

## **ENDOKRINNÍ žlázy** (*glandulae sine ductibus*)

bez vývodu, inkrety (hormony) vyplavovány nebo odváděny po neurosekretorických drahách do krevního řečiště

- samostatné (štítná žláza, nadledvinky, příštitné žlázy)
- součást jiných orgánů (h., p. m., š., L. o., g., placenta s., urofýza ryb).

## **Hypotalamus** (*hypothalamus*)

- hormony (*vasopresin a ocytocin*) – do neurohypofýzy
- hypotalamické uvolňovací faktory → do adenohypofýzy

## **Podvěsek mozkový** (*hypophysis cerebri, glandula pituitaria*)

U všech obratlovců, 2 části:

A) nervová část (*neurohypophysis*) – rezervoár hormonů

B) žlázová část (*adenohypophysis*)

Hormonální činnost je řízena komplexem hypotalam. uvolňovacích faktorů.

## **Šišinka** (*epiphysis cerebri, glandula pinealis*)

*melatonin* – ovlivňuje rytmicitu a tím i rozmnožování.

## **Štítná žláza** (*glandula thyreoidea*)

U savců: *tyroxin, trijodtyroxin a kalcitonin* regulují bazální metabolismus.

## **Příštitné žlázy** (*glandulae parathyreoidea*)

**ultimobranchiální tělíška – ploutvovci** (až obojživelníci),

savci – inkorporace štítnou žlázou

epiteliální tělíška – tetrapodi

*Parathormon* – zvyšuje hladinu  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi (antagonista kalcitoninu).

## **Nadledviny (*glandulae suprarenales*)**

Stavba: savčí – kůra + dřeň, nižší (ploutvovci) – samostatné

A) kůra (*cortex*, **interrenální orgán** ploutvovců) – mezodermální původ  
- *mineralo-* a *glukokortikoidy* – metabolismus

*androgeny* – řídí druhotné pohlavní znaky

B) dřeň (*medulla*, **suprarenální orgán** ryb) – ektodermální původ, ostrůvky buněk (ryby) se druhotně stěhují do interrenálního orgánu (obojživelníci, plazi, ptáci) – *adrenalin*, *noradrenalin* – reguluje metabolismus tuků, glykogenu, krevního tlaku, srdeční akce. Noradrenalin navíc mediátor na synapsích sympatiku.

## **Langerhansovy ostrůvky (*insulae pancreaticae*)**

Shluky buněk ve stěně předního střeva (kruhoústí, kostnaté ryby), parenchymu slinivky břišní (tetrapodi) – *inzulín*, *glukagon* – regulují hladinu krevního cukru

## **Gonády**

Zdroj pohlavních hormonů (činnost gonád, růst, pohlavní dospívání)

**Varlata (*testes*) x Vaječníky (*ovaria*). Placenta**

## **Urofýza (*neurohypophysis spinalis caudalis*)**

kaudální část míchy ryb – regulace obsahu solí v krvi, sekrece plynů do měchýře

**Brzlík** – vývoj imunitních reakcí organismu.

## Žlázy s VNITŘNÍ SEKRECÍ (endokrinní)

bez vývodu, **samostatné** (štítná žláza, nadledvinky, příštítné žlázy) nebo **součást jiných** orgánů (hypotalamus, podvěsek mozkový, šišinka, Langerhansovy ostrůvky slinivky břišní, gonády, placenta savců, urofýza ryb).

Inkrety (**hormony**) – druhově nesespecifické, vysoce účinné látky, které v malých množstvích stimulují nebo inhibují metabolismus látek podle vnějších a vnitřních podmínek prostředí organismu) jsou vyplavovány přímo nebo odváděny po neurosekretorických drahách do krevního řečiště.

Funkčně – harmonický celek srovnatelný s řídicí funkcí nervové soustavy. Evoluce málo známá, pravděpodobně starý systém.

### **Hypotalamus** (*hypothalamus*)

Hormony (*vasopresin a ocytocin*) jsou produkovány několika diferencovanými oblastmi (*jádry*) mezimozku. Vasopresin (*antidiuretický hormon*) reguluje objem tělních tekutin, ocytocin působí na mléčnou žlázu a svalovinu dělohy. Doprava po neurosekrečních drahách do neurohypofýzy, odtud později vyplavovány.

Druhá skupina – hypotalamické uvolňovací faktory → do adenohipofýzy, řídí její činnost.

## **Podvěsek mozkový** (stopkatě pod mezimozkem)

U všech obratlovců → důležitý, fylogeneticky starý. Histologicky i funkčně 2 části:

A) nervová část (*neurohypophysis*) – vychlípenina mezimozku v oblasti hypotalamu, rezervoár hormonů

B) žlazová část (*adenohypophysis*) – vychlípenina stropu ústní dutiny.

Hormonální činnost je řízena komplexem hypotalamických uvolňovacích faktorů.

## **Šišinka** (epifýza)

Stopkatá vychlípenina stropu mezimozku (*epitalamu*) ptáků a savců.

Ryby, obojživelníci a plazi – homologie s pineálním orgánem (původně světločivná funkce). Řízení biologických oscilací, *melatonin* – ovlivňuje rozmnožování.

## **Štítná žláza**

Z dna žaberního vaku (?homologie s endostylem?), nepárová u ryb, plazů a savců, u obojživelníků, ještěrek a ptáků ze 2 vaků. U ryb pod žaberním vakem na *aorta ventralis*, u tetrapodů ventrálně od průdušnice v oblasti krku. ?Původně exokrinní s vývodem do trávicí trubice.

U savců: *tyroxin*, *trijodtyroxin* a *kalcitonin* regulují bazální metabolismus.

## **Příštitné žlázy** – epiteliální tělíska (tetrapodi)

Derivát 3. a 4. páru embryonálního hltanového váčku.

Ocasatí obojživelníci – u druhého tepenného oblouku, u žab pod *vena jugularis externa*, u plazů u brzlíku, u ptáků a savců u štítné žlázy.

*Parathormon* – zvyšuje hladinu  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi

## Ultimobranchiální tělíska (ploutvovci)

Derivát posledního embryonálního hltanového váčku. Paryby, ?kostnaté ryby, obojživelníci. Savci – inkorporace štítnou žlázou.

*Calcitonin* (antagonista parathormonu).

## Nadledviny

Párové čepičky nad ledvinami (u savců), u plazů a ptáků - podélná tělesa u gonád, u obojživelníků v pruzích blízko ledvin, u ryb – ostrůvkovité shluky buněk.

Stavba: savčí – kůra + dřeň, nižší (ploutvovci) – samostatné

A) kůra (*cortex*, interrenální orgán ploutvovců) – mezodermální původ

- *mineralo-* a *glukokortikoidy* – metabolismus

- *androgeny* – řídí druhotné pohlavní znaky

B) dřeň (*medulla*, suprarenální orgán ryb) – ektodermální původ (chromafinní buňky neurální lišty), ostrůvky buněk (ryby) se druhotně stěhují do interrenálního orgánu (obojživelníci, plazi, ptáci)

- *adrenalin*, *noradrenalin* – regulátor metabolismus tuků, glykogenu, krevního tlaku, srdeční akce. Noradrenalin navíc mediátor na synapsích sympatiku.

## Langerhansovy ostrůvky (*insulae pancreaticae*)

Shluky buněk ve stěně předního střeva (kruhoústí, kostnaté ryby), parenchymu slinivky břišní (tetrapodi).

- *inzulín*, *glukagon* – regulují hladinu krevního cukru

## **Gonády**

Zdroj pohlavních hormonů (činnost gonád, růst, pohlavní dospívání)

Varlata (*testes*)

Vaječníky (*ovaria*)

## **Urofýza** (*neurohypophysis spinalis caudalis*)

Skupiny buněk v kaudální části míchy většiny ryb. Odvod po neuritech, ?složení?, regulace obsahu solí v krvi, sekrece plynů do měchýře.

## **Brzlík**

zvláštní (dočasná) žláza, vývoj imunitních reakcí organismu.

## **DRUHOTNÁ TĚLNÍ dutina (*coelom*)**

Fylogeneticky jedna z nejpůvodnějších struktur – odvozena od **enterocoelního vychlípení a izolace gastrálních kapes** dutiny žahavců.

**Výstelka (*coelothel* – mezoderm)**

- laterálního listu → **svalový vak**

- mediálního (viscerálního) listu → **svalovina a závěs (*mesenterium*) střeva**

Další orgány coelothelového původu:

- **primární stěna cév**

- **proximální část metanefridií (→ ledviny obratlovců)**

- **gonády**

Původní funkce coelomu – hydrostatický skelet

S vývojem chordy → **coelom = dutina pro útrobní orgány**

**Coelom ploutvovců** – izolace kraniální části – **osrdečníku (*cavum pericardii*)**

**Tetrapodi** - další redukce původního coelomu – **vrůstání plic (+ vzdušných vaků).**

Ptáci + savci:

- původní dutina břišní (*peritoneální*) s útrobními orgány

- osrdečník se srdcem (*pericardiální*)

- dutina okolo plic (*pleurální*).

Mezi pleuroperikardiální a peritoneální dutinu savců – vrůst svaloviny krčních myotomů → **bránice (*diaphragma*) – hlavní dýchací sval.**

Šourek savců – vychlípenina břišní části coelomu.

## DRUHOTNÁ TĚLNÍ DUTINA (*coelom*)

Fylogeneticky jedna z nejpůvodnějších struktur – již ramenonožci (*Brachiopoda*) ve spodním karbonu (570 mil. let).

Vzniká *enterocoelním* vychlípáním a izolací *gastrálních* kapes dutiny žahavců.

Kaudální proliferace kapes → vznik jednotlivých coelomových váček.

Výstelka (*coelothel* mezoderm)

- laterálního (parietálního, somatického) listu → **svalový vak** (somatopleura obratlovců)

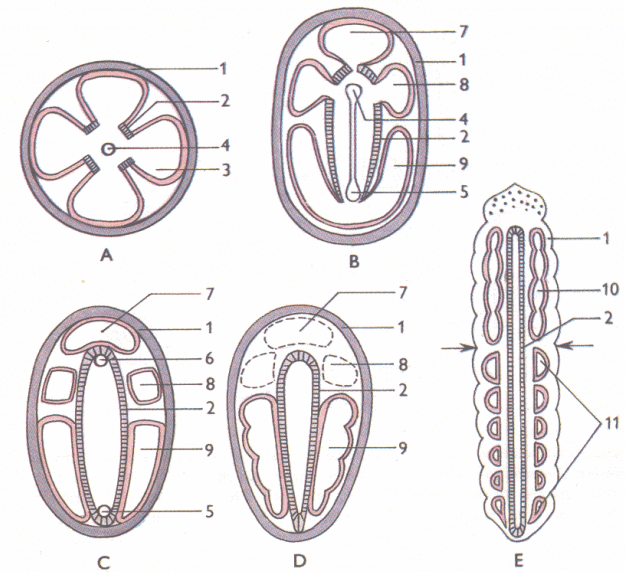
- mediálního (viscerálního) listu → svalovina a závěsy (*mesenteria*) střeva

(splanchnopleura obratlovců)

Typické coelothelové přepážky (dissepimenta) v místě dotyku sousedních váček.

