

Zoologie strunatců pro učitele

Blp_030

1P + 1cv. h týdně, z, 2kr. Zakončení: **test** (20 ot., ≥ 14 b. z)

Další podmínky úspěšného hodnocení (cv.):

Navazuje a rozšiřuje Bi2BP_ZZSP. Úspěšné absolvování je podmínkou.

Shrnující text pro každou soustavu předchází na světlejším pozadí.

Doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.

Ing. R. Smolinský, Ph.D. et Ph.D.

Zoologie strunatců (obratlovců) pro učitele

Blp 030, cvič. 1 h týdně, podm. přístupu k záp.: ad 1

samostatné činnosti

1. zpracování materiálů jednotlivých málo známých, zajímavých (unikátních) druhů – zvolený výběr s možností rozšíření (1 taxon ze 2 skup., PPT max. 3 min. - materiály do ISu)
2. **seminární práce**: projekt terénní výuky (i integrované) s nezbytným zastoupením problematiky zoologie obratlovců některého dříve sledovaného biotopu
3. účast na seminářích (1 neúkolovaná neúčast)

Zajímavé ryby

(paprskoploutvé i svaloploutvé)

Vybrané řády:

Bahníci jednoplicní i dvouplic.,
ostnojazyční, tarponi,
velkotlamky, velkoústí,
hlubinovky, halančíkovci,
platýsi, čtverzubci

Vybrané nižší taxony

placky, zvláštní sumci, lososi
Oncorhynchus, jehlotvární (jehlice),
jehly (jehlovití), okounkovití, klipkovití,
pomcovití, klauni, vrubozobcovití,
lezounovití, hlaváčovití (lezcovití),
slimule, makrelovití (s tuňáky)

Zajímaví obojživelníci a plazi

Vybrané podtřídy a řády:

Přechod na souš - vývoj obojživ.,
neoteničtí ocasatí, červoři

Vybrané nižší taxony

Haterie, dvojhadi(pahadi,kroužk.) ještěři (typy), slepáci v. slepani
želvy

Zajímaví ptáci

Vybrané nadřády a řády:

Běžci, tučňáci (versus alky), taboni, hoacinové, papoušci, myšáci, trogoni

Vybrané nižší taxony

zoborožci (v. tukani), rajky (v. lemčíci), kolibříci (v. strdimilové)

Zajímaví savci

Vybrané řády (pod-):

ptakořitní, vačnatci, damani, chudozubí, poloopice vers. vyšší primáti, kaloni, šelmy, sirény kytovci

Vybrané nižší taxony

pišťuchy v. činčily, hrabošáci, slepci a další „podzemáci“, rypoši v. rypouši

Předpokládaný program Blp_030 2018/19

P

1. (27.9.) Obratlovci – úvod, soustava: krycí
2. (4.10.) dtto – soustava oporná
3. (11.) dtto – s. svalová
4. (18.) dtto – NS a smysly
5. (25.) dtto – endokrinní žlázy a coelom
6. (1.11.) dtto – s. trávicí a dýchací
7. (8.) dtto – s. cévní
8. (15.) dtto – s. vylučovací, rozmnožovací

Ekosystémy obecně i naše – viz cvičení

materiály na webu

Podkmen: **Obratlovci** *Vertebrata*

Obecné znaky:

- (a. Mnohobuněční živočichové – tři zárodečné listy (ekto-, ento- a mezoblast), druhotná tělní dutina (coelom)
- b. Dvoustranně souměrní, segmentace coelomu a ústrojů z něj. Možnost potlačení, vždy v ontogenezi.
- c. Druhoústí - uzavření prvoúst v zárodeč. vývoji, prolomení na opačném konci těla. Na místě prvoúst později řitní otvor.
- d. Přední oddíl trávicí trubice (hltan) se žaberními štěrbinami, které u primárně vodních i v dospělosti (ústí ven nebo do obžaberního prostoru), u suchozemských pouze v ontogenezi, později zarůstají.

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

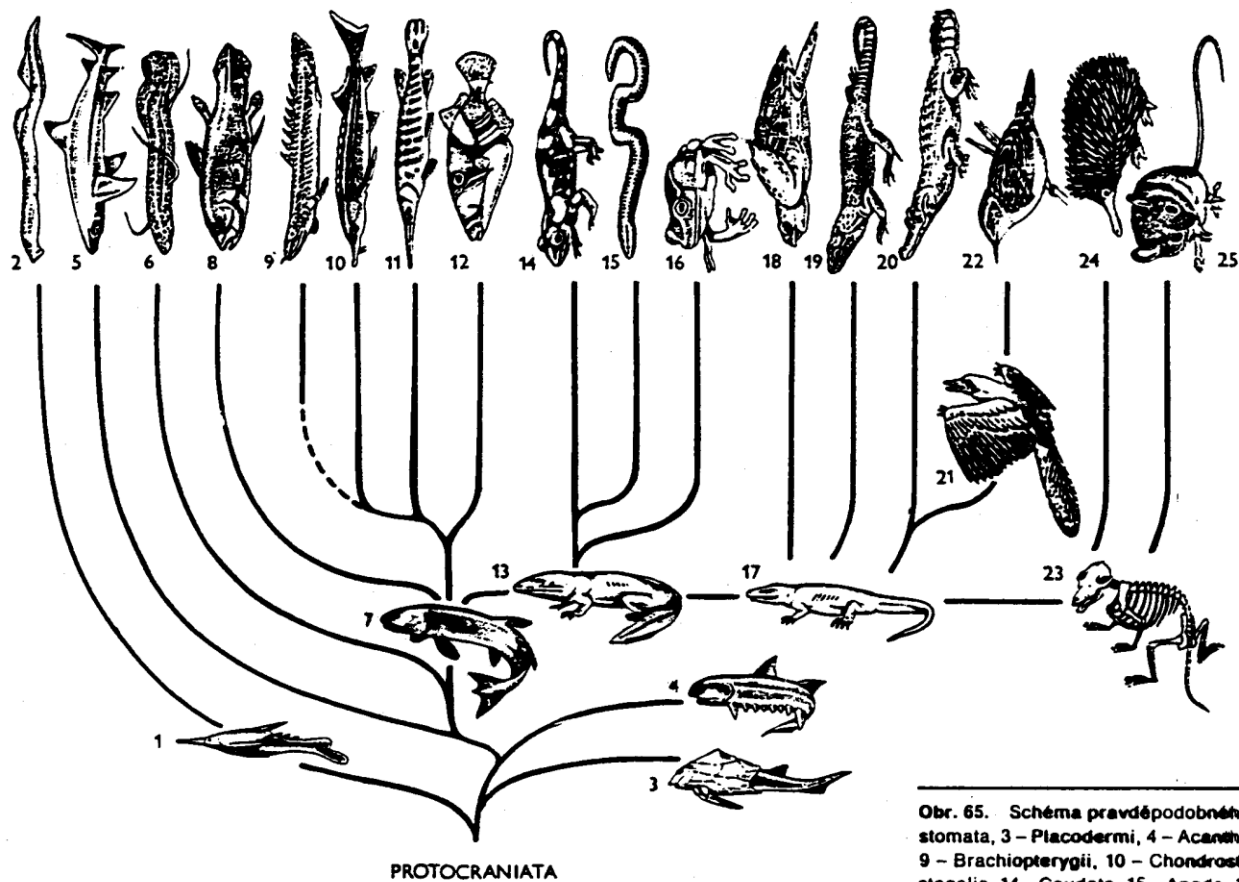
Třída: **NOZDRATÉ (SVALOPLOUTVÉ) RYBY** (SARCOPTERYGII) 6

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 |
|---|---|--|--------------------------|---|
| Hadaikum Prahory (azoikum) Starohory 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 ₂ , produkce kolagenu, fosfogenní události |
| Prvohory - 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 |

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 diferenciaci u savců (potní, mazové, pachové, mléčné)

škára *corium, dermis* (mezodermální původ)

deriváty: ● pancíře

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

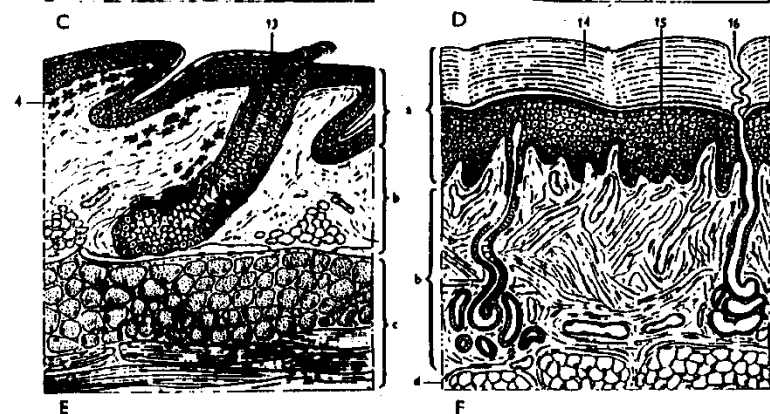
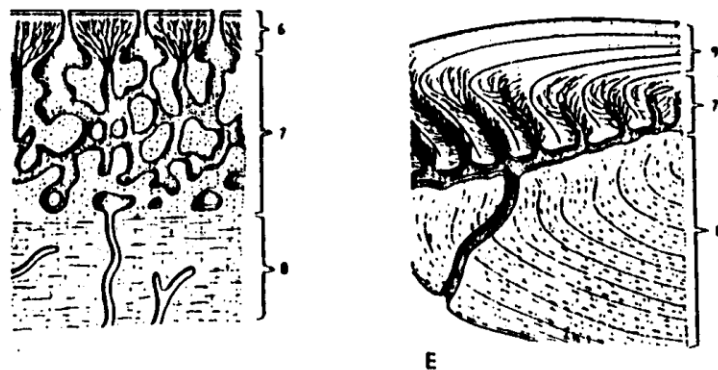
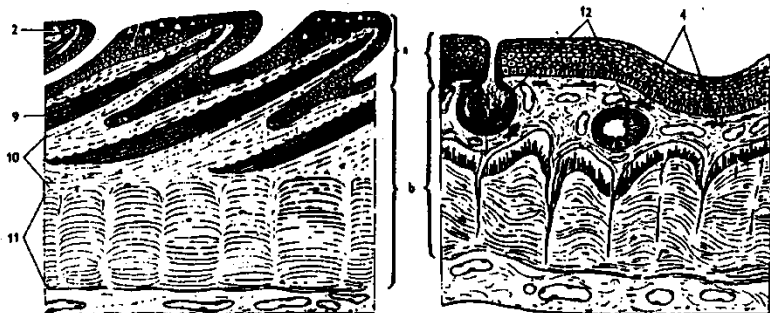
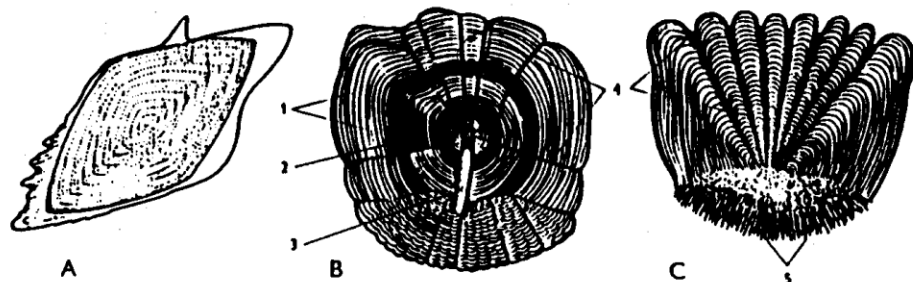
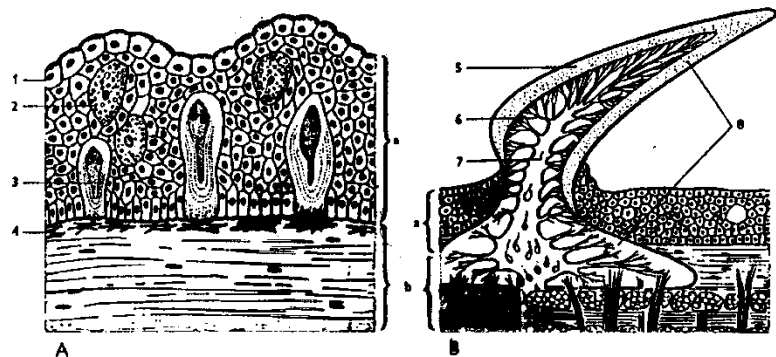
● cévy

● kožní receptory

● chromatofory

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

Zbarvení: pigmenty v mrtvých derivátech nebo specializovaných buňkách vrstev kůže

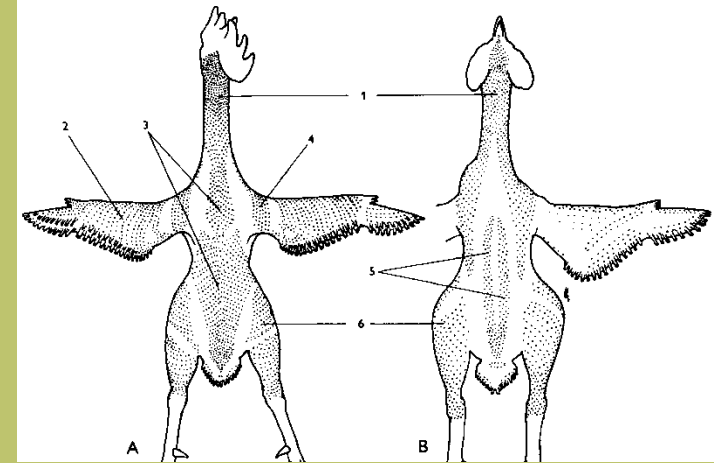


Obr. 74. Vzhled a stavba rybích šupin. Pohled na vnější plochu šupiny: A – ganoidní nebo kosmoidní (může být i zaoblená – u recentních bahňků a tetmerle), B – cykloidní, C – ktenoidní; D – řez kosmoidní šupinou, E – řez ganoidní šupinou. 1 – soustředné lamely (circuli), 2 – zimní přírůstek (annulus), 3 – kanálek postranní čáry, 4 – radiální kanálky, 5 – povrchové trny (klenle) nepokryté 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 cytologické řezu 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 – chromatolory, 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 (blíží 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:

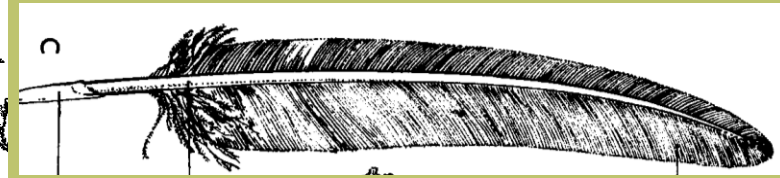
a) *stvol* – brk a osten

b) *prapor* s větvemi, paprsky a háčky

krycí – hlava, tělo (tvar) (D)

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

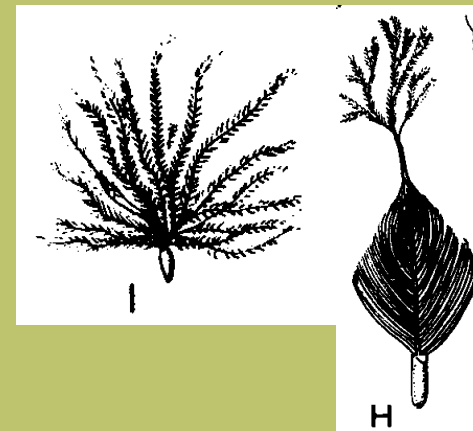
rydovací pera – ocasní část



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



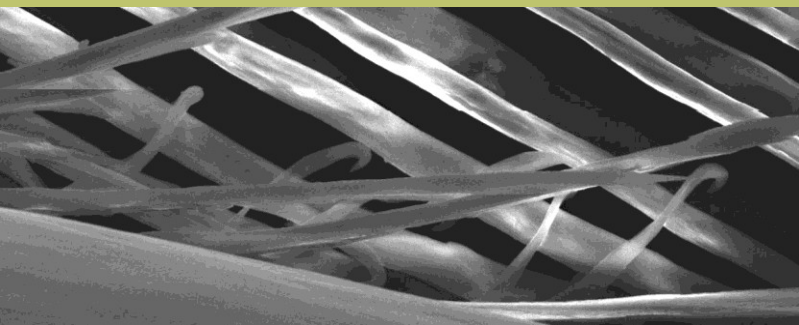
Prachové opeření a) zjednodušená pera - krátký stvol,
vějířek volných větví a paprsků - tepelná izolace (I)
b) měkké větve z baze – *neoptile* – první opeření ptáků (H)



