

Zoologie obratlovců pro ZV

Bi2MP_ZOSP

1h týdně, z, 1kr. Zakončení: test

Navazuje a rozšiřuje Bi2BP_ZZSP.
Úspěšné absolvování je podmínkou.

Shrnující text pro každou soustavu předchází
na světlejším pozadí.

Doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.

Předpokládaný program Bi2MP_ZOSP

1. (22.9.) Obratlovci – úvod
2. 29. O – soustavy - krycí
3. dtto - oporná a svalová
4. dtto - coelom
5. dtto - trávicí a dýchací
6. dtto - cévní
7. dtto - NS a smysly
8. dtto - vylučovací
9. dtto - rozmnožovací
10. Ekosystémy obecně
11. Ekosystémy naše
12. Ekosystémy - učebnice

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: **ŠTÍTNATCI** (OSTRACODERMI) †

Třída: **KRUHOÚSTÍ** (CYCLOSTOMATA) 50 † **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

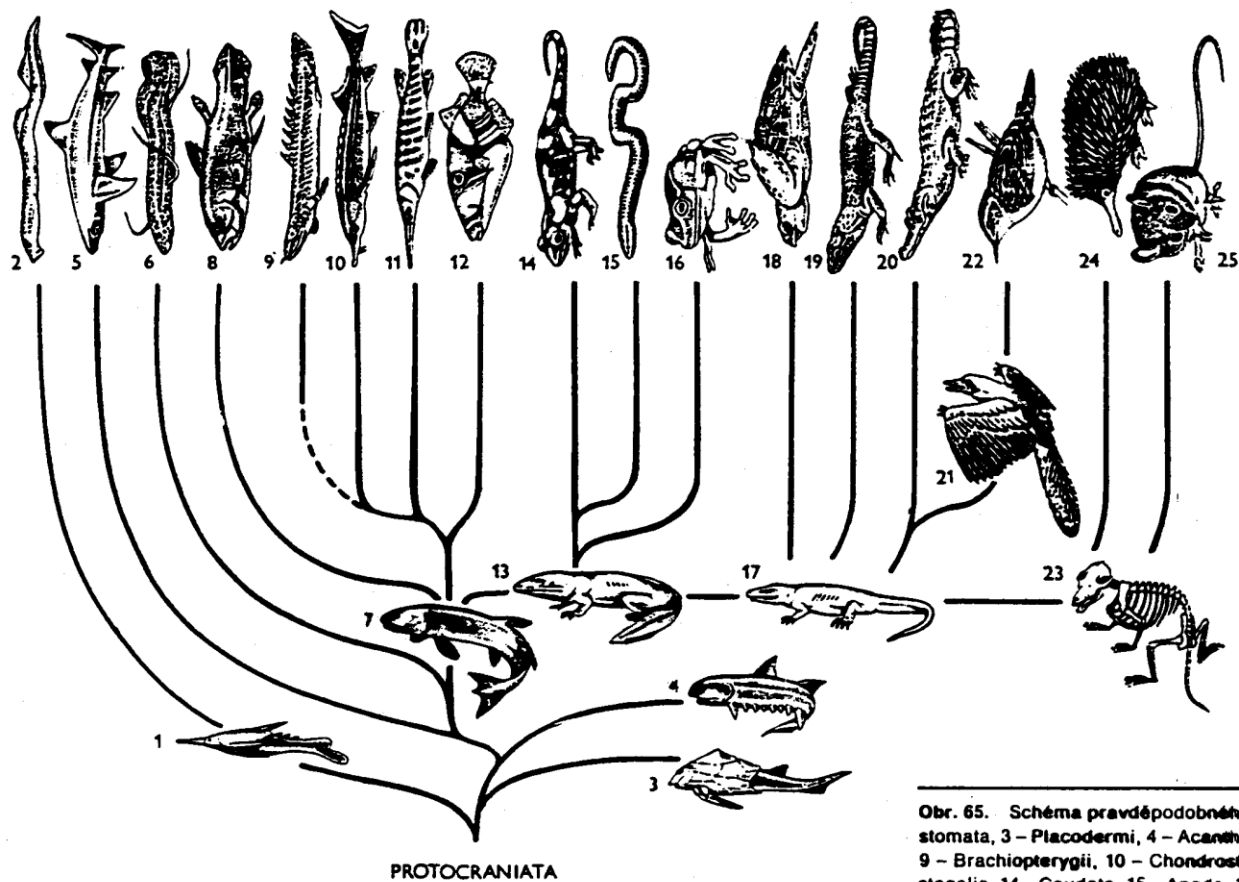
Třída: **NOZDRATÉ (SVALOPLOUTVÉ) RYBY** (SARCOPTERYGII) 6

Třída: **OBOJŽIVELNÍCI** (AMPHIBIA) 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 – Holosteii, 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.

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)

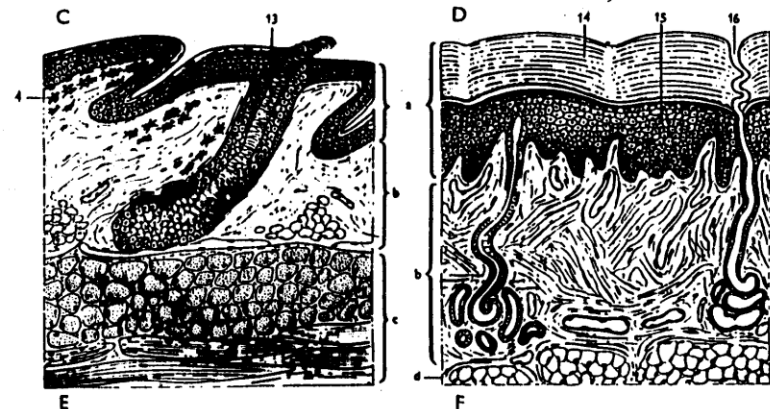
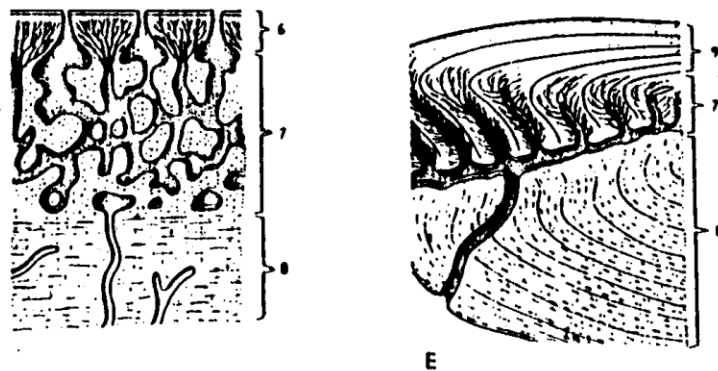
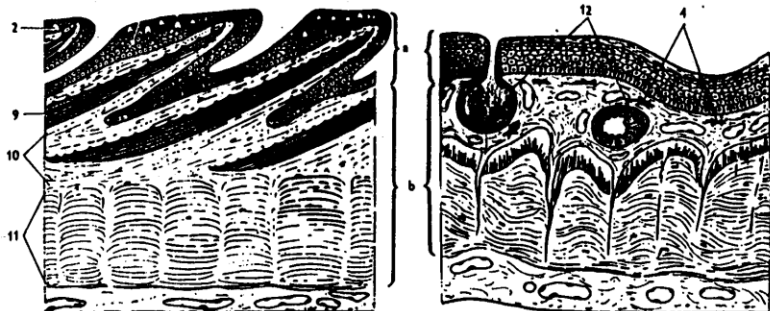
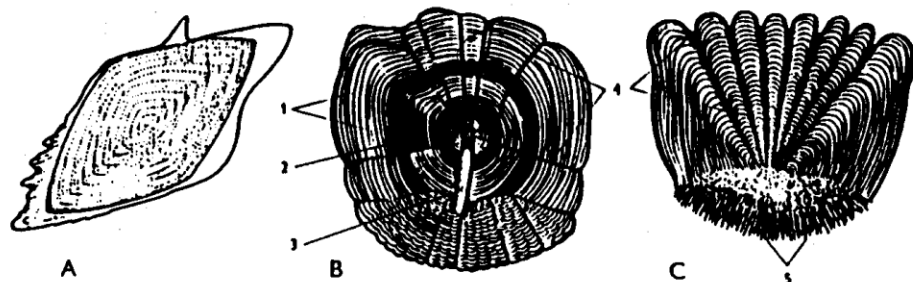
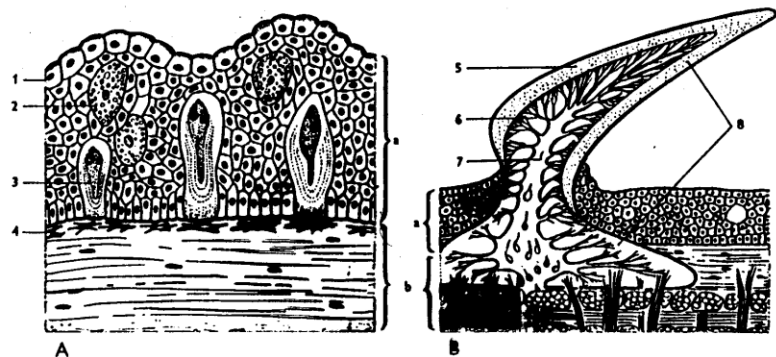
● cévy

● 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 (klenle) nepokryté části 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 clogické 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.

OPORNÁ soustava (kostra)

Vazivo – nejpůvodnější

Chrupavka – ontogenetický předstupeň kosti

Kostní tkáň

Typ skeletu: a) dermální s.

osifikace vaziva ve škáře - krycí k.

b) endoskelet

chondrogenní os. kosti náhradní

e. somatického původu

e. 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. oční

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 prepážkou 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. - osifikace vaziva ve škáře - krycí k.

b) endoskelet - chondrogenní os. kosti náhradní

e. somatického původu

e. viscerálního původu

A. Osní kostra (trupu)

páteř (*columna vertebralis*) z obratlů

amficélní (vodní čelist., červoři, haterie)

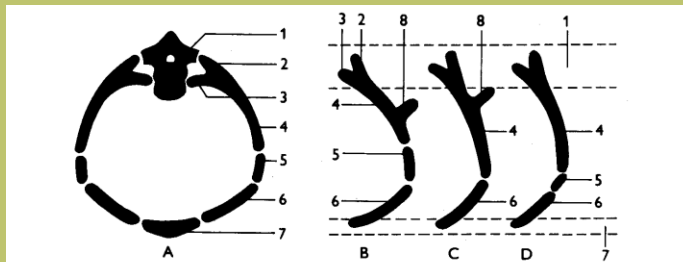
opistocélní

procélní

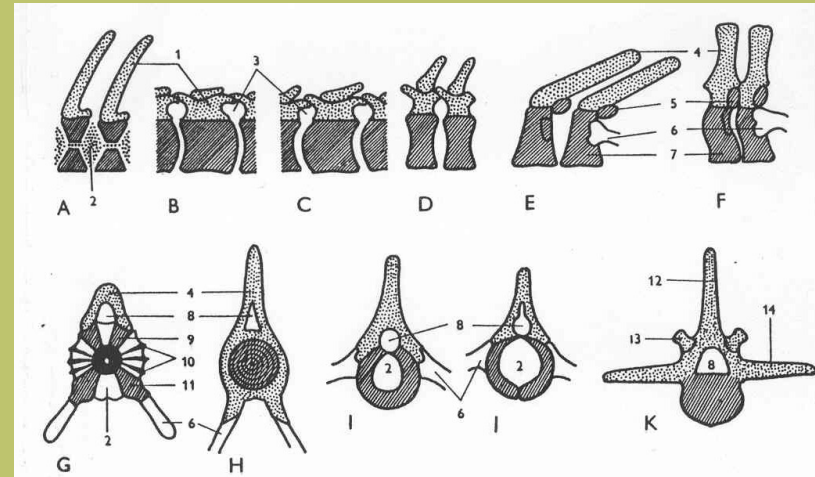
(heterocélní) (sedlovité)

acélní, platycélní

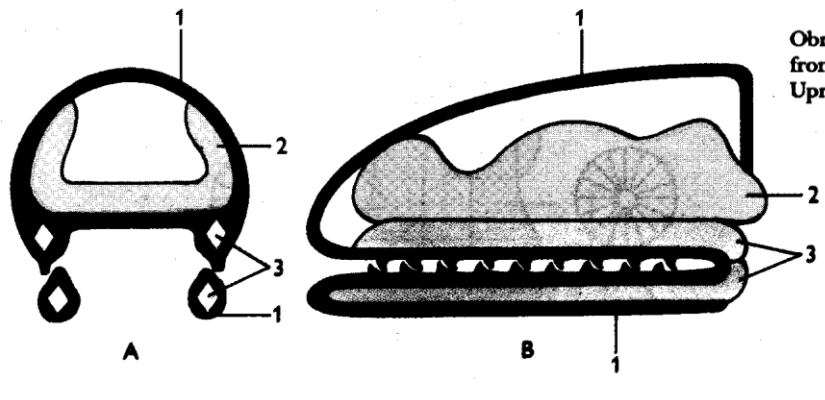
žebra (*costae*)