Další orgány coelothelového původu:

- primární stěna cév
- proximální část metanefridií (→ ledviny obratlovců)
- gonády



Obr. 62: Remaneho představa vzniku coelomu z gastrálních kapes entodermu žahavců. A - schéma čtyřčetného žahavce na příčném řezu reprezentuje výchozí stav, B - vznik trimerního a bilaterálně symetrického mnohobuněčného živočicha s diferencovanými gastrálními kapsami entodermu v coelomové váčce. Současně je znázorněna i Remaneho představa vzniku řítního otvoru odštěpením od prvoúst. C - trimerní živočich, u něž se izolované gastrální kapsy přeměnily v proto-, mezo- a metacoel. D - stadium s redukováným proto- a mezocoelem a s naznačenou proliferací metacoelových váček. E - stadium kroužkovce s počínající (larvální, deutometamerní) segmentací coelomu v přední části a s adultní (tritometamerní) segmentací coelomu v zadní části těla. Hranice mezi larvální a adultní metamerií je vyznačena šipkami. 1 - ektoderm, 2 - entoderm, 3 - gastrální kapsa, 4 - prvoústa, 5 - řítní otvor, 6 - ústní otvor, 7 - protoceol, 8 - mezocoel, 9 - metacoel, 10 - deutero-metamerie, 11 - tri-metamerie. Upraveno podle Remaneho et al., 1976.

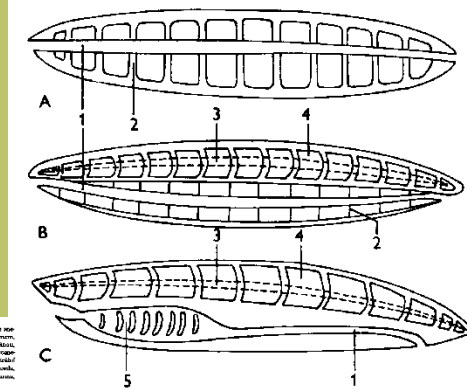


**Původní funkce coelomu – hydrostatický skelet (s tekutinami) pro oporu svalového vaku (kroužkovci). Význam dissepiment.**

Vývoj chordy → mizení hydrostatické funkce coelomu,  
 → **dutina pro útrobní orgány** → redukce coelotelových  
 přepážek → **hypertrofie metamerní svaloviny**  
**okolo chordy** zatlačuje coelomovou dutinu ventrálně.

Opět diskuse o hypotetických předcích strunatců  
 (?prakroužkovci):

- primární segmentace svaloviny (myomerie, myometamerie)
- její embryonální proliferace kaudálně
- disociace coelotelových přepážek (embryogeneze kopinatce, mihulí)



Obr. 51 Schéma Coelomové přepážky vedle coelomu v obratlovci a uvnitř zhrublého a nepříliš štíhlého, s uzavřeným coelomem a vlnitým chrbtem, segmentálně uspořádaným coelomem, která zhrublá přepážka coelom uzavírá (obdobná organizace existuje u vejcorodých savců a vlivně přispívá k vývoji křídel u ptáků). 1 - dutina perikardiální a hypokelom, 2 - srdce, 3 - dutina peritoneální, 4 - orgány v dutině peritoneální, 5 - dutina pleurální, 6 - dutina skrotální, 7 - část pobříšnice, resp. okruží.

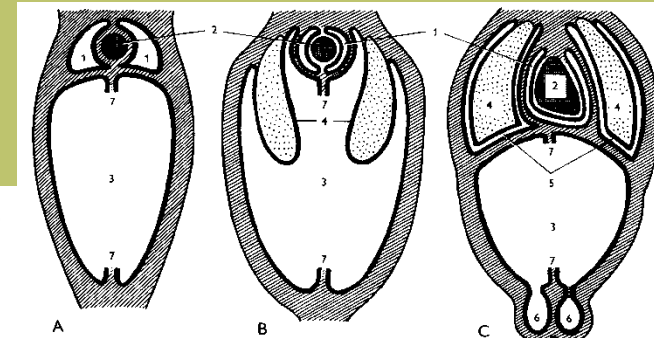
Coelom ploutvovců

– izolace kraniální části – osrdečníku (*cavum pericardii*)

Tetrapodi – další redukce původního coelomu – vrůstání plic (+ vzdušných vaků).

Ptáci + savci → původní dutina břišní (*peritoneální* s útrobními orgány, osrdečník se srdcem + dutina okolo plic /*pleurální*). Mezi pleuroperiakardiální a peritoneální dutinu savců – vrůst svaloviny krčních myotomů → bránice (*diaphragma*) – hlavní dýchací sval.

Šourek savců – vychlípenina břišní části coelomu.



**Obr. 52** Schéma členění céloemu vř fylogenezi obratlovců. A – primárně vodní skupiny, B – obojživelníci a plazi (kromě krokodýlů), C – živorodí savci (obdobná organizace existuje u ptáků a vejcorodých savců, s výjimkou absence skrotální dutiny). 1 – dutina perikardiální, 2 – srdce, 3 – dutina peritoneální, 4 – plíce, 5 – dutina pleurální, 6 – dutina skrotální, nalevo spojená s peritoneální, napravo uzavřená, 7 – část pobříšnice, resp. okruží.

# TRÁVICÍ soustava

## Funkce:

- přijímání potravy
- transport potravy
- mechanické zpracování potravy
- chemické zpracování tráveniny
- vstřebávání živin (cukry, tuky, bílkoviny)

## Oddíly trávicí soustavy:

- ústní dutina
- hltan + jícn
- žaludek
- střevo - tenké (dvanáctník, lačník, kyčelník)
  - tlusté
- trávicí žlázy
- konečnickový (kloakální úsek)

# TRÁVICÍ soustava

Dobře vyvinuta, energetické náklady kryjí z potravy. Původně mikrofágové (*Ostracodermi*, nyní minohy).

S vývojem čelistí dravci, všežravci, rostlinná potrava – býložravci, druhotně opět mikrofágové (kytovci).

Rozdíly ve stavbě v závislosti na potravní specializaci, přesto společný embryonální základ: ektodermální **stomodeum** (→ ústní dutina) + entodermální **střevo** (přední, střední se 2 trávicími žlázami – játra */hepar/* a slinivka břišní */pancreas/* a zadní část) + ektodermální **proctodeum** (→ část kloaky, konečníku).

Jednotná stavba stěny trávicí trubice (entodermální původ) :

sliznice

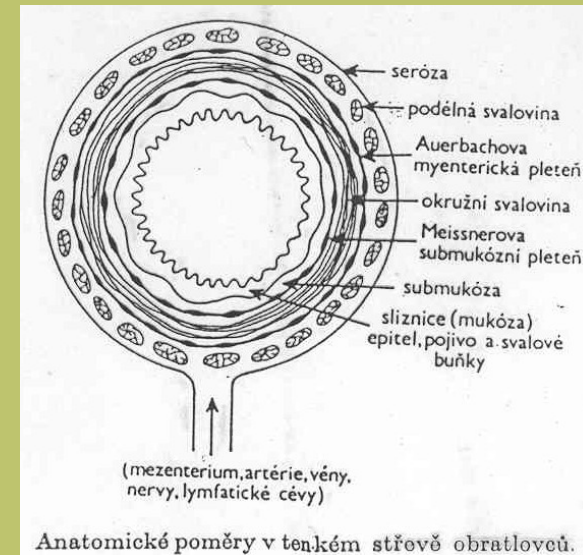
podslizniční vazivo

hladká zevní svalovina

seróza (vše z mezenchymu splanchnopleury).

Morfologie slizničního epitelu závisí na fyziologických potřebách dané části.

Posun potravy – úprava stěny spolu s automatickou peristaltikou střevního svalstva (nervové pleteně vegetativního nervstva).

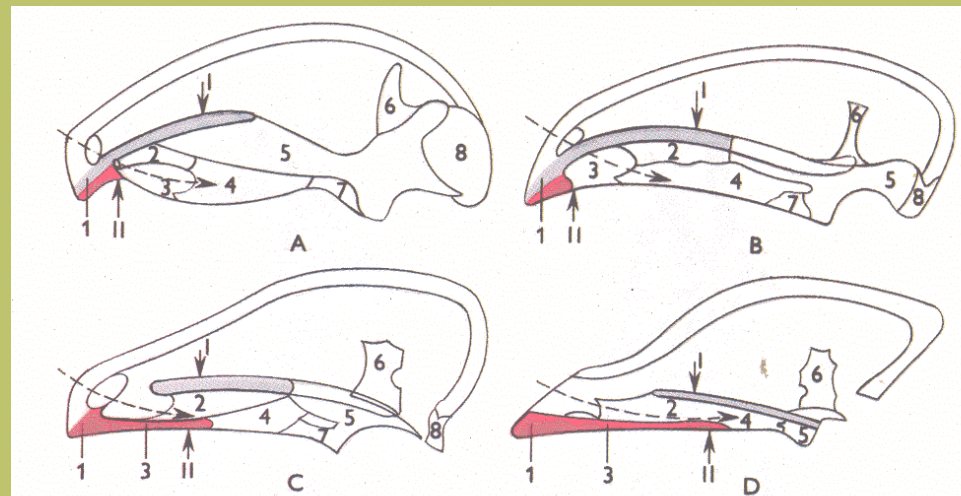


## Ústní dutina (*cavum oris*)

Tvar, velikost – variabilní podle čelistí a potravní specializace. Pysky nebo rty s kruhovým svěračem pro uzavření (význam pro sociální život savců). Dno – jazyk (*lingua*) – někdy značně dlouhý a pohyblivý (chameleoni, šplhavci) – rozměňování potravy, polykání, lov kořisti (žáby, chameleoni, šplhavci, mravenečník), vyluzování zvuků (primáti), hmatová funkce vychlipitelného a rozeklaného jazyka hadů. Rohovité papily s mechanickou funkcí, někdy chuťové pohárky (obojživelníci, plazi, savci).

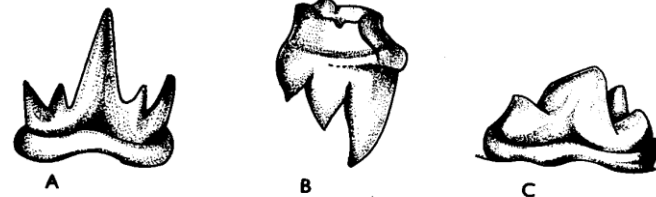
Slinné žlázy (sliznice jazyka i ústní dutiny), někdy lepkový sekret pro lov. Drobné slinné žlásky + více párů velkých slinných žláz (modifikace – salangy).

Strop – primární kostěnné patro, kaudálně měkké vazivové (ploutvovci, obojživelníci, plazi, ptáci) – primární choany → sekundární patro (rozzrůstání dozadu) ⇒ sekundární choany (prodlužování) (krokodýli, savci – perforace na primárních choanách – vomeronasální orgán). Rohovatění epitelu ústní dutiny – lišty (lamely na zobáku kachen, kostice velryb).

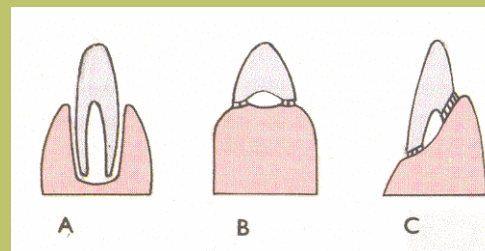


Obr. 34: Schéma evoluce druhotného patra u amniot. A - stav u vymřelých primitivních plazů skupiny Pelycosauria, B - stav u primitivních plazů vymřelé skupiny Therapsida, C - stav u modernějších terapsidních plazů, D - stav u recentních savců. 1 - praemaxilla, 2 - vomer, 3 - maxilla, 4 - palatinum, 5 - pterygoid, 6 - epipterygoid plazů (A až C) = alisphenoid savců (D), 7 - ectopterygoid, 8 - quadratum, I - primární patro, II - sekundární patro. Šipkou je znázorněno prodlužování primárních choan v ductus nasopharyngeus a jeho hrdelní vyústění v podobě sekundárních choan. Upraveno podle Romera, 1971.