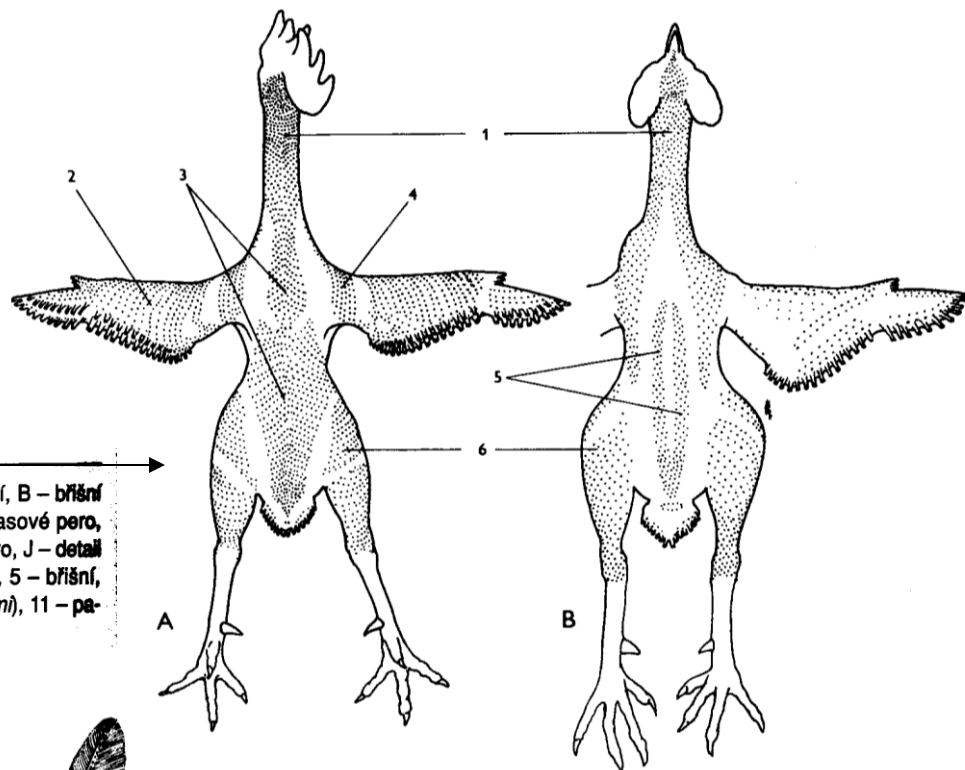
(drobivý prach – asi přeměna krycích per)

Pelichání – výměna

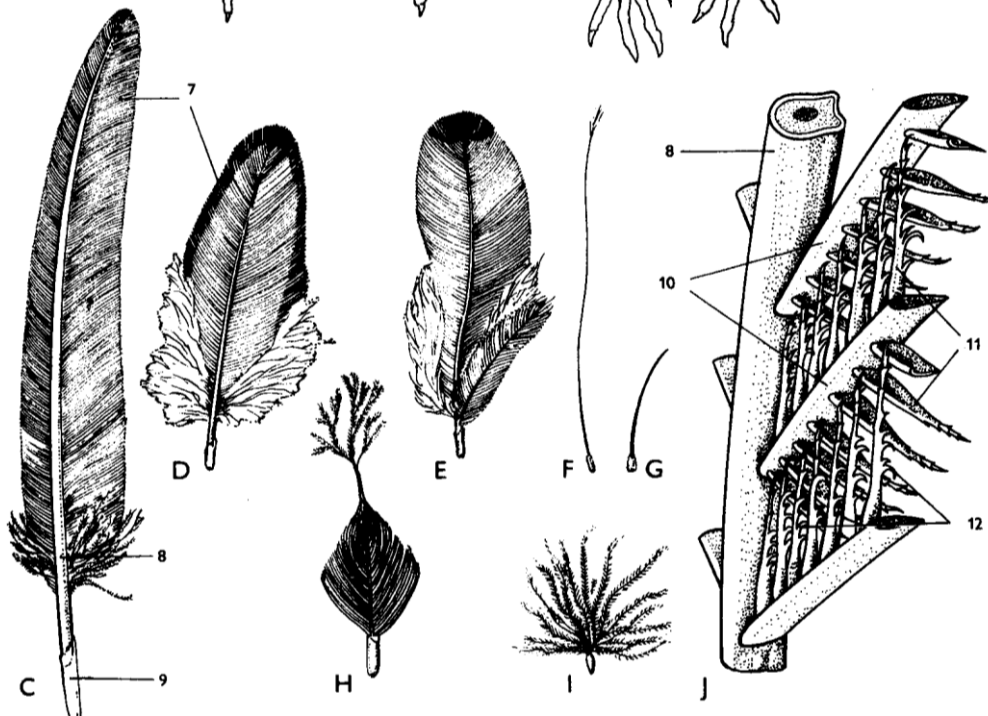
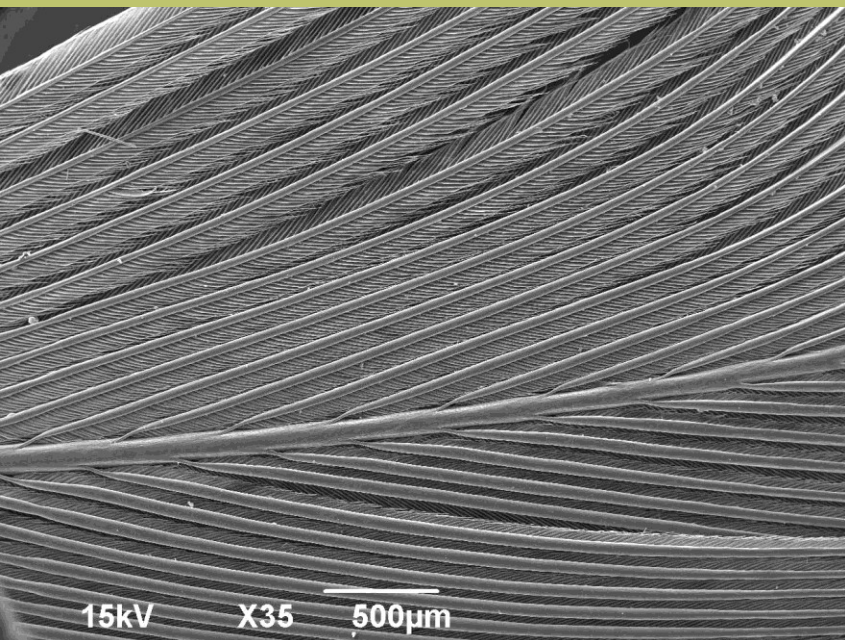
Ptačí pero – mikroskopický detail háčků



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 – pa-prsky (*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) + **osíníky**

(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

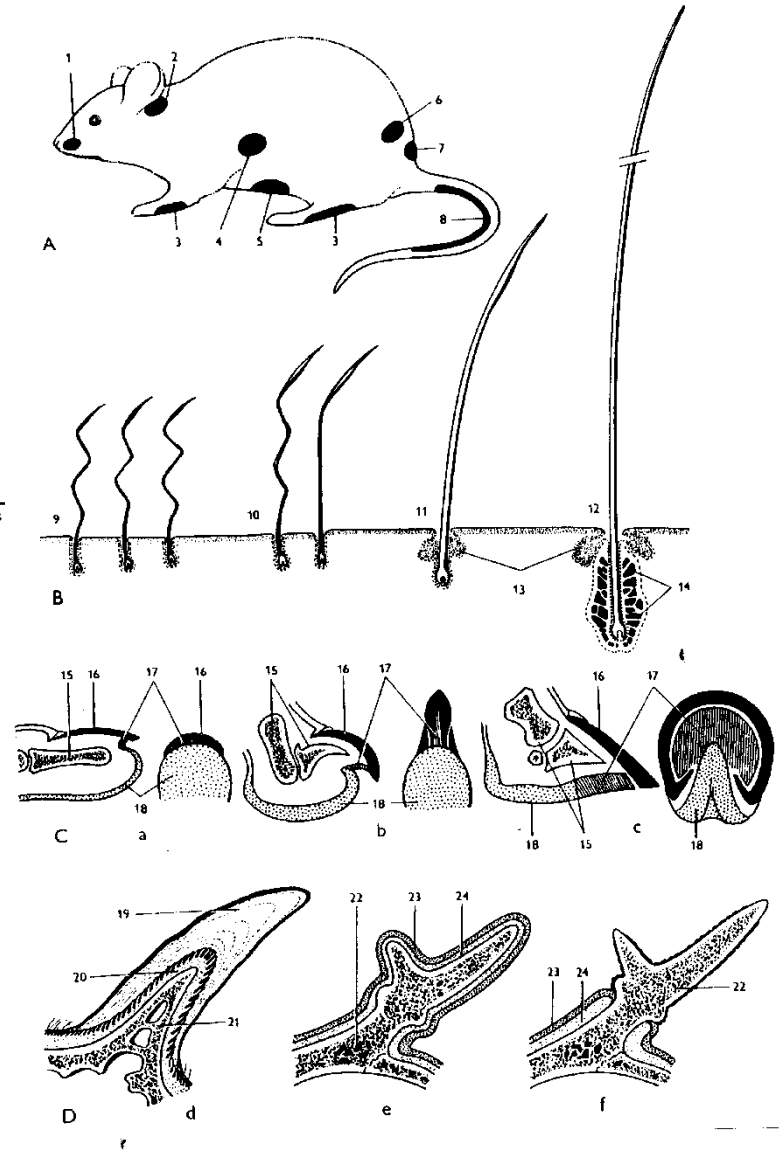
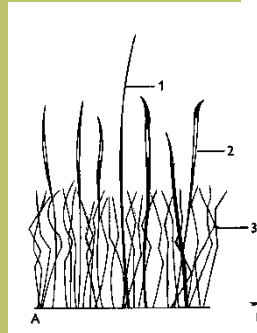
Početné kožní žlázy:

- **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 - retní žlázy, 2 - zausní ž., 3 - chodítkové ž., 4 - boční ž., 5 - břišní (pupěční) ž., 6 - zadohřbetní ž., 7 - nadocasní ž., 8 - podocasní ž., 9 - vlníky, 10 - osíníky, 11 - pesíky, 12 - hmatový chlup, 13 - mazová žláza, 14 - krevní síň, 15 - kostěná tkáň prstních článků, 16 - rohová stěna (nehtu, drápu, kopyta), 17 - podnehtí (hyponychium), 18 - prstní polštář (u kopyta zvaný stěpel), 19 - rohový toulec, 20 - germinativní 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. oční

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) (chiméry, dvojdyšné a lalokoploutvé ryby, tetrapoda)**

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

Kinetická lebka: ■ bazipterygoidní kloub (mezi eipterygoidem 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

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.kostru

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 obratle (bez těl – bahníci, jeseteři)

amficélní (vodní čelistn., červoři, haterie)

opistocélní (většina ocasatých)

procélní (většina žab, většina šupinatých)

(heterocélní) (sedlovité) (ptáci)

acélní, platycélní (savci)

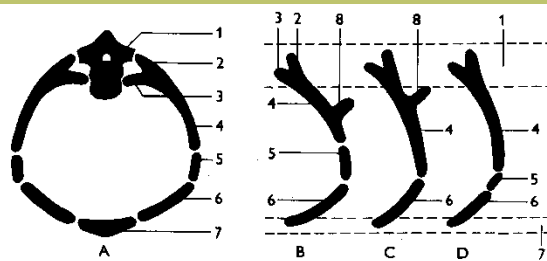
žebra (*costae*)

vodní: horní a dolní

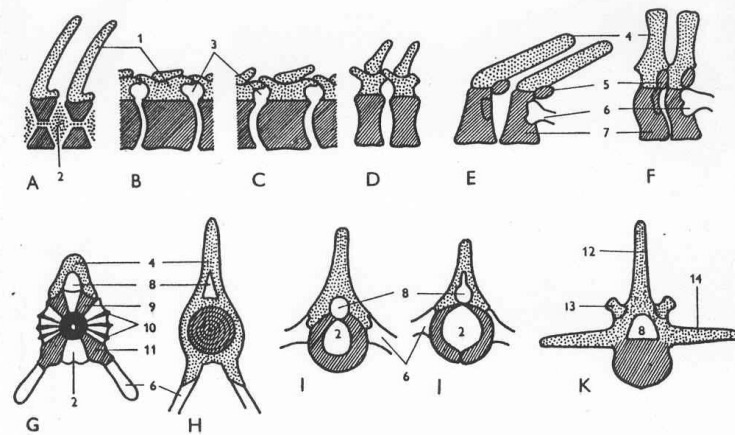
suchozemští:

zánik dolních,

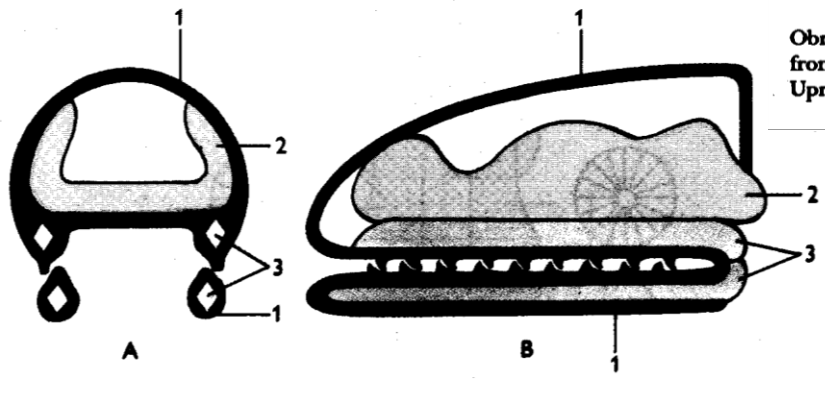
redukce



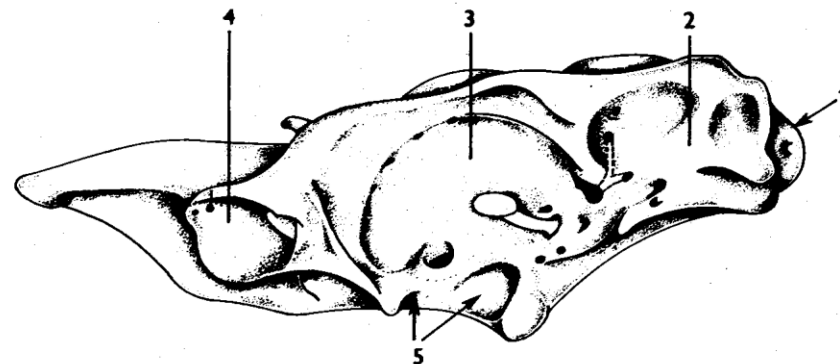
Obr. 23: Schéma organizace žebere amniotů. A - hrudní segment v předozadní projekci, B - třídlínné žebro plazů, C - dvoudílné žebro ptáků, D - třídlínné žebro ptakopyška a mravenečnicka. 1 - topografická poloha obratle, 2 - tuberculum costae, 3 - caput costae, 4 - vertebrocostale, 5 - intercostale, 6 - sternocostale, 7 - topografická poloha sternu, 8 - processus uncinatus. Upraveno podle Portmann, 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 – basiodorsale, 10 – vápenité inkrustace chordy, 11 – basiventrals (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 srafováním 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 Remaneho 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. oční

o. čichová

obličejová část (*viscerocranium*)

opora žaberního aparátu – původně 9 žaberních oblouků

1. a 2. zanikají (retní chrupavky paryb)

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

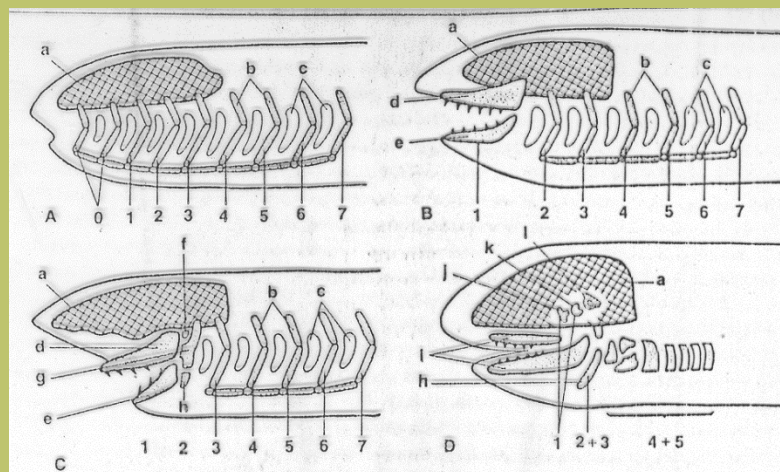
4. jazykový (*hyomandibulare* + *hyoideum*)

5. opora žaber

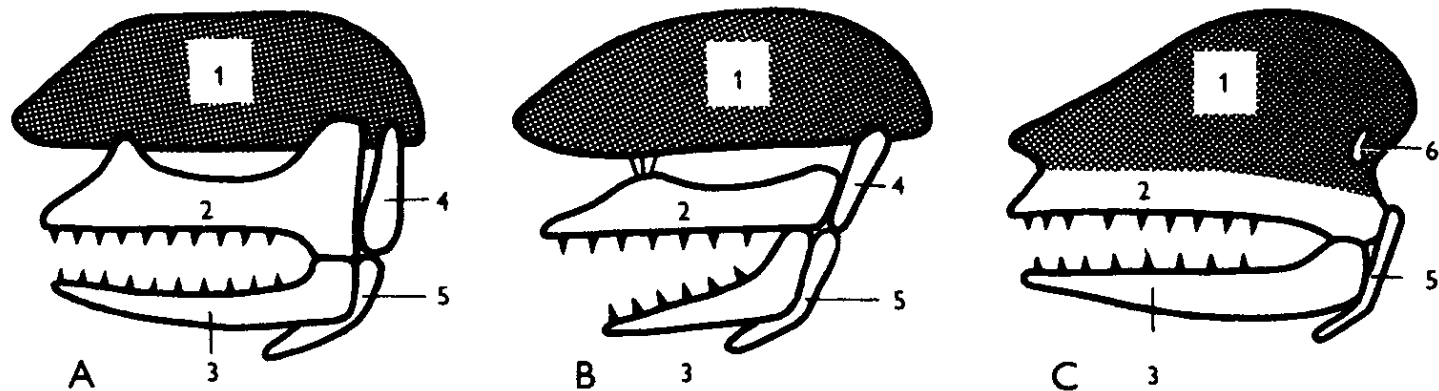
6.-9. jako 5. u vodních,

- 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

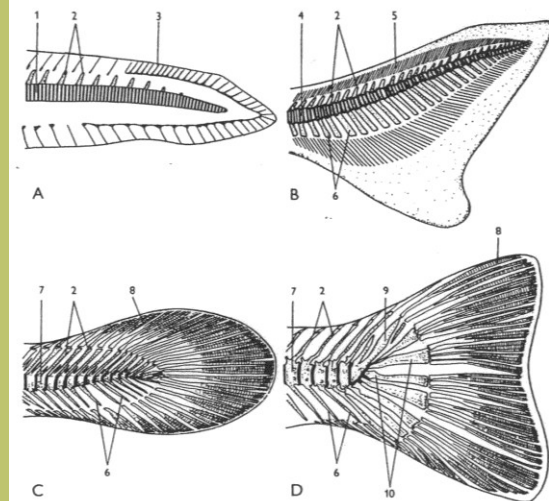
Kostra končetin

nepárové končetiny – z ploutevního lemu
ploutev ocasní

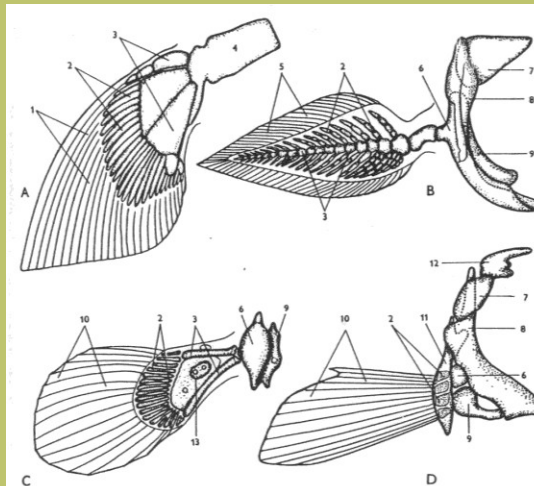
- heterocerkní
- hypocerkní
- difycerkní
- homocerkní

p. hřbetní
p. řitní

párové končetiny
ichthyopterygium (ploutev)
chiropterygium (noha)

