný medzičlánok medzi plazmi

a vtákmi. Dokazuje to stavba jeho tela, ktorá nesie ešte mnohé plazie znaky ale už aj mnohé vtáčie znaky.

Plazími znakmi sú napr.: 1. thekodontné zuby v čeľustiach, 2. amfícílny stavce, 3. ploché sternum, 4. tri voľné prsty na krídlach, 5. panva plazieho typu a 6. zachovaný dlhý chvost.

Vtáčimi znakmi sú zas: 1. pravé vtáčie perie, 2. predné končatiny premenené na krídla, 3. kľúčna kosť zrastená do *furculy*, 4. zadná končatina vtáčieho typu a 5. čiastočne pneumatizované kosti.



Obr. 128: pravták pazúrokrídly s vyznačením plazích (žlté krúžky) a vtáčích znakov (červené krúžky) (vysvetlivky k číslam pozri v texte)

PODTRIEDA PRAVÉ VTÁKY – ORNITHURAE

Typickí zástupcovia vtákov s prednými končatinami úplne premenenými na krídla, zobákom, ktorý už nie je spravidla ozubený, heterocélnymi stavcami, redukovanými chvostovými stavcami a dvojdielnymi rebromi. Najstaršími zástupcami boli predstavitelia rodu *Gallornis*, ktorí sú o 10 miliónov rokov mladší ako pravták. Celá podtrieda zahŕňa 3 nadrady, z ktorých 2 sú recentné.



Obr. 129: *Gallornis straeleni*

NADRAD ZUBATOVVTÁKY – ODONTOGNATHAE

Najstarší predstavitelia pravých vtákov, z evolučného hľadiska však nemali pravdepodobne žiaden ďalší význam. Typické pre ne boli rohovitité zuby v čeľustiach. Najznámejší sú predstavitelia rodov zubatovtákov a rybárovcov (pozri obr. 42), pochá-

dzajúcich z kriedových usadenín Severnej Ameriky. Zubatovták bol neschopný letu ale dobre sa potápal. Rybárovec bol zas dobrým letcom a v niektorých znakoch sa podobal na dnešné čajky.

NADRAD BEŽCE – PALEOGNATHAE

Svoje vedecké pomenovanie dostali podľa lebky, ktorá je paleognátneho typu. Slovenské pomenovanie zas podľa toho, že väčšina druhov je nelietavých. Ich prsná kosť nemá obvykle hrebeň, typická je pre

ne prítomnosť penisu a osobitý spôsob hniezdenia, kedy starostlivosť o vajcia a mláďatá preberá na seba prevažne samec. Patrí sem 5 recentných radov.

RAD PŠTROSOTVARÉ – STRUTHIONIFORMES

Nelietavé africké druhy. Patria k najväčším recentným vtákom. Hoci nelietajú, majú zachované pomerne veľké krídla a chvost a na nohách len 2 prsty ako adaptáciu k rýchlemu behu. Nemajú však vyvinutý hrebeň prsnej kosti a kľúčnu kosť. Sú polygamné druhy, starostlivosť o vajcia a mláďatá preberá vždy samec. Jediným zástupcom celého radu je pštros dvojprstý (*Struthio camelus*).



Obr. 130:
pštros
dvojprstý
(samec)

RAD NANDUOTVARÉ – RHEIFORMES

Menšie juhoamerické nelietavé druhy so zachovanými krídlami, redukovaným chvostom, trojprstými nohami a pneumatizovanými kosťami. Najznámejším druhom je nandu pampový (*Rhea americana*).



Obr. 131:
nandu
pampový

RAD TINAMOTVARÉ – TINAMIFORMES

Jediní zástupcovia nadradu schopní letu, pneumatizovanými kosťami a hrebeňom prsnej kosti. Žijú v Strednej a Južnej Amerike. Najznámejším druhom je tinamovec chochlatý (*Eudromia elegans*), ktorý žije až v 100 kusových krdľoch na argentínskych pampách.



Obr. 132:
tinamovec
chochlatý

RAD KAZUÁROTVARÉ – CASUARIIFORMES

Austrálske a novoguinejské nelietavé druhy s redukovanými krídlami bez letiek a chvostových pier. Na hlave majú niektoré druhy rohovitú výrastku v podobe prilby. Najznámejším je emu hnedý (*Dromiceius novaehollandiae*).



Obr. 133:
emu hnedý

RAD KIVIOTVARÉ – *APTERYGIFORMES*

Novozélandské druhy s redukovanými krídlami a ručnými letkami, bez kormidlových pier, hrebeňa prsnej kosti a kľúčnej kosti a bez pneumatizácie kostí. Majú dlhý zobák a na nohách 4 prsty. Ich perie vyzerá ako srst'. Majú relatívne najväčšie vajcia zo všetkých vtákov, každé z nich váži 25% hmotnosti samice. Najznámejší je kivi južný (*Apteryx australis*).



Obr. 134: kivi južný

NADRAD LETCE – *NEOGNATHAE*

Vedecké pomenovanie zástupcov tohto nadradu je podľa ich neognátnej lebky. Slovenské pomenovanie majú zas podľa toho, že prevažná väčšina z nich dokáže aktívne lietať. Zároveň patria k najprogre-

sívnejším skupinám vtákov, o čom svedčí aj celkový počet recentných radov a druhov. Z nich sú uvedené len tie najvýznamnejšie.

RAD VÍCHROVNÍKOTVARÉ – *PROCELLARIIFORMES*

Morské rybožravé druhy s rúrkovito pretiahnutými nozdrami, do ktorých ústia vývody sol'ných žliaz. Dokážu dlho a výborne plachtiť. Hniezdia väčšinou na zemi alebo v norách. Najznámejšie sú albatrosy (rod *Diomedea*) s najväčším rozpätím krídel a fulmary (rod *Fulmarus*).

**Obr. 135:
albatros
sťahovavý
(*Diomedea
exulans*)**



RAD TUČNIAKOTVARÉ – *SPHENISCIFORMES*

Nelietavé vtáky s krídlami premenenými na plávanie, nepohyblivým lakt'ovým kĺbom a zadnými končatinami opatrené plávacou blanou. Kostí nemajú pneumatizované, avšak hrebeň prsnej kosti je dokonale vyvinutý. Tučniaky totižto pod vodou plávajú tak, akoby v skutočnosti lietal. Rozšírené sú len na južnej pologuli.

**Obr. 136:
tučniak
cisársky
(*Aptenodytes
forsteri*)**



RAD POTÁPLICOTVARÉ – GAVIIFORMES

Opäť vodné severské vtáky s ďaleko doza-
du posunutými nohami a plávacími blana-
mi medzi 2. až 4. prstom. Dobre sa potápa-
jú. U nás ich môžeme zastihnúť najmä v
zime alebo počas migrácie. Najznámejším
druhom z nich je potáplica stredná (*Gavia
arctica*).

RAD POTÁPKOTVARÉ – PODICIPEDI- FORMES

Vodné potápvavé druhy s charakteristickým
plutvovým lemom na nohách. Hniezdia na
vode. Hniezdom je kôпка vodných rastlín a
lístia, v ktorom sú vajcia čiastočne inkubo-
vané aj teplom uvoľňovaným z hnijúceho
materiálu. Mláďatá vozia často na chrbte.
Živia sa rybkami a vodnými bezstavovca-
mi.

