

# Zoologie strunatců pro ZV

## Bi2MP\_ZOSP

1h týdně, z, 1kr. Zakončení: **test**  
(20 ot., 13-16 b. PsD,  $\geq 17$  b. P)

Navazuje a rozšiřuje Bi2BP\_ZZSP.  
Úspěšné absolvování je podmínkou.

Shrnující text pro každou soustavu předchází  
na světlejším pozadí.

## Předpokládaný program Bi2MP\_ZOSP 2013/14

1. (19.9.) Obratlovci – úvod
2. (26.9.) dtto – soustavy – krycí a oporná
3. (3.10.) dtto – soustava oporná
4. (10. dtto – s. svalová, endokrinní žlázy a coelom
5. (17. dtto – s. cévní
6. (24. dtto – s. trávicí a dýchací
7. (31. dtto – NS a smysly
8. (7.11 dtto – smysly
9. (14. dtto – s. vylučovací
- 10.(21. dtto – s. rozmnožovací
- 11.(28. rezerva
- 12.(5.12.) Ekosystémy obecně
- 13.(12. Ekosystémy naše
- 14.(19.) Ekosystémy – učebnice

materiály na webu

Podkmen: **Obratlovci** *Vertebrata*

**Obecné znaky:**

1. **Metamerní segmentace** těla i v dospělosti (nervová soustava, páteř, trupové svalstvo)
2. Podélné rozčlenění těla na nejméně **tři oddíly**: hlava, trup a ocas
3. Nervová soustava v podobě **míšní trubice s** vystupujícími párovými míšními nervy
4. **Uzavřená cévní soustava** podobná stavbou bezlebečným

## **Zvláštní znaky obratlovců:**

1. Zpravidla kostěná vnitřní kostra. Její osní část z **obratlů** tvořících páteř a lebky
2. **Redukce chordy** k nepatrným zbytkům (savci) až úplnému zániku (ptáci)
3. Končetiny s vnitřní kostrou v podobě **ploutve** (*ichthyopterygium*) nebo **nohy** (*chiropterygium*)
4. **Vícevrstevná pokožka** krytá různými útvary (pancíře, šupiny, peří, srst) a opatřená deriváty
5. Vývoj **mozku jako nervového ústředí** se zvyšováním významu koncového mozku
6. Soustředění **smyslových orgánů** pro příjem informací z vnějšího prostředí **na hlavovou část** (uložení v lebce)
7. **Srdce** v uzavřené cévní soustavě. **Hemoglobin** ve specializovaných **buňkách**
8. **Ledviny z mezoblastu** jako vylučovací orgán
9. **Soustava žláz s vnitřní sekrecí** zajišťující spolu s NS integraci životních pochodů
10. Vývoj **zárodečných obalů** (kromě vaječných o.) k zajištění reprodukce v podmínkách souše



Podkmen: **Obratlovci (Vertebrata)** 47 000

Nadtřída: **BEZČELISTNÍ** (AGNATA) 50

Třída: **KONODONTI** (CONODONTA) †

Třída: **ŠTÍTNATCI** (OSTRACODERMI) †

Třída: **KRUHOÚSTÍ** (CYCLOSTOMATA) 50

**KONODONTI A ŠTÍTNATCI †**

**MIHULE (CEPHALASPIDOMORPHI)**

**SLIZNATKY (MYXINI)**

Nadtřída: **ČELISTNATCI** (GNATHOSTOMATA) 46 800

Třída: **PANCÍŘNATCI** (PLACODERMI) †

Třída: **TRNOPLOUTVÍ** (ACANTHODII) †

Třída: **PARYBY** (CHONDRICHTHYES) 600

Třída: **PAPRSKOPLOUTVÉ RYBY** (ACTINOPTERYGII) 24 000

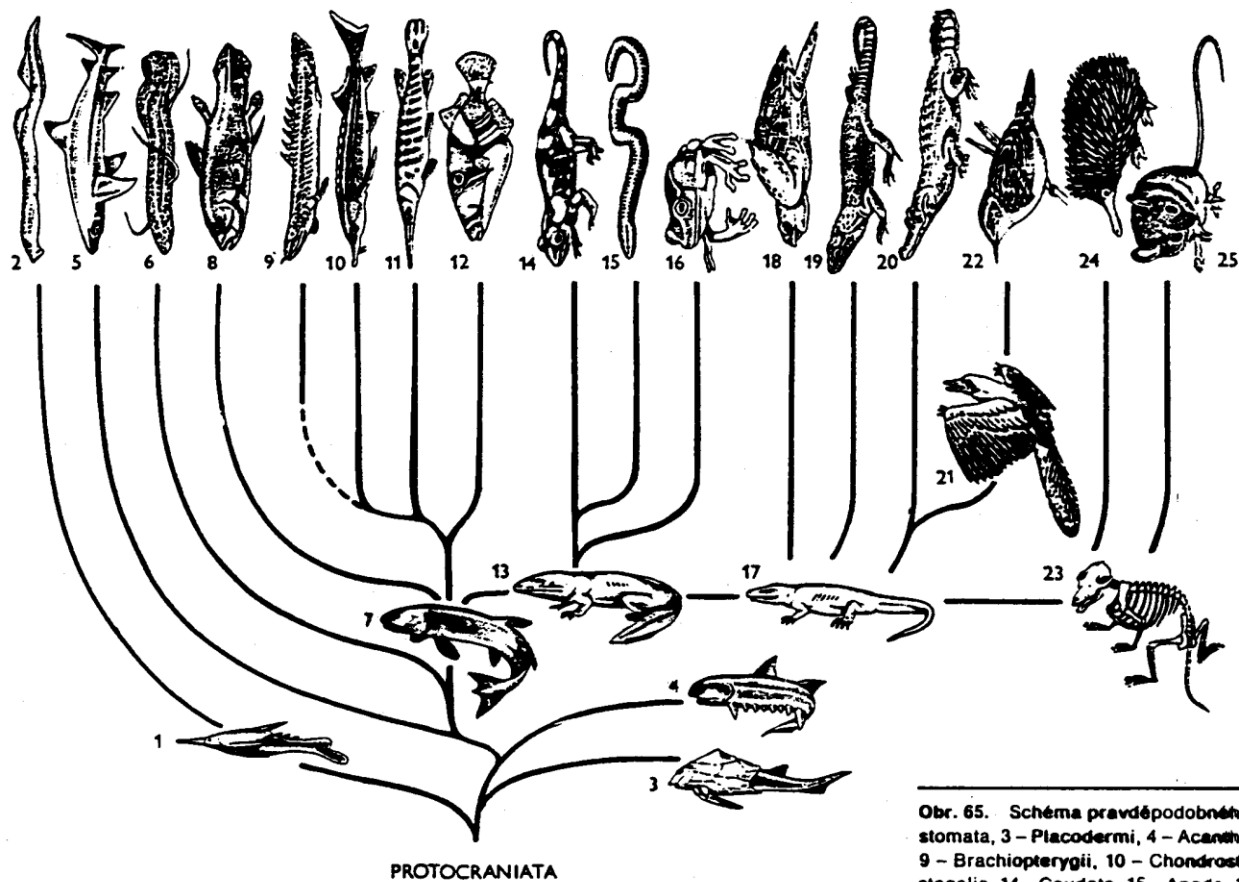
Třída: **NOZDRATÉ (SVALOPLOUTVÉ) RYBY** (SARCOPTERYGII) 6

Třída: **OBOJŽIVELNÍCI** (AMPHIBIA - LISSAMPHIBIA) 3 000

Třída: **PLAZI** (REPTILIA) 6 000

Třída: **PTÁCI** (AVES) 8 900

Třída: **SAVCI** (MAMMALIA) 4 300



Obr. 65. Schéma pravděpodobného fylogenetického vývoje obratlovců. 1 – Ostracodermi, 2 – Cyclostomata, 3 – Placodermi, 4 – Acanthodii, 5 – Chondrichthyes, 6 – Dipnoi, 7 – Rhipidistia, 8 – Actinistia, 9 – Brachiopterygii, 10 – Chondrostei, 11 – Holostei, 12 – Teleostei (6 až 12 – Pisces), 13 – Ichthyostegalia, 14 – Caudata, 15 – Apoda, 16 – Salientia (13 až 16 – Amphibia), 17 – Cotylosauria, 18 – Chelonia, 19 – Lepidosauria, 20 – Archosauria (17 až 20 – Reptilia), 21 – Saururae, 22 – Ornithurae (21 až 22 – Aves), 23 – Docodonta (a jiné skupiny navazující na synapsidní pl-zy), 24 – Prototheria, 25 – Theria (23 až 25 – Mammalia). Schéma akcentuje recentní skupiny, seřazené v pravé části obrazu (čísla 2 až 25); většina vymřelých skupin nižších než třídy je vynechána. Originál.

## Historický vývoj strunatců

Období	Věkový odhad	Evoluce taxonů obratlovců	Extinkce (†)	Vývojové procesy
<b>Hadaikum</b> <b>Prahory</b> (azoikum) <b>Starohory</b> proterozoikum	4.6-3.8 3.8-2.5 mld. 2.5 mld. –	Skrytá evoluce		Vznik Země, tuhnutí, kůra Vznik a vývoj života Růst hladiny O <sub>2</sub> , produkce kolagenu, fosfogenní události
<b>Prvohory</b> - Kambrium	540 mil. –	Primitivní strunatci Konodonti		Kambrijská exploze
Ordovik	490 –	Štítnatci Časní čelistnatci		
Silur	443 –	Pancířnatci Paryby, svaloploutvé i paprskoploutvé ryby		
Devon	417 –	Tetrapoda – obojživelníci	† štítnatci	Přechod na souš
Karbon	354 –	Blanatí plazi		Teplo a vlhko Zalednění
Perm	290(2) –	Synapsidi	† bezblan. čtvernožci	Pangea

## Historický vývoj (suchozemských) obratlovců

Období	Věkový odhad	Evoluce taxonů obratlovců	Extinkce	Vývojové procesy
<b>Druhoohory</b> – trias  jura  křída	248(51) –  206 –  144 –	Archo-, lepidosauři, savci, žáby, kost.ryby  Moder.žraloci, rejnoci ptáci, ocasatí obojživ.  Placentální savci	   Dinosauři	  Rozpad Pangey (?)  Další dělení kontinentů
<b>Třetihory</b> – paleogén – paleocén eocén ologocén Neogén – miocén pliocén	65 – 55 – 35 – 23 – – 1,7	Radiace savců a ptáků  Hominini	  Starobylé linie	Teplé globální klima, ochlazení  Horotvorné procesy
<b>Čtvrtohory</b> –pleistocén  holocén	1,7 –  12 000 –		neogénní savanová fauna, velcí ptáci a savci	Glaciály x interglaciály

## KŮŽE a její deriváty

Funkce: - ochrana před vlivy prostředí  
- termoizolace  
- látková výměna  
- kontakt vnějším prostředím (smysly)

Stavba: - vícevrstevná pokožka (epidermální původ)  
- zárodečná vrstva *stratum germinativum*  
- rohovitá vrstva *stratum corneum*

deriváty: ● šupiny

kožní žlázy

- škára *corium, dermis*

deriváty: ● šupiny

cévy

kožní receptory

chromatofory

- podkožní vazivo *tela subcutanea*

## KŮŽE a její deriváty

- Funkce:
- ochrana před vlivy prostředí
    - mechanická
    - obranná (protipatogenní)
  - termoizolace
  - látková výměna (osmóza)
  - kontakt vnějším prostředím (smysly)

Stavba: - vícevrstevná pokožka (epidermální původ)

zárodečná vrstva *stratum germinativum* (keratinizace →)

rohovitá vrstva *stratum corneum* (odlupování)

útvary: ● rohovité šupiny (► peří)

● srst (vlasy, žíně, bodliny)

● deriváty pokožky (rohovité mozoly žab, drápy, podo- a ramfotéka, nehty, kopyta, rohy)

● kožní žlázy (slizové, jedové a světelné vodních) → redukce u plazů a ptáků (stehenní póry, kostrční žláza), další diferenciacce u savců (potní, mazové, pachové, mléčné)

škára *corium, dermis* (mezodermální původ)

deriváty: ● pancíře

● šupiny (plakoidní, kosmoidní (► ganoidní), leptoidní (elasmoidní) (cykloidní a ktenoidní)

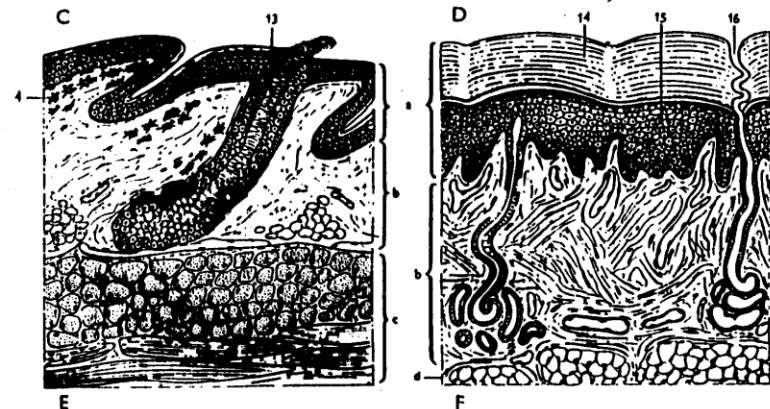
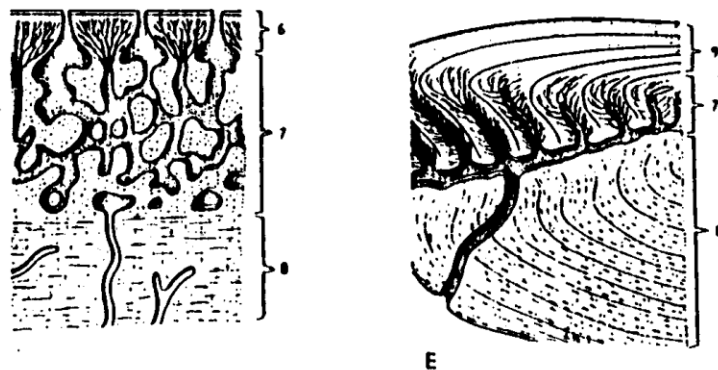
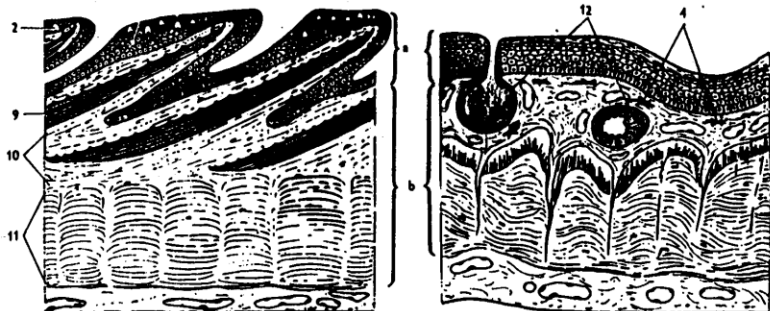
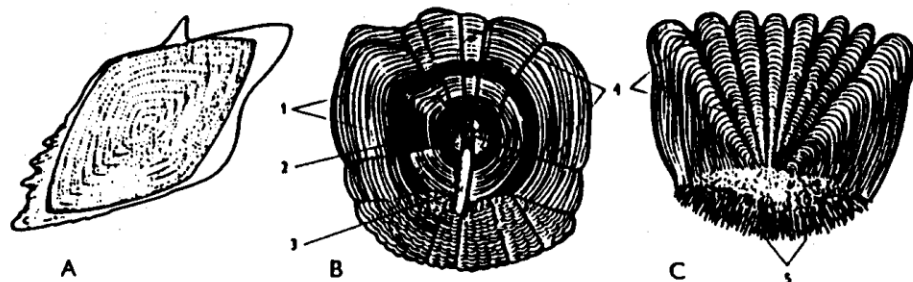
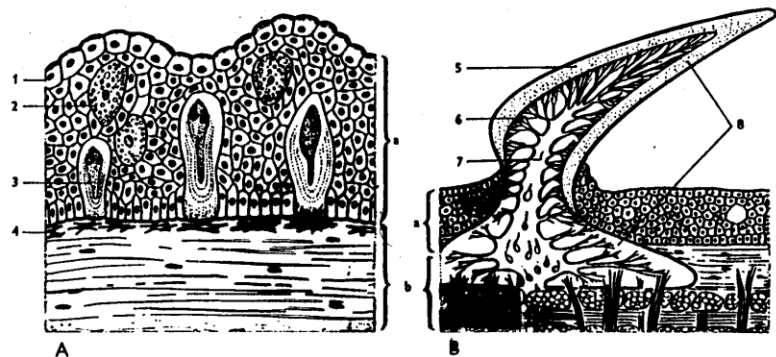
● cévy

● kožní receptory

● chromatofory

podkožní vazivo *tela subcutanea* (nervová zakončení, úpony svalů, tukové zásoby)

Zbarvení: pigmenty v mrtvých derivátech nebo specializovaných buňkách vrstev kůže



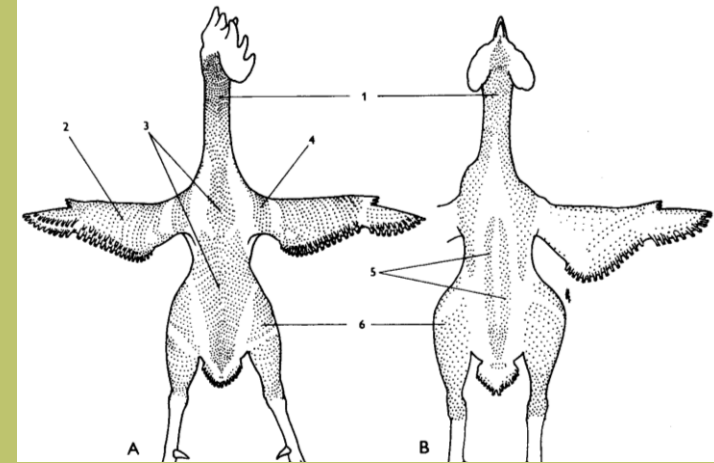
Obr. 74. Vzhled a stavba rybích šupin. Pohled na vnější plochu šupiny: A – ganoidní nebo kosmoidní (může být i zaoblená – u recentních bahňků a tetlmerle), B – cykloidní, C – ktenoidní; D – řez kosmoidní šupinou, E – řez ganoidní šupinou. 1 – soustředné lamely (circuli), 2 – zimní přírůstek (annulus), 3 – kanálek postranní čáry, 4 – radiální kanálky, 5 – povrchové trny (klenie) nepokryté částí šupiny, 6 – vrstva vitrodentinová, 7 – kosminová, 8 – izopedinová, 9 – ganolnová. Podle Giersberga a Riet-schela, Remaneho a spol., doplněno z dalších pramenů.

Obr. 11. Pokryv těla některých obratlovců – schematizované h: s cilogické řazy kůží: A – kruhoustých (Cyclostomata), B – paryb (Chondrichthyes), C – ryb (Pisces), D – obojživelníků (Amphibia), E – plazů (Reptilia), F – savců (Mammalia). a – pokožka (epidermis), b – škůra (corium), c – kožní avatovina (příčné a podélné říznutí), d – podkožní vrstva (subcutis) s tukovou tkání; 1 – vrstva (nezrohovatělých) krycích buněk, 2 – jednobuněčná kožní žláza, 3 – kožní žláza s dvěma jádry, charakteristická pro mihule, 4 – chromatofory, 5 – sklovina, 6 – zubovina, 7 – zubní dřeň, 8 – plakoidní šupina, 9 – kostěná (elasmoidní) šupina, 10 – svrchní vrstva škůry, 11 – spodní (kompaktní) vrstva škůry, 12 – vícebuněčné kožní žlázy zanořené do škůry, 13 – tzv. stehenní pór se sekretem pokožkového původu (bližší u plazů), 14 – zrohovatělá vrstva pokožky (stratum corneum), 15 – zárodečná vrstva pokožky (stratum germinativum), 16 – vývod potní žlázy. Podle Kämpfého a spol., doplněno z dalších pramenů.



