

## (5) ORGANOLÓGIA (NÁUKA O ORGÁNOCH A ORGÁNOVÝCH SÚSTAVÁCH)

### orgánové sústavy

1. **krycie, oporné, pohybové**
2. **metabolické:** tráviaca, dýchacia, vylučovacia, obehová
3. **dráždivo-regulačné:** zmyslová, nervová, endokrinná
4. **rozmnožovacie:** gonády, prídavné žľazy, pohlavné vývody

### telesná súmernosť

1. **asymetria** – améby a ameboidné štádia
2. **radiálna symetria** - antiméria (opakujúce sa časti tela do kruhu); Coelenterata, Echinodermata
3. **bilaterálna symetria** - aktívny pohyb  
-1 os súmernosti, P a L polovica tela, diferenciácia dorzálnej a ventrálnej strany
4. **metaméria** – Annelida, Arthropoda
  - a) **homonomná**
  - b) **heteronomná**
  - c) **oligomerizácia** (napr. hmyz – hlava, hrud', bruško – vznik telesných **tegiem (tegmatizácia)**)
5. **disymetria** – sekundárne nadobudnutá asymetria – Gastropoda (Pulmonata)

### zákonitosti rozvoja orgánov

1. **zákon o používaní orgánov** - zvýšenou činnosťou sa orgán zdokonaľuje, nedostatočnou činnosťou slabne a atrofuje
2. **Dohrov princíp zmeny funkcie** - vplyvom zmenených podmienok môže niektorý orgán meniť funkciu a nastáva aj jeho morfológická prestavba  
- poskytuje to živočíchom možnosť prispôbiť sa rôznym životným podmienkam, napr. rôzne typy nôh u hmyzu – **behavá** (bystruška), **hrabavá** (krtonôžka, hrobárik), **skákavá** (kobyľka, koník, blcha), **chytavá** (modlivka), **zberná** (včela)
3. **Kleinerbergerov princíp substitúcie orgánov** - orgán, ktorý prestáva mať pre organizmus význam, je nahradzovaný iným orgánom (napr. u jaskynných živočíchov zaniká zrak, ale je nahradzovaný veľmi citlivým hmatom, u hmyzu dokonalými predĺženými tykadlami)

### orgány

homologické, analogické, homotypické (párové, hypertrofia po strate párového orgánu), homodynamické (na každom článku), rudimentárne

### základné smery a roviny bilaterálne súmerných živočíchov

dorzálny - ventrálny  
proximálny - distálny  
bazálny - apikálny

kraniálny - kaudálny  
anterior - posterior  
dexter - sinister

### KRYCIA SÚSTAVA - tegmentum

- ochrana pred vonkajšími vplyvmi
- príjem podnetov z okolia
- zabezpečenie vodného režimu
- regulácia teploty
- účasť na metabolizme (dýchanie, vylučovanie)

#### **charakteristika integumentu**

- jednobunkovce – pellicula
- bezchordáty + Urochordata – 1 vrstva buniek
- Cephalochordata - epidermis (1 vrstva buniek) + corium
- Vertebrata – epidermis (viacvrstvý epitel) + corium

integument stavovcov (vertebrata)

pokožka (**epidermis**) – ektoderm

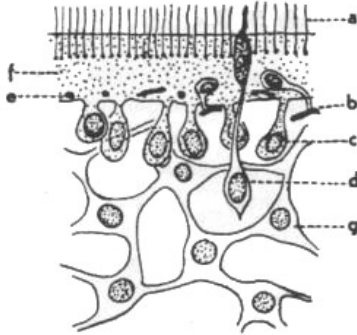
zamša (**corium**) – mezoderm

podkožné tkanivo (**tela subcutanea**) nervové zakončenia, cievy, hĺbkové receptory

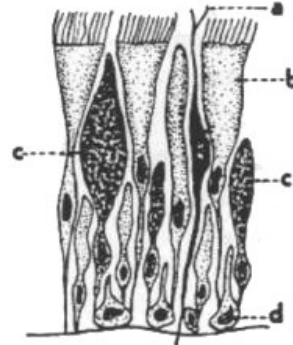
tukové tkanivo (**paniculus adiposus**)

## krycí epitel

- 1) **vnorený** (ploskulice, motolice, pásomnice) - apikálne časti buniek splývajú (syncytium)  
- bazálne sú oddelené
- 2) **nemertínový** (Nemertini, niektoré ploskulice, Enteropneusta) - viacradý s riasinkami, početné hlienové žľazy a mladé nediferencované bunky
- 3) **jednovrstevný epitel** (väčšina bezstavovcov): obrvený, nahý, kutikulárny
- 4) **mnohovrstevný** (stavovce) - nezrohovateľný (ryby, obojživelníky)  
- zrohovateľný (plazy, vtáky, cicavce)



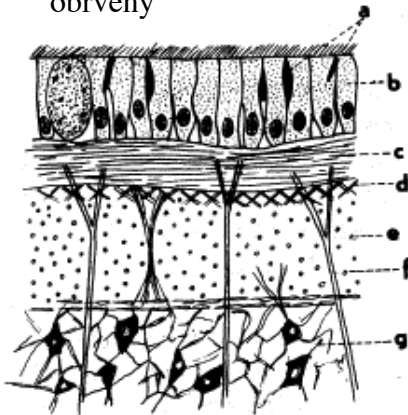
Obr. 3. Vnorený epitel  
a = riasinky, b = okružní svalovina, c = bunka vnoreného epitelu, d = smyslová bunka, e = podélná svalovina, f = syncytiální vrstva vnoreného epitelu, g = parenchymová bunka



Obr. 4. Nemertinový epitel

a = smyslová buňka, b = obrvená buňka, c = hlenová buňka, d = náhradní buňka

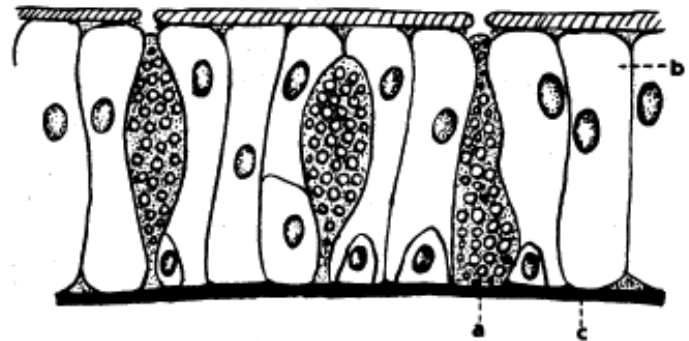
## jednovrstevný epitel obrvený



Obr. 6. Integument ploštěnky

a = rhabdity, b = obrvený epitel, c = okružní svalovina, d = diagonální svalovina, e = podélná svalovina, f = transversální sval, g = parenchymové pojivo

## kutikulárny



Obr. 9. Epidermis dešťovky (Oligochaeta)

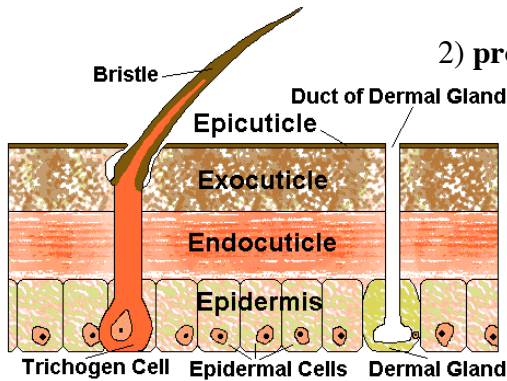
a = hlenová buňka žľazová, b = buňka krycího epitelu, c = bazální membrána

## Mollusca

- jednovrstevný epitel – nahý, riasinkový a kutikulárny
- kutikulárny - bielkovino-vápenaté schránky (okraj plášťa)
- plášť (**pallium**) –okraje dorzálnej časti útrobného vaku
  - vrchná vrstva kutikulárneho epitelu
  - stredný mezenchým
  - vnútorný riasinkový epitel
- schránka Mollusca - vylučovaná plášťom
  - ulita, lastúra: **periostracum** (konchiolín) - pigmenty, bielkovinové žľazy
  - ostracum** (prizmatická vrstva) - pigmenty, vápenaté žľazy
  - hypostracum** (perleťová vrstva - aragonit) - mohutnejšia, celou plochou povrchu epitelu plášťa
- schránky Cephalopoda - vonkajšie – žijúci Nautilus, vyhynulé amonity, belemnity
  - rudimentárna – sépiová kosť (**sepión**)

## Arthropoda

- kutikula - produkt 1-vrstvovej epidermy
- krycí epitel (hypodermis)
- kutikula - chemické zložky: **chitín** (polysacharid zložený z acetylglukosamínu), **sklerotín** (bielkovina)
  - proces tvrdnutia kutikuly (**sklerotizácia**) hormonálne regulovaný **burzikón**
  - inkrustácia kutikuly ( $\text{CaCO}_3$ ) - rak
  - vrstvy: 1) **epikutikula** (tenká, na povrchu) - mech. ochrana pred prostredím a patogénmi
    - vrstvy: **cementová, vosková, polyfenolová, lipoproteínová**



### 2) **prokutikula** (hrubá z chitínu, sklerotínu)

- **exokutikula** (viac sklerotínu + pigmenty)
- **endokutikula** (elastickejšia, obsahuje bielkovinu **artropodín**)

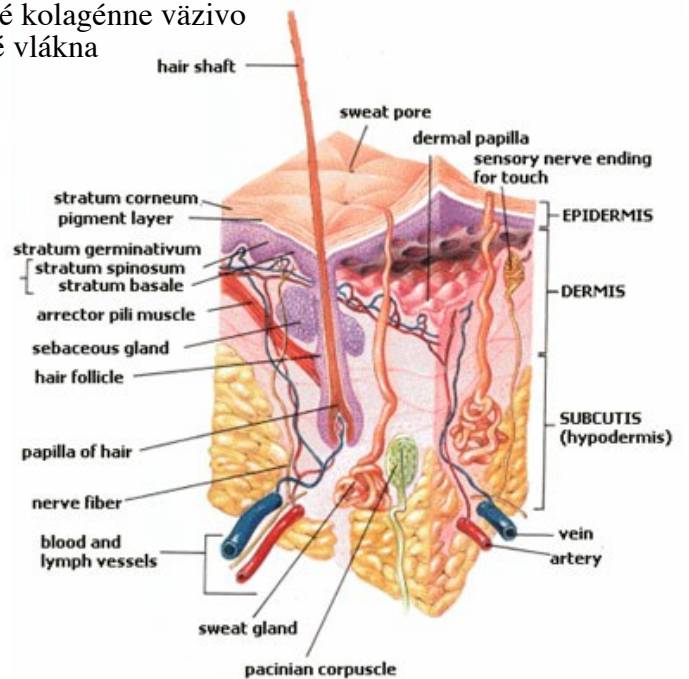
### - senzily hmyzu a ostatných článkonožcov

- útvary pokožkového pôvodu napojené na zmyslové a nervové bunky (zakončenia)
- chlpy, štetiny, trne, šupiny, zvončekovité senzily, chordotonálne vlákna
- jedna z buniek pokožky sa zmení na **senzilotvornú bunku**, okolo nej 2 obalové bunky
- senzilotvorná bunka produkuje **senzilu**, ktorá má často kĺbové spojenie z kutikulou (je teda pohyblivá (najmä chlpy, štetiny))

### pokožka nižších stavovcov

- **epidermis** - vrstevnatý epit. nezrohovateľný
- **corium** - hubovitá časť - hlienové, jedové žľazy
  - vláknitá časť
- **corpus adiposus (paniculus adiposus)**
- v zamši chromatofóry
- obojživelníky: jedové žľazy - po celom povrchu
  - parotídy - polmesiačikovité za ušnými otvormi
  - v bradaviciach po celom tele (ropucha)
  - veľké lymfatické vaky pod pokožkou
- **plazy (Reptilia)**
  - prechod na súš
  - **pokožka (epidermis)** vrstevnatý epitel rohovatejúci (ektoderm)
    - **stratum corneum** (rohovatejúca v.)
    - **stratum spinulosum** (trňovitá v.)
    - **stratum germinativum** (zárodočná v.)
    - **stratum Malpighii** (medzi dvomi s. corneum - hranica zvliekania)
  - **zamša (corium)** - mezoderm
  - **podkožné tkanivo (tela subcutanea)**
  - kožné žľazy vzácne (stehenné póry jašteríc, chrbát, spodná čeľusť, análny otvor krokodílov)
  - plazy kožu zvliekajú (hady celú, jašterice po častiach)
- **vtáky (Aves)**
  - málo kožných žliaz
  - kostrčová (trťáčová) žľaza (**glandula uropygii**) - premasťuje perie
  - pigmenty: melaníny (tmavé), lipochrómy, karoteinoidy (žlté, červené), porfiríny (zelené, ružové)
- **cicavce (Mammalia)**
  - **pokožka (epidermis)** - vrstevnatý epitel rohovatejúci (ekt.)
    - stratum corneum (rohová vrstva)
    - str. lucidum (lesklá vrstva)
    - str. granulosum (zrnitá vrstva)
    - str. spinosum (trňovitá vrstva)
    - str. germinativum (zárodočná vrstva)

- **zamša (corium)** (mez.)
  - pars papilaris** – vyvýšeniny do epidermis
  - pars reticularis** – husté neusporiadané kolagénne väzivo
- **podkožie (subcutis)** – cievy, nervy, svalové vlákna
- **tukové tkanivo (paniculus adiposus)**



- **kožné žľazy**

**potné** – jednovrstvové, tubulárne stočené

**mazové** – viacvrstvové, zložité tubuloalveolárne (acíny) – chýbajú veľrybám

**pachové** - (vnútrodrohová a medzidrohová komunikácia) – kaudálne, rektálne, na chodidlách, perách, medzi očami

**mliečne** - tubuloalveolárne, apokrinné žľazy

vajcorodé (prototheria) – mliečne políčka

vačkovce (marsupialia) – mliečne bradavky v 2 radoch

živorodé (eutheria) – 2-22 mliečne bradavky alebo struk

prsna obl. – primáty, netopiere, chobotnáče

slabina – kone, turovité

brucho + slabina – hraboše

prsia, brucho, slabina – prasa, krysy, potkany, myši

jež - 1.p. krčné, 1.p. prsné, 1.p. brušné, 1.p. v slabine

- **deriváty integumentu** - ryby - **neresová vyrážka** – rohovinové útvary (ekt.)

- šupiny (**squamae**) – zamšového pôv (mez.)

- **kozmoidné** (dvojdyšníky, lalokoplutvé ryby - fosílné)

- **ganoidné** - **ganoin** + kostná hm. (bichir, lalokoplutvé ryby)

- **plakoidné** - zmiešané (ekt.+mez – email+dentín) (žraloky)

- **elazmoidné** - väčšina dnešných lúčoplutvých rýb

cykloidné - kaprotvaré ryby (Cypriniformes)

ktenoidné - ostriežotvaré ryby (Perciformes)



plakoidná



cykloidná



ktenoidná



ganoidná

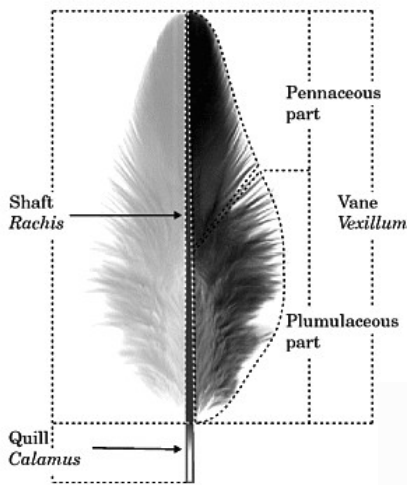
- plazy - šupiny plazov (pokožkový, ekt. pôvod)

- pazúriky na prstoch (pokožkový, ekt.)

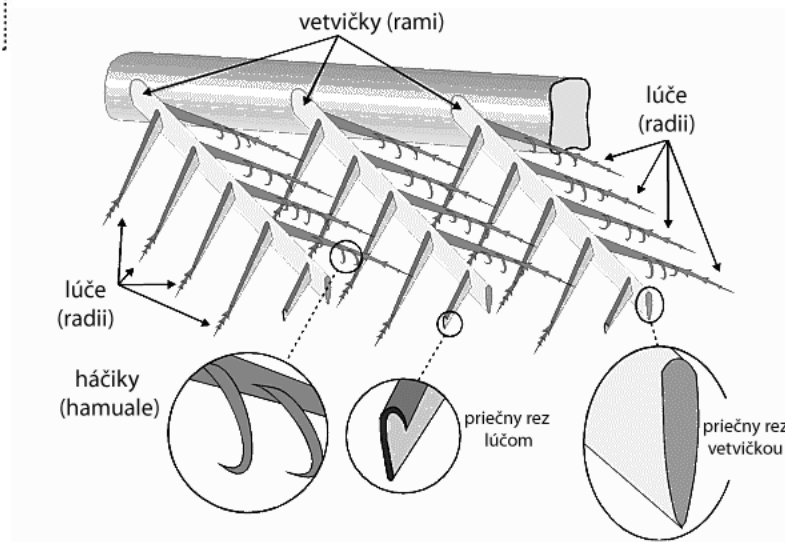
- kostené štítiky (**osteoscuta**) jašteríc (mez.)

- kostené doštičky (**gastralia**) krokodílov (mez.)

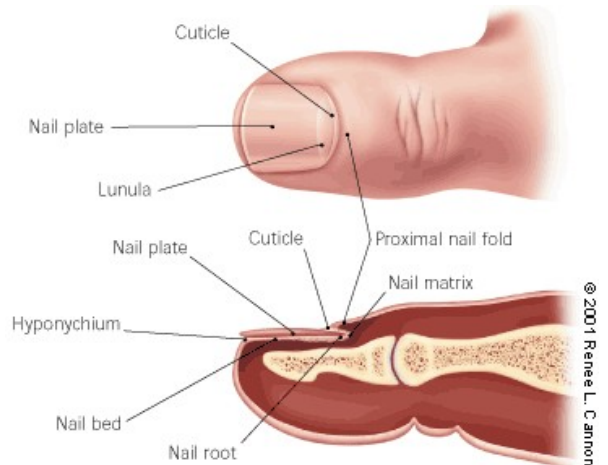
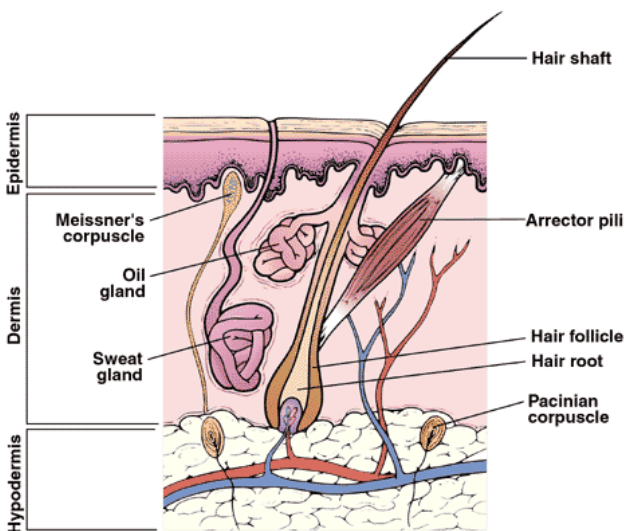
- kostený pancier (**plastrón, karapax**) korytnačiek (mez.)



- vtáky (ekt.) - **ceroma** (ozobie, voskovka)
- **ramfotéka** (ohovinový pokryv zobáka)
- **podotéka** (rohovinový pokryv nôh)
- unguises (pazúriky, pazúre)
- perie (ekt.) - zástavica (**vexillum**)
  - kostrnka (**rhachis**) - plná časť
  - brko (**calamus**) - dutá časť
  - zvyšky zamše v brku (biela vatovitá hmota)
  - krycie perá (**tectrices**) - hlava, nohy telo
  - letky (**remiges**)
  - chvostové perá (**rectrices**)
  - páperie (**plumae**), obrysové p. (**pennae**)

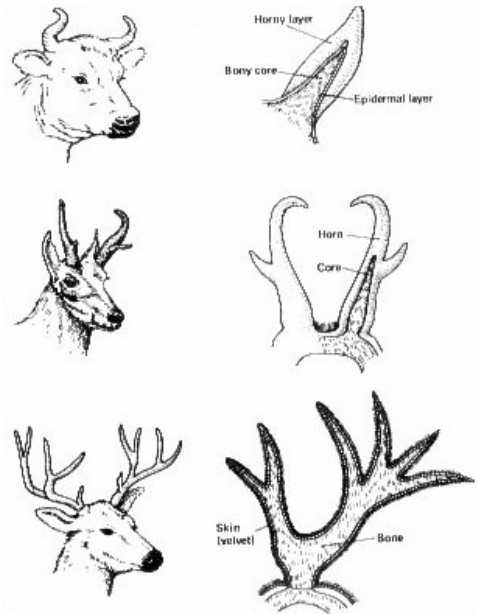


- cicavce - chlpy a vlasy (ekt.)
  - vlas (**pillus**) - kmeň (**scapus pilli**), vlasová cibulka (**bulbus pilli**), (cievy, nervy, napriamovač vlasu, acíny)
    - scapus: kutikulárna vrstva (škríďovitá b.)
    - kôra - pigment (zrohovatelá vrstva)
    - dreň - neúplne zrohovatelé epitel. bunky, melanínové granule, trichohyalínové zrná
  - srst' - **pesíky** (dlhšie), **pod sada** (jemnejšia)
  - **typy srsti**: vlna (ovce), normálna srst' (šelmy), štetiny, ostne (dikobraz), lanugo (embrya)
  - nechty (**unguises**) - ekt., ploché zrohovatelé platničky kryjúce posledné články prstov končatín u primátov



- pazúre (**unguicules**) - ekt., hrotovité zakončenia posledného článku prstov (napr. šelmy, hmyzožravce, hlodavce)





- kopytá (**ungulae**) - obalujú plošne posledné prstové články
  - kozy, ovce, tury, antilopy, kone
  - skladá sa z : a) lamina dorzalis
  - b) lamina plantaris
- rohy (**cornu, corni**) - ekt., duté útvary charakteristické pre kozy, ovce, antilopy, turovité
  - rastú odspodu
  - poranenie je bolestivé
  - medzi kostnú a rohovinovú časť vniká zamša (cievy, nervy)
  - vyrastajú na os cornu (výbežky čelovej kosti)
  - sú stále, majú ich obe pohlavia
  - rohovatením pokožky na os cornu
- parohy (**cornu, corni**) - mez., kostený útvar
  - charak. pre samce (výnimka sob)
  - plný útvar
  - periodicky zhadzované, na hlave ostáva **pučnica** (vyživuje paroh)
  - nie je homologický s rohmi
  - poranenie nie je bolestivé
  - jelene, srnce, daniele, soby, losy

## (6) **OPORNÁ SÚSTAVA**

- ektoskelet, endoskelet

### **vonkajšia kostra (ectosceletum)**

- schránky jednobunkovcov - Foraminifera, Radiolaria, Heliozoa
  - najväčšie schránky u rodu Nummulites (Foraminifera)
  - **porcelánové** (hladké), **aglutinované** (obsahujú tiež čiastočky z okolitého prostredia – napr. zrnká piesku, kamienky)
  - $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SrSO}_4$
- koralovce (Anthozoa) - vonkajšia kostra - organická hmota (koralín) +  $\text{CaCO}_3$ 
  - u koloniálnych koralov tvorí spoločné telo kolónie = **coenosark** - z neho vyrastajú jednotlivé polypy
  - **stratigrafický význam**: koralové útesy, geologické vrstvy
- mäkkýše (Mollusca)
- obrúčkavce (Annelida) - mnohoštetinavce (Polychaeta)
- článkonožce (Arthropoda) - kôrovce (Crustacea) - lastúrničky (Ostracoda) - miskovité schránky ( $\text{CaCO}_3$ )
  - fúzonôžky (Cirripedia) - chitinózne schránky
  - vzdušnicovce (Tracheata) – trieda hmyz (Insecta)
    - larvy potočníkov (Trichoptera) - aglutinované schránky
    - kamienky, piesok, konáriky, listy, drevka, drobné schránky mäkk.
    - húsenice motýľov (Lepidoptera, Psychidae) - schránky obalené úlomkami trávy, listov, konárikov
- rameňonožce (Brachiopoda) - 2-dielna schránka
- pogonofóry (Pogonophora) - rúrky
- chytadlovky (Phoronidea) - rúrky aglutinované pieskovými zrnkami
- Chordata - podkmeň Tunicata (=Urochordata) - plášť - produkt 1-vrstvej pokožky, obsahuje organickú látku - **tunicín**
  - ascídie: spevňujú plášť vápenatými ihlicami