RAD PELIKÁNOTVARÉ – PELECANI- FORMES

Vodné rybožravé vtáky s veslovými noha-
mi, ktorých všetky 4 prsty sú spojené plá-
vacou blanou. Od toho je i starší názov
veslonožce. Dobre sa potápajú a často lo-
via v skupinách. Z celého radu u nás
hniezdi iba kormorán veľký (*Phalacroco-
rax carbo*).

RAD BOCIANOTVARÉ – CICONIIFORMES

Veľké dlhonohé vtáky s dlhým krkom a
zobákom, prispôbeným na lov rýb a
iných vodných živočíchov. Dobre lietajú a
plachtia. Hniezdia na stromoch alebo vod-
ných rastlinách. U nás hniezdi okolo 10
druhov z čeľadi volavkovité (*Ardeidae*) a
bocianovité (*Ciconiidae*).

Obr. 137:
potáplica
stredná



Obr. 138:
potápka
chochlatá
(*Podiceps
cristatus*)



Obr. 139:
kormorán
veľký



Obr. 140:
**bocian bie-
ly** (*Ciconia
ciconia*)



RAD PLAMENIAKOTVARÉ – *PHOENICOPTERIFORMES*

Bocianotvarým podobné druhy s krátkym zahnutým zobákom a jazykom opatreným lamelami, za pomoci ktorých filtrujú z vody potravu – drobné mäkkýše, kôrovce a riasy. Hniezdia v kolóniách. Najznámejším druhom je plameniak ružový (*Phoenicopterus ruber*).



Obr. 141:
plameniak
ružový

RAD HUSOTVARÉ – *ANSERIFORMES*

Stredne veľké vodné vtáky s krátkymi plávavými nohami, zobákom často opatreným rohovitými lamelami, veľkou mazovou žľazou a penisom u samcov. Častý je u nich pohlavný dimorfizmus. Z našich druhov možno spomenúť hus divú (*Anser anser*), labuť hrbozobú (*Cygnus olor*) a kačicu divú (*Anas platyrhynchos*).



Obr. 142:
hus divá

RAD SOKOLOTVARÉ – *FALCONIFORMES*

Denné dravce s hákovito zahnutým zobákom a silnými nohami s ostrými pazúrami. Dobre lietajú a plachtia. Potravu obratne lovia zo zeme, vzduchu ale i vo vode. U nás hniezdia zástupcovia čeľade sokolovité (*Falconidae*) a jastrabovité (*Accipitridae*). K najhojnejším zástupcom patrí sokol myšiar (*Falco tinnunculus*) a myšiak lesný (*Buteo buteo*).



Obr. 143:
sokol my-
šiar

RAD KUROTVARÉ – *GALLIFORMES*

Malé až stredne veľké druhy s krátkym silným zobákom, veľkým hrvoľom a rôznymi rohovitými útvarmi na nohách. Dobre behajú, let je slabší. Častý je u nich pohlavný dimorfizmus. Hniezdeniu predchádza rituálny tok, častá je aj polygamia.



Obr. 144:
bažant po-
ľovný (*Pha-*
sianus col-
chicus)

RAD ŽERIAVOTVARÉ – GRUIFORMES

Morfologicky nejednotný rad vtákov obývajúcich rôzne typy prostredia. U nás sa vyskytujú alebo hniezdia v blízkosti vody zástupcovia čeľadi žeriavovité (*Gruidae*) s dlhým krkom a nohami a chriaštelovité (*Rallidae*) s krátkymi krídlami a z bokov splošteným telom, a čeľaď dropovité (*Otididae*), ktoré sú prispôsobené zas životu v otvorených stepiach. Majú len 3 prsty.

RAD KULÍKOTVARÉ – CHARADRIIFORMES

Morfologicky a ekologicky opäť nejednotný rad s tromi podradmi. Sú to bahniaky (*Limicolae*) s dlhými krídlami a brodovými nohami opatrenými malou plávacou blanou medzi 2. a 3. prstom, čajky (*Lari*) s plávavými nohami a dlhými úzkymi krídlami a alky (*Alcae*) s krátkymi krídlami, vysokým zobákom a nohami posunutými dozadu.

RAD HOLUBOTVARÉ – COLUMBIFORMES

Stredne veľké druhy s mäkkým ozobím na koreni zobáka a dvojdielnym hrvoľom. Vodu pijú nasávaním. Z našich hniezdacích druhov sú najznámejšie hrdlička záhradná (*Streptopelia decaocto*) a holub hrivnák (*Columba palumbus*).

RAD PAPAGÁJOTVARÉ – PSITTACIFORMES

Pestrosfarbené druhy s mohutným hákovito zahnutým zobákom, mäsitým jazykom a silnými zygodaktylnými nohami. Zo všetkých vtákov majú najdokonalejšie vyvinutý koncový mozog. Sú spoločenské a prevažne rastlinožravé, výnimkou je mäsožravý nestor kea (*Nestor notabilis*). Rozšírené sú v trópoch a subtrópoch celého sveta.

Obr. 145:
drop fúzatý
v toku (*Otis tarda*)



Obr. 146:
cíbik choch-
latý (*Vanel-
lus vanellus*)



Obr. 147:
holub hriv-
nák



Obr. 148:
papagájovec
vlnkovaný –
andulka
(*Melopsitta-
cus undula-
tus*)



RAD KUKUČKOTVARÉ – CUCULIFORMES

Stredne veľké vtáky s dlhými krídlami a chvostom. U niektorých druhov je vyvinutý medzidruhový hniezdny parazitizmus. U nás hniezdi jediný druh kukučka jarabá (*Cuculus canorus*), ktorá parazituje hniezda viac ako 100 druhov spevavcov.



Obr. 149:
kukučka
jarabá

RAD SOVOTVARÉ – STRIGIFORMES

Nočné dravé vtáky. Majú hákovito zahnutý zobák, veľké nepohyblivé oči a zygodaktylnú nohu s vratiprstom. Jemné operenie im umožňuje ľahký nehučný let. Korisť identifikujú najmä sluchom a zvyšky nestrávenej potravy vyvrhujú v podobe vývržkov. Z našich hniezdiacich druhov je najznámejšia asi myšiarka ušatá (*Asio otus*).



Obr. 150:
myšiarka
ušatá

RAD LELKOTVARÉ – CAPRIMULGIFORMES

Súmračné nenápadne sfarbené druhy s mäkkým operením, širokou hlavou a širokým rozoklaným zobákom. Sú príbuzné sovám. Hniezdia zväčša na zemi. Živia sa hmyzom, ktorý lovia vo vzduchu. U nás z celého radu žije iba lelek lesný (*Caprimulgus europaeus*).



Obr. 151:
lelek lesný

RAD DÁŽĎOVNÍKOTVARÉ – APODIFORMES

Stredne veľké až malé druhy s dlhými kosákovito zahnutými krídlami a malými, pamprodaktylnými nohami. Sú dokonalí letci. Živia sa hmyzom, ktorý lovia vo vzduchu počas letu, alebo nektárom. Zástupcovia čeľade kolibríkovité (*Trochilidae*) patria k najmenším vtákom na svete.



Obr. 152:
dážďovník
tmavý
(*Apus apus*).

RAD KRAKEOTVARÉ – CORACIIFORMES

Pestrosfarbené stredne veľké vtáky so zväčšenými alebo rôzne predĺženými zobákmi a syndaktylnými nohami. Hniezdia v dutinách stromov alebo v hlinitých stenách. Z typických druhov u nás hniezdia napríklad rybárik riečny (*Alcedo atthis*) a včelárik zlatý (*Merops apiaster*).