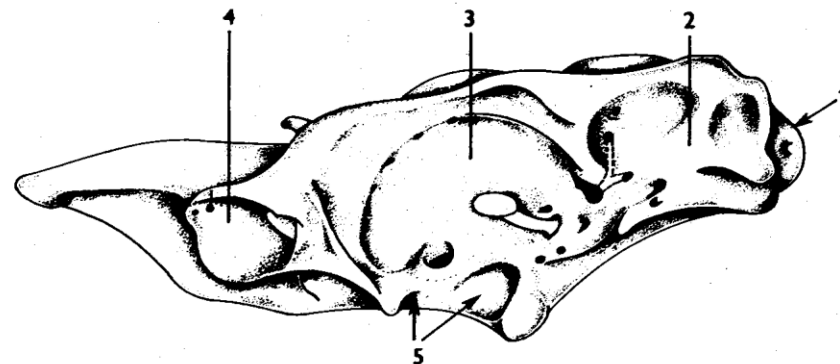
Obr. 23: Schéma organizace žeber amniot. A - hrudní segment v předozadní projekci, B - třídlínné žebro plazů, C - dvoudílné žebro ptáků, D - třídlínné žebro ptakopyška a mravenečnicka. 1 - topografická poloha obratle, 2 - tuberculum costae, 3 - caput costae, 4 - vertebrocostale, 5 - intercostale, 6 - sternocostale, 7 - topografická poloha sterna, 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 (savec). 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 – basiventrale (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

a 2. zanikají (ret. chrup. paryb)

3.čelistní (*palatoquadratum + mandibulare*)

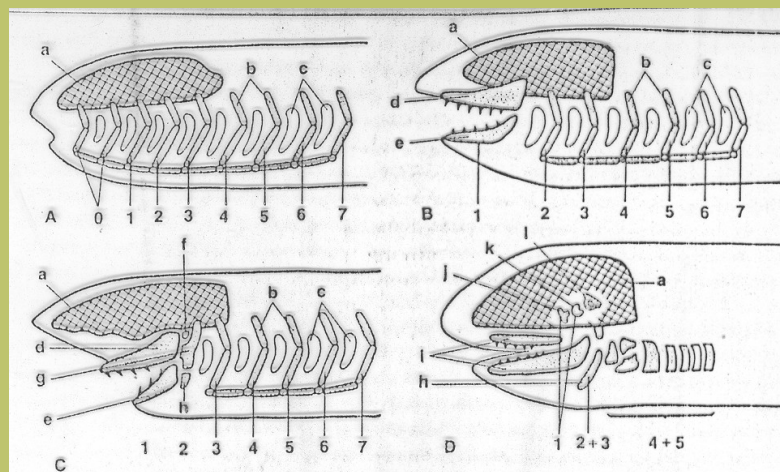
4.jazykový (*hyomandibulare + hyoideum*)

5.opora žaber

6.-9. jako 5. u vodních,

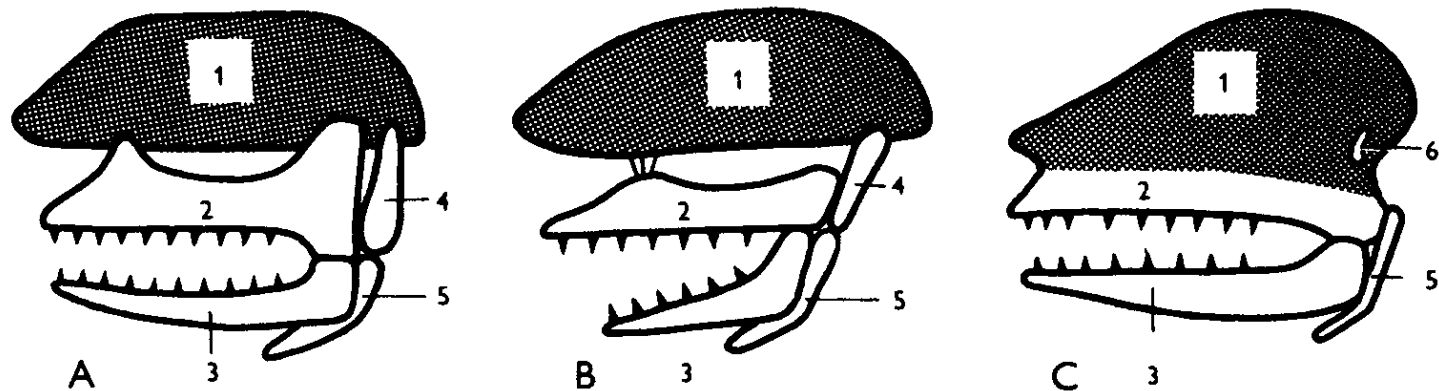
6.,7.- chrupavky u tetrapod

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) (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

1. ploutev ocasní

heterocerkní

hypocerkní

difycerkní

homocerkní

p. hřbetní

p. řitní

párové končetiny

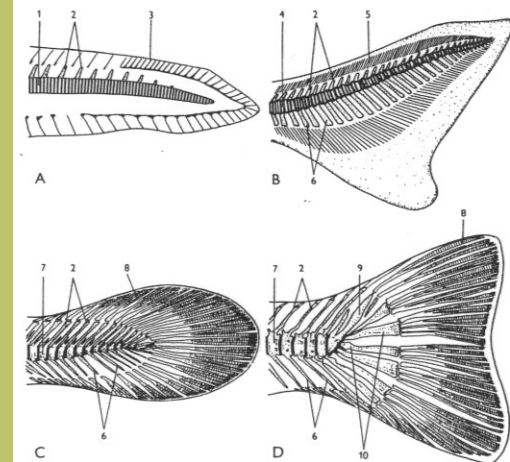
ichthyopterygium (ploutev)

chiropterygium (noha)

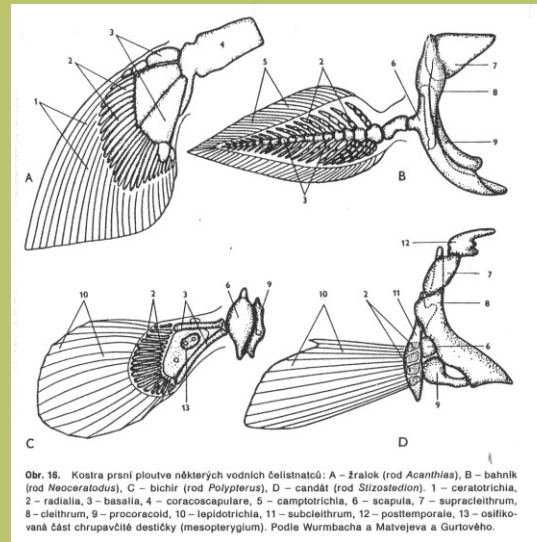
tři teorie vzniku: **Gegenbauerova** – pásma z skeletu žaber. oblouků, skelet ploutev. lemu (Rd) z žaber. plátek – spor o svalovinu

metapleurová – volná konč. *in loco*, druhotný vznik pásem

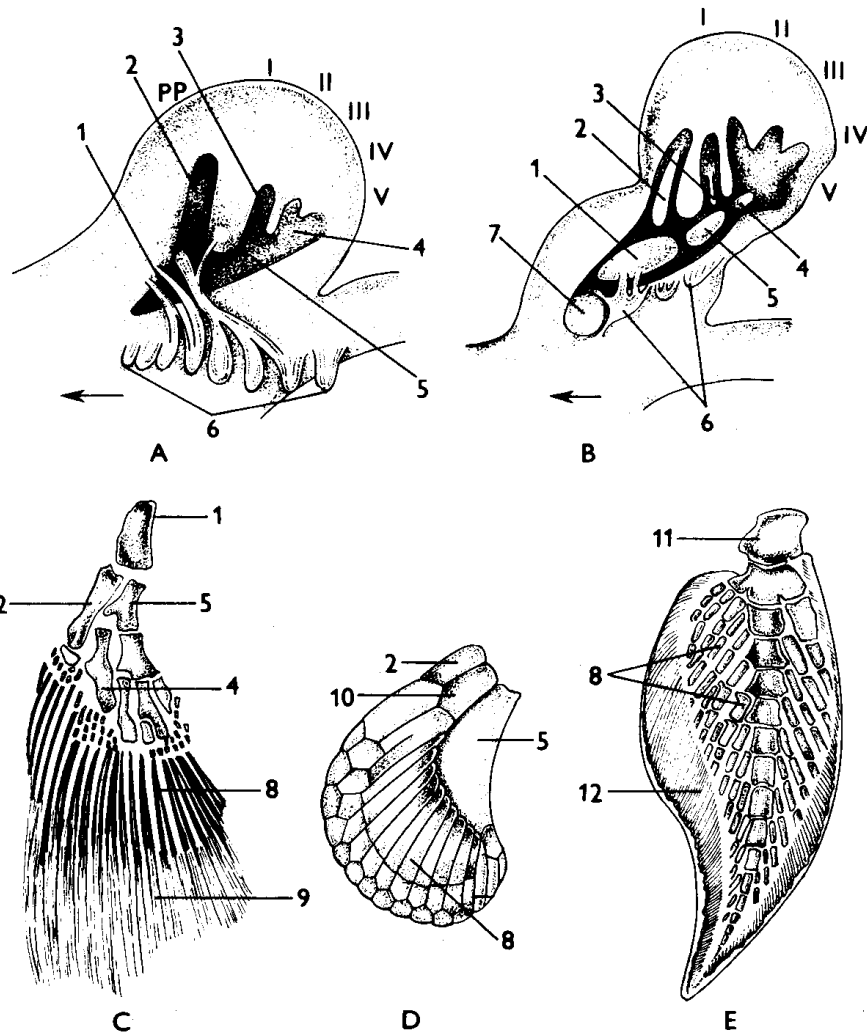
Graham-Kerrova – 1+2: pásma ze skeletu oblouků, volná konč. z vnějších žaber



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



Obr. 16. Kostra prsní ploutve některých vodních čelistnatců: A – žralok (rod Acanthias), B – bahňák (rod Neoceratodus), C – bichir (rod Polypterus), D – candát (rod Silizostedion). 1 – ceratotrichia, 2 – radialis, 3 – basalis, 4 – coracocapulare, 5 – camptotrichia, 6 – scapula, 7 – supracleithrum, 8 – cleithrum, 9 – procoracoid, 10 – lepidotrichia, 11 – subcleithrum, 12 – posttemporale, 13 – oslíkovaná část chrupavčité destičky (mesopterygium). Podle Wurbacha a Matvejeva a Gurtového.



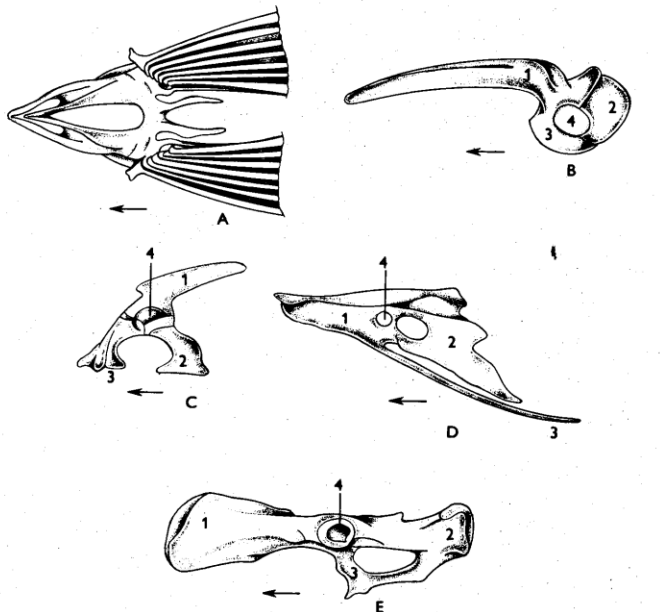
Obr. 35: Pokus o ontogenetickou rekapitulaci evoluce savčího chiropterygia z rybšho ichthyopterygia. A - časné, tzv. paletové, vývojové stadium přední končetiny savců, B - pozdější vývojové stadium se základy kosterních elementů přední končetiny, C - hrudní ploutev (uniseriální archipterygium) vymřelé 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 evoluce 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:

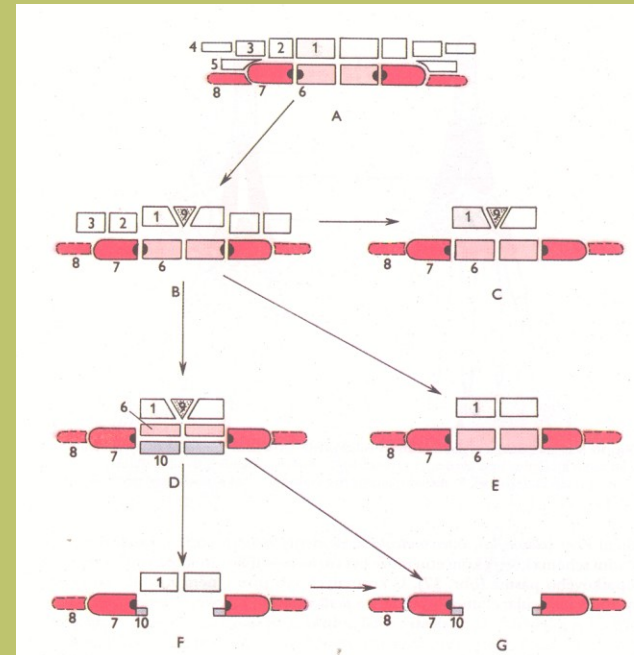
I. pletenec + II. volná končetina

ad I.