**Pero** - unikátní produkt pokožky ptáků  
– přestavba plazí šupiny.

Peří obrysové na **pernicích**  
a peří prachové tamtéž i na některých  
**nažinách**



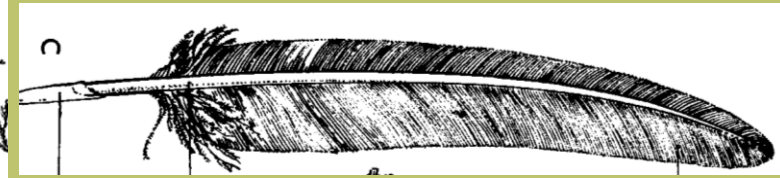
**Obrysové pero** – stavba:

- a) *stvol* – brk a osten
- b) *prapor* s větvemi, paprsky a háčky

krycí – hlava, tělo (tvar) (D)

letky (C) (ruční, loketní, ramenní – nesouměrná) – křídla

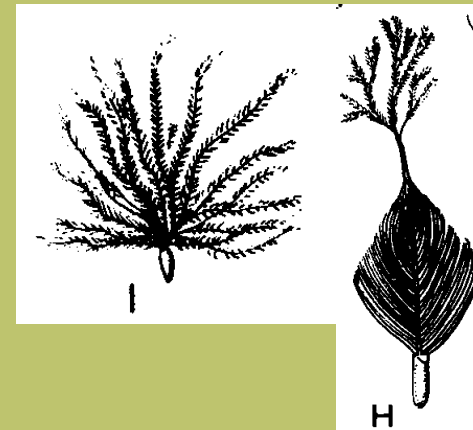
rydovací pera – ocasní část



Vibrisy, vlasová pera (F), p. štětinová (G), p. okrasná



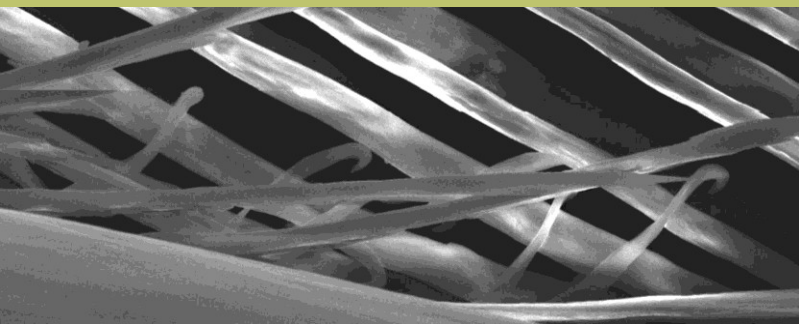
- Prachové opeření** a) zjednodušená pera - krátký stvol,  
vějířek volných větví a paprsků - tepelná izolace (I)  
b) měkké větve z baze – *neoptile* - první opeření ptáků (H)



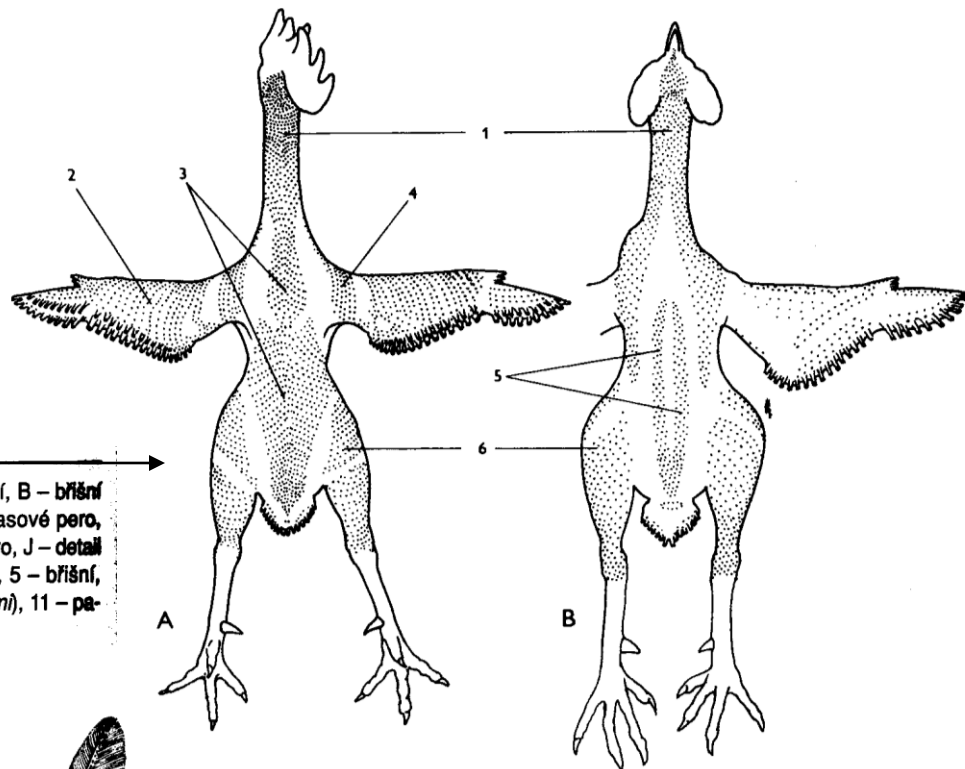
(drobivý prach – asi přeměna krycích per )  
Pelichání – výměna



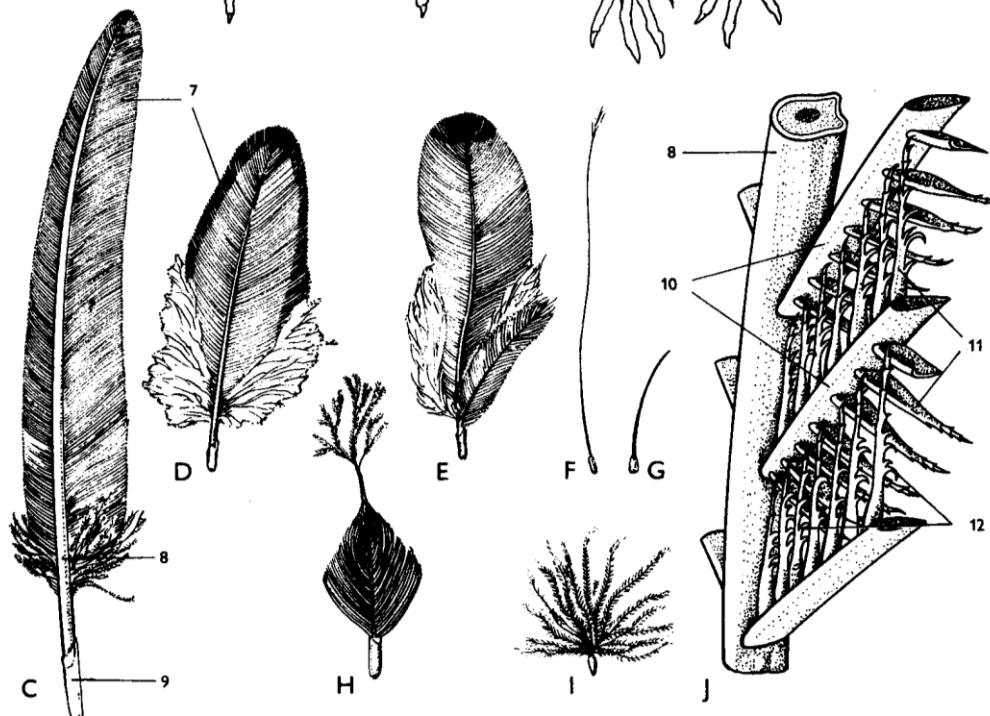
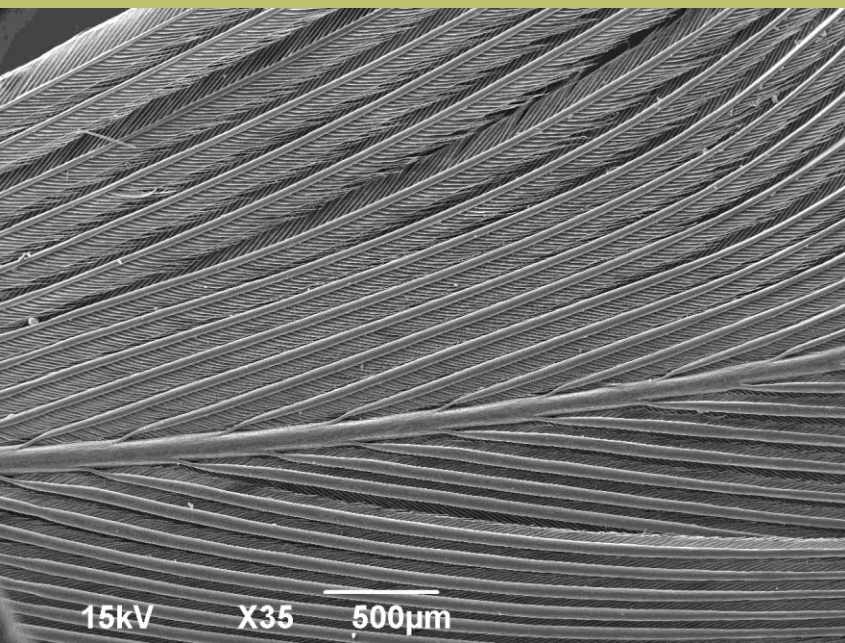
# Ptačí pero – mikroskopický detail háčků



**Obr. 114** Rozložení, typy a stavba peří. A a B – pernice a nažiny (rod *Gallus*). A – hřbetní, B – břišní strany. C až J – typy peří: C – letka, D – krycí pero, E – krycí pero s paostnem, F – vlasové pero, G – štětinové pero, H – obrysové pero vytlačující prachové pero mláděte, I – prachové pero, J – detail mikroskopické stavby pera. 1 – pernice hlavová, 2 – křídelní, 3 – hřbetní, 4 – ramenní, 5 – břišní, 6 – stehenní, 7 – prapor (*vexillum*), 8 – osten (*rhachis*), 9 – brk (*calamus*), 10 – větve (*rami*), 11 – paprsky (*radii*), 12 – háčky (*hamuli*).



# Ptačí pero – elektronmikroskopická struktura



**Kůže** – srst, potní a mazové žlázy.

Srst – ne derivát šupiny, ale vznik mezi.

Chlupová cibulka v chlupovém váčku, proti škárová bradavka k výživě.

**Vlníky** (termoizolace) + **osiníky**

(nesmáčivost) = podsada,

**pesíky** (zbarvení a ochrana).

**Sinusové chlupy** (vibrisy).

Výměna srsti – línání (2krát ročně).

Redukce srsti: kytovci, sirény, rypoš, sloni,

částečně nosorožci, létací blána letounů.

Rohovité útvary kůže: ostny, šupiny, krunýře (ze srsti).

Další rohovité útvary: drápy, nehty, kopyta, rohovitá vrstva rohů, rohy nosorožců

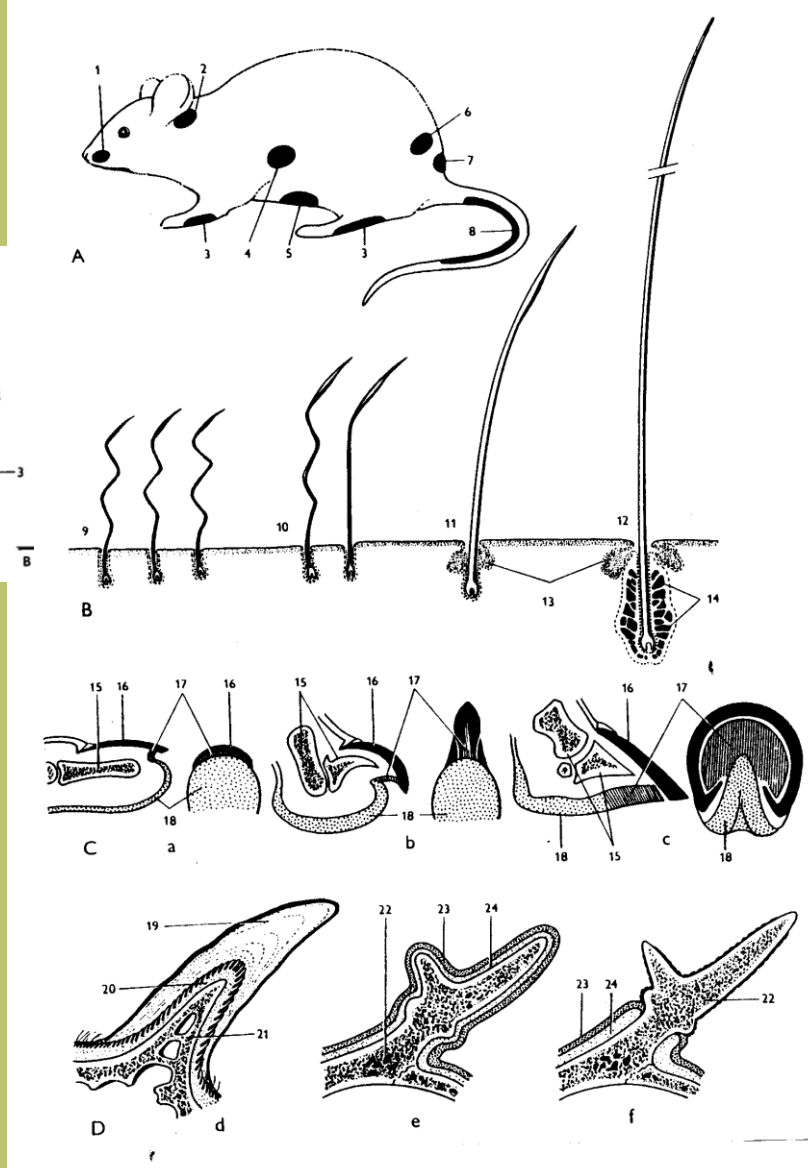
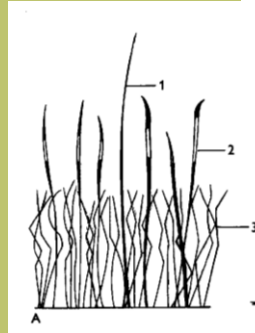
Početné kožní žlázy:

- **potní** (termoregulace, pachová komunikace)

- **mazové** (péče o srst)

- **pachové** (oboje modifikace předchozí – komunikace)

- **mléčné** – samostatné vývody (mléčné políčko) x mléčná bradavka nebo struk



Obr. 120. Příklady kožních struktur savců: A – možné umístění pachových žláz na těle hlodavce. B – hlavní typy chlupů. C – rohovitý kryt distálních konců prstu. D – srovnání rohu a parohu. 1 – retinální žlázy, 2 – zaušní ž., 3 – chodidlové ž., 4 – boční ž., 5 – břišní (pupiční) ž., 6 – nadohřbetní ž., 7 – nadocasní ž., 8 – podocasní ž., 9 – vlníky, 10 – osiníky, 11 – pesíky, 12 – hmatový chlup, 13 – mazová žláza, 14 – krevní sítě, 15 – kostěná tkáň prstních článků, 16 – rohová stěna (nehtu, drápu, kopyta), 17 – podnehtí (hyponychium), 18 – prstní polštář (u kopyta zvaný stěp), 19 – rohový toulec, 20 – germi-nativní vrstva pokožky a škára, 21 – rohová kost, 22 – kostěná tkáň parohu, 23 – pokožka, 24 – škára; a – nehet (unguis), b – dráp (unguiculus), c – kopyto (ungula), d – roh (cornu), e – rostoucí paroh, f – dokončený paroh. Podle Niethammera, DeBlaseho a Martina a Komárka.



## **OPORNÁ soustava (kostra)**

Vazivo – nejpůvodnější

Chrupavka – ontogenetický předstupeň kosti

Kostní tkáň

**Typ skeletu: a) dermální s.**

**osifikace vaziva ve škáře – krycí kosti**

**b) endoskelet**

**chondrogenní osifikace kosti náhradní**

**endoskelet somatického původu**

**endoskelet viscerálního původu**

**Osní kostra (trupu)**

**páteř (*columna vertebralis*) z obratlů**

**amficélní**

**opistocélní**

**procélní**

**(heterocélní)**

**acélní**

**žebra (*costae*)**

# Lebka

**mozková část (*neurocranium*)**

**oblast týlní**

**o. sluchová**

**o. očnícová**

**o. čichová**

**obličejová část (*viscerocranium*)**

**opora žaberního aparátu – původně 9 žaberních oblouků**

**1. a 2. zanikají (ret. chrup. paryb)**

**3.čelistní (*palatoquadratum + mandibulare*)**

**4.jazykový (*hyomandibulare + hyoideum*)**

**5.opora žaber**

**6.-9. jako 5. u vodních,**

**6.,7.-chrupavky u tetrapod**

**8.,9. u tetrapod mizí**

- **podle připojení horní čelisti (*palatoquadrata*) k neurokraniu:**
- **amfistylní – kloub v oblasti sluchové a předočnicové, *hyomandibulare* (primitivní paryby)**
- **hyostylní – spojení pouze pomocí *hyomandibulare* (paryby, kostnaté ryby)**
- **autostylní – pevné spojení (srůst) (chiméry, dvojdyšné a lalokoploutvé ryby, tetrapoda)**

- **platybazická** – široká, očné daleko od sebe (paryby, ryby násadoploutvé a dvojdyšné, obojživelníci a savci)
- **tropibazická** – úzká, vysoká s úzkou přepážkou mezi očnicemi (kostnaté ryby, ptáci a plazi !)

**Kinetická lebka:** ■ bazipterygoidní kloub (mezi epipterygoidem a bazisphenoidem) + další kloubní spojení

■ volné kosti (až tyčinkovité)

■ **vazy spojující obě poloviny** (ještěři ptáci, hadi)

**Akinetická lebka** (recentní obojživelníci, želvy, haterie, krokodýli, savci)

**Monokondylní lebka:** jediný týlní hrbol – primit. obojživelníci, plazi, ptáci

**Bikondylní lebka:** dva týlní hrboly – recent. obojživelníci, Synapsida, savci

## Kostra končetin

**nepárové končetiny – z ploutevního lemu**

1. ploutev ocasní

2. p. hřbetní

3. p. řitní

heterocerkní

hypocerkní

difycerkní

homocerkní

**párové končetiny: ichthyopterygium (ploutev) x chiropterygium (noha)**

**tři teorie vzniku: Gegenbauerova**

**metapleurová**

**Graham-Kerrová**

## **Pletenec (I) + volná končetina (II)**

### **ad I. pletenec přední končetiny – lopatkové pásmo**

**klíční kost** (*clavicula*)

**lopatka** (*scapula*)

*cleithrum* (u suchozemských mizí)

**krkavčí kost** (*coracoid*) – pro- → meta-

### **pletenec zadní končetiny**

**kost kyčelní** (*ilium*)

**kost sedací** (*ischium*)

**kost stydká** (*pubis*)

### **ad II. přední volná končetina**

**kost ramenní** (*humerus*)

**kost vřetenní+loketní** (*radius+ulna*)

**zápěstí** (2-3 ř.) (*carpalia*)

**záprstí** (*meta-*)

**články prstů** (*phalanges digiti*)

### **zadní volná končetina**

**kost stehenní** (*femur*)

**kost holenní+lýtková** (*tibia+fibula*)

**zánártí** (2-3 ř.) (*tarsalia*)

**nárt** (*meta-*)

**články prstů** (*phalanges digiti*)

# OPORNÁ soustava (kostra)

Vazivo – nejpůvodnější

Chrupavka – ontogenetický předstupeň kosti

Kostní tkáň

- Typ skeletu:** a) **dermální s.** – osifik. vaziva ve škáře - krycí k. – chybí chrup.kostry  
b) **endoskelet** – chondrogenní osifik. chrup. → kosti náhradní  
e. **somatického původu** (obratle, neurokranium, žebra, končetiny)  
e. **viscerálního původu** (žaberní oblouky s deriváty)

## A. Osní kostra (trupu)

**páteř** (*columna vertebralis*) z **obratlů**

aspondylní obr. (bez těl – bahníci, jeseteři)

amficélní (vodní čelistn., červoři, haterie)

opistocélní (většina ocasatých)

procélní (větš. žab, většina šupinatých)

(heterocélní) (sedlovité) (ptáci)

acélní, platycélní (savci)

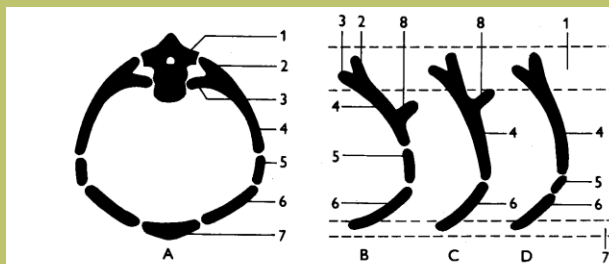
**žebra** (*costae*)

vodní: horní a dolní

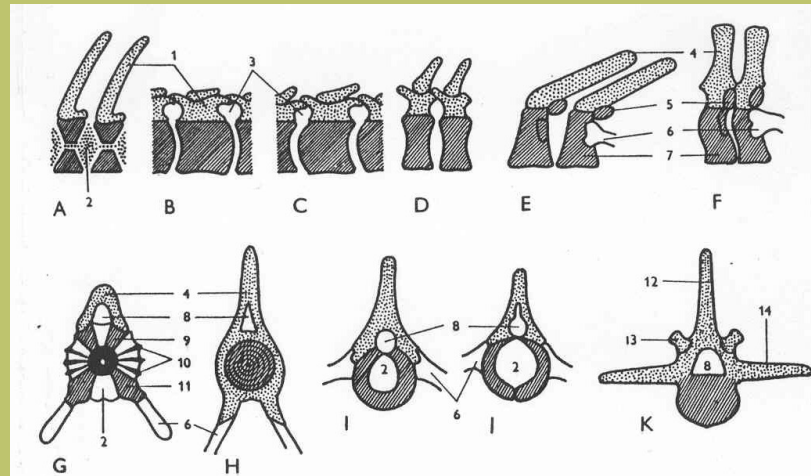
suchozemští:

zánik dolních,

redukce

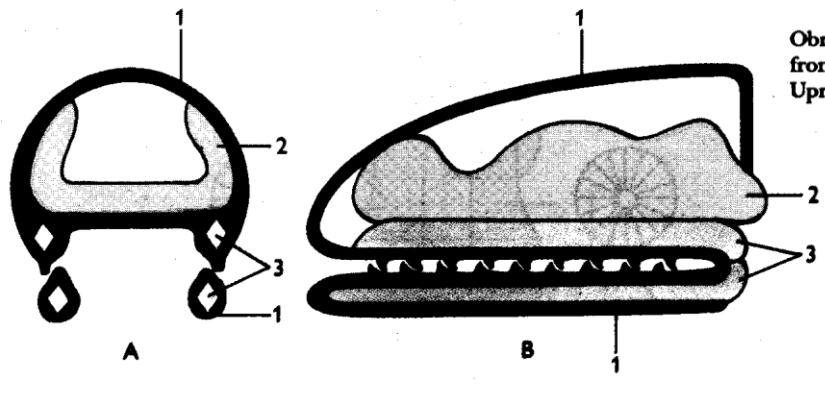


Obr. 23: Schéma organizace žebere amniot. A - hrudní segment v předozadní projekci, B - třídlínné žebro plazů, C - dvoudílné žebro ptáků, D - třídlínné žebro ptakopyška a mravenečnicka. 1 - topografická poloha obratle, 2 - tuberculum costae, 3 - caput costae, 4 - vertebrocostale, 5 - intercostale, 6 - sternocostale, 7 - topografická poloha sternu, 8 - processus uncinatus. Upraveno podle Portmanna, 1965.