Zuby (*dentes*) – anatomicky i fylogeneticky homologické s plakoidní šupinou žraloků. U fylogeneticky starších rostou na čelistech i kostech patrového komplexu, redukce na 2 okrajové řady (mandibula, maxila a intermaxila). Rohovinný kryt (želvy, ptáci, vejcorodí savci). Původní tvar zubů – kužele s akcesorickými výběžky, akrodontní (B – ryby, haterie), pleurodontní (C – většina ještěřů), tekodontní – alveolární chrup (A – krokodýli, savci).

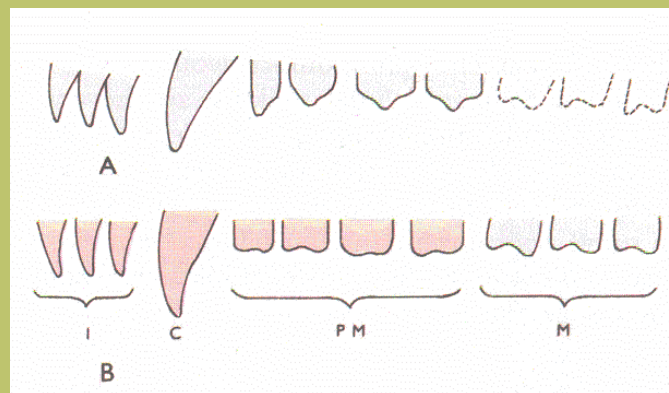


Obr. 67: Příklady zubů čelistnatých obratlovců. A - zub (plakoidní šupina) z čelisti vymřelého žraloka rodu *Cladodus*, B - stolička tribosfénického typu vymřelého pantoterního savce, C - specializovaná první stolička (trhák) z dolní čelisti psa. A a C upraveno podle Ihleho et al., 1971, B podle Theniuse, 1969.



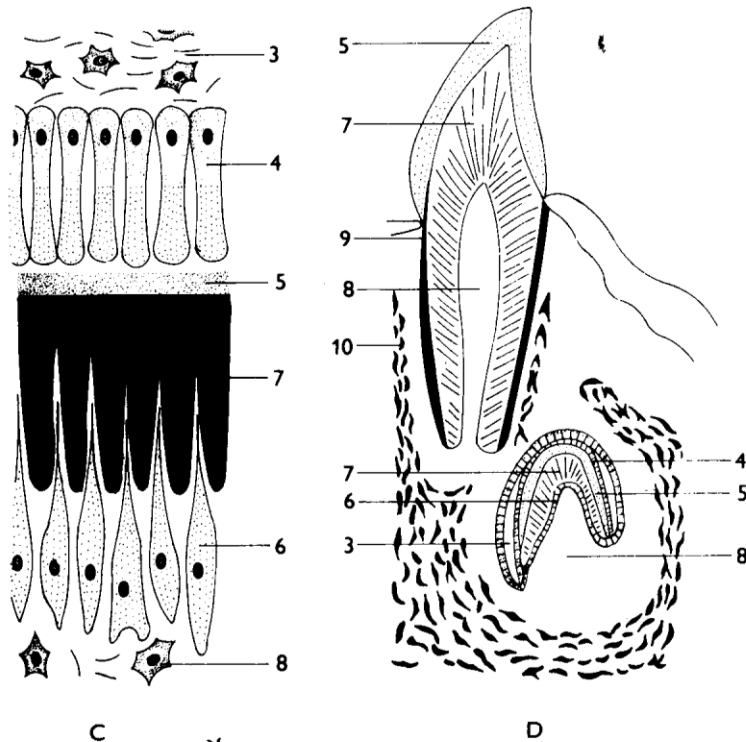
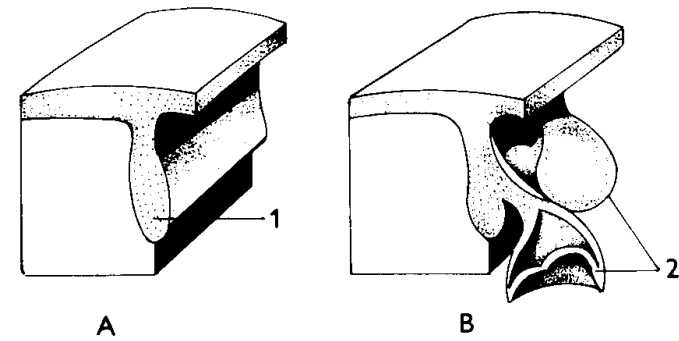
Homodontní chrup → heterodontní chrup recentních savců (řezáky, špičáky, třenáky a stoličky). U savců – vývoj třenáků a stoliček – (trikonodontní chrup vývojových skupin savců) → zuby s více hrboly (bunodontní chrup – všežraví savci).

Ztráty zubů (ulamování u nižších obratlovců), obrušování (savci) → náhrada novými (*dentice*) – prořezávání v periodických vlnách (žraloci, plazi), u savců pouze 2 (u řezáků, špičáků a třenových zubů, stoličky pouze 1).



Obr. 69: Schéma dentice živorodých savců s úplným chrupem. A - první generace zubů (mléčný chrup - světlešedě) je s výjimkou stoliček nahrazena druhou generací zubů (růžově), B - řezáky, C - špičák, PM - zuby třenové, M - stoličky. Upraveno podle Romera, 1971.

Ontogeneticky – zubní lišta (A1 – pokožkový původ):  
 sklovnotvorný orgán (B2) → základ pro vrstvu  
*adamantoblastů* (sklovina).



Vcestují mezenchymatické buňky  
 mezodermu →  
*odontoblasty* (dentin pro korunku  
 a krček, cement pro kořen).  
 Zásobování krevními vlásečnicemi  
 v prostoru sklovinného orgánu  
 → zubní dřeň.

Obr. 66: Stavba a vývoj savčího zubu. A - základ zubní lišty, B - pokročilejší stadium se založeným sklovnotvorným orgánem, C - detail stěny zubního základu, D - řez mléčným zubem a základem definitivního zubu. 1 - zubní lišta, 2 - sklovnotvorný orgán, 3 - pulpa sklovnotvorného orgánu, 4 - adamantoblasty produkující email v rozsahu korunky (5), 6 - odontoblasty produkující zubovinu (7) a cement (9), 8 - zubní dřeň (pulpa dentis), 10 - zubní lůžko v čelisti. Upraveno podle Remaneho et al., 1972.

## Přední úsek trávicí trubice – hltan, jícen, žaludek

**Hltan** (*pharynx*) – mezi dutinou ústní a jícnem. Vakovitý u ploutvovců, s několika páry žaberních štěrbin – výtok vody. Původně snad pro filtraci, později pro dýchání. Minohy – na dně hypobranchiální rýha (endostyl) se žláznatými buňkami (sekret s I) – transport potravy do střeva (viz pláštěnci, kopinotec) – ?homologie se štítnou žlázou?. U suchozemských obratlovců redukce hltanu, ústí sekundárních choan, sluchové trubice. Křížení trávicí a dýchací soustavy – hrtanová příklopka.

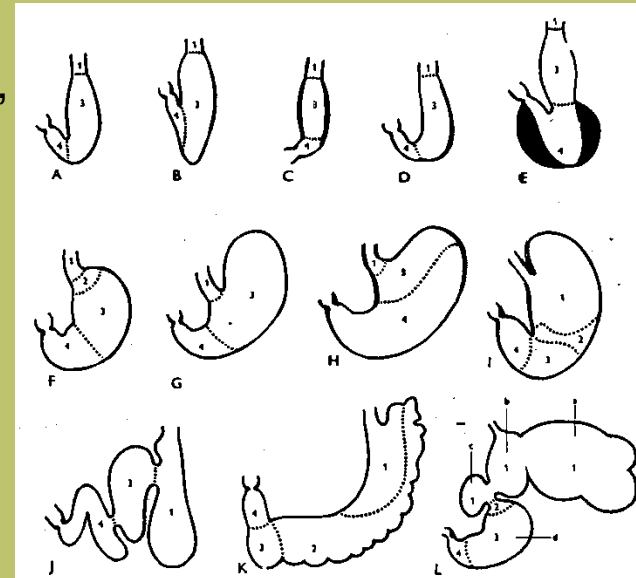
**Jícen** (*oesophagus*) – svalnatá trubice podél průdušnice, spojuje hltan a žaludek.

Nižší obratlovci – plynulý přechod do žaludku, ptáci a savci – výrazné oddělení.

**Vole** – dolní část jícnu, rezervoár potravy.

**Žaludek** (*ventriculus, gaster*) – vakovitá rozšířenina, původně shromažďovala, později mechanicky i chemicky natravovala potravu. Ptáci – žláznatý *proventriculus*, svalnatý *ventriculus* (?za chrup).

Savci – příčné uložení, jícen ústí v oblasti česla (*cardium*), vrátníkem (*pylorus*) přechází do střeva. Různě rozsáhlé části, uspořádání (prežvýkavci – bacher, čepec, kniha – předžaludky, slez – vlastní žaludek s chemickým trávením; ?klokani?, delfíni, velbloudi – třídičný žaludek).



Obr. 32. Tvar, členění a typy epitelu stěny žaludku různých obratlovců: A – žralok (rod *Squalus*), B – ryba (rod *Anguilla*), C – obojživelník (rod *Triturus*), D – plaz (rod *Thalassochelys*), E – pták (rod *Pavo*), F až L – savce rodu: F – *Homo*, G – *Lepus*, H – *Citellus*, I – *Procavia*, J – *Tursiops*, K – *Macropus*, L – *Bos*. 1 – epitel jícnový, 2 – kardiální, 3 – fundální, 4 – pylorický; a – bacher, b – čepec, c – kniha (a až c = předžaludky), d – slez (= vlastní žaludek). Podle Romera.

## Střední úsek trávicí trubice:

**tenké střevo** (*intestinum tenue*)

u **ploutvovců** nediferencováno,

u **tetrapodů**:

duvanáčník (*duodenum*) s kličkou,  
kam ústí **trávicí žlázy** – slinivka a játra.  
distální úsek – u savců lačnick (*jejunum*)  
a kyčelník (*ileum*).

Chemický rozklad, vstřebávání.

Zvýšení intenzity:

- spirální řasa (*typhlosolis*) (paryby a některé ryby, u bichirů až ke kloace).
- pylorické přívěsky některých ryb (lipáza, příp. rezorpce)
- klky a mikroklyky (ptáci a savci).