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



Obr. 58: Nástín evoluce pánevního pásma obratlovců. A - kapr shora, B - skokan zleva, C - varan zleva, D - holub zleva, E - králek zleva. Šipky vyznačují směr k hlavě. 1 - os ilium, 2 - os ischi, 3 - os pubis, 4 - acetabulum (kloubní jamka pro femur). C.) podle Ihleho et al., 1971, ostatní jsou originály.



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

pletenec zadní k.

- ilium (k. kyčelní)
- ischium (k. sedací)
- pubis (k. stydké)

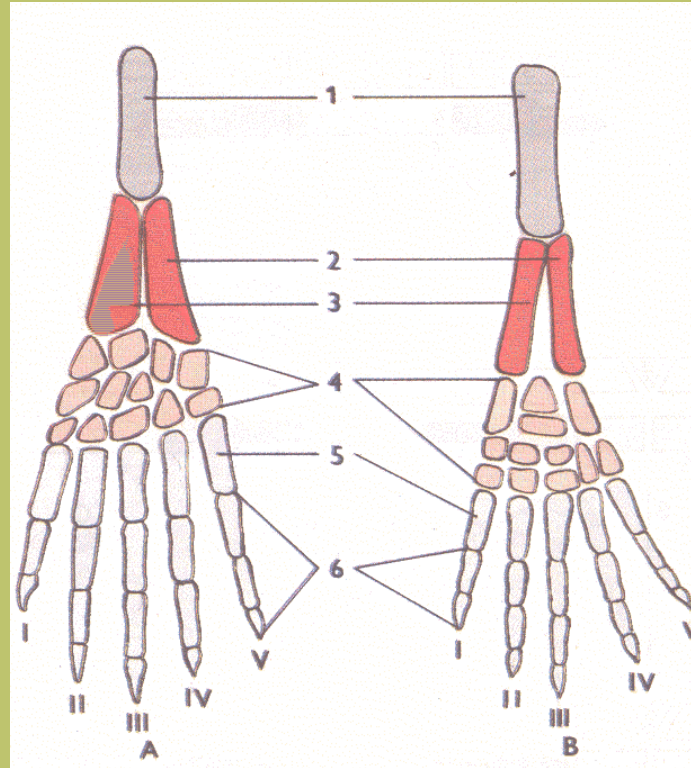
ad II. přední volná končetina (A)

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 před. k.
ptáci – 2. prstu
letouni – 2. – 5. prstu

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 podélný boční sval.

?Somatický původ - svaly oční koule, elektrické orgány

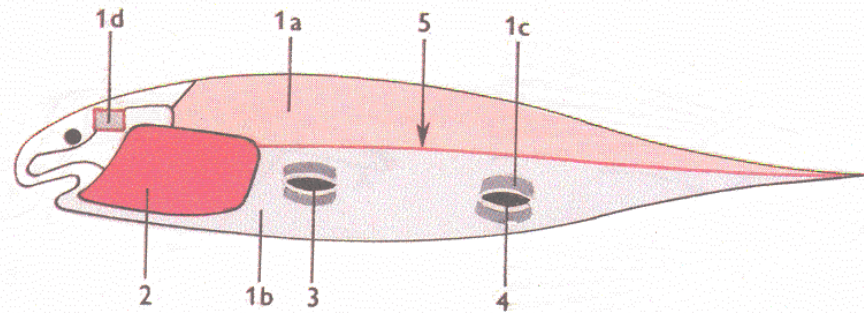
Svaly branchiální

Na žaberních obloucích, inervace branchiálními hlavovými nervy

Důležitost svalstva čelistního oblouku -> čelistní (žvýkácí) 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*),

od paryb - *vazivová přepážka (septum horizontale)*

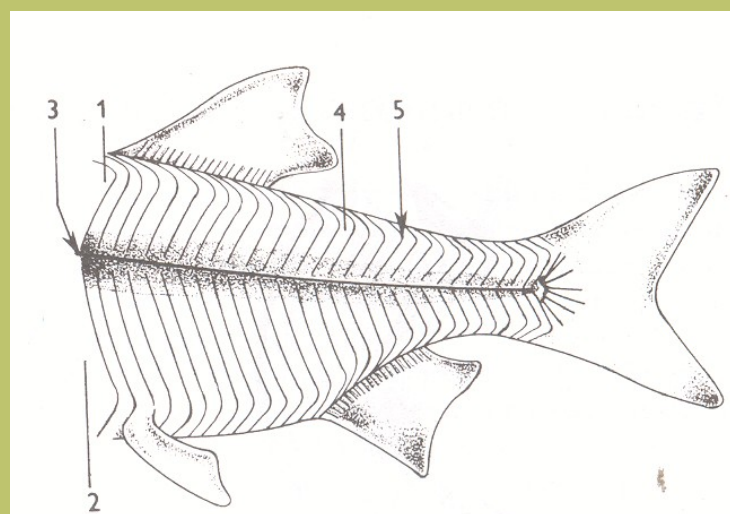
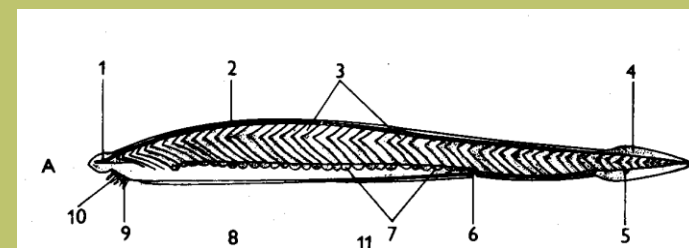
→ epaxonická hřbetní

a hypaxonická břišní svalovina),

u ryb podélný boční sval (W).

?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**)

čich. 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

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

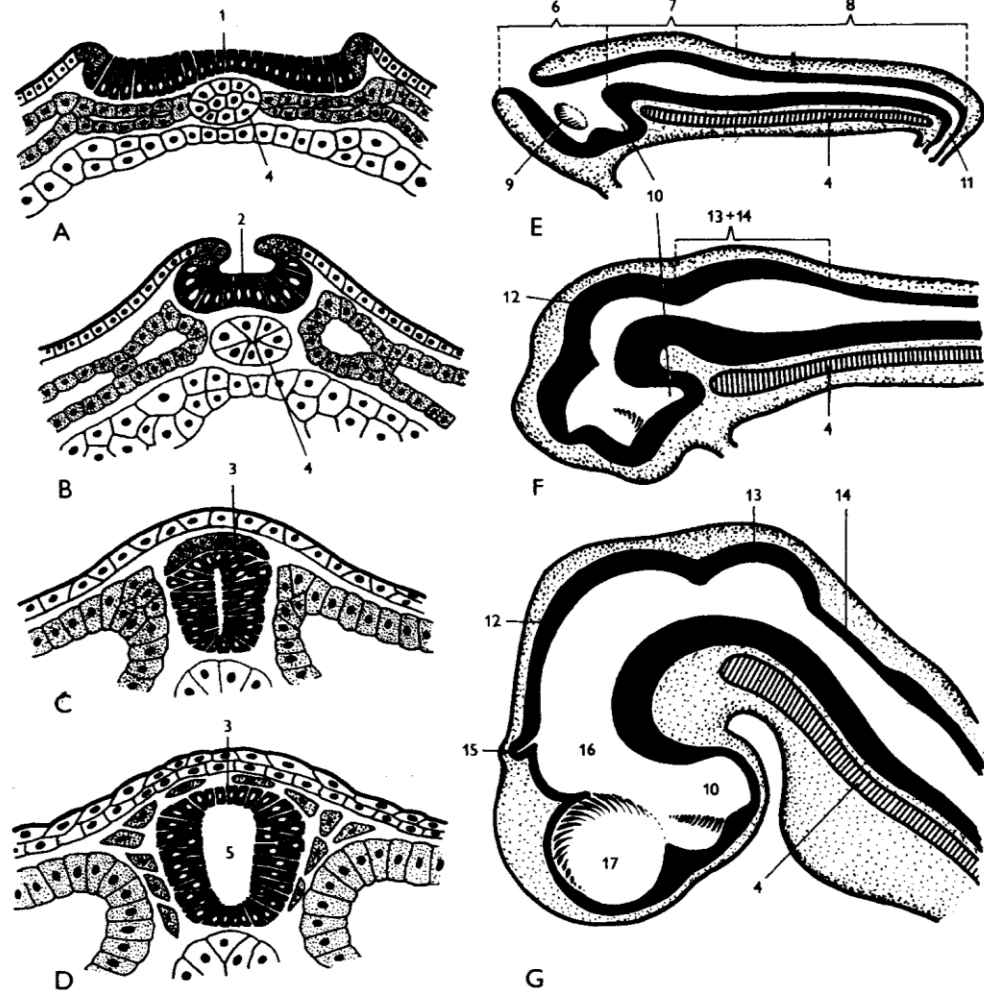
Parasympaticus – ústředí v jádrech 2., 7., 9. a 10. hlavov. nervů a křížové míše

NERVOVÁ soustava

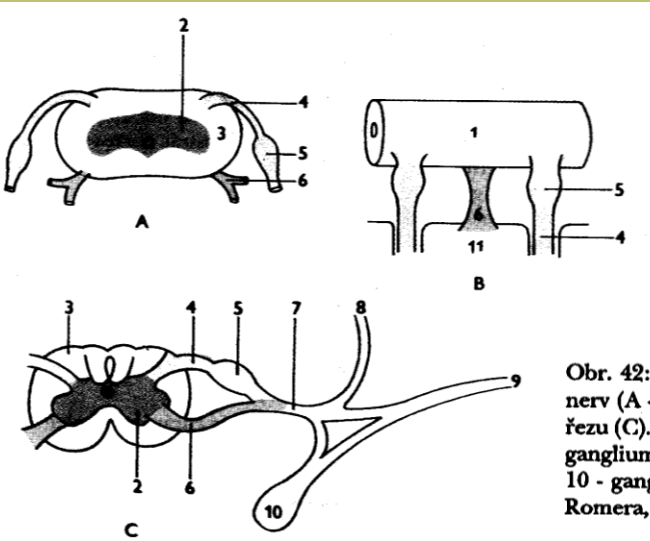
- centrální (mozek, mícha)
- periferní (nervy)
- útrobní (vegetativní) nervy

Mozek (embryonálně 2 váčky v kraniální části nervové trubice)

Mícha – spinální nervy
2 kořeny **míšních nervů** (!mihule nespojeny!). Dorzální kořeny se **spinálními ganglii**. Další dělení na 3 větve (ventrální – vegetativní uzlina).

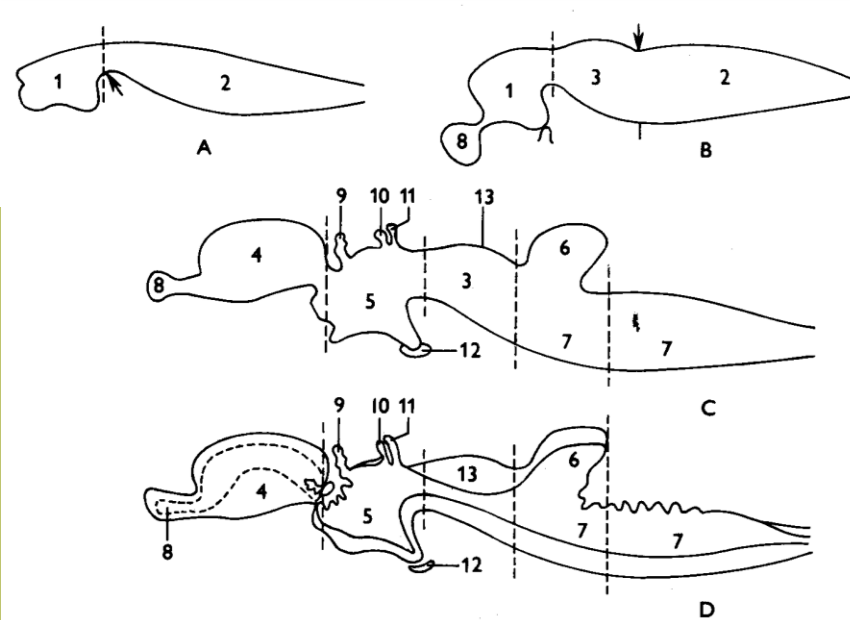


Obr. 27 Některá stadia ontogenetického vývoje míchy (A až D) a mozku (E až G); levá polovina příčné, pravá podélné řezy (silně schematizované). 1 – nervová ploténka, 2 – nervová rýha, 3 – nervová trubice, 4 – chorda, 5 – neurocél (míšní kanál), 6 – přední mozek (*prosencephalon*), 7 – zadní mozek (*rhombencephalon*), 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*).