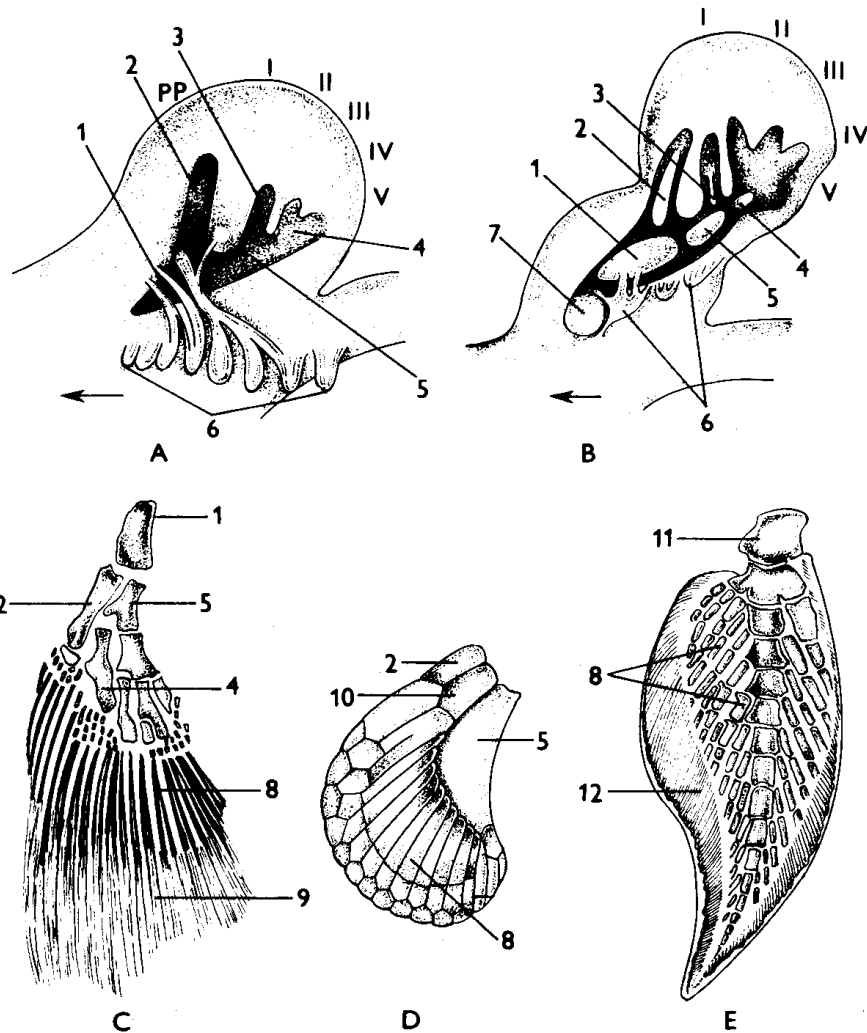


Obr. 15. Typy ocasní ploutve vodních obratlovců: A – ploutevní lem mihulí (Petromyzones), B – heterocerkní, C – difycerkní, D – homocerkní ploutev. 1 – chorda, 2 – horní (neurální) oblouky obratlů, 3 – paprsky ploutevního lemu kruhových, 4 – těla obratlů paryb (vysvětlení v textu), 5 – ceratotrichia,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



Obr. 16. Kostra prsní ploutve některých vodních čelistnatců: A – Iraok (rod *Acanthias*), B – bahník (rod *Neoceratodus*), C – bichir (rod *Polypterus*), D – candát (rod *Stizostedion*). 1 – ceratotrichia, 2 – radialia, 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.

trí teorie vzniku: **Gegenbauerova** – pásma z skeletu žaberních oblouků, skelet ploutevního lemu (Rd) z žaberních plátků – spor o svalovinu
metapleurová – volná končetina *in loco*, druhotný vznik pásem
Graham-Kerrová – 1+2: pásma ze skeletu oblouků, volná končetina z vnějších žaber



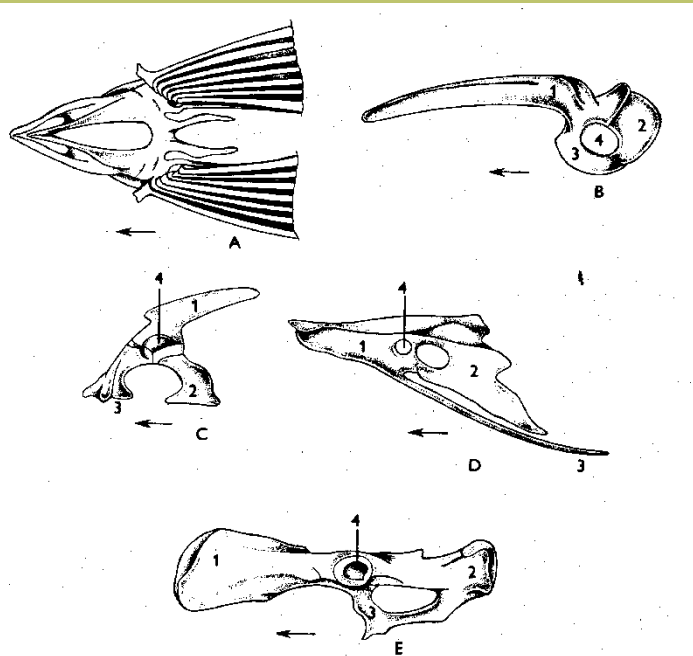
Obr. 35: Pokus o ontogenetickou rekapitulaci evuce savčího chiropterygia z rybšho ichthyopterygia. A - časné, tzv. paletové, vývojové stadium přední končetiny savců, B - pozdější vývojové stadium se základy kosterních elementů přední končetiny, C - hrudní ploutev (uniseriální archipterygium) vymřelé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

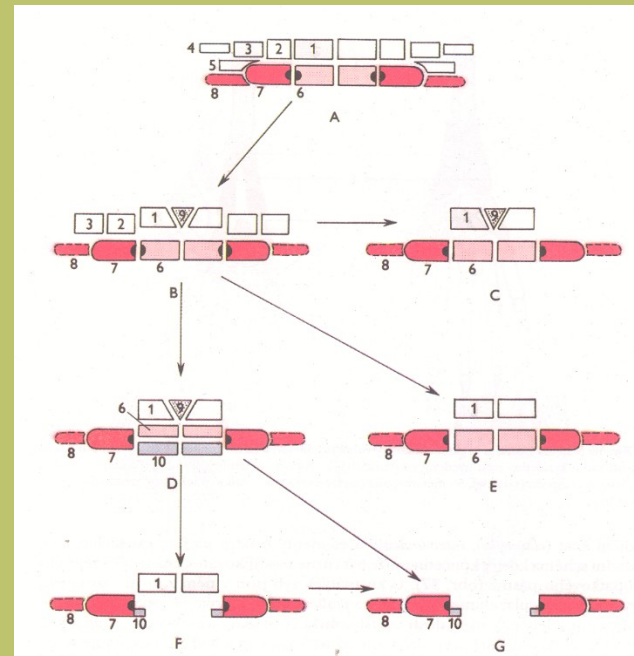
I. pletenec + II. volná končetina

ad I.

pletenec přední končetiny – lopatkové pásmo
clavicula (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 - hotub zleva, E - králik zleva. Šípky vyznačují směr k hlavě. 1 - os ilium, 2 - os ischiū, 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 - zivorodí 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 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)

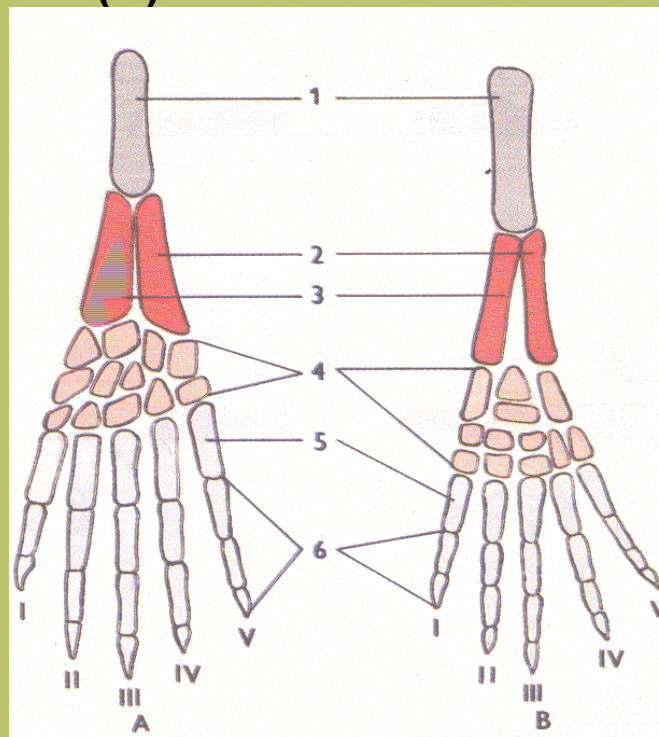
zadní volná končetina (B)

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)+ceratotrichia (paryby)

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

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

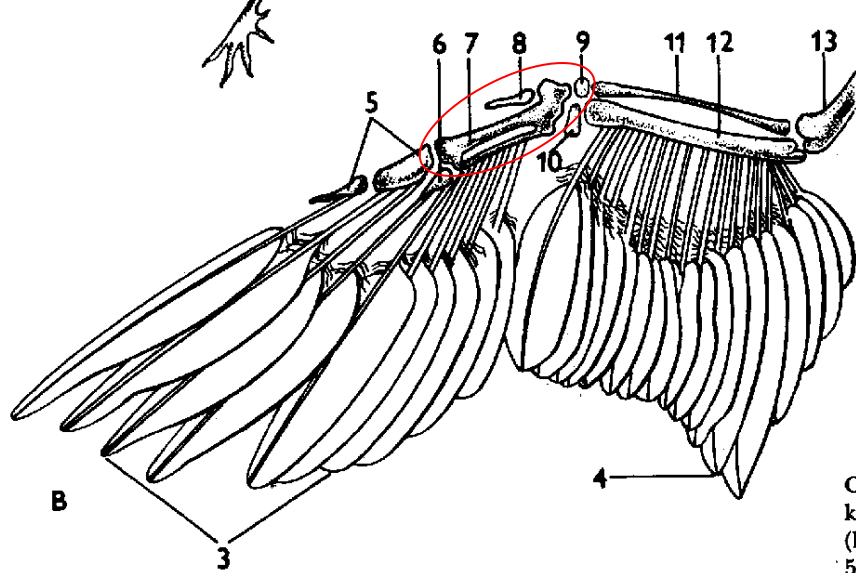
radialia (málo) + lepidotrichia (tvrdé,měkké) (paprskoploutvé ryby)

Ad chiropterygium IIA)

ptakoještěři – prodloužení 4. prstu přední končetiny

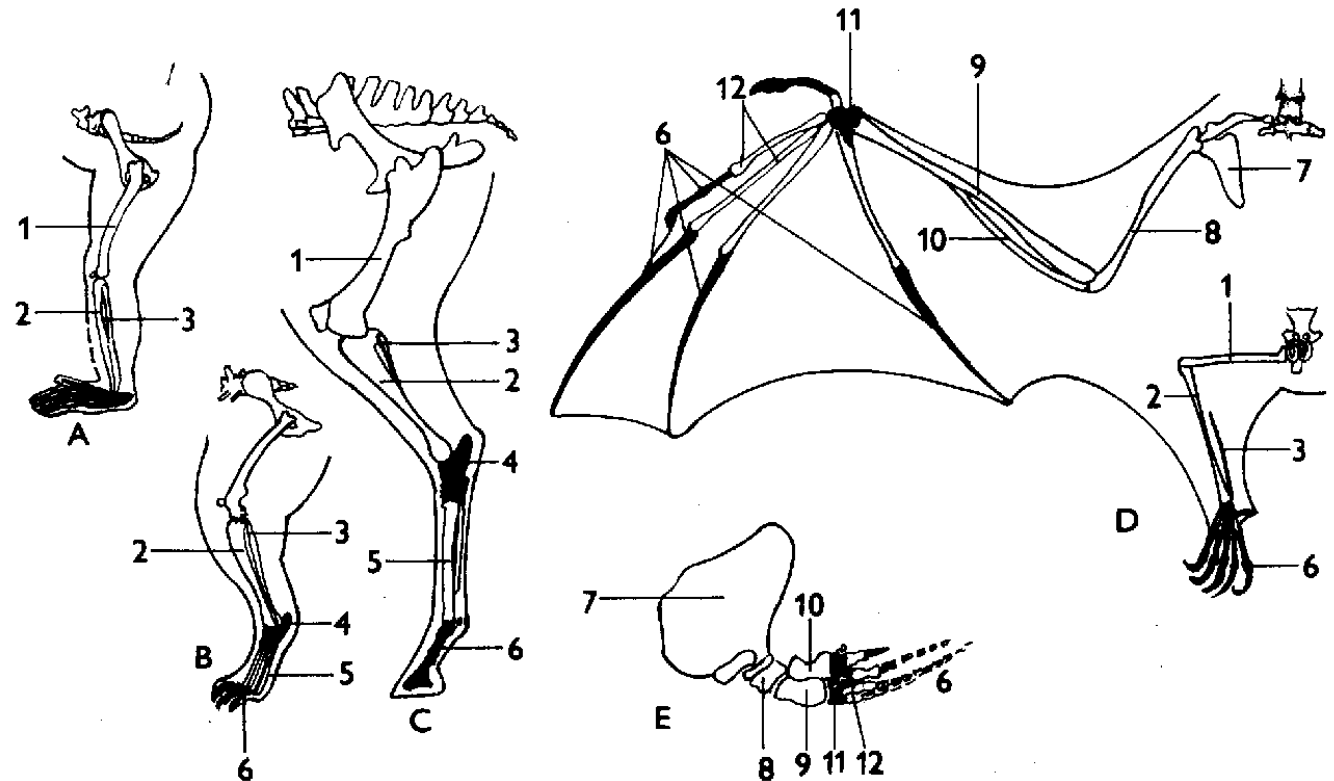
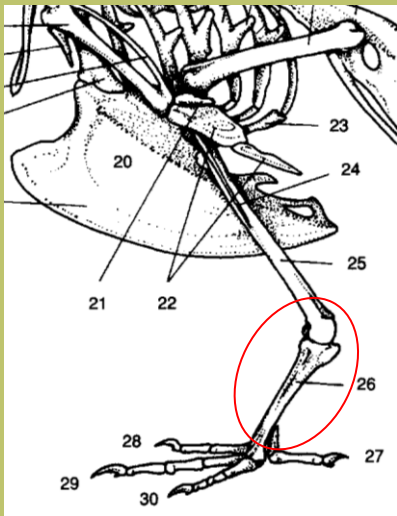
ptáci – 2. prstu

letouni – 2. – 5. prstu



Obr. 139: Perní pokrýv 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 - články třetího prstu, 7 - karpometacarpus, 8 - články prvního prstu, 9 - radiale, 10 - ulnare, 11 - radius, 12 - ulna, 13 - humerus. Podle různých autorů.

Obr. 175: Stavba kostry končetin u různých savců. A - zadní končetina ploskochoďce (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

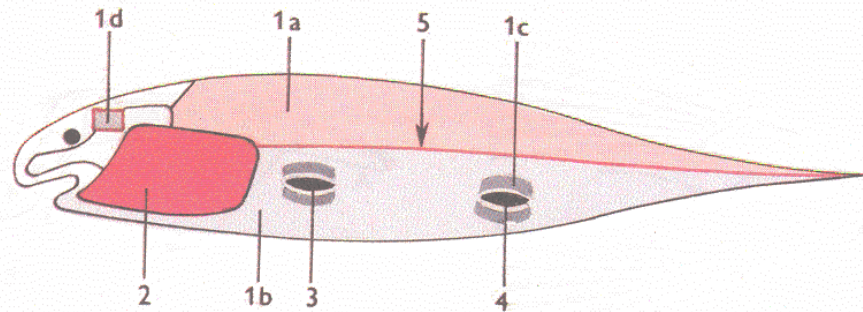
?Somatický původ – svaly oční koule, elektrické orgány

Svaly branchiální

Na žaberních obloucích, inervace branchiálními hlavovými nervy

Důležitost svalstva čelistního oblouku → čelistní (žvýkací) svalstvo

Svalstvo jazykového oblouku → mimické svaly, sociální život savců



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.