RAD ĎATLOTVARÉ – PICIFORMES

Stromové druhy so šplhavou zygodaktylnou nohou a silnými, tvrdými chvostovými perami. Niektoré druhy majú mohutné pestrosfarbené zobáky (tukanovité *Ramphastidae*). Hniezdia v dutinách stromov, ktoré si samy vytesávajú. Živia sa najmä hmyzom. K najbežnejším u nás hniezdiacim druhom patrí d'ateľ veľký (*Dendrocopos major*).

RAD VRABCOTVARÉ – PASSERIFORMES

Malé až stredne veľké druhy, obývajúce takmer všetky typy prostredia takmer na celej Zemi. Podľa úpravy šliach na nohách a počtu hlasivkových svalov v syrinxu ho delíme na 4 podrady:

PODRAD LOBOŠOBLÍŽNE – EURYLAIMI

Africké a ázijské spoločenské druhy so spojenými šľachami troch predných prstov a jedným hlasivkovým svalom.

PODRAD TYRANOBLÍŽNE – TYRANNI

Juhoamerické hmyzožravé druhy s nezávislými prstami a 1 až 2 hlasivkovými svalmi.



Obr. 153:
včelárik
zlatý



Obr. 154:
d'ateľ veľ-
ký

PODRAD LÝROCHVOSTOBLÍŽNE – MENU-RAE

Austrálske druhy s nezávislými prstami a 2 až 3 hlasivkovými svalmi.

PODRAD SPEVÁKOBLÍŽNE – OSCINES

Najpočetnejšie zastúpený podrad, ktorého zástupcovia majú tiež nezávislé prsty ale viac ako 3 (zväčša 7 až 9) hlasivkové svaly. U nás hniezdia len zástupcovia tohto podradu. Ich prehľad je nad daný rozsah týchto učebných textov.



Obr. 155: zástupcovia radu vrabcotvaré: loboš pestrý (*Eurylaimus javanicus*, vľavo hore), tyran (postriežkar) čiernozobý (*Tyrannus melancholicus*, vpravo hore), lý-rochvost hrabavý (*Menura novaehollandiae*, vľavo dole) a sýkorka bielolíca (*Parus major*, vpravo dole)

TRIEDA CICAVICE – MAMMALIA

Evolučne najvyspelejšia trieda v rámci celej živočíšnej ríše. V priebehu vývoja sa u nich utvorilo niekoľko vysoko špecializovaných skupín, ktoré ovládli okrem suchej zemi aj vodné prostredie a vzdušné priestory.

Keďže prešli pomerne zložitým vývojom, nesú viacero znakov spoločných s nižšími triedami stavovcov, ako je napríklad bohato rozvinutý systém kožných žliaz u obojživelníkov. Od plazov, z ktorých sa vyvinuli, sa odlišujú týmito hlavnými znakmi:

- vo vnútornom majú 3 sluchové kostičky,
- ich rast býva v určitom veku ukončený.

Okrem vyššie uvedených morfológicko-anatomických znakov majú cicavce v porovnaní so zástupcami nižších tried aj najvyspelejšie správanie, kedy inštinkty na-

- sú prevažne živorodé s dokonale vyvinutou vnútromaternicovou výživou,
- mláďatá krmia osobitnými výlučkami premenených potných žliaz (mliekom),
- sú teplokrvné,
- koža je pokrytá srstou tvorenou chlpmi,
- spodná čeľusť je tvorená už len jednou párovou kosťou, chrup je heterodontný, a zvyčajne difiodontný,
- majú dokonale vyvinutý koncový mozog a mozoček,

hrádza logické myslenie. Práve schopnosť logického myslenia a učenia sa urobilo túto triedu najprogresívnejšou a najperspektívnejšou z celej živočíšnej ríše.

Z hľadiska veľkosti patria cicavce k malým, stredne veľkým až veľkým stavovcom, vo všeobecnosti však prevládajú malé formy veľkosti myši. Najmenším známym

cicavcom je netopierik najmenší (*Craseonycteris thonglongyai*) z Thajska, ktorý je veľký 2 – 3 cm a váži len okolo 2 g, najväčším recentným cicavcom je vráskavec ozrutný (*Balaenoptera musculus*), ktorý meria 30 m a váži až 130 ton (obr. 156).

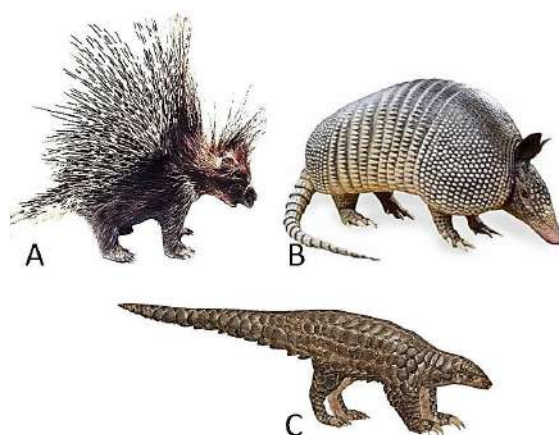


Obr. 156: veľkostní rekordéri cicavcov: netopierik najmenší (hore) a vráskavec ozrutný (dole)

Koža cicavcov je hrubá, viacvrstvá, obsahuje veľké množstvo kožných žliaz a rohovitých útvarov. Zo žliaz sú to najmä potné, mazové a pachové žľazy. Mliečne žľazy vznikli premenou potných žliaz. Na povrch ústia buď samostatnými bradavkami alebo dlhým strukom. Vajcorodé cicavce mliečne bradavky nemajú, takže mláďatá mlieko olizujú priamo z matkinej srsti.

Pre kostru cicavcov je typický konštantný počet 7 krčných stavcov, 6 bedrových a 4 krížové. Hrudných stavcov je 12 – 15 a najviac variabilný je počet chvostových stavcov, ktorý sa pohybuje od 3 až

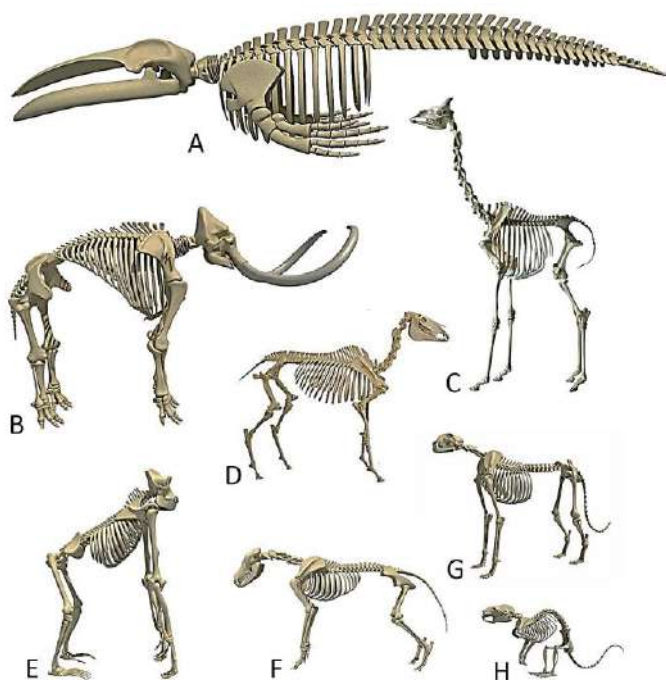
Najtypickejším pokryvom tela je srst', ktorá sa delí na podsadu, tá má predovšetkým izolačnú funkciu a pesíky. Tie dodávajú srsti vzhľad a sfarbenie. Chlpy cicavcov sú novotvarom a zakladajú sa medzi šupinami, respektíve za nimi. Okrem toho na tele cicavcov rozoznávame ešte rôzne hmatové chlpy, štetiny, vibrisy, očné brvy a iné špecializované štruktúry z chlpor, ako sú ostne (ježura *Tachyglossus*, dikobraz *Hystrix*), šupiny (šupinavcotvaré *Pholidota*) alebo rohovité doštičky (pásovcovité *Dasypodidae*). Sekundárne môže byť koža aj holá (napr. veľrybotvaré, sirénotvaré). Inými kožnými útvarmi sú kopytá či ratice a rohy.