### chitínová kostra článkonožcov

- vonkajšia kostra, mechanická opora tela, svaly sa upínajú zvnútra
- **sklerit** - presne švami ohraničená časť ektoskeletu
- **tergit** - dorzálny, **sternit** - ventrálny, **pleurit** - laterálny
- prívesky končatinového pôvodu - tykadlá, ústne orgány, nohy

### ústne orgány u hmyzu

- **hryzavé** (východiskový typ) : chrobáky, kobylky, koníky
- **lízavo-cicavé** : motýle

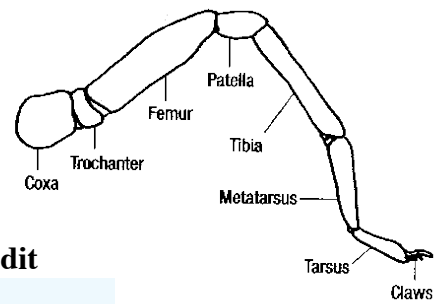
- **bodavo-cicavé** : komáre, bzdochy
- **hryzavo-lízavé** : včely
- **lízavé** : muchy

#### nohy u hmyzu

- coxa, trochanter, femur, tibia, tarsalia
- behavé, kráčavé, skákavé, plávacie, chytavé, hrabavé

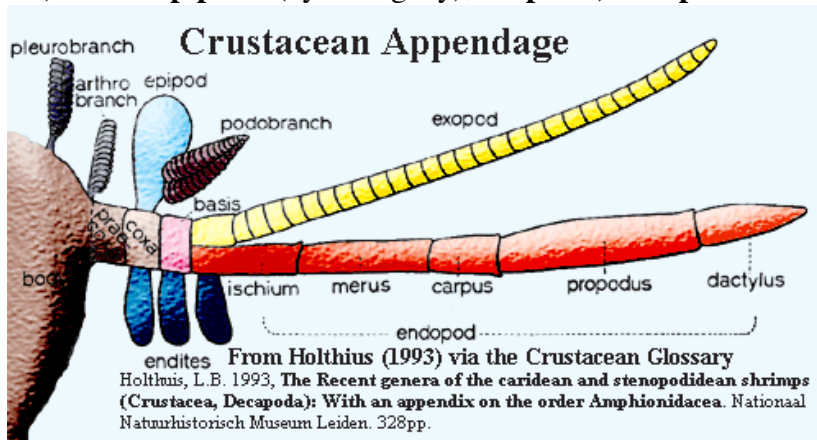
#### nohy klepietkavkov

- coxa, trochanter, femur, tibia, **patella**, metatarsus, tarsus, unguicules



#### nohy kôrovcov - dvojvetvové

- **protopodit** (2 čl.) - nesie **epipodit** (dých. orgány), **exopodit**, **endopodit**



#### krídla hmyzu

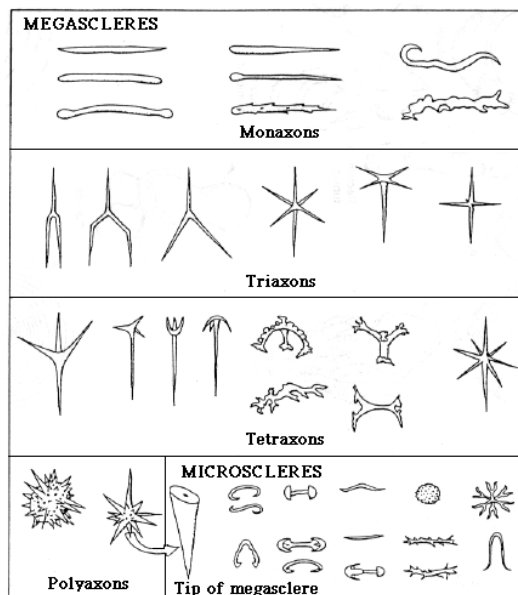
- analogické s krídlami vtákov a patágiom netopierov
- vyrastajú na stredohrudi a zadohrudi
- nie sú to končatiny, ale blanité duplikatúry vyrastajúce z rozhrania tergitu a pleuritu
- sú v kontakte s mixocoelom (telovou dutinou hmyzu)
- vnikajú do nich vzdušnice, cievy, nervy a hemolymfa
- žilnatina krídiel je využívaná v taxonómii niektorých skupín hmyzu

#### vonkajšia kostra stavovcov

- plastrón a karapax korytnačiek
- gastrálie krokodílov
- pásy pásovcov

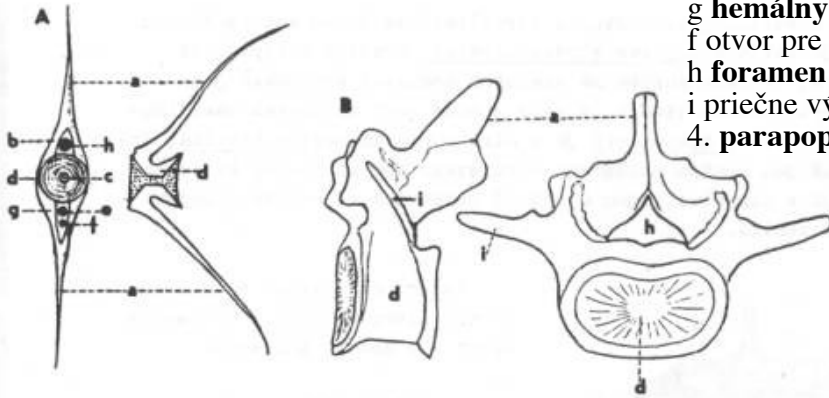
#### vnútorná kostra (endoskelet)

- bezstavovcov - prvoky (Trichomonadina, Hypermastigina, Oxymonadina) - axostyl
- hubky (Porifera) - v mezoglei **skleroblasty**: **silicoblasty** - produkujú kremičité spikuly  
**kalkoblasty** - prod. vápenaté spikuly  
**spongoblasty** - prod. spongínové vlákna



- koralovce (Anthozoa) - spikuly v mezoglei
  - vnútorné priehradky telách jednotlivých polypov
- Echinodermata
- Chordata - základom je chrbtová struna (**chorda dorsalis**):
  - vzniká z endodermu chrbtovej strany prvočreva
  - Urochordata ju majú v larválnych štádiách
  - vyskytuje sa u Cephalochordata a u niektorých stavovcov (kruhoústnice, žraloky, jeseterovité ryby) a v embryonálnom štádiu, u ostatných stavovcov nahradená chrbticou
- chrbtica (**columna vertebralis**):
  - základná stavebná jednotka stavce (**vertebrae**)
  - ryby, cicavce : a trňovitý výbežok

- b **neurálny oblúk (neuroapophysis)** - zatlačená chorda
- c zvyšok chordy
- d telo stavca (**corpus vertebrae**)
- g **hemálny oblúk (hemapophysis)**
- f otvor pre chvostovú žilu a tepnu
- h **foramen vertebrale** - pre miechový kanál
- i priečne výbežky (**processi transversi**)
- 4. **parapophyses** (telové a predchvostové stavce rýb)

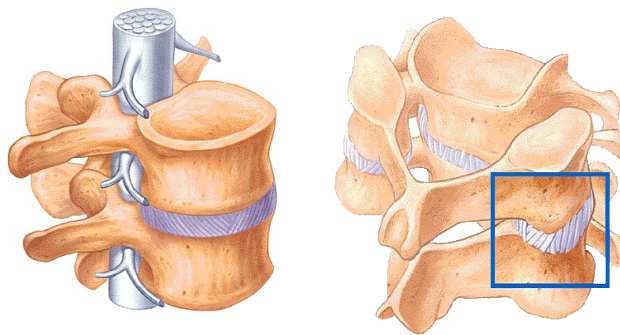


Obr. 37. Základní typy obratlů

A - obratel z ocasní části těla kostnaté ryby, B - obratel člověka

a = trnový výběžek, b = neurapophysis, c = zbytek chordy, d = tělo obratle, e = aorta dorsalis, f = ocasní žíla, g = hemální oblouk, h = nervový kanál s míchou, i = příčný výběžek

- medzi bázami dorzálnych oblúkov dvoch susedných stavcov: **medzistavcové otvory (foramina intervertebralia) II** - výstup miechových nervov v každom miechovom segmente
  - ventrolaterálne
  - dorzolaterálne



- podľa tvaru tela rozlišujeme stavce: a. **amficélne** (ryby, hatérie) (spôsobu vyhlbenia)
- b. **procélne** (žaby)
- c. **opistocélne** (mloky)
- d. **heterocélne** (vtáky)
- e. **platycélne** (cicavce)

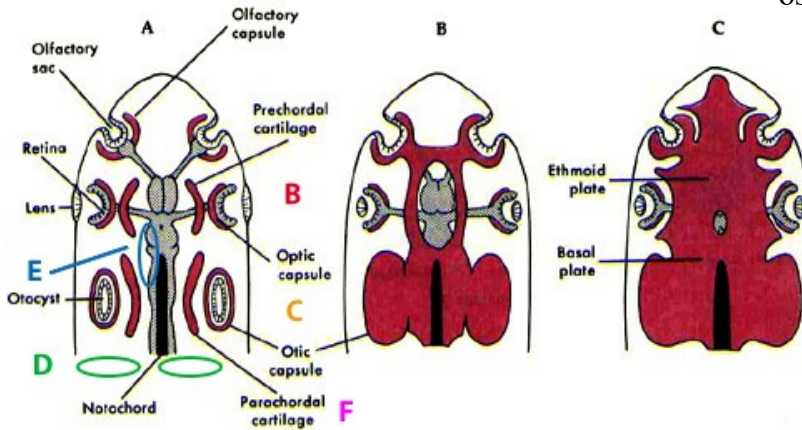


chrbtica a morfológické typy stavcov u cicavcov



## lebka (cranium)

- mozgová časť (**neurocranium**) - ochrana mozgu + zmyslových orgánov hlavy
- tvárová časť (**viscerocranium**) - čeľustný aparát, jazykový aparát, podnebie
- vývoj týchto dvoch častí išiel osobitne
- diferenciácia neurocrania - neurocranium vzniká:
  - osifikáciou väziva (ploché kosti lebky)
  - osifikáciou kraniálnych chrupiek



- dorzálne: <sup>A</sup> **nosné II (capsulae nasales)**  
<sup>B</sup> **očné II (capsulae orbitales)**  
<sup>C</sup> **sluchové II (capsulae oticae)**  
<sup>D</sup> **zazáhlavové II (capsulae occipitales)**  
 dole: <sup>E</sup> **trabeculae cranii II** (dno neurocrania)  
<sup>F</sup> **parachordalia II** (ochrana chordy)

## - diferenciácia viscerocrania - **faryngotremia (pharyngotremia)**

- prederavenie hltanu žiabr. štrbinami
- pôvodne bol hltan prederavený 7 žiabrovými štrbinami
- štrbiny boli vystužené žiabrovými oblúkmi, neskôr osifikovali
- 0.-7. žiabrový oblúk



The evolution of the jaw began with filter-feeding ancestors of vertebrates. Cilia around mouth drew in water and food, which was strained through basket-like filter bars.



In the next stage, cilia were lost. Filters were modified to pump water and food through strainers, and began to function as gills. Scales migrated to mouth area.



Bones of first gill arch became upper and lower jaws. Scales around mouth were transformed into teeth as animals shifted from filter-feeding to grasping food with jaws.



Finally, second gill arch moved forward to brace jaws at back of skull, and teeth and musculature became fully developed, allowing active feeding on large prey.

- 0. žiabrový oblúk - premandibulárny -> redukcia na ústne chrupky žralokov
- 1. žiabrový oblúk - čeľustný - horná čeľusť žralok. **palatoquadratum** (zuby)
- dolná čeľusť - **mandibulare** (zuby)

- žraloky (Chondrichthyes), Placodermi, Acanthodii

- od rýb premena: **palatoquadratum** -> **os palatinum, os pterygoideum, os quadratum**

- na os quadratum je primárny čeľustný kĺb - pripojenie spodnej čeľuste
- os quadratum - u cic. do dutiny stredného ucha - mení sa na nákovku (**incus**)
- od rýb až po cicavce vo funkcii čeľuste sú II **praemaxillare** a **maxillare**
- cicavce - chýbajú praemaxillare, maxillare zrastajú a tvoria **maxilla**
- spodná čeľusť: ryby - vtáky: 3 kosti - **dentale, articulare, angulare**
- cicavce - ostáva párová najväčšia dentale ako **mandibula II**
- prim. čeľustný kĺb zaniká, lebo os quadratum sa sťahuje do otickej oblasti
- vznik sekundárneho čeľustného kĺbu - **squamosodentálneho**
- articulare sa u cicavcov mení na kladivko (**malleus**)

2. žiabrový oblúk - jazykový: hore hyomandibulare

dole hyoideum

- u rýb pripojenie čeľustí k neurocraniu

- obojživelníky, plazy, vtáky z hyomandibulare vzniká

**columella (sluchová kostička)**

- cicavce: z hyomandibulare vzniká **strmienok (stapes)**

- hyoideum: u rýb opora žiabier

u Tetrapoda **jazylkový aparát**

3. žiabrový oblúk - ryby opora žiabier

- Tetrapoda - tvorba jazyčky

4.-7. žiabrový oblúk - ryby súčasť žiabrového skeletu

- plazy, vtáky - redukcia

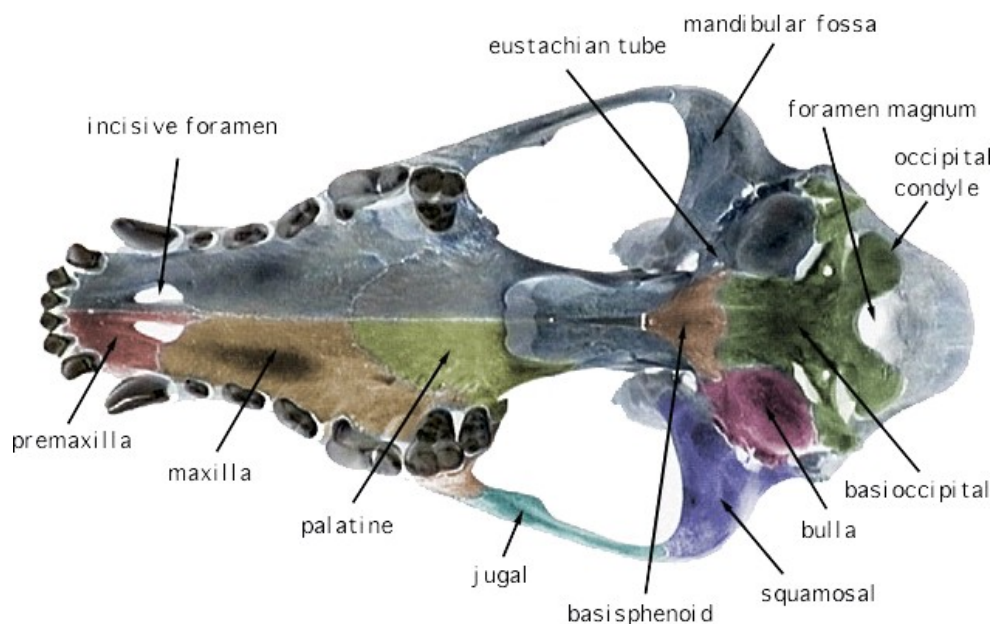
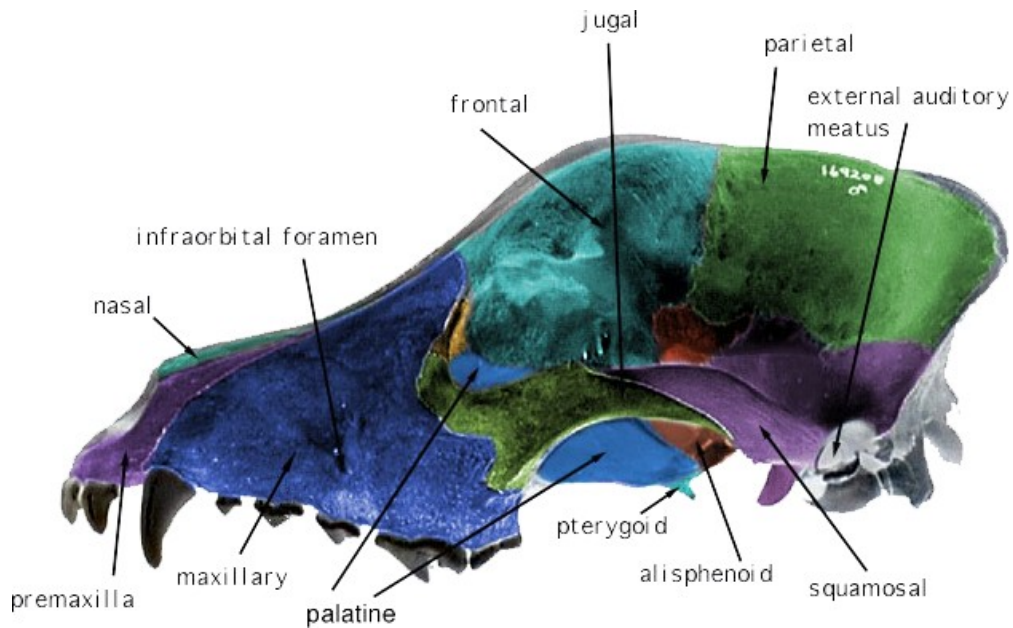
- cicavce - hrtanové chrupky, prstence priedušnice

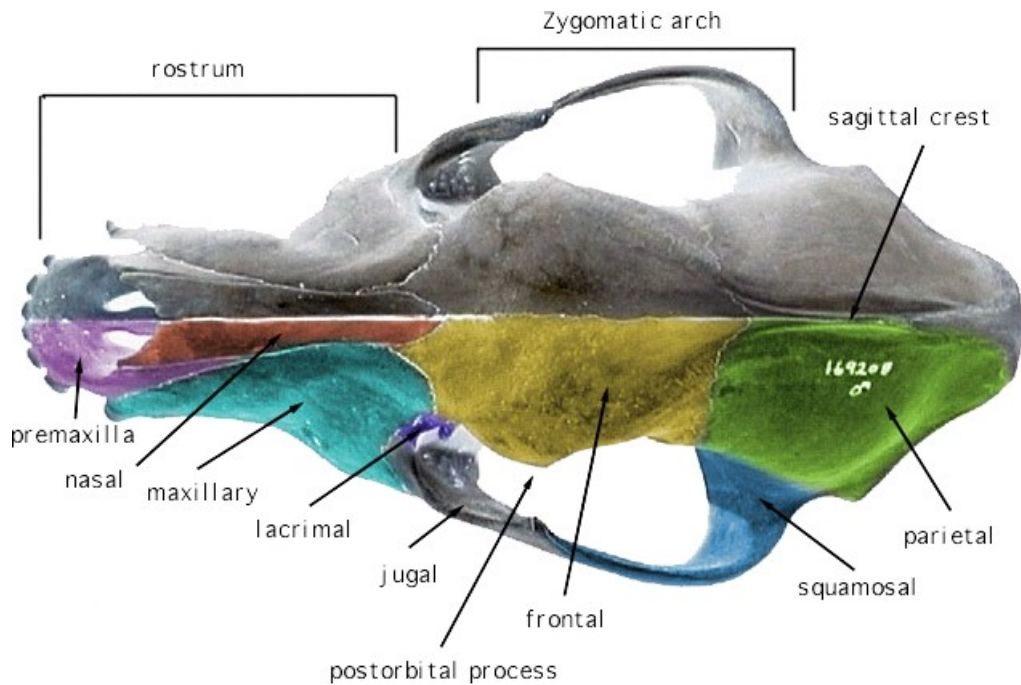
- pripojenie čelústného aparátu k neurocraniu:

**amfistýlia** (žraloky) - pripojenie na dvoch miestach (spredú cez maxillu, vzadu hyomandibulare)

**hyostýlia** (ryby) - vpredu len pružný spoj, kostné spojenie vzadu cez hyomandibulare

**autostýlia** (ostatné stavovce) - pevné spojenie neuro- a viscerocrania





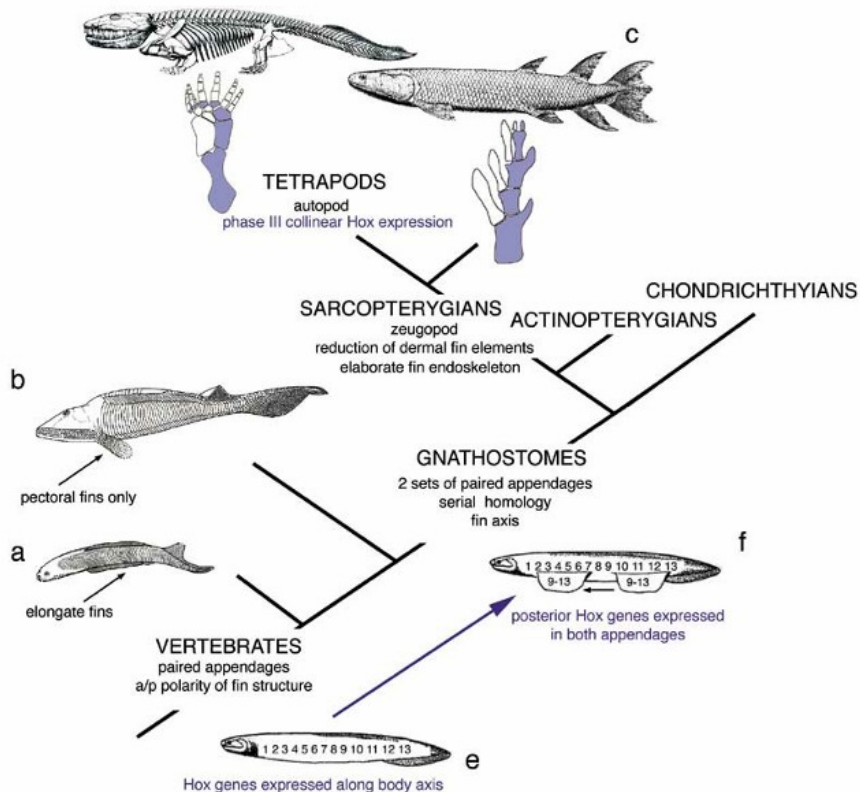
**hlavné kosti neurocrania u cicavcov**

- čelová kosť (**os frontale**) I
- temenné kosti (**ossa parietalia**) II
- záhlavné kosti (**ossa occipitalia**) II
- spánkové kosti (**ossa temporalia**) II
- čuchová kosť (**os ethmoidale**) I
- klinové kosti (**ossa sphenoidalia**) II
- slzné kosti (**ossa lacrimalia**) II
- jarmové kosti (**ossa zygomatica**) II

- nosné kosti (**ossa nasalia**) II
- podnebné kosti (**ossa palatina**) II
- čerieslo (**vomer**) I
- kosti hornej čeľuste (**ossa maxillae**) II
- medzičeľusť (**intermaxilla**) I
- kosti dolnej čeľuste (**ossa mandibulae**) II
- jazyk (**os hyoides**) I