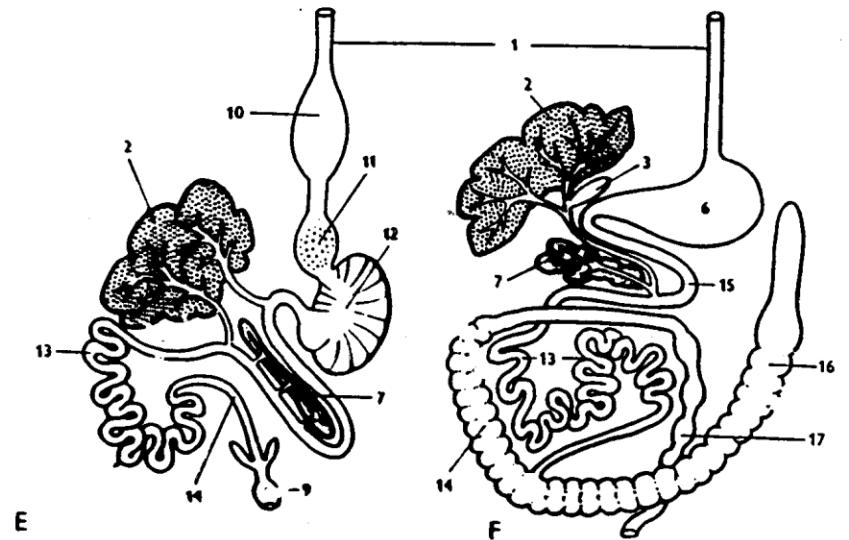
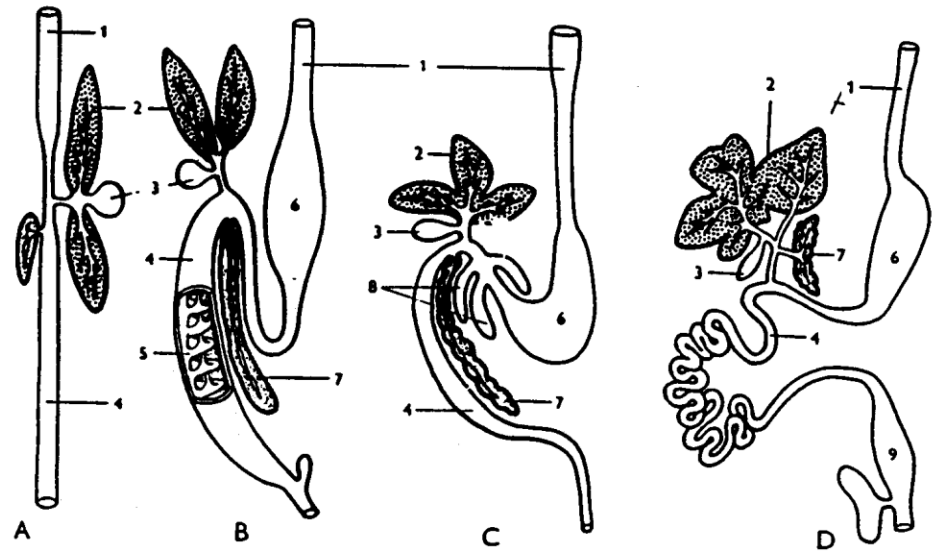
Délka tenkého střeva podle potravy a velikosti (menší masožravci kratší).

## Slinivka a játra –

?původně jednotná žláza (kopinatec).

Slinivka kompaktní u čelistnatců (!ryby difúzní).

Játra se žlučí, žlučník nemusí být.



G: r. 11. Schéma trávicí soustavy (bez ústní dutiny a hltanu) některých obratlovců: A – kruhoústých (rod *Myxine*), B – paryb (rod *Lamna*), C – ryb (rod *Perca*), D – obojživelníků (řád *Anura*), E – ptáků (rod *Columba*), F – savců (rod *Oryctolagus*). 1 – jícen, 2 – játra, 3 – žlučník, 4 – střevo, 5 – typhlosolis, 6 – žaludek, 7 – slinivka břišní, 8 – pylorické přívěsky, 9 – kloaka, 10 – vole, 11 – žláznatý a 12 – svalnatý žaludek, 13 – tenké a 14 – tlusté střevo, 15 – duvanáčník, 16 – slepé střevo, 17 – konečník. Podle Remaneho a spol., upraveno.



**Zadní úsek střeva** – tlusté střevo se slepým střevem a konečníkem

Tlusté střevo (*intestinum crassum*) – napojení v místě slepého střeva. Tlusté střevo je obecně krátké, pouze u savců delší – vzestupný, příčný a sestupný tračník, přechod do konečníku. Bez klků, zbytky potravy, rezorpce vody.

Slepé střevo (*caecum*) – různě dlouhá vychlípenina stěny tlustého střeva, u žraloků a bahníků z kloaky. Většina ryb, obojživelníků a plazů bez slepého střeva. Ptáci – párová, značně dlouhá (kurovití). Savci – nepárové, někdy delší než tlusté střevo (hlodavci).

I specifické trávicí pochody.

Kloaka (*cloaca*) – společný vývod trávicí, vylučovací a pohlavní soustavy. Ne mihule, kostnaté ryby, placentární savci (zde ústí do konečníku, potom řitním otvorem ven). Pouze část kloaky a rekta z ektodermálního *proctodea*, část je entodermální.

# **DÝCHACÍ soustava**

## **Dýchací orgány:**

**primárně vodní: žábry**

**vnější x vnitřní žábry**

**Anatomie a morfologie u jednotlivých tříd**

**Přídavné dýchací orgány**

**suchozemští: plíce (i sekundárně vodní)**

**Anatomie a morfologie u jednotlivých tříd**

# DÝCHACÍ soustava (*systema respiratorium*)

Žábry nebo plíce, kromě toho povrch těla, přídatné dýchací orgány. Vazba na cévní soustavu. Původ žaber – entodermální (mihule), ektodermální (čelistnatci). Původ plic entodermální s mezodermovými strukturami.

## Žábry (*branchiae*)

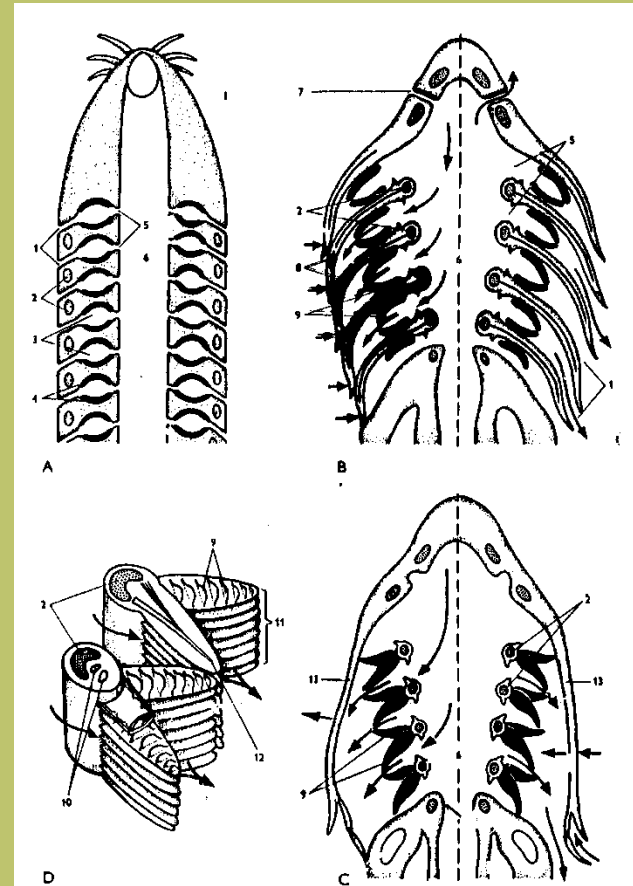
Vodní obratlovci (*Anamnia*).

Modifikace filtračního zařízení pláštěnců až minoh pro zachycování potravy.

Paryby – duplikatury interbranchiálních vazivových sept srostlých s kůží a oddělujících jednotlivé žaberní štěrbiny s chrupavčítým skeletem jako výztuhou.

U ryb → redukce sept, vznik společné žaberní dutiny (ochrana – *operculum*), žábry (plátky) nasedají přímo na žaberní skelet. Žábry – mnoho prokrvených žaberních plátků (i s "chloridovými" buňkami - vylučování solí) – exkrece.

Vývoj čelistí – 1. žaberní štěrbina – *spirakulum* – (rejnoci – nasávání vody, tetrapodi – středoušní dutina).



Obr. 33. Hlavní typy uspořádání žaber vodních obratlovců: A – kruhoústí (rod *Bdelostoma*), B – paryby (*Chondrichthyes*), C – ryby (*Pisces*), D – detail dvou žaberních oblouků kostnaté ryby se dvěma položábrami na každém. 1 – vnější žaberní štěrbiny, 2 – žaberní oblouky, 3 – žaberní váčky, 4 – žaberní lamely, 5 – vnitřní žaberní štěrbiny, 6 – litan, 7 – spiraculum, 8 – žaberní přepážky, 9 – žaberní lupínky, 10 – žaberní cévy (vlevo žíla, vpravo tepna), 11 – položábra (hemibranchia), 12 – žaberní paprsek, 13 – skfete. Na obrázcích B a C znázorňuje levá polovina inspiraci a pravá expiraci vody, jejíž proudění vyznačují šípky; šípkami je také naznačen pohyb skfeli nebo elastických konců žaberních přepážek. Podle Remaneho a spol. a Wurmbacha.

*Amniota* – rekapitulace: vývoj žaberních štěrbin, dokonce i prolamování (krátce) → ze stěn žaberních štěrbin vznik tzv. *branchiogenních* orgánů (štítná žláza, brzlík).

## **Přídavné orgány**

Příjem atmosférického O<sub>2</sub> – nejrůznější ektoderm- i entodermální rozvětvené a vaskularizované duplikatury. Vývoj u lalokoploutvých ryb – vystoupení na souš. Vnější žábry keříčkovitého typu – larvy bichira, bahníků afrického, amerického, obojživelníků.

Kostěnné a vaskularizované labyrinty některých ryb – duplikatury stěny 1. žaberní štěrby – menší výběžky s chrupavčitými lamelami, sliznice bohatě prokrvena – *labyrint* (lezounovití Anabantidae)

## Sliznice trávicí soustavy

- ústní dutina (paúhoř elektrický – Jižní Amerika (polyká á 2 min), lezec *Periophthalmus* – (silně prokrvené objemné papily)
- hltanové dorzální vaky – horní část žaberní dutiny (*Amphipnous* – Indie)
- daleko pod páteří (*Saccobranhus* – Asie)
- část střeva s jemnou prokrvenou stěnou bez žláz – polknutí vzduchu, vstřebání O<sub>2</sub> ve střevě (piskoř, *Haplosternum* – Jižní Amerika), řitním otvorem →

## Plicní vaky

Dvojdyšné ryby – fylogenetický význam silur – devon). Podoba s primitivními plícemi stavbou i cévním zásobením (z plicních tepen). Párové vychlípeniny ventrální stěny střeva v oblasti posledního páru žaberního váčku.

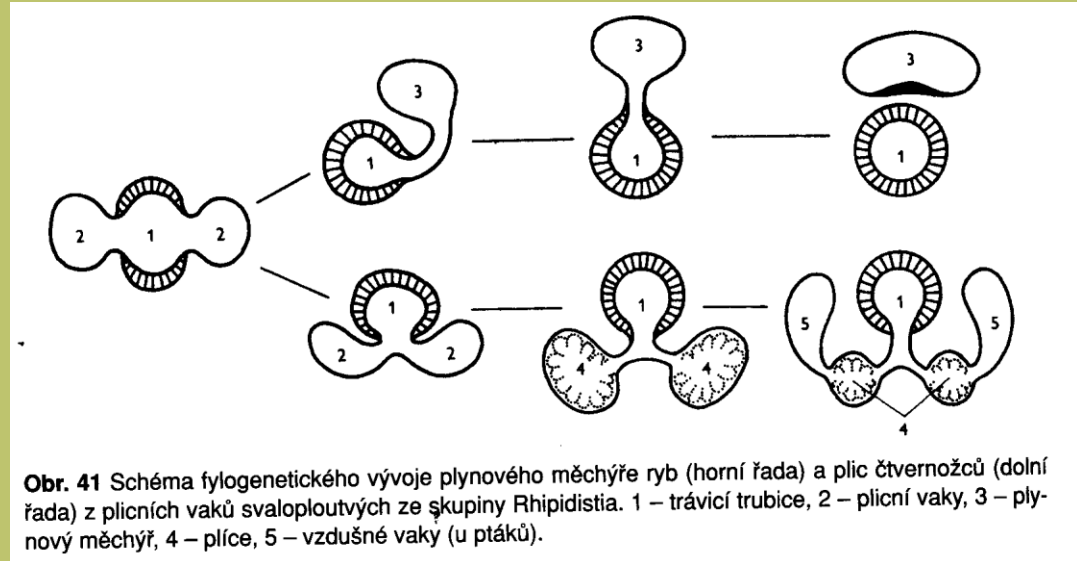
## Plynový měchýř

Původní vývoj – boční párové vychlípeniny, splynutí a přesun na dorzální stranu nad střevo  
Nyní – hodnocen jako

entodermální novotvar –  
nepárová duplikatury dorzální stěny posledního žaberního váčku, cévní zásobení z odboček dorzální aorty.