Obr. 157: špecializované štruktúry na povrchu tela cicavcov: A – ostne (dikobraz), B – rohovité doštičky (pásovec), C – šupiny (šupinavec)

do 50. Niektoré typy kostry cicavcov sú znázornené na obr. 158.

Lebka cicavcov je autostylná a bikondylná, t.j. má dva tylové hrbolčeky. Zvláštnosťou u cicavcov je utvorenie štítnej chrupavky premenou 4. a 5. žiabrového oblúka.



Obr. 158: Typy kostry cicavcov: A – veľryba, B – slon, C – žirafa, D – kôň, E – gorila, F – vlk, G – gepard, H – potkan

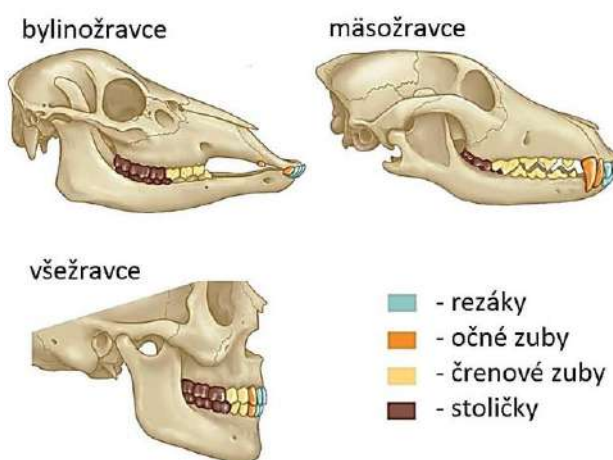
Ako vidieť i z vyššie uvedeného obrázku, kostra končatín je u cicavcov stavaná pomerne jednotne a jednoducho. Určité modifikácie súvisia hlavne so spôsobom života niektorých druhov. Keďže je v mnohom zhodná s kostrou človeka, podrobnejšie sa jej stavbou zaoberať nebudeme.

Ako už bolo uvedené aj vyššie, u cicavcov dosahuje vrchol rozvoja nervová sústava, najmä koncový mozog a mozoček. Zo zmyslových orgánov sú dokonale vyvinuté oči, i keď nie tak dokonale ako u vtákov, čuch (u niektorých skupín sa zachoval dokonca i Jacobsonov orgán) a sluch. Vo vnútornom uchu sú už 3 sluchové kostičky, a je vyvinuté vonkajšie ucho opatrené až

Charakteristickým znakom cicavcov v súvislosti s cicaním mlieka a príjmom hustej potravy sú svalnaté líca a mohutne vyvinuté slinné žľazy. Žalúdok a zvyšok tráviacej sústavy zodpovedá zhruba staveb-

na malé výnimky ušnicou. Niektoré druhy (veľrybotvaré a netopierotvaré) sú schopné vnímať i zvukové vlny vyššieho kmitočtu (ultrazvuk), čo využívajú pri love, orientácii v priestore (echolokácia) a dorozumívaní.

Zložitá je i tráviaca sústava. Jazyk sa nevyvinul z plazieho, ale je druhotný. Pôvodný jazyk sa u niektorých skupín (vačkovcovidné, netopierotvaré, nižšie primáty) zachoval len ako tzv. podjazyk. Pre príjem a spracovanie potravy sú u cicavcov dôležité zuby, ktoré sú súčasne i významným taxonomickým znakom. Zuby sú rozlíšené na 4 základné typy: rezáky, očné zuby, črenové zuby a stoličky. Počas vývoja cicavcov bola celková tendencia k znižovaniu počtu generácií zubov od polyfiodontného chrupu až k chrupu difiodontnému s mliečnymi a trvalými zubami.



Obr. 159: typy chrupov u cicavcov podľa druhu prijímanej potravy

nému plánu plazov a vtákov, je však zložitejší a viac členený. Tráviaca sústava končí konečníkom, ktorý u vajcorodých cicavcov ústi do kloaky, u ostatných cicavcov vyúsťuje análnym otvorom.

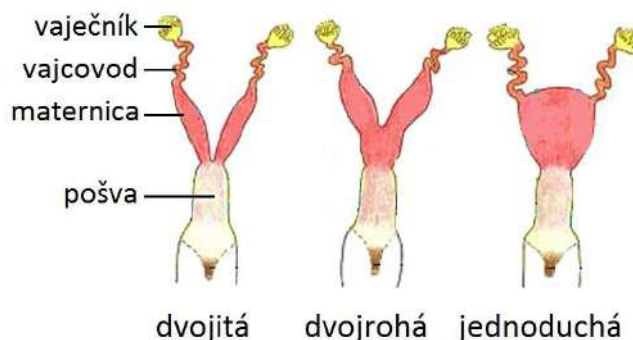
Z cievnej sústavy je treba pripomenúť, že cicavce majú najmenšie červené krvinky a hlavnou tepnou je ľavá aorta. Podobne ako vtáky sú teplokrvné a ich telesná teplota dosahuje okolo 36 °C. Niektoré druhy dokážu znížiť svoju telesnú teplotu až na úroveň teploty okolia a upadnúť do stavu strnulosti (netopierotvaré). Hovoríme tomu reverzibilná hypotermia.

Cicavce sú ureotelné živočíchy, vylučovacím orgánom sú pravé obličky. Pohlavné orgány sú párové. U samíc vajcorodých a vačkovcovidných cicavcov sú vývody pohlavných žliaz samostatné, u ostatných cicavcov v spodnej časti splývajú.

Samčími vývodnými cestami sú Wolfove, samičími Müllerove chodby. Samčie semenníky môžu byť uložené v telovej dutine (vajcorodé), alebo zostupujú do mieška mimo tela. U myšotvarých a netopierotvarých semenníky zostupujú do mieška len v období rozmnožovania. Penis je zložený z tela a žaluďa, ktorý môže byť vystužený penisovou kostičkou (u šelmotvarých). Klitoris je zvyčajne výrazne menší (výnimku tvoria hyeny). Pošva môže byť párová (vačkovcovidné) alebo nepárová (placentálovcovidné).

Pre vnútromaternicový vývin placentálovcovidných cicavcov je dôležitá maternica, v ktorej je embryo a neskôr plod uložený a placenta, ktorá sprostredkováva výmenu živín a plynov medzi matkou a plodom a plní funkciu hormonálnej bariéry. U cicavcov rozoznávame niekoľko typov materníc (obr. 160).

Systém cicavcov je pomerne jednoduchý. Viaceré skupiny majú stále nejasné postavenie. Preto v týchto učebných tex-



Obr. 160: základné typy maternice u cicavcov

Dvojitá maternica je typická pre myšotvaré, dvojrohá pre piskorotvaré, šelmotvaré, párnokopytníkotvaré, nepárnokopytníkotvaré a veľrybotvaré a jednoduchá pre netopierotvaré a vyššie primáty. Podobne rôzneho typu je tiež placenta, ale tieto typy placenty sa nekryjú s evolučnou vyspelosťou jednotlivých skupín cicavcov.