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 (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*)

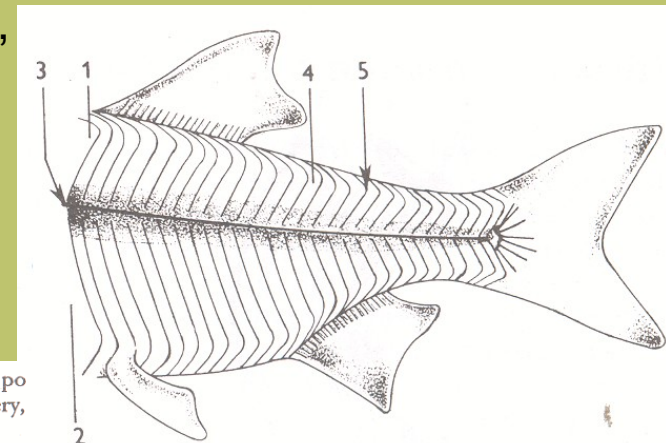
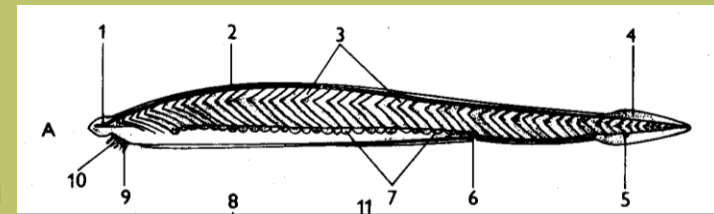
od paryb – *vazivová přepážka (septum horizontale)*

→ 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) – 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 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

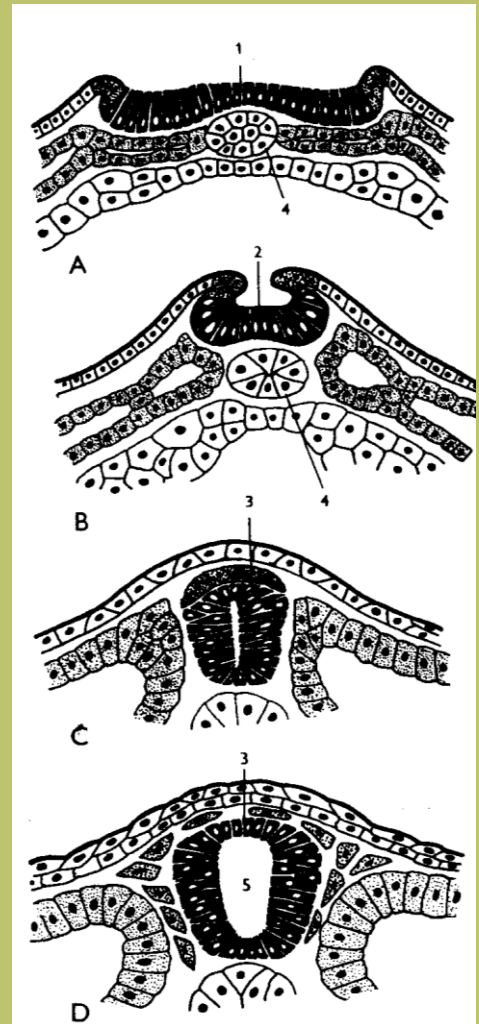
2 kořeny míšních nervů (!mihule nespojeny!)

Dorzální kořeny se **spinálními ganglii**.

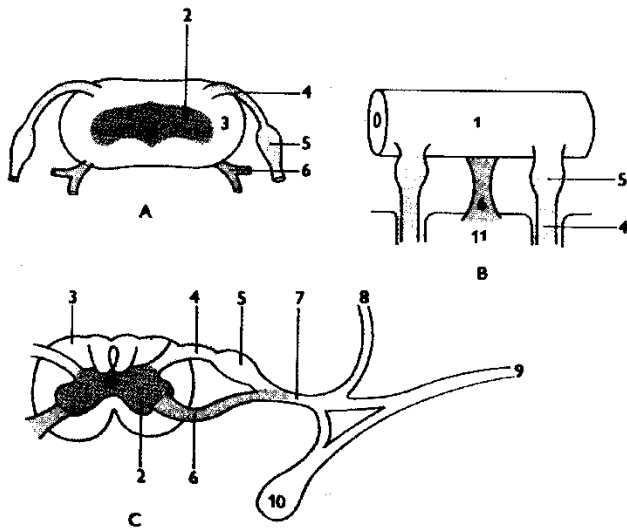
Další dělení na 3 větve

(ventrální – vegetativní uzlina).

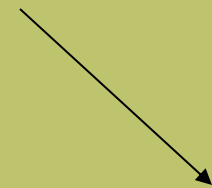
Obr. 27 Několik stadií ontogenetického vývoje míchy (A až D)
1 – nervová ploténka, 2 – nervová rýha, 3 – nervová trubice, 4 – chorda, 5 – neurocél (míšňí kanál)



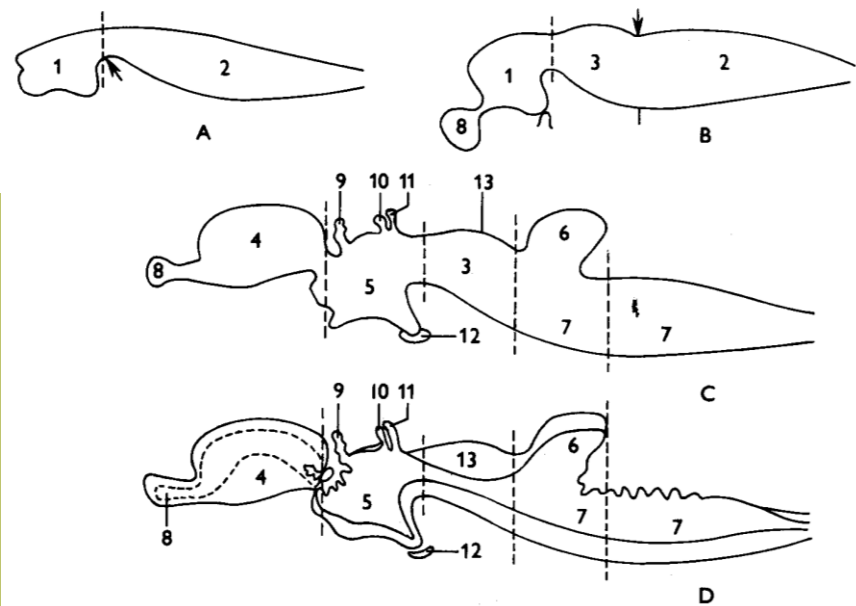
Obr. 42: Schéma míšňího segmentu mihulů s alternujícími a nespojenými míšňími kořeny v míšňí nerv (A - na příčňém řezu a B - při pohledu shora) a schéma míšňího segmentu savců na příčňém řezu (C). 1 - mícha, 2 - šedá hmota míchy, 3 - bílá hmota míchy, 4 - hřbetní kořeny míšňí, 5 - spinální ganglium, 6 - břišňí kořeny míšňí, 7 - míšňí 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.



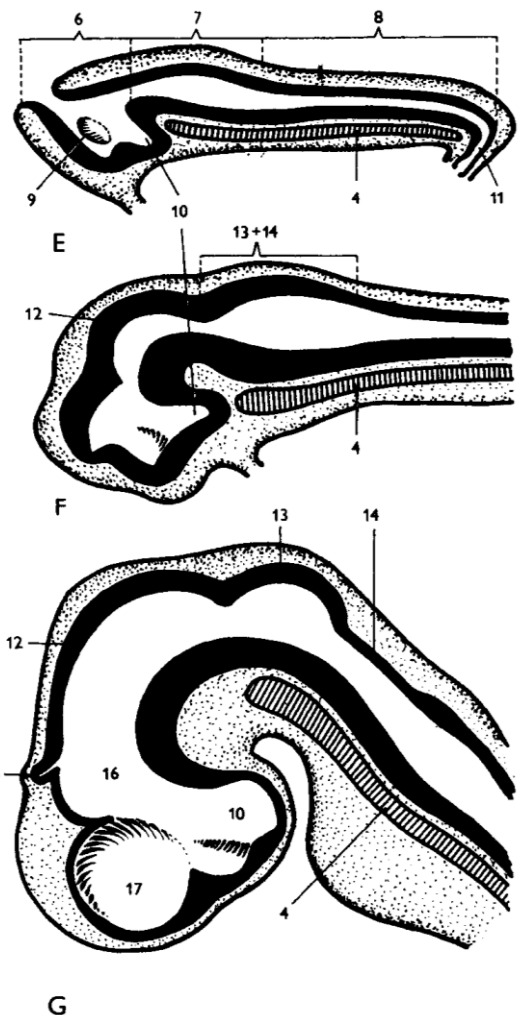
Možek (embryonálně 2 váčky v kraniiální části nervové trubice)



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 oddíly 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. Čárkovaně jsou naznačeny, ve skutečnosti neexistující, hranice mezi jednotlivými oddíly 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 (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).



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 hrbolků) a sluchového (zadní pár) přepojovacího centra.

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

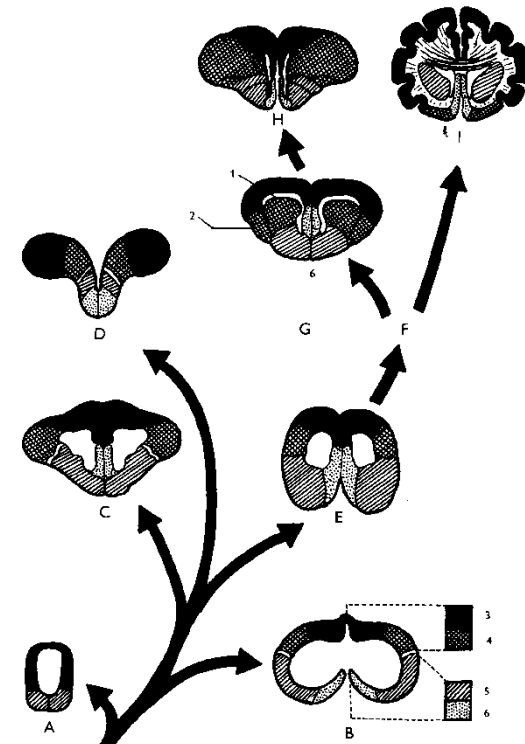
Mezimozek (*diencephalon*) – význam ve vývoji od plazů k savcům, nejdůležitější přepojovací centrum dostředivých i odstředivých drah mezi koncovým mozkem a nižšími patry. Embryonální vychlípenina – sítnice, zrakový nerv. Dorzální vychlípenina – *parietální a pineální orgán* (mihule – nepárová oka). Pineální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

Koncový mozek (*telencephalon*) –

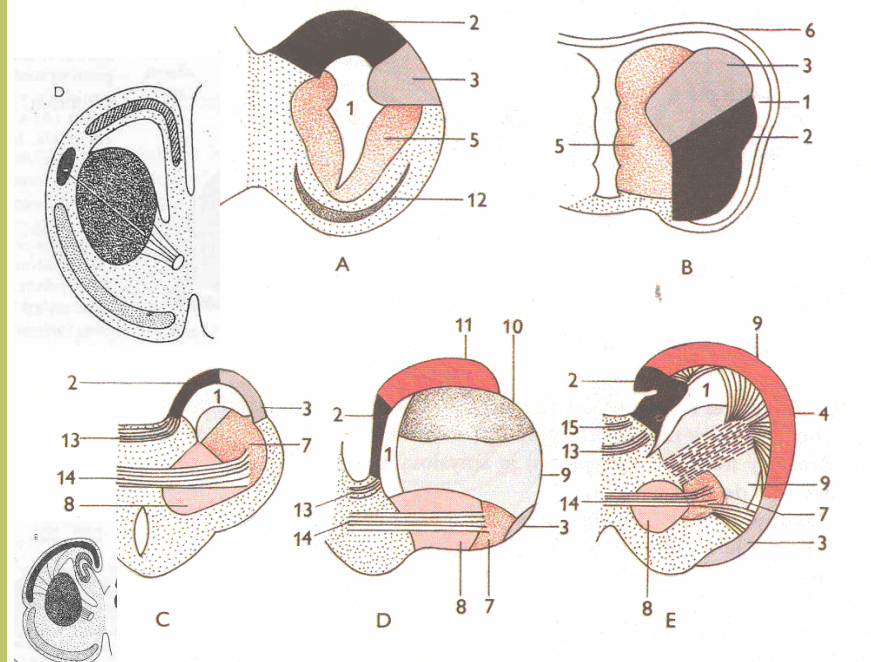
v průběhu fylogeneze prodělal největší změny. Funkci čichového mozku u kruhoústých a paryb – hladké polokoule (*hemispheria cerebri*) s rostrálními čichovými laloky (*bulbi olfactorii*). Čich – fylogeneticky nejpůvodnější smysl. Od obojživelníků – kumulace nadřazených center – narůstání hmoty obou hemisfér (*telencephalizace*), seskupování těl neuronů do pláště (*pallium*), dál 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.



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 - epitelová vrstva, 7 - archistriatum, 8 - palaeostriatum, 9 - neostriatum, 10 - hyperstriatum ventrale a dorsale (11), 12 - šchová 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.

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.

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.

Přídavný (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)

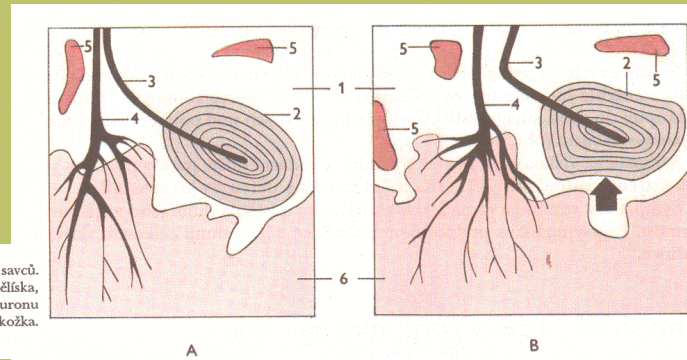
Exteroreceptory

Mechanoreceptory

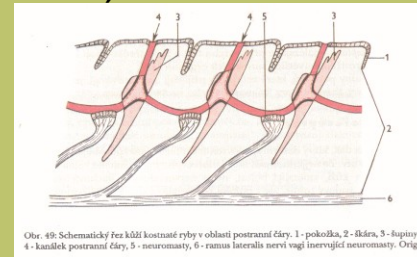
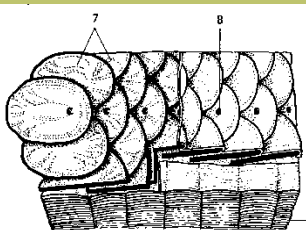
Volná nervová zakončení – nejjednodušší, v kůži (bolest)

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

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

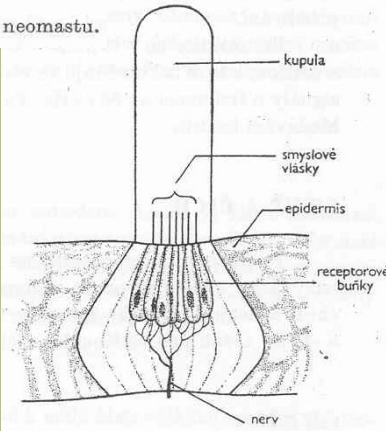


Obr. 48: Vater-Paciniho smyslové tělísko jako příklad jednoduchého mechanoreceptoru z kůže savců. A - klidový stav, B - po deformaci, vyvolávající akční potenciál. 1 - škára, 2 - lamely hmatového tělíska, u nichž směr deformace vyvolávající akční potenciál je znázorněn šipkou, 3 - dendrity neuronu napojeného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

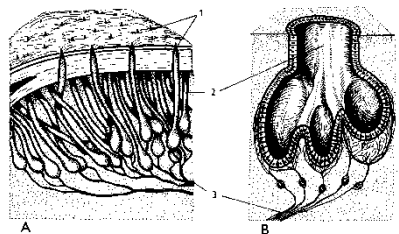


Obr. 49: Schematický řez kůží kostnaté ryby v oblasti postranní čáry. 1 - pokožka, 2 - šikra, 3 - šupiny, 4 - kanálek postranní čáry, 5 - neuromasty, 6 - ramus lateralis nervi vagi inervující neuromasty. Oříg.

Struktura neuomasty.



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



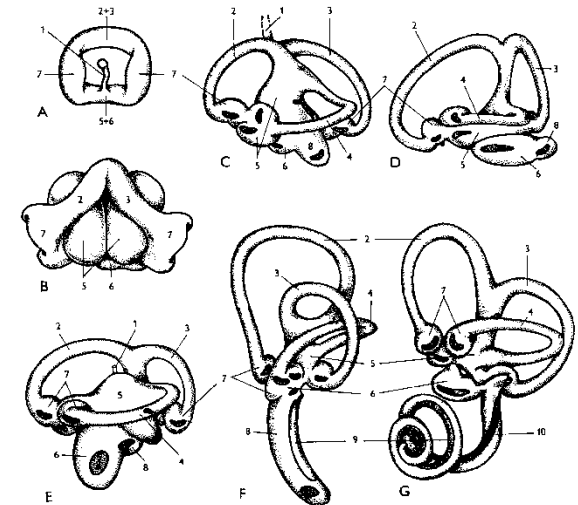
Rovnovážný a sluchový orgán

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

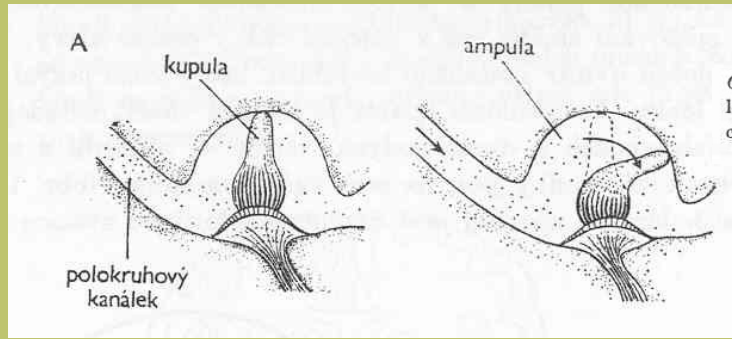
Rovnovážný – váček diferencovaný

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.