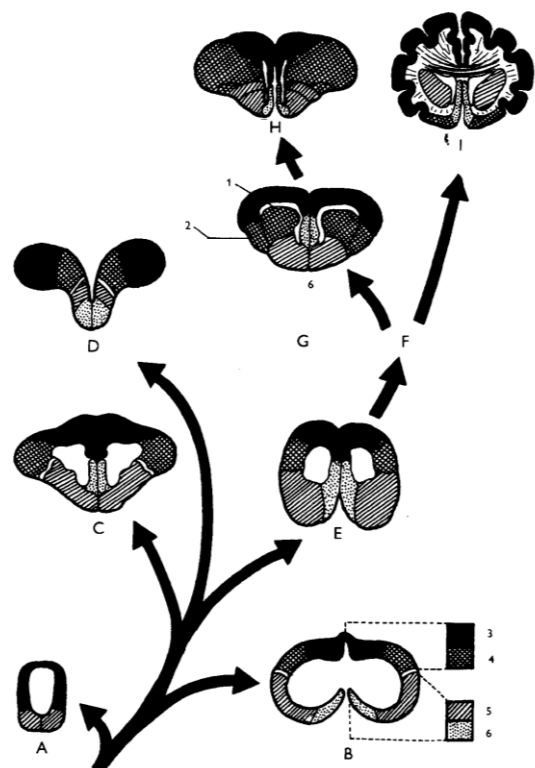


Obr. 42: Schéma míšního segmentu mihule s alternujícími a nespojenými míšními kořeny v míšním nervu (A - na příčném řezu a B - při pohledu shora) a schéma míšního segmentu savců na příčném řezu (C). 1 - mícha, 2 - šedá hmota míchy, 3 - bílá hmota míchy, 4 - hřbetní kořeny míšní, 5 - spinální ganglium,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

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 - parafysa, 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. 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).



Mozek

(embryonálně 2 váčky v kraniální 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-čtverohrbolí), 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 hrbolek) a sluchového (zadní pár) přepojovacího centra.

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

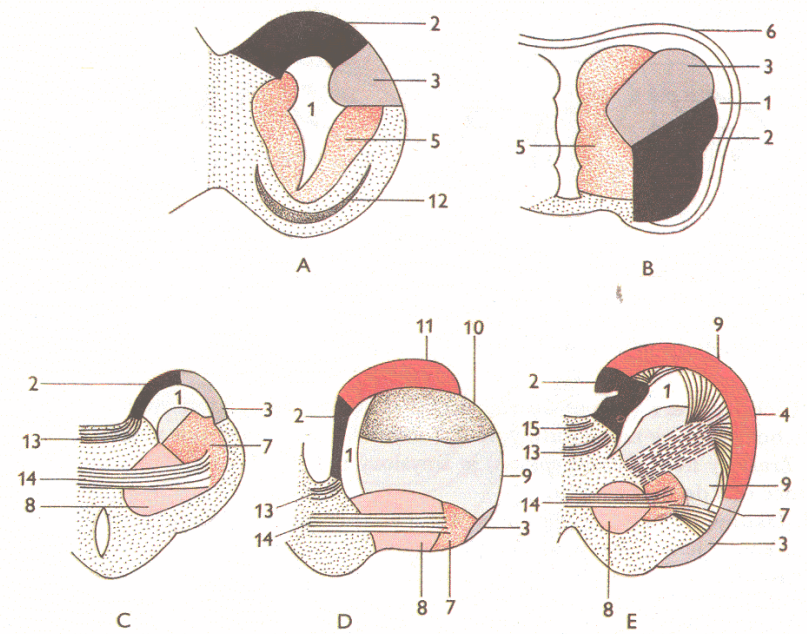
Mezimozek (*diencephalon*) - význam ve vývoji od plazů k savcům, nejdůležitější přepojovací centrum dostředivých i odstředivých drah mezi koncovým mozkiem a nižšími patry. Embryonální vychlípenina - sítnice, zrakový nerv. Dorzální vychlípenina - *parietální a pineální orgán* (mihule - nepárová oka). 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, biologic. oscilací i zimního spánku. Stopkatě přisedá podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri*) s *neurohypophysis*.

Koncový mozek (*telencephalon*) - v průběhu fylogeneze prodělal největší změny. Funkci čichového mozku u kruhoústých 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 diferenciaci na *palaeopallium* (ventrolaterálně) *archipallium* (dorzomediálně od mozkových komor). Od plazů mezi nimi *neopallium*, mohutní u savců (zatlačuje *paleopallium* na bazální a *archipallium* na mediální stranu hemisfér).

Koordinace nervové činnosti v neopaliu, u živorodých savců mezihemisférový 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 ganglium - 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 epitelální 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 ganglium je rozštěpené svazky bílé hmoty. Objevuje se nová struktura - neostriatum. Neopálium ještě schází. D - ptáci řešili zvětšení mozku zvětšováním struktur striata. Hyperstriatum ventrale a dorsale funkčně zřejmě supluje neopálium savců. E - savci. Také savčí neostriatum je rozštěpené svazky bílé hmoty (capsula interna), které přicházejí z nové části kůry - neopálie, do něj se u savců postupně soustřeďují všechny nadřazené funkce mozku. Vzniká i nový, neopáliální spoj - corpus callosum, typický pouze pro savce. 1 - mozková komora, 2 - archipallium, 3 - palaeopallium, 4 - neopallium, 5 - bazální ganglium, 6 - epitelová vrstva, 7 - archistriatum, 8 - palaeostriatum, 9 - neostriatum, 10 - hyperstriatum ventrale a dorsale (11), 12 - šichová kůra, 13 - commissura pallii (spojuje archipaliální struktury obou hemisfér), 14 - commissura rostralis (spojuje struktury pravého a levého bazálního ganglia), 15 - corpus callosum (spojuje struktury neopálie 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 (modif. 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

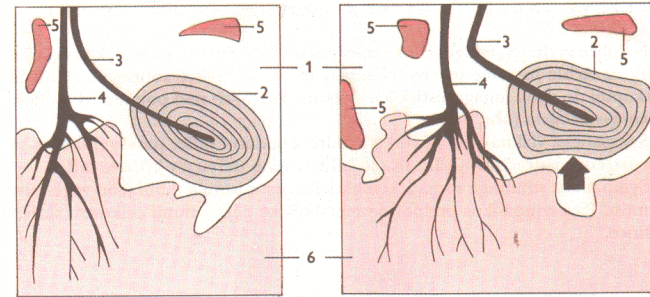
primární (modifikované neurony)

sekundární (modifikované epiteliální buňky)

Interoreceptory (včetně proprioreceptorů)

Exteroreceptory

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



A

B

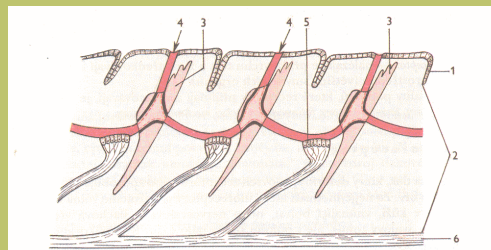
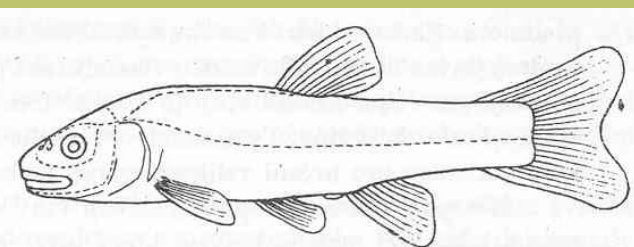
Mechanoreceptory

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)

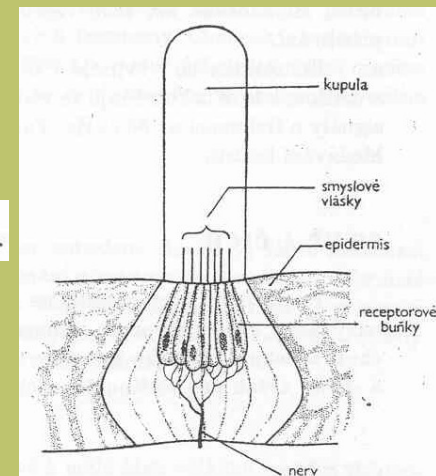
Postranní čára – kanálky ploutvovců a larev obojživelníků s neuromasty

Obr. 212. Obrysy uložení orgánu postranní čáry.



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

Struktura neomastu.

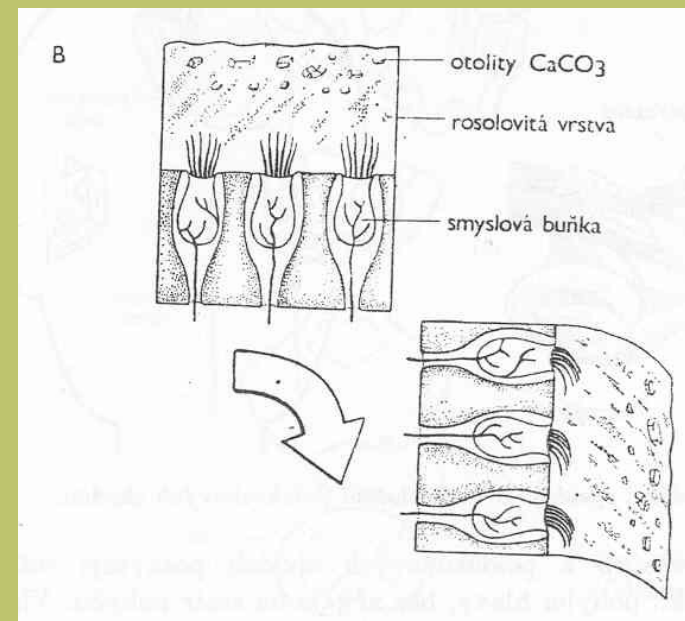
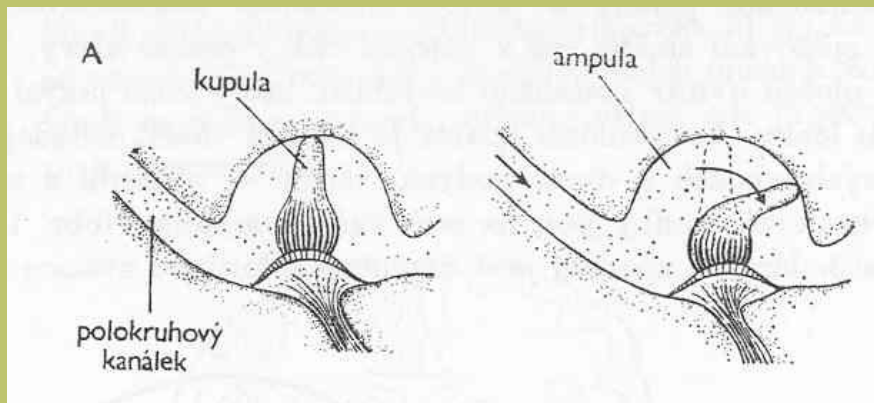


Rovnovážný a sluchový orgán

Vnitřní, střední (od obojživelníků) a zevní (od plazů) ucho
Rovnovážný – váček diferencovaný v utriculus, sacculus a lagenu.

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

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



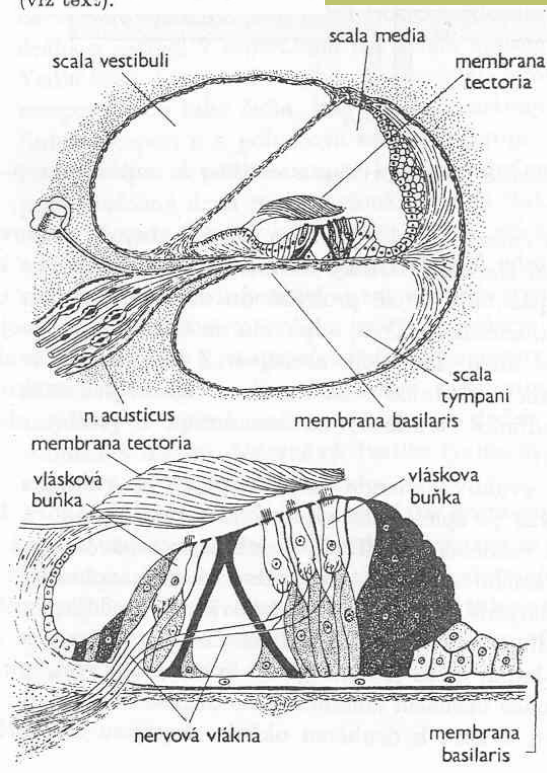
Obr. 195. A – Kupula v polokruhové chodbě. B – Receptory v utrikulu a sakulu.

Sluchový – protažovaná 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).

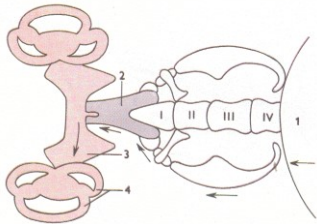
Obě chodby komunikují se středoušní dutinou u bazálního závitu: chodba předsíňová **oválným okénkem** a chodba bubínková **kruhovým okénkem hlemýžďovým**. Na vrcholu hlemýžďe - spojení chodeb otvůrkem (*helicotrema*), který vyrovnává vibrace perilymfy. Do předsíňového okénka kolumela (třmínek) - přenos vibrací ze sluchových na endolymfu v lageně. Ta rozechvívá určitý úsek m. která dotykem dráždí sluchové buňky. Tvar - na příčném řezu trojúhelníkovitý. Strop - *membrana vestibularis (Reisneri)* - odděluje od předsíňové Dno s Cortiho orgánem - *membrana basilaris* - odděluje 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).