Vajíčka živorodých cicavcov sú chudobné na žltok (oligolecitálne) a zárodok je s placentou spojený prostredníctvom pupočnej šnúry. Pri oddelení placenty od maternice vznikajú v miestach ich spojenia jazvy, ktoré nazývame aj placentárne škvrny. Podľa ich počtu možno určiť presný počet narodených mláďat v danom vrhu. Mláďatá sa rodia buď slepé a holé (napríklad králiky), alebo hneď po narodení sú schopné stáť na vlastných nohách, vidieť a nasledovať matku (zajace a párnokopytníkotvaré). Starostlivosť o mláďatá a materský vzťah k nim je u cicavcov jedným z najzložitejších etologických prejavov v celej živočíšnej ríši.

toch uvádzame len vybrané recentné skupiny. Celá trieda má len 2 podtriedy a 2 nadrady s cca 20 – 22 recentných radov.

PODTRIEDA VAJCORODÉ – PROTOTHERIA

Zástupcovia tejto podtriedy nerodia živé mláďatá ale kladú vajcia ako plazy. Podobne si zachovali ešte mnoho ďalších plazích znakov ako napríklad dvojitý čeľustný kĺb, ktorý sa u recentných zástupcov objavuje ešte aj v priebehu zárodočného vývinu. Podtrieda je zastúpená jedným recentným radom.

RAD VTÁKOPYSKOTVARÉ – MONOTREMATATA

Sú to malé cicavce ešte s plazím typom panvy, úpravou oka a srdca a kloakou. Majú bezzubé čeľuste, rohovité ostrohy na nohách a vakové kosti, ktoré však nie sú homologické s kosťami vačkovcovidných. Patria sem čeľade ježurovité (*Tachyglossidae*) a vtákopyskovité (*Ornithorhynchidae*) z Austrálie a Tasmanie, ktoré ako jedny z mála cicavcov majú na zadných nohách jedové ostne. Najznámejšími druhmi z nich sú ježura austrálska (*Tachyglossus aculeatus*) a vtákopysk podivný (*Ornithorhynchus anatinus*).



Obrázok 161: ježura austrálska (hore) a vtákopysk podivný (dole)

PODTRIEDA ŽIVORODÉ – THERIA

Recentní, ale pravdepodobne i vyhynutí zástupcovia tejto podtriedy rodili už živé mláďatá a nemali vyvinutý sekundárny čeľustný kĺb. Delíme ich do dvoch nadradov.

NADRAD VAČKOVCOVIDNÉ – METATHERIA

Jednotná skupina juhoamerických a austrálskych cicavcov, ktorí svoje pomenovanie dostali podľa prítomnosti vakových kostí utvárajúcich charakteristický vak, v ktorom sa vyvíjajú ich mláďatá. Nemajú placentu a ich mláďatá sa rodia nedokona-

lé. V štádiu embrya opúšťajú telo matky a prechádzajú do vaku, kde sa vyvíjajú v tesnom kontakte so samicou mliečnou bradavkou. Samice majú dve maternice a dve pošvy a samce rozoklaný penis. Patrí sem jediný rad.

RAD KLOKANOTVARÉ – MARSUPIALIA

Jeho zástupcovia vytvorili rôzne tvarové a ekologické typy, ktoré sú konvergentné so zástupcami nadradu placentálovcovidných, napr. šelmotvarých, myšotvarých a pod. Celý rad zahŕňa niekoľko nadčeľadi s viacerými čeľadami, z ktorých najtypic-

kejšie sú nadčel'ad' vačicovce (*Didelphoi-dea*) s päťprstými končatinami a ovíjavým chvostom z Južnej a čiastočne v Severnej Ameriky, nadčel'ad' kunovce (*Dasyuroi-dea*) z Austrálie podobné šelmotvarým a nadčel'ad' klokanovce (*Phalangeroidea*) tiež z Austrálie. Z nich možno spomenúť niekoľkých typických zástupcov ako je vačica opossum (*Didelphis marsupialis*), diabol tasmánsky (*Sarcophilus laniarius*) a klokan obrovský (*Macropus giganteus*).



Obr. 162: vačica opossum (hore), diabol tasmánsky (v strede) a klokan obrovský (dole)

NADRAD PLACENTÁLOVCOVÉ – EUTHERIA

Najpočetnejšia skupina cicavcov, zástupcovia ktorej sú charakteristické prítomnosťou alantochoriálnej placenty, vnútromaternicovým vývinom mláďat, absenciou

vakových kostí a vaku, jednou maternicou a pošvou u samíc a nerozoklaným penisom u samcov. Vytvorili viacero významných vývojových línií. Z viac ako 31 radov sú uvedené len tie najvýznamnejšie.

RAD PISKOROTVARÉ – INSECTIVORA

Malé prevažne hmyzožravé druhy s pretiahnutou lebkou a úplným chrupom. Sú vývojovým základom pre vznik ostatných



Obr. 163: jež bledý (hore), piskor lesný (v strede) a krt podzemný (dole)

radov placentovcov. Patrí sem viacero čel'adi, z ktorých u nás sú zastúpené čel'ade ježovité (*Erinaceidae*), piskorovité (*Soricidae*) a krtovité (*Talpidae*). Z typických zástupcov sú to jež bledý (*Erinaceus concolor*), piskor lesný (*Sorex araneus*) a krt podzemný (*Talpa europaea*).

RAD NETOPIEROTVARÉ – CHIROPTERA

Malé až stredne veľké hmyzožravé alebo plodožravé nočné cicavce dokonale prispôsobené na lietanie. Predné končatiny sú premenené na krídlo, kde lietaciu plochu tvorí kožná blana (*patagium*). Vyvinutý je aj hrebeň prsnej kosti. Zadná končatina je opačne zaklíbená a slúži ako zavesovací aparát. Orientujú sa prostredníctvom odrazených ultrazvukových signálov a známa je u nich aj reverzibilná hypotermia. V rámci celého radu rozlišujeme dva ekologicky i morfológicky odlišné podrody.

PODRAD KALOŇOBLÍŽNE – MEGACHIROPTERA

Pomerne veľké africké a austrálske plodožravé druhy s rozpätím krídel až 1,7 m. Echolokácia je u nich vzácna. Známe sú i ako opel'ovače kvetov.

PODRAD NETOPIEROBLÍŽNE – MICROCHIROPTERA

Prevažne malé hmyzožravé druhy s rozpätím krídel do 40 cm. Echolokácia je u nich dobre vyvinutá. U nás žijú zástupcovia 2 čeľadí, a to čeľaď podkovárovité (*Rhinolophidae*), ktoré majú v okolí nozdier trojdielne blanité výrastky na usmerňovanie ultrazvukových vln a ušnice bez viečka, a čeľaď netopierovité (*Vespertilionidae*) bez blanitých výrastkov v nose ale s charakteristickým blanitým viečkom (*tragus*) v ušniciach.

RAD PRIMÁTOTVARÉ – PRIMATES

Posledný článok vývojovej vetvy piskorotvarých. Primátotvaré sú pôvodné stromové druhy s úplným chrupom, dvoma prsnými bradavkami, semenníkmi uloženými v miešku a rôznou výživou v dospelosti. Pazúry sú vo väčšine prípadov nahradené

Osobitne treba spomenúť americkú čeľaď vampírovité (*Phyllostomatidae*), ktorej zástupca rodu *Desmodus* sú známe tým, že sa živia krvou iných teplokrvných stavovcov, ktorú olizujú z rany. Tú zvyčajne narežú svojimi ostrými zubami. Najznámejším druhom je upír červený (*Desmodus rotundus*).