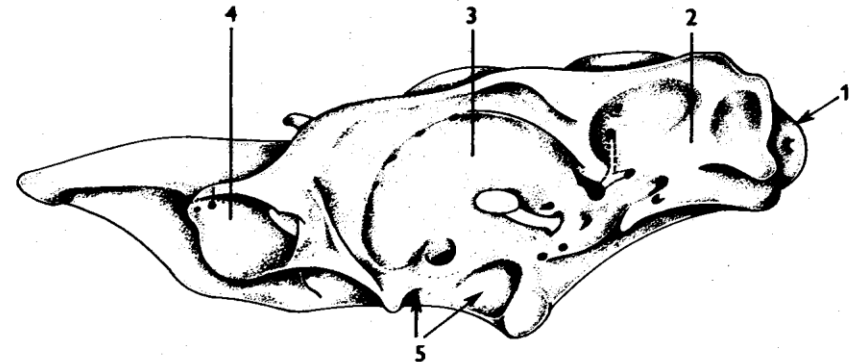


Obr. 12. Zjednodušené schéma stavby a typů obratlů: A – obratle amficélní, B – procélní, C – opistocélní, D – platycélní, E – obratle předků obojživelníků (lalokoploutvá ryba rodu *Eusthenopteron*), F – obratle nejstarších čtvernožců (obojživelník rodu *Ichthyostega*), G – obratle žraloka (*Selachiformes*), H – obratle ryby nadřádu kostnatí (*Teleostei*), I – čelní pohled na obratle E (lalokoploutvá ryba), J – totéž obratle F (obojživelník), K – totéž obratle D (savец). 1 – oblouk obratle (arcus vertebrae), 2 – chorda, 3 – meziobratlový otvor (foramen intervertebrale), 4 – neurální oblouk, 5 – pleurocentrum, 6 – žebro, 7 – hypocentrum (5 a 7 jsou vývojově důležité součásti těla obratle), 8 – obratlový otvor (foramen vertebrale), jímž probíhá mícha, 9 – basidorsale, 10 – vápenitě inkrustace chordy, 11 – basi-ventrale (9 a 11 jsou různé složky těla obratle), 12 – obratlový trn (processus spinosus), 13 – kloubní výběžek (processus articularis), 14 – příčný výběžek (processus transversus); na všech kresbách je šikmým šrafováním vyznačeno tělo obratle (corpus vertebrae). Podle Romera a Sigmunda.





Obr. 25: Schéma topografických vztahů základních komponent lebky idealizovaného obratlovce na frontálním (A) a sagitálním řezu (B). 1 - dermatocranium, 2 - neurocranium, 3 - viscerocranium. Upraveno podle Remancho et al., 1972.



Obr. 26: Lebka žraloka rodu *Squalus* při pohledu zleva. 1 - regio occipitalis, 2 - regio otica, 3 - r. orbitalis, 4 - r. ethmoidea, 5 - kloubní jamka pro skloubení palatoquadrata s lebkou. Podle Jolicho, 1962.

## Lebka

### mozková část (*neurocranium*)

oblast týlní

o. sluchová

o. očnicová

o. čichová

### obličejová část (*viscerocranium*)

opora žaberního aparátu – původně 9 žaberních oblouků

1. a 2. zanikají (retní chrupavky paryb)

### 3. čelistní (*palatoquadratum* + *mandibulare*)

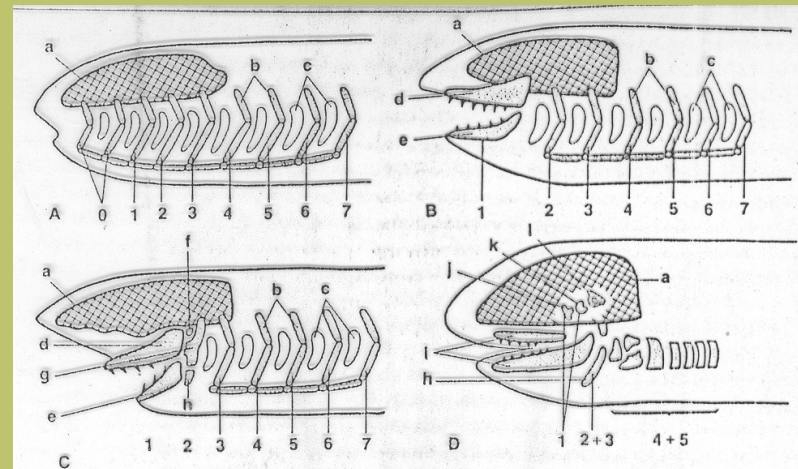
### 4. jazykový (*hyomandibulare* + *hyoideum*)

5. opora žaber

6.-9. jako 5. u vodních,

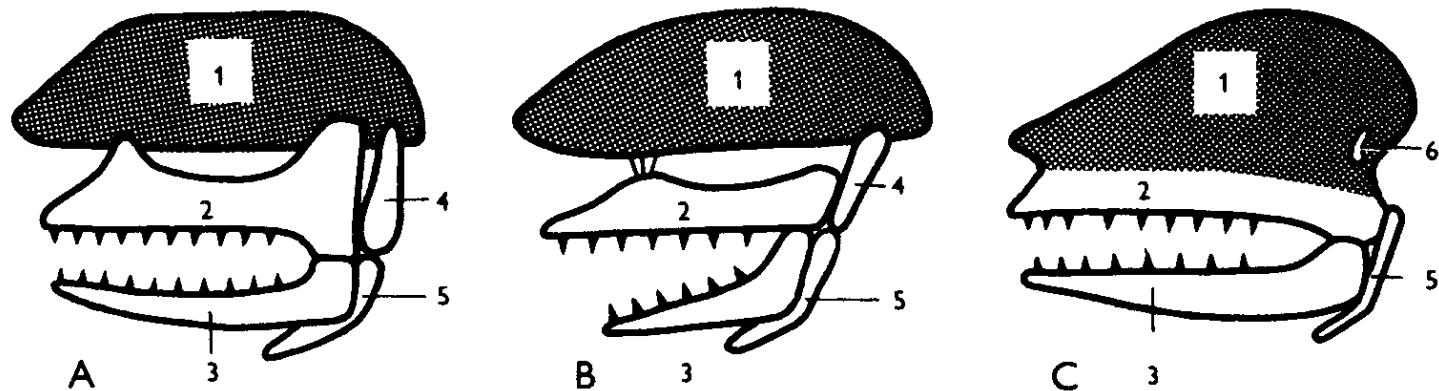
- 6., 7. chrupavky u tetrapod

- 8., 9. u tetrapod mizí



-podle připojení horní čelisti (palatoquadrata) k neurokraniu:

- **amfistylní** – kloub v oblasti sluchové a předočnicové, hyomandibulare (primitivní paryby)
- **hyostylní** – spojení pouze pomocí hyomandibulare (paryby, kostnaté ryby)
- **autostylní** – pevné spojení (srůst) (dvojdyšné a lalokoploutvé ryby, tetrapoda, chiméry – holostylie – jiný vznik)



**Obr. 22** Schéma způsobů připojení čelistí k mozkové části lebky. A – amfistylie, B – hyostylie, C – odvozená autostylie, 1 – *neurocranium*, 2 – horní čelist (různé složky), 3 – dolní čelist (různé složky), 4 – *hyomandibulare*, 5 – *hyoideum*, 6 – *columella* (= *stapes*).

- **platybazická** – široká, očné daleko od sebe (**paryby, ryby násadoploutvé a dvojdyšné, obojživelníci a savci**)
- **tropibazická** – úzká, vysoká s úzkou přepážkou mezi očnicemi (**kostnaté ryby, ptáci a plazi !**)

### **Kinetická lebka:**

- ▣ bazipterygoidní kloub (mezi epipterygoidem a bazisphenoidem) + další kloubní spojení
- ▣ volné kosti (až tyčinkovité)
- ▣ **vazy spojující obě poloviny** (ještěři ptáci, hadi)

**Akinetická lebka** (recentní obojživelníci, želvy, haterie, krokodýli, savci)

**Monokondylní lebka:** jediný týlní hrbol – primitivní obojživelníci, plazi, ptáci  
**Bikondylní lebka:** dva týlní hrboly – recentní obojživelníci, Synapsida, savci

# Kostra končetin

nepárové končetiny – z ploutevního lemu

ploutev ocasní

heterocerkní

hypocerkní

difycerkní

homocerkní

p. hřbetní

p. řitní

párové končetiny

ichthyopterygium (ploutev)

chiropterygium (noha)

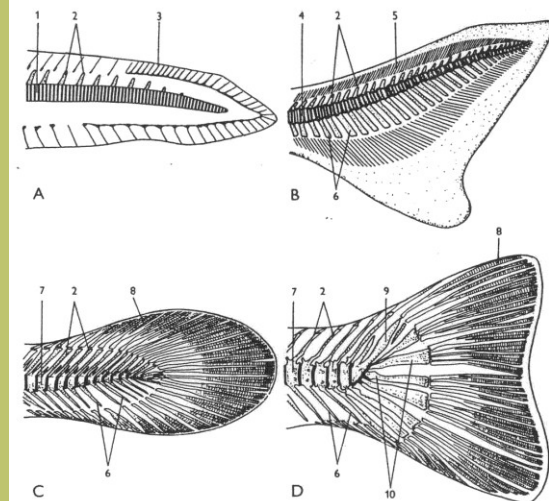
tři teorie vzniku: **Gegenbauerova** – pásma z skeletu žaberních oblouků,

skelet ploutevního lemu (Rd) z žaberních plátek – spor o svalovinu

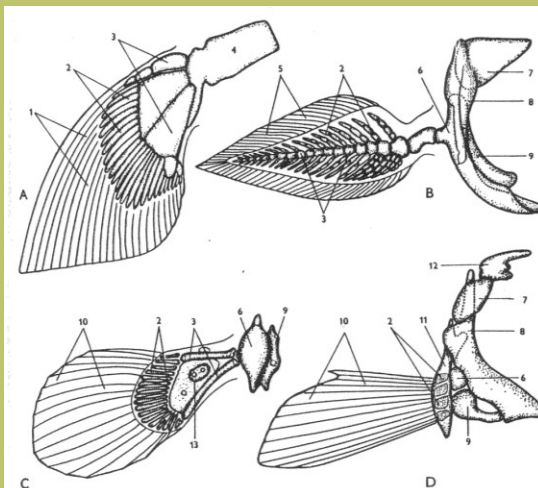
**metapleurová** – volná končetina *in loco*, druhotný vznik pásem

**Graham-Kerrová** – 1+2: pásma ze skeletu oblouků, volná

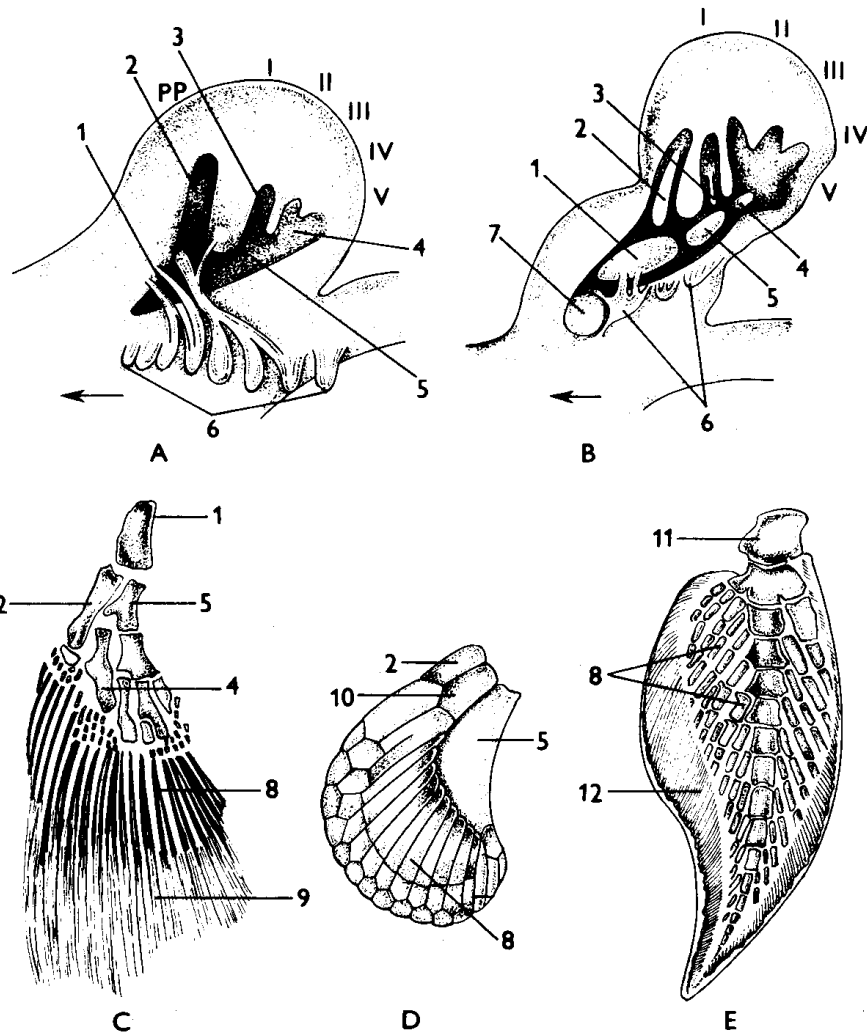
končetina z vnějších žaber



Obr. 15. Typy ocasní ploutve vodních obratlovců: A – ploutevní lem mihulí (Petromyzones), B – heterocerkní, C – difycerkní, D – homocerkní ploutev. 1 – chorda, 2 – horní (neurální) oblouky obratlů, 3 – paprsky ploutevního lemu kruhoustých, 4 – těla obratlů páryb (vysvětlení v textu), 5 – ceratotrichia, 6 – dolní (hemální) oblouky obratlů, 7 – kostěná těla obratlů, 8 – lepidotrichia, 9 – uryostyl, 10 – hypuralia. Podle Grassého (A), Romera (B, C) a orig. podle preparátu kostry kapra (D).



Obr. 16. Kostra prsní ploutve některých vodních čelístnatců: A – žralok (rod Acanthias), B – bahňák (rod Neoceratodus), C – bichir (rod Polypterus), D – candát (rod Stizostedion). 1 – ceratotrichia, 2 – radia, 3 – basalia, 4 – coracoscapulare, 5 – camptotrichia, 6 – scapula, 7 – supracleithrum, 8 – cleithrum, 9 – procoracoid, 10 – lepidotrichia, 11 – subcleithrum, 12 – posttemporale, 13 – osifikovaná část chrupavčité destičky (mesopterygium). Podle Wurmacha a Matvejeva a Gurtového.



Obr. 35: Pokus o ontogenetickou rekapitulaci evuce savčího chiropterygia z rybšho ichthyopterygia. A - časné, tzv. paletové, vývojové stadium přední končetiny savců, B - pozdější vývojové stadium se základy kosterních elementů přední končetiny, C - hrudní ploutev (uniseriální archipterygium) vymřelé lalokoploutvé ryby rodu *Eusthenopteron*, pravděpodobného předka suchozemských obratlovců, D - levá hrudní ploutev žraloka s dobře vyvinutým metapterygiem (5), jako další příklad ichthyopterygia, ze kterého mohl probíhat vývoj chiropterygia, E - specializované biseriální archipterygium bahňáka rodu *Neoceratodus*, které stojí stranou hlavního směru evuce pětiprsté končetiny. 1 - humerus, 2 - radius (protopterygium), 3 - zápěstní kůstka intermedium, 4 - zápěstní kůstka ulnare, 5 - ulna (metapterygium D), 6 - nervy, 7 - základ lopatkového pásma, I až V - poloha budoucích prstů, pp - praepollex, prst vyvinutý u nižších suchozemských obratlovců před palcem, 8 - radialia, 9 - lepidotrichia, 10 - mesopterygium, 11 - basalia, 12 - ceratotrichia. Modifikováno podle Starcka, 1979.

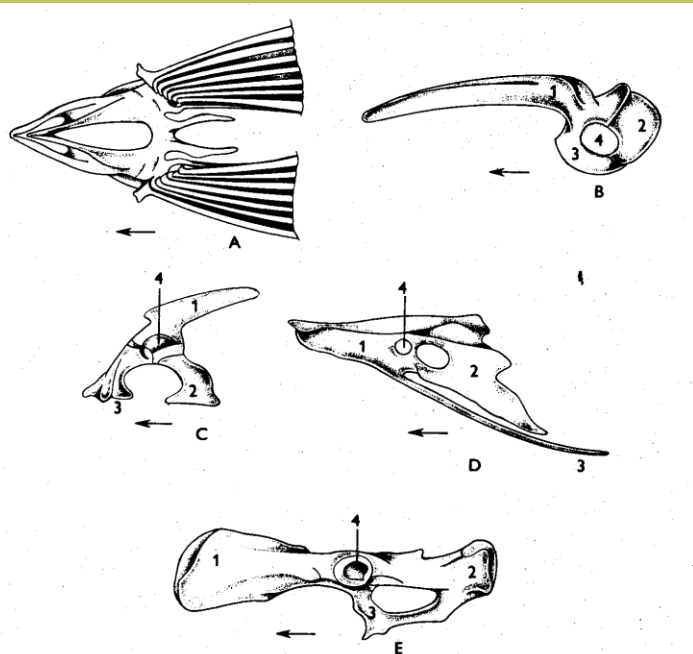


# Párová končetina:

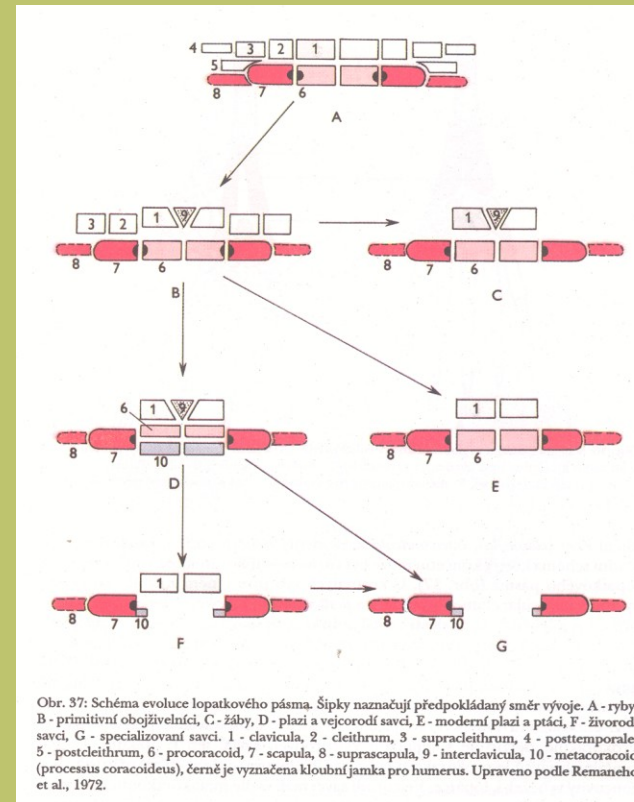
## I. pletenec + II. volná končetina

ad I.

pletenec přední končetiny – lopatkové pásmo  
 clavícula (klíční kost)  
 scapula (lopatka)  
 cleithrum (u suchozemských mizí)  
 coracoid (krkavčí k. – pro- → meta-)



Obr. 38: Nástin evoluce pánevního pásma obratlovců. A - kapr shora, B - skokan zleva, C - varan zleva, D - holub zleva, E - králík zleva. Šípky vyznačují směr k hlavě. 1 - os ilium, 2 - os ischií, 3 - os pubis, 4 - acetabulum (kloubní jamka pro femur). C.) podle Ihleho et al., 1971, ostatní jsou originály.



Obr. 37: Schéma evoluce lopatkového pásma. Šípky naznačují předpokládaný směr vývoje. A - ryby, B - primitivní obojživelníci, C - žáby, D - plazi a vejcorodí savci, E - moderní plazi a ptáci, F - živorodí savci, G - specializovaní savci. 1 - clavícula, 2 - cleithrum, 3 - supracleithrum, 4 - posttemporale, 5 - postcleithrum, 6 - procoracoid, 7 - scapula, 8 - suprascapula, 9 - interclavícula, 10 - metacoracoid (processus coracoideus), černě je vyznačena kloubní jamka pro humerus. Upraveno podle Remaneho et al., 1972.

pletenec zadní končetiny  
 ilium (kost kyčelní)  
 ischium (kost sedací)  
 pubis (kost stydká)

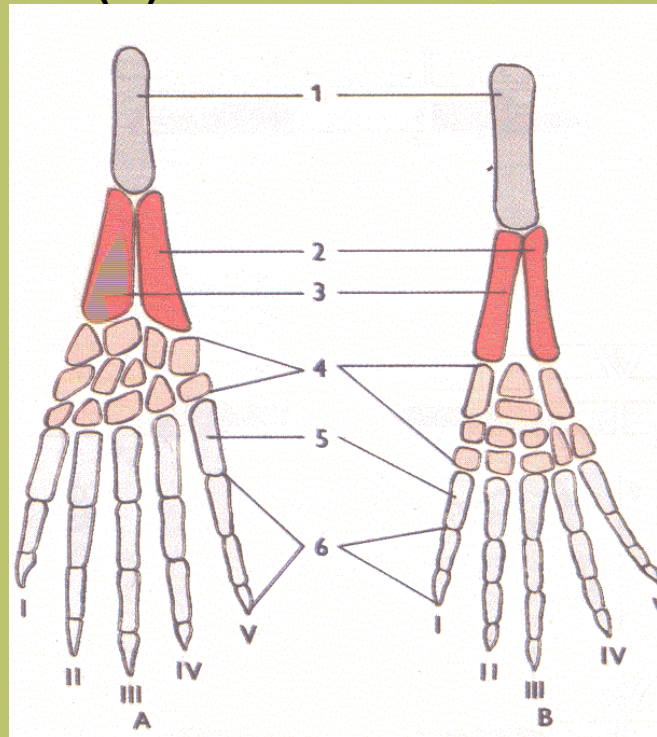
## ad II. přední volná končetina (A)

**humerus (1)**  
(k. ramenní)

**radius (2) + ulna (3)**  
(vřetenní+loketní)

**carpalia (zápěstí 2-3 ř.)**  
**meta-** (záprstí) (5)

**phalanges digiti (6)**  
(články prstů)



## zadní volná končetina (B)

**femur (1)**  
(k. stehenní)

**tibia (2) + fibula (3)**  
(k.holenní+lýtková)

**tarsalia (zánártí 2-3ř.)**

**meta-** (nárt ) (5)  
**phalanges digiti (6)**  
(články prstů)

## ad ichthyopterygium IIA i B)

**basalia (3)+radialia (moc)+c(k)eratotruchia (paryby)**

basalia (řada)+ radialia (větve)+c(k)amptotruchia (bahníci)

basalia (2) + radialia (moc) + lepidotruchia (bichir)