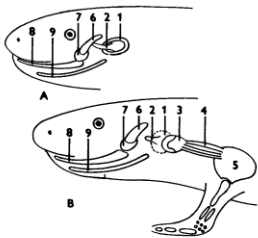


Vývoj středoušní dutiny ze spirakula, sluchových kůstek ze žaberního aparátu. Kolumela (*columella*) - jediná sluchová kůstka u většiny obojživelníků, plazů a ptáků → změna v třmínek (*stapes*) - zapadá do předsíňového okénka. Na něj se napojuje kovadlinka (*incus*) a nejlaterálnější kladívko naléhá na bubínek který odděluje středoušní dutinu od zevního ucha. Spojení dutiny středního ucha s trávicí trubicí (Eustachova t.)

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 - 20000 Hz, ultrazvuk [až 175 000 Hz] slyší někteří obratlovci jako letouni a kytovci 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 larvy (A) a dospělých obojživelníků (B) na perilymfu vnitřního ucha. 1 - předšípové 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 (kalné 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 předsípového okénka. Samotná smyslová papila (*macula amphibiorum*) v sakulu.

Rovnovážný aparát vnitřního ucha je vyvinut u všech obratlovců, sluchový (akustický orgán) pouze u suchozemských obratlovců.

Nervosvalová a šlachová vřeténka

- interoreceptory

Elektroreceptory

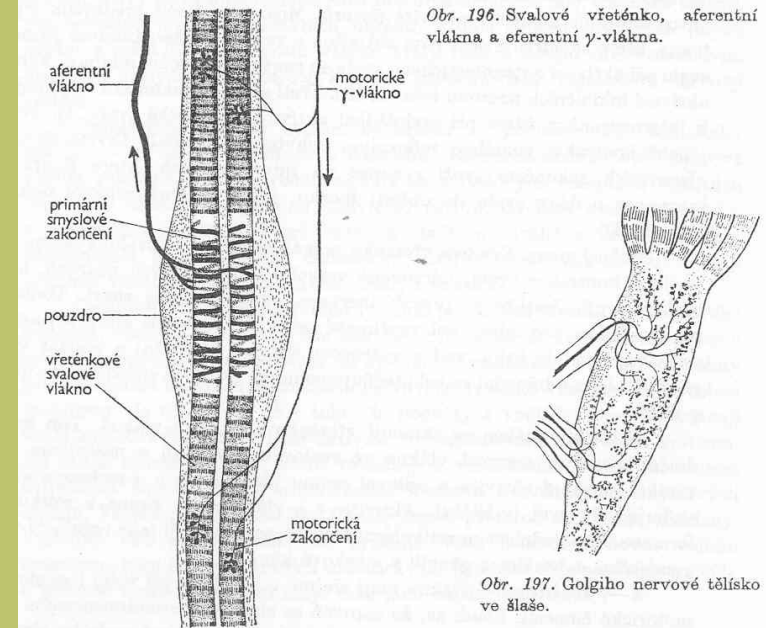
– vodní obratlovci v kůži

Termoreceptory

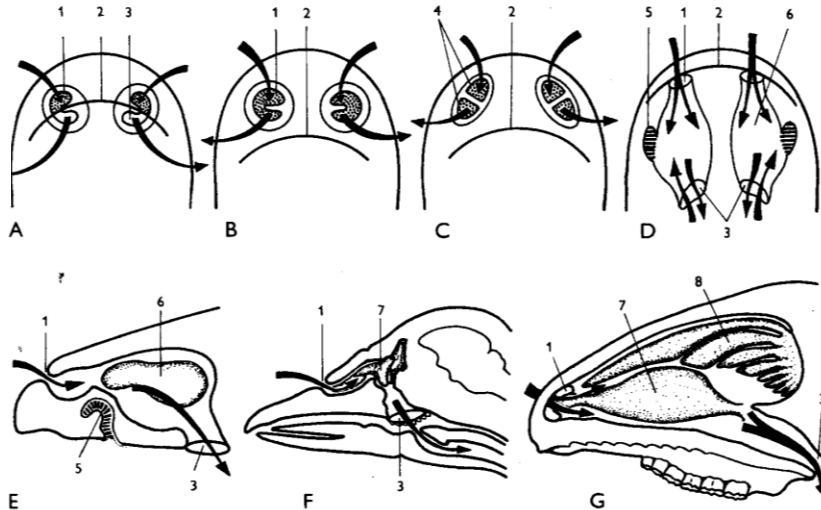
– Krauseho (chlad) a
Ruffiniho (teplo) tělíška v kůži.

Citlivý infrasenzor chřestýšů
a hroznýšů (rozdíl 0,003 °C).

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.



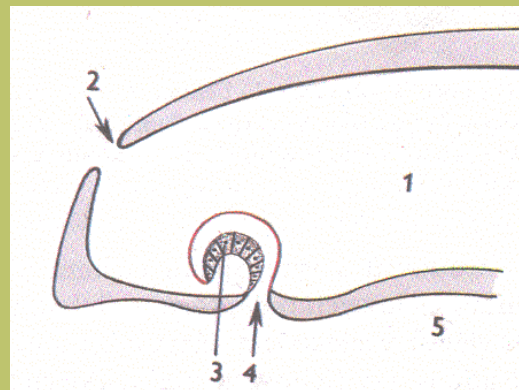
Chemoreceptory

Čich - primární,

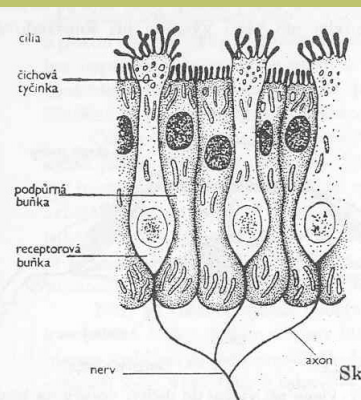
nepárové (mihule) a párové čichové jamky.

Přídavný (Jacobsonův) orgán

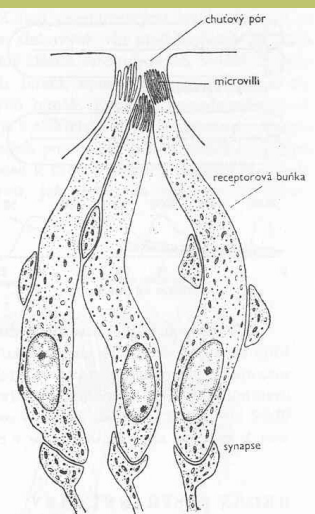
– vjem pachů ze slin (obojživelníci, šupinatí plazi a někteří savci (flémování), chybí želvám, krokodýlům, ptákům a některým savcům)



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.



Chutový pohárek v jazyku.

Chuť – sekundární,

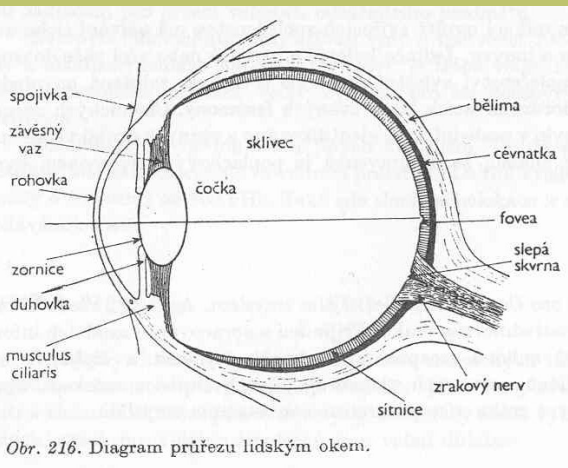
chuťové pohárky, 4 podněty.

Fotoreceptory

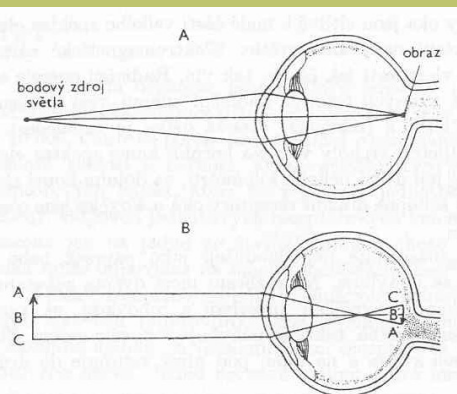
Oko komorové, inverzní – 3 vrstvy. Rhodopsin a iodopsin: transformace světelného záření na elektrickou energii vzruchu.

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).



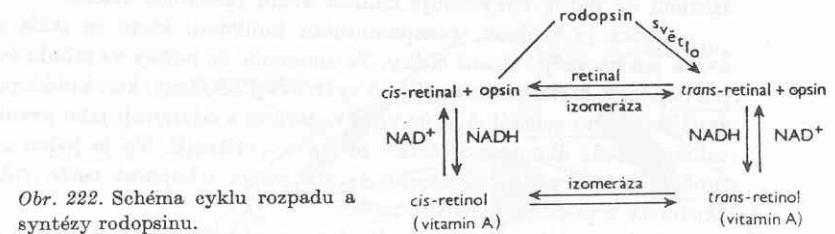
Obr. 216. Diagram průřezu lidským okem.



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

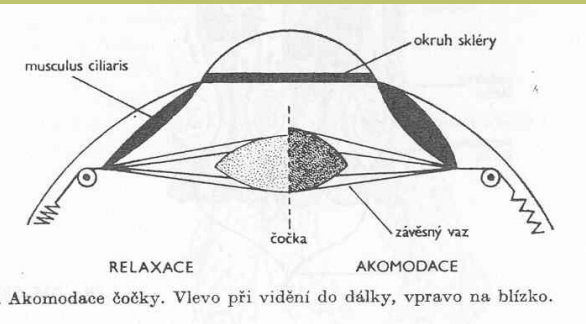
- tělesa na obvod čočky. Zpět: vlastní elastičností

- 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 oxytocin*) - do neurohypofýzy
- hypotalamické uvolňovací faktory -> do adenohipofýzy

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) - ektoderm. původ, ostrůvky buněk (ryby) se druhotně stěhují do interrenálního orgánu (obojživelníci, plazi, ptáci)
- *adrenalin*, *noradrenalin* - regul. 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 nespecifické, 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 adenohypofýzy, 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 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 – již ramenonožci (*Brachiopoda*) ve spodním karbonu (570 mil. let).

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

Kaudální proliferace kapes → vznik jednotlivých coelomových váček.

Výstelka (*coelothel* mezoderm)

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

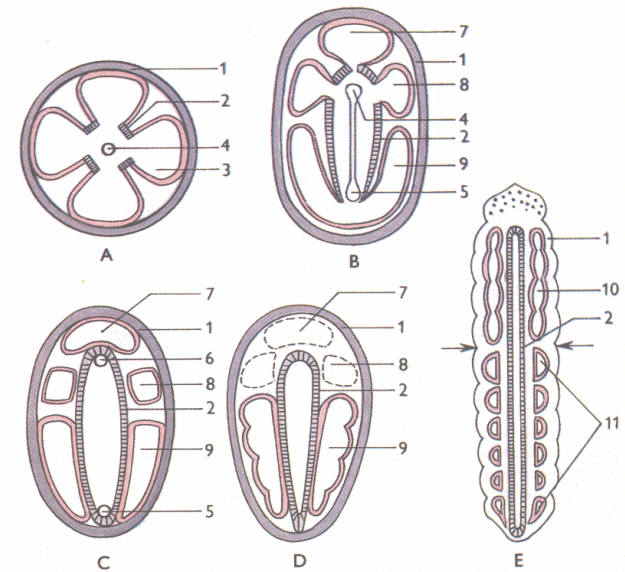
– mediálního (viscerálního) listu → svalovina a závěsy (*mesenteria*) střeva

(splanchnopleura obratlovců)

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

Další orgány coelothelového původu:

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



Obr. 62: Remaneho představa vzniku coelomu z gastrálních kapes entodermu žahavců. A - schéma čtyřčetného žahavce na příčném řezu reprezentuje výchozí stav, B - vznik trimerního a bilaterálně symetrického mnohobuněčného živočicha s diferencovanými gastrálními kapsami entodermu v coelomové váčce. Současně je znázorněna i Remaneho představa vzniku 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 - deutero-metamerie, 11 - tri-metamerie. Upraveno podle Remaneho et al., 1976.

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.

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

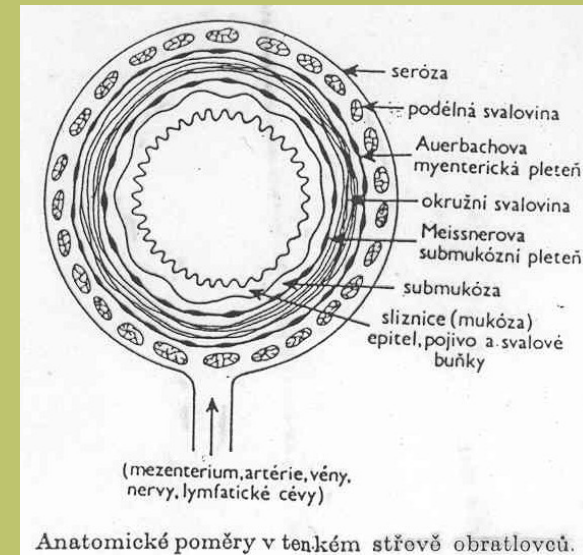
podslizniční vazivo

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).