Funkce:

hydrostatická + rezonátor (Weberovy kůstky nebo přímý přenos na perilymfu)



**Obr. 41** Schéma fylogenetického vývoje plynového měchýře ryb (horní řada) a plic čtvernožců (dolní řada) z plicních vaků svaloploutvých ze skupiny Rhipidistia. 1 – trávicí trubice, 2 – plicní vaky, 3 – plynový měchýř, 4 – plíce, 5 – vzdušné vaky (u ptáků).

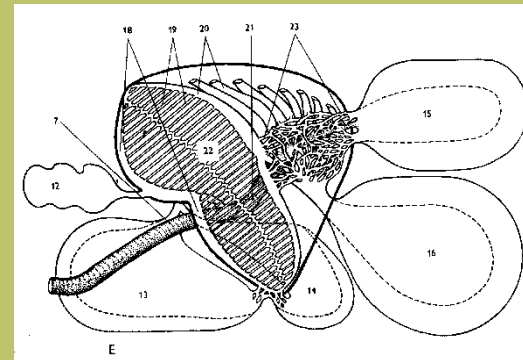
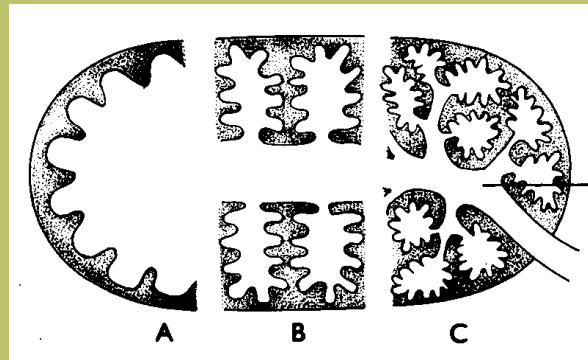
## Plíce (*pulmo*)

Párové vychlípeniny entodermální stěny posledního páru žaberních váčků – homologie s plicními vaky Rhipidistií.

Nejjednodušší stavba plic – obojživelníci – vakovité, nepatrně členitá stěna (jako plicní vaky dvojdyšných ryb). U *Amniot* zvyšování stupně členitosti →

zvětšování respirační plochy (A – dvojdyšné ryby a obojživelníci, B – plazi, C – savci).

Trubicovité neroztažitelné plíce ptáků se vzdušnými vaky.



Zavěšení v tělní dutině,

redukce jedné plíce (u protáhlých forem – červoři, hadi). Vychlípeniny plic – varani, chameleoni – změny tvaru, (výstražné postoje), plicní vaky ptáků.

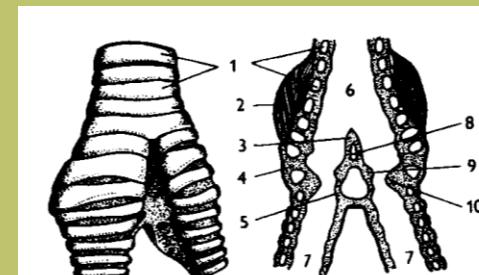
Přívodné (i vývodné) cesty: nozdry → nosní dutina → choany → hrtan s hrtanovým vchodem → průdušnice → 2 průdušky → plíce.

## Hrtan (*larynx*)

Sídlo hlasu u suchozemských obratlovců – chrupavky branchiálního původu s modifikovanými branchiálními svaly (regulace lumenu hrtanového vchodu).

Hlasové vazy (*ligamenta vocalia*) → chvění – zvuk (obojživelníci, plazi: gekoni, chameleoni, savci).

Ptáci – hlasové ústrojí (*syrinx*) v bifurkaci průdušnice ve 2 průdušky (tj. mnohem níže).



# **CÉVNÍ soustava**

## **Funkce**

**Krevní x mízní systém**

**Složení krve**

**Srdce – sací a tlaková pumpa. Funkční části srdce.**

**Odvodné tepny, další dělení hřbetní aorty.**

**Žíly, systémy.**

## **CÉVNÍ soustava**

Doprava látek a odvod odpadních produktů, regulace teploty u homoitermů. Systém uzavřených trubic (cév) s krví nebo mízou. Srdce – sací a tlaková pumpa.

### **Krev** (*sanguis*)

Tekutá složka – krevní plazma + volné buňky (specializované).

Volné buňky (krvinky) – červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky

### Míza (*lymph*a)

### **Cévy** (*vasa*)

Krevní x mízní

### **Srdce** (*cor*)

Primitivní obratlovci – jednoduchá trubice:

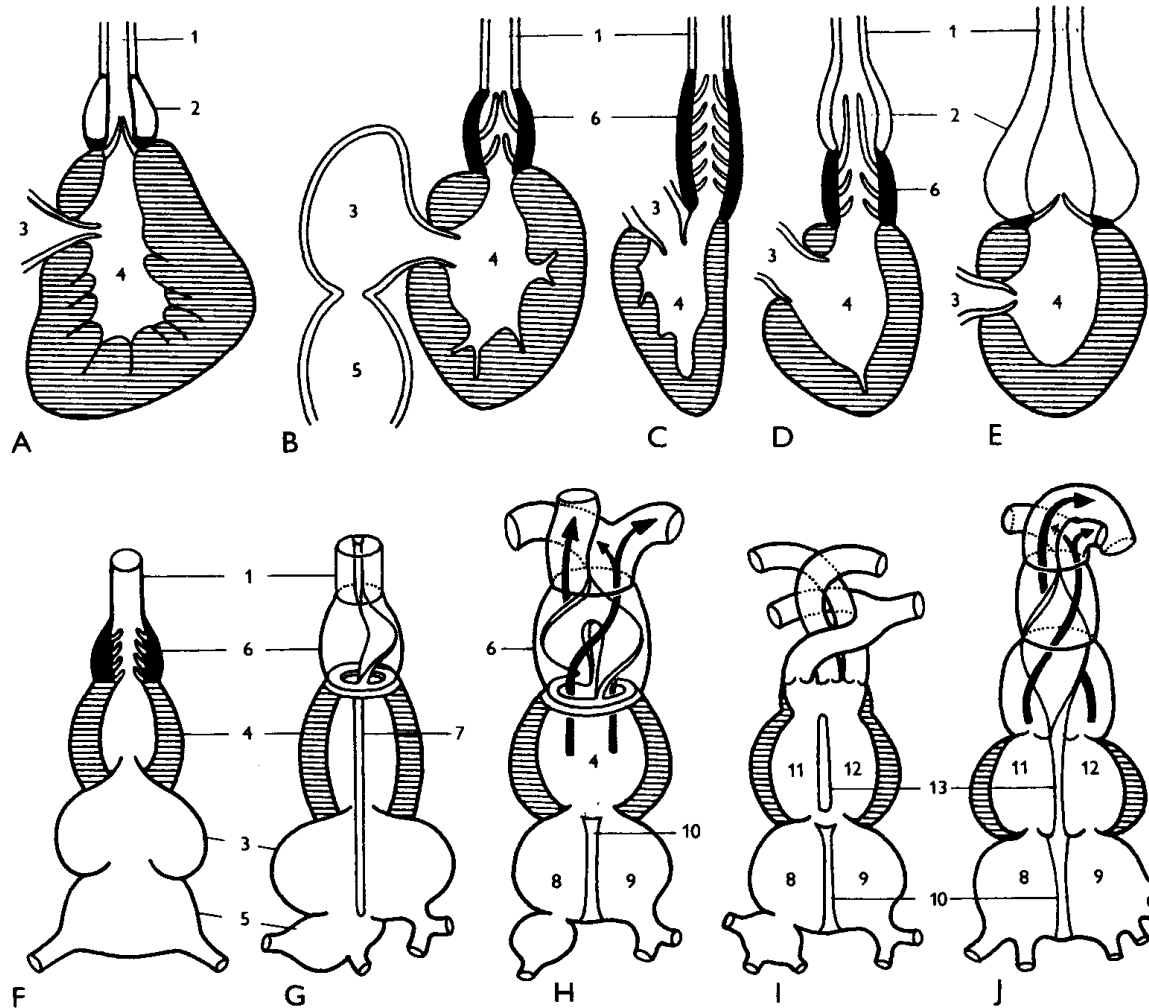
- *ductus Cuvieri* – přívodní žíly
- *sinus venosus* – žilný splav
- *atrium* – předsíň
- *ventriculus* – komora
- *conus arteriosus* – srdeční násadec (tepající), *ventrální aorta* s netepajícím tepenným kmenem (*truncus arteriosus*)
- chlopně

Obojživelníci – přepážka izolující P (redukovaná krev) a L (oxidovaná krev) v oblasti předsíní