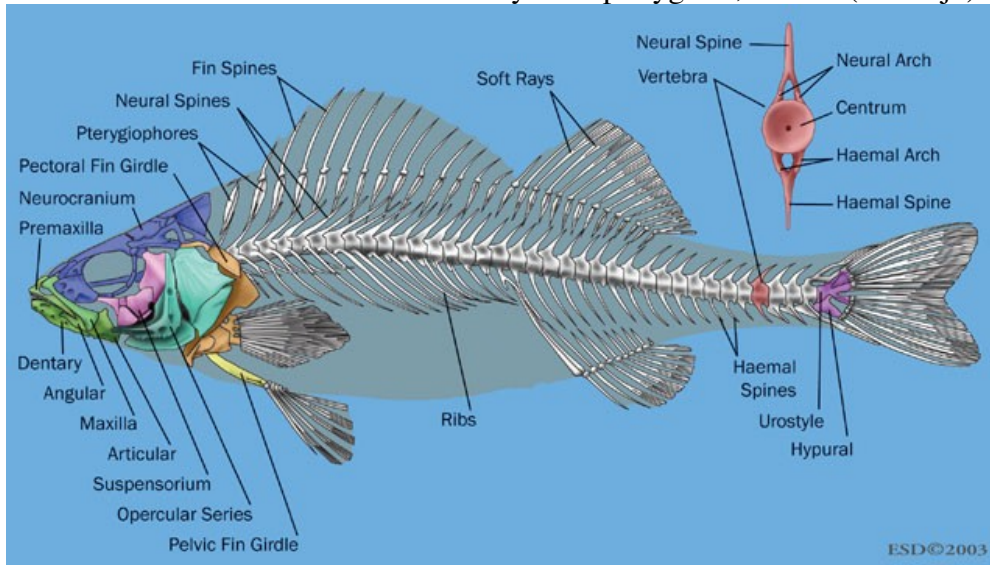
**končatiny**

- typ **ichthyopterygium** (plutva)
- typ **chiropterygium** (končatina u Tetrapoda) a ich modifikácie
- vznik rozpadom metapleurálneho lemu kopijovcov



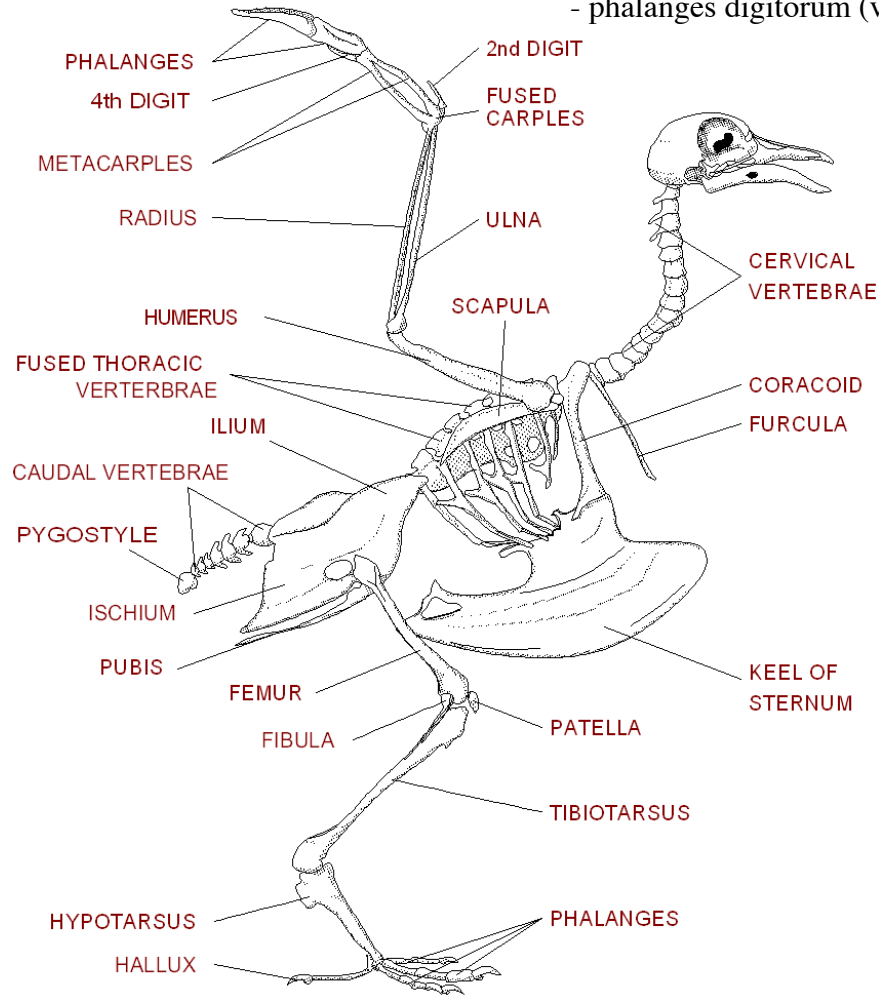


- plutva (**pinna, pinnae**) - prsné p. (**p. pectorales**) II
  - brušné p. (**p. ventrales**) II
  - chrbtová p. (**p. dorsalis**) I
  - chvostová p. (**p. caudalis**) I
  - análna p. (**p. analis**) I
  - tuková p. (**p. adiposa**) I – lososovité ryby
  - párové plutvy: u drsnokožcov basipterygium, basalia, radialia, ceratotrichia  
u dvojdyšníkov basipterygium, basalia, radialia  
u rýb basipterygium, basalia (zanikajú) a radialia (veľmi redukované), lepidotrichia



- predné končatiny Tetrapoda - pletenec: lopatka (**scapula**) II
  - prokorakoid (**procoracoideum**) II (ryby-vtáky)
  - krkavčia kosť (**coracoideum**) II (ryby-plazy)
  - kľúčne kosti: **cleithrum** II (obojživelníky rudiment, plazy)
  - clavicula ii (ryby – cicavce)
  - voľná končatina: ramenná kosť (**humerus**)
  - lakt'ová kosť (**ulna**)
  - vretenná kosť (**radius**)
  - zápästné kosti (**radiale, ulnare, intermedium, centralia, carpalia**)
  - záprstné kosti (**metacarpalia**)
  - články prstov (**phalanges digitorum**)
- zadné končatiny Tetrapoda - pletenec: bedrová kosť (illium) ii
  - sedacia kosť (ischium) ii
  - lonová kosť (pubis) ii
  - voľná končatina: stehenná kosť (**femur**) II
  - holenná kosť (**tibia**) II
  - ihlica (**fibula**) II
  - priehlavkové kosti (**tibiale, fibulare, intermedium, centralia, tarsalia**)
  - predpriehlavkové kosti (**metatarsalia**)
  - články prstov (**phalanges digitorum**)
- modifikácie končatín u Tetrapoda - vtáky (Aves)
  - vidlica (**furcula**) - zrastené kľúčne kosti
  - ramenná kosť (humerus) skrátená
  - lakt'ová k. (ulna), vretenná k. (radius)-slabšia
  - **ulnocarpale, radiocarpale**
  - jednoliate záprstie (**carpometacarpus**)
  - 3 prsty (2. prst – 1. čl., 3. prst – 2 čl., 4. prst – 1. čl. )
  - zadná končatina - **symsacrum** (posledné hrudné, bedrové, križové, predné chvostové stavce zrastené s pletencom zadnej končatiny)

- stehenná kost' (femur)
- holeň (**tibiotarsus**) - modifikovaná
- behák (**tarsometatarsus**) - zrastené tarsalia+metat.
- phalanges digitorum (vždy chýba 5. prst, 2-4 prsty)





## (7) TRÁVIACA SÚSTAVA

- funkcia: zachytenie potravy, mechanické a chemické spracovanie na chýlus, do cievnej sústavy, nestrávené zvyšky vylučované
- hlavná úloha: resorpčné a žľaznaté epitely
- vedľajšie štruktúry: hladká svalovina, spojivá, nervová sústava, telové tekutiny
- zakladá sa v štádiu gastruly - **prvočrevo (archenteron)**

- **chýba: ♂♂ vírnikov, vnútorné parazity, napr. pásomnice**  
podľa druhu prijímanej potravy:

herbivorné, karnivorné, omnivorné

podľa veľkosti a spôsobu prijímania potravy:

1. mikrofágy - hubky, mechúrníky, lastúrníky, kopijovce
2. bahno + potrava - obrúčkavce, holotúrie
3. šťavy - **zoosúgne** - komáre, bzdochy; **fytosúgne** - vošky, cikádky
4. makrofágy - ryby, obojživelníky, plazy, vtáky
5. mimotelové trávenie - pavúky
6. kúsky potravy - v ústach spracované mechanicky + sliny - článkonožce, ulitníky, cicavce

trávenie: extracelulárne, intracelulárne, zmiešané

- prvočrevo s blastoporusom - iba u mechúrníkov a ploskavcov

### - tráviace orgány jednobunkovcov

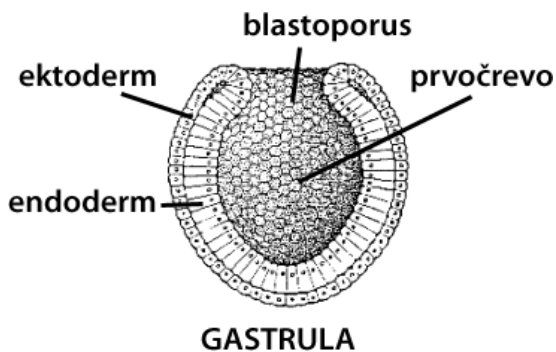
- potravná vakuola (**fagozóm**) vzniká vchlípením cytoplazmatickej membrány + lyzozóm tráviaca vakuola (**heterolyzozóm**)
- fagocytóza: na určitom mieste povrchu bunky (bičíkovce),  
na ktoromkoľvek mieste povrchu bunky (meňavkovce)
- nálevníky - bunkové ústa (**cytostoma**), okolo nich zložitý **peristóm**, bunkový hltan (**cytopharynx**)  
potrava prechádza do potravných vakuol, bunkový konečník (**cytopyge**)

### - tráviaca sústava mnohobunkovcov

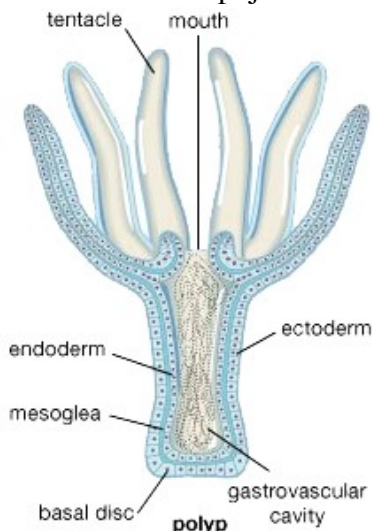
- tráviaca dutina - hubky (Porifera) - ostie (vstupné otvory)
  - osculum (vyvrhovací otvor)
  - **paragastrálna dutina** - choanocyty
  - trávenie intracelulárne
  - podľa stavby: **ascon** - choanocyty sú v paragastrálnej dutine
  - sycon** - ch. sú v kanálikoch steny hubky
  - leucon** - ch. v komôrkach uložených v stenách hubky

- tráviaci vak

- premenené prvočrevo (**archenteron**) s prvoústami (prijímací i vyvrhovací otvor)
- prechod od intracelulárneho k extracelul. tráveniu
- extracelulárne trávenie - polypy
- gastrovaskulárna sústava: medúzy, rebrovky, koraly, ploskavce
- plní funkciu TS a zabezpečuje transport plynov a živín
- u medúz - ústa, hltan (ekt.), žalúdok, kanály gastrovaskulárnej sústavy (end.), ktoré sa rozvetvujú, okolo klobúka sú spojené **okružným kanálom**



GASTRULA



polyp



- tráviaca trubica
  - rast prvočreva do dĺžky
  - **prostomia**: blastoporus -> ústa, anus (druhotne)
  - **deuterostomia**: blastoporus -> anus, ústa (druhotne) - Echinodermata, Hemichordata, Chordata
  - oddiely tráviacej rúry: **stomodeum** (ekt.) - predné črevo
  - mesenteron** (end.) - stredné črevo
  - proctodeum** (ekt) - zadné črevo
- časti tráviacej rúry: ústa (**rima oris**), ústna dutina (**cavum oris**), hltan (pharynx), pažerák (oesophagus), črevo (intestinum – rôzne modifikované), konečník (rectum), anus

**okružľovce** (Nemathelminthes)

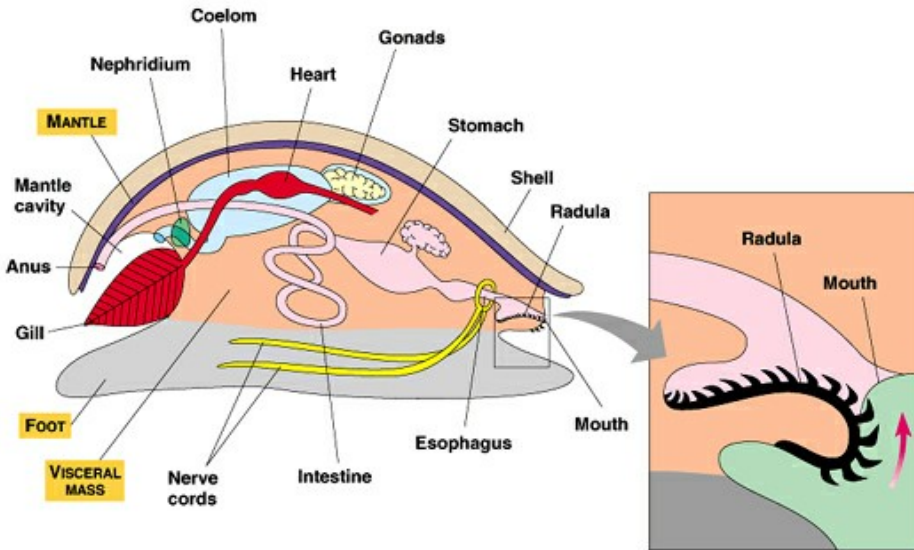
- cicavý hltan (**pharynx bulbosus**), rôzne kutikulárne zúbky, trne a výrastky

*Ancylostoma caninum* ->

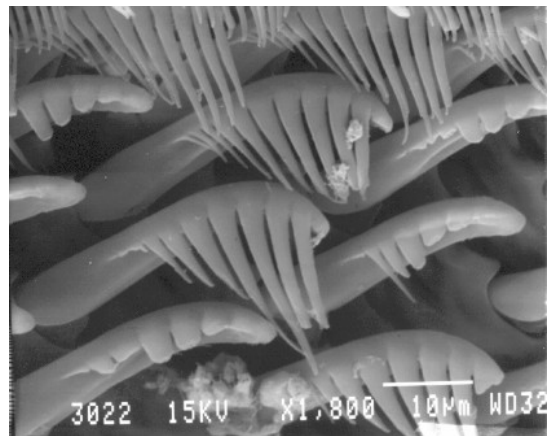
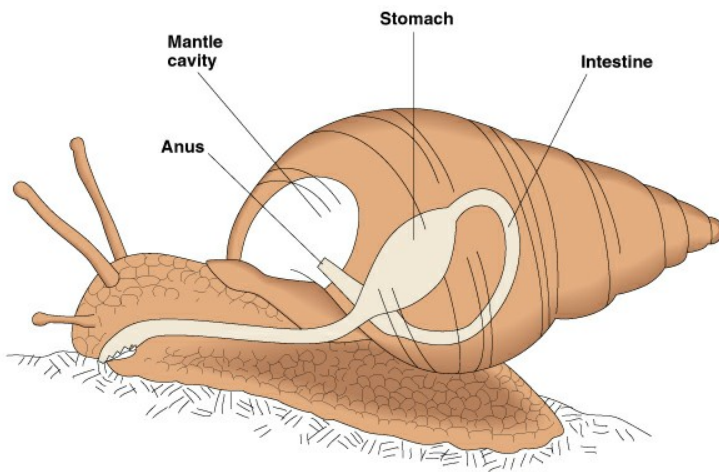
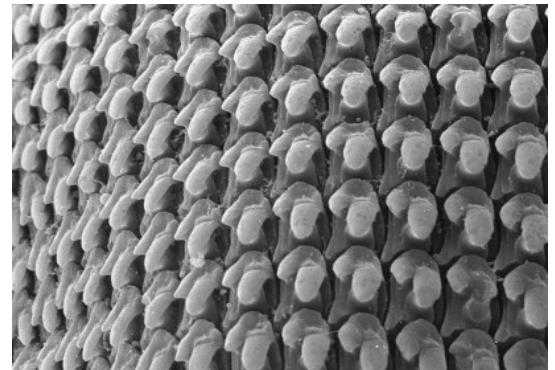


**mäkkýše** (Mollusca)

- v ústach chitínózný útvar **radula**, pomocou ktorého strúhajú potravu (chýba u lastúrníkov)
- slinné žľazy u niektorých dravých druhov (*Murex*, *Conus*) obsahujú H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> -> naleptáva ulity alebo lastúry iných druhov
- črevný záves **typhlosolis** (**typhlosolis**), ktorý zväčšuje tráviaci povrch čreva
- tráviaca sústava vyúsťuje do plášťovej dutiny



radula



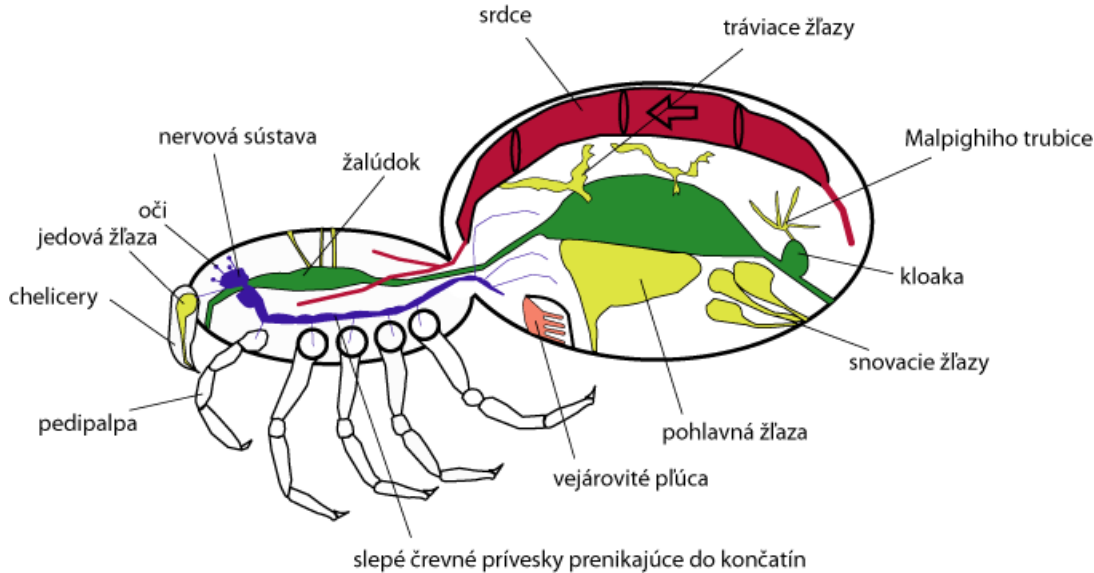
**obrúčkavce** (Annelida)

- Oligochaeta: priama tráviaca trubica
- ústa, hltan - chitínózne zúbky, hrvoľ (**ingluvies**), svalnatý žalúdok (**ventriculus**), črevo (intestinum), anus

- v hltane žľazy, ktoré neutralizujú **humínové kyseliny**
- črevný záves (**typhlosolis**)
- u pijavíc (Hirudinea) - črevo vetví do vakov, uskladnenie nacicanej krvi
  - ich slinné žľazy obsahujú látku hirudinín, ktorá zabraňuje zrážaniu krvi

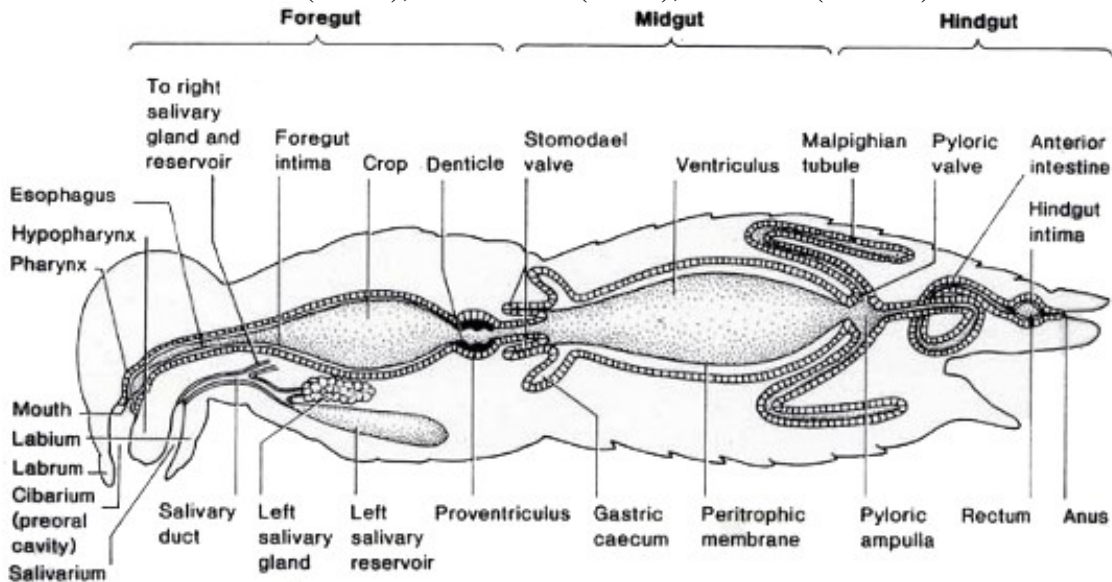
**klepítkavce** (Chelicerata): pavúky (Aranea), roztoče (Acarina)

- chelicery - jedové žľazy
- mimotelové trávenie
- cicavý žalúdok
- slepé výbežky čreva vybiehajúce smerom ku končatinám -> zásobárne potravy



**hmyz** (Insecta)

- stomoderum (ekt.), mesenteron (end.), proctodeum (ekt.)
- ústna dutina: horná časť **cibárium**, dolná **slinovník (salivarium)**
- hltan, pažerák, hrvoľ, **puchorček (proventriculus)**, chlopnička stredného čreva (**valvula cardiaca**)
- stredné črevo - funkciu žalúdka (ventriculus) + slepé výbežky (**coeca**) + symbiotické výbežky, **rabdórium, peritrofická membrána**
- zadné črevo: tenké črevo (**ileum**), hrubé črevo (**colon**), konečník (**rectum**)



- **mycetóm** - zoskupenie tkanív, napr. v tukovom telese hmyzu, kde žijú symbiotické mikroorganizmy (kvasinky, baktérie, prvoky, huby), ktoré im poskytujú doplnky potravy a niektoré vitamíny (B), prípadne napomáhajú tráviť celulózu (napr. u drevokazivého hmyzu)

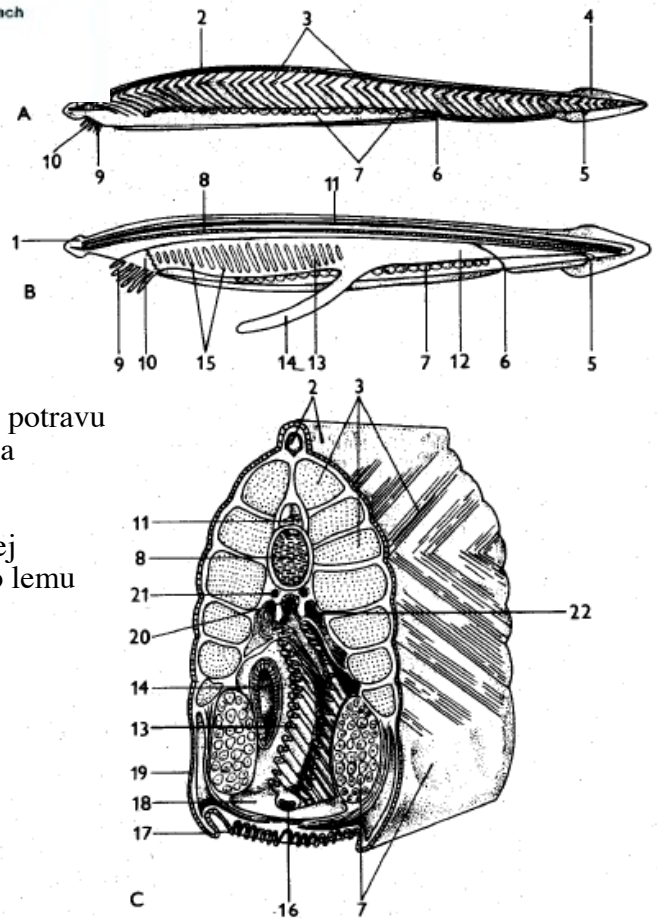
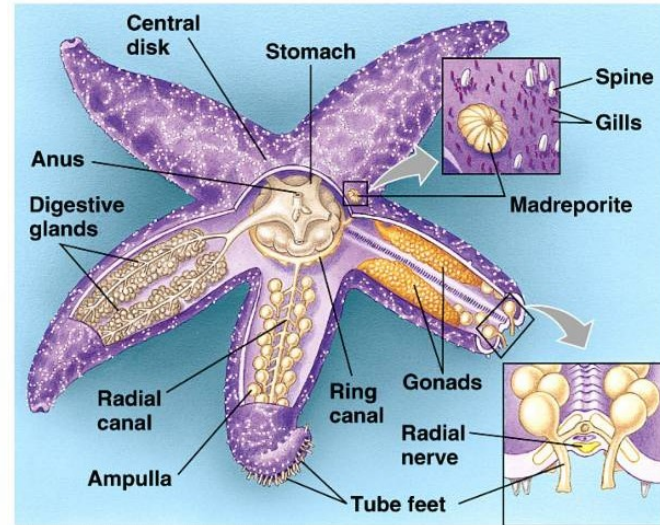
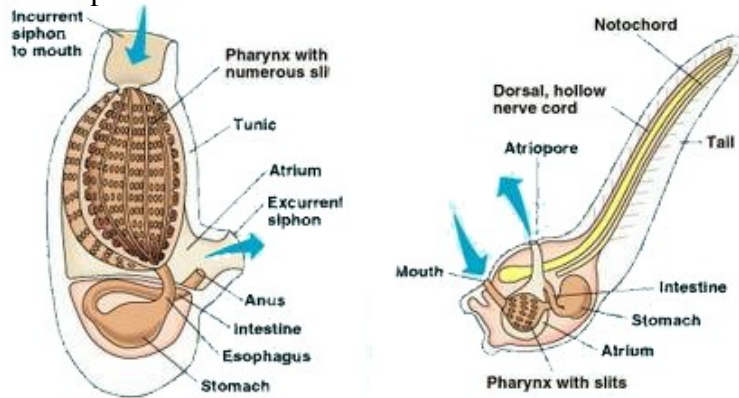


## ježovky (Echinodermata)

- mohutný žuvací žalúdok - **Aristotelova lampa**
- ježovky (Echinoidea)
- hviezdovky (Asteroidea) - vychlípiteľný žalúdok, na dorzálnej strane **madreporová doštička**, cez ňu morská voda do chodby okolo hltana a do **ambulakrálnej sústavy**
- ambulakrálne nožičky - pohyb, chytanie potravy
- holotúrie (Holothurioidea) - ohnuté črevo, ústi do kloaky, kde sú aj vodné pľúca - dýchacia, exkrečná f.