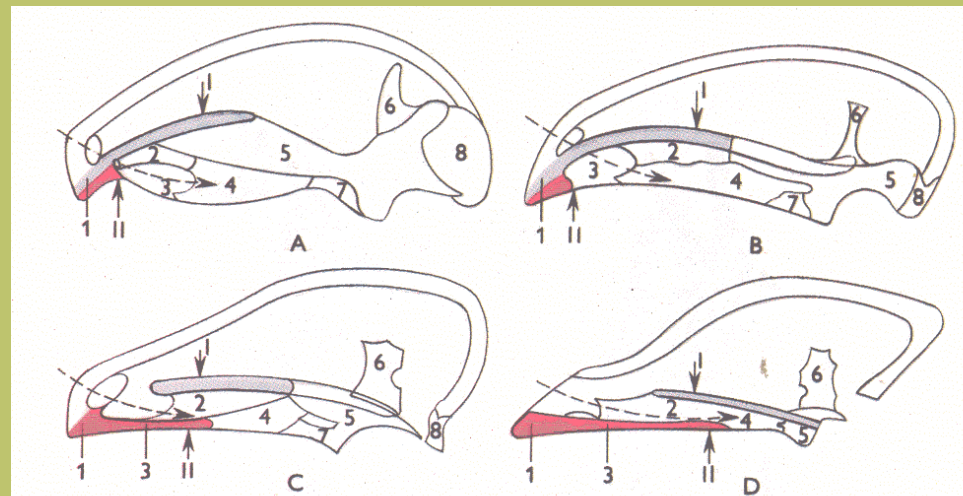


Ústní dutina (*cavum oris*)

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).

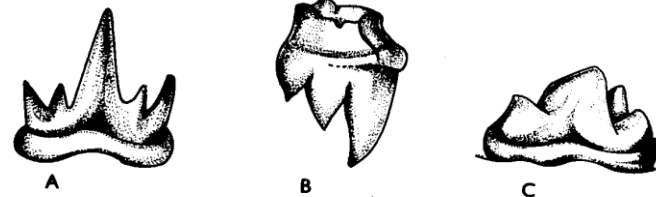
Slinné žlázy (sliznice jazyka i ústní dutiny), někdy lepkavý sekret pro lov. Drobné slinné žlásky + více párů velkých slinných žláz (modifikace - salangy).

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

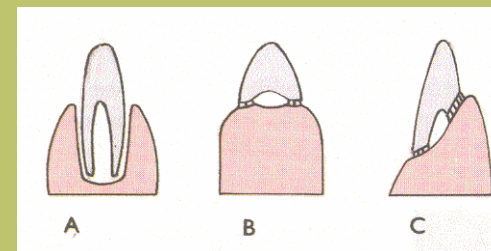


Obr. 34: Schéma evoluce druhotného patra u amniot. A - stav u vymřelých primitivních plazů skupiny Pelycosauria, B - stav u primitivních plazů vymřelé skupiny Therapsida, C - stav u modernějších terapsidních plazů, D - stav u recentních savců. 1 - praemaxilla, 2 - vomer, 3 - maxilla, 4 - palatinum, 5 - 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).

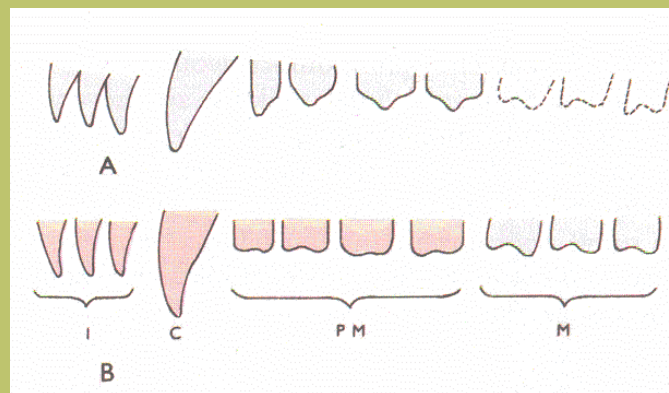


Obr. 67: Příklady zubů čelistnatých obratlovců. A - zub (plakoidní šupina) z čelisti vymřelého žraloka rodu *Cladodus*, B - stolička tribosfénického typu vymřelého pantoternního savce, C - specializovaná první stolička (trhák) z dolní čelisti psa. A a C upraveno podle Ihleho et al., 1971, B podle Thenius,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



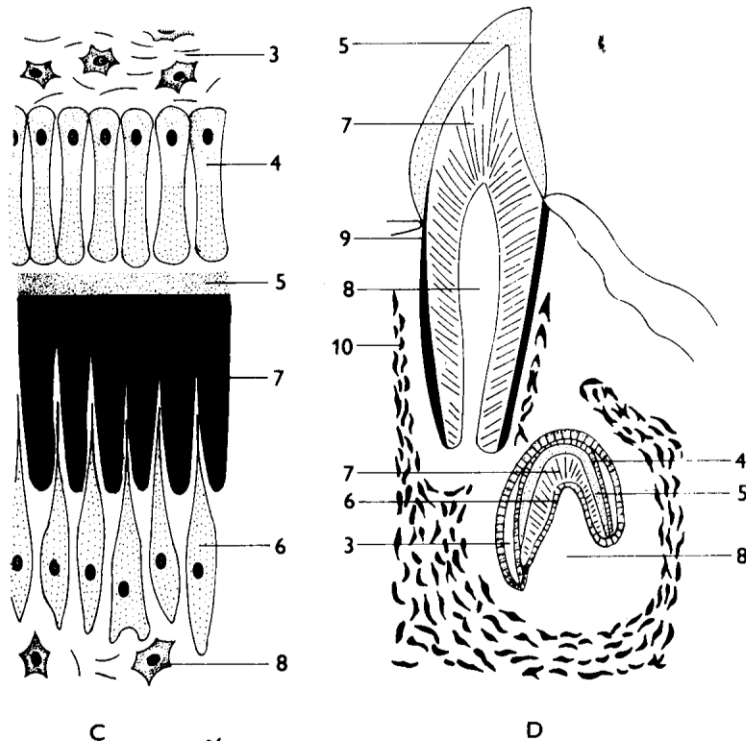
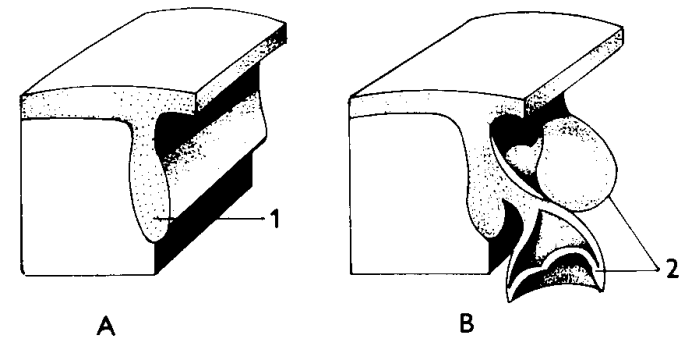
Homodontní chrup -> heterodontní chrup recentních savců (řezáky, špičáky, třenáky a stoličky). U savců - vývoj třenáků a stoliček - (trikonodontní chrup vývojových skupin savců) → zuby s více hrboly (bunodontní chrup - všežraví savci).

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



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

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



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

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

Přední úsek 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 žlaznatými buňkami (sekret s I) - transport potravy do střeva (viz pláštěnci, kopínatec) - ?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.

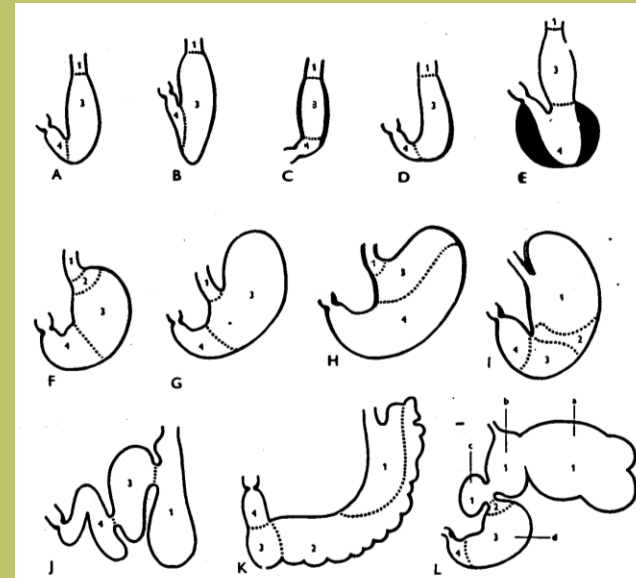
Nižší obratlovci - plynulý přechod do žaludku, ptáci a savci - výrazné oddělení.

Vole - dolní část jícnu, rezervoár potravy.

Žaludek (*ventriculus, gaster*) - vakovitá rozšířenina, původně shromažďovala, později mechanicky i chemicky natravovala potravu. Ptáci – žlaznatý *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 - třídní 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:

dvanáctník (*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*),

u bichirů až ke kloace.

Paryby a některé ryby.

- pylorické přívěsky některých ryb (lipáza, příp. rezorpce)

- klky a mikroklky (ptáci a savci).

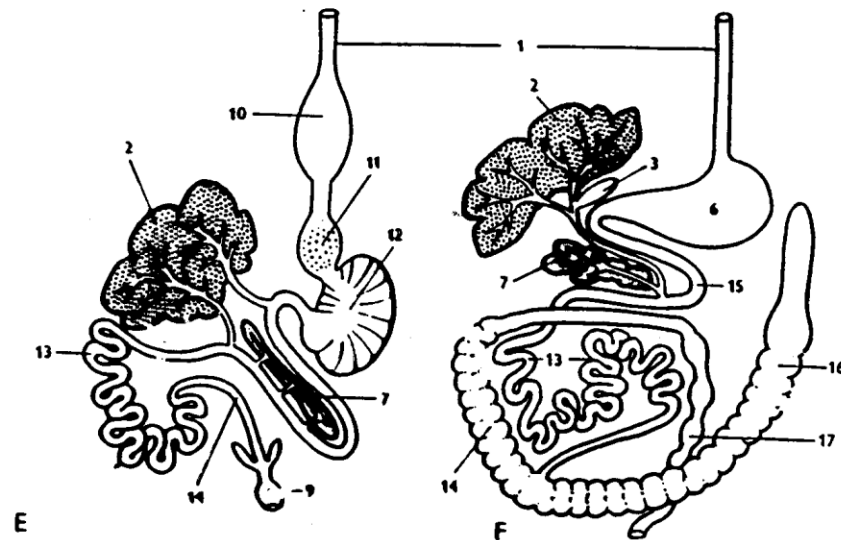
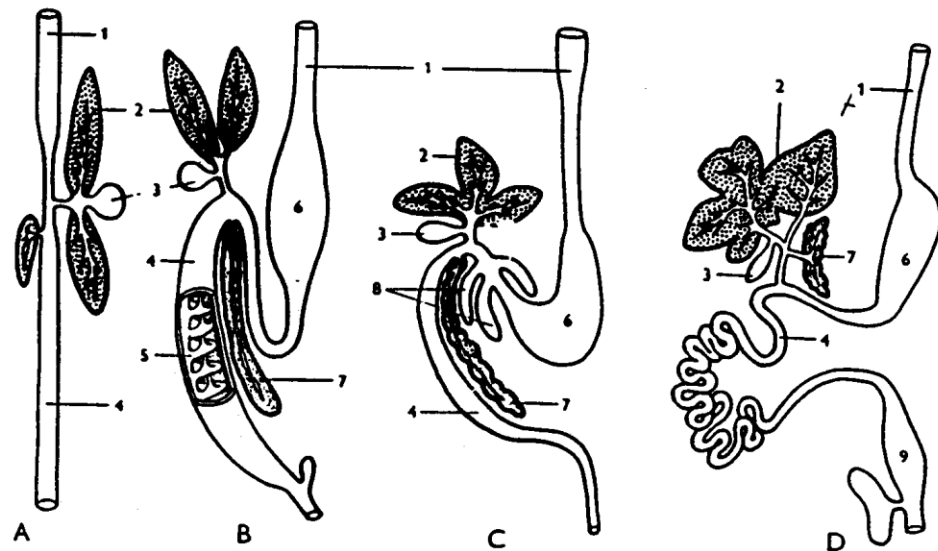
Délka tenkého střeva podle potravy a velikosti (menší masožravci kratší).

Slinivka a játra –

?původně jednotná žláza (kopinatec).

Slinivka kompaktní u čelistnatců (!ryby difúzní).

Játra se žlučí, žlučník nemusí být.