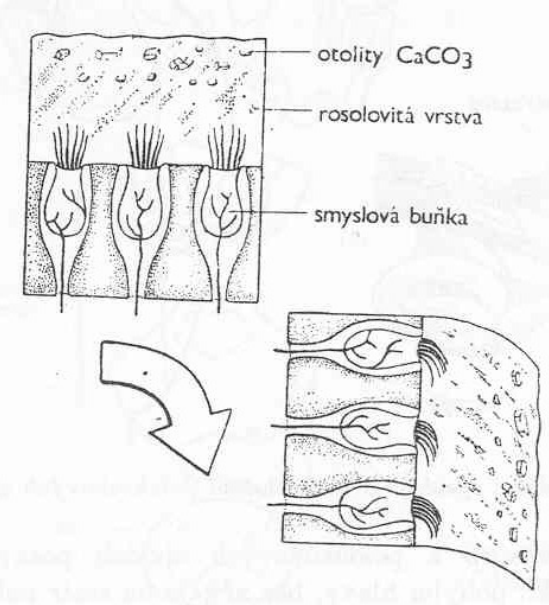
Obr. 34 Blanitý labyrint vnitřního ucha. A – sliznatky (Myxinoidea), B – mihule (Petromyzontida), C – pa-
ryby (Chondrichthyes), D – paprskoploutvé ryby (Actinopterygii), E – bezocasí obojživelníci (Anura),
F – ptáci (Aves), G – savci (Mammalia). 1 – *ductus endolymphaticus*, 2 – přední, 3 – zadní a 4 – po-
stranní 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 (*ma-
culae*) jsou ohraničeny a vytečkovány.



Obr. 195. A – Kupula v po-
lokruhové chodbě. B – Re-
ceptory v utrikulu a sakulu.

Změna polohy hlavy

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



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).

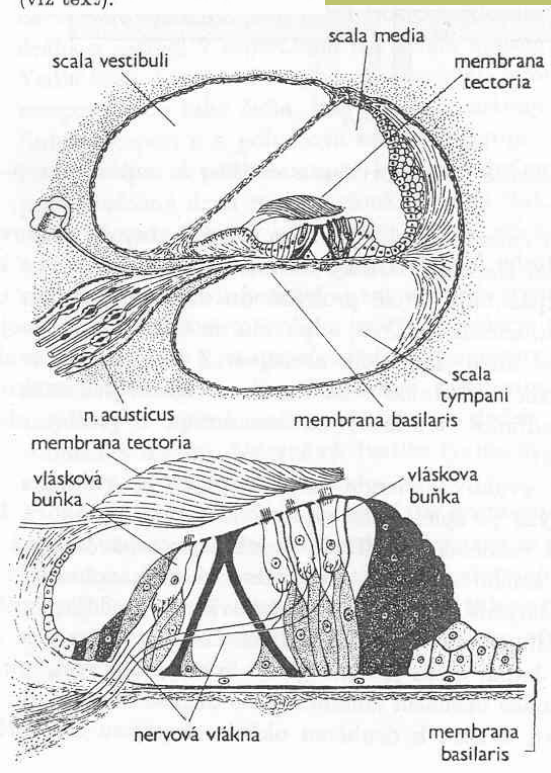
Obě chodby komunikují se středoušní dutinou u bazálního závitu: chodba předsíňová (*scala vestibuli*) **oválným okénkem** a chodba bubínková (*scala tympani*) **kruhovým okénkem**

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).



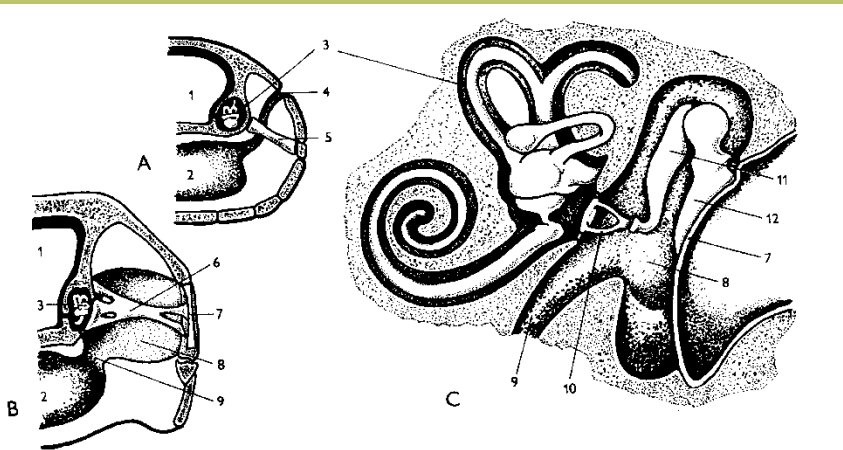
Vývoj středoušní dutiny ze spirakula,
sluchových kůstek z žaberního aparátu.

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

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

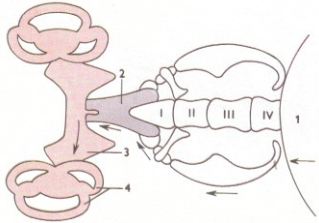
předsíňového okénka. Na něj se napojuje
kovadlinka (*incus*) a nejlaterálnější
kladívko (*malleus*) naléhá na **bubínek**,
který odděluje středoušní dutinu od
zevního ucha.

Spojení dutiny středního ucha
s trávicí trubicí (Eustachova trubice)



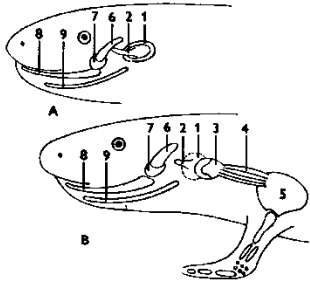
Obr. 36 Schéma vývoje středního ucha ve vztahu k vnitřnímu uchu. A – vodní čelistnatci, B – plazi, C – savci. 1 – mozkovna, 2 – hltan, 3 – kostěný labyrint, 4 – *spiraculum*, 5 – *hyomandibulare*, 6 – *columella*, 7 – bubínková blána, 8 – bubínková dutina, 9 – Eustachova trubice, 10 – *stapes*, 11 –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

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).



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

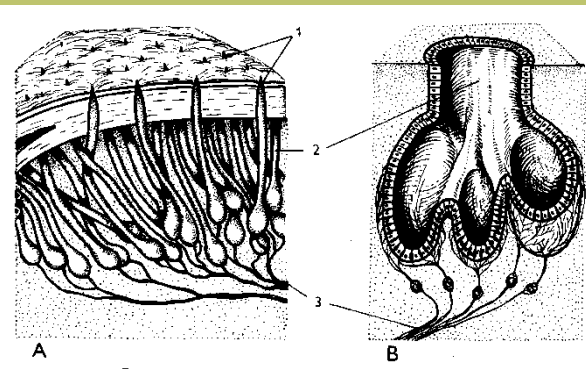
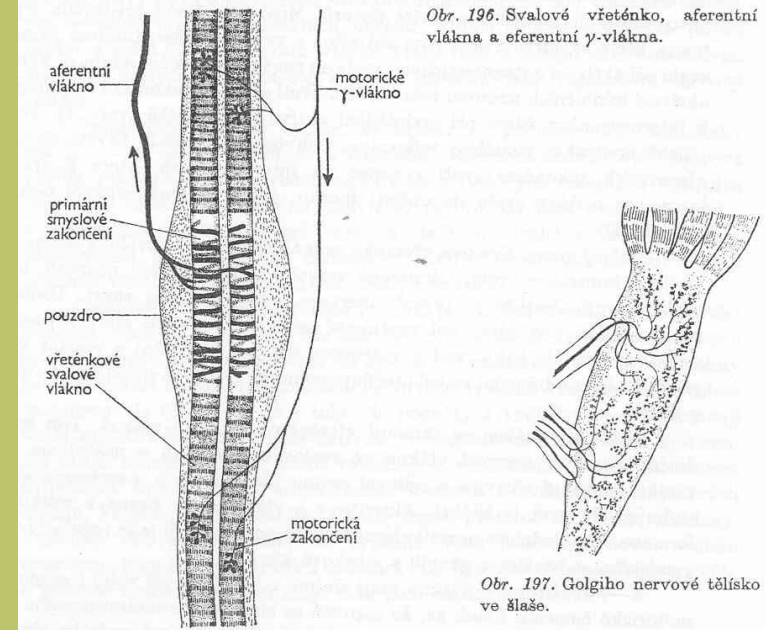
Ocasatí obojživelníci: specializovaný převodní systém, redukce středoušní dutiny a bubínku, někdy i kolumely → nahrazena plochým operkulem (*operculum*)
Larvy: přenos chvění ze spánkové kosti pomocí plektra (*plectrum*) – zapadá do okénka perilymfatického prostoru
Dospělci suchozemští: registrace otřesů 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 (aferentní nervová zakončení), tak i stah svalu (γ -vlákna), šlachové vřeténko natažení šlachy při kontrakci svalu.



Elektroreceptory

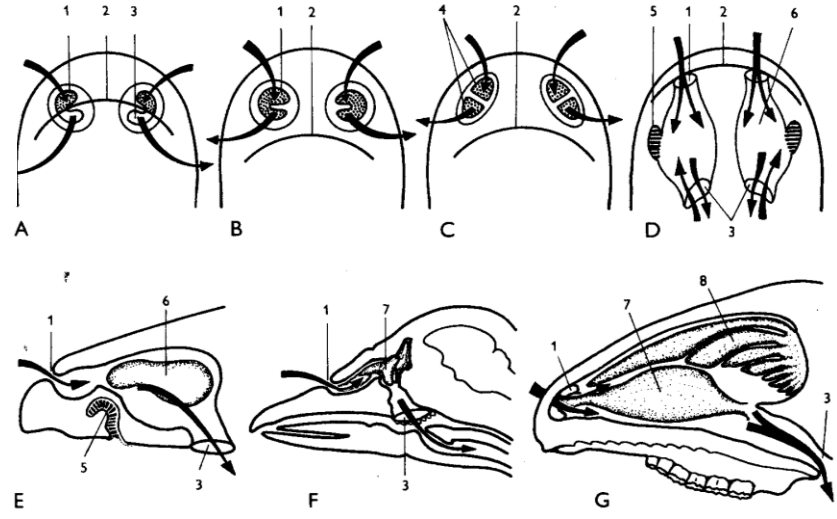
– vodní obratlovci v kůži (pozměněné neuromasty – viz dříve, Lorenziniho ampuly příčnoústých)

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.

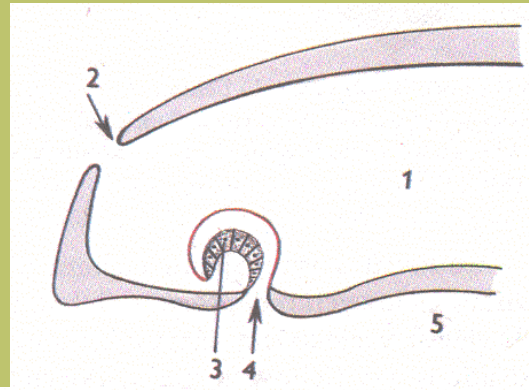


Chemoreceptory

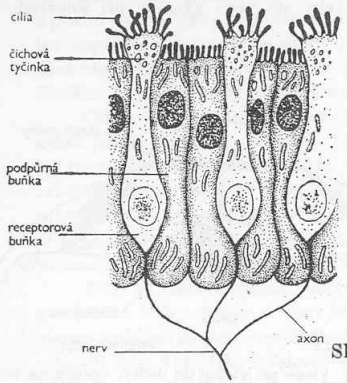
Čich – primární,

nepárové (mihule) a párové čichové jamky.

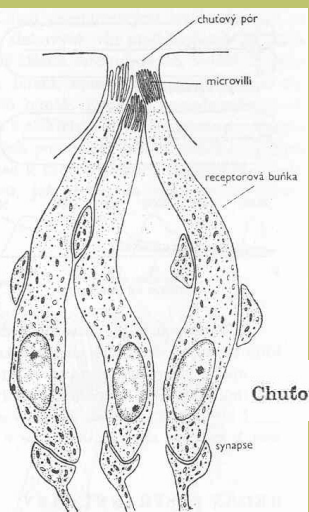
Přídavný (Jacobsonův) orgán – vjem pachů ze slin (obojživelníci, šupinatí plazi a někteří savci (flémování), chybí želvám, krokodýlům, ptákům a některým savcům)



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. Zjednodušeně podle Grassého, 1954.



Skladba čichového epitelu.



Chuťový pohárek v jazyku.

Chuť – sekundární,

chuťové pohárky, 4 podněty.

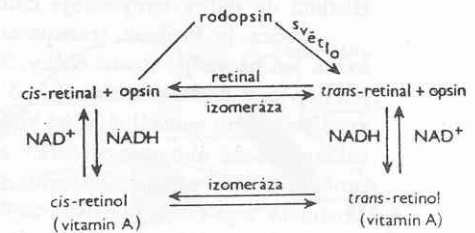
Fotoreceptory

Oko komorové, inverzní

– 3 vrstvy (smyslové, bipolární a gliové).

Rhodopsin (tyčinky) a iodopsin (čípky):

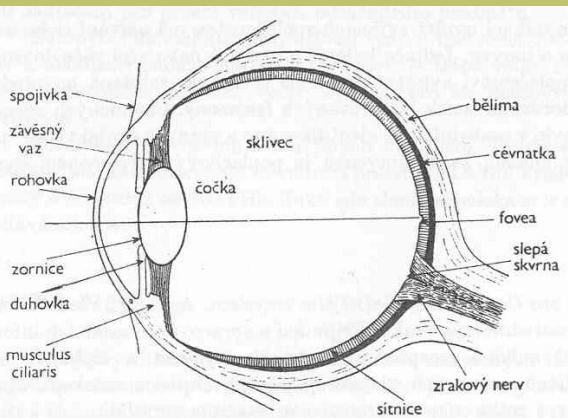
transformace světelného záření na elektrickou energii vzruchu.



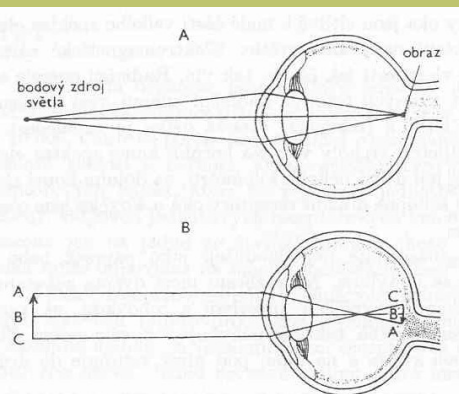
Obr. 222. Schéma eyklu rozpadu a syntézy rodopsinu.

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.



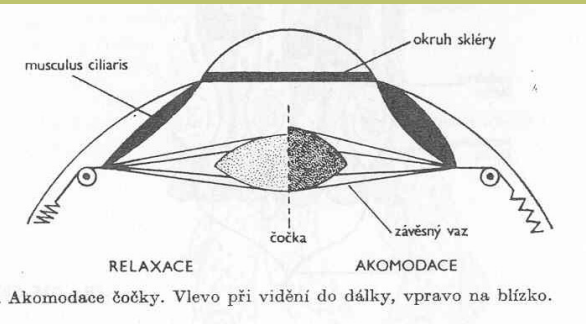
Dioptrický aparát oka – (rohovka, čočka, sklivec, komorový mok) usměrňuje paprsky, doostřuje obraz (akomodace).

Pomocný aparát oka: svaly pro pohyb oční koule

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 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 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 tělíska (tetrapodi)

Derivát 3. a 4. páru embryonálního hltanového váčku.

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

Parathormon – zvyšuje hladinu Ca^{2+} v krvi

Ultimobranchiální tělíska (ploutvovci)

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

Calcitonin (antagonista parathormonu).

Nadledviny

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

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

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

- *mineralo-* a *glukokortikoidy* – metabolismus

- *androgeny* – řídí druhotné pohlavní znaky

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

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

Langerhansovy ostrůvky (*insulae pancreaticae*)

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

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

Gonády

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

Varlata (*testes*)

Vaječníky (*ovaria*)

Urofýza (*neurohypophysis spinalis caudalis*)

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

Brzlík

zvláštní (dočasná) žláza, vývoj imunitních reakcí organismu.

DRUHOTNÁ TĚLNÍ dutina (*coelom*)

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

Výstelka (*coelothel* – mezoderm)

- laterálního listu → **svalový vak**

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

Další orgány coelothelového původu:

- **primární stěna cév**

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

- **gonády**

Původní funkce coelomu – hydrostatický skelet

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

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

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

Ptáci + savci:

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

- osrdečník se srdcem (*pericardiální*)

- dutina okolo plic (*pleurální*).

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

Šourek savců – vychlípenina břišní části coelomu.