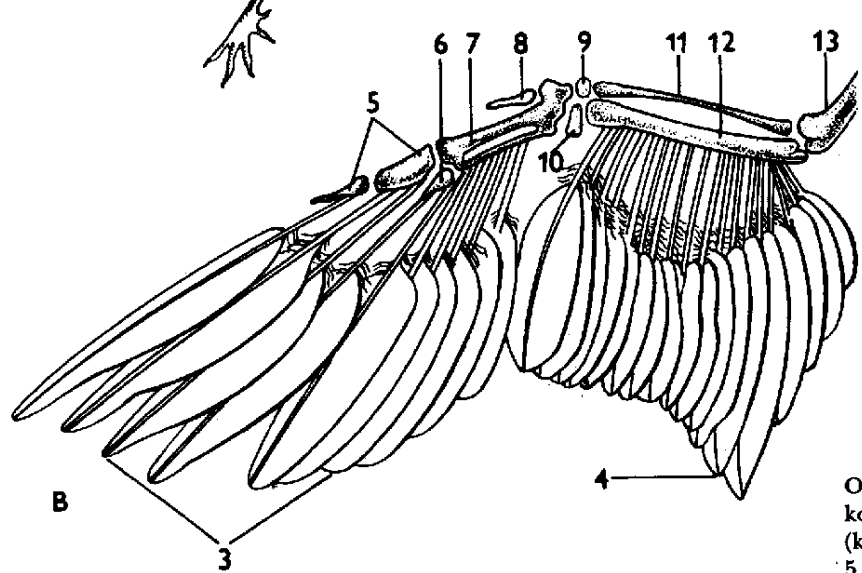
radialia (málo) + lepidotruchia (tvrdé,měkké) (paprskoploutvé ryby)

## Ad chiropterygium IIA)

ptakoještěři - prodloužení 4. prstu přední končetiny

ptáci – 2. prstu

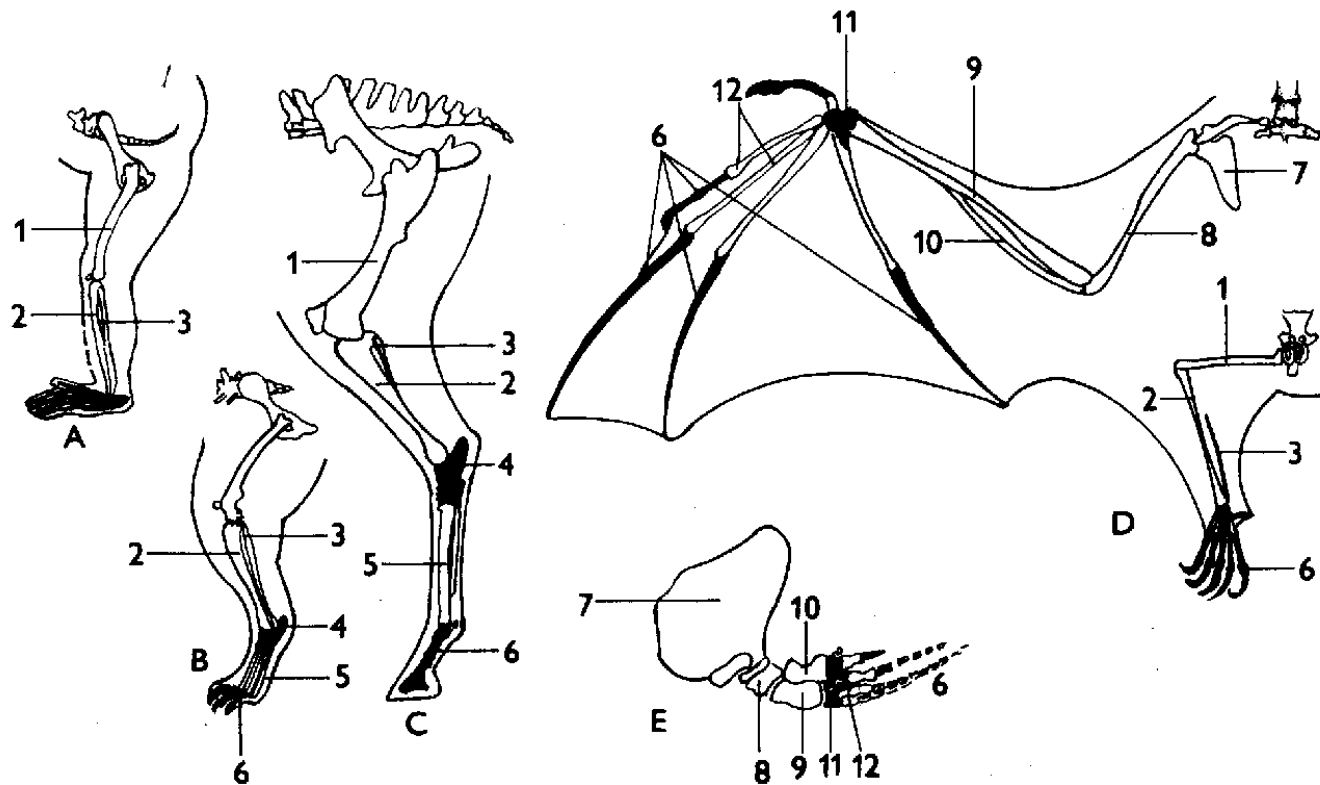
letouni – 2. – 5. prstu



Obr. 139: Perní povrch ptáků. A - rozložení pernic a nažin na těle kura domácího (*Gallus gallus* f. *domesticus*), pernice jsou vyznačeny tečkovaně, B - inzerce letek na křídle ptáka. 1 - pernice, 2 - nažiny, 3 - ruční letky, 4 - loketní letky, 5 - články druhého prstu, 6 - článek třetího prstu, 7 - karpometacarpus, 8 - článek prvního prstu, 9 - radiale, 10 - ulnare, 11 - radius, 12 - ulna, 13 - humerus. Podle různých autorů.

B  
3

Obr. 175: Stavba kostry končetin u různých savců. A - zadní končetina pliscochodce (opice), B - zadní končetina prstochodce (pes), C - zadní končetina kopytníka (kůň), D - kostra končetin u letounů (kaloň), E - kostra přední končetiny delfína (*Tursiops*). 1 - femur, 2 - tibia, 3 - fibula, 4 - tarsalia, 5 - metatarsalia, 6 - phalanges, 7 - scapula, 8 - humerus, 9 - radius, 10 - ulna, 11 - carpalia, 12 - metacarpalia. Upraveno podle Ziswillera, 1976.





## **SVALOVÁ soustava** (*myologia*)

**Kosterní svalstvo** - dobře vyvinuté, rychlý a složitý pohyb.

Příčně pruhované, klidový tonus. Homoiotermové - zdroj tepelné energie.

**Útrobní svalstvo** (srdce, stěny orgánů) - svaly hladké, sval srdeční.

Podle původu:

**svaly somatické** (příčně pruhované)

**svaly viscerální** – z mezenchymu při trávicí trubici (svalovina trávicí a dýchací trubice, cév)

Somatická svalovina kosterní

kožní (plný vývoj pouze u suchozemských)

hlava

ocas

← příčně pruh. svaly branchiální (pohyb žaber)

příčně pruh. sval srdeční

hladké svaly útrobní →

←———— kosterní somatická svalovina (z myotomů) —————→

Vývojové změny: kosterní svaly somatické a branchiální

Svaly hlavy, trupu a končetin

## Kosterní somatické svaly

Primitivní – metamerní uspořádání po obou stranách (*myomery s vazivovými myosepty*)

od paryb – *vazivová přepážka – septum horizontale* → epaxonická hřbetní a hypaxonická břišní svalovina )

u ryb navíc podélný boční sval

?Somatický původ - svaly oční koule, elektrické orgány

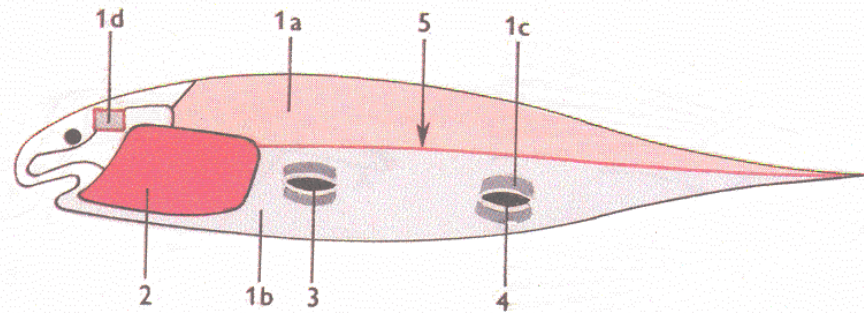
## Svaly branchiální

Na žaberních obloucích, inervace branchiálními hlavovými nervy

Důležitost svalstva čelistního oblouku → čelistní (žvýkací) svalstvo

Svalstvo jazykového oblouku → mimické svaly, sociální život savců

## SVALOVÁ soustava (*myologia*)



Obr. 39: Schéma rozložení kosterního svalstva na těle idealizovaného obratlovce. 1 - somatická svalovina: a - epaxonická, b - hypaxonická, c - končetinová hypaxonického původu, d - somatická pro svaly oční koule, 2 - svalovina branchiální, 3 - přední končetina, 4 - zadní končetina, 5 - septum horizontale. Upraveno podle Remaneho et al., 1976.

**Kosterní svalstvo** – dobře vyvinuté, rychlý a složitý pohyb.  
Příčně pruhované, klidový tonus.  
Homoiotermové – zdroj tepelné energie.

**Útrobní svalstvo** (srdce, stěny orgánů) – svaly hladké, sval srdeční.

Podle původu:

**svaly somatické** (příčně pruhované)

**svaly viscerální** – z mezenchymu při trávicí trubici (hladká svalovina trávicí a dýchací trubice, cév)

# Somatická svalovina kosterní

hlava

ocas

← příčně pruh. svaly branchiální (pohyb žaber)

příčně pruh. sval srdeční

hladké svaly útrobní →

←————— kosterní somatická svalovina (z myotomů) —————→

Vývojové změny:

kosterní svaly somatické a branchiální

→ svaly hlavy, trupu a končetin

## Kosterní somatické svaly

Primitivní – metamerní uspořádání po obou stranách

(*myomery s vazivovými myosepty – V*, myomery ryb *W*)

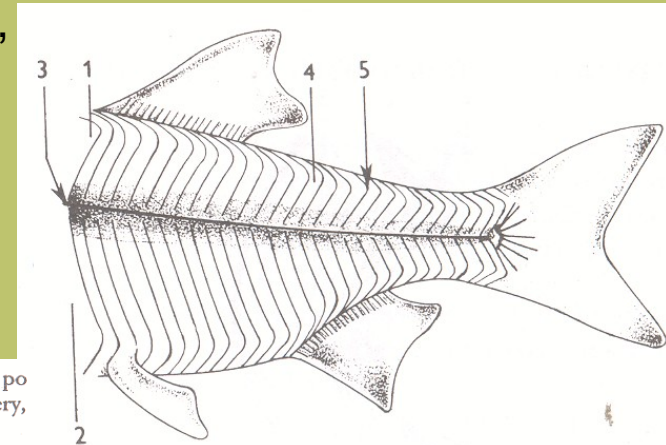
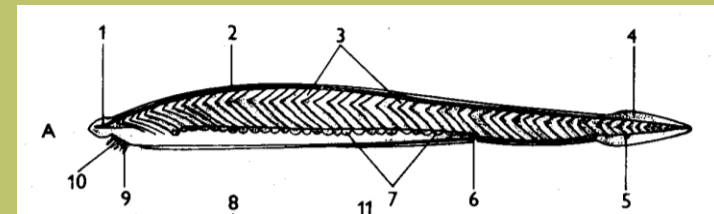
od paryb – *vazivová přepážka (septum horizontale)*

→ epaxonická hřbetní a hypaxonická břišní svalovina ),

u ryb k tomu podélný boční sval

?Somatický původ

- svaly oční koule, elektrické orgány



Obr. 40: Příklad myometamerie epaxonické a hypaxonické svaloviny v ocasní části těla plotice po stažení kůže. 1 - svalovina epaxonická, 2 - svalovina hypaxonická, 3 - septum horizontale, 4 - myomery, 5 - myosepta. Orig.

**kožní** (plný vývoj pouze u suchozemských) – z dermatomu (mezoderm integumentu) → drobné svaly (jako napřimovače peří, chlupů)

### **Svaly branchiální**

Na žaberních obloucích, inervace branchiálními hlavovými nervy (5., 7., 9., 10. a 11.)

Důležitost svalstva čelistního oblouku → čelistní (žvýkací) svalstvo jak vodních, tak i suchozemských (zůstává i po zániku žaber).

Nesouhlasné teorie vývoje mimických svalů:

Svalovina spirakula → podkožní svalovina krku (primárně: svlékání pokožky, sekundárně: platysma savců → mimické svaly, sociální život savců)

Svalstvo jazykového oblouku → mimické svaly, sociální život savců

# NERVOVÁ SOUSTAVA

centrální (mozek, mícha)

periferní (nervy)

**Mozek** (embryonálně 2 váčky)

## prosencephalon

*telencephalon* (**koncový mozek**)

čichové laloky, pallium (paleo-, archi-, neo-), cortex, gyrifikace, striatum (paleo-, archi-, neo-), corpus calosum

*diencephalon* (**mezimozek**)

sítnice (zrakový nerv), parietální (oko) a pineální (šišinka) orgán, hypothalamus

## rhombencephalon

*mesencephalon* (**střední mozek**)

strop (corpora bigemina-quadrigemina), tegmentum

*metencephalon* (cerebellum – **mozeček**)

*myelencephalon* (medula oblongata – **prodloužená mícha**)

**Mícha – 2 kořeny míšních nervů** (!mihule nespoj.)

Ad b) – **mozkové (hlavové) nervy** (12 párů)

**spinální nervy**

**vegetativní (útrobní) nervy**

## Hlavové nervy

1. čichový
2. zrakový
3. okohybný
4. kladkový
5. trojklanný
6. odtažný
7. lícní
8. rovnovážně-sluchový
9. jazykohltanový
10. bloudivý
11. přídatný
12. podjazykový

## Členění:

n. smyslové (1, 2, 8) - hlav. původ

n. branchiální (5, 7, 9, 10, 11)

n. oční koule (3, 4, 6)

míšní původ (12)

## Vegetativní nervová soustava (antagonisté)

**Sympatikus** – stimuluje somatickou a tlumí vegetativní činnost, ústředí v hrudní a bederní míše, ganglia u páteře

**Parasympaticus** – ústředí v jádrech 2., 7., 9. a 10. hlavov. nervů a křížové míše

# NERVOVÁ soustava

- centrální (mozek, mícha)
- periferní (nervy)
- útrobní (vegetativní) nervy

## Mícha – spinální nervy

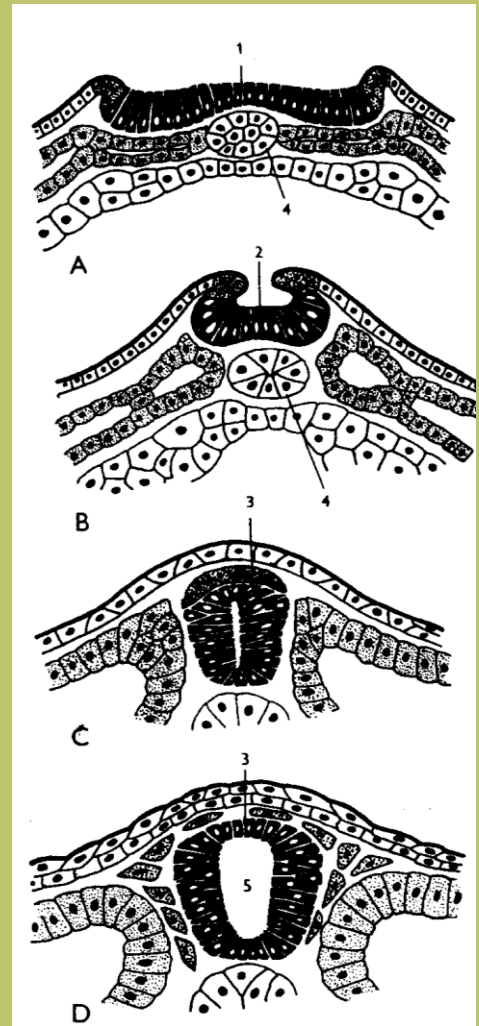
2 kořeny **míšních nervů** (!mihule nespojeny!)

Dorzální kořeny se **spinálními ganglii**.

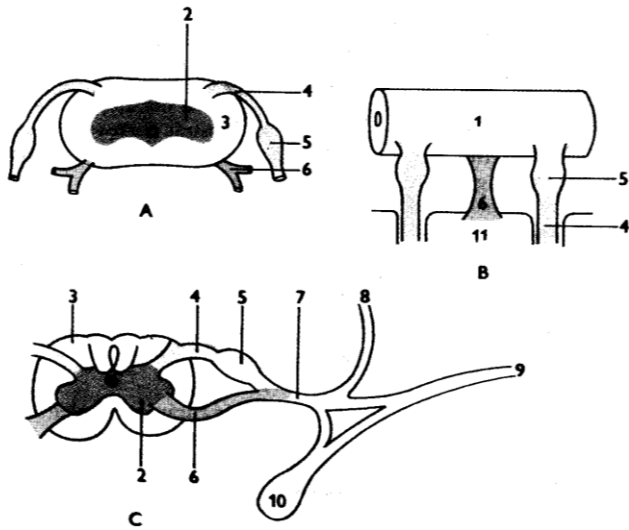
Další dělení na 3 větve

(ventrální – vegetativní uzlina).

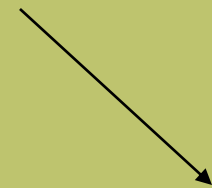
Obr. 27 Několik stadií ontogenetického vývoje míchy (A až D)  
1 – nervová ploténka, 2 – nervová rýha, 3 – nervová trubice, 4 – chorda, 5 – neurocél (míšní kanál)



Obr. 42: Schéma míšního segmentu mihulů s alternujícími a nespojenými míšními kořeny v míšním nerv (A - na příčném řezu a B - při pohledu shora) a schéma míšního segmentu savců na příčném řezu (C). 1 - mícha, 2 - šedá hmota míchy, 3 - bílá hmota míchy, 4 - hřbetní kořeny míšní, 5 - spinální ganglium, 6 - břišní kořeny míšní, 7 - míšní nerv a jeho větve ramus ventralis (9) a ramus dorsalis (8), 10 - ganglium sympathicum, 11 - myotom. A - upraveno podle Remaneho et al., 1976, B - podle Romera, 1971, a C - podle Webera, 1966.

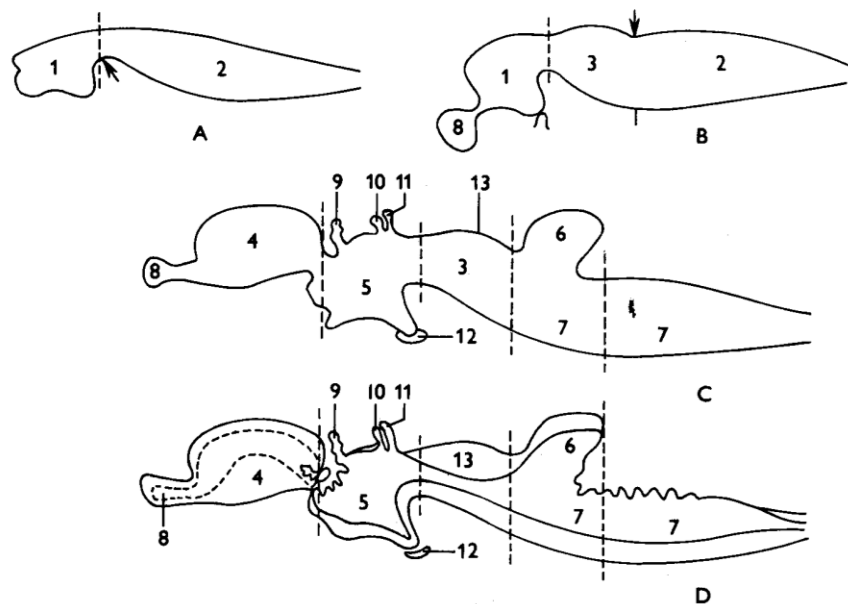


**Mozek** (embryonálně 2 váčky v kranální části nervové trubice)

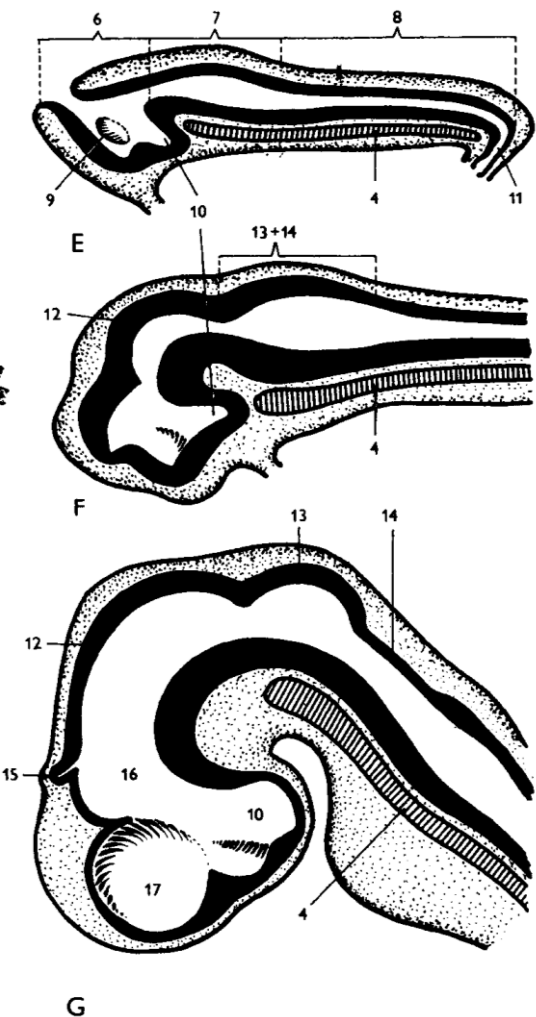




Obr. 43: Schéma ontogenetického vývoje mozku obratlovců. A - časné, dvouváčkové vývojové stadium, B - pozdější, tříváčkové stadium se začínající diferenciací středního mozku, C - konečný stav s pěti základními odděly mozku, D - mozek na sagitálním řezu. 1 - prosencephalon, 2 - rhombencephalon, 3 - mesencephalon, 4 - telencephalon, 5 - diencephalon, 6 - cerebellum, 7 - myelencephalon, 8 - čichové laloky, 9 - paraphysa, 10 - parietální orgán, 11 - pineální orgán (šišinka), 12 - hypofyza, 13 - tectum mesencephali. Čárkovane jsou naznačeny, ve skutečnosti neexistující, hranice mezi jednotlivými odděly mozku. Upraveno podle Romera, 1971.