Plazi – náznak komorové přepážky (želvy), krokodýli – zbytkový otvor

Úplně rozdělené srdce s malým a velkým oběhem – ptáci, savci

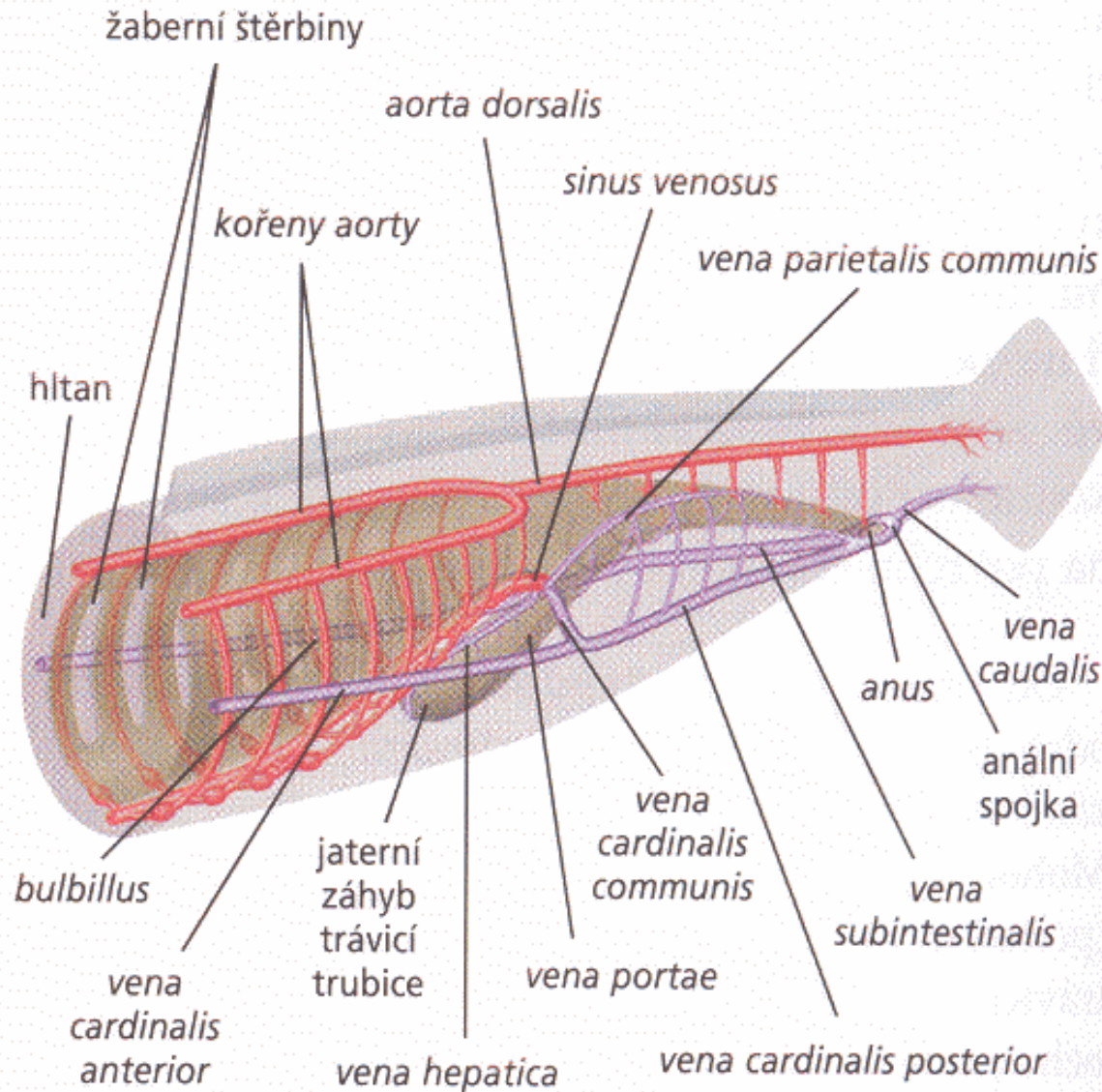




**Obr. 43** Schéma hlavních typů srdce obratlovců. V horní řadě srdce obratlovců dýchajících žábry; žilný splav a předsíň jsou u typů A, C, D, E vypuštěny. V dolní řadě vývoj přepážek v souvislosti s plicním dýcháním a torze tepen (aort a plicních tepen, srv. obr. 45 a 46) vystupujících ze srdce. Jednotlivé srdeční oddíly jsou bez ohledu na skutečnou polohu sestaveny za sebou, stěny komory jsou vždy šrafovány, srdeční násadec nebo jeho zbytky jsou vyznačeny černě. A – mihule (rod *Petromyzon*), B – pařby (*Scyliorhinus*), C – kostlíni (*Lepisosteus*), D – kaprouni (*Amia*), E – kostnaté ryby (Teleostei), F – paprskoploutvé ryby (hypotetický výchozí stav), G – dvojdyšní (Dipnoi), H – obojživelníci (Amphibia), I – plazi (Reptilia), J – savci (Mammalia). 1 – *truncus arteriosus*, 2 – *bulbus arteriosus*, 3 – předsíň (*atrium cordis*), 4 – komora (*ventriculus cordis*), 5 – *sinus venosus*, 6 – *conus arteriosus*, 7 – podélná srdeční řasa, 8 – pravá a 9 – levá předsíň, 10 – předsíňová přepážka, 11 – pravá a 12 – levá komora, 13 – komorová přepážka (u savců a ptáků 10 + 13 = srdeční přepážka).

# Oběhový systém kopinatce

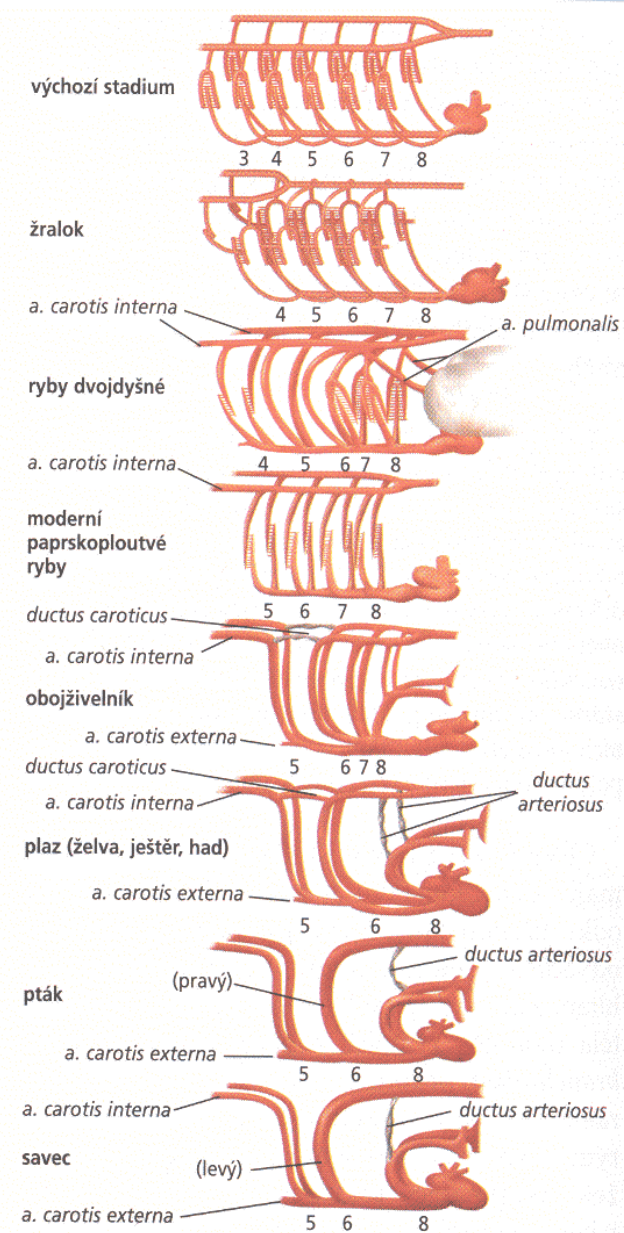
jako východisko krevního oběhu ploutvovců



## Tepny (*aortae*)

Původní stav: 6 párů žaberních tepen (embryonálně) → redukce na 4 u paprskoploutvých ryb (čelistní a jazykový oblouk – přeměna)

- I. (3.) oblouk aorty – embryonální
  - II. (4.) o. a. – embryonální (kromě paryb, bahníků *Protopterus* – funkce žaberní tepny
  - III. – VI. (5.-8.) o. a. – žaberní tepny u ploutvovců a larev obojživelníků
    - u suchozemských:
    - III. (5.) – základ pravé a levé krkavice
    - IV. (6.) – párový základ hřbetní aorty (obojživelníci, plazi)
      - nepárový základ – ptáci (pravý), savci (levý)
- Zachované spojení (*ductus caroticus*) mezi III. a IV. obloukem aorty
- V.(7.) – mizí (kromě mloků)
  - VI. (8.) – základ párové plicní tepny (*ar. pulmonalis*) (+ dvojdyšní)



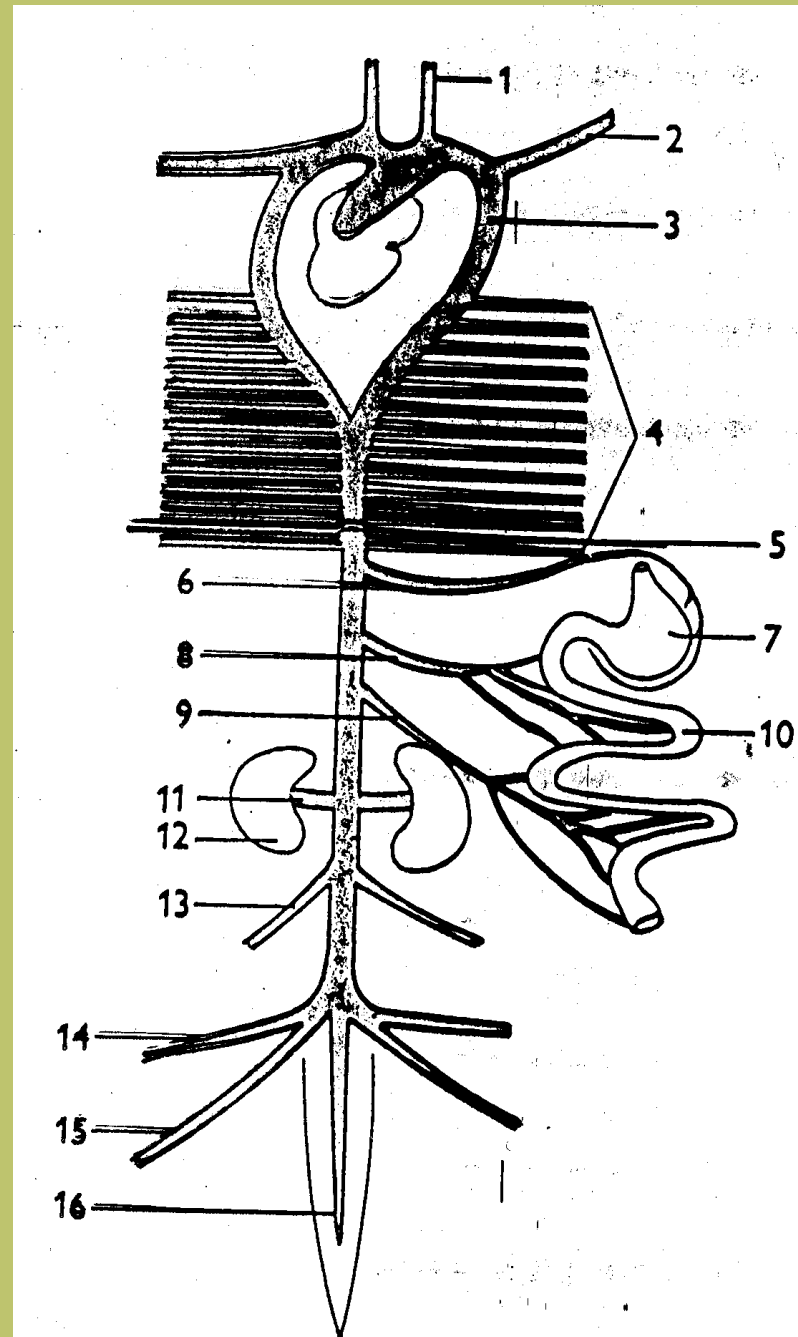
Obr. 5.324 Schéma arteriálních žaberních oblouků u různých skupin obratlovců (pohled z levé strany). Číslice označují pořadí arteriálních oblouků.