DRUHOTNÁ TĚLNÍ DUTINA (*coelom*)

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

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

Kaudální proliferace kapes → vznik jednotlivých coelomových váček.

Výstelka (*coelothel* mezoderm)

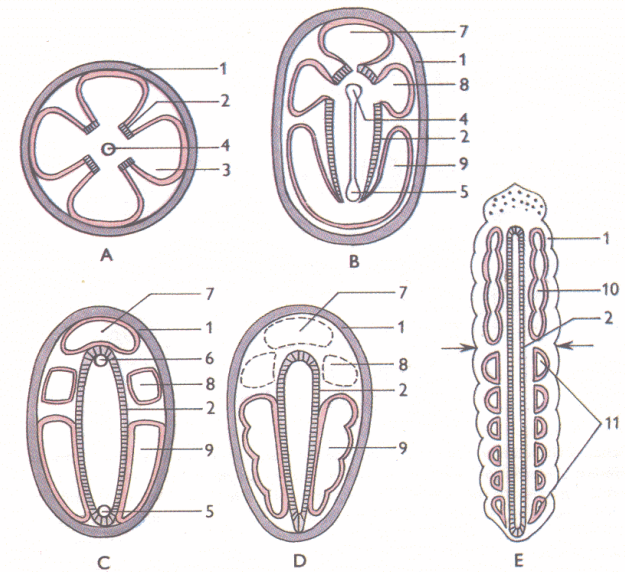
- laterálního (parietálního, somatického) listu → **svalový vak** (somatopleura obratlovců)

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

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

Další orgány coelothelového původu:

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



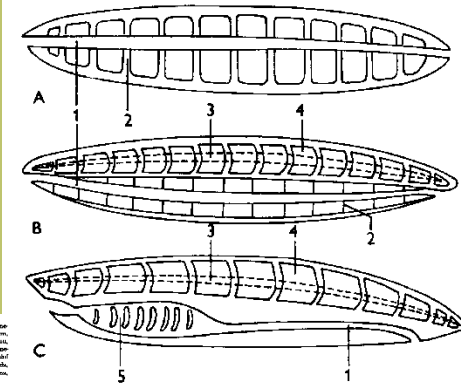
Obr. 62: Remaneho představa vzniku coelomu z gastrálních kapes entodermu žahavců. A - schéma čtyřčetného žahavce na příčném řezu reprezentuje výchozí stav, B - vznik trimerního a bilaterálně symetrického mnohobuněčného živočicha s diferencovanými gastrálními kapsami entodermu v coelomové váčce. Současně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

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

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

Opět diskuse o hypotetických předcích strunatců
 (?prakroužkovci):

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



Obr. 51 Schéma Coelomové přepážky ve fylogenezi obratlovců a vlnitých červů. 1 – dutina perikardiální, 2 – srdce, 3 – dutina peritoneální, 4 – plíce, 5 – dutina pleurální, 6 – dutina skrotální, 7 – část pobříšnice, resp. okruží.

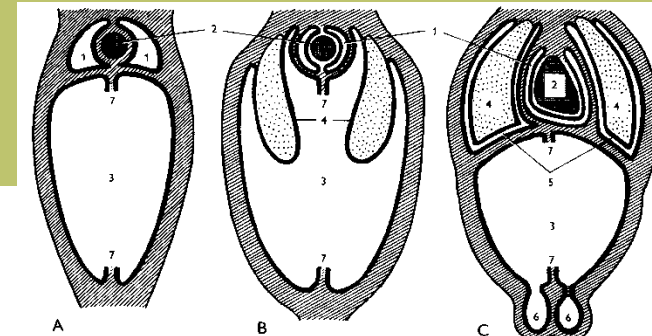
Coelom ploutvovců

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

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

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

Šourek savců – vychlípenina břišní části coelomu.



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

TRÁVICÍ soustava

Funkce:

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

Oddíly trávicí soustavy:

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

TRÁVICÍ soustava

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

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

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

Jednotná stavba stěny trávící trubice (entodermální původ) :

sliznice

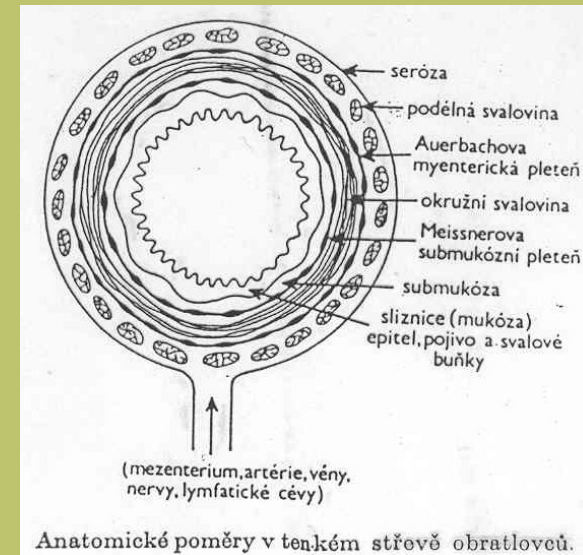
podslizniční vazivo

hladká zevní svalovina

seróza (vše z mezenchymu splanchnopleury).

Morfologie slizničního epitelu závisí na fyziologických potřebách dané části.

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

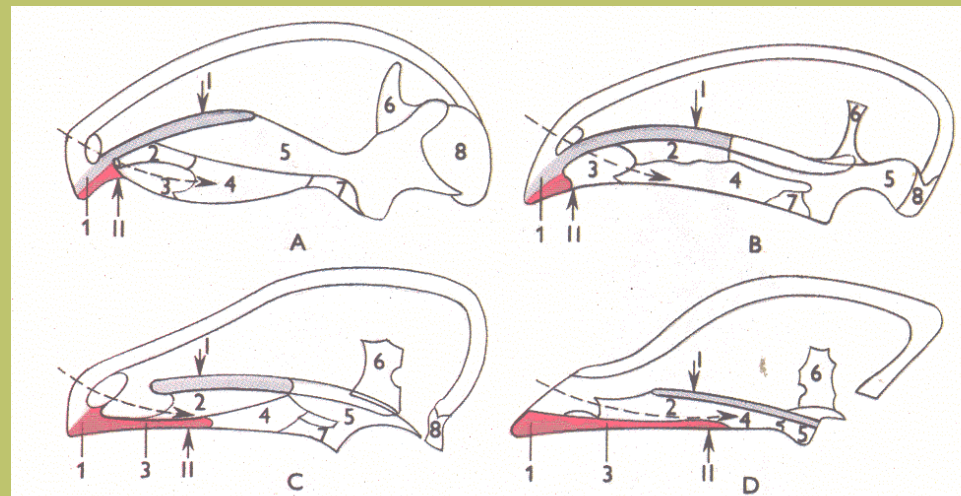


Ústní dutina (*cavum oris*)

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

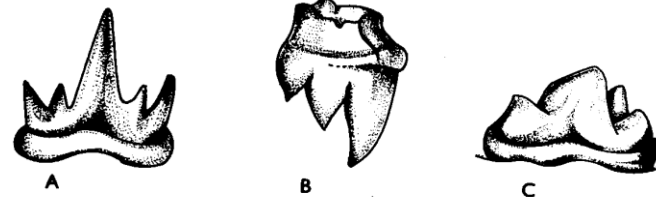
Slinné žlázy (sliznice jazyka i ústní dutiny), někdy lepkový sekret pro lov. Drobné slinné žlásky + více párů velkých slinných žláz (modifikace – salangy).

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

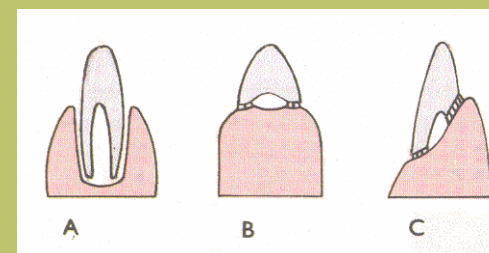


Obr. 34: Schéma evoluce druhotného patra u amniot. A - stav u vymřelých primitivních plazů skupiny Pelycosauria, B - stav u primitivních plazů vymřelé skupiny Therapsida, C - stav u modernějších terapsidních plazů, D - stav u recentních savců. 1 - praemaxilla, 2 - vomer, 3 - maxilla, 4 - palatinum, 5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

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

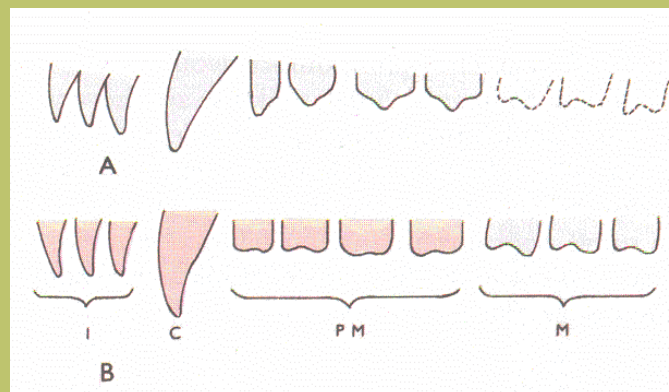


Obr. 67: Příklady zubů čelistnatých obratlovců. A - zub (plakoidní šupina) z čelisti vymřelého žraloka rodu *Cladodus*, B - stolička tribosfénického typu vymřelého pantoternního savce, C - specializovaná první stolička (trhák) z dolní čelisti psa. A a C upraveno podle Ihleho et al., 1971, B podle Theniuse,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



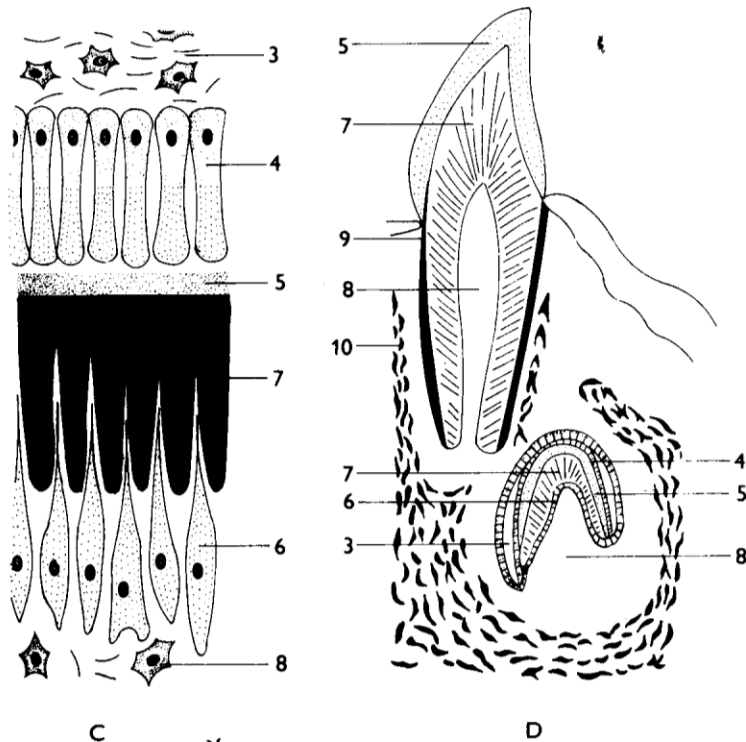
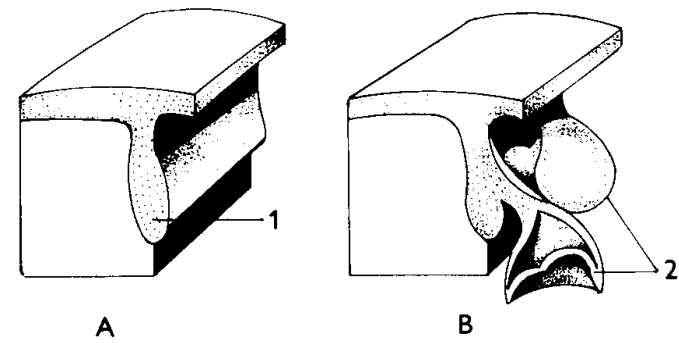
Homodontní chrup → heterodontní chrup recentních savců (řezáky, špičáky, třenáky a stoličky). U savců – vývoj třenáků a stoliček – (trikonodontní chrup vývojových skupin savců) → zuby s více hrboly (bunodontní chrup – všežraví savci).

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 zuby. A - základ zubní lišty, B - pokročilejší stadium se založeným sklovinotvorným orgánem, C - detail stěny zubního základu, D - řez mléčným zubem a základem definitivního zuby. 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 trávicí trubice – hltan, jícen, žaludek

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

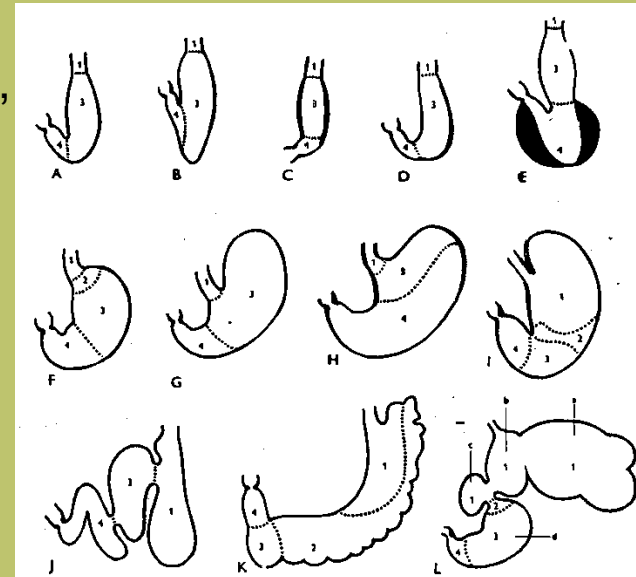
Jícen (*oesophagus*) – svalnatá trubice podél průdušnice, spojuje hltan a žaludek.

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

Vole – dolní část jícnu, rezervoár potravy.

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

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



Obr. 32. Tvar, členění a typy epitelu stěny žaludku různých obratlovců: A – žralok (rod *Squalus*), B – ryba (rod *Anguilla*), C – obojživelník (rod *Triturus*), D – plaz (rod *Thalassochelys*), E – pták (rod *Pavo*), F až L – 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 – bacher, b – čepec, c – kniha (a až c = předžaludky), d – slez (= vlastní žaludek). Podle Romera.

Střední úsek trávicí trubice:

tenké střevo (*intestinum tenue*)

u **ploutvovců** nediferencováno,

u **tetrapodů**:

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 mikrokylky (ptáci a savci).

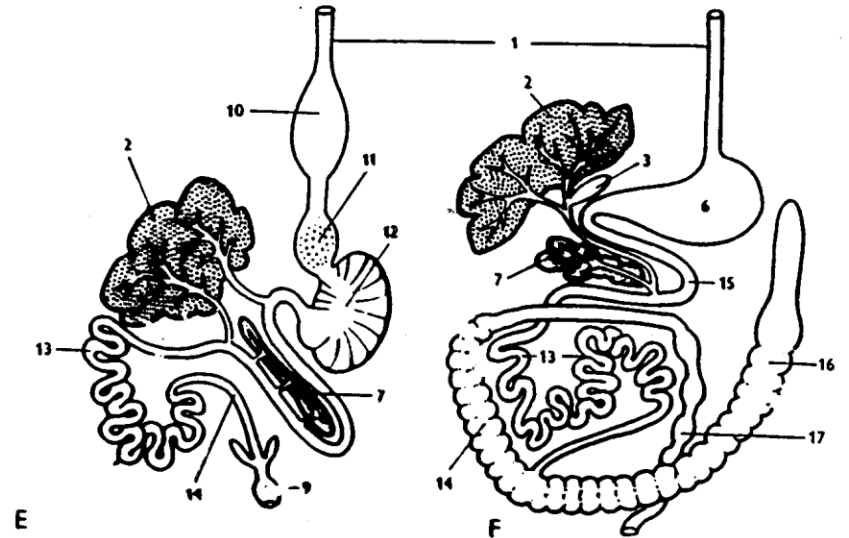
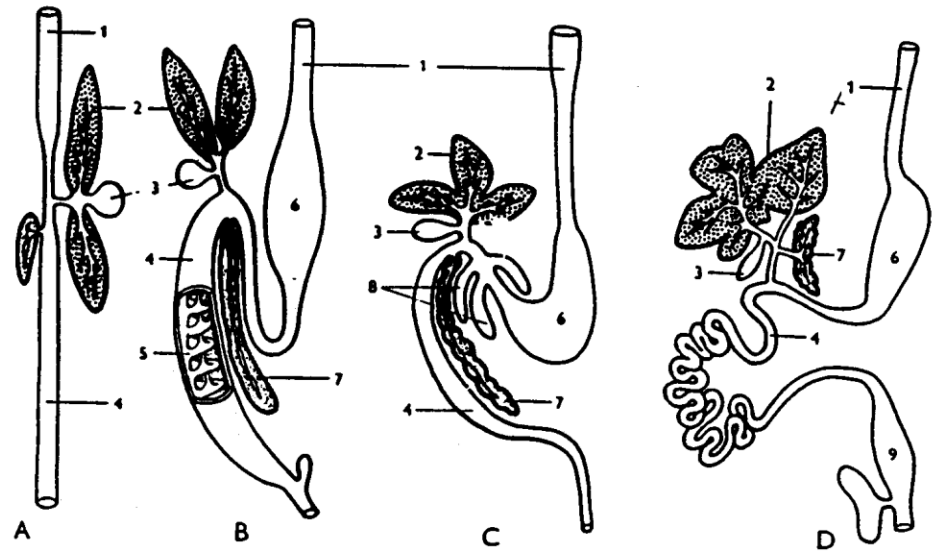
Délka tenkého střeva podle potravy a velikosti (menší masožravci kratší).