Obr. 27 Několik stadií ontogenetického vývoje míchy (A až D) a mozku (E až G); levá polovina příčné, pravá podélné řezy (silně schematizované). 1 - nervová ploténka, 2 - nervová rýha, 3 - nervová trubice, 4 - chorda, 5 - neurocél (míšňí kanál), 6 - přední mozek (*prosencephalon*), 7 - zadní mozek (*rhombencephalon*), 8 - mícha, 9 - základ oční sítnice, 10 - *infundibulum*, 11 - neurenterický kanál, 12 - střední mozek (*mesencephalon*), 13 - mozeček (*metencephalon*), 14 - prodloužená mícha (*myelencephalon*), 15 - pineální orgán, 16 - mezimozek (*diencephalon*), 17 - koncový mozek (*telencephalon*).



## Mozek

(embryonálně 2 váčky v kaniální části nervové trubice)

### prosencephalon

*telencephalon* (**koncový mozek**)

čichové laloky, pallium (paleo-, archi-, neo-), cortex, gyrifikace, striatum (p., a., n.), corpus calosum

*diencephalon* (**mezimozek**)

sítnice (zrakový nerv), parietální (oko) a pineální (šišinka) orgán, hypothalamus s hypofýzou)

### rhombencephalon

*mesencephalon* (**střední mozek**)

strop tectum, (dvojhrbolí-čtverhrbolí), tegmentum

*metencephalon* (cerebellum – **mozeček**)

*myelencephalon* (medula oblongata – **prodloužená mícha**)

## Funkce podle jednotlivých částí mozku

Prodloužená mícha (*myelencephalon, medulla oblongata*) – nejstarší struktura mozku, šedá hmota (těla neuronů) ve sloupcích (jako mícha), reflexní centrum (vegetativní funkce), sídlo branchiálních nervů, rovnovážné a sluchové centrum

Mozeček (*cerebellum*) – nadřazená centra pro rovnováhu a pohyb

Most (*pons*) – mladá struktura, spojuje plášť *telencephalonu* s *cerebellum*

Střední mozek (*mesencephalon*) – patra šedé hmoty. Strop (*tectum*) – 2 výrazné polokoule (*corpora bigemina = lobi optici*) se zrakovým centrem, dále integrace podnětů z čichového mozku, postranní čáry. U nižších obratlovců – nejdůležitější integrační centrum. Savci – místo toho čtverohrbolí (*corpora quadrigemina*), zadní pár – novotvar. Menší význam, přesun nadřazených center do koncového mozku, zůstává sídlo reflexního zrakového (přední pár hrbolků) a sluchového (zadní pár) přepojovacího centra.

Tegmentum mesencephali – okrsky šedé hmoty jsou geneticky i funkčně součástí šedé hmoty prodloužení míchy (*tegmentum myelencephali*).

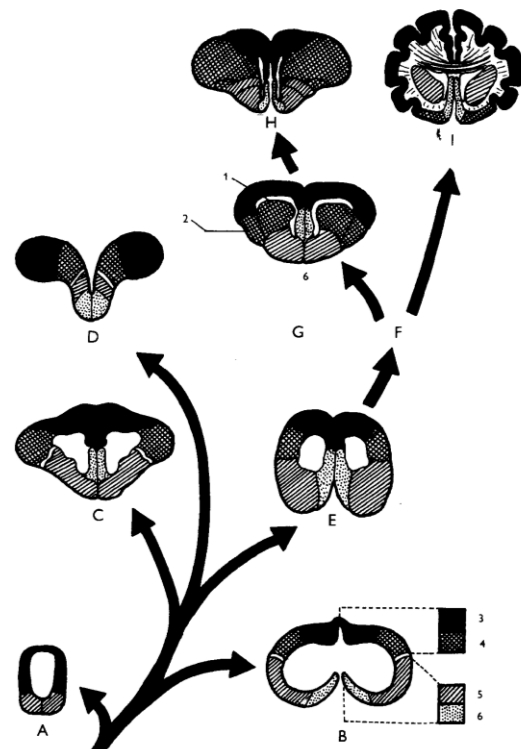
Mezimozek (*diencephalon*) – význam ve vývoji od plazů k savcům, nejdůležitější přepojovací centrum dostředivých i odstředivých drah mezi koncovým mozkem a nižšími patry. Embryonální vychlípenina – sítnice, zrakový nerv. Dorzální vychlípenina – *parietální a pineální orgán* (mihule – nepárová oka). Pineální orgán – šišinka, parietální orgán jako oko u haterie, některých ještěřů, jinak zaniká.

Bazální část mezimozku – hypotalamus (*hypothalamus*) s humorální činností, jinak vegetativní centrum spánku, termoregulace, hospodaření s vodou, biologických oscilací i zimního spánku. Stopkatě přisedá podvěšek mozkový (*hypophysis cerebri*) s *neurohypophysis*.

Koncový mozek (*telencephalon*) –

v průběhu fylogeneze prodělal největší změny. Funkci čichového mozku u kruhouústých a paryb – hladké polokoule (*hemispheria cerebri*) s rostrálními čichovými laloky (*bulbi olfactorii*). Čich – fylogeneticky nejpůvodnější smysl. Od obojživelníků – kumulace nadřazených center – narůstání hmoty obou hemisfér (*telencephalizace*), seskupování těl neuronů do pláště (*pallium*), dál diferenciace na *palaeopallium* (ventrolaterálně) a *archipallium* (dorzomediálně od mozkových komor). Od plazů mezi nimi *neopallium*, mohutní u savců (zatlačuje *paleopallium* na bazální a *archipallium* na mediální stranu hemisfér).

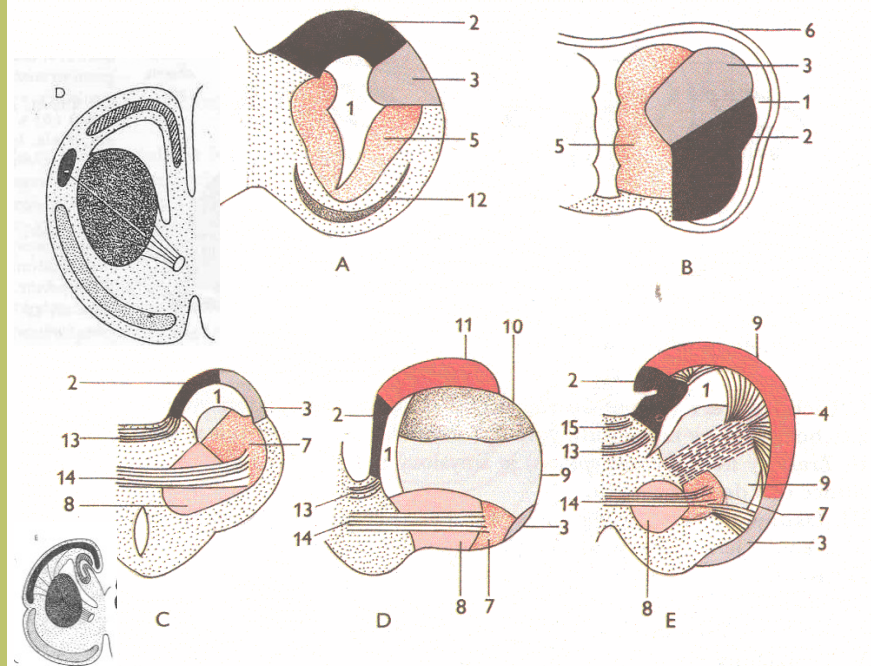
**Obr. 28** Vývoj hemisfér koncového mozku obratlovců. A – mihule, B – bazální čelistnatec, C – žralok, D – bichir, E – obojživelník, F – primitivní amniot, G – plaz, H – pták, I – savec. 1 – dorzální komorový hřeben, 2 – hruškovitý lalok (*piriform*), 3 – dorzální a mediální *pallium*, 4 – laterální *pallium*, 5 – *striatum*, 6 – *septum* (5 + 6 = *subpallium*). Podle Kardonga (2002).



Koordinace nervové činnosti v neopaliu, u živorodých savců mezipolární spoj – kalózní těleso (*corpus calosum*). Těla neuronů v paliu – do povrchových vrstev – kůra (*cortex*). Jednoduchá stavba *paleo-* a *archicortexu* = *hippocampus*, *neocortex* – šest vrstev těl neuronů. Stěhování nejvyšších nadřazených center mozku – primáti – VNČ: narůstání hmoty neokortexu (neokortikalizace) – kritérium evoluční vyspělosti (3 vrcholy: sloni, delfíni, člověk).

Tloušťka kortexu je stálá: 1 – 10 mm → možné rozrůstání – rozrýhování (gyrifikace). Ryby, obojživelníci – jednotné bazální ganglion – žíhané těleso (*corpus striatum*). Následné rozrůstání neopalia lokalizuje bazální ganglia dovnitř hemisféry.

Plazi – svazky bílé hmoty je rozštěpí na *archistriatum* (lateroventrální), *paleostriatum* (medioventrální) a *neostriatum* (dorzální). U ptáků dominuje žíhané těleso, palium tvoří malé úseky na povrchu. Savci – malé žíhané těleso s komunikační funkcí. U ryb nacházíme tzv. everzní mozek, kde bazální ganglia a palium tvoří jednotnou morfologickou strukturu, která vytlačuje mozkovou komoru na povrch, krytou pouze epiteliální ploténkou.



Obr. 44: Schéma frontálního řezu pravou hemisférou koncového mozku obratlovců, znázorňující evoluci pláště a bazálního ganglia. A - paryby. Pravděpodobně výchozí stav s dobře vyvinutou čichovou kůrou na bázi mozku. B - everzní mozek kostnatých ryb (komory na povrchu mozkové hmoty) stojí stranou vývoje k čtyřnožcům. C - plazi. Bazální ganglion je rozštěpené svazky bílé hmoty. Objevuje se nová struktura - neostriatum. Neopálieum ještě schází. D - ptáci řešili zvětšení mozku zvětšováním struktur striata. Hyperstriatum ventrale a dorsale funkčně zřejmě supluje neopálieum savců. E - savci. Také savčí neostriatum je rozštěpené svazky bílé hmoty (capsula interna), které přicházejí z nové části kůry - neopáliea, do něž se u savců postupně soustřeďují všechny nadřazené funkce mozku. Vzniká i nový, neopálieální spoj - corpus callosum, typický pouze pro savce. 1 - mozková komora, 2 - archipallium, 3 - palaeopallium, 4 - neopallium, 5 - bazální ganglion, 6 - epiteliová vrstva, 7 - archistriatum, 8 - palaeostriatum, 9 - neostriatum, 10 - hyperstriatum ventrale a dorsale (11), 12 - šichová kůra, 13 - commissura pallii (spojuje archipálieální struktury obou hemisfér), 14 - commissura rostralis (spojuje struktury pravého a levého bazálního ganglia), 15 - corpus callosum (spojuje struktury neopáliea obou hemisfér). Úpraveno podle Portmanna, 1965.

## **Mozkové (hlavové) nervy**

(10, 12 párů)

- 1. čichový**
- 2. zrakový**
- 3. okohybný**
- 4. kladkový**
- 5. trojklanný**
- 6. odtažný**
- 7. lícní**
- 8. rovnovážně-sluchový**
- 9. jazykohltanový**
- 10. bloudivý**
- 11. přídatný**
- 12. podjazykový**

### **Členění:**

**n. smyslové (1, 2, 8) - hlavový původ**

**n. branchiální (5, 7, 9, 10, 11)**

**n. oční koule (3, 4, 6)**

**míšní původ (12)**



## **Vegetativní nervová soustava (antagonisté)**

### **Sympatikus**

– stimuluje somatickou činnost, tlumí vegetativní činnost, ústředí v hrudní a bederní míše, ganglia u páteře

### **Parasympaticus**

– opak: podporuje metabolismus, tlumí celkovou aktivitu, ústředí v jádrech 2., 7., 9. a 10. hlavových nervů a křížové míše (u amniot)

## **SMYSLOVÉ orgány**

**primární** (modifikované neurony)

**sekundární** (modifikované epiteliální buňky)

**Interoreceptory** (včetně proprioreceptorů)

**Exteroreceptory**

### **Mechanoreceptory**

**Volná nervová zakončení (bolest)**

**Hmatová tělíska**

**Postranní čára** – kanálky ploutvovců a larev obojživelníků  
s neuromasty

**Rovnovážný a sluchový orgán**

Vnitřní, střední a zevní ucho

**Rovnovážný** – váček diferencovaný v utriculus, sacculus a lagenu. Z utriculu 3 (2) polokružné chodby s ampulemi a ostrůvky sekundárních smyslových buněk. Endolymfa. Zrychlení – *macula utriculi a sacculi*, změna polohy hlavy – *cristae ampulares*.

**Sluchový** – protahovaná lagena (hlemýžď savců) – dvě komunikující chodby – Cortiho orgán

**Nervosvalová a šlachová vřeténka**

## **Chemoreceptory**

**Čich** - primární, párové čichové jamky.

Přídatný (Jacobsonův) orgán – vjem pachů ze slin

**Chuť** – sekundární, chuťové pohárky, 4 podněty.

## **Fotoreceptory**

**Oko** komorové, inverzní – 3 vrstvy. Rhodopsin

## **Termoreceptory**

## **Elektroreceptory**

## **Magnetoreceptory**



# SMYSLOVÉ orgány

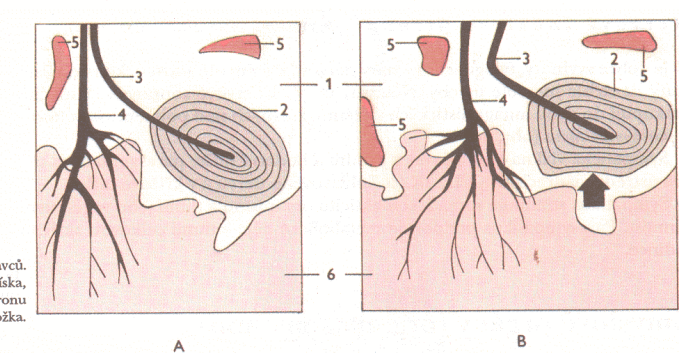
- komunikace organismu obratlovce s vnějším i vnitřním prostředím

**primární** (modifikované neurony)

**sekundární** (modifikované epiteliální buňky)

Interoreceptory (včetně proprioreceptorů)

Exteroreceptory



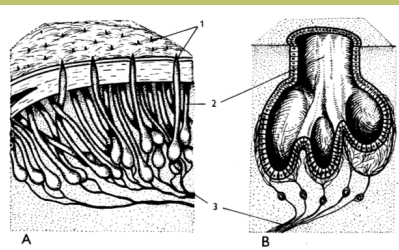
Obr. 48: Vater-Paciniho smyslové tělísko jako příklad jednoduchého mechanoreceptoru z kůže savců. A - klidový stav, B - po deformaci, vyvolávající akční potenciál. 1 - kůže, 2 - lamely hmatového tělíska, u nichž směr deformace vyvolávající akční potenciál je znázorněn šipkou, 3 - dendrity neuronu napojeného na smyslové tělísko, 4 - volná nervová zakončení v kůži, 5 - krevní cévy kůže, 6 - pokožka. Upraveno podle Schadého, 1969.

## Mechanoreceptory

**Volná nervová zakončení** - nejjednodušší, v kůži (bolest)

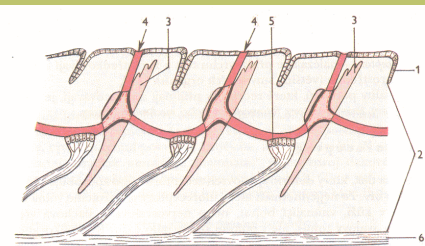
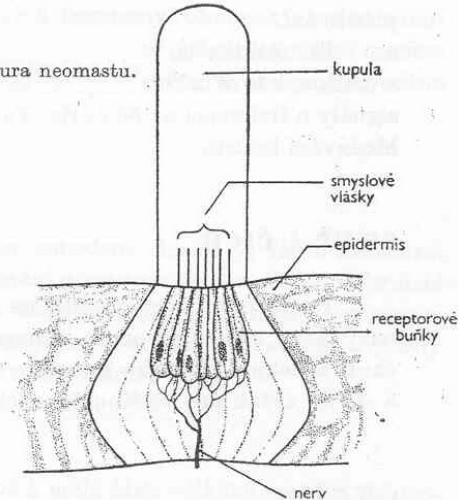
**Hmatová tělíska** (Meissnerova, Vater-Paciniho, Herbstova, Merkelovy terčky se sekundárními smyslovými buňkami, senzitivní aparáty somatických a sinusových chlupů)

**Proudový orgán** – kanálky ploutvovců a larev obojživelníků s neuromasty (u ryb postranní čára)



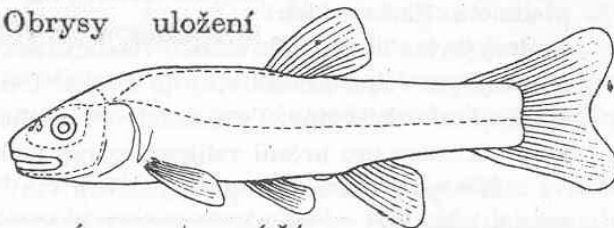
Modifikované neuromasty – elektroreceptory paryb a ryb (**Lorenziniho ampuly** příčnoústých)

Struktura neomastu.



Obr. 49: Schematický řez kůží kostnaté ryby v oblasti postranní čáry. 1 - pokožka, 2 - škála, 3 - šupiny, 4 - kanálek postranní čáry, 5 - neuromasty, 6 - ramus lateralis nervi vagi inervující neuromasty. Orig.

Obrisy uložení



orgánu postranní čáry.

# Rovnovážný a sluchový orgán

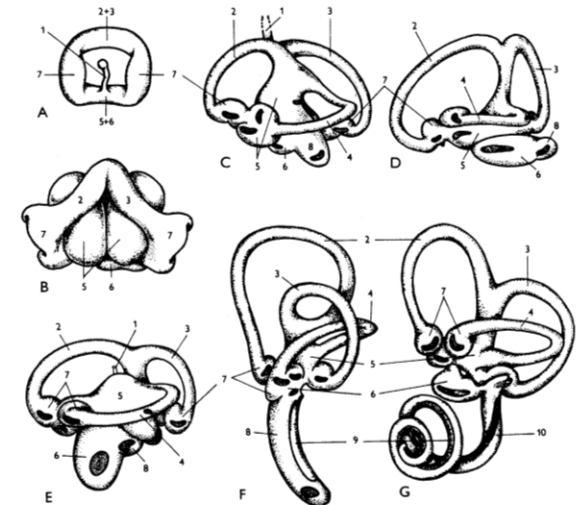
Vnitřní, střední (od obojživelníků)  
a zevní ucho (od plazů)

Rovnovážný – váček diferencovaný

v utriculus, sacculus a lagenu.

Z utriculu 3 (2,1) polokružné chodby  
s ampulemi a ostrůvky sekundárních  
smyslových buněk – *cristae ampulares*.

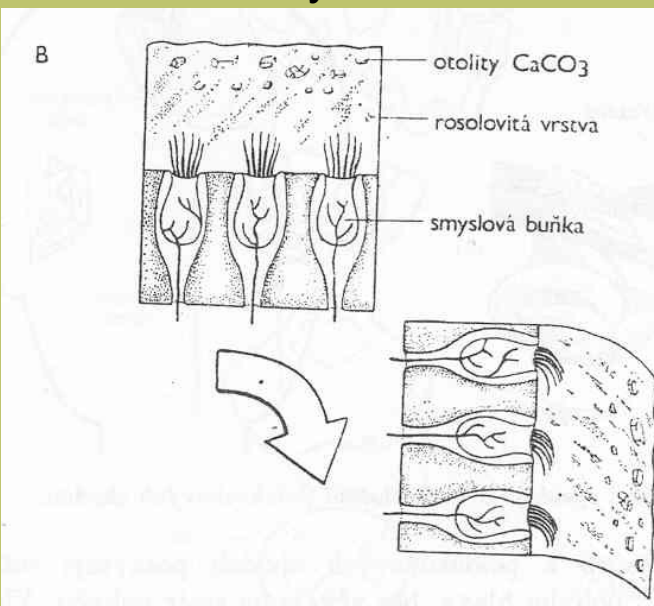
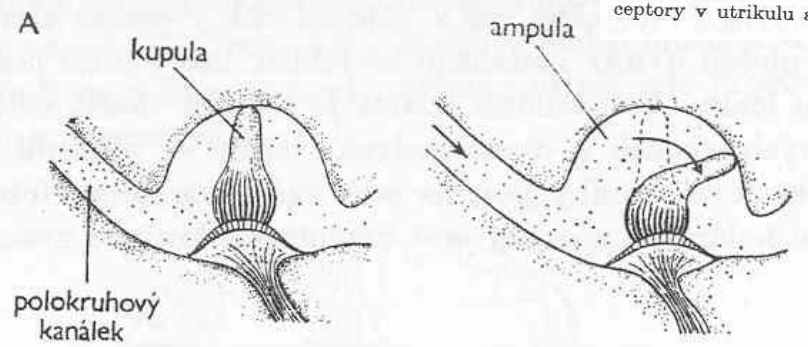
Endolymfa. Zrychlení a otáčivé pohyby  
hlavy.



Obr. 34 Blanitý labyrint vnitřního ucha. A – sliznatky (Myxinoidea), B – mihule (Petromyzontida), C – pařby (Chondrichthyes), D – paprskoploutvé ryby (Actinopterygii), E – bezocasí obojživelníci (Anura), F – ptáci (Aves), G – savci (Mammalia). 1 – ductus endolymphaticus, 2 – přední, 3 – zadní a 4 – boční polokružná chodba, 5 – utriculus, 6 – sacculus, 7 – ampuly polokružných chodeb, 8 – lagena, 9 – papilla basilaris, resp. Cortiho orgán, 10 – hlemýžď (cochlea). Oblasti se smyslovými buňkami (maculae) jsou ohraničeny a vtečkovány.

Změna polohy hlavy – *macula utriculi a sacculi, m. neglecta*  
(ryby, obojživelníci) s rosolovitou vrstvou s drobnými  
statokoniemi (velkými otolity paprskoploutvých ryb).

Obr. 195. A – Kupula v polokružné chodbě. B – Receptory v utriculu a sakulu.



Sluchový – protahovaná **lagena** (od obojživelníků, dlouhý slepý kanál – plazi, ptáci, spirálovitě stočený blanitý hlemýžď savců).