## plášťovce (Urochordata)

- hltano-žiabrový vak, pharyngotremia
- ventrálne **endostyl** (produkuje hlien-zlepuje potravu), dorzálna **epibrachiálna ryha** - potrava do žalúdka
- črevo sa otáča nahor, ústi na dorzálnej strane peribranchiálneho vaku



## kopijovce (Cephalochordata)

- pharyngotremia, peribranchiálny priestor, ktorý vyúsťuje **atrioporom**
- na dne hltanu - endostyl
  - ↳ hlien, pohybom bičkov zlepuje potravu
- 2 peribrachiálne ryhy, 1 dorzálna epibrachiálna ryha
- pažerák, črevo, **pečeňový vak** produkujúci tráviace enzýmy a hormóny
- potrava ide z peribranchiálnych rýh do epibrachiálnej ryhy do čreva, anus vyúsťuje na ľ strane plutvového lemu

Obr. 8: Stavba tela kopinatce. A - při bočním pohledu, B - pohled na trávicí trubici po odpreparování tělní stěny zleva a C - blokdiagram příčného řezu. 1 - rostrum, 2 - hřbetní ploutvička, 3 - myomery, 4 - ocasní ploutvička, 5 - řitní otvor, 6 - atrioporus, 7 - prosvítající gonády, 8 - chorda, 9 - cirry, 10 - ústní otvor, 11 - nervová trubice, 12 - střevo, 13 - hltan s žaberními štěrbinami (15), 14 - jaterní vak, 16 - endostyl, 17 - metapleura, 18 - peribranchiální prostor, 19 - jednovrstevná pokožka, 20 - epibranchiální ryha, 21 - kořeny hřbetní aorty, 22 - metanefridie. A je orig., B podle Bouého a Chantona, 1974 a C upraveno podle Kükenthala a Rennera, 1978.

## stavovce (Vertebrata)

- ústny otvor (**rīma oris**), ústna dutina (**cavum oris**), hltan (**pharynx**), pažerák (**oesophagus**), [hrvoľ (**ingluvies**)], žalúdok (**gaster, ventriculus**), tenké črevo (**intestinum tenue**), slepé výbežky (**coeca**), hrubé črevo (**colon**), konečník (**rectum**), **anus**

- paryby, ryby, obojživelníky, plazy, vtáky: **kloaka** (vyústenie tráviacej, pohlavnej a vylučovacej sústavy)  
časti kloaky: **coprodeum** (tráv.)

**urodeum** (vyluč.)

**proctodeum** (pohl.)

u mladých vtákov **bursa fabricii** (imunitný systém mláďat), u dospelých nefunkčná

- **zuby (dentes)** - a) **alveolárne (teodontné)** - krokodíly, cicavce

b) **akrodonntné** - chameleóny

c) **pleurodonntné** - jašterice

- typy zubov u cicavcov:

hryzáky (**incisivi**) I

očné (**canini**) C

črenové (**premolares**) P

stoličky (**molares**) M

- zubný vzorec: i c p m

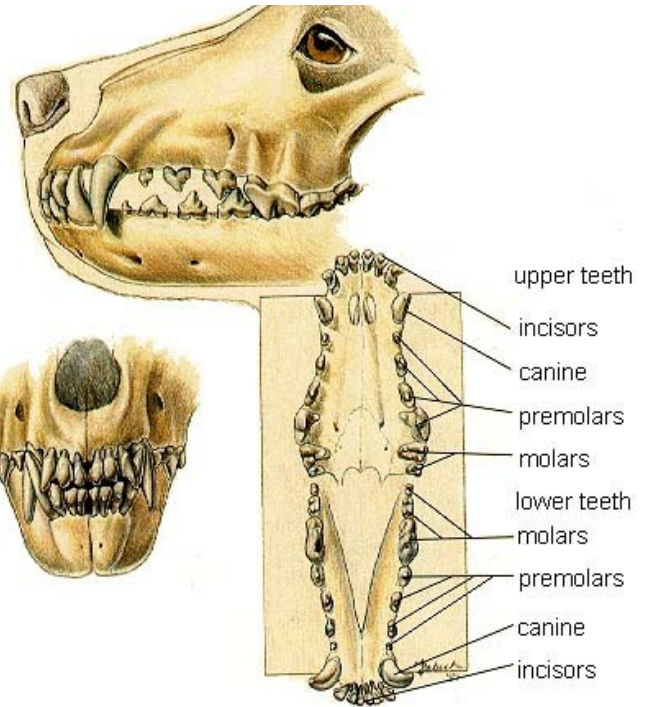
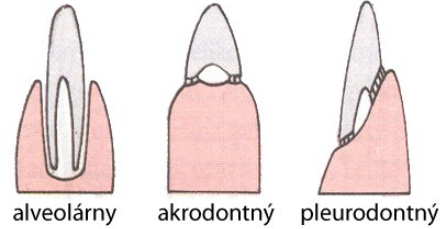
človek: 2 1 2 3

dieťa: 2 1 2

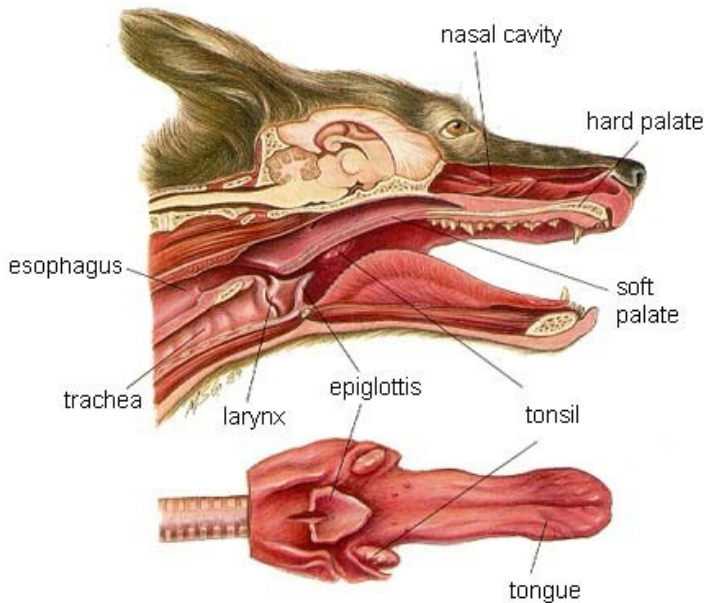
pes: 3 1 4 2

- mliečne zuby (**dentes decidui**)

- trváce zuby (**dentes permanentes**)



- **jazyk** - priečne pruhovaná svalovina



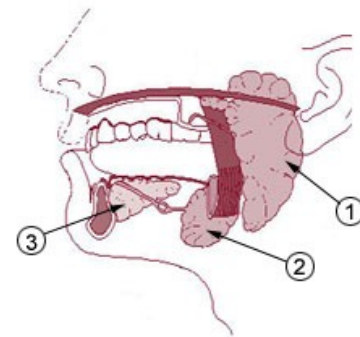
- **slinné žľazy (glandulae salivares)**

primáti (Primates)

podčelustné (**gl. submandibulares**) II

podjazykové (**gl. sublinguales**) II

príušné (**gl. parotis**) II

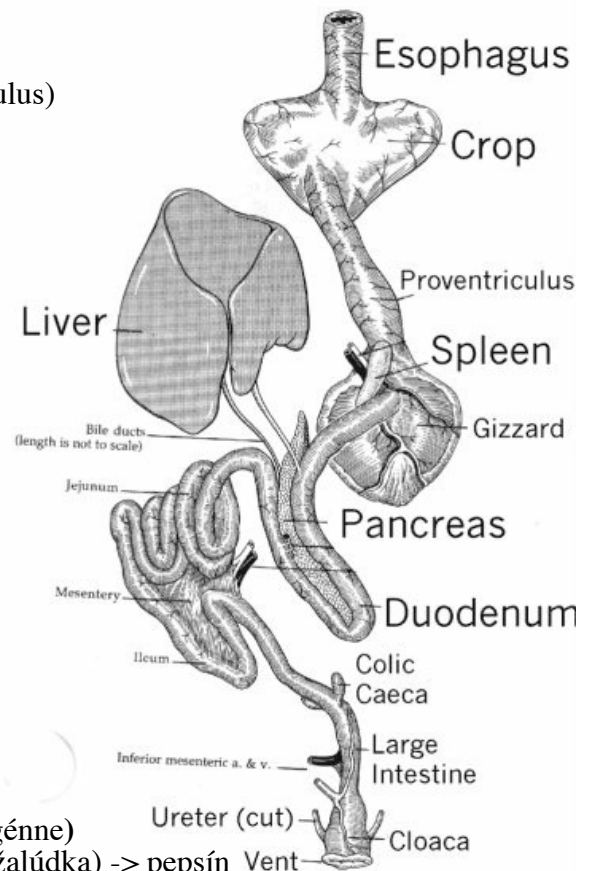
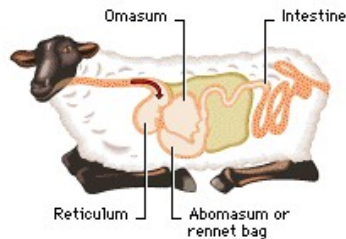
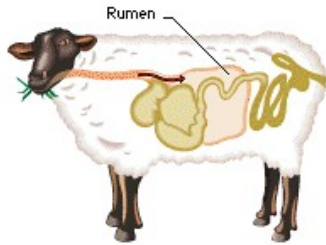


- **hltan (pharynx)** - priečne pruhovaná svalovina
  - z dorzálnej časti: plynový mechúr (**vesica natatoria**) rýb
  - z ventrálnej časti: pľúca (pulmo)
- **pažerák (oesophagus)** - mohutná svalovina
  - u vtákov dolná časť - hrvoľ (**ingluvies**) - zásobáreň potravy



- **žalúdok (gaster, ventriculus)**

- vtáky (Aves): žľaznatý (proventriculus), svalnatý (ventriculus)
- cicavce (mammalia): žalúdočný vchod (**cardium**)  
klenba (**fundus**)  
vrátnik (**pylorus**)
- prežúvavce: bachor (**rumen**), čepiec (**reticulum**),  
kniha (**omasus**), slez (**abomasus**)



- **žalúdočná stena**

- produkuje hlieny - odolné voči tráviacim šťavam
- žalúdočné žľazy: 1. **kardiálne** - hlieny

2. **fundálne:**

- a) **hlavné (adelomorfné, pepsinogénne)**

- b) **delomorfné** - HCl (macerácia potravy a aktivácia pepsinogénu na pepsín)

3. **pylorické** - hlieny

- tráviaca šťava obohatená hlienom -> chýmus do dvanástnika (**duodenum**)

- **tenké črevo (intestinum tenue)**

- dvanástnik (**duodenum**) + lačník (**jejunum**) + bedrovník (**ileum**)
- kľučky lačníka a bedrovníka sú zavesené v **okruží (mesenterium)**
- dvanástnik (duodenum) - **Brunnerove žľazky** v podslizničnej vrstve (**tunica submucosa**)
- vyústenie žľčovodov a pankreasu
- kľuky čreva sú oproti ďalším častiam nižšie
- **pankreatická šťava: proteolytické proenzýmy** (trypsinogén, chymotrypsín, amyláza, pankreatická lipáza)
  - trypsinogén --enterokináza--> trypsin
  - trypsin aktivizuje chymotrypsín
  - trypsin + chymotrypsín - štiepenie bielkovín na AMK
  - **pankreatická lipáza** - tuky na glycerol + mastné kys.
  - **amyláza** - polysacharidy na maltózu
- **žlč** - s pankreatickou šťavou neutralizuje a alkalizuje chýmus
  - umožňuje vstrebávanie tukov
  - napomáha emulgácii tukov
- **črevná šťava** obsahuje: **proteolytické enzýmy** - **erepsín** - dokončenie štiepenia bielkovín
- glykolytické enzýmy** - **invertáza** (trstinový cukor)
  - **maltáza** (sladový cukor)
  - **laktáza** (mliečny cukor)
- črevná lipáza** - dokončuje štiepenie tukov
- polynukleotidáza, nukleotidáza** - štiepi DNA, RNA
- ku koncu štiepenia sa chýmus mení na chýlus
- aminokyseliny + cukry do krvi, tuky do lymfy

- slepé výbežky (coeca) - nachádzajú sa na rozhraní tenkého a hrubého čreva
- u človeka appendix
- trávenie celulózy za pomoci symbiotických baktérií
- nestrávené zvyšky sa dostávajú do hrubého čreva

- **hrubé črevo (colon)**

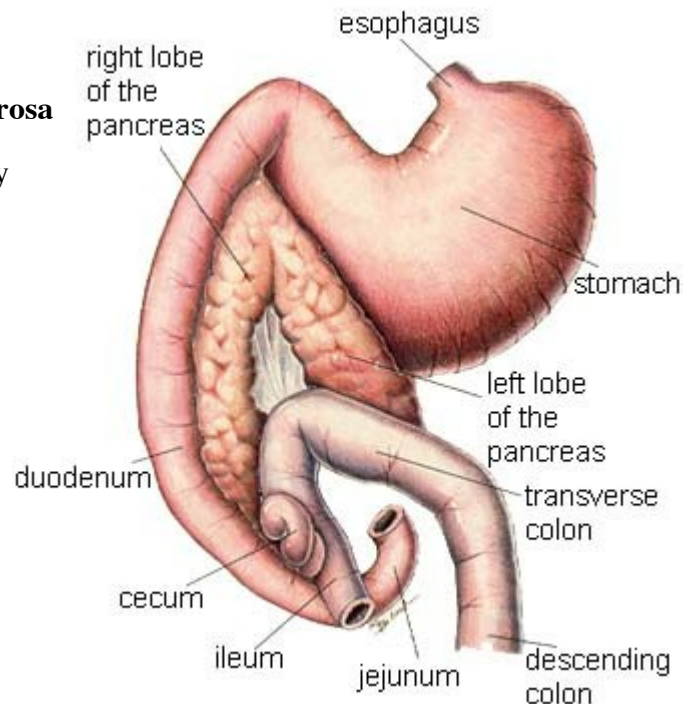
- nemá zriadenú sliznicu
- vstrebávanie vody a zahusťovanie nestrávených zvyškov -> faeces
- na povrchu - **pobrušnica (peritoneum)** - serózna blana
  - peritoneum parietale
  - peritoneum viscerale - voľné duplikatúry (omentum)
    - pripojené k orgánom (mesenterium)
  - mezotel (plochý epitel)
  - bazálna membrána
  - riedke kolagénne väzivo + elastické vlákna
- histologická stavba črevnej steny:
  1. sliznica (**tunica mucosa**)
    1. rezorpčný epitel (**lamina epithelialis**)
    2. vlastná slizničná vrstva (**lamina propria mucosae**) - spojivo, krvné a lymfatické cievy
    3. svalovina sliznice (**lamina muscularis mucosae**)
  2. podslizničné väzivo (**lamina submucosa**) - vláknité spojivo, lymfatické cievy, vegetatívne nervy, mucinózne žľazy a duodenálne Brunnerove žľazy
  3. svalová vrstva (**tunica muscularis**) - okružná (**stratum circulare**)
    - pozdĺžna (**stratum longitudinale**)
  4. povrchová vrstva (**tunica serosa**) - (mezoderm)
    - mezentérium** (črevný záves) z ventrálnej strany - mechanická, vyživovacia funkcia, bohato prekrvený

- **pečeň (hepar)**

- nižšie stavovce - **zložitá** tubulózna žľaza
- vyššie stavovce - lalôčky
- pečeňový lalôčik: - 5-6 boký hranol, šírka 1-1,5 mm
  - obsahuje **pečeňové trámce** z pečeňových buniek, **vena centralis**
  - medzi lalôčkami-riedke vláknité spojivo, lymfatické a krvné cievy, žlčové kanáliky
- pečeňová bunka - tvar mnohostenu, 25 µm
- žlč - do žlčníka (**vesica felea**)
- pečeňový obeh je tvorený cievnymi sieťami medzi pečeňovými lalôčkami
  - **funkčný** - látky do pečeňových lalôčikov, spracované pečeňovými bunkami
  - **výživný** - vyživuje pečeňové tkanivo
- má regeneračnú schopnosť
- na povrchu: **capsula fibrosa** - súčasť pobrušnice (mezoblastový pôvod), **capsula serosa**

- **podžalúdková žľaza (pankreas)**

- acinózná žľaza
- na povrchu: **väzivová fibrosa a epiteliálna serosa**
- časti - exokrinná - tráviaca šťava s enzýmami
  - endokrinná - Langerhansove ostrovčeky
    - > hormóny do krvi



### rozdiely v trávení medzi bezstavovcami a stavovcami

#### bezstavovce

1 tráviaca šťava s fermentami  
prevláda intracelulárne trávenie

#### stavovce

veľa tráviacich štiav  
pH kyslé - ústa, žalúdok  
neutrálne - tenké črevo  
zásadité - hrubé črevo

## 8 DÝCHACIA SÚSTAVA

### **anaerobionty**

- získavajú energiu chemickými pochodmi bez prísunu atmosferického kyslíka
- glycidy mastné kyseliny+ CO<sub>2</sub>
- (endoparazity, živočíchy žijúce v bahne a v zahnívajúcich organických látkach - mäkkýše), niektoré
- aerobionty môže dočasne prechádzať na aerobiozózu – napr. Annelida, karas

### **aerobionty**

- výmena plynov medzi vonkajším prostredím a telom dýchacie procesy

### dýchanie u živočíchov

#### 1. **NEPRIAME** dýchanie- kyslík sa dostáva do tkanív a orgánov prostredníctvom telových tekutín

- celým povrchom tela
- žiabrami
- pľúcnymi vakmi
- pľúcami

### dýchanie celým povrchom tela

- drobné kôrovce, obrúčkavce (máloštetinavce a pijavice), obojživelníky (50% kožné dýchanie, 50% pľúcami)

### dýchanie žiabrami

- ektodermálna štruktúra
- u bezchordátov - kožné vychlípeniny vyčnievajúce do vodného prostredia
- dýchací epitel, pod ním krvné vlásoknice alebo **lakúny**
- tvar: kríčkovitý, lupeňovitý, hrebeňovitý, vláknitý, stromčekovitý
- chránené kožnými záhybmi (plášťová dutina mäkkýšov, pancier Crustacea)
- na parapódiách obrúčkavcov, na nožičkách kôrovcov
- u chordát vznikajú pharyngotremiou
- komunikujú s vodným prostredím:

**priamo:** kruhoustnice (Cyclostomata), žraloky (Chondrycties), ryby (Pisces) a Hemichordata

**nepriamo:** peribranchiálna dutina plášťovcov (Urochordata) a kopijovcov (Cephalochordata), ktorá vyúsťuje **atrioporusom** von

### dýchanie konečníkom a vodnými pľúcami

- čík (*Misgurnus fossilis*) - dýcha konečníkom, bohato prekrvený epitel s vlásočnicami, po odkysličení je voda vystrekovaná konečníkom
- holotúrie (Holothurioidea, Echinodermata, Deuterostomia) – **vodné pľúca** 2 slepé vaky vyúsťujúce do kloaky, cez anus a kloaku naplnené vodou kyslík preniká do telesnej dutiny. voda zbavená kyslíka je vystrekovaná z tela von

### pľúcne ústroje

- vakovité vchĺpniny do vnútra tela s dýchacím epitelom a krvnými vlásočnicami

### dýchacie pohyby:

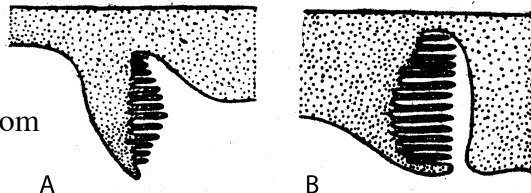
- expirácia (výdych)
- inspirácia (vdych)

### 3 konvergentné ústroje

- pľúcne vaky pavúkovcov
- pľúcne vaky mäkkýšov
- plynové mechúre, pľúcne vaky a pľúca stavovcov

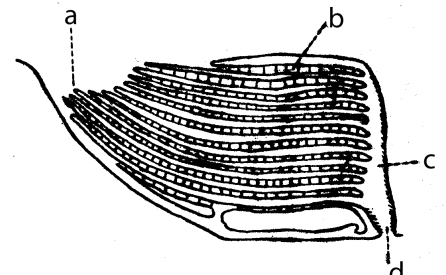
### pľúcne vaky pavúkovcov

- vyúsťujú stigmami
- plátky s dýchacím epitelom



Obr. 65. Schéma znázorňujúci vývoj plicných vaků pavouků z lupenitých žaber ostrorepu

A - zadečková nožka ostrorepa s lupenitými žábry, B - plicní vak pavouka



Obr. 64. Plicní vak pavouka  
a = krevní sinus, b = prokrvovaný dýchací plátek s výztuží, c = vzdušný prostor, d = stigma

### pľúcne vaky mäkkýšov

- vnútorné steny plášťovej dutiny s dýchacím epitelom, na povrch vyúsťujú dýchacím otvorom

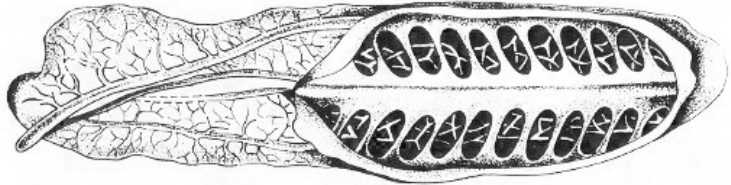
### plynové mechúre

- vznikajú vychlípením chrbtovej strany pažeráka (oesophagus)

- na dýchanie slúžia iba u jeseterov
- ryby: **physostomi** (spojenie mechúra s dutinou pažeráka)
- physoclisti** (spojenie zaniklo)
- plynový mechúr (**vesica natatoria**) slúži ako hydrostatický orgán
- podľa množstva plynu je ryba nadnášaná alebo klesá
- 2 komory plynového mechúra - presun plynu do prednej alebo zadnej komory

### pľúcne vaky

- vychlípeniny ventrálnej strany hltanu (pharynx)
- zachováva sa spojenie s dutinou hltanu a s ústami
- popri žiabrách sa podieľajú na dýchaní
- vyskytujú sa u dvojdyšníkov, ktorí sú v určitých častiach roka odkázaní na dýchanie atmosferického O

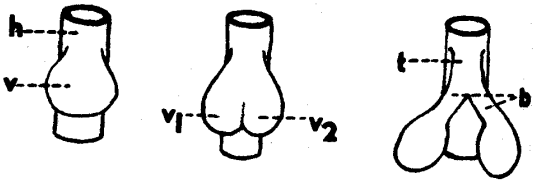


Obr. 73: Otvorený plicný vak bahníka australského, jehož členitá a vaskularizovaná stěna umožňuje této rybě přijímat atmosférický kyslík. Podle Portmanna, 1965.