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 – 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 – vola, 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 konečným

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 – nepárová, někdy delší než tlusté střevo (hlodavci).

I specifické trávicí pochody.

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

DÝCHACÍ soustava

Dýchací orgány:

primárně vodní: žábry

vnější x vnitřní žábry

Anatomie a morfologie u jednotlivých tříd

Přídavné dýchací orgány

suchozemští: plíce (i sekundárně vodní)

Anatomie a morfologie u jednotlivých tříd

DÝCHACÍ soustava (*systema respiratorium*)

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

Žábry (*branchiae*)

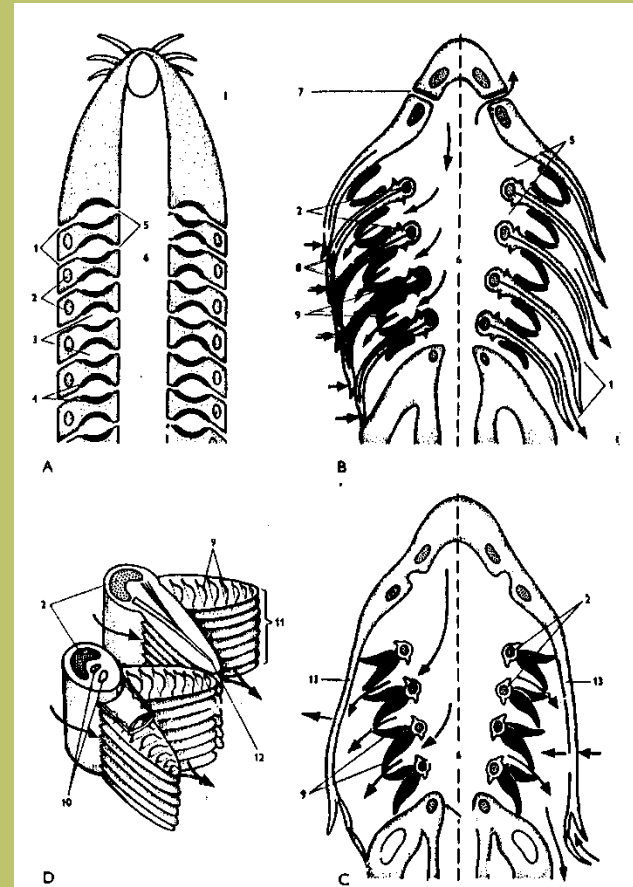
Vodní obratlovci (*Anamnia*).

Modifikace filtračního zařízení pláštěnců až minoh pro zachycování potravy.

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

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

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



Obr. 33. Hlavní typy uspořádání žaber vodních obratlovců: A – kruhoústí (rod *Bdelostoma*), B – paryby (Chondrichthyes), C – ryby (Pisces), D – detail dvou žaberních oblouků kostnaté ryby se dvěma položabrami na každém. 1 – vnější žaberní štěrbiny, 2 – žaberní oblouky, 3 – žaberní váčky, 4 – žaberní lamely, 5 – vnitřní žaberní štěrbiny, 6 – hltan, 7 – spiraculum, 8 – žaberní přepážky, 9 – žaberní lupínky, 10 – žaberní cévy (vlevo žíla, vpravo tepna), 11 – položebra (hemibranchia), 12 – žaberní paprsek, 13 – skfete. Na obrázcích B a C znázorňuje levá polovina inspiraci a pravá expiraci vody, jejíž 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 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.

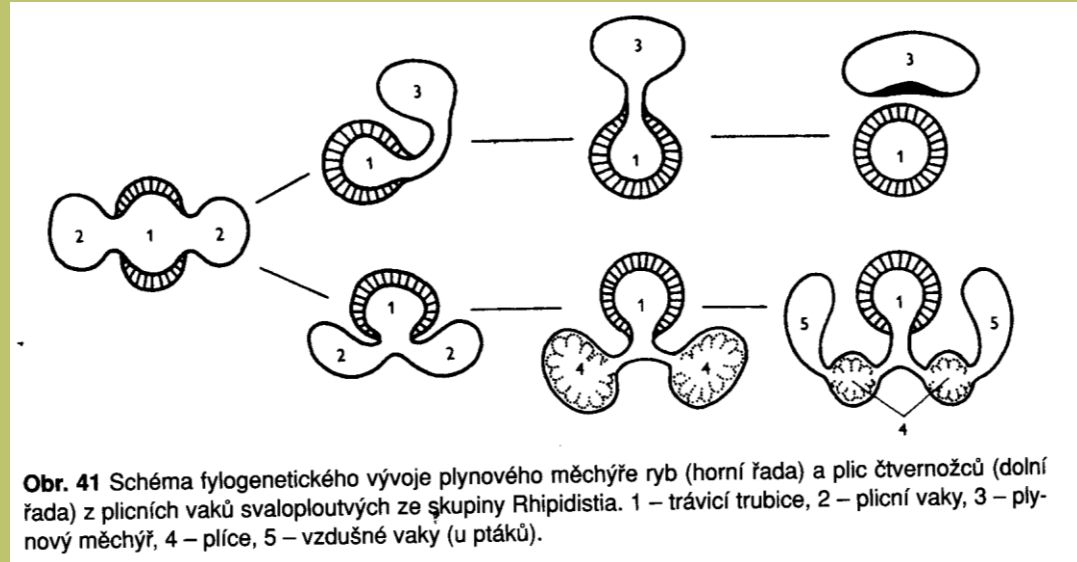
Plynový měchýř

Původní vývoj – boční párové vychlípeniny, splynutí a přesun na dorzální stranu nad střevem
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).

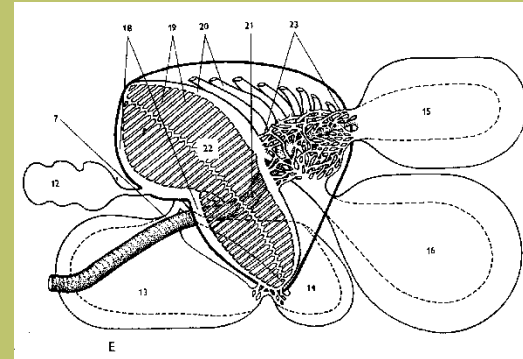
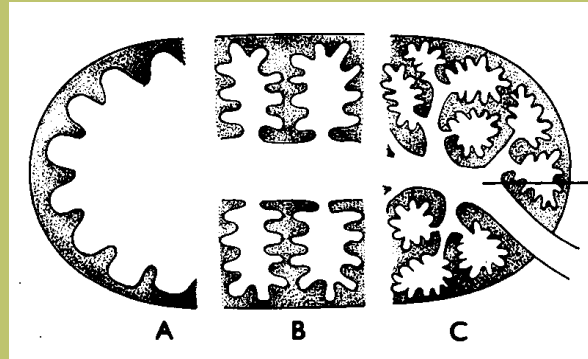
Plíce (*pulmo*)

Párové vychlípeniny 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.

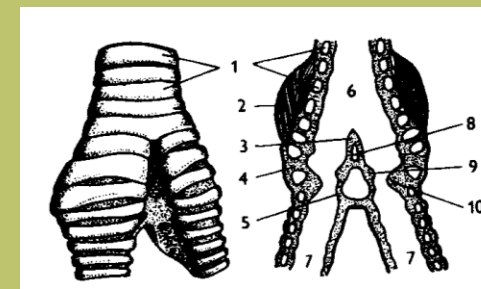
Hrtan (*larynx*)

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 (cív) s krví nebo mizou. Srdce – sací a tlaková pumpa.

Krev (*sanguis*)

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

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

Míza (*lymph*a)

Cévy (*vasa*)

Krevní x mízní

Srdce (*cor*)

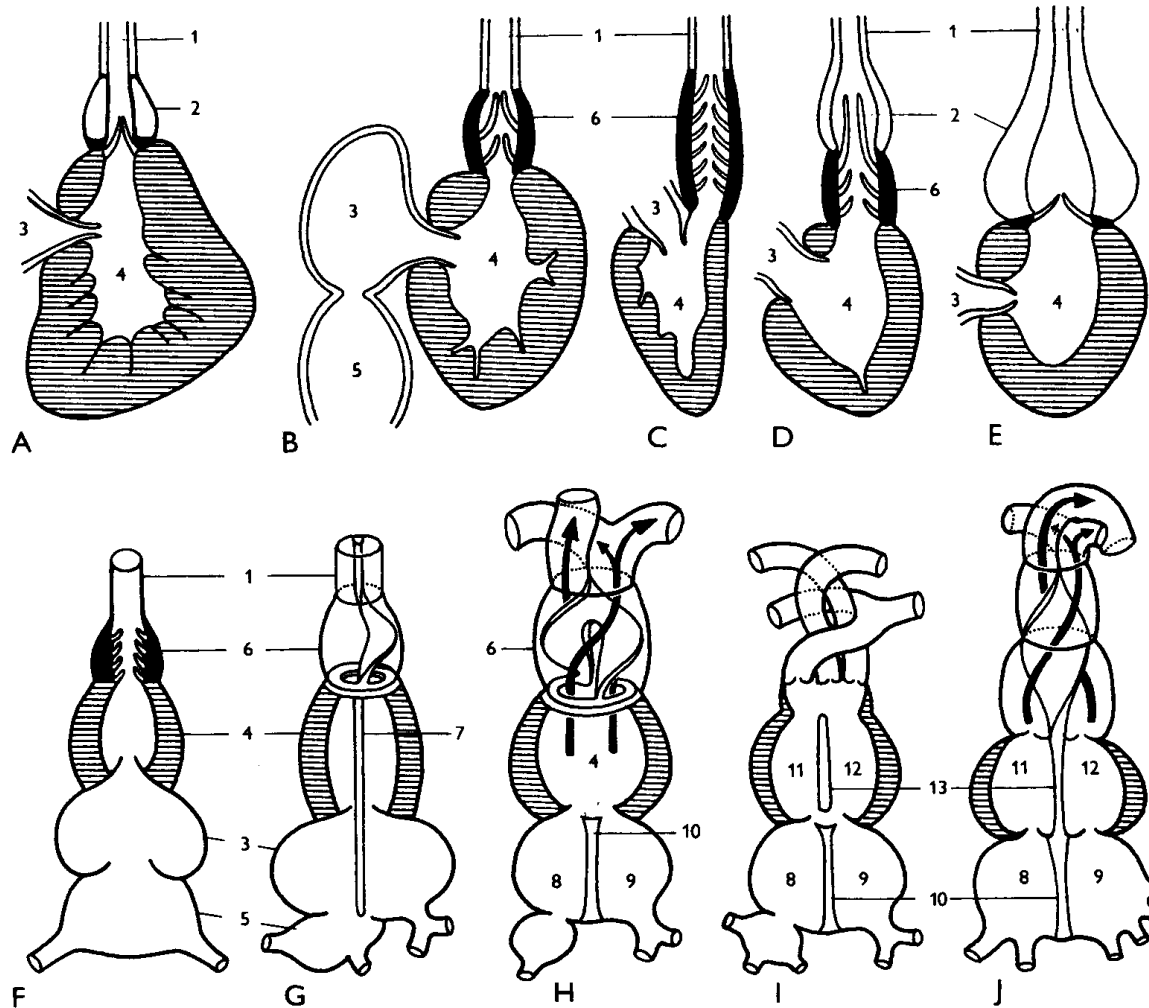
Primitivní obratlovci – jednoduchá trubice:

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

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

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

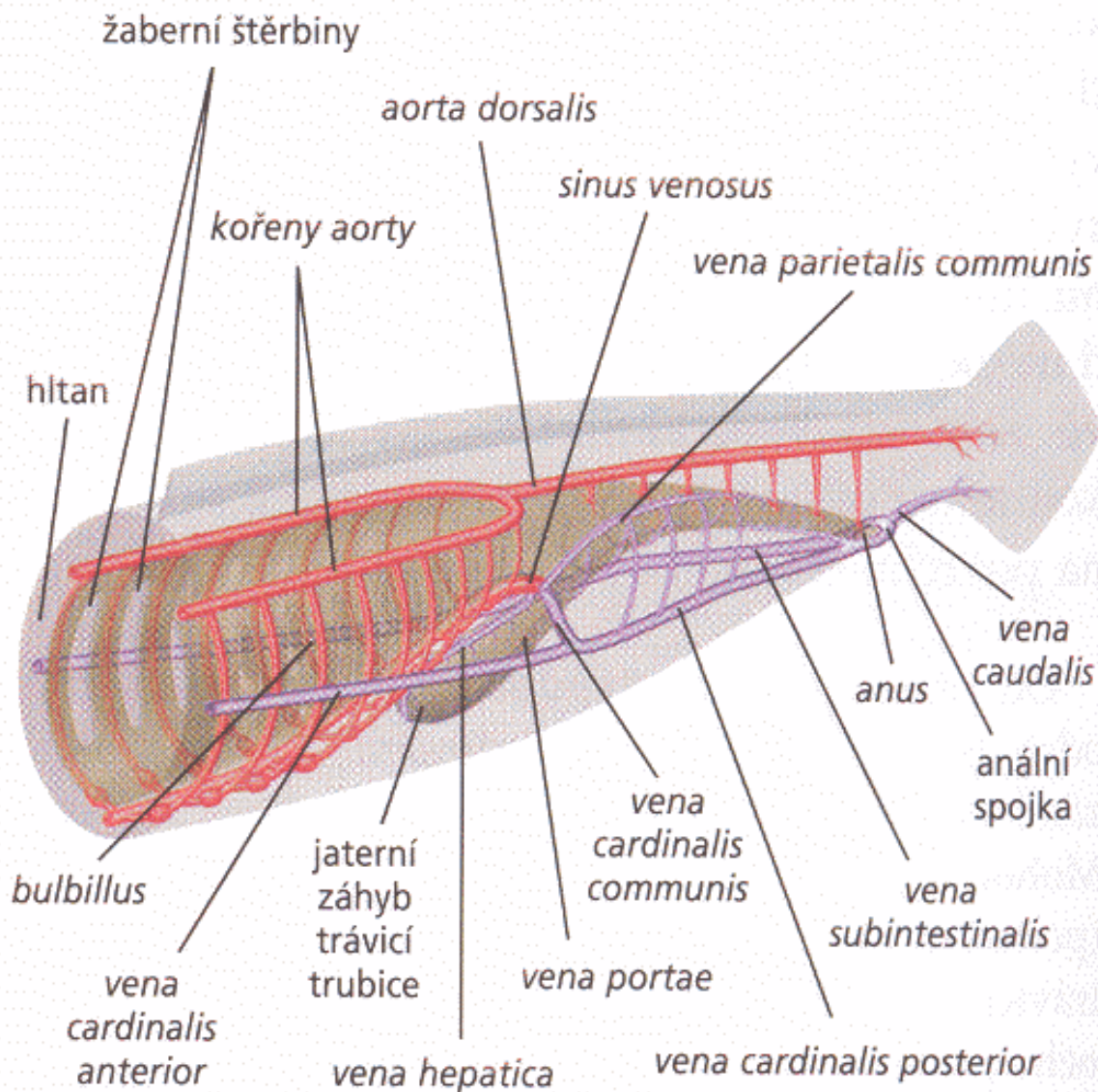
Úplně rozdělené srdce s malým a velkým oběhem – ptáci, savci



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

Oběhový systém kopinatce

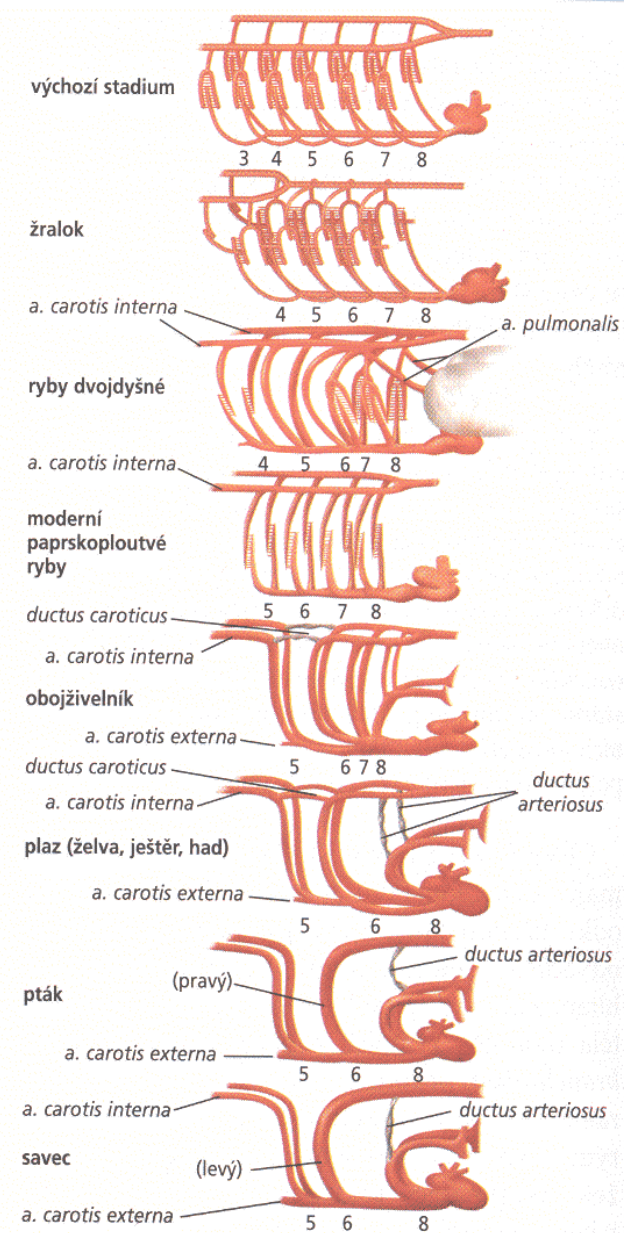
jako východisko krevního oběhu ploutvovců