Obr. 164: podkovár malý (*Rhinolophus hipposideros*, hore) a netopier veľký (*Myotis myotis*, dole)(šípky ukazujú na blanité výrastky v okolí nozdier a viečka v ušniciach)

plochými rohovitými nechtami (od toho starší názov nechetnatce). Vyspelejšie druhy majú skupín uchopovací palec. Obývajú tropické a subtropické oblasti celého sveta okrem Austrálie. Patria sem 2 recentné podrody.

PODRAD NIŽŠIE PRIMÁTY – PROSIMIAE

Stredne veľké druhy s prstami, ktoré s výnimkou palca nesú ešte pazúry. Majú veľké oči, zadné nohy dlhšie ako predné a často dlhý, ovíjavy chvost. Okrem Afriky a Madagaskaru žijú aj v Ázii. Patrí sem 6 čeľadí, z ktorých možno spomenúť napríklad čeľaď lemurovité (*Lemuridae*) z Madagaskaru a Komorských ostrovov, lorisovité (*Lorisidae*) a okáľovité (*Tarsiidae*) s veľkými očami a prísavkami na prstoch.



Obr. 165: lemur kata (*Lemur catta*, hore) a okáľ filipínsky (*Tarsius syrichta*, dole)

PODRAD VYŠŠIE PRIMÁTY – ANTHROPOIDEA (SIMIAE)

U zástupcov tohto podradu všetky prsty nesú nechty. Majú skrátenu tvárovú časť a menšie dopredu orientované oči. Sú to prevažne rastlinožravé alebo všežravé denné druhy. Rozdeľujeme ich do 3 recentných nadčeľadí, a to na juhoamerické ploskonosé opice (*Ceboidea*) so širokou prepážkou medzi nozdrami a odlišnou úpravou kostného zvukovodu vnútorného ucha, napr. malpa kapucínska (*Cebus capucinus*), africké a ázijské úzkonosé opice (*Cercopithecoidea*) s úplnou prepážkou medzi nozdrami a kostným zvukovodom vnútorného ucha v podobe dlhej a úzkej trubice a neovíjavým chvostom, napr. makak rhesus (*Macaca mulatta*), a ľudooppy (*Hominioidea*). Tie sa vyvinuli zo spoločných predkov s úzkonosými opicami. Typická je pre ne stavba chrupu (tzv. dryopitekový vzorec stoličky), pohyb pod vetvami stromov (brachiácia) a vyspelé sociálne správanie. Z troch recentných čeľadí je najvýznamnejšia čeľaď hominidovité (*Hominidae*). Z jej fosílnych predkov sa vyvinul aj človek. Ďalšími čeľaďami sú gibbonovité (*Hylobatidae*) z juhovýchodnej Ázie, napr. gibbon lar (*Hylobates lar*) a orangutovité (*Pongidae*) z Afriky a Ázie. Tú patrí aj známy šimpanz učenlivý (*Pan troglodytes*), gorila pralesná (*Gorilla gorilla*) a orangutan sundský (*Pongo pygmeus*).



Obr. 166: malpa kapucínska (vľavo hore), makak rhesus (vpravo hore), šimpanz učennivý (vľavo dole) a orangutan sundský (vpravo dole)

RAD MYŠOTVARÉ – RODENTIA

Malé bylinožravé alebo všežravé druhy s hlodavými neustále dorastajúcimi rezákmi a špecifickým žuvacím svalom. Z veľkého počtu druhov a čeľadí sú u nás zastúpené druhy z čeľade vevericovité (*Sciuridae*), ktoré majú huňatý chvost a dlhšie zadné ako predné nohy, bobrovité (*Castoridae*) s dorzoventrálne splošteným chvostom, plávacími blanami medzi prstami na nohách a hustou nepremokavou srstou, škrečkovité (*Cricetidae*) so skráteným chvostom, myšovité (*Muridae*) s dlhým, väčšinou holým chvostom a veľkými ušnicami a plchovité (*Gliridae*). Zástupcovia tejto čeľade majú veľké oči a dlhší huňatý chvost. Aktívne sú najmä v noci a žijú na stromoch.

Z ďalších čeľadí sú známe dikobrazovité (*Hystriidae*), činčilovité (*Chinchilidae*) a morčatovité (*Caviidae*).

RAD ŠELMOTVARÉ – CARNIVORA

Stredne veľké až veľké väčšinou suchozemské a prevažne nočné druhy s úplným chrupom, redukovanými kľúčnymi kosťami, 4. prstými končatinami, predĺženými



Obr. 167: veverica obyčajná (*Sciurus vulgaris*, vľavo hore), bobor vodný (*Castor fiber*, vpravo hore), škrečok poľný (*Cricetus cricetus*, vľavo v strede), myš domová (*Mus musculus*, vpravo v strede), plch veľký (*Glis glis*, vľavo dole) a morča peruánske (*Cavia porcellus*, vpravo dole)

očnými zubami a väčšími črenovými zubami nazývanými aj trháky. Spodná čeľusť je pripojená k tvárovej časti valcovitým kĺbom, takže môžu žuvať len v jednej rovine. V oku majú špecifickú odrazovú

vrstvu (*tapetum cellulosum*), čo im umožňuje lepšie sa orientovať v prítomí. U nás sú druhovo zastúpené čeľade medved'ovité (*Ursidae*), vlkovité (*Canidae*), mačkovité (*Felidae*) a lasicovité (*Mustelidae*).

Do tohto radu patrí aj čeľaď hyenovitá (*Hyaenidae*) z Afriky.



Obr. 168: medveď hnedý (*Ursus arctos*, vľavo hore), vlk dravý (*Canis lupus*, vpravo hore), mačka divá (*Felis silvestris*, vľavo dole) a lasica hranostaj (*Mustela erminea*, vpravo dole)

RAD PLUTVONOŽCOTVARÉ – PINNIPEDIA

Dokonale na vodné prostredie adaptované mäsožravé cicavce s končatinami premenenými na plutvy, homodontným chrupom a silnou vrstvou podkožného tuku. Patria tu 3 čeľade, a to uškatecovité (*Otariidae*) s krátkymi ušnicami, viditeľným krkom a zachovanými zadnými končatinami, napr. uškatec tmavý (*Zalophus californianus*), tuleňovité (*Phocidae*) bez vonkajších ušnic, napr. tuleň obyčajný (*Phoca vitulina*) a mrožovité (*Odobenidae*) s mohutnými hornými rezákmi (klami), ako napr. mrož ľadový (*Odobenus rosmarus*).