## Hlavní tepny tetrapodů:

- I. **parietální** – párové (1, 4)
- II. **viscerální** – nepárové (6, 8, 9)
- III. **laterální** – párové pro gonády, ledviny (11, 13)
- IV. **končetinové** – přední končetiny (2)  
– zadní končetiny (14, 15)

## Hlavní tepny tetrapodů

- 1 – krkavice 2 – podklíčková (přední končetiny)
- 3 – oblouk aorty (sestup.) 4 – mezižeberní (rami parietales) 5 – bránice savců 6 – útrobní
- 7 – žaludek 8 – a. mesenterica cranialis
- 9 – a. m. caudalis 10 – střevo 11 – ledvinná
- 12 – ledvina 13 – gonádová ( : a. testicularis, : a. ovaria)
- 14 – stehenní 15 – sedací 16 – ocasní



# Žíly (*venae*)

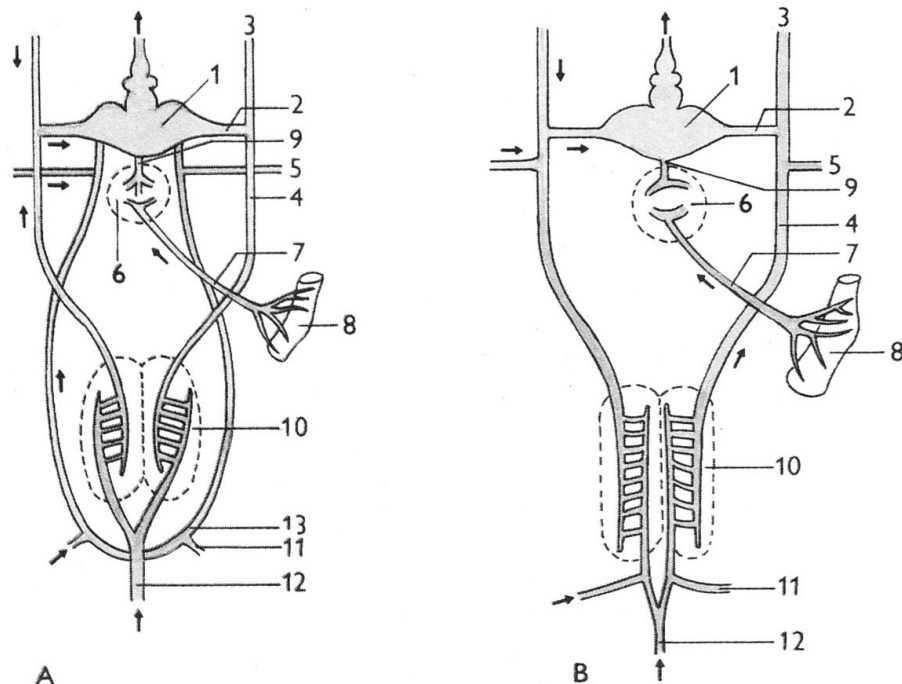
Zpravidla sledují tepny,  
řečiště bohatší, variabilnější

4 systémy žil:

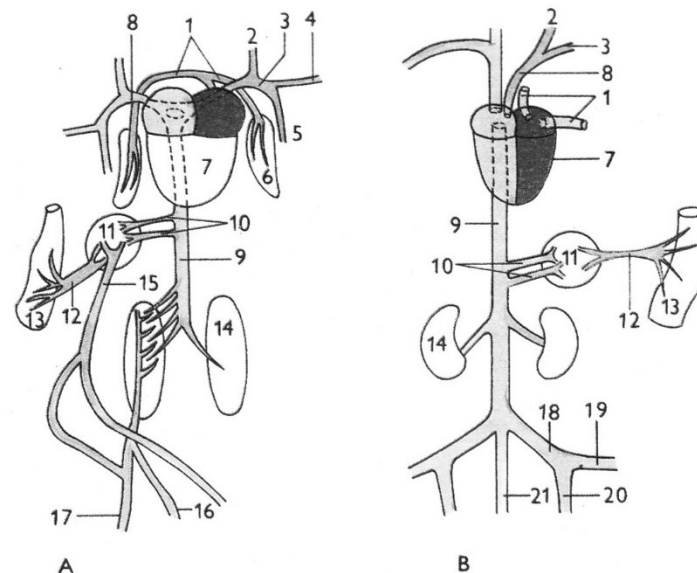
- 1. subintestinální** – ze střeva –  
vrátnicový systém (*v. portae*) –  
předávání živin, nebo  
kumulace v játrech –  
jaterní žíla (*v. hepatica*)
- 2. kardinální** – dorzálně, krev z hlavy  
a trupu (vrátnicový oběh ledvin)
- 3. abdominální** – z ventrální strany
- 4. plicní** (*v. pulmonales*) – cévy s okysličenou krví  
do levé předsíně

Suchozemští obratlovci –  
vývoj dutých žil z kardinálek

Obr. 84: Schéma žilného systému paryb (A) a kostnatých ryb (B). 1 - žilný splav, 2 - ductus Cuvieri, 3 - v. cardinalis cranialis, 4 - v. cardinalis caudalis, 5 - v. subclavia, 6 - játra, 7 - v. subintestinalis (portae), 8 - střevo, 9 - v. hepatica, 10 - ledvina s vrátnicovým oběhem ledvin, 11 - v. iliaca, 12 - v. caudalis, 13 - v. abdominalis. Šipkami je vyznačen směr toku krve. Orig.



Obr. 85: Schéma žilného systému žab (A) a savců (B). 1 - vv. pulmonales, 2 - v. jugularis, 3 - v. subclavia, 4 - v. brachialis, 5 - v. cutanea magna, 6 - plíce, 7 - srdce, 8 - v. cava cranialis, 9 - v. cava caudalis, 10 - vv. hepaticae, 11 - játra, 12 - v. portae, 13 - střevo, 14 - ledvina, 15 - v. abdominalis. 16 - v. ischiadica, 17 - v. femoralis, 18 - v. iliaca communis, 19 - v. iliaca externa, 20 - v. iliaca interna, 21 - v. sacralis media. Orig.



**Mízní cévy** (*vasa lymphatica*) – odvod tekutin z tkání – míznice

Kromě kruhoústých a paryb. Slepé mízní kapiláry – slévání do mízovodů (hrudní u savců) → do kardinálních žil nebo přední duté žíly.

Pomalý pohyb mízy, u obojživelníků stimulace mízními srdci (ocasatí, červoři, úhoř)

Rozšiřování, splývání míznic → lymfatické dutiny (žáby).

Filtrace mízy – **slezina** (u bezčelistnatců rozptýlená ve střevní stěně)

– **mízní uzliny** (krokodýli, ptáci a savci)

## EMBRYONÁLNÍ OBĚH

Jednoduchý u *Anamnií* (vývoj ve vodě, dýchání i difuzí), u *Amniot* znemožnění příjmu O plodovými obaly → *alantochořiální* oběh (embryonální: *arteriae a venae allantoideae* (u savců pupeční cévy – *a. umbilicales a vena umbilicalis*) – respirační a exkreční orgán zárodku, u savců i výživa přes placentu. Obliterace.

Rychlé změny během líhnutí (porodu).

Fetální oběh savců – plicní oběh nefunguje, tělní není od plicního důsledně oddělen. Oxidace krve v placentě – (kontakt krevního oběhu plodu a krevního oběhu matky) → okysličená krev pupeční žilou (*v. umbilicalis*) přes *ductus venosus* v játrech (mísení s redukovanou krví ze střeva z *v. portae*) do pravé předsíně (mísení s redukovanou krví z těla z přední a zadní duté žíly) → v těle plodu smíšená krev. Anatomické úpravy – *foramen ovale* v předsíňové přepážce srdce plodu a perzistence *ductus arteriosus* způsobují více okysličené krve pro hlavu. Z kaudální části aorty krev do placenty pupečními tepnami (*arteriae umbilicales*).

Nedůsledné rozdělení srdce – stejný tlak v cévách, rovnoměrně vyvinutý myokard.

Porod – přerušení fetálního oběhu. ?Zvýšení hladiny CO<sub>2</sub> po přerušení pupečních cév reflexně zapojí dýchací pohyby přes dýchací centrum v prodloužené míše, zánik *ductus arteriosus* formou zánětlivého procesu. Zvětšení průtoku krve plícemi → nárazové zvýšení tlaku v levé předsíni → přiražení a následně srůst chlopně přes *foramen ovale* se stěnou → dokonalé rozdělení na pravou a levou polovinu → mohutnění myokardu v levé části (zvýšení krevního tlaku).

## VYLUČOVACÍ soustava

Exkreceční systém obratlovců:

**ledviny** – mezodermální původ (*nephrotom*).

Ventrálně od páteře v tělní dutině.

Základní jednotka – *nephron*: **Bowmanův váček** s klubíčkem tepenných vlásečnic. Distální část s Henleovou kličkou – vše **Malpighiho tělísko** – tlaková filtrace primární moči z krve do tubulů ledvin.

Nejprimitivnější ledvina: **holonephros**

(segmentace, nálevka z coelomu do močovodu)

Vývojové pokračování (ploutvovci):

kraniální **předledvina** (pronefros) + kaudální **opistonefros**

(ztráta segmentace, izolace od coelomu, Malpighiho tělíska → další vývoj u Amniot):

**Prvoledvina** (mesonefros) (→ vývodné cesty) + **pravá ledvina** (metanefros)

Návaznost na reprodukční systém



## **VYLUČOVACÍ** soustava (*organa uropoetica*)

Vysoká metabolická aktivita → odpadní látky → vylučování – exkrece: CO<sub>2</sub> - vylučován dýcháním, přebytky vody a amoniak – do vody u *amoniotelických* ryb a larev obojživelníků, detoxikace na močovinu (rozpuštěnost močoviny ve vodě – obratlovci s větším množstvím vody v těle – *ureoteličtí* obojživelníci a savci) nebo kyselinu močovou (nerozpuštěná ve vodě, koncentrovaná forma – i krystalická – obratlovci s úsporným hospodařením vodou – *urikoteličtí* plazi a ptáci). Těžko rozpustné odpadní látky – kumulace ve specializovaných buňkách – **exkretoporech** v podobě konkrementů nebo pigmentů (guanin v rybích šupinách).

Exkreční systém obratlovců – **ledviny** (*renes*) – mezodermální původ (*nephrotom*). Ventrálně od páteře v tělní dutině.

Základní jednotka – *nephron* – proximální část s **Bowmanovým váčkem** (*capsula glomeruli*), do kterého zasahuje klubíčko tepenných vlásečnic (*glomerulum*). Distální část s **Henleovou kličkou** (*ansa nephroni*) – vše **Malpighiho tělísko** (*corpusculum renis*) – tlaková filtrace primární moči z krve do tubulů ledvin.

**Holonephros** – nejprimitivnější ledvina – minohy – 1 pár tubulů v každém segmentu: obrvená nálevka (*nephrostom*) do coelomu, na druhé straně ústí do společného vývodu – primárního močovodu (Wolffův vývod) → kloaka.

Kraniální část holonefrosu – **předledvina** (*pronephros*)

a) mizí v embryogenezi (časně)

b) specializuje se v hlavovou ledvinu larev mihulí a obojživelníků, dospělých ryb

Kaudální část holonefrosu – **opistonefros**

– ledvina paryb a obojživelníků, ryb s druhotným chámovodem

Odlišnosti od pronefrosu: - ztráta segmentace

- izolace od coelomu
- přítomnost Malpighiho tělísek
- zmnožení tubulů

Část opistonefrosu – *pars sexualis* – napojení varlete → Wolffův vývod chámovod (jeseteři, kostlíni, obojživelníci).

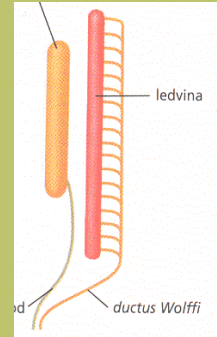
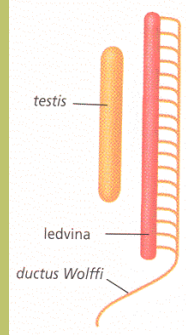
Žraloci, někteří ocasatí obojživelníci – tendence k vývoji druhotného močovodu.

Kostnaté ryby (*Teleostei*) – samostatný (druhotný) chámovod.