Tepny (*aortae*)

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

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



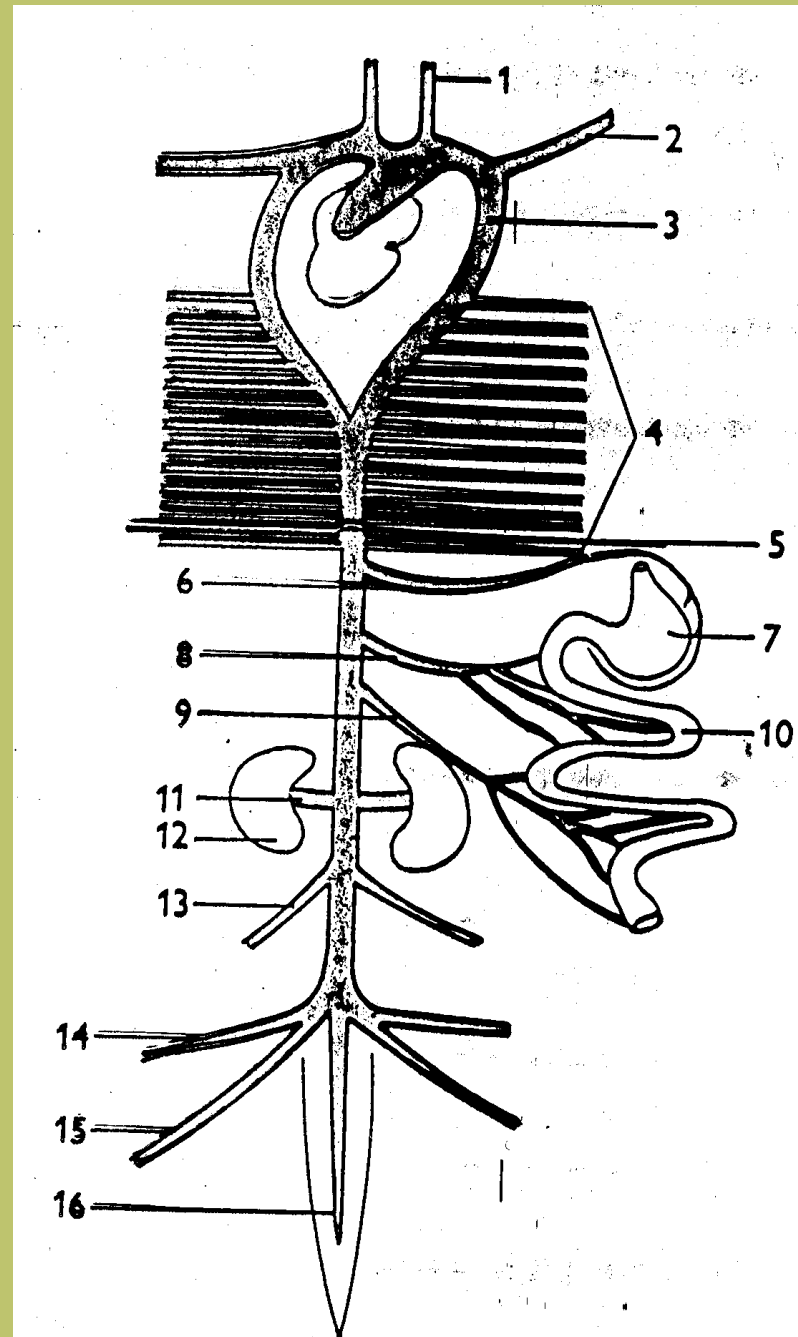
Obr. 5.324 Schéma arteriálních žaberních oblouků u různých skupin obratlovců (pohled z levé strany). Číslice označují pořadí arteriálních oblouků.

Hlavní tepny tetrapodů:

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

Hlavní tepny tetrapodů

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



Žíly (*venae*)

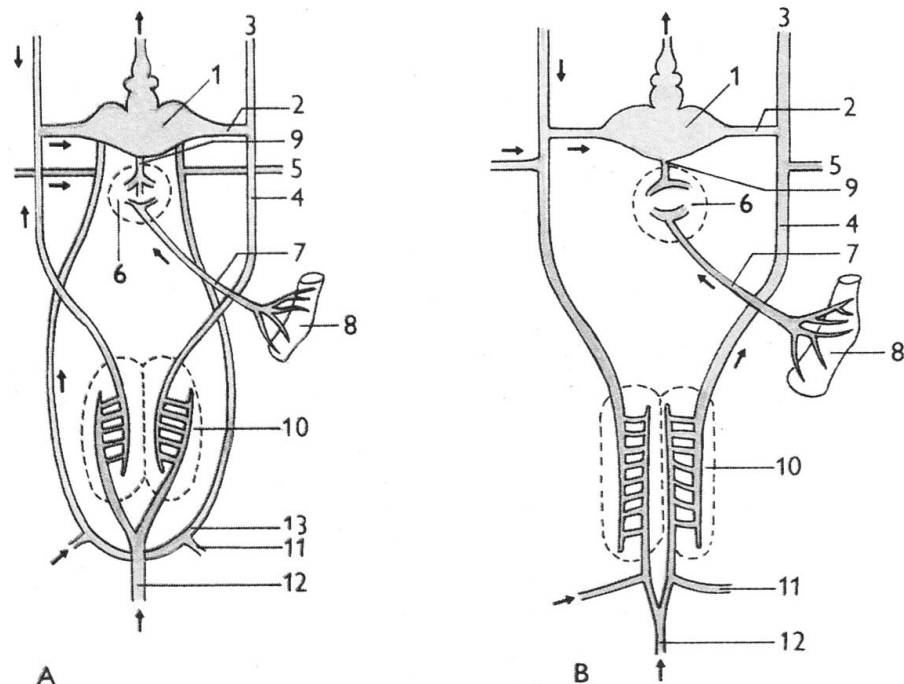
Zpravidla sledují tepny,
řečiště bohatší, variabilnější

4 systémy žil:

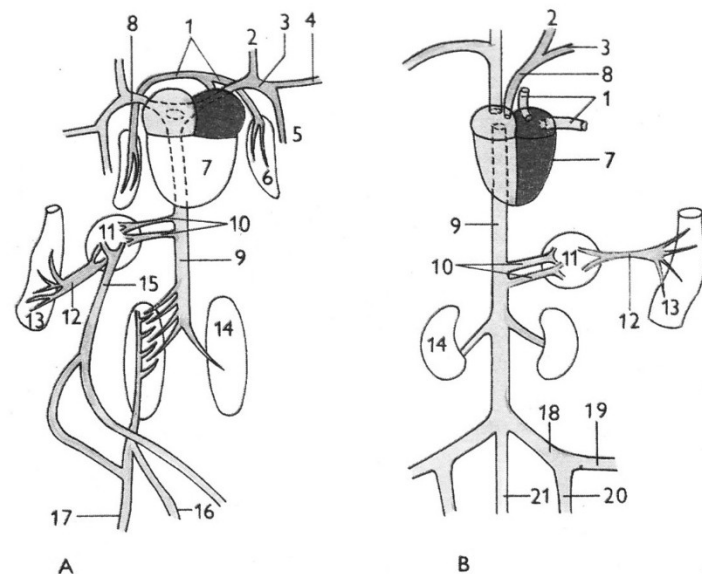
- 1. subintestinální** – ze střeva –
vrátnicový systém (*v. portae*) –
předávání živin, nebo
kumulace v játrech –
jaterní žíla (*v. hepatica*)
- 2. kardinální** – dorzálně, krev z hlavy
a trupu (vrátnicový oběh ledvin)
- 3. abdominální** – z ventrální strany
- 4. plicní (*v. pulmonales*)** – cévy s okysličenou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

Suchozemští obratlovci –
vývoj dutých žil z kardinálek

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



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



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

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

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

Rozšiřování, splývání míznic → lymfatické dutiny (žáby).

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

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

EMBRYONÁLNÍ OBĚH

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

Rychlé změny během líhnutí (porodu).

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

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

Porod – přerušení fetálního oběhu. ?Zvýšení hladiny CO₂ po přerušení pupečních cév reflexně zapojí dýchací pohyby přes dýchací centrum v prodloužené míše, zánik *ductus arteriosus* formou zánětlivého procesu. Zvětšení průtoku krve plícemi → nárazové zvýšení tlaku v levé předsíni → přiražení a následně srůst chlopně přes *foramen ovale* se stěnou → dokonalé rozdělení na pravou a levou polovinu → mohutnění myokardu v levé části (zvýšení krevního tlaku).

VYLUČOVACÍ soustava

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: CO₂ - vylučován dýcháním, přebytky vody a amoniak – do vody u *amoniotelických* ryb a larev obojživelníků, detoxikace na močovinu (rozpuštěnost močoviny ve vodě – obratlovci s větším množstvím vody v těle – *ureoteličtí* obojživelníci a savci) nebo kyselinu močovou (nerozpuštěná ve vodě, koncentrovaná forma – i krystalická – obratlovci s úsporným hospodařením vodou – *urikoteličtí* plazi a ptáci). Těžko rozpustné odpadní látky – kumulace ve specializovaných buňkách – **exkretoporech** v podobě konkrementů nebo pigmentů (guanin v rybích šupinách).

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

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

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

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

a) mizí v embryogenezi (časně)

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

Kaudální část holonefrosu – **opistonefros**

– ledvina paryb a obojživelníků, ryb s druhotným chámovodem

Odlišnosti od pronefrosu: - ztráta segmentace

- izolace od coelomu
- přítomnost Malpighiho tělísek
- zmnožení tubulů

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

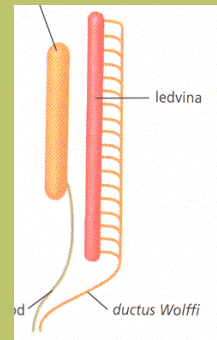
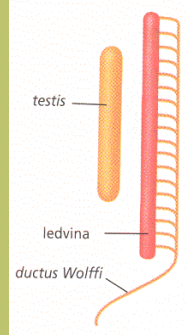
Žraloci, někteří ocasatí obojživelníci – tendence k vývoji druhotného močovodu.

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

Amniota:

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

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



Typy vylučovacích orgánů obratlovců

larvy mihulí

larvy mihulí a obojživelníků, některé ryby

| | | | | | |
|----------|---|---|--|--|---|
| 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 tělíška (g+B.v.), ztráta |
| H | primárního močovodu | u d | | i s | segmentace, |
| R | (Wolffův vývod) | á l | | t o | zmnožení tubulů, izolace |
| O | - | n í | | n e | od coelomu 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 (až na výjimky)

- pohlavní žlázy

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

- vývodné cesty

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

- pářicí orgány

- přídatné pohlavní žlázy (žraloci, savci)

REPRODUKCE obratlovců

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

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

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

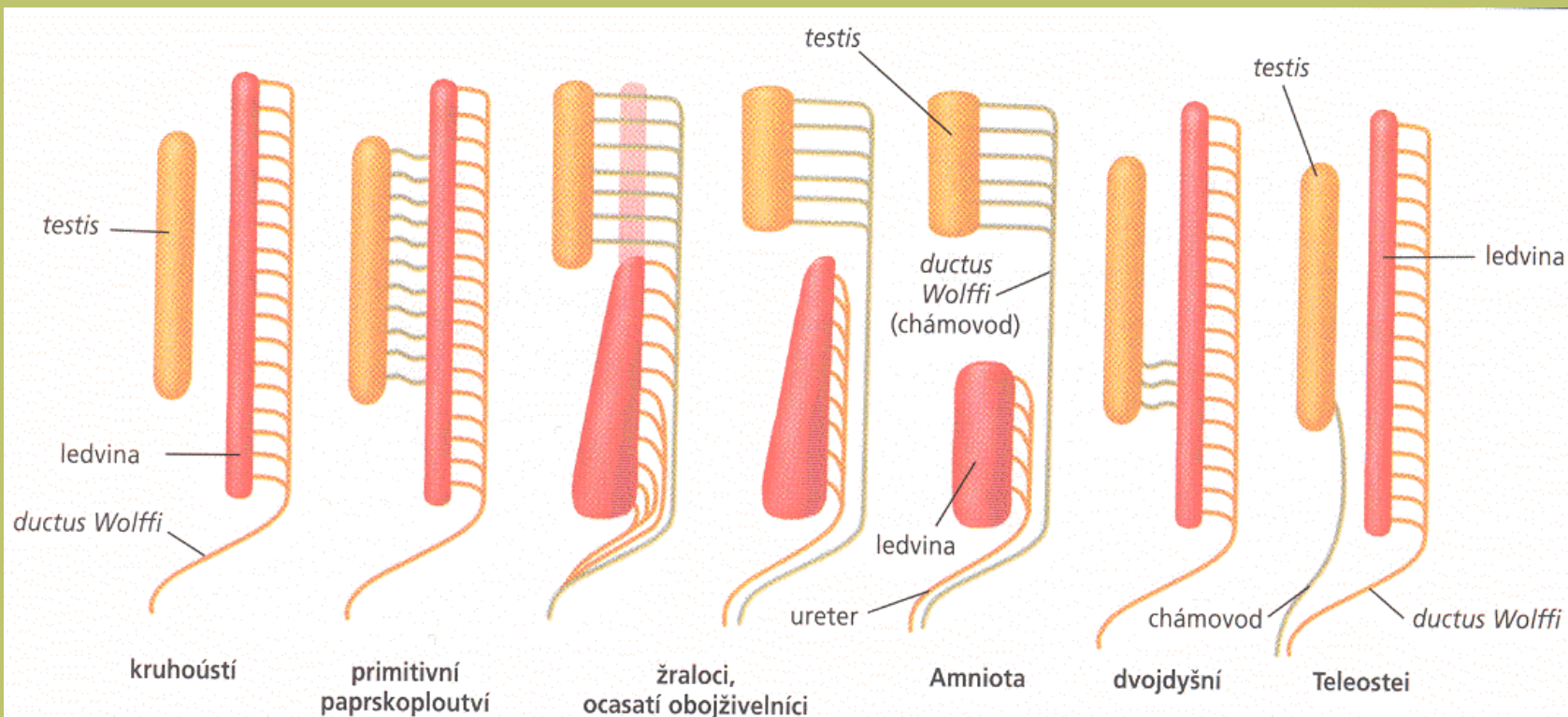
Samčí (♂) pohlavní orgány

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

Samčí vývodné cesty

Kruhoústí → do coelomové dutiny, ven abdominálním pórem.

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



Samčí pářicí orgány

Ploutvovci, obojživelníci – bez pářících orgánů (výjimky)

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

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

Samčí přídatné pohlavní žlázy

- Leydigova žláza – žraloci,
jinak pouze savci

- semenné žlázy (*glandulae vesiculares*)

– aktivující pohyb a výživu spermií

- prostata (*g. prostatica*)

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

Samičí (♀) pohlavní orgány

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

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

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

2. samostatně na povrch těla (urogenitální papila ryb)

3. pochvou ven

Samičí vývodné cesty – vejcovod (Müllerova trubice)

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

– obaly vajíčka (papírová blána, skořápky).

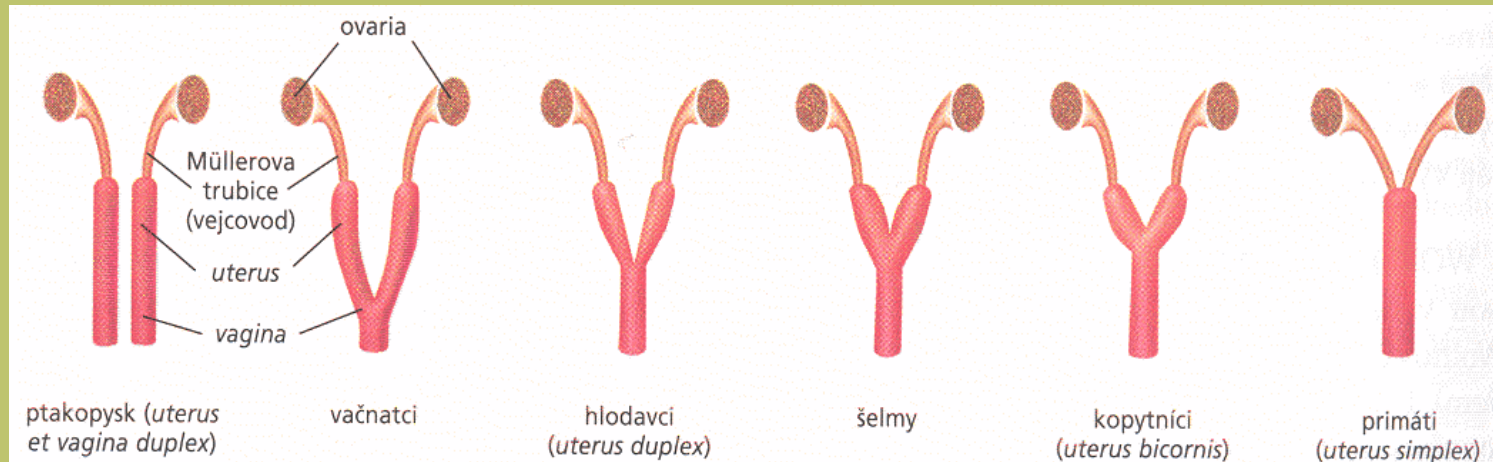
Živorodí savci: - vejcovod (*tuba uterina*)

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

oplozeného vajíčka, vývoj v plod placentárních savců

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

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



Samičí pářící orgán a přídatné pohlavní žlázy

Alkalický sekret povzbuzující pohyblivost spermií

Vajíčka obratlovců – změna obsahu žloutku

Ochrana zárodku před vyschnutím:

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