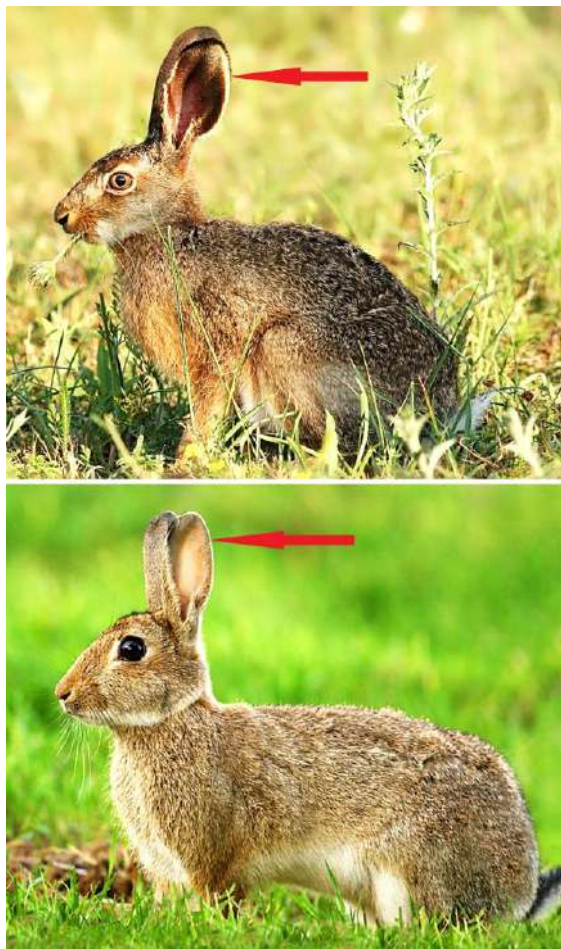


Obr. 169: uškatec tmavý (hore), tuleň obyčajný (v strede) a mrož ľadový (dole)

Rad ZAJACOTVARÉ – Lagomorpha

Bylinožravé druhy, ktoré majú v hornej čeľusti vyvinuté 4 rezáky (2 veľké a za nimi ďalšie 2 malé) so sklovinou po celom ich povrchu a zadné končatiny dlhšie ako predné. Typické je pre ne požíranie a trávenie vlastných kašovitých výkalov (cekotofia). Mláďatá sú nidifügne (zajace) alebo nidikolné (králiky). Ďalšou zaujímavosťou je u samcov poloha mieška pred penisom.

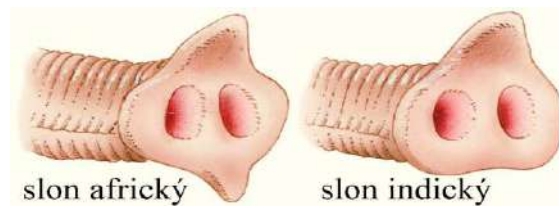
Z dvoch čeľadí u nás žijú zástupcovia čeľade zajacovité (*Leporidae*), a to zajac poľný (*Lepus europaeus*) a králik divý (*Oryctolagus cuniculus*), ktorý si v piesčitej pôde vyhrabáva nory.



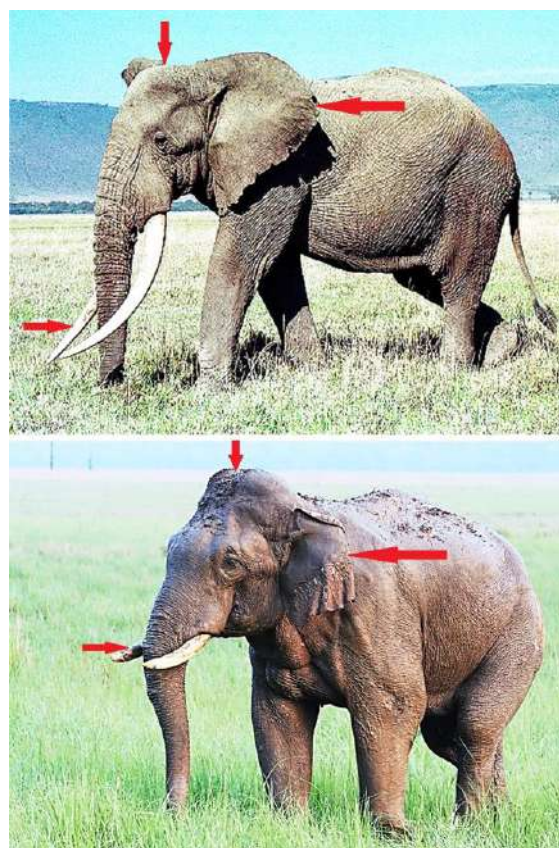
Obr. 170: zajac poľný (hore) a králik divý (dole)(šípky ukazujú na rozdiely vo veľkosti a sfarbení ušnic)

RAD SLONOTVARÉ – PROBOSCIDEA

Najväčšie recentné suchozemské cicavce s dlhým chobotom zakončeným 1 – 2 prstovitými výbežkami, dlhými klami (rezákmi), ušami a kolovitými nohami. Semenníky u samcov nikdy nezostupujú do mieška. V súčasnosti je celý rad zastúpený iba 1 čeľad'ou a 2 druhmi, slonom africkým (*Loxodonta africana*) a slonom indickým (*Elephas maximus*).



Obr. 171: porovnanie chobotov recentných slonov

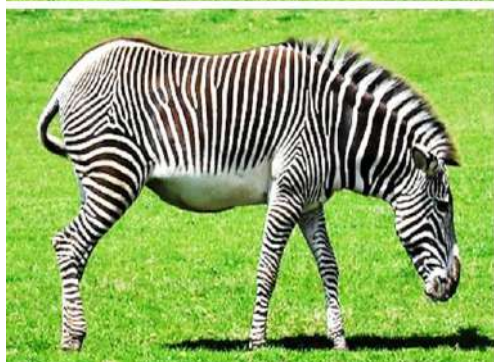


Obr. 172: slon africký (hore) a slon indický (dole)(šípky ukazujú na rozdiely v tvare a veľkosti ušnic, klov a hlavy medzi oboma druhmi)

RAD NEPÁRNOKOPYTNÍKOTVARÉ – PERISODACTYLA

Veľké bylinožravé druhy s 1 – 4 prstami na prednej a 1 alebo 3 prstami na zadnej nohe opatrené kopytami. Os končatiny prechádza vždy 3. prstom. Tvárová časť je pretiahnutá, rezáky sa nachádzajú v hornej i v spodnej čeľusti, očné zuby sú redukované. Rad zahŕňa 3 čeľade, a to tapírovité (*Tapiridae*) s chobotovito predĺženým horným pyskom a so 4 prstami na predných a

3 prstami na zadných nohách z Južnej Ameriky a Indie, zastúpená napr. tapírom juhoamerickým (*Tapirus terrestris*), koňovité (*Equidae*) s jedným prstom na každej nohe zakončeným kopytom, zastúpená napr. zebrou Grévyho (*Equus grevyi*) a africké a ázijské nosorožcovité (*Rhinocerotidae*) s 3-prstými nohami, silnou zrohovatenou kožou a 1 – 2 rohmi na predĺžených nosných kostiach. Najznámejším je nosorožec ostrorohý (*Diceros bicornis*).



Obr. 173: tapír juhoamerický (hore), zebrou Grévyho (v strede) a nosorožec ostrorohý (dole)

RAD PÁRNOKOPYTNÍKOTVARÉ – ARTIODACTYLA

Opäť veľké bylinožravé druhy podobné nepárnokopytníkotvarým, s ktorými však nemajú žiadne bližšie príbuzenské vzťahy. Ich hlavným znakom je, že os na predných i zadných končatinách prechádza vždy medzi 3. a 4. prstom, ktoré sú opatrené kopýtkami či raticami. V chrupe chýbajú horné rezáky, takže potravu neuhryzávajú ale šklbú. Rad zahŕňa 3 podrady.

PODRAD NEPREŽÚVAVCE – NONRUMINANTIA

Druhy s úplným chrupom, zväčšenými očnými zubami a jednoduchým, maximálne 1 – 2 dielnym žalúdkom. Potravu neprežúvajú. Patria sem čeľade diviakovité (*Suidae*), juhoamerické pekariovité (*Tayassuidae*) s najznámejším pekarim pásikovým (*Tayassu tajacu*) a obojživelné hrochovité (*Hippopotamidae*) s holou kožou, kolovitými rezákmi a očnými zubami. Známy je hroch obojživelný (*Hippopotamus amphibius*).