### pľúca (pulmo)

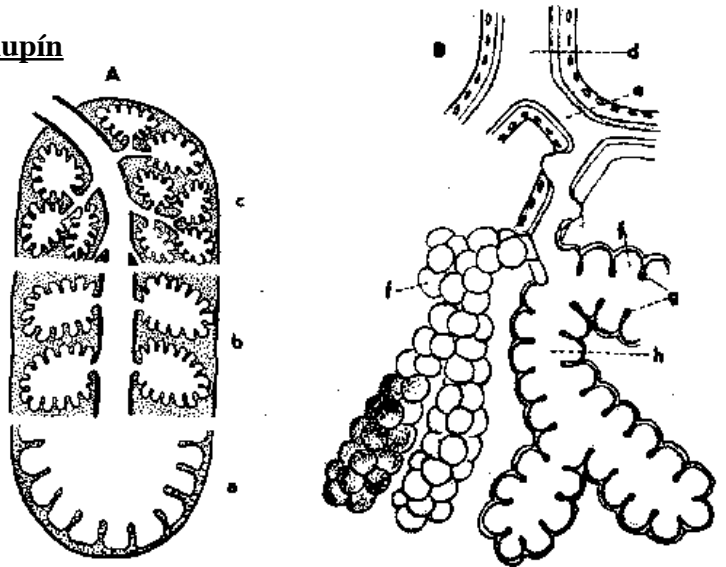
- homologické s pľúcnyimi vakmi
- vznikajú vychlípením ventrálnej strany hltanu, neskôr ich vnútorný povrch je zriadený
- obojživelníky - prekrvenie vnútorného povrchu, ktorý je málo zvrásnený
- plazy - do pľúcnej dutiny vstupujú prepážky (septá)
- hady - ľ polovica pľúc zaniká alebo je rudimentárna
- vtáky - trubicovité pľúca, pľúcne vaky vstupujú hlboko do telesných dutín a pneumatizovaných kostí
- cicavce - pľúcne alveoly (niekoľko miliónov)

### vznik pľúc u stavovcov a ich typy u jednotlivých skupín



Obr. 66. Vývoj savčích plic podle Wiedersheima

h = hltan, v = vakovitá vychlípenina na ventrálnej strane hltanu, v1, v2 = členění vychlípeniny na pravý a levý plicní vak, t = průdušnice (trachea), b = průdušky (bronchi)

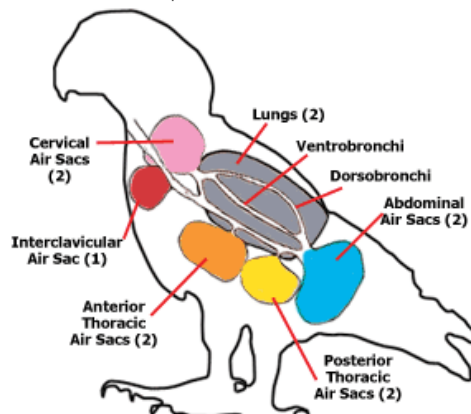


Obr. 67. Alveolární plíce obratlovců

A - vývojová stadia alveolárních plic, B - detail stavby plicních sklípků savce  
a = obojživelníci, b = plazi, c = savci, d = bronchus, e = bronchiolus, f = alveolus, g = hladké svalstvo, h = alveolární chodbička

### pľúcne vaky u vtákov

- krčné (**cervikálne**)
- medzikľúčné (**interclaviculárne**)
- predné hrudné (**anteriothorakálne**)
- zadné hrudné (**posteriothorakálne**)
- brušné (**abdominálne**)

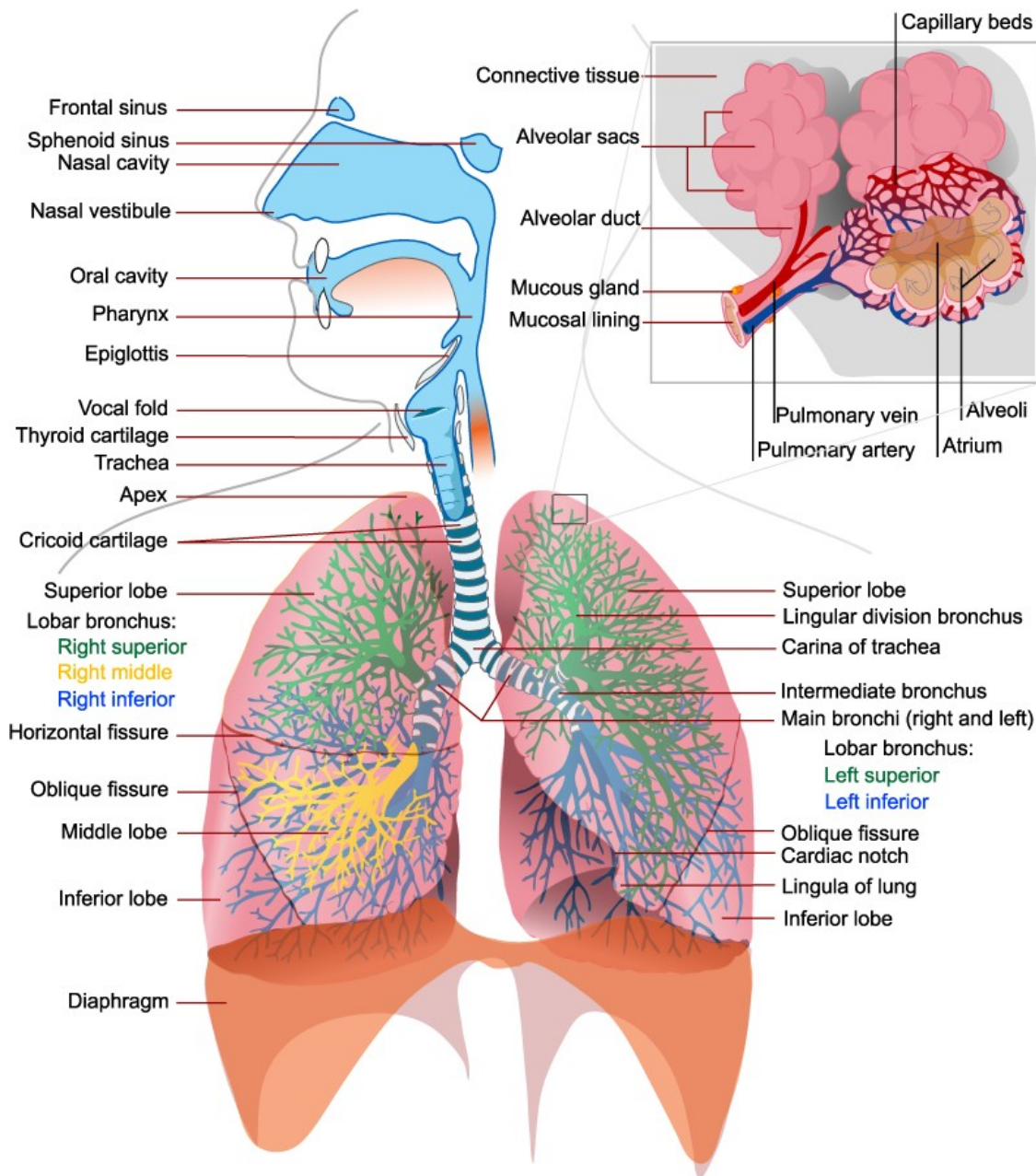




## histológia dýchacej sústavy cicavcov

### dýchacie cesty

- horné: vonkajšie nozdry (**nares**)  
vnútorné nozdry (**choany**)
- dolné: hrtan (**larynx**) záklpka (**epiglottis**) - (oddeľuje tráviaciu a dýchaciu sústavu)  
priedušnica (trachea)  
priedušky (bronchi)  
priedušničky (bronchioly)  
alveoly (dýchací epitel + krvné kapiláry)
- na povrchu pľúc je popľúcnica (**pleura pulmonaris**), zvnútra hrudného koša je pohrudnica (**pleura**)

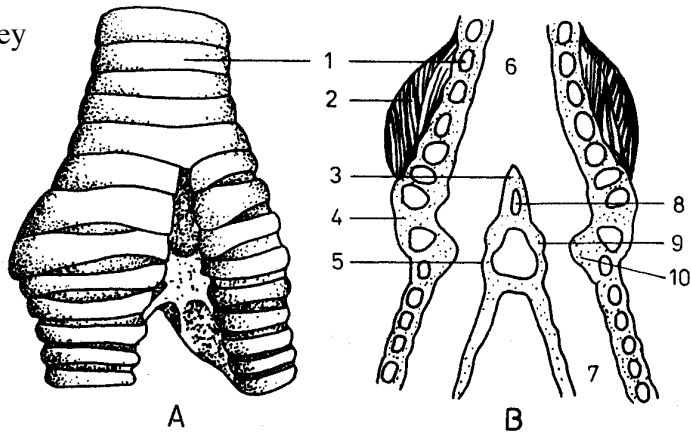




## hlasové orgány

vtáky - **syrix** - pri bifurkácii trachey

cicavce - **larynx** - v hrtane



Obr. 66. Prierez spevavým ústrojom (syrix). **A** - celkový pohľad, **B** - pozdĺžny rez syrixom spevavcov, 1 - chrupkové prstienky, 2 - svaly, 3 - blanitá hlasivka (membrana semilunaris), 4 - vonkajšia bubienková blana, 5 - vnútorná bubienková blana, 6 - priedušnica, 7 - prieduška, 8 - pessulus, 9 - labium internum, 10 - labium externum

## 2. PRIAME dýchanie

**vzdušnica (trachea)** - vyúsťuje na povrchu uzatvárateľnou stigmou

- vnútri: (a) **intima** (kutikulárna vrstva)

(b) **tracheálny epitel**

(c) **kutikulárne vlákno (taenidium)** - špirálovito stočené - medzi ním difúzia plynov

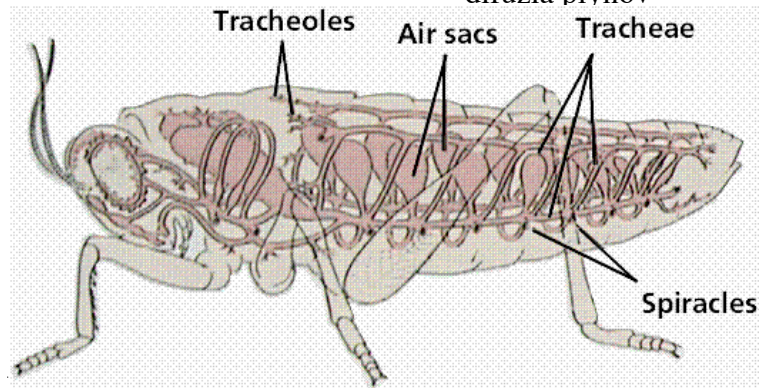
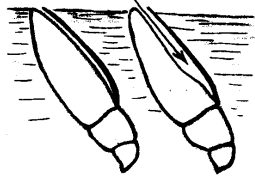
- ventilačné pohyby u hmyzu:

nádyh - predĺžením a vykľutím bruška

výdyh - sploštením a skrátením bruška

*Donacia získa* kyslík z aerenchýmu vodných rastlín

potápnikovitité (Dytiscidae)



Obr. 76. Potápník vrobe-ný při čerpání zásoby vzduchu mezi krovky a hřbetní stranu zadečku, na kterém jsou umístěna stigmata

vodomilovitité (Hydrophilidae) plastrón

## **tracheálne žiabre (pseudobranchie)**

- na povrchu je dýchací epitel, vnútri **tracheoly**

- lupeňovité

- vláknité

- kričkovité

- dýchacie pohyby- pohyby bruška alebo nôh

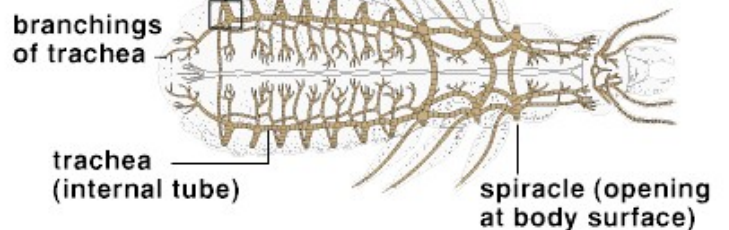
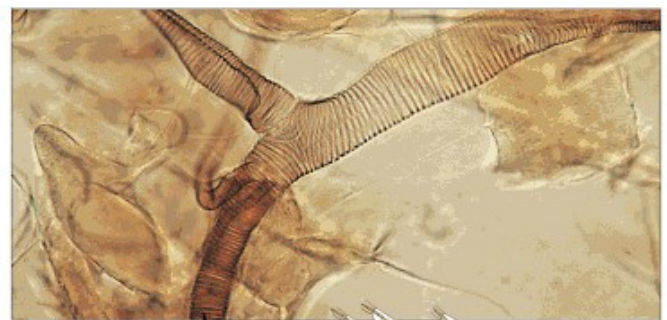
- podľa polohy:

na nohách (**pedálne-koxálne**)

po bokoch hrude (**thorakálne**)

na brušku (**abdominálne**)

v konečníku (**rektálne**)



## 8 OBEHOVÁ SÚSTAVA

- zabezpečuje neustály transport telesných tekutín (krvi, lymfy prípadne hemolymfy) medzi jednotlivými orgánmi živočíšneho tela

**angiológia** (náuka o cievach)

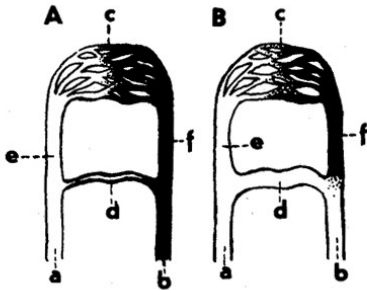
cievna sústava: **otvorená** (krv alebo hemolymfa prúdi zo srdca krátkymi cievami do telových dutín)  
**uzavretá** (krv zo srdca prúdi do systému krvných a lymfatických ciev)

typy ciev:

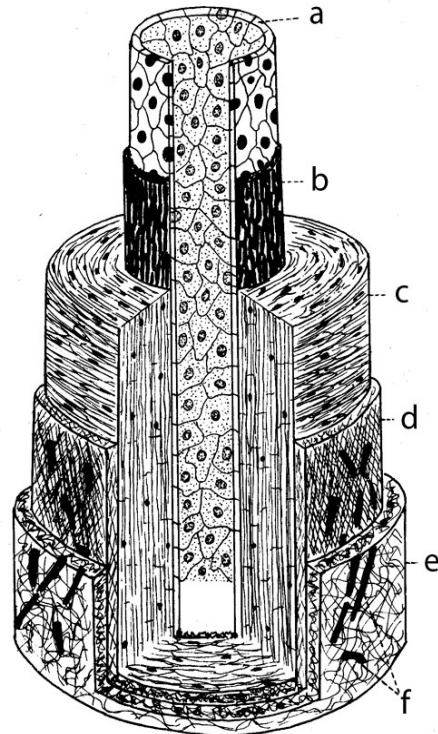
- tepny (arterie)
- žily (veny)
- vlásoknice (kapiláry) - na periférii
  - tvoria zložité siete
  - zabezpečujú výmenu látok medzi krvou, tkanivovým mokom a tkanivami
- **arteriovenózne spojky** - spojenie medzi tepnami a žilami
- krvné splavy (**sinusy**) - napr. v žľazách s vnútornou sekréciou, v pečeni ,...
  - spojky medzi tepnami a žilami
  - majú rozsiahly vnútorný priestor
  - u živočíchov s otvorenou CS sa nachádzajú v priestoroch, kt. sú pozostatky telových dutín

### histologické zloženie žily a tepny

- **intima**: endotel + vrstva vlákňitého spojiva
- **media**: vrstva hladkej svaloviny, u tepien je silnejšia (hrubšia) + menšie množstvo elastického spojiva
- **adventitia**: vnútorn. vrstva elastického spojiva + vonkajšie plst'ovité väzivo (ojedinelé zväzky svaloviny)



Obr. 95. Arteriovenózní spojka  
A - uzavřená, B - otevřená  
a = tepna, b = žíla, c = vlá-  
sečnicová síť, d = arteriove-  
nózní spojka, e = okysličená  
krev, f = odkysličená krev



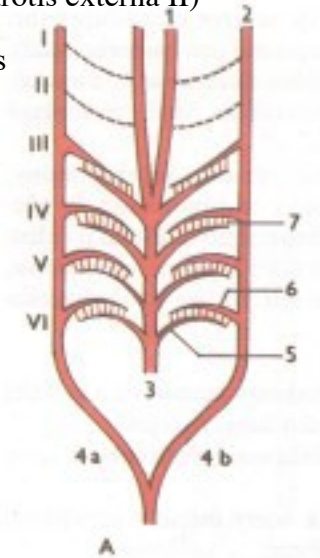
Obr. 92. Prostorové schéma tepny obratlovců  
a = endotel, b = elastické a kolagenní pojivo, c = hlad-  
ká svalovina, d = elastické pojivo, e = vnější vrstva  
(adventitia), tvořená pojivy a menším množstvím hladké  
svaloviny, f = vasa vasorum, cévy vyživující stěnu tepny,  
(a, b) = intima, (c, d) = media

### fylogénéza tepenného systému chordát

- východiskový stav je u kopijovcov (Cephalochordata)
  - na dorzálnnej strane sa nachádza **aorta dorsalis**, v prednej časti tela párová
  - na brušnej strane - **aorta ventrális**, nepárna
  - medzi žiabrovými štrbinami - 6 párov **arteriae branchiales**, kt. idú do žiaber, kde sa krv okysličuje
  - okysličená krv ide do 6 párov **arteriae epibranchiales**, kt. vyúsťuje do **aorta ??**
- základná tendencia: postupné redukovanie počtu branchiálnych tepien, ich premena na vnútorné a vonkajšie krčnice, oblúky aorty a pľúcne žily

## ryby

- vyvinuté 4 páry žiabrových tepien (pôvodne 3.-6. žiabrových artérií kopijovca, 1. a 2. pár redukoval)
- 1. vnútorné krčnice (arteria carotis interna II)
- 2. vonkajšie krčnice (arteria carotis externa II)
- 3. aorta ventralis (začiatok)
- 4. p a ľ oblúk aorty descendens
- 5. arteria branchialis (II)
- 6. arteria epibranchialis (II)
- 7. žiabre



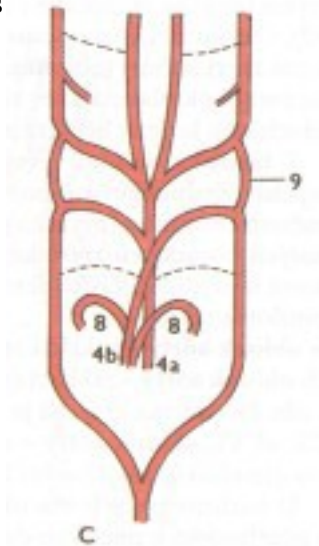
## dvojdyšníky

- 8. arteriae pulmonales (II)
- (zo 6. páru epibranchiálnych tepien)
- 4a, 4b p a ľ oblúk aorty descendens



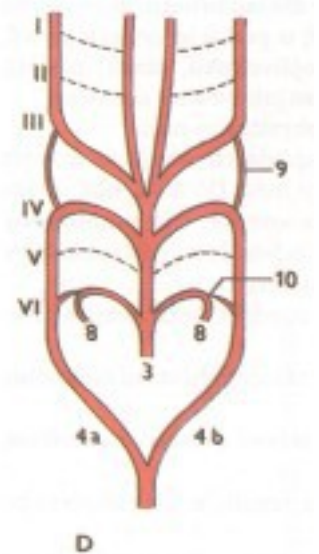
## obojživelníky

- 4a, 4b – p a ľ oblúk aorty descendens
- 8. pľúcne tepny (arteriae pulmonales)
- 9. ductus caroticus



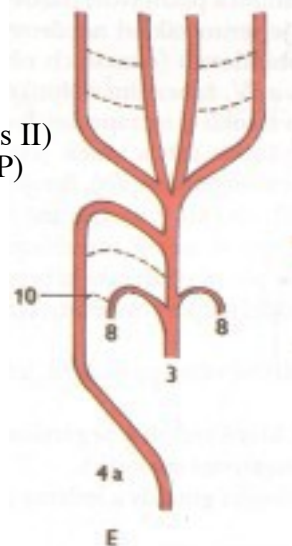
## plazy

- 4a, 4b p a ľ oblúk aorty descendens
- 8. arteriae pulmonales II
- 9. ductus caroticus II
- 10. ductus arteriosus II



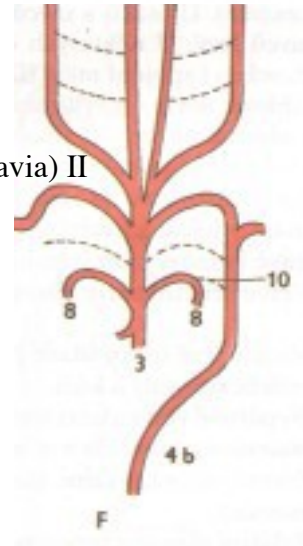
## vtáky

- 3. aorta ventralis I
- 4a p oblúk aorty I
- 8. pľúcne tepny (arteriae pulmonales II)
- 10. ductus arteriosus I (P)



## cicavce

- 3. aorta ventralis I
- 4b ľ oblúk aorty I
- 8. arteriae pulmonales II
- ductus arteriosus
- podkľúčna tepna (arteria subclavia) II



## vetvy chrbtovej aorty

zásobovanie trupu a končatín:

1. metamérne usporiadané párové **parietálne** vetvy (zásobujú chrbtovú svalovinu, medzirebrové svaly a kožu)
2. nepárová **viscerálna** vetva zasobujúca orgány tráviacej sústavy (**a. coeliaca, a. mesenterica cranialis, a. mesenterica caudalis**)
3. párové **laterálne** vetve zasobujúce gonády a obličky (**a. renalis, a. testicularis** alebo **a. ovarica**)
4. párové tepny pre končatiny:  
**predné (horné): arteriae subclaviae** (podkľúčne tepny)  
**zadné (dolné): arteriae ischiadicae, a. femorales**

## žily (venae)

- sledujú tepny

- u stavovcov - 4 systémy žíl:

### 1. subintestinálny

- privádza krv z čreva

- u dospelých - rozpad na **vrátnicový systém (venae portae) I** a **pečeňové žily (v. hepaticae)**

- pečeňové žily ústia do **sinus venosus** (žraloky a ryby), u ostatných stavovcov do

zadnej dutej žily (**vena cava posterior**)

- odovzdávanie živín z čreva k spracovaniu v pečeni

### 2. systém kardinálnych žíl

- dorzálna od čreva

- privádza krv z hlavy (**venae cardinales craniales**) a trupu (**venae cardinales caudales**) do spoločného párového **ductus Cuvieri** -> do **sinus venosus**

- obojživelníky - cicavce

- kardinálne žily sú nahradené **prednými dutými žilami (venae cavae craniales) II** a

**zadnou dutou žilou (vena cava caudalis) I**

### 3. malá skupina abdominálnych žíl (venae abdominales)

- privádza krv z ventrálnej strany a zadných končatín -> do ductus Cuvieri (žraloky, dvojdyšníci), alebo cez vrátnicový systém pečene (obojživelníky)

- u Amniota sú venae abdominales vyvinuté len embryonálne.