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

Přídavné dýchací orgány

suchozemští: plíce (i sekundárně vodní)

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*)

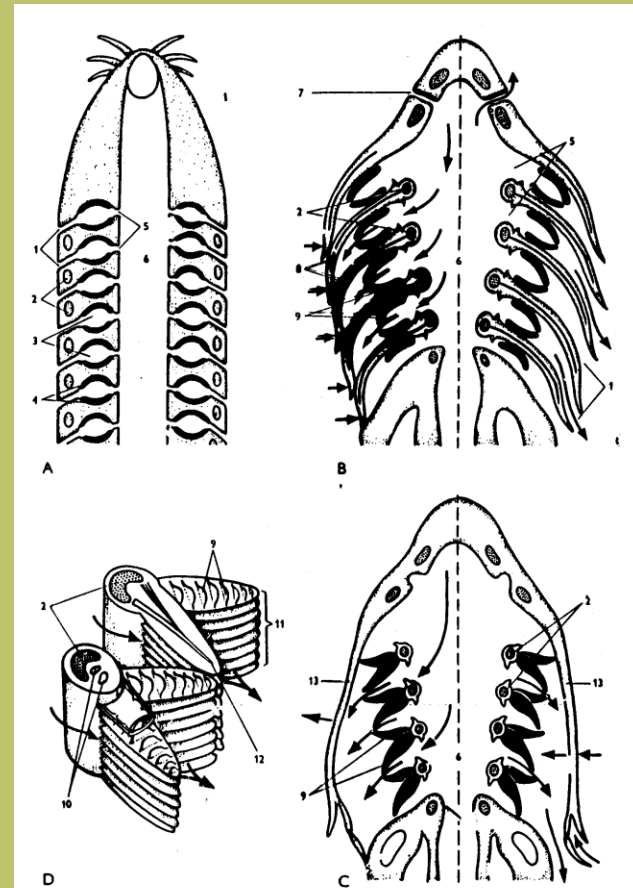
Vodní obratlovci (*Anamnia*).

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 – spiraculum, 8 – žaberní přepážky, 9 – žaberní lupínky, 10 – žaberní cévy (vlevo žíla, vpravo tepna), 11 – položábra (hemibranchia), 12 – žaberní paprsek, 13 – skele. 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).

Přidatné orgány

Příjem atmosférického O₂ - 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 O₂ ve střevě (piskoř, *Haplosternum* - Jižní Amerika), řitním otvorem →

Plicní vaky

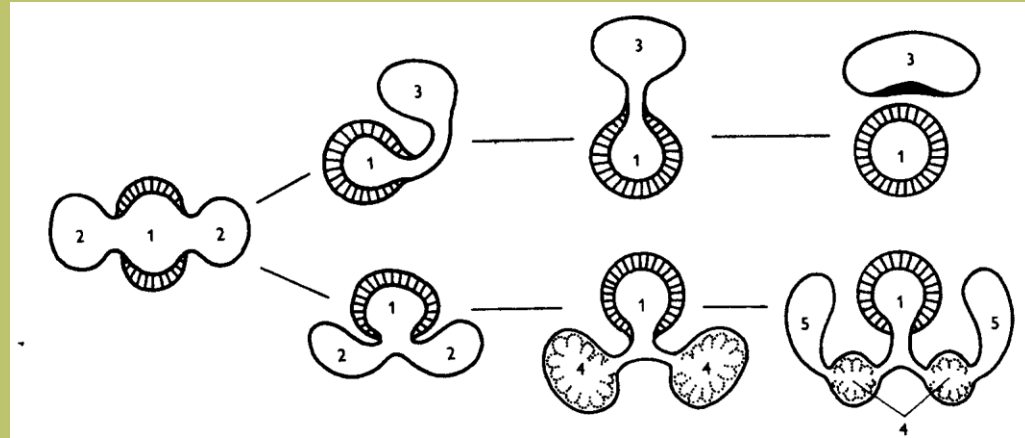
Dvojdyšné ryby - fylogenetický význam silur – devon). Podoba s primitivními plícemi stavbou i cévním zásobením (z plicních tepen). Párové vychlípeniny ventrální stěny střeva v oblasti posledního páru žaberního váčku.

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 zásobením 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).

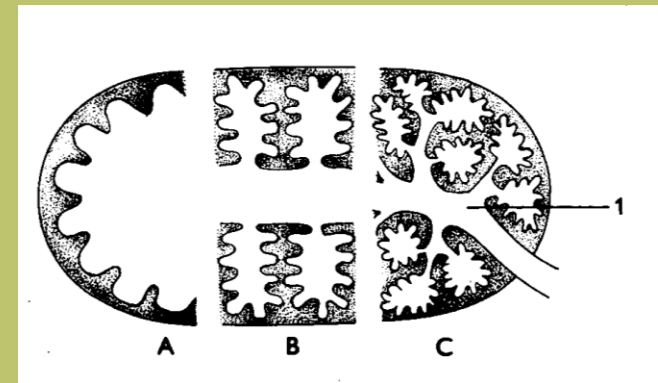
Plíce (*pulmo*)

Párové vychlípeniny entoderm. stěny posledního páru žaber. 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 obratl. - 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

Dopravy látek a odvodu 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 k., bílé k., krevní destičky

Míza (*lymph*a)

Cévy (*vasa*)

Krevní x mízní

Srdce (*cor*)

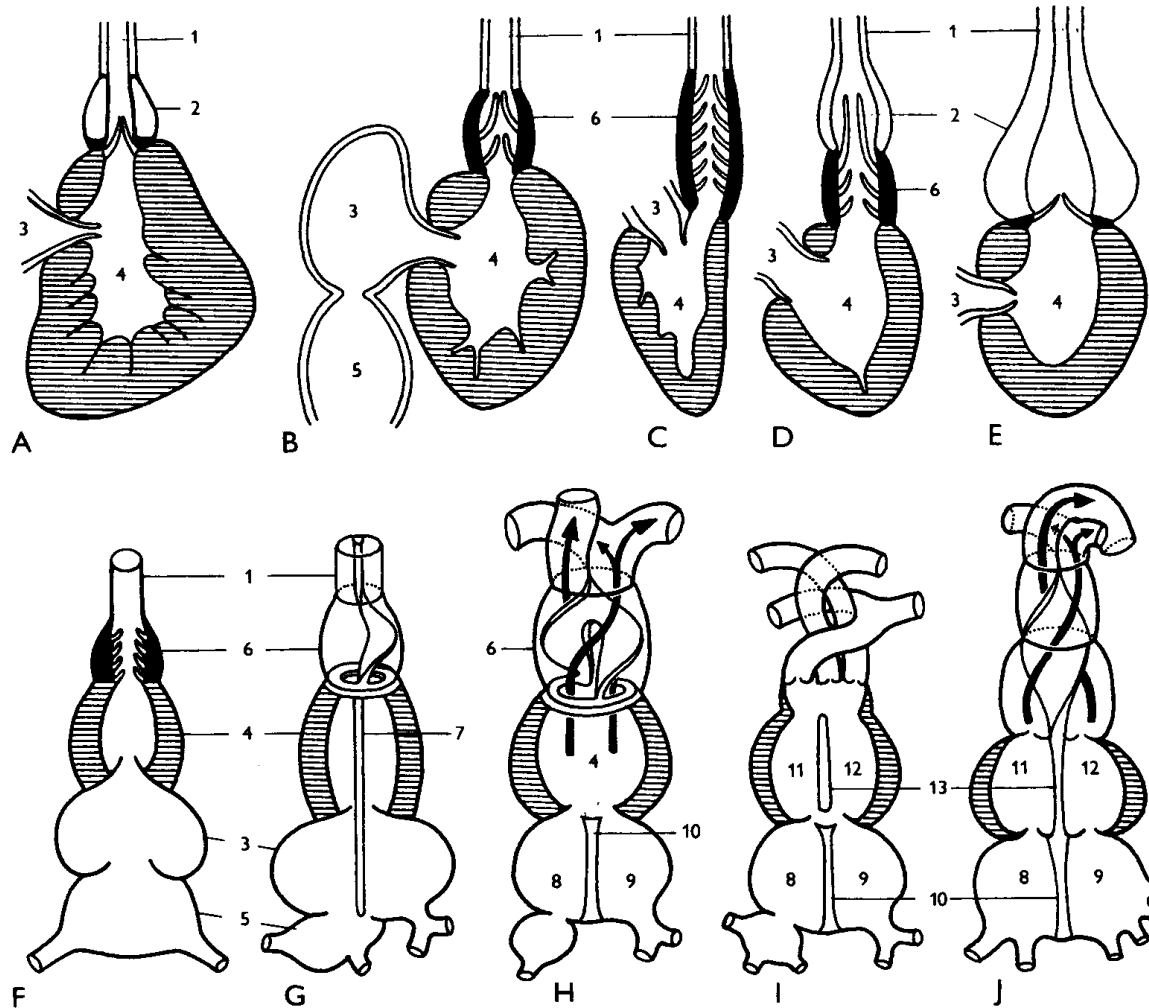
Primitivní obratlovci - jednoduchá trubice:

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

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

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

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



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

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* - fce žaberní tepny)

III. - VI. (5.-8.) o. a. - žaberní tepny u ploutvovců a larev obojživelníků

- u suchozemských:

III. (5.) - základ pravé a levé krkavice

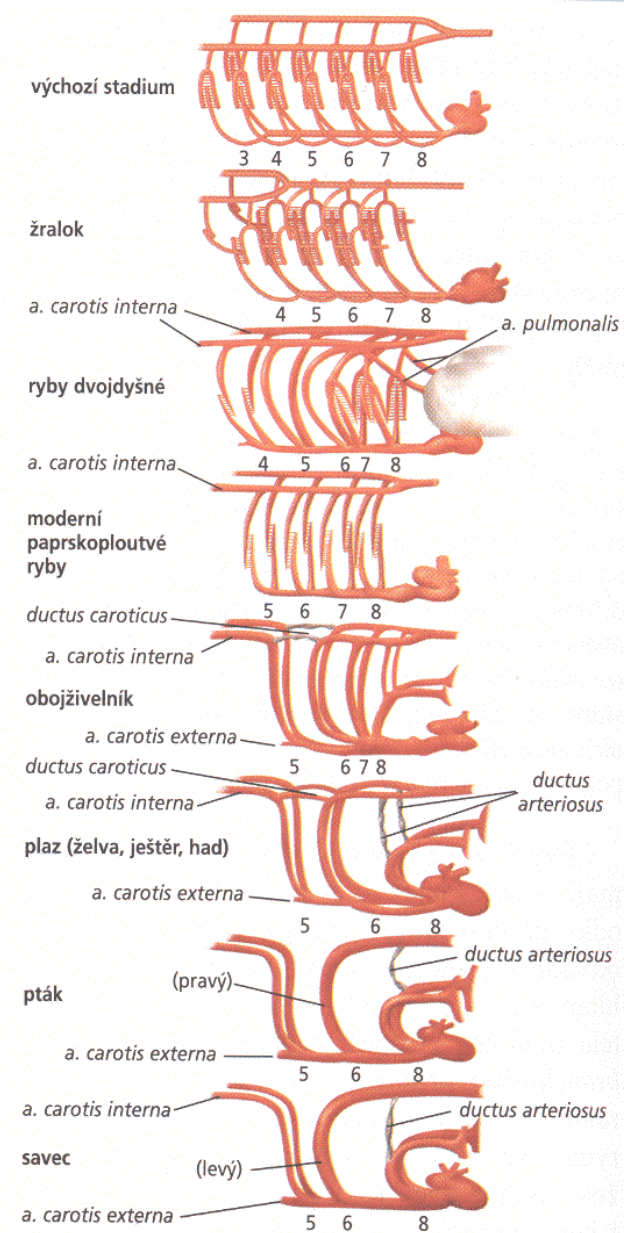
IV. (6.) - párový základ hřbetní aorty (obojživelníci, plazi)

- nepárový základ - ptáci (pravý), savci (levý)