**Hlemýžď** se smyslovými buňkami (vláskovité b.) → základ Cortiho orgánu pro vnímání zvukových vibrací (*macula lagenae* zaniká). Závěs blanitého hlemýžďe v kostěném – rozdělení na dvě chodby: - dorzální (předsíňovou)  
- ventrální (bubínkovou).

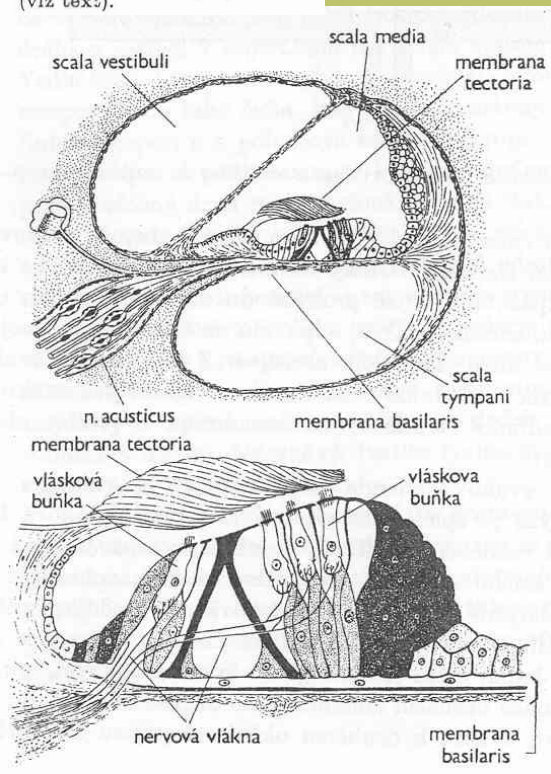
Obě chodby komunikují se středoušní dutinou u bazálního závitů: chodba předsíňová (*scala vestibuli*) **oválným okénkem** a chodba bubínková (*scala tympani*) **kruhovým okénkem**

**hlemýžďovým**. Na vrcholu hlemýžďe – spojení chodeb otvůrkem (*helicotrema*), který vyrovnává vibrace perilymfy. Do předsíňového okénka zapadá **kolumela (třmínek)** – přenos vibrací ze sluchových kůstek na perilymfu v předsíňové chodbě.

Nestlačitelnost perilymfy přenáší kmitání až na bubínek hlemýžďového okénka k vyrovnávání tlaků. Kmitání perilymfy rozechvívá určitý úsek *m. tectoria*, která dotykem dráždí sluchové buňky.

Tvar hlemýžďe – na příčném řezu trojúhelníkovitý. Strop - *membrana vestibularis (Reisneri)* – odděluje ho od předsíňové chodby. Dno s Cortiho orgánem – *membrana basilaris* odděluje ho od chodby bubínkové.

Obr. 209. Průřez vnitřním uchem (nahore). Dole detail uložení smyslových vláskových buněk. (Tyto spolu s podpůrnými strukturami tvoří tzv. Cortiho orgán.) Horní (*scala vestibuli*) a dolní kanálek (*scala tympani*) jsou vyplněny perilymfou; mezi nimi je *scala media* vyplněná endolymfou. Na obrázku se vlásky smyslových buněk nedotýkají krycí membrány, ve skutečnosti jsou však k ní těsně připojeny (viz text).





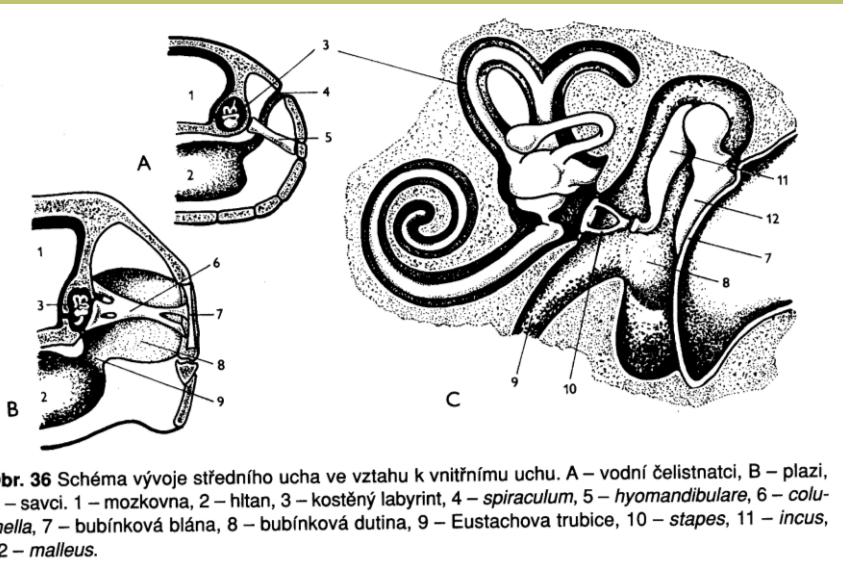
Vývoj středoušní dutiny ze spirakula,  
sluchových kůstek z žaberního aparátu.

**Kolumela (*columella*)** – jediná sluchová kůstka u většiny  
**obojživelníků, plazů a ptáků**

→ u savců změna v **třmínek (*stapes*)** - zapadá do

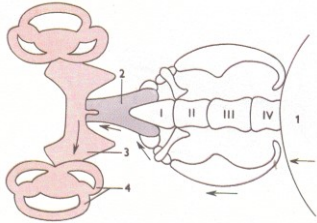
předsíňového okénka. Na něj se napojuje  
**kovadlinka (*incus*)** a nejlaterálnější  
**kladívko (*malleus*)** naléhá na **bubínek**,  
který odděluje středoušní dutinu od  
zevního ucha.

Spojení dutiny středního ucha  
s trávicí trubicí (Eustachova trubice)

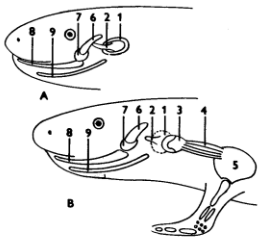


Obr. 36 Schéma vývoje středního ucha ve vztahu k vnitřnímu uchu. A – vodní čelistnatci, B – plazi, C – savci. 1 – mozkovna, 2 – hltan, 3 – kostěný labyrint, 4 – *spiraculum*, 5 – *hyomandibulare*, 6 – *columella*, 7 – bubínková blána, 8 – bubínková dutina, 9 – Eustachova trubice, 10 – *stapes*, 11 – *incus*, 12 – *malleus*.

Zevní ucho: chrupavčitý boltec + zevní zvukovod (končí u bubínku)  
(rozdílná délka – krátký – někteří plazi, ptáci). Rozdíly v kvalitě sluchu  
– dobře savci, ptáci, slaběji plazi a obojživelníci  
(lidské ucho: 16 – 20 000 Hz, ultrazvuk [až 175 000 Hz] slyší někteří  
obratlovci jako letouni a kytovci (hmyzožravci!) pro orientaci).



Obr. 56: Schéma Weberova aparátu kaprovitých ryb. I až IV - první čtyři modifikované obratle, 1 - stěna plynového měchýře, 2 - perilymfatický vak vnitřního ucha, 3 - endolymfatický vak vnitřního ucha, 4 - polokružné chodby blanitého labyrintu. Šípky znázorňují směr šíření vibrací. Podle Romera, 1971.



Obr. 55: Schéma znázorňující přenos vibrací u larev (A) a dospělých obojživelníků (B) na perilymfu vnitřního ucha. 1 - přední okénko, 2 - plectrum, 3 - operculum, 4 - m. opercularis, 5 - lopatka a přední končetina, 6 - squamosum, 7 - quadratum, 8 - dentale, 9 - hyoideum. Upraveno podle Romera, 1971.

Ryby - zvláštní systém (kaldné vody): zvuky pomocí kloubů a svalů na plynovém měchýři, vjemy na *macula sacculi*. Přenos z rezonujícího plynového měchýře na perilymfu – Weberův aparát (u různých skupin) – modifikace prvních obratlů a žeber, spojující okénko perilymfatického prostoru a plynového měchýře. Ryby bez: až 600 Hz, s Weberovým aparátem: až 7 000 Hz (např. kaprovité).

Ocasatí obojživelníci: specializovaný převodní systém, redukce středoušní dutiny a bubínku, někdy i kolumely → nahrazena plochým operkulem (*operculum*)

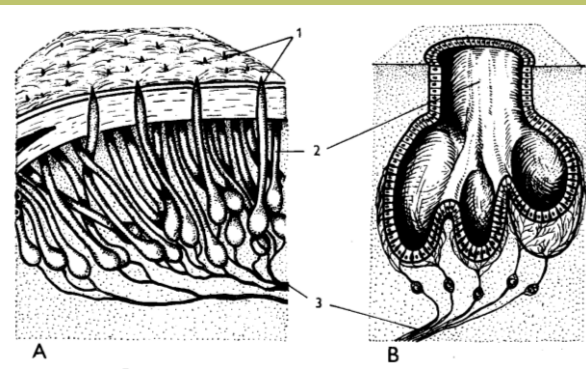
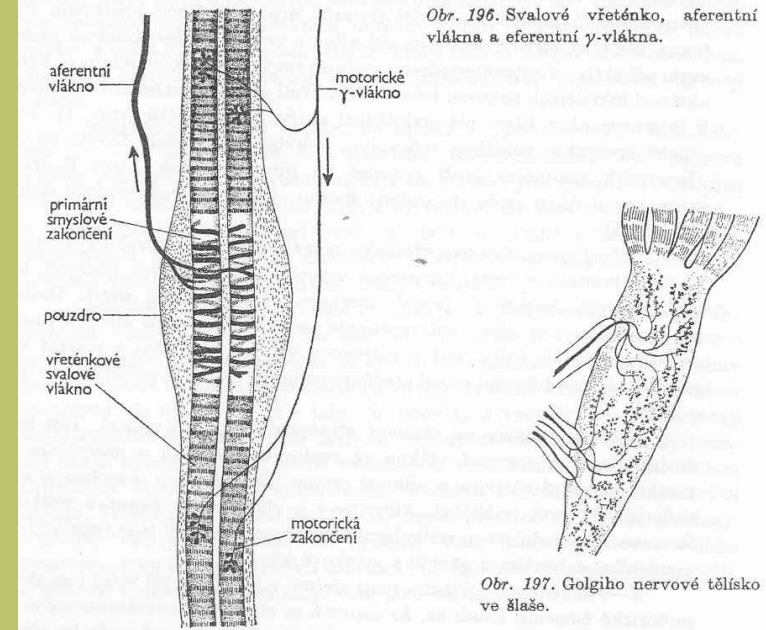
Larvy: přenos chvění ze spánkové kosti pomocí plektra (*plectrum*) – zapadá do okénka perilymfatického prostoru  
 Dospělci suchozemští: registrace otřesů půdy přes přední končetinu, lopatkové pásmo je spojeno rezonančním svalem (*musculus opercularis*) s operculem zapadajícím do předsíňového okénka. Samotná smyslová papila (*macula amphibiorum*) v sakulu.

Rovnovážný aparát vnitřního ucha je vyvinut u všech obratlovců, sluchový (akustický orgán) pouze u suchozemských obratlovců. Střední ucho od obojživelníků, vnější ucho u Amniot.

# Nervosvalová a šlachová vřeténka

## Interoreceptory

Svalové vřeténko vnímá jak pasivní natažení svalu (aférentní nervová zakončení), tak i stah svalu ( $\gamma$ -vlákna), šlachové vřeténko natažení šlachy při kontrakci svalu.



## Elektroreceptory

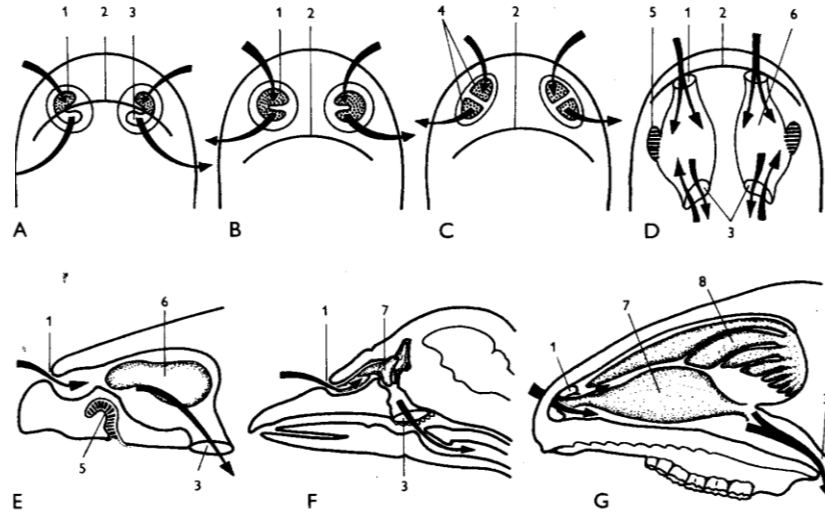
– vodní obratlovci v kůži (pozměněné neuromasty – viz dříve, Lorenziniho ampuly příčnoústých)

## Termoreceptory

– Krauseho (chlad) a Ruffiniho (teplo) tělíska v kůži.  
Citlivý infrasenzor chřestýšů a hroznýšů (rozdíl 0,003 °C),  
případně upírů na bázi volného zakončení v kůži.

**Magnetoreceptory** – speciální recepce magnetického pole (mořské želvy, tažní ptáci, někteří vodní a podzemní savci)

**Obr. 32** Schematické znázornění nozder a čichových dutin některých obratlovců. A – hypotetický vznik vnitřních nozder u svaloploutvých (Sarcopterygii), B – paryby (Chondrichthyes), C – paprskoploutvé ryby (Actinopterygii), D – žáby (Anura), E – šupinatí (Squamata), F – ptáci (Aves), G – savci (Mammalia). 1 – vnější nozdra, 2 – okraj úst, 3 – vnitřní nozdra, 4 – dvě vnější nozdry, 5 – Jacobsonův orgán, 6 – nosní dutina, 7 – nosní skořepa, 8 – čichové bludiště (*ethmoturbinalia*). Šipky znázorňují vdechovaný proud vody nebo vzduchu.



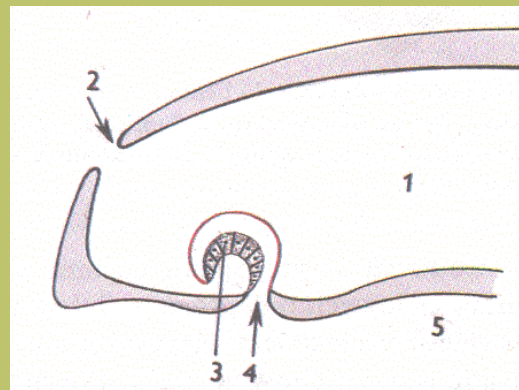
## Chemoreceptory

**Čich – primární,**

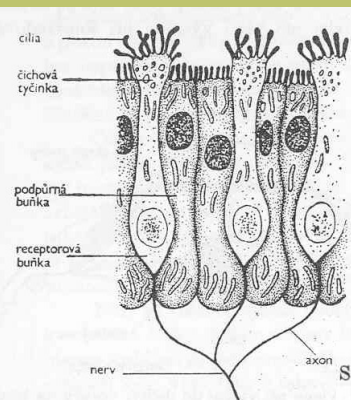
nepárové (mihule) a párové čichové jamky.

Přídavný (Jacobsonův) orgán

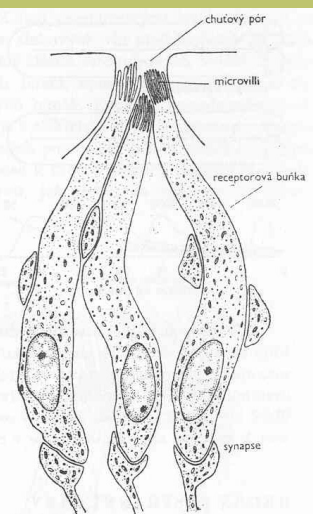
– vjem pachů ze slin (obojživelníci, šupinatí plazi a někteří savci (flémování), chybí želvám, krokodýlům, ptákům a některým savcům)



Obr. 59: Schéma sagitálního řezu nosní dutinou ještěrky s vomeronazálním orgánem. 1 - nosní dutina, 2 - nozdra, 3 - smyslové epitel vomeronazálního orgánu, 4 - ductus nasopalatinus, 5 - dutina ústní. Zjednodušeno podle Grassého, 1954.



Skladba čichového epitelu.



Chuťový pohárek v jazyku.

**Chuť – sekundární,**

chuťové pohárky, 4 podněty.

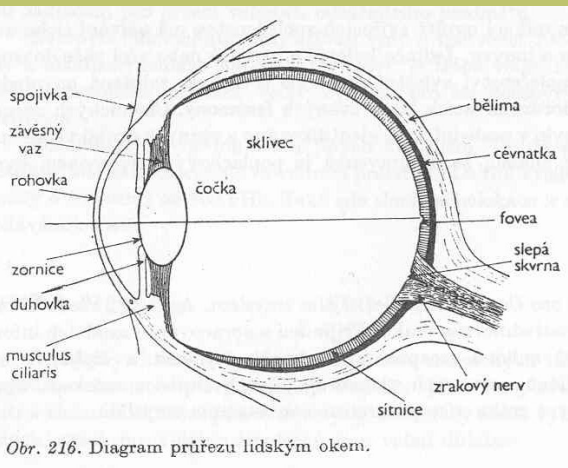


## Fotoreceptory

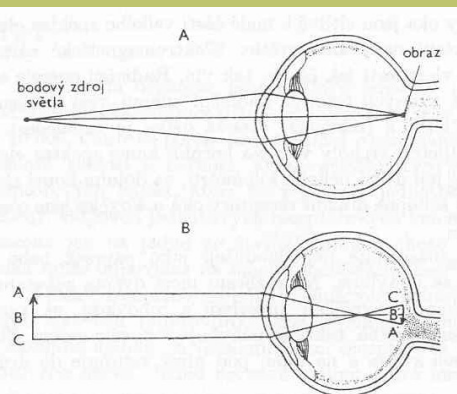
**Oko komorové, inverzní – 3 vrstvy. Rhodopsin a iodopsin: transformace světelného záření na elektrickou energii vzruchu.**

Temnostní živočichové:

- redukce očí (některé ryby, macarát, slepec, krtek)
- teleskopické oko s konvexně vyklenulou rohovkou a válcovitým bulbem (sovy), případně přídatnou sítnicí (hlubinné ryby)
- další vrstva buněk (*tapetum lucidum*) se zrny guaninu mezi pigmentovanou sítnicí a cévnatkou, odrážející prošlé světelné paprsky zpět na fotoreceptory → zesílení zrakového vjemu ("svícení" očí).



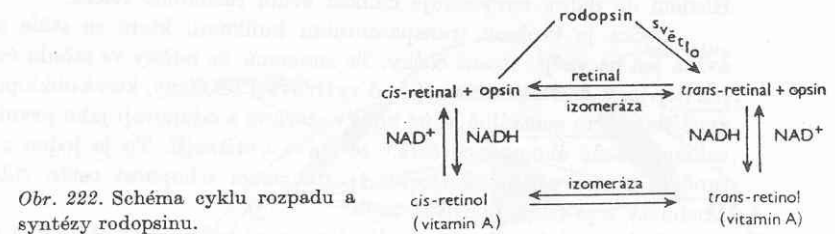
Obr. 216. Diagram průřezu lidským okem.



**Dioptrický aparát oka – (rohovka, čočka, sklivec, komorový mok) usměrňuje paprsky, doostřuje obraz (akomodace).**

Obr. 217. Refrakce (ohýbání) paprsků světla světlolomným zařízením oka. A – Zdrojem světla je bod. B – Zdrojem světla je předmět složený z mnoha bodů.

**Pomocný aparát oka: svaly pro pohyb oční koule**



Obr. 222. Schéma eyklu rozpadu a syntézy rodopsinu.



Oko kostnatých ryb – zaostřeno na krátkou vzdálenost,  
na dálku – posun kulovité čočky po optické ose k sítnici.

Oko paryb, obojživelníků a amniot - zaostřeno na dálku, vidění na blízko:

- přitažení čočky k rohovce (žraloci, obojživelníci, hadi)

- změna tvaru čočky (amniota bez hadů)

- plazi a ptáci: přímý tlak smrštěného řasnatého

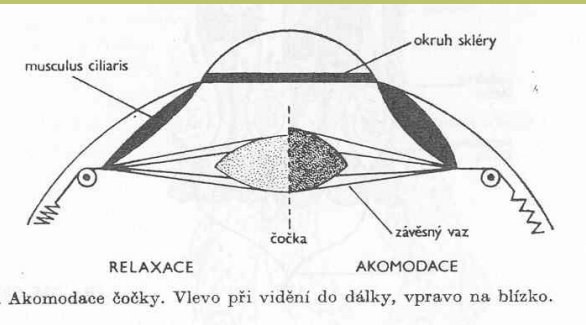
- tělesa na obvod čočky. Zpět: vlastní elastičností

- savci: stah řasnatého tělesa uvolňuje tah

- závěsného aparátu, čočka se přirozenou

- pružností vyklene. Zpět: po ochabnutí

- řasnatého tělesa tah závěsného aparátu



Ochrana očí – víčka (2 – horní a dolní, + 3. mžurka), slzné žlázy  
(+ mazové i pachové)

Nepárové temenní oko

(primitivní formy - mihule, haterie, někteří ještěři) – nikdy plný vývoj

## **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  $Ca^{2+}$  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 tělíška (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)

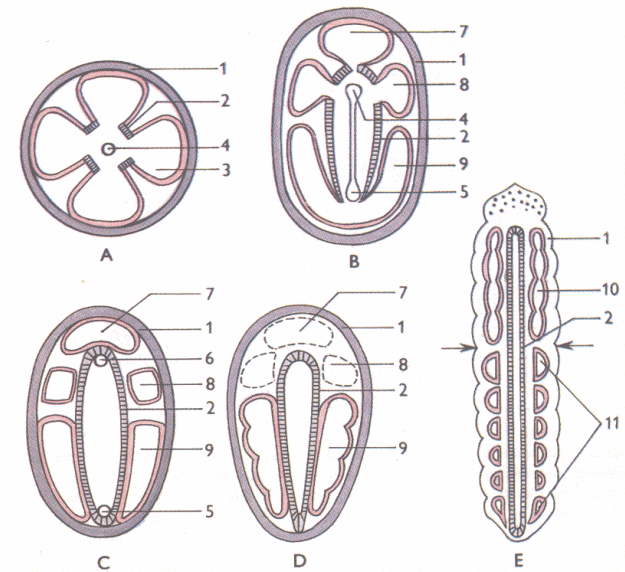
- mediálního (viscerálního) listu →  
svalovina a závěsy (*mesenteria*) střeva

(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 váčky. Současně je znázorněna i Remaneho představa vzniku řitního 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 metameríí je vyznačena šipkami. 1 - ektoderm, 2 - entoderm, 3 - gastrální kapsa, 4 - prvoústa, 5 - řitní otvor, 6 - ústní otvor, 7 - protoceol, 8 - mezocoel, 9 - metacoel, 10 - deutometamerie, 11 - tritometamerie. Upraveno podle Remaneho et al., 1976.