Obr. 174: pekari pásikový (hore) a hroch obojživelný (dole)

PODRAD ŤAVY – TYLOPODA

Druhy s charakteristickými mozolami, umiestnenými na chodidlách, kolenách a prsiach (od toho aj starší názov mozolnatce). Majú štvordielny žalúdok a potravu prežúvajú. Najznámejšia je ťava jednohrbá (*Camelus dromedarius*) zo severnej Afriky ťava dvojhrbá (*Camelus ferus f. bactrianus*) z Ázie a lamy (*Lama*) z Južnej Ameriky.



Obr. 175: ťava jednohrbá (hore) a ťava dvojhrbá (dole)

PODRAD PREŽÚVAVCE – RUMINANTIA

Druhy s charakteristickým zložitým až 4 dielnym žalúdkom, chýbajúcimi rezákmi a často i očnými zubami v hornej čeľusti a dlhými nohami. Samce majú na hlave často rôzne výrastky kožného (rohy) alebo kostného (parohy) pôvodu. Zaradujeme tu 5 čeľadí, z ktorých u nás žijú druhy z čeľade jeleňovité (*Cervidae*) s parohami u samcov a turovité (*Bovidae*) s rohmi (kamzík vr-

chovský (*Rupicapra rupicapra*). Z ostatných čeľadí si pozornosť zasluhuje čeľaď afrických žirafovitých (*Giraffidae*) zastúpená napr. žirafou štíhlou (*Giraffa camelopardalis*) a okapiou pralesnou (*Okapia johnstoni*), a severoamerická čeľaď vidlorohovité (*Antilocarpidae*) s krátkymi rozvetvenými rohmi a jediným zástupcom vidlorohom prériovým (*Antilocarpa americana*).



Obr. 176: okapia pralesná (hore) a vidloroh prériový (dole)

RAD VEERYBOTVARÉ – CETACAE

Najväčšie recentné cicavce na Zemi extrémne prispôsobené životu v mori. Vyvinuli sa pravdepodobne z prakopytníkov. Charakteristický je pre ne rybovitý tvar tela, holá koža, redukované zadné končatiny a predné končatiny premenené na plutvy. Známa je u nich schopnosť echolokácie. V súvislosti so životom vo vode majú

ich červené krvinky i niekoľkokrát lepšiu väzbovosť kyslíka ako u iných cicavcov, čo im umožňuje potápať sa na dlhší čas bez nadýchnutia. Patria sem zástupcovia z dvoch recentných podradov.

PODRAD VEĽRYBOBLÍŽNE – MYSTICETI

Zástupcovia tohto podradu nemajú v dospelosti nikdy zuby, respektíve tieto sa im nikdy neprerézavajú cez d'asná, a namiesto nich majú v ústach rohovité listy (kostice), ktorými filtrujú potravu (kôrovce a iný planktón) z vody. Lebka je súmerná s dvoma dýchacími otvormi a spodná čeľusť je dlhšia ako horná. Najznámejším zástupcom je veľryba grónska (*Balaena mysticetus*).

PODRAD DELFÍNOBLÍŽNE – ODONTOCETI

Druhy s homodontným chrupom, nesúmernou lebkou a len s jedným dýchacím otvorom. Spodná čeľusť je rovnako dlhá ako horná. Známa je u nich echolokácia. Najznámejší je delfín obyčajný (*Delphinus delphis*).



Obr. 177: veľryba grónska (hore) a delfín obyčajný (dole)

LITERATÚRA

- BARUŠ, V., OLIVA, O. a kol., 1992: Fauna ČSFR. Obojživelníci. Amphibia. Academia, Praha.
- BARUŠ, V., OLIVA, O. a kol., 1992: Fauna ČSFR. Plazy. Reptilia. Academia, Praha.
- BARUŠ, V., OLIVA, O. a kol., 1995: Fauna ČR a SR. Mihulovci a ryby - *Petromyzontiformes* a *Osteichthyes* 1. Academia, Praha.
- BARUŠ, V., OLIVA, O. a kol., 1995: Fauna ČR a SR. Mihulovci a ryby - *Petromyzontiformes* a *Osteichthyes* 2. Academia, Praha.
- COGGER, H. G., GOULD, E., FORSHAW, J., MCKAY, G., ZWEIFEL, R. G., 1994: Encyklopedický průvodce světem zvířat. Obratlovci. (Savci, ptáci, obojživelníci, plazy). Nakladatelský dům OP, Praha.
- ČERNÝ, W., DRCHAL, K., 1990: Ptáci. Aventinum, Praha.
- DANKO, Š., DAROLOVÁ, A., KRIŠTÍN, A. a kol., 2002: Rozšíření vtákov na Slovensku. Veda, Bratislava.
- GAISLER, J., 1983: Zoologie obratlovců. Academia, Praha.
- GAISLER, J., ZIMA, J., 2018: Zoologie obratlovců. 3. prepracované vydanie. Academia, Praha.
- HERÁŇ, I., 1982: Dívame se na zvířata. Panorama, Praha.
- HUDEC, K., ČERNÝ, W. a kol., 1977: Fauna ČSSR. Ptáci - Aves. Díl II. Academia, Praha.
- HUDEC, K. a kol., 1983: Fauna ČSSR. Ptáci - Aves. Díl III/1. Academia, Praha.
- HUDEC, K. a kol., 1983: Fauna ČSSR. Ptáci - Aves. Díl III/2. Academia, Praha.
- HUDEC, K. a kol., 1994: Fauna ČSSR. Ptáci - Aves. Díl I. Academia, Praha.
- KREJČA, J., KORBEL, L. a kol., 2001: Velká kniha živočichov. Příroda, Bratislava.
- LUPTÁK, P., 2003: Slovenské mená cicavcov sveta. Zoologická záhrada, Bojnice.
- MAJZLAN, O., 1998: Bezchordáty a chordáty. Bratislava.
- MAJZLAN, O., GLVÁČ, M., 2002: Zoológia. Bratislava.
- MATIS, D., FERIANCOVÁ - MASÁROVÁ, Z., HENSEL, K., 1996: Prehľad zoologického systému. PvFUK, Bratislava.
- MUSIL, R., 1987: Vznik, vývoj a vymírání savců. Academia, Praha.
- OLIVA, O., HRABĚ, S., LÁC, J., 1968: Stavovce Slovenska I. Ryby, obojživelníky, plazy. SAV, Bratislava.
- ROČEK, Z., 1985: Evoluce obratlovců. Academia, Praha.
- ROČEK, Z., 2002: Historie obratlovců. Academia, Praha.
- SIGMUND, L., HANÁK, V., PRAVDA, O., 1992: Zoologie strunatců. Univerzita Karlova, Praha.
- SLÁDEK, J., MOŠANSKÝ, A., 1985: Cicavce okolo nás. Osveta, Bratislava.
- ŠPINAR, V., BURIAN, Z., 1984: Paleontologie obratlovců. Academia, Praha.
- TRNKA, A., 2001: Zoológia chordátov pre pedagogické fakulty. Trnavská univerzita, Trnava.
- TRNKA, A., 2008: Chordáty. Zoológia a ekológia. Trnavská univerzita, Trnava.
- VESELOVSKÝ, Z., 2001: Obecná ornitologie. Academia, Praha.