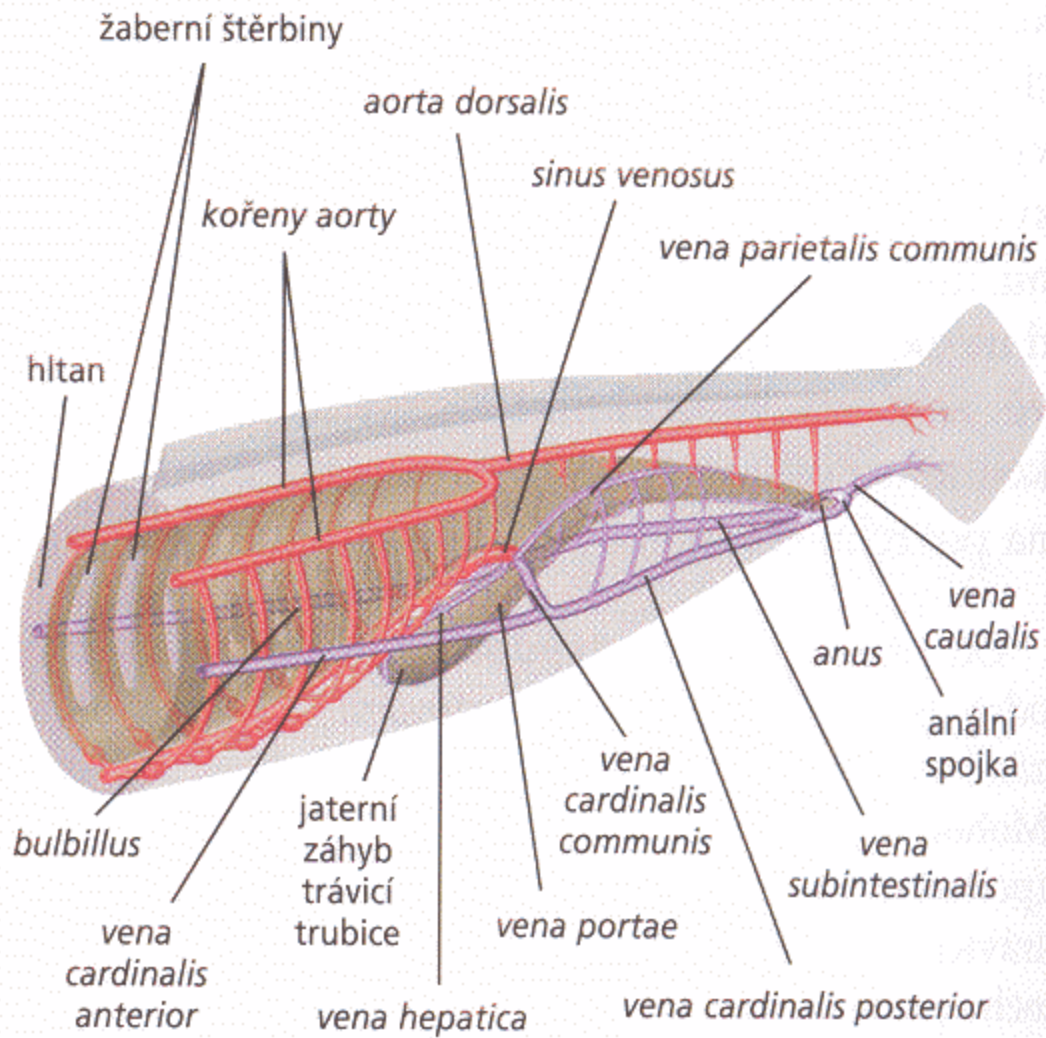
Zachované spojení (*ductus caroticus*) mezi III. a IV. o.a.

V.(7.) - mizí (kromě mloků)

VI. (8.) - základ párové plicní tepny (*ar. pulmonalis*) (+ dvojdyšní)



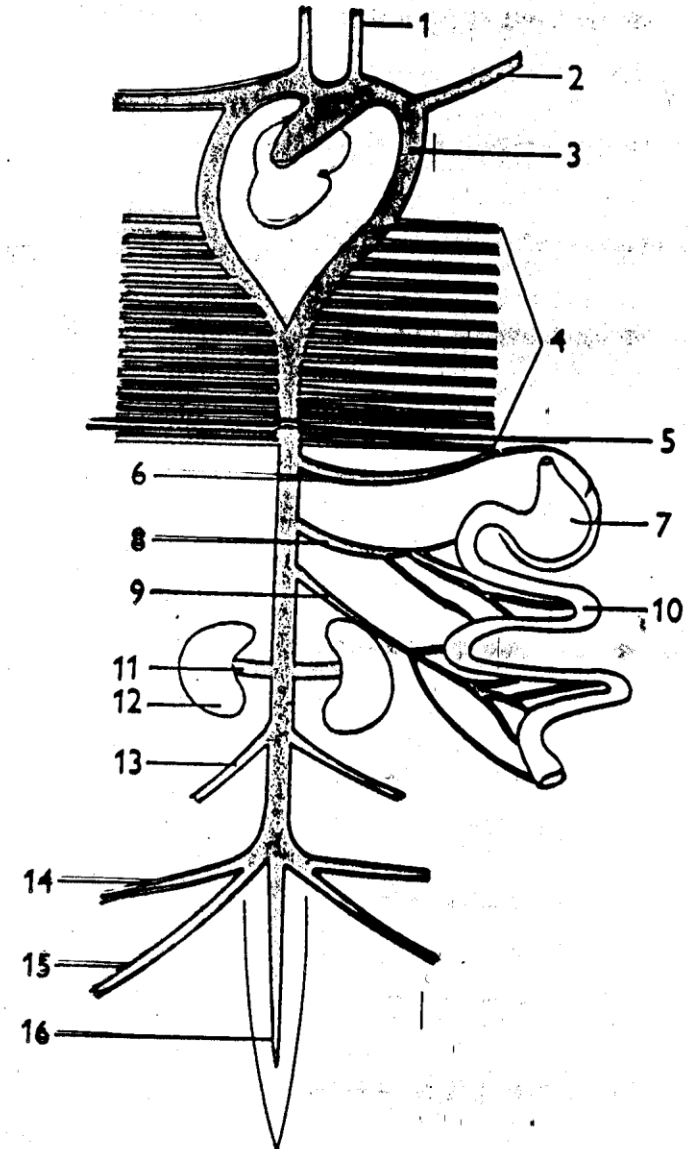
Obr. 5.324 Schéma arteriálních žaberních oblouků u různých skupin obratlovců (pohled z levé strany). Číslice označují pořadí arteriálních oblouků.



Obr. 5.322 Schéma oběhového systému kopinatce při pohledu z levé strany.

Dělení větví hřbetní aorty:

1. **parietální** - párové
2. **viscerální** - nepárové
3. **laterální** - párové pro gonády, ledviny
4. **končetinové** - přední končetiny
- zadní končetiny



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 předsíně

Mízní cévy (*vasa lymphatica*) - 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.

Rozšiřování, splývání míznic → lymfatické dutiny (žáby).

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 krev. 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 CO₂ 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 (*organa uropoetica*)

Vysoká metabolická aktivita -> odpadní látky -> vylučování - exkrece: CO₂ - vyluč. dýcháním, přebytky vody, 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*) - mezoderml. 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 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 glomerula se stěnou Bowman. váčku. Diferenciace metanefrosu → sekundární močovod (*ureter*), Wolffův vývod - chámovod (*ductus deferens*) (nehomologický s chámovodem kostnatých ryb).

Typy vylučovacích orgánů obratlovců

larvy mihulí

larvy mihulí a obojživelníků, některé ryby

H	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.	P Ř E D L E D V I N A	p r o n e p h r o s	u většiny mizí, nebo se specializuje v hlavovou ledvinu
P	předozadního kanálu -	k a		o p	Malpighiho tělíska (g+B.v.), ztráta segmentace,
H	primárního močovodu	u d		i s	zmnožení tubulů, izolace
R	(Wolffův vývod)	á l		t o	od coelomu
O	-	n í		n e	Wolf. výv.-
S	chámovod	č.		p .	chámomočovod

prvoledvina

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

pravá ledvina

(*metanephros*)

embryonální funkce, přeměna na vývodné

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

Ryby (jeseteři, kostlíni) obojživelníci

juvenilní i dospělci Amniot

Kostnaté ryby - druhotný chámovod

Žraloci, někteří ocasatí obojživelníci ← druhotný močovod

Reprodukce obratlovců

Gonochoristé (- hermafrodité - některé ryby a plazi)

Pohlavní orgány - **gonády** (primární pohl. znaky) (mezo- x entoderm pův.)

- pohlavní žlázy
- vývodné cesty
- pářicí orgány
- přídatné pohlavní žlázy

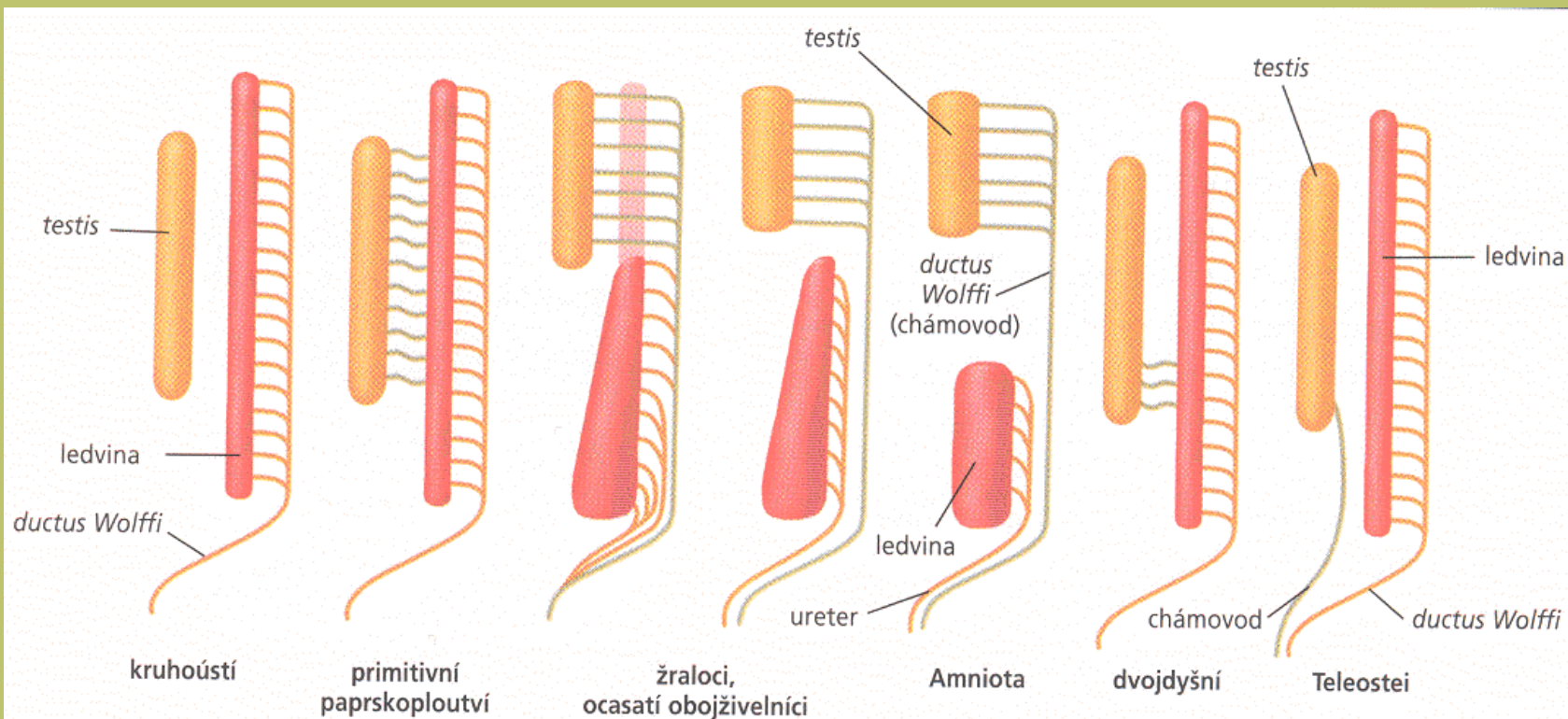
Samčí (♂) pohlavní orgány

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

- prostata (*g. prostatica*) a výživu spermií

- 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).

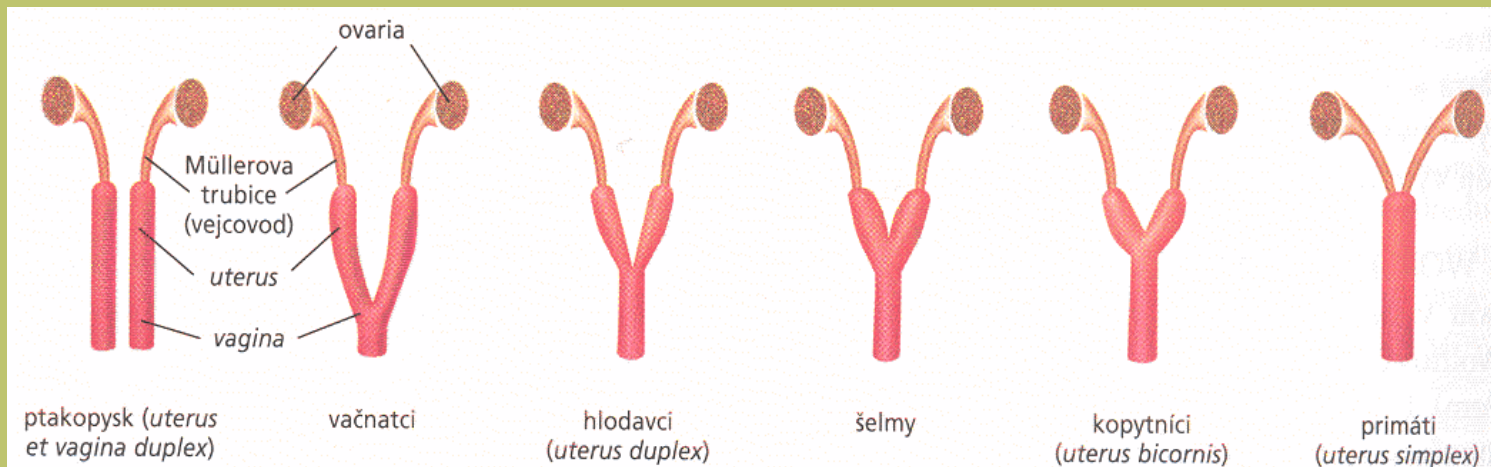
Živorodí savci: - vejcovod (*tuba uterina*)

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

oplozeného vajíčka, vývoj v plod placentárních savců

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

Vývoj dělohy
živorodých savců:



Samičí pářicí 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