### 4. pľúcne žily (venae pulmonales)

- privádzajú okysličenú krv z pľúc do ľ komory srdca u živočíchov, ktoré dýchajú pľúcami.

## srdce (cor)

- zmohutnením najsilnejšej tepny v tele

- **stena srdca:**

**endokard** (vnútorná vrstva) - väzivová blana vystielajúca predsieň, komory a pokrývajúca chlopne

**myokard** (stredná vrstva) v oblasti predsiení dvoma, v oblasti komôr troma vrstvami svaloviny srdca

**epikard** (vonkajšia vrstva) vnútorný väzivovo-mezotelový obal, ktorý v mieste vstupu tepien a žíl

prechádza do **perikardu** (vonkajšieho väzivovo-mezotelového obalu)

- stena srdca je vyživovaná **vencovými tepnami (arteriae coronariae cordis)**

- srdce: predsieň (**atrium**) + komory (**ventriculus**)

- spolu komunikujú chlopňami

- cievy napojené na srdce sú oddelené od dutín srdca chlopňami

systola - sťah srdca, vháňa krv do obehu

diastola - rozťah srdca, nasávanie krvi z obehu

## základné typy srdca

1. **tepenné (arteriálne)** - cievna sústava, kde dýchacie orgány ležia pred srdcom

- do srdca sa nasáva krv okysličená - kôrovce, klepietkavce, mäkkýše

2. **žilové (venózne)** - leží pred dýchacími orgánmi

- nasáva odkysličenú krv (kruhoústnice, žraloky, ryby, larvy obojživelníkov)

3. **zmiešané arteriovenózne** - nasáva súčasne okysličenú krv z dýchacích orgánov a odkysličenú z tela

a. do tela ide len čiastočne nasýtená krv (dospelé obojživelníky a plazy)

b. 4-dielne srdce vtákov a cicavcov je arteriovenózne

žilová časť srdca : p predsieň, p komora – príjem odkysličenej krvi z tela, jej transport do pľúc  
tepenná časť srdca: ľ predsieň, ľ komora – prísun okysličenej krvi z pľúc a jej rozvod do tela



## srdce u jednotlivých skupín stavovcov

1. ductus Cuvieri
2. žilový splav
3. predsieň
4. komora
5. conus arteriosus s chlopňami
6. počiatok aorta ventralis
7. bulbus arteriosus

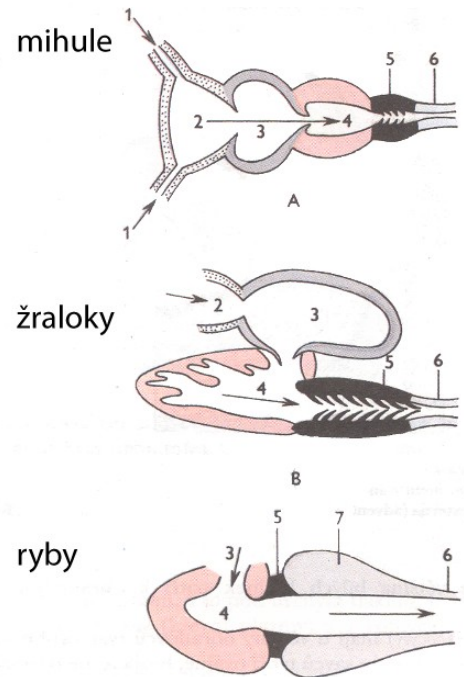
**obojživelníky:** 2 predsieň, 1 komora

**plazy:** 2 predsieň, 2 komory s neúplnou prepážkou

- krv sa v p a ľ komore mieša
- do tela prúdi krv zmiešaná
- len u krokodílov je prepážka medzi p a ľ komorou úplná, ale p a ľ koreň aorty sú spojené otvorom **foramen panizzae**

**vtáky a cicavce** - úplné oddelenie komôr srdca: 2 predsieň, 2 komory

- okysličená a odkysličená krv sa nemieša
- diferenciácia obehu na veľký (telový) a malý (pľúcny)



## pľúcny (malý) a telový (veľký) krvný obeh

pľúcny: PK->pľúcna tepna (arteria pulmonalis)->pľúcna sieť vlásočnic->pľúcna žila (vena pulmonalis)->LP

telový: ĽK -> aorta -> telová sieť krvných a lymfatických vlásočnic -> dutá žila (vena cava) -> PP

súčasťou je vrátnicový obeh: črevná sieť krvných a miazgových kapilár

vrátnicová žila (vena portae -> pečeň -> pečeňová žila (vena hepatica) -> dutá žila (vena cava)

## lymfatické orgány

- samostatná zložka obehovej sústavy stavovcov, chýba u kruhoústnic
- skladá sa zo slepo zakončených lymfatických kapilár -> do lymfatických ciiev -> často vstupujú do lymfatických dutín -> spájajú sa v **lymfatický kmeň (ductus lymphaticus)** -> do **vena subclavia** -> spoločne s krvou do **vena cava anterior** -> do srdca
- **lymfatické orgány:** lymfatické cievy, lymfatické uzliny (**nodus lymphaticus**), týmus (**thymus**), mandle (**tonsillae**), slezina (**lien**) a niektoré okrsky retikulárnych spojív

## VYLUČOVACIA SÚSTAVA

- živočíchy podľa spôsobu vylučovania odpadového dusíka

1. **amotelné:** vylučujú amoniak s veľkým množstvom vody do vodného prostredia
  - vodné bezstavovce, ryby, larvy obojživelníkov, vodné korytnačky
2. **urikotelné:** vylučujú kyselinu močovú s malým množstvom vody
  - hmyz, plazy, vtáky, niektoré suchozemské ulitníky
3. **ureotelné:** vylučujú močovinu a väčším množstvom vody
  - kôrovce, väčšina mäkkýšov, ostnatokožci, dospelé obojživelníky

## základné typy vylučovacích orgánov

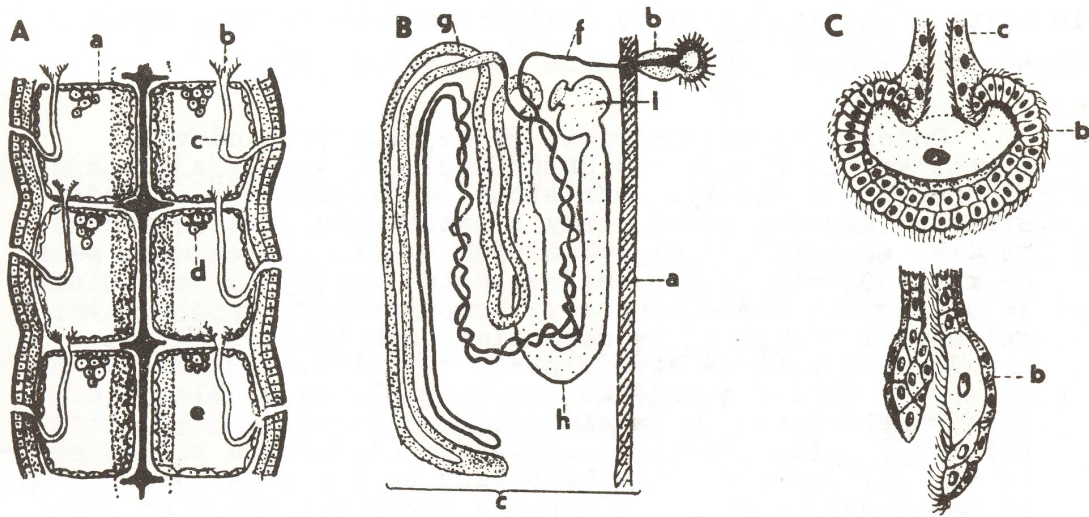
- protonefrídie
- metanefrídie a ich modifikácie (antenálne žľazy, koxálne žľazy, maxilárne žľazy, Bojanove žľazy)
- Malpighiho rúrky
- obličky stavovcov
  - (a) predobličky (**pronefros**)
  - (b) prvoobličky (**mesonefros**)
  - (c) pravé obličky (**metanefros**)

## protonefrídie

- ploskavce (Plathelminthes), páskovce (Nemertini), bruchobrvce (Gastrotricha), trochofóra, veliger
- solenocyty

## metanefrídie

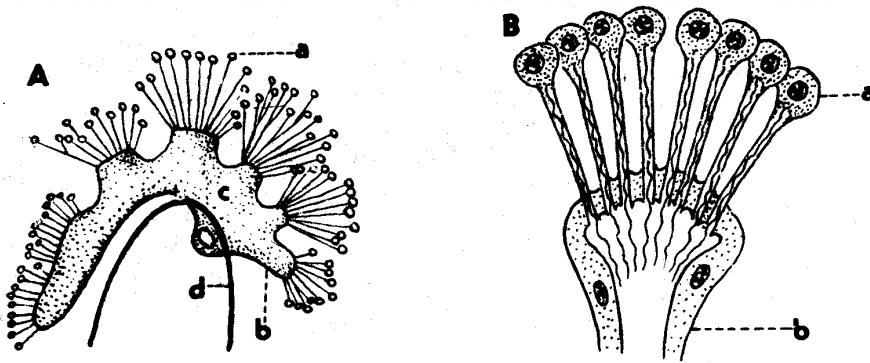
- živočíchy s druhotnou telovou dutinou, napr. Annelida



Obr. 79. Metanefridiální soustava kroužkovců

- A - metamerní uspořádání dvojic metanefridií v těle kroužkovce  
 B - metanefridium  
 C - mikroskopická stavba nefrostomu

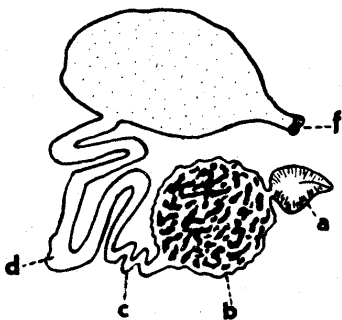
a = dissepiment, b = nefrostom, c = močový kanálek, d = vaječník,  
 e = céloom, f = úzký kanál, g = střední kanál, h = široký kanál,  
 i = močový měchýřek



Obr. 78. Vylučovací ústrojí kopinatce

- A - protonefridiální soustava se solenocyty  
 B - detailní pohled na trs solenocytů  
 a = solenocyt, b = močový kanálek, c = močovod,  
 d = dorzální okraj žaberní štěrbin

antenálna žľaza u raka



- a - celómový vačok  
 b - zelený kanál  
 c - priesračný kanál  
 d - biely kanál  
 e - močový mechúrik  
 f - vylučovací otvor

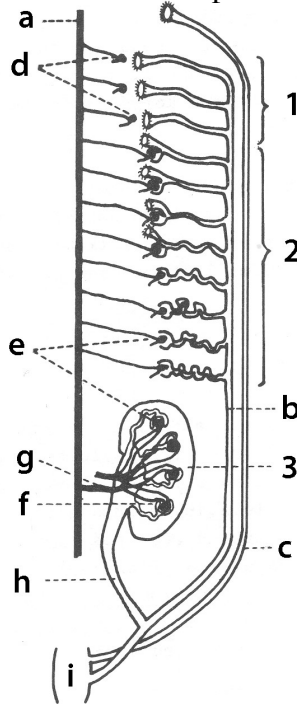
- koxálne žľazy klepítkavcov, maxilárne žľazy nižších kôrovcov, Bojanove žľazy u mäkkýšov sa otvárajú do dutiny perikardu

## Malpighiho trubice

- jednoduché tubulárne žľazy
- u pavúkovcov vzt'ah k mesenteronu (endoderm.pôvod)
- u hmyzu vzt'ah k proctodeu (ektoderm. pôvod)
- počet: 4 - 400
- ústia do čreva na rozhraní medzi mesenteronom a proctodeom

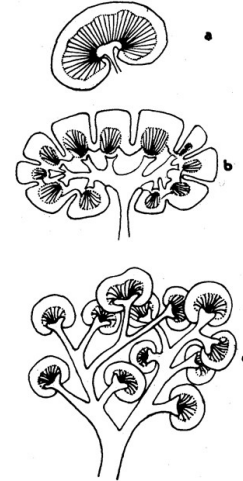
## obličky stavovcov

- 1 - pronefros (predoblička)
  - 2 - mesonefros (prvoblička)
  - 3 - metanefros (pravá oblička)
- a - aorta  
b - Wolffova chodba  
c - Müllerova chodba  
d - glomerulus externus  
e - glomerulus internus  
f - Malpighiho teliesko  
g - arteria renalis  
h - ureter  
i - kloaka

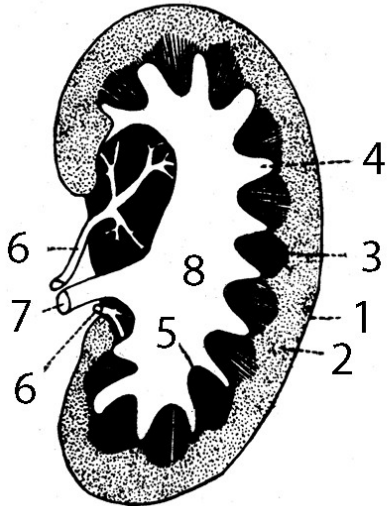


## základné tvary obličiek u cicavcov

- a bôbovitý - pes, človek  
b laločnatý - turovité  
c rozvetvený - pltvonožce



## morfológická stavba obličky typu metanefros

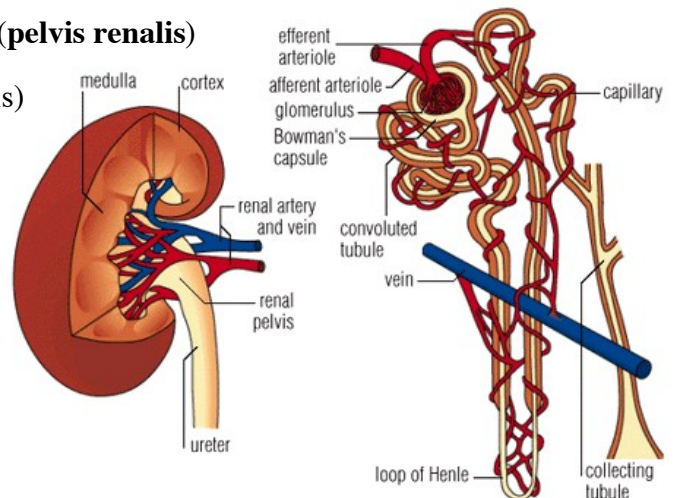


1. elastické púzdro (**capsula fibrosa**)  
- vláknité spojivo, tukové spojivo, mezotel
2. kôrová vrstva (**substantia corticalis**)  
- hnedá až hnedočervená, Malpighiho telieska + močové kanáliky
3. dreňová vrstva (**substantia medullaris**)  
- pri hranici s kôrou červená, smerom k panvičke ružovkastá  
- zberné kanáliky (**tubuli collectivi**) privádzajú moč z viacerých nefrónov - vyúsťujú na pyramídach (5)
4. kalich (**calix renalis**)
5. pyramída (**pyramida renalis**)
6. obličková tepna (**arteria renalis**)  
- odstupuje od aorty, rozvetvuje sa a privádza krv k jednotlivým nefrónom (glomeruly)  
- od obličkovej tepny odbočujú cievy, ktoré zaisťujú výživu obličky  
- oporebovaná krv je odvádzaná žilkami do vena renalis  
- miazgové cievy vstupujú iba do kôrovej časti obličky
7. močovod (**ureter**)
8. obličková panvička (**pelvis renalis**)

## nefrón

- glomerulus (vstupujú sem odbočky od arteria renalis)
- Bowmannov vačok
- vinutý kanálik 1. rádu
- Henleho kľučka
- vinutý kanálik 2. rádu
- zberný kanálik (vyúsťuje sem 5-10 nefrónov)
- vyústenie na pyramídach do obličkovej panvičky
- močovod (ureter)

močový mechúr (**vesica urinaria**)





## 9 NERVOVÁ SÚSTAVA

**reflexný oblúk** - základný anatomický a funkčný prvok

vonkajší podnet -> receptor (zmyslový orgán) -> dostredivá dráha -> prenos nervového vzruchu -> nervové ústredie (spracovanie podnetu) -> odstredivá dráha -> efektor (svalové tkanivo, žľazy)

**hlavné zložky:**

- **centrálna nervová sústava** (somatická a vegetatívna) - koordinačná funkcia
- **periférne** (obvodové) **nervstvo** (dostredivé a odstredivé dráhy reflexného oblúka)
  - somatické - inervuje zmyslové orgány a pohybovú sústavu
  - vegetatívne (útrobné) - inervuje vnútorné orgány

základnou stavebnou jednotkou sú **nervy (nervi)** - zväzky axónov spojené obalmi (**endo-, peri- a epineurium**)

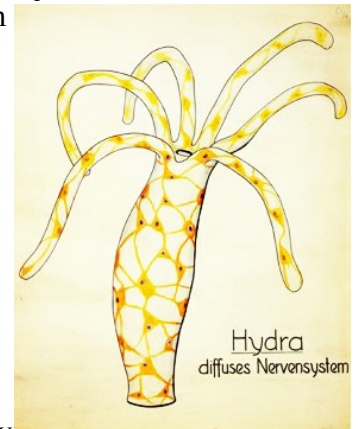
typy nervových sústav

- difúzna
- kruhová
- gangliová
- trubicová

### difúzna nervová sústava

- hubky (Porifera) - z bipolárnych a multipolárnych neurónov s výbežkami rozptýlenými v mezoglei
- polypy (Cnidaria, Hydrozoa) - protoneuróny tvoria 2 plošné siete:
  1. pod ektodermom (ektoblastový pôvod)
  2. medzi mezogleou a endodermom (endoblastový pôvod)
- Coelenterata - senzorické (v epiteli), asociačné a motorické (hviezdicovité) - **subepiteliálne protoneuróny**
  - protoneuróny majú rovnocenné výbežky (vedú vzruchy celulipetálne i celulifugálne)
- výbežky senzorických protoneurónov -> synapsia -> výbežky asociačných protoneurónov
- asociačné protoneuróny -> motorické bunky -> protoneuróny protiľahlej nervovej siete
- z motorických protoneurónov vedú nervové vlákna k epitelosvalovým bunkám

- vzruchy sú vedené všetkými smermi
- podráždenie vyvoláva všeobecnú svalovú kontrakciu
- difúzna nervová sústava je aj u Acoela (primitívne ploskulice - Turbellaria)
- ektoblastového pôvodu



### kruhová nervová sústava

- zastúpená u radiálne symetrických živočíchov
- centrálna časť pozostáva z 1-2 kruhových nervov, prevažujú asociačné neuróny
- medúzy (Scyphozoa) v klobúku 2 kruhové nervy:
  1. **exumbrelárny** (okraj klobúka)
  2. **subumbrelárny** (okolo pažeráka)
- na báze rhopálií majú okrajové gangliá
- rebrovky (Ctenophora) - asociačné neuróny v kruhu okolo pažeráka
  - + 8 pruhov pod rebrami obrveného epitelu
  - hore majú temenný orgán (statocysta)
- ostnatokožce (Echinodermata) - jeden prstenec okolo pažeráka (ambulakrálny)
  - + 5 silných nervov smerujúcich do ramien (hviezdovky a ľaliovky)

alebo smerujú k zadnému (apikálnemu) koncu tela (ježovky, holutúrie)

u hviezdoviek na apikálnom póle - nervová uzlina (apikálne centrum) -> do ramien 5 ďalších nervov

- sieť obvodových nervov napojených na radiálne nervy

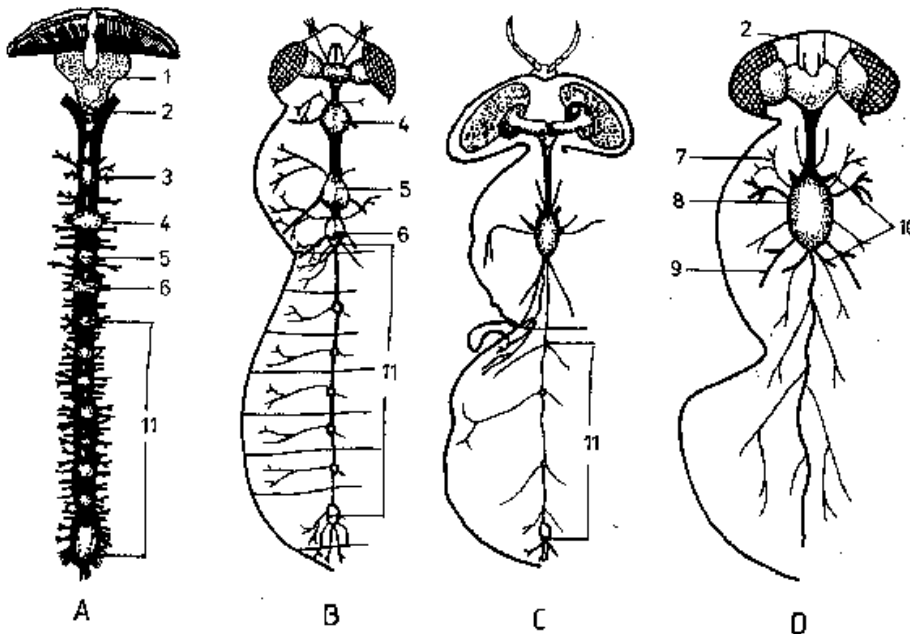
### gangliová nervová sústava

- gangliové bunky sústredené v nervových uzlinách (gangliách) -> CNS
- neurity tvoria obvodové nervstvo
- ektoblastový pôvod
- proces cefalizácie a bilaterálnej súmernosti
- zmysly (oči a statocysta) presun na predný koniec tela (animálny)
- najväčšími gangliami sa stávajú hlavové (tvorba mozgu)





- v jednotlivých článkoch tela na brušnej strane (gastroneuralia - majú nervovú sústavu pod tráviacou rúrou) sú párovité gangliá
- prechody od difúznej ku gangliovej sústave u ploskavcov (Plathelminthes)
- rebríčková sústava je vyvinutá u páskovcov (Nemertini), vírnikov (Rotifera)
- Rotifera, Nematoda -> **eutelia** (nervové uzliny majú tiež konštantný počet buniek)
- napr. hlístka detská (*Ascaris lumbricoides*): mozgový prstenec okolo pažeráka - 162 neurónov: 90 motorických, 50 senzitivných, 22 asociačných
- typická rebríčková sústavou u Articulata (Annelida, Arthropoda)
- obrúčkavce (Annelida)
  - mozgová uzlina (**supraoesophageálna**) II alebo I
  - podpažeráková uzlina (**suboesophageálna**) II alebo I
  - 1 pár uzlín v každom článku tela
- článkonožce (Arthropoda)
  - nižšie článkonožce - rebríčková
  - vyššie s procesom **oligomerizácie** (tvorba telesných tegiem - napr. hlava, hrud', bruško)
    - > koncentrácia ganglií brušnej nervovej pásky
  - klepietkavce (Chelicerata) - pavúk
  - hmyz (Insecta)
    - bezkrídly hmyz (Apterygota) a larvy:
      - mozgová (nadpažeráková) a podpažeráková uzlina** + rebríček v každom článku
      - u vyspelejších: mozog
      - 1 alebo 2 hrudné nervy idúce do končatín a bruška
    - mozog: **protocerebrum** (inervuje zrakové orgány)
    - deutocerebrum** (inervuje tykadlá)
    - tritocerebrum** (inervuje čelo a vrchnú peru (**labrum**))
    - asociačné centrá: **hubovité telesá (corpora pedunculata)**
    - centrálne teleso**
    - mozog - leží nad pažerákom
    - okolopažerákovými komisúrami je spojený s podpažerákovou uzlinou (2.- 4. páru brušnej nervovej pásky)
    - inervuje hryzadlá (mandibulae), čeľuste (maxillae) a spodnú peru (labium)