# 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

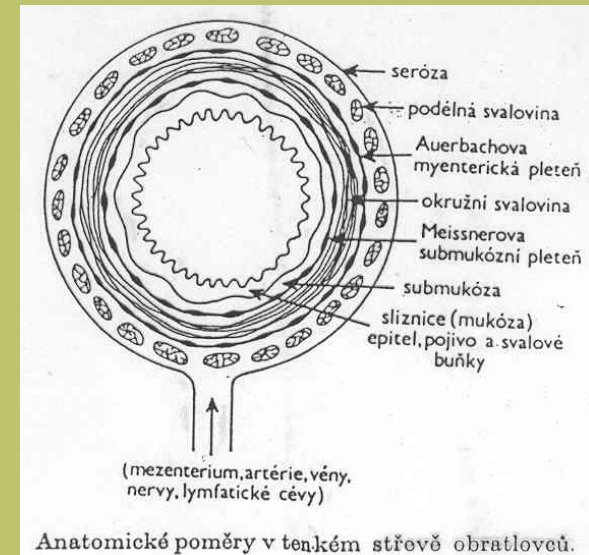
podslizniční vazivo

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 lepkavý sekret pro lov. Drobné slinné žlázy + více párů velkých slinných žláz (modifikace – salangy).

Strop – primární kostěnné patro, kaudálně měkké vazivové (ploutvovci, obojživelníci, plazi, ptáci )

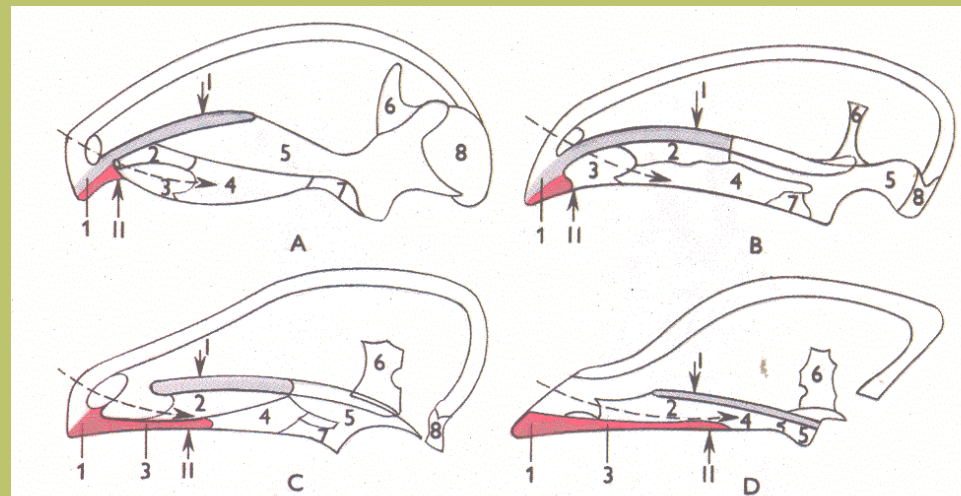
– primární choany

→ sekundární patro

⇒ sekundární choany

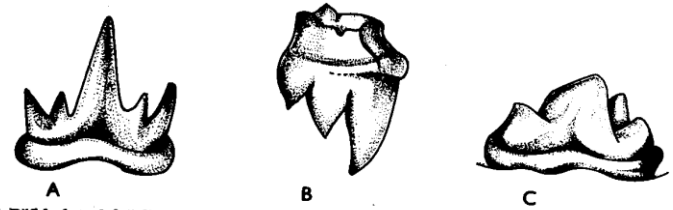
(krokodýli, savci – perforace na primárních choanách – vomeronasální orgán).

Rohovatění epitelu ústní dutiny – lišty (lamely na zobáku kachen, kostice velryb).

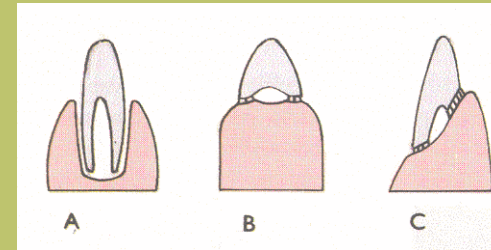


Obr. 34: Schéma evoluce druhotného patra u amniot. A - stav u vymřelých primitivních plazů skupiny Pelycosauria, B - stav u primitivních plazů vymřelé skupiny Therapsida, C - stav u modernějších terapsidních plazů, D - stav u recentních savců. 1 - praemaxilla, 2 - vomer, 3 - maxilla, 4 - palatinum, 5 - 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 akcerickými výběžky, akrodontní (B – ryby, haterie), pleurodontní (C – většina ještěřů), tekodontní - alveolární chrup (A – krokodýli, savci).

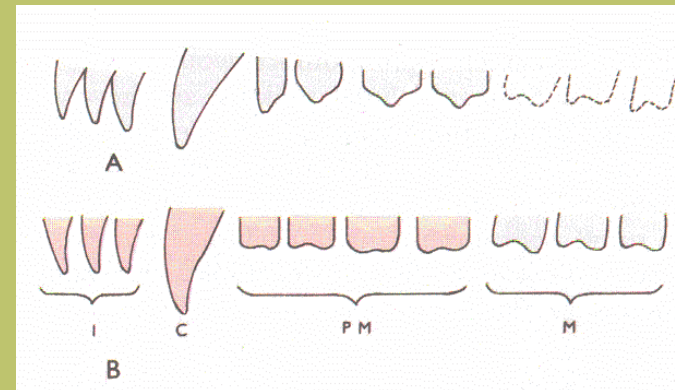


Obr. 67: Příklady zubů čelistnatých obratlovců. A - zub (plakoidní šupina) z čelisti vymřelého žraloka rodu *Cladodus*, B - stolička tribosfénického typu vymřelého pantoterního savce, C - specializovaná první stolička (trhák) z dolní čelisti psa. A a C upraveno podle Ihleho et al., 1971, B podle Theniuse,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

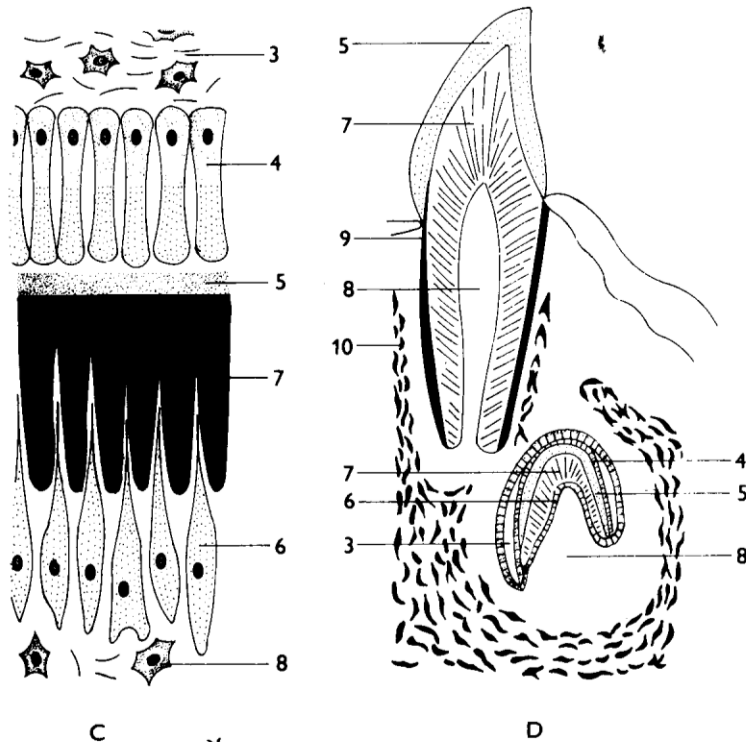
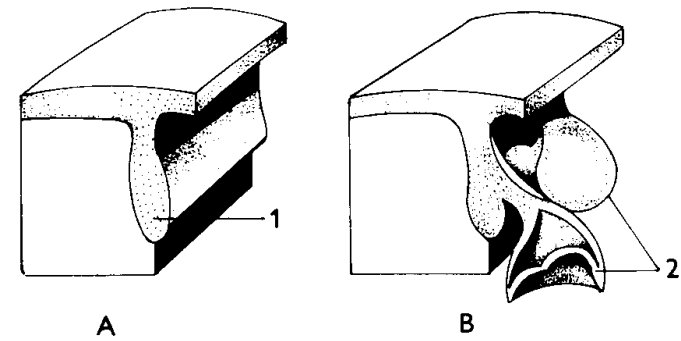
Ztráty zubů (ulamování u nižších obratlovců), obrušování (savci) → náhrada novými (*dentice*) – prořezávání v periodických vlnách (žraloci, plazi), u savců pouze 2 (u řezáků, špičáků a třenových zubů, stoličky pouze 1).



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):  
 sklovinotvorný 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 sklovinotvorným orgánem, C - detail stěny zubního základu, D - řez mléčným zubem a základem definitivního zubu. 1 - zubní lišta, 2 - sklovinotvorný orgán, 3 - pulpa sklovinotvorného 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 střeva - 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.

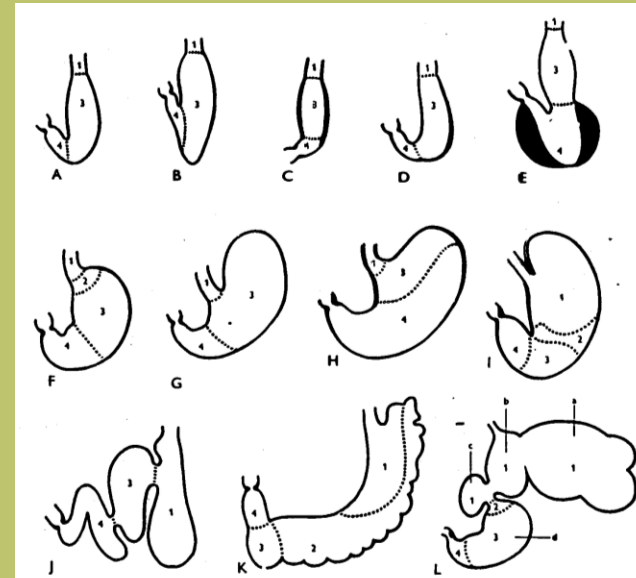
**Vole** – dolní část jícnu, rezervoár potravy.

**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 středního střeva.

Různě rozsáhlé části, uspořádání (přežvýkavci – bachor, čepec, kniha – předžaludky, slez – vlastní žaludek s chemickým trávením; velbloudi – třídílný 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 – savci 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 – bachor, b – čepec, c – kniha (a až c = předžaludky), d – slez (= vlastní žaludek). Podle Romera.

## **Střední úsek střeva:**

**tenké střevo** (*intestinum tenue*)

u **ploutvovců** nediferencováno,

u **tetrapodů**:

duodenum (*duodenum*) s kličkou,

kam ústí **trávicí žlázy** - slinivka a játra.

distální úsek – u savců lačník

(*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).

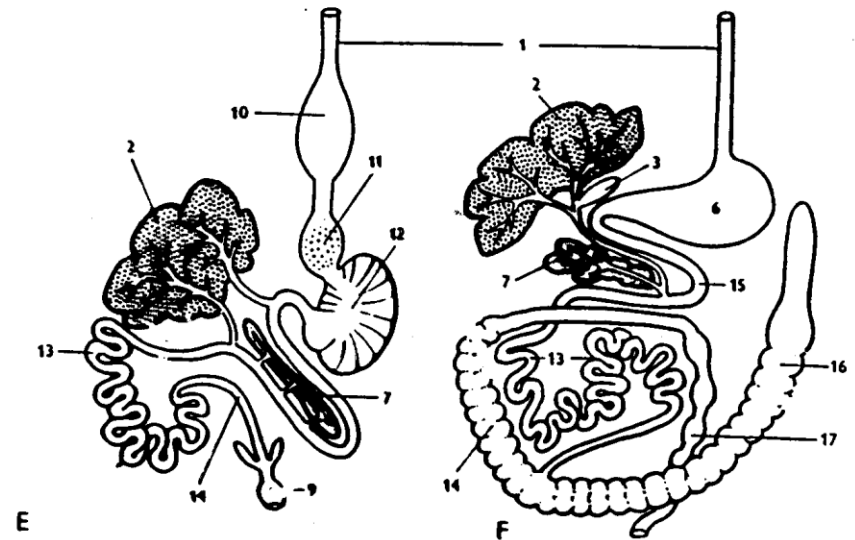
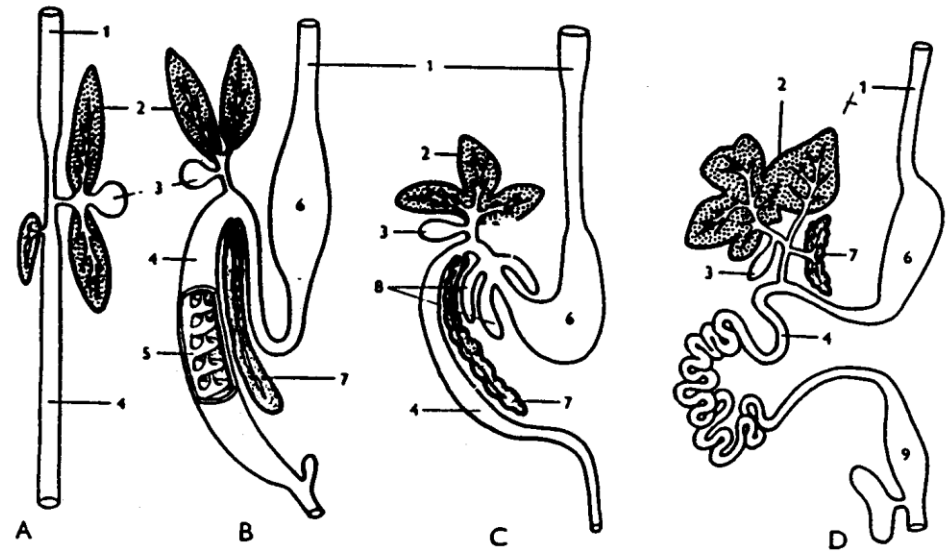
Délka tenkého střeva podle potravy a velikosti (menší masožravci kratší).

## **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 – ryba (rod *Perca*), D – obojživelník (řád *Anura*), E – pták (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 – duodenum, 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*)

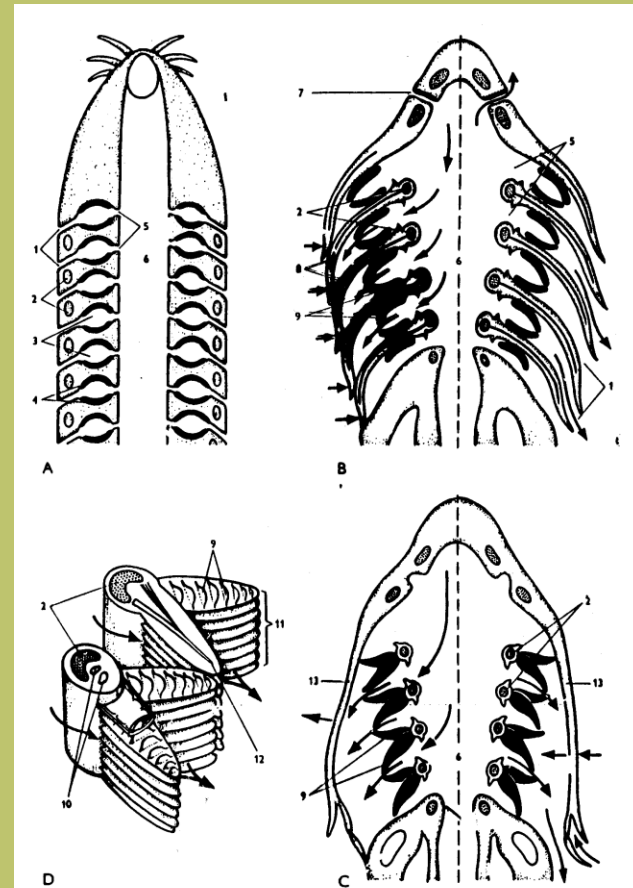
Vodní obratlovci (*Anamnia*).

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 *Bdellostoma*), B – paryby (*Chondrichthyes*), C – ryby (*Pisces*), D – detail dvou žaberních oblouků kostnaté ryby se dvěma položabrami na každém. 1 – vnější žaberní štěrbiny, 2 – žaberní oblouky, 3 – žaberní váčky, 4 – žaberní lamely, 5 – vnitřní žaberní štěrbiny, 6 – hitan, 7 – spirakulum, 8 – žaberní přepážky, 9 – žaberní lupínky, 10 – žaberní cévy (vlevo žíla, vpravo tepna), 11 – položábra (hemibranchia), 12 – žaberní paprsek, 13 – skelet. Na obrázcích B a C znázorňuje levá polovina inspiraci a pravá expiraci vody. Jejich proudění vyznačují šipky; šipkami 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 štěrbin – 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.

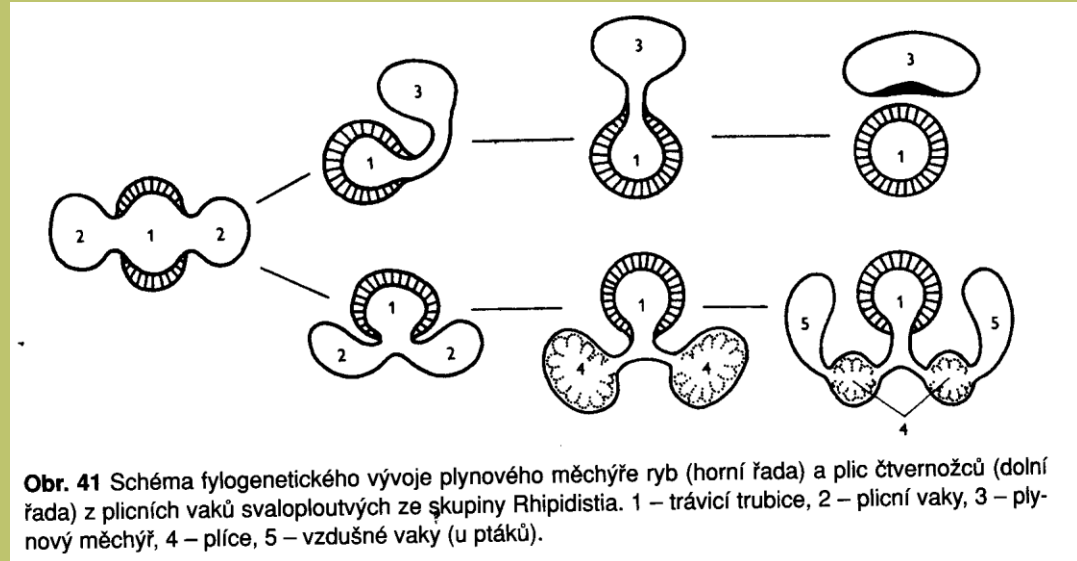
## Plynový měchýř

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).