Amniota:

kraniální úsek opistonefrosu – *pars sexualis* → **prvoledvina** (*mesonefros*) – funguje embryonálně, po vylíhnutí (porodu) vývodné cesty varlete (*epididymis*)

kaudální úsek opistonefrosu – *pars renalis* → **pravá ledvina** (*metanefros*) – juvenilní i dospělá amniota – zmnožený počet nefronů, kumulace, těsnější kontakt glomerulu se stěnou Bowmanova váčku. Diferenciace metanefrosu → sekundární močovod (*ureter*), Wolffův vývod – chámovod (*ductus deferens*) (nehomologický s chámovodem kostnatých ryb).



# Typy vylučovacích orgánů obratlovců

## larvy mihulí

## larvy mihulí a obojživelníků, některé ryby

<b>H</b>	v každém tělním segmentu pár tubulů otevřených obrvenou nálevkou do coelomu a ústících do společného vývodu	k r a n i á l n í č.	<b>P</b> <b>Ř</b> <b>E</b> <b>D</b> <b>L</b> <b>E</b> <b>D</b> <b>V</b> <b>I</b> <b>N</b> <b>A</b>	<b>p</b> <b>r</b> <b>o</b> <b>n</b> <b>e</b> <b>p</b> <b>h</b> <b>r</b> <b>o</b> <b>s</b>	u většiny mizí, nebo se specializuje v hlavovou ledvinu
<b>P</b>	předozadního kanálu -	k a		<b>o</b> <b>p</b>	Malpighiho tělíška (g+B.v.), ztráta segmentace,
<b>H</b>	primárního močovodu	u d		<b>i</b> <b>s</b>	zmnožení tubulů, izolace
<b>R</b>	(Wolffův vývod)	á l		<b>t</b> <b>o</b>	od coelomu
<b>O</b>	-	n í		<b>n</b> <b>e</b>	Wolf. výv.-
<b>S</b>	chámovod	č.		<b>p</b> .	chámomočovod

### prvoledvina

(*mesonephros*=*pars sexualis*) cesty varlete (*epididymis*)

### pravá ledvina

(*metanephros*)

embryonální funkce, přeměna na vývodné

zmnožený počet nefronů, jejich kumulace v omezeném prostoru, těsnější kontakt glomerulu se stěnou B.v. Sekundární močovod

Ryby (jeseteři, kostlíni) obojživelníci

juvenilní i dospělci Amniot

Kostnaté ryby - druhotný chámovod

Žraloci, někteří ocasatí obojživelníci ← druhotný močovod

## REPRODUKCE obratlovců

### Gonochoristé (až na výjimky)

- pohlavní žlázy

Samčí **varlata** x samičí **vaječníky**

- vývodné cesty

(Wolfovy vývody vers. Müllerova trubice + děloha + pochva)

- pářicí orgány

- přídatné pohlavní žlázy (žraloci, savci)

## REPRODUKCE obratlovců

Gonochoristé (– hermafrodité – některé ryby, plazi: partenogeneze)

Pohlavní orgány – **gonády** (primární pohlavní znaky)  
(mezo- x entodermální původ)

- pohlavní žlázy
- vývodné cesty
- pářící orgány
- přídatné pohlavní žlázy

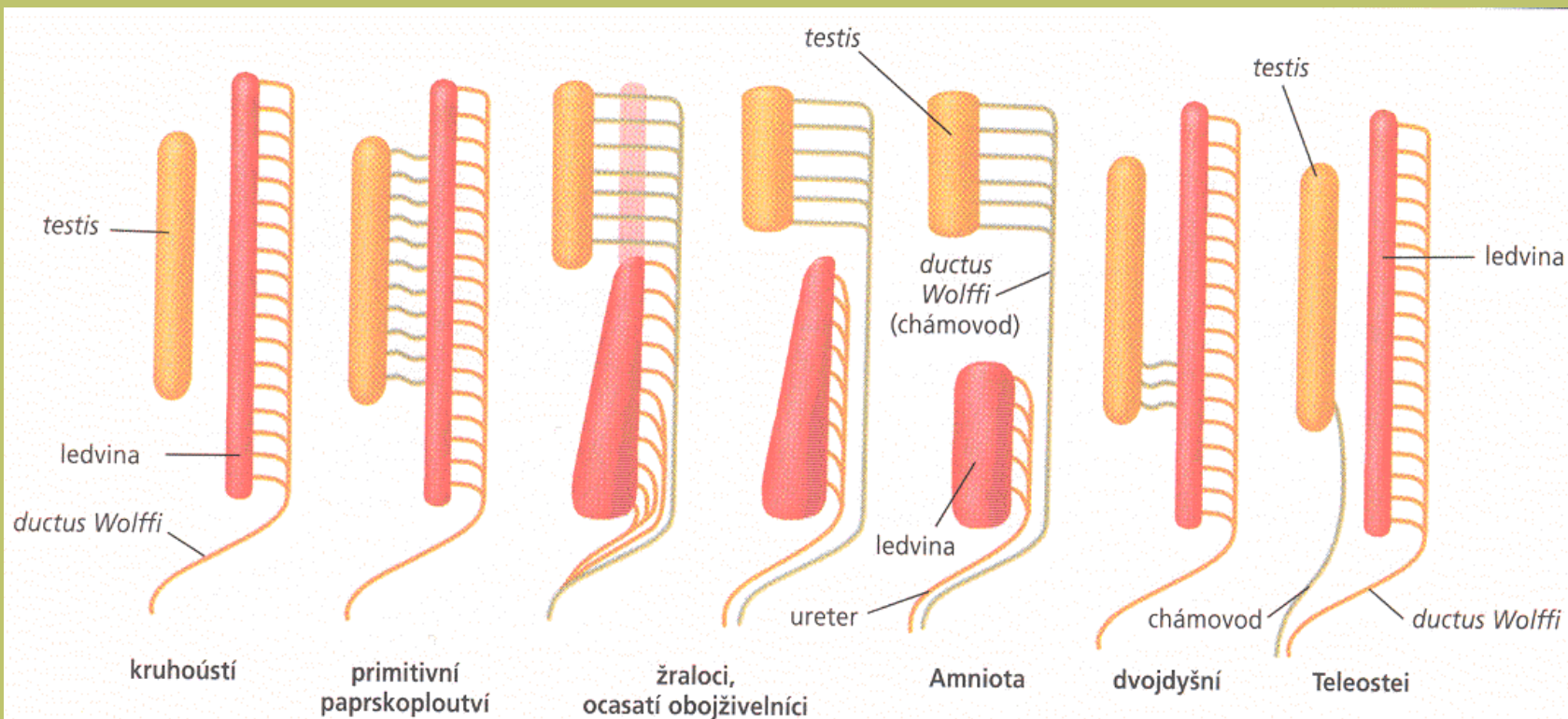
## Samčí (♂) pohlavní orgány

Samčí pohlavní žlázy – párová **varlata** (*testes*) – v kaudální části tělní dutiny ventrálně od páteře, velikost podle pohlavní aktivity

### Samčí vývodné cesty

Kruhoústí → do coelomové dutiny, ven abdominálním pórem.

Ostatní obratlovci: vývody společné s ledvinami – do vývodných kanálků varlete (podvojná funkce Wolfova vývodu), tendence k oddělování



## Samčí pářicí orgány

Ploutvovci, obojživelníci – bez pářících orgánů (výjimky)

Plazi, ptáci – přikládání kloaky (hadi, ještěrky – *hemipenis*)

Pářicí orgán – **pyj** (*penis*) – savci, náznaky želvy, krokodýli, ptáci.

## Samčí přídatné pohlavní žlázy

- Leydigova žláza – žraloci,  
jinak pouze savci

- semenné žlázy (*glandulae vesiculares*)

– aktivující pohyb a výživu spermií

- prostata (*g. prostatica*)

- bulbouretrální žl. (*g. bulbourethrales*) – pohyb pyje v pochvě

## Samičí (♀) pohlavní orgány

Samičí pohlavní žlázy – párový **vaječník** (*ovarium*) → vaječné buňky (*oocyty*)

→ do coelomové dutiny (*ovulace*) → a) ven z těla (kruhoústí)

b) nálevkovité ústí vejcovodu → 1. do kloaky, ven

2. samostatně na povrch těla (urogenitální papila ryb)

3. pochvou ven

Samičí vývodné cesty – vejcovod (Müllerova trubice)

Diferenciace: paryby, plazi, ptáci, savci – žlázy pro zásobní bílek,

– obaly vajíčka (papírová blána, skořápky).

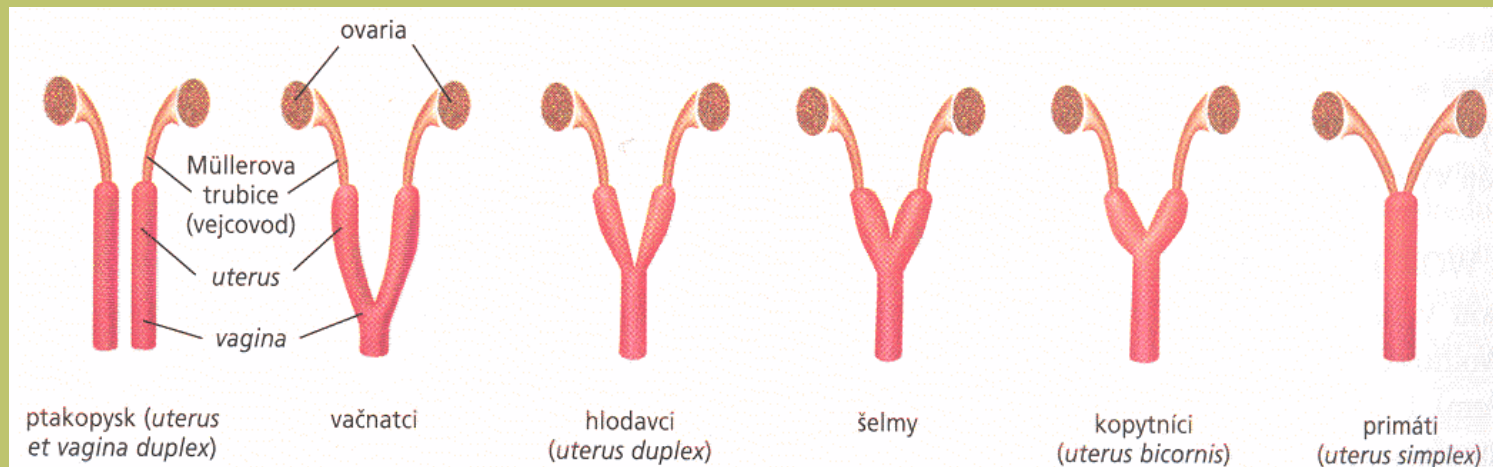
Živorodí savci: - vejcovod (*tuba uterina*)

- svalnatá děloha (*uterus*) se zahnížděním (*nidace*)

oplozeného vajíčka, vývoj v plod placentárních savců

- pochva (*vagina*) s přídatnými žlázami, pářícím orgánem

Vývoj dělohy živorodých savců (mezi děl. Dvojitou-u.d. a d. dvourohou u.b. rozlišují někteří autoři navíc u. bipartitus – d. rozeklanou):





## Samičí pářící orgán a přídatné pohlavní žlázy

Alkalický sekret povzbuzující pohyblivost spermií

Vajíčka obratlovců – změna obsahu žloutku

Ochrana zárodku před vyschnutím:

- vývoj ve vodním prostředí – rosolovitý (zřídka rohovitý – sliznatky, žraloci) obal
- suchozemští obratlovci – pevnější vaječné obaly (papírová blána, kožovité a mineralizované skořápky + specifické zárodečné obaly (amnion, alantois a seróza) – extraembryonální vychlípeniny okrajů zárodečných listů