Obr. 119. Schéma ganglií brušného nervového pásu (podľa Immsa).  
A - upínayka (Machilis sp.), B - pakomár (Chironomus sp.), C - bránivka (Stratiomyia sp.), D - mucha (Musca sp.), 1 - zrakové lalôčky, 2 - tykadlový nerv, 3 - podhltanový nervový uzol, 4-6 - hrudné nervové uzly, gangliá, 7-9 - pozdĺžne hrudné nervy, 10 - nožné nervy, 11 - bruškové nervové uzly, gangliá

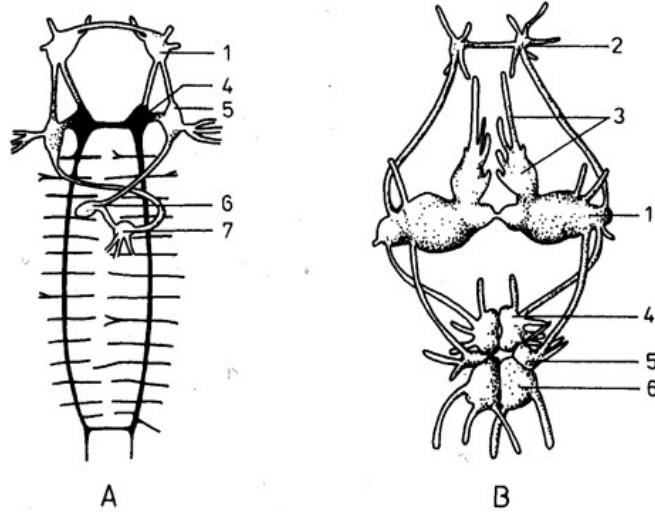
- mäkkýše (Mollusca)

- modifikovaná gangliová sústava

- chitóny (Amphineura): mozog + 4 **konektívy** (1. a 2. **pedálne**; 3. a 4. **palioviscerálne**)

všetky konektívy sú spojené priečnymi spojkami komisúrami

- ostatné mäkkýše - 2 mozgové uzliny -> konektívy vedú k 2 **pedálnym**, 2-3 **viscerálnym** (útrobným), 2 **bukálnym** (ústna dutina) a často aj k 2 **pleurálnym** a 2 **parietálnym** uzlinám (môžu splývať v **pleuroparietálne**)



**Obr. 118.** Nervová sústava mäkkýšov (podľa Kaestnera). **A** - nervová sústava mištičky (Patella), **B** - nervová sústava slimáka záhradného (Helix pomatia), 1 - mozgové ganglium, 2 - bukálne ganglium, 3 - tykadlové nervy, 4 - nožné (pedálne) ganglium, 5 - pleurálne ganglium, 6 - parietálne ganglium, 7 - viscerálne ganglium

- hlavonožce (Cephalopoda)

- koncentrácia CNS do hlavového úseku tela -> vznik **jedinej mozgovej uzliny** s niekoľkými lalokmi, ktoré zodpovedajú pôvodným párom uzlín tela

- Chordata

- Urochordata, Cephalochordata - jednoduchá nervová sústava

- Vertebrata

- predný oddiel (1) **mozog (cerebrum, encephalon)** + (2) **miecha (medulla spinalis)**

- miecha kopijovca je spolu s chordou dorsalis v spojivovom púzdre

- u Vertebrata v nervovom kanáli chrbtice tvorenom neurapofýzami stavcov

**miecha (medulla spinalis)**

- v pravidelných úsekoch šírky 1 stavca z miechy odstupujú dva nervy

- 2 dorzálne časti -> zadné (dorzálne) korene miechy sú senzitívne

- 2 ventrálne -> predné (ventrálne) korene miechy (motorické)

- **miechový segment** = úsek miechy v oblasti 1 stavca

- stred miechy - **canalis centralis** - vnútri mozgovo-miechový mok (**liquor cerebrospinalis**)  
↳ tiež v mozgových komorách

- po stranách chrbtice - hlavné ústredie vegetatívnych nervov - **sympatické kmene (truncus sympaticus)**

- 2 silné nervy (sympatické uzliny)

- obaly mozgu a miechy - tuhý spojivový - **dura mater**

- jemný spojivový - **arachnoidea**

- prekrvený - **pia mater**

- pod obalmi je: 1. biela hmota miechová (axóny s myelínovými pošvami)

2. vnútri sivá hmota miechová (gangliové b., dendrity, výstupné úseky axónov)

3. vnútorný povrch mozgovo-miechového kanála vystiela ependym

4. v dutine je mozgovo-miechový mok (liquor cerebrospinalis)

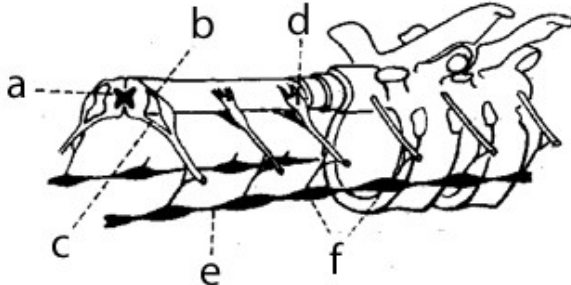
- v mieche sú tiež krvné cievy a neuroglie

- **sivá hmota miechy:**

- motorické nervové bunky (predné rohy)
- interneuróny (vmedzerené) ležia v zadných rohoch
- senzitivné neuróny ležia v spinálnych gangliách, odkiaľ vysielajú do sivej hmoty len neurity
- vmedzerené interneuróny nadväzujú na neurity senzitivných neurónov

rozlišujeme 2 typy: **asociačné (spojovacie)** - prepájajú neuróny vnútri sivej hmoty  
**bunky povrazcov** - neurity vysielajú do bielej hmoty

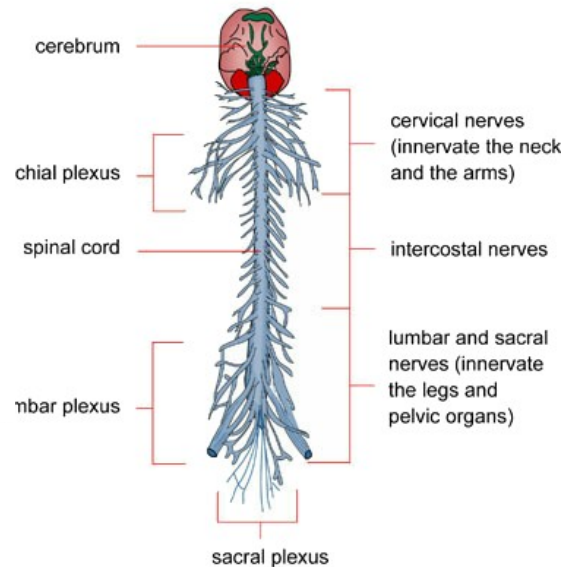
- zabezpečujú spojenie vzdialených miechových segmentov, prípadne aj spojenie mozgu a miechy; podobnú funkciu môžu plniť aj neuróny v spinálnych gangliách
- v blízkosti končatín miecha hrubne a jej nervy tvoria spleť (**plexus**)



Obr. 138. Mícha a nervy obratlovců

a = mícha, b = dorzální kořen míšního nervu, c = ventrální kořen míšního nervu, d = spinální ganglion, e = truncus sympathicus, f = sympatická ganglia

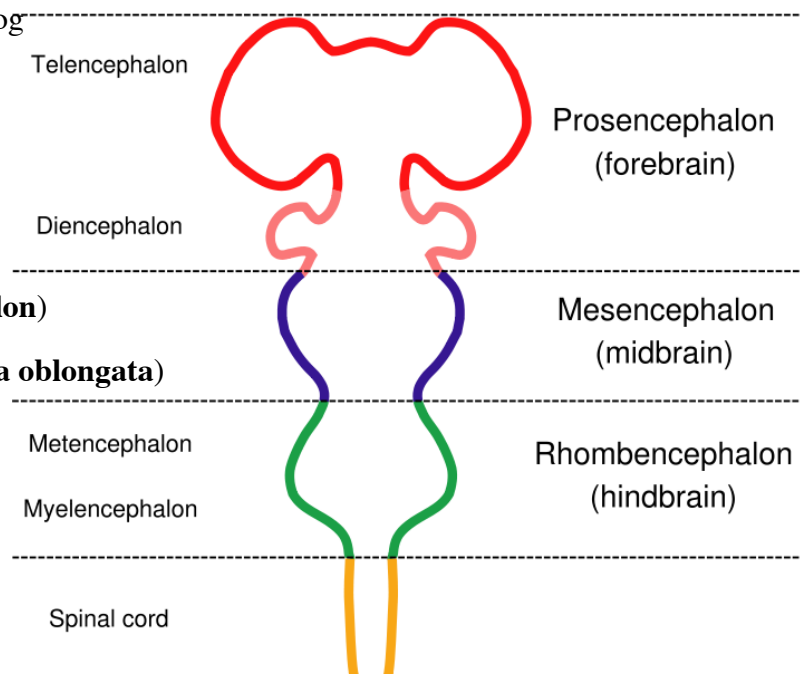
#### NERVOUS SYSTEM - SPINAL NERVES



#### mozog

- 3 etapy ontogenézy i fylogenézy:
  1. predný oddiel nervovej trubice sa zväčšuje
  2. dvojitým zaškrtením vznikajú 3 časti:
    - predný (**prosencephalon**)
    - stredný (**mesencephalon**)
    - zadný (**rhombencephalon**)
  3. rozdelenie na 5 častí
    - predný (prosencephalon)
      - veľký (**telencephalon**)
      - medzimotozog (**diencephalon**)
    - stredný (mesencephalon)
    - zadný (rhombencephalon)
      - mozoček (**cerebellum, metencephalon**)
      - predĺžená miecha (**myelencephalon, medulla oblongata**)
- od obojživelníkov p a ľ hemisféra
- 6. a 2. mozgová komora telencephalon
- 3. mozg. komora diencephalon
- 4. mozg. komora medulla oblongata
- **Sylviov kanál (ductus sylvii)**
  - spája 3. a 4. mozgovú komoru
  - ide cez stredný a popod mozoček

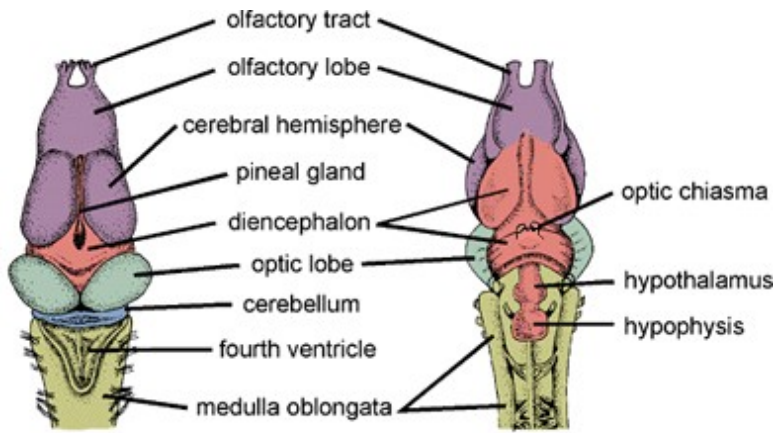
mozog



#### základné tendencie

- ryby a obojživelníky majú lineárne usporiadanie mozgu
- od plazov - veľký mozog a mozoček sa intenzívnejšie rozvíjajú a vклиňujú medzi seba ostatné časti
- obaly mozgu a miechy: dura mater, arachnoidea, pia mater
- sivá hmota tvorí **kôru (cortex)** - sústredené dendrity a telá neurónov
- biela hmota tvorí **dreň** (najmä nervové vlákna z axónov nervových buniek)
- v mozgu tiež okrsky gangliových buniek jadrá - (**nuclei**) a telesá (**corpora**) -> asociačné centrá
- z mozgu vychádza 10-12 párov mozgových nervov

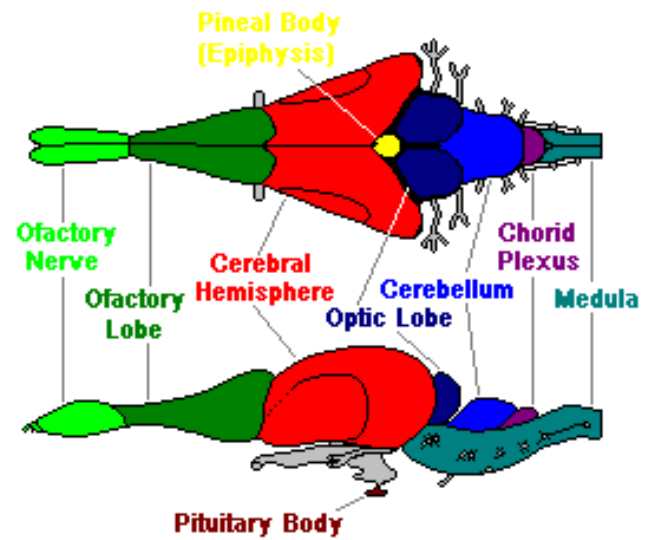
**mozog v jednotlivých triedach stavovcov**  
obojživelníky - žaby



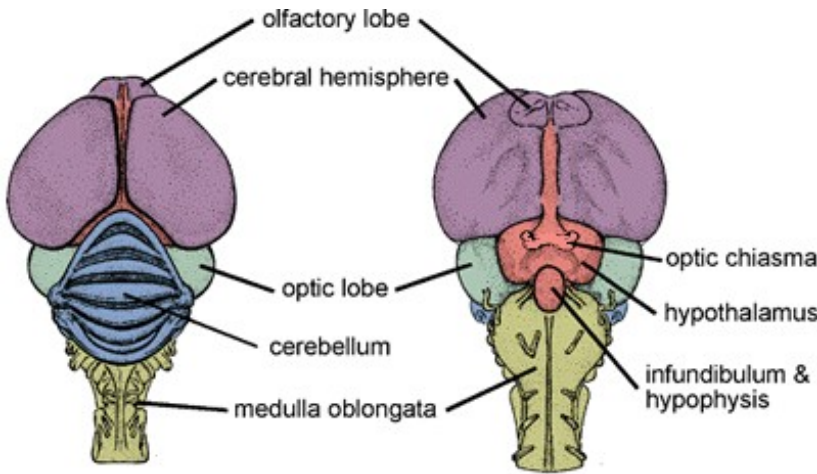
Dorsal View

Ventral View

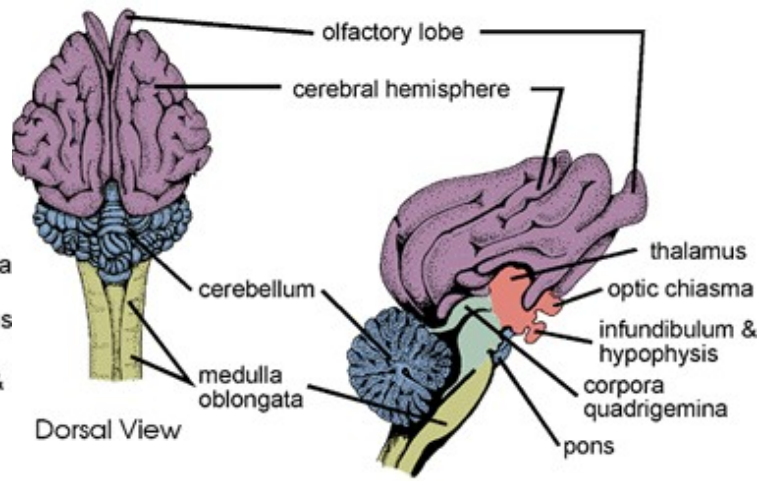
plazy - korytnačky



vtáky



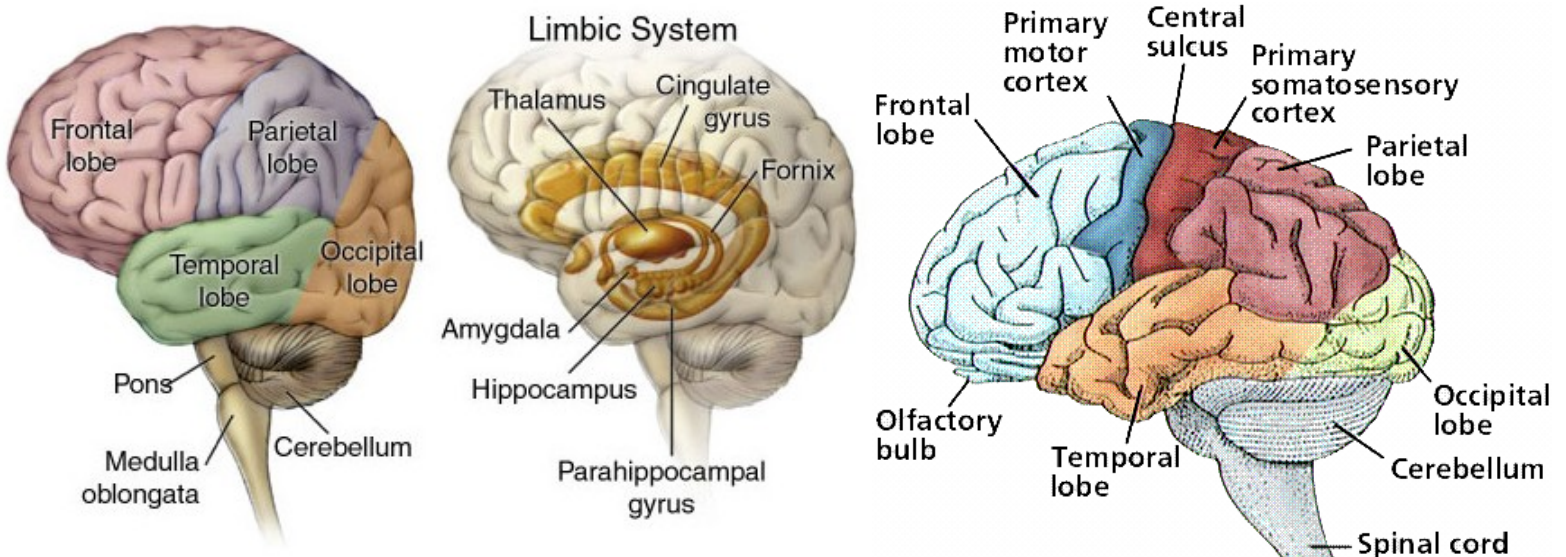
cicavce - mačka



Dorsal View

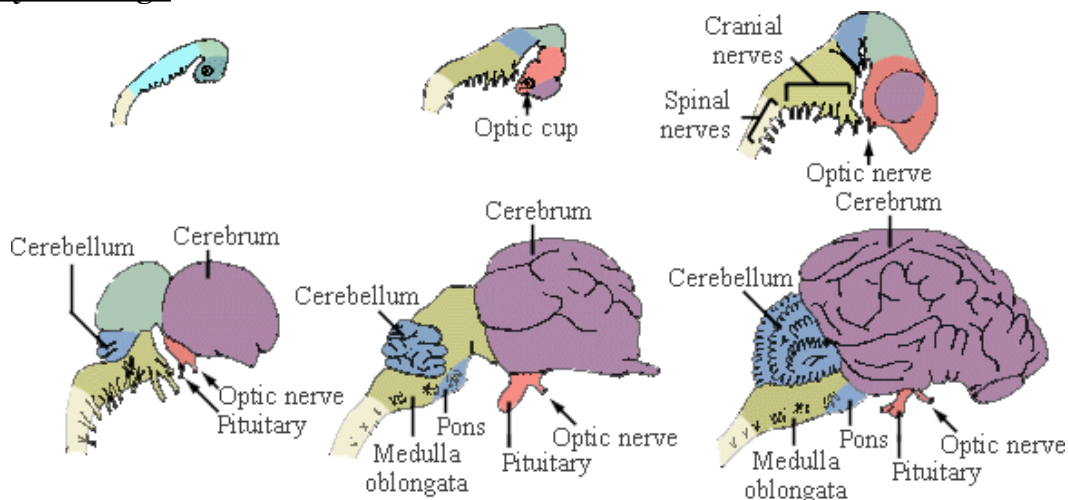
Sagittal Section

cicavce - človek





## ontogenetický vývin mozgu



### ● telencephalon

- hemisféry spojené rôznymi komisúrami
- čuchové laloky - **commissura anterior**
- u vajcorodých a vačkovcov **commissura pallii**
- u placentovcov **corpus callosum**
- spodok hemisfér - **mozgový plášť (pallium)** - u cicavcov najmohutnejší
  - histologicky: kôrová vrstva (gangliové bunky)
  - dreňová vrstva (myelínové axóny)
- gyrifikácia: **gyri** (valy), **sulci** (brázdy)
  - obrovské množstvo gangliových buniek
  - vyššie cicavce: pamäť, vedomie, psychologické javy
- vpredu: čuchové laloky (**lobi olphactorii**)
- I. pár - čuchový nerv (**nervus olphactorius**) S

### ● medzimizog (diencephalon)

- zrakové laloky (**lobi optici**) - II. pár - zrakový nerv (**nervus opticus**) S
- **chiasma opticum** (spodina medzimizogu) - úplná alebo čiastočná
  - na nej hypofýza
- vnútoraná hmota - **thalamus** - gangliové jadrá + uzlinové telieska -> ústredie dostredivých dráh
- vrchná strana - **parietálny orgán** - vzruchy do nepárneho temenného oka (rudiment)
- u väčšiny stavovcov **epifýza** (endokrinná žľaza)

### ● stredný mozog (mesencephalon)

- vrchná vrstva - **tectum**, väčšina stavovcov 2 laloky (**corpora bigemina**), cicavce (**corpora quadrigemina**) - zrakové a sluchové centrá
- ostatné časti tegmentum (riadi pohyby očných svalov) - vstup III. a IV. pár mozgových nervov
- III. pár - okohybný nerv (**nervus oculomotorius**) M
- IV. pár - kladkový nerv (**nervus trochlearis**) M

### ● mozoček (cerebellum)

- u cicavcov - hlboké zárezy
- vnútri je strom života (**arbor vitae**)
- centrum rovnováhy a koordinovaného pohybu

### ● predĺžená miecha (medula oblongata, myelencephalon)

- prechod medzi mozgom a miechou
- vrchná strana je bez nervového tkaniva (epitel)
- **vliacénina** - **fossa rhomboidalis** - kosoštvorcový tvar
- spodina - jadrá gangliových buniek - vegetatívne funkcie - dýchacie, cievohybné, srdcové reflexy
- jadrá (**nuclei**) - vychádzajú z nich alebo tu končia V.-XII. pár mozgových nervov
- V. pár - trojklanný nerv (**n. trigeminus**) S - koža hlavy, zuby
- VI. pár - odťažný nerv (**n. abducens**) M - svalstvo očí
- VII. pár - lícny nerv (**n. facialis**) M - mimika tváre

- VIII. pár - statoakustický (**n. statoacusticus**) S - sluchové a rovnovážne podnety
  - IX. pár - jazykovohltanový (**n. glossopharyngeus**) SM  
M - hltan, jazyk, slinné žľazy, S - čuch, hmat jazyka
  - X. pár - blúdívý nerv (**n. vagus**) SM - vnútorné orgány, jeho vetvy súčasť parasymptika  
- u rýb - vstup do bočnej čiary - **nervus lateralis**
- plazy, vtáky, cicavce**
- XI. pár - prídavný nerv (**n. accessorius**) SM - svalovina krku a hltanu
  - XII. pár - podjazykový nerv (**n. hypoglossus**) M - svalovina jazyka