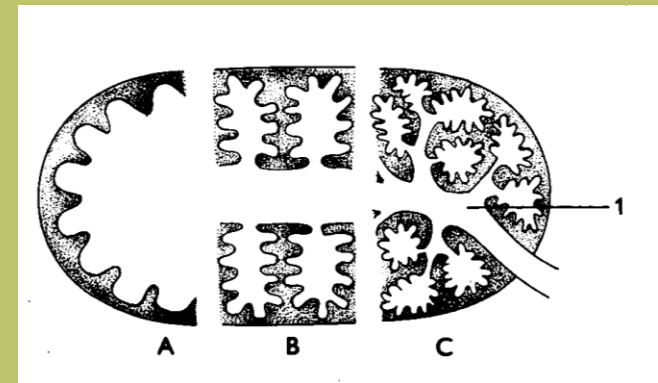
## Plíce (*pulmo*)

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*)

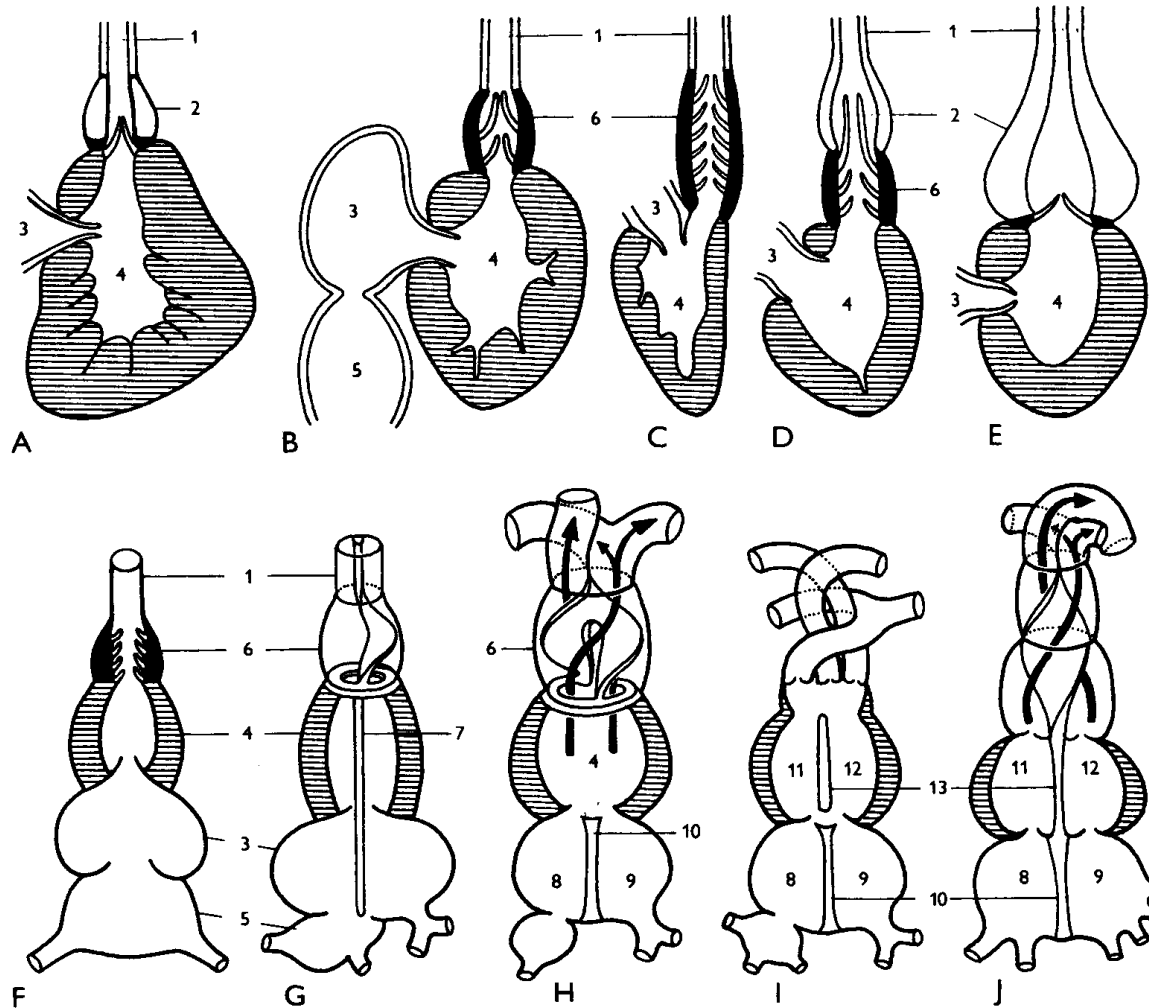
Primitivní obratlovci – jednoduchá trubice:

- *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

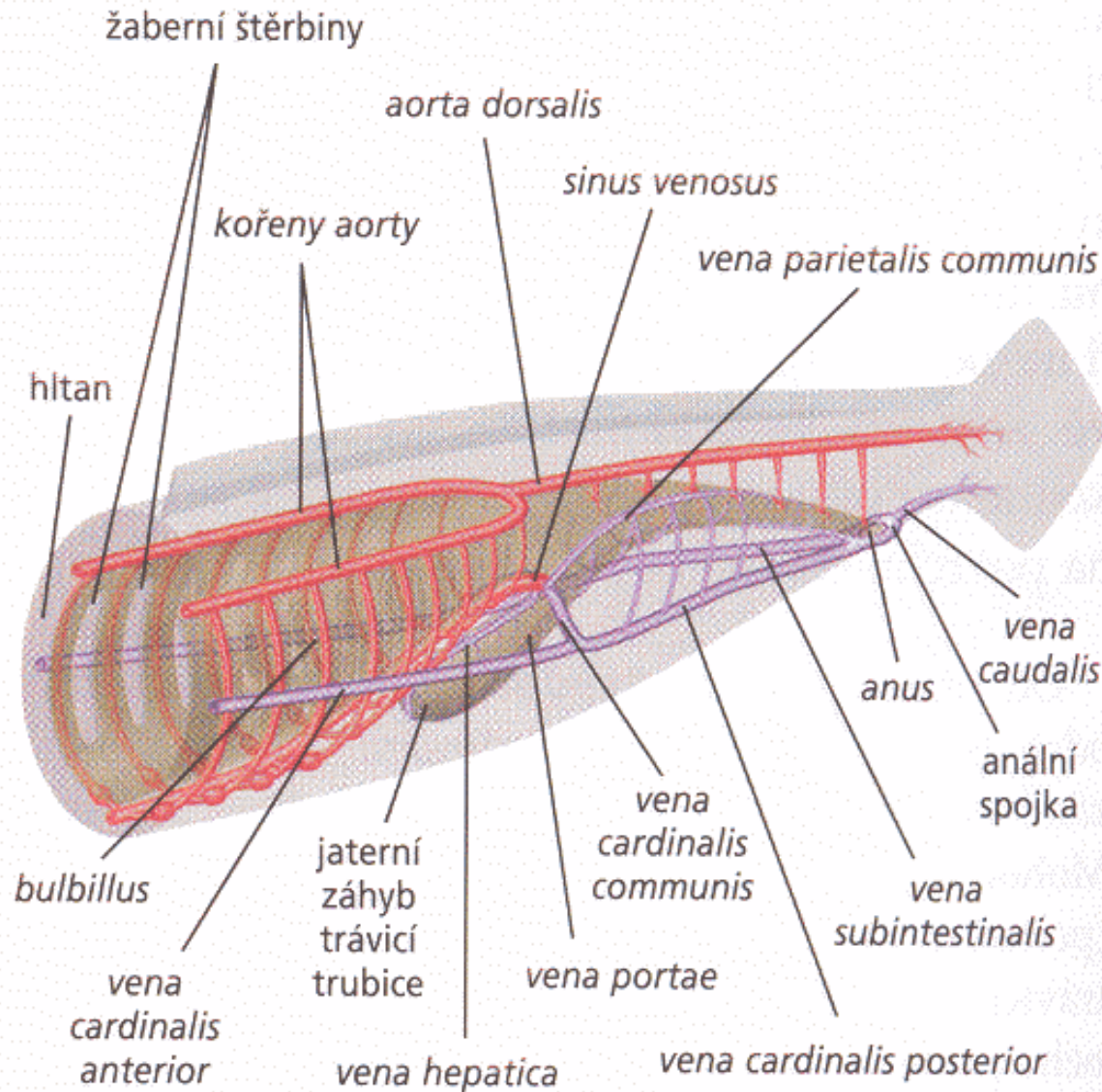
Úplně rozdělené srdce s malým a velkým oběhem – ptáci, savci



**Obr. 43** Schéma hlavních typů srdce obratlovců. V horní řadě srdce obratlovců dýchajících žábrami; 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

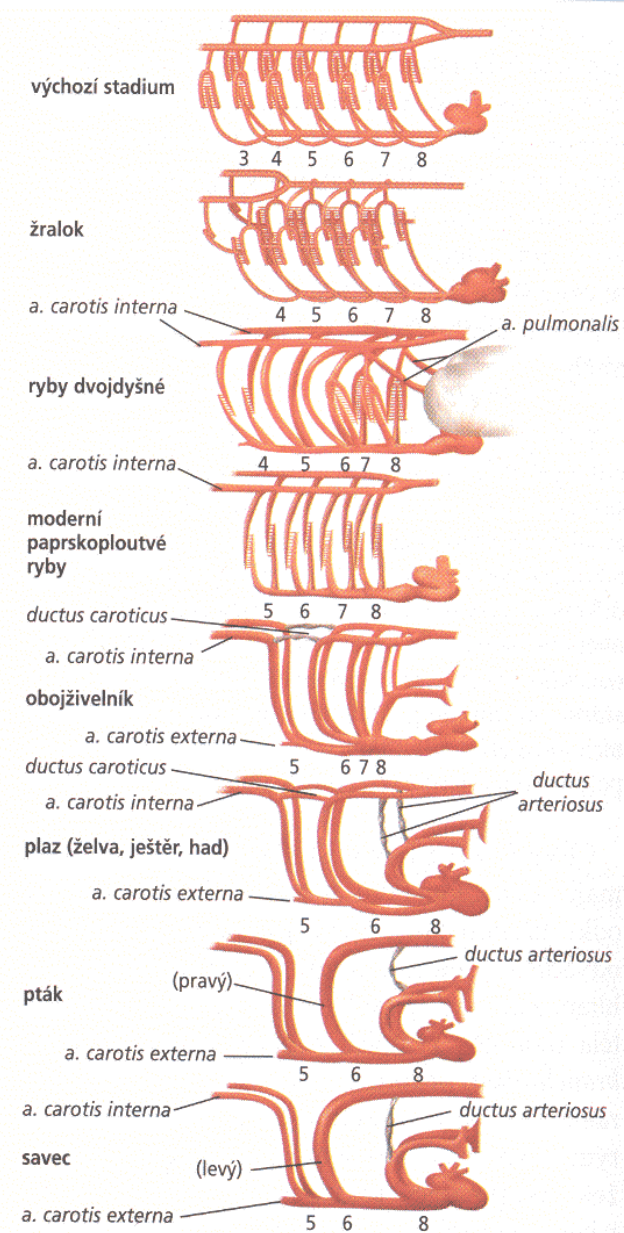




## Tepny (*aortae*)

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.

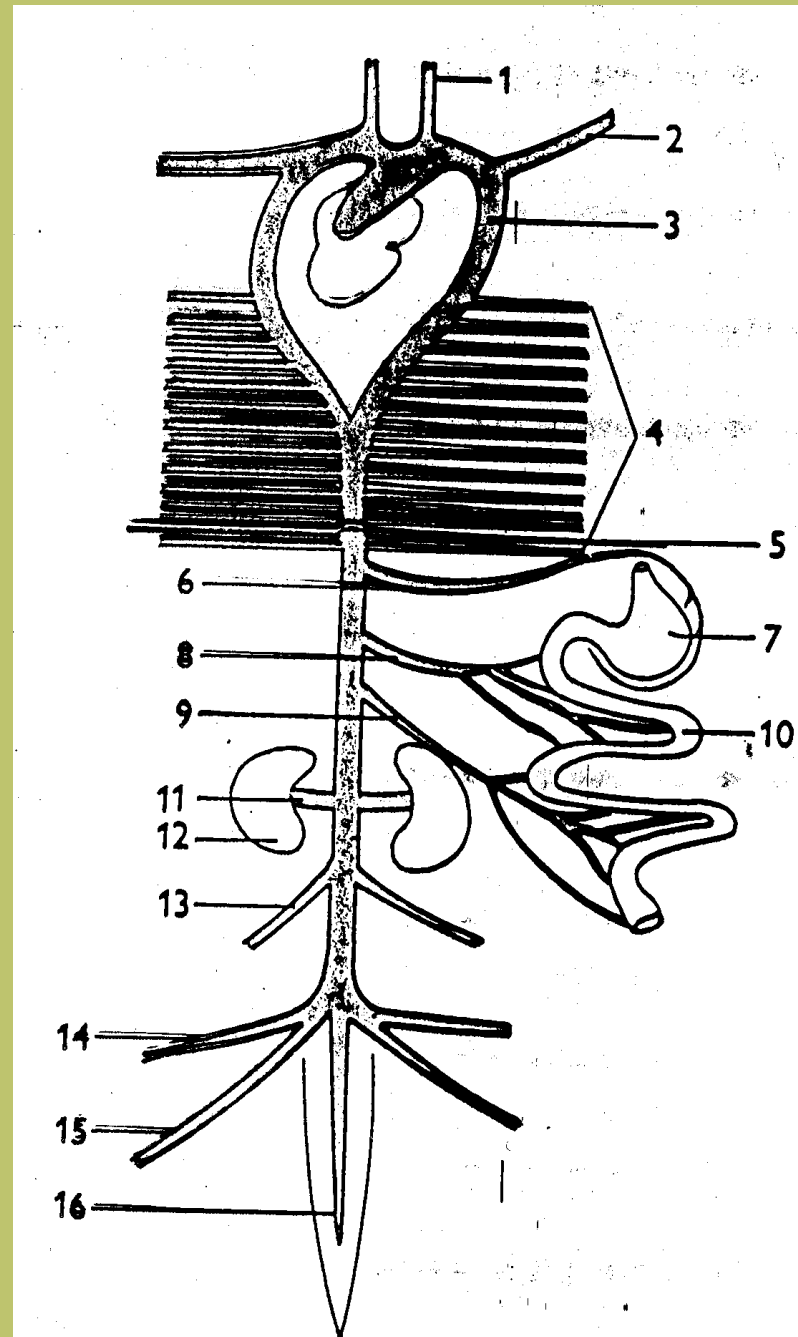


Dělení větví hřbetní aorty:

- 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*)

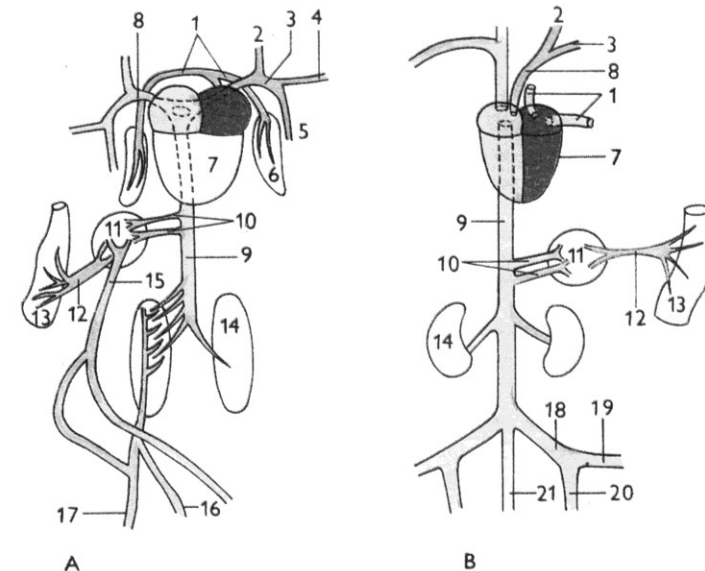
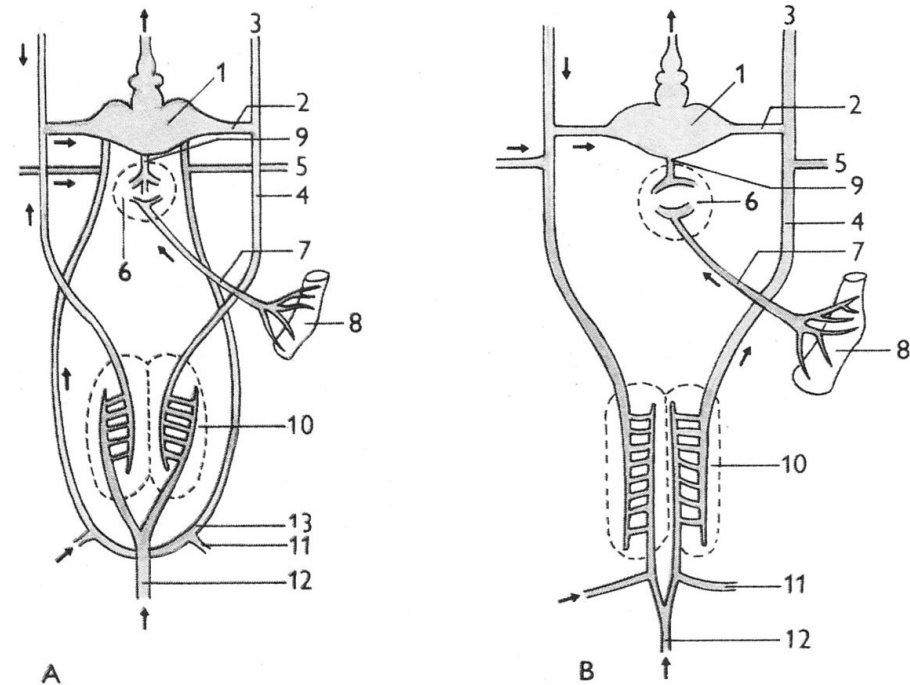
Zpravidla sledují tepny,  
řečiště bohatší, variabilnější

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
- 3. abdominální** – z ventrální strany
- 4. plicní** (*v. pulmonales*) –  
cévy s okysličenou krví do levé předsně

Suchozemští obratlovci –  
vývoj dutých žil z kardinálek

Obr. 84: Schéma žilného systému paryb (A) a kostnatých ryb (B). 1 - žilný splan, 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 krev. 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 plicemi → 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

Exkretční 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, ryb, obojživelníků

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). Kostnaté ryby (*Teleostei*) – samostatný (druhotný) chámovod. Žraloci, někteří ocasatí obojživelníci – tendence k vývoji druhotného močovodu.

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 Bowman. váčku. Diferenciace metanefrosu → sekundární močovod (*ureter*), Wolffův vývod – chámovod (*ductus defferens*) (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 tělíska (g+B.v.), ztráta segmentace,
<b>H</b>	primárního močovodu	u d	<b>i</b>	<b>s</b>	zmnožení tubulů, izolace od coelomu
<b>R</b>	(Wolffův vývod)	á l	<b>t</b>	<b>o</b>	Wolf. výv.-
<b>O</b>	-	n í	<b>n</b>	<b>e</b>	chámomochod
<b>S</b>	chámovod	č.	<b>p</b>		

### 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 a plazi)

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

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

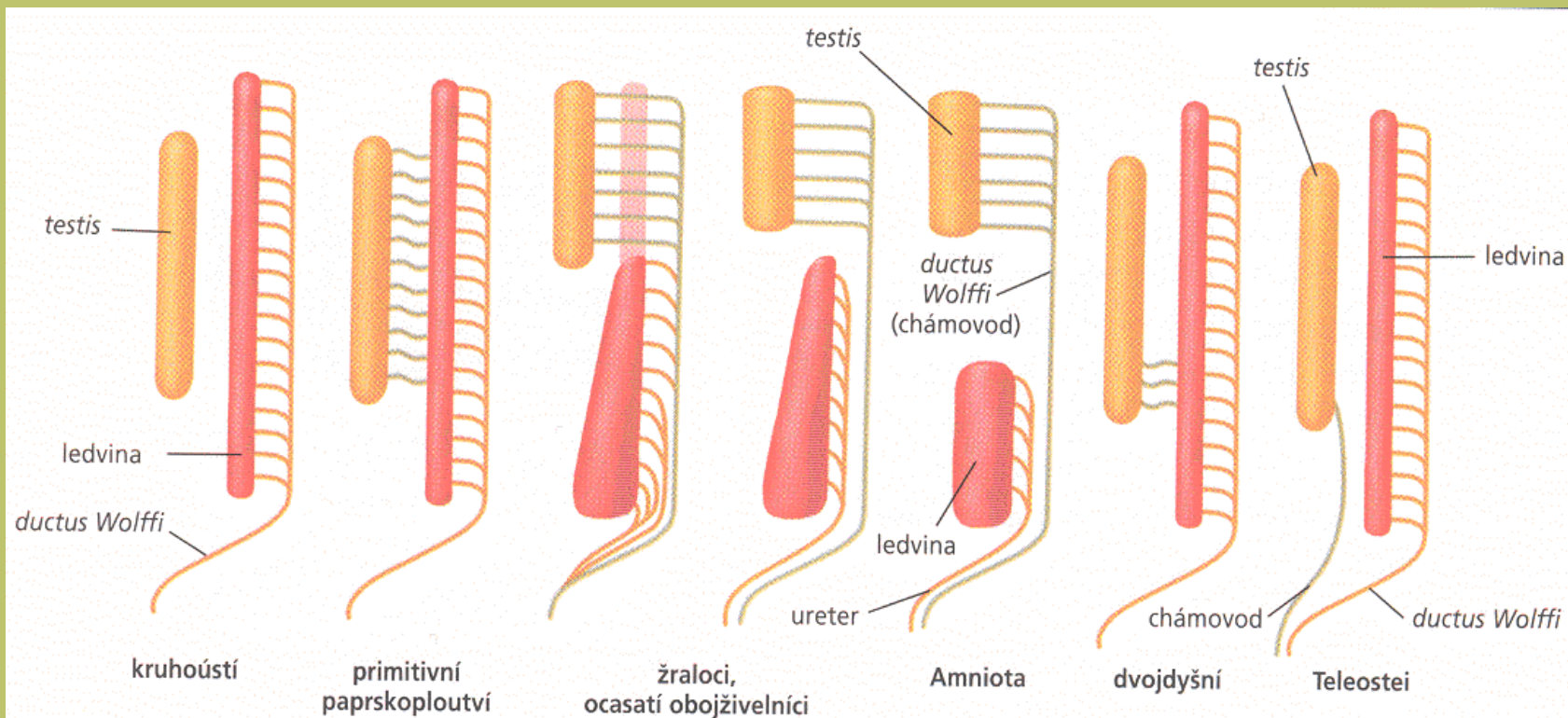
## Samčí (♂) pohlavní orgány

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).

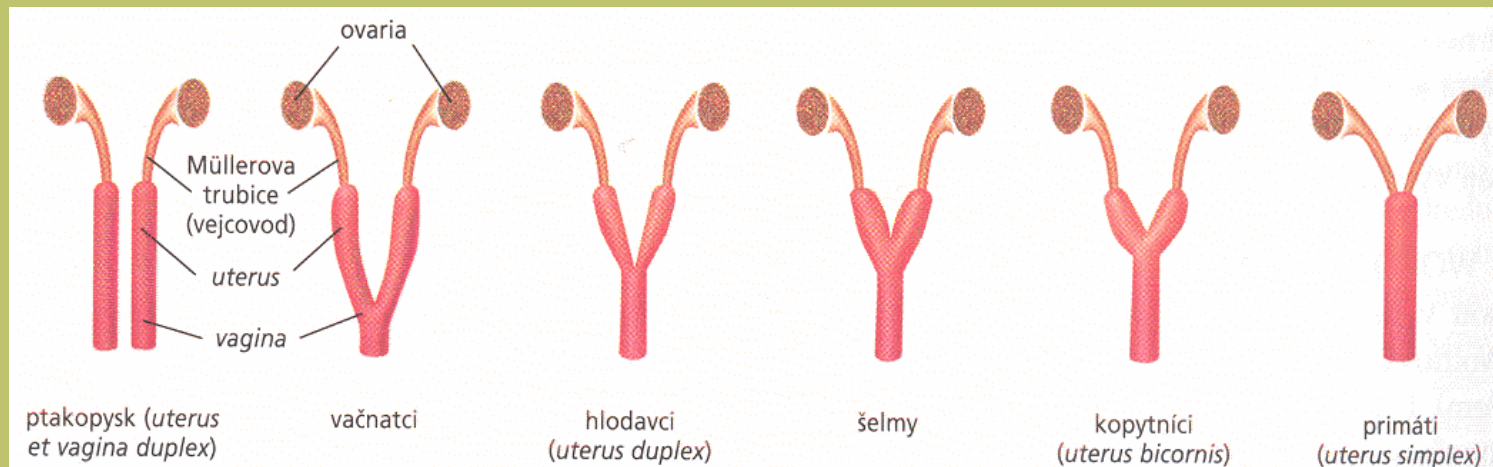
Živorodí savci: - vejcovod (*tuba uterina*)

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

oplozeného vajíčka, vývoj v plod placentárních savců

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

Vývoj dělohy  
živorodých savců:



## 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