### obvodové nervy

1. **dostredivé (aferečné)** - zadnými koreňmi do miechy a do mozgu nervami v čuchových, zrakových alebo v zmiešaných nervoch

dostredivé senzitivne:

**viscerosenzitivne** - hĺbkové zmysly

**somatosenzitivne** - kožný povrch

2. **odstredivé (eferčné)** - von z miechy prednými koreňmi, z mozgu m alebo zmiešanými nervami

**somatomotorické** - priečne pruhované svaly

**visceromotorické** - hladké svaly, srdce, žľazy

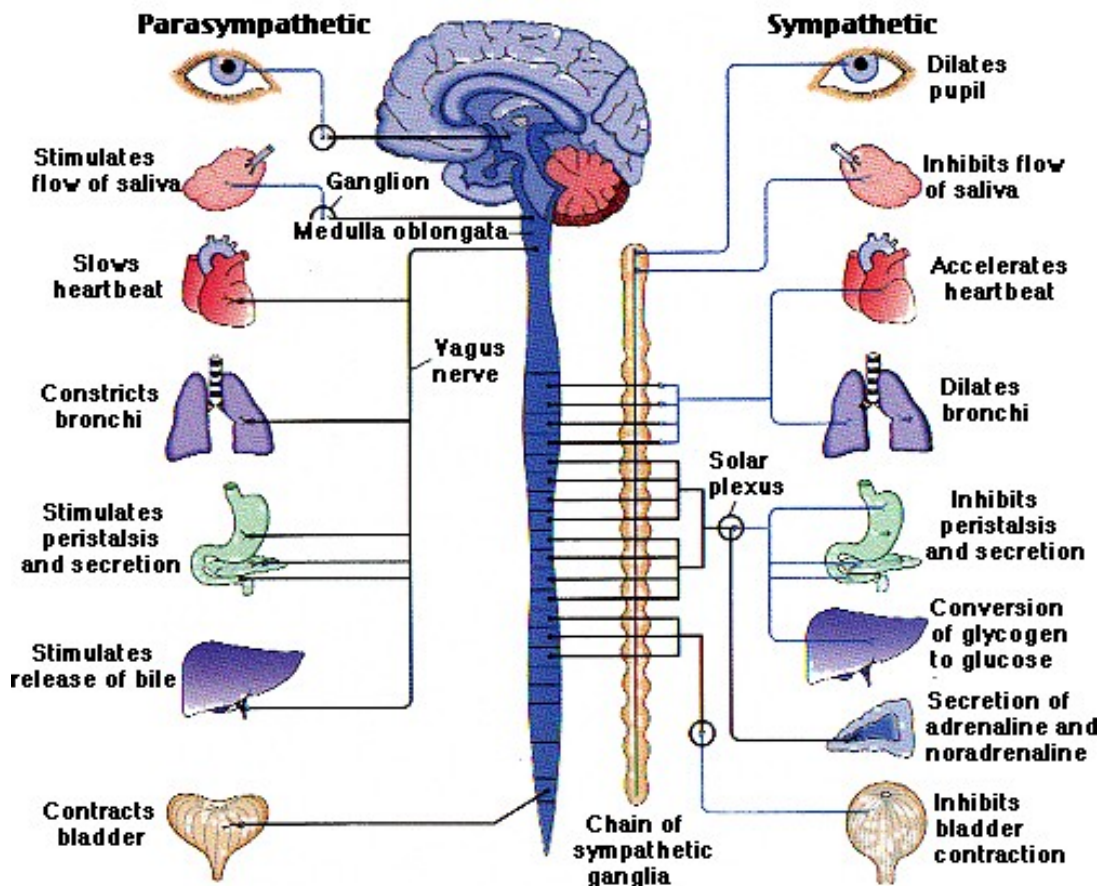
### vegetatívne nervy

- činnosť vnútorných orgánov
- pracuje ako nezávislý autonómny systém
- sympatické kmene + nuclei v predĺženej mieche
- periférne časti: **sympatické, parasympatické** nervové vlákna

1. **sympatické** - vystupujú zo sympatických uzlín v oblasti hrudných a bedrových stavcov a vstupujú do miechových segmentov tejto oblasti - **thoraco-lumbálna CO?**

2. **parasympatické** - **kranio-kaudálna**

- z III., VII., IX., X. páru mozgových nervov a z krížových segmentov miechy
- sympatická sústava - **ergotropná** - katabolické pochody
- parasympatická - **trofotropná** - anabolické pochody
- stres - zľaknutie, zrýchlenie krvného obehu, zvýšenie hladiny cukru



## 9 ZMYSLOVÁ SÚSTAVA

- zmyslové orgány (**organa sensuum**)

- podľa druhu energie adekvátneho podnetu:

**mechanoreceptory** - zmysel hmatový, prúdový, polohový

**chemoreceptory** - registrujú chemické signály - čuch, chuť

**fotoreceptory** - zrakové orgány - vnímajú intenzitu svetla, farbu, priehľadnosť, lesk, lomivosť rôznych hmôt a podobné javy súvisiace so svetlom

**termoreceptory** - registrujú mieru chladu alebo tepla

- podľa polohy:

**interoreceptory** (hlbkové): 1. **proprioceptory** - informujú o polohe a činnosti jednotlivých častí svalovej sústavy napr. nervosvalové a šľachové vretienka

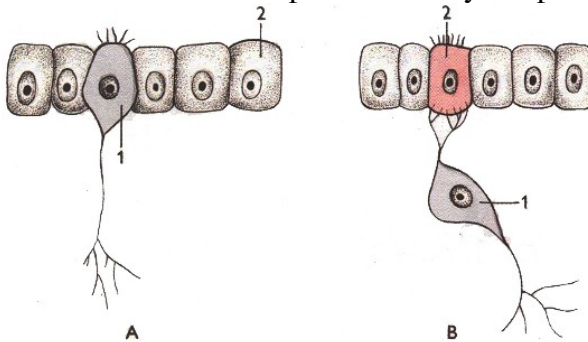
2. **enteroreceptory** - informujú o činnosti vnútorných orgánov

**exteroreceptory** (na povrchu tela) - väčšina zmyslových orgánov

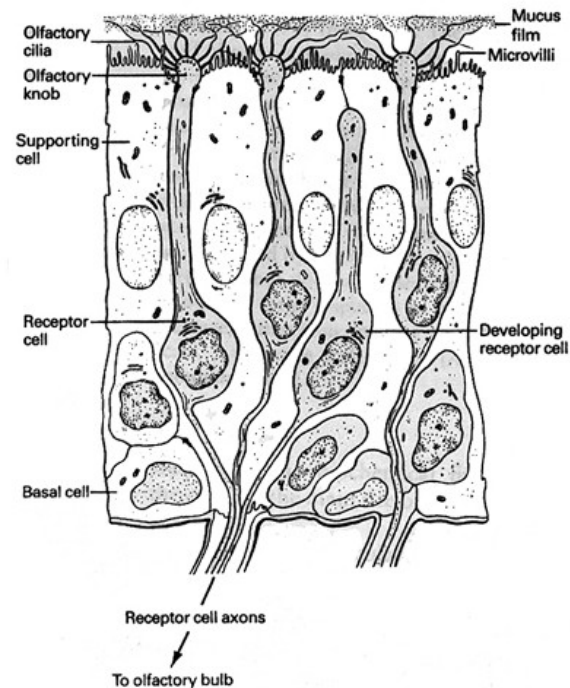
### primárne a sekundárne zmyslové bunky

**primárne** - modifikované neuróny - napr. čuchové bunky

**sekundárne** - modifikované epitelové bunky - napr. chuťové



Obr. 47: Typy zmyslových buniek. A - neuron, vysunutý k povrchu, reprezentuje primárny zmyslový buňku (napr. čuchovú buňku), B - neuron uložený pod povrchom epitelu je svými dendritickými výbežkami napojen na sekundárny zmyslový buňku, ktorá sa modifikovala z epitelovej buňky (napr. sluchová buňka). 1 - neuron, 2 - epitelová buňka premenená ve zmyslovú buňku. Orig.



### ● **mechanoreceptory - všeobecné zmysly**

#### povrchové zmysly

1. hmatové chlpy cicavcov (**pili tactiles**) - napr. okolo úst
2. hmatové pierka vtákov (**vibrissae**)
3. Meisnerove telieska - v zamši (chodidlá, dlane)
4. Grandryho telieska - plazy, vtáky (podnebie, jazyk, okolie zobáka)
5. Krauseho telieska - chladové receptory v zamši cicavcov (pery, jazyk, koža)
6. Ruffiniho telieska - vnímanie tepla
7. Herbstove telieska (zobák a okolie, ústna dutina vtákov)
8. Brownove a hogganove telieska (tlapy medved'ov)
9. Merkelove terčičky (rypák ošípanej)

#### hlbkové hmatové telieska

1. Vater-Pacciniho telieska - v zamši, v svalových pošvách, úponoch, okostica, ochrupkovica, väzivové obaly všetkých vnútorných orgánov
2. svalové vretienka (pozmenené vlákna priečne pruh. svaloviny), registrujú zmeny v natiahnutí svalu
3. šľachové telieska - voľné nervové zakončenia v mieste, kde sa šľacha spája so svalom

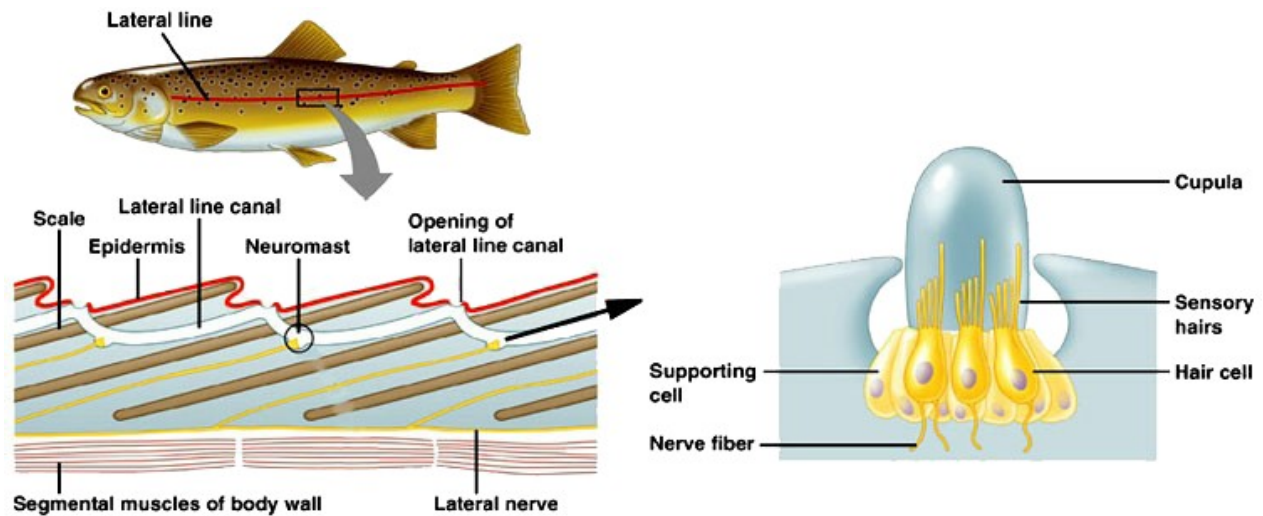
### ● **mechanoreceptory - špecializované zmysly**

1. bočná čiara (**linea lateralis**) - žralokov, rýb a chvostnatých obojživelníkov
2. rovnovážne a sluchové (**statoakustické**) orgány

#### bočná čiara (linea lateralis)

- ryby a obojživ. žijúce trvale vo vode - vnímanie prúdenia a tlaku vody
- dva po bokoch tela prebiehajúce kanáliky, v hlave sa vetvia na labyrint chodbičiek
- kanáliky vyúsťujú početnými krátkymi vývodmi, do ktorých vniká voda
- v ich stenách sú okrsky sekundárnych zmyslových buniek (**neuromastov**) napojených na vetvu blúdivého nervu (n. vagus)
- živočích je informovaný o prúdení vody, sile vodného prúdu, ale aj o pohybe iných živočíchov

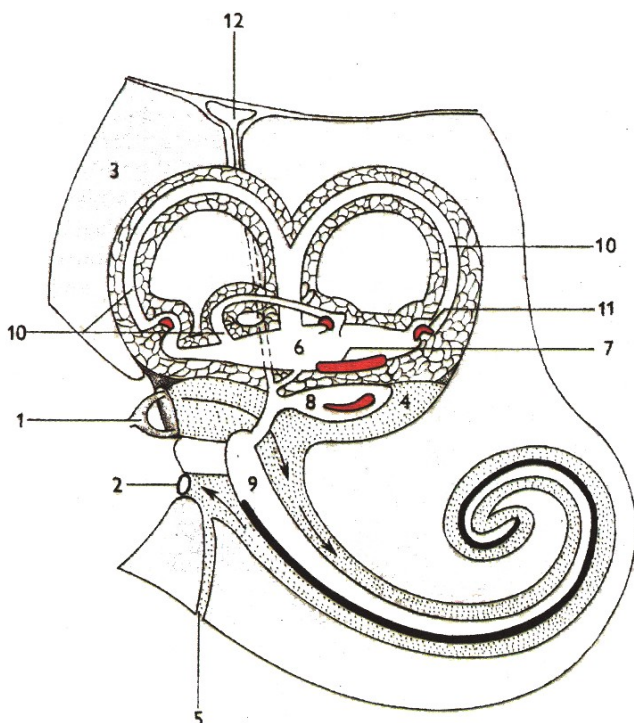




### statoakustické orgány stavovcov

- rovnovážny aparát je dobre vyvinutý u všetkých stavovcov
- ektodermálny pôvod (po bokoch mozgu)
- vzniká poklesnutím pod pokožku, uzatváraním sa do vaku - s povrchom tela komunikuje kanálikom (**ductus endolymphaticus**) - otvorený zostáva u žralokov
- u väčšiny stavovcov je uzavretý v podobe vaku (**saccus endolymphaticus**) v lebečnej dutine
- na dorzálnej strane vnútorného ucha sú tri polkruhové chodby - 2 vertikálne, 1 horizontálna (**ductus semicircularis anterior, posterior, lateralis**) - sú orientované v 3 rovinách v priestore
- vnútorné ucho sa diferencuje na dorzálny vačok (**utrículus**) (do ktorého ústia polkruhové chodby) a ventrálnejšie ležiace vrecúško (**sacculus**) a neskôr aj **lagena**
- nachádzajú sa tu ostrovčeky zmyslových buniek - **macula utriculi, macula sacculi, macula lagenae**
- polkruhové chodby aj utrículus, sacculus a lagena sú vyplnené **endolymfou** a sú ako súčasť **blanitého labiryntu (labyrinthus membranaceus)** v spoločnej **kostenej dutinke (vestibulum)**, ktorá je vyplnená **perilymfou**
- v ampulách sú **cristae ampulares** - zhľuky zmyslových buniek
- u niektorých stavovcov sa tu nachádzajú **statolity (otolity)** - **utrikolit, sacculolit, lagenolit**
- maculi reagujú na lineárne zrýchlenie
- cristi na zmeny v polohe hlavy a tela.
- zo zmyslových buniek - prenos vzruchu do **vestibulokochleárneho nervu**

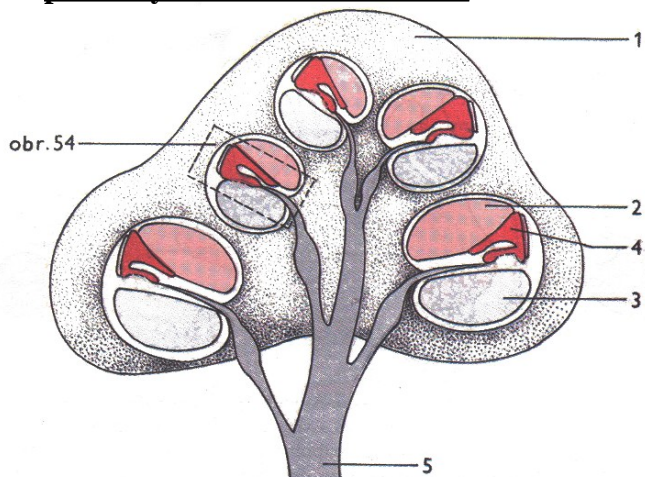
### schéma stavby vnútorného ucha cicavcov



1. strmienok (**stapes**)
2. okienko slimáka (**fenestra cochlea**)
3. skalná kosť (os petrum)
4. perilymfatický priestor
5. ductus perilymphaticus
6. utrículus
7. macula utriculi
8. sacculus s macula sacculi
9. lagena s Cortiho orgánom
10. polkruhové chodby s cristae ampulares (11)
12. saccus endolymphaticus

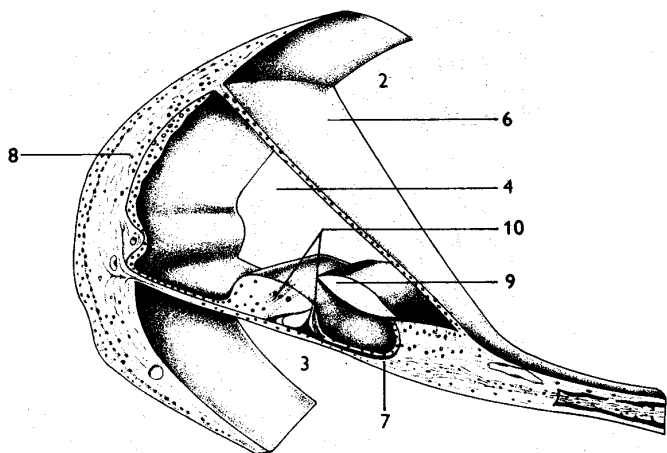


## pozdĺžny rez slimákom človeka



1. skalná kosť (os petrum)
2. predsieňová chodba
3. bubienková chodba
4. blanitý labyrint s Cortiho orgánom
5. sluchová časť vestibulokochleárneho nervu
6. detail blanitého labyrintu

## detail výseku blanitého slimáka



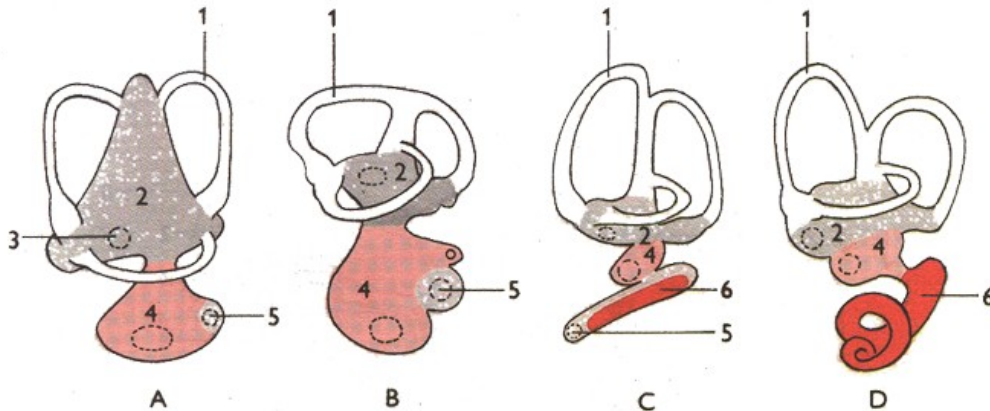
2. predsieňová chodba
3. bubienková chodba
4. priestor blanitého labyrintu s Cortiho orgánom
6. vestibulárna membrána
7. bazilárna membrána
8. spirálny ligament
9. tektoriálna membrána
10. Cortiho orgán s vláskovitými bunkami

## akustický orgán

- vyvinul sa u suchozemských stavovcov, ryby prenášajú zvuk pomocou **weberovho aparátu**
- základ sluchovej časti vnútorného ucha u ostatných stavovcov je **lagena**
  - u obojživelníkov dochádza k jej preťahovaniu
  - u plazov a vtákov je vo forme slepého kanála.
  - cicavce ju majú špirálovito stočenú v **ductus cochlearis**
- preťahovanie novej skupiny zmyslových buniek (**papilla basalis**) v slimákovi, jej receptory sa stávajú základom **Cortiho orgánu (organum spirale)** - vnímanie vibrácií zvukových vĺn
- s lagenou sa zväčšuje perilymfatický priestor (okolo blanitého slimáka), ktorý je zavesený v kostenom slimákovi
- priestor kosteného slimáka je rozdelený na 2 chodby:
  - dorzálne od blanitého slimáka : **predsieňová chodba (scala vestibuli)**
  - ventrálne od blanitého slimáka: **bubienková chodba (scala tympani)**
- s dutinou stredného ucha komunikujú **okienkami**
  - scala vestibuli - **predsieňovým okienkom (fenestra vestibuli ovalis)**
  - scala tympani - **slimákovým kruhovým okienkom (fenestra cochleae rotunda)**
- obe chodby na vrchole slimáka sú spojené otvorom (**helicotrema**), ktorý slúži na vyrovnávanie vibrácií perilymfy
- predsieňové okienko u cicavcov komunikuje so **strmienkom (stapes)** - prenos vibrácií zo sluchových kostičiek na perilymfu v predsieňovej chodbe
- kmitanie strmienka sa prenáša perilymfou na bubienok slimákového okienka (**membrana tympani secundaria**)
- obojživelníky nemajú slimákové okienko, jeho funkciu plní **perilymfatický vak (saccus perilymphaticus)**
- blanitý slimák - v priereze trojuholníkovitý tvar

- vrch - **membrana vestibularis (Reissneri)**
- dno - **membrana basilaris** (tu je Cortiho orgán)
- vrch a dno sú spojené špirálovitým ligamentom (**ligamentum spirale cochleae**)
- vláskovité bunky Cortiho orgánu -> prenos podnetu -> transformácia v nervový vzruch
- z vnútornej strany na vláskovité bunky Cortiho orgánu nalieha **membrana tectoria** - ohýba vlásky buniek a dráždi ich

### statoakustické orgány stavovcov fylogenéza



Obr. 52: Schéma evoluce vnútorného ucha obratlovců. A - vnútorné ucho kostnatých rýb s dobre vyvinutým utrikulom a sakulom a s naznačenou lagenou, B - vnútorné ucho žab s dobre vyvinutou lagenou, C - vnútorné ucho ptákov s predĺženou lagenou a s papilla lagenae na konci lagény. Vyvinutá je poprvé i nová papila - papilla basilaris (Cortiho orgán) na dne lagény, D - vnútorné ucho savcov s lagenou stočenou v hlemýžď. 1 - polokružné chodby, 2 - utriculus s macula utriculi (3), 4 - sacculus s macula sacculi, 5 - lagena s macula lagenae, 6 - cochlea s papilla basilaris. Upraveno podľa Ihleho et al., 1971.

**kruhoústnice** (Cyclostomata) - málo diferencovaný, prípadne spojený utriculus a sacculus, 2 polkruhové chodby (slizovky iba 1), bez ampúl

**vodné čel'ustnatce** (Gnathostomata) - utriculus, sacculus s lagénou a tri polkruhové chodby s ampulami

**obojživelníky** - 3 polkruhové chodby, utriculus, sacculus, predĺženú lagénu, v ktorej je papila basilaris, ductus perilymphaticus, elipsovité predsieňové okienko, slimákové okienko, stredné ucho s 1 **sluchovou kostičkou (columella)**

- stredné ucho s nosohltanom je spojené Eustachovou trubicou

**plazy a vtáky** - majú 3 polkruhové chodby, utriculus, sacculus a predĺženú, resp. zahnutú lagénu a náznak vytvorenia troch chodieb: scala vestibuli, scala tympani, scala mediana, dokonalejšiu papilu basilaris, elipsovité predsieňové a okrúhle slimákové okienko

- stredné ucho s 1 kostičkou a eustachovu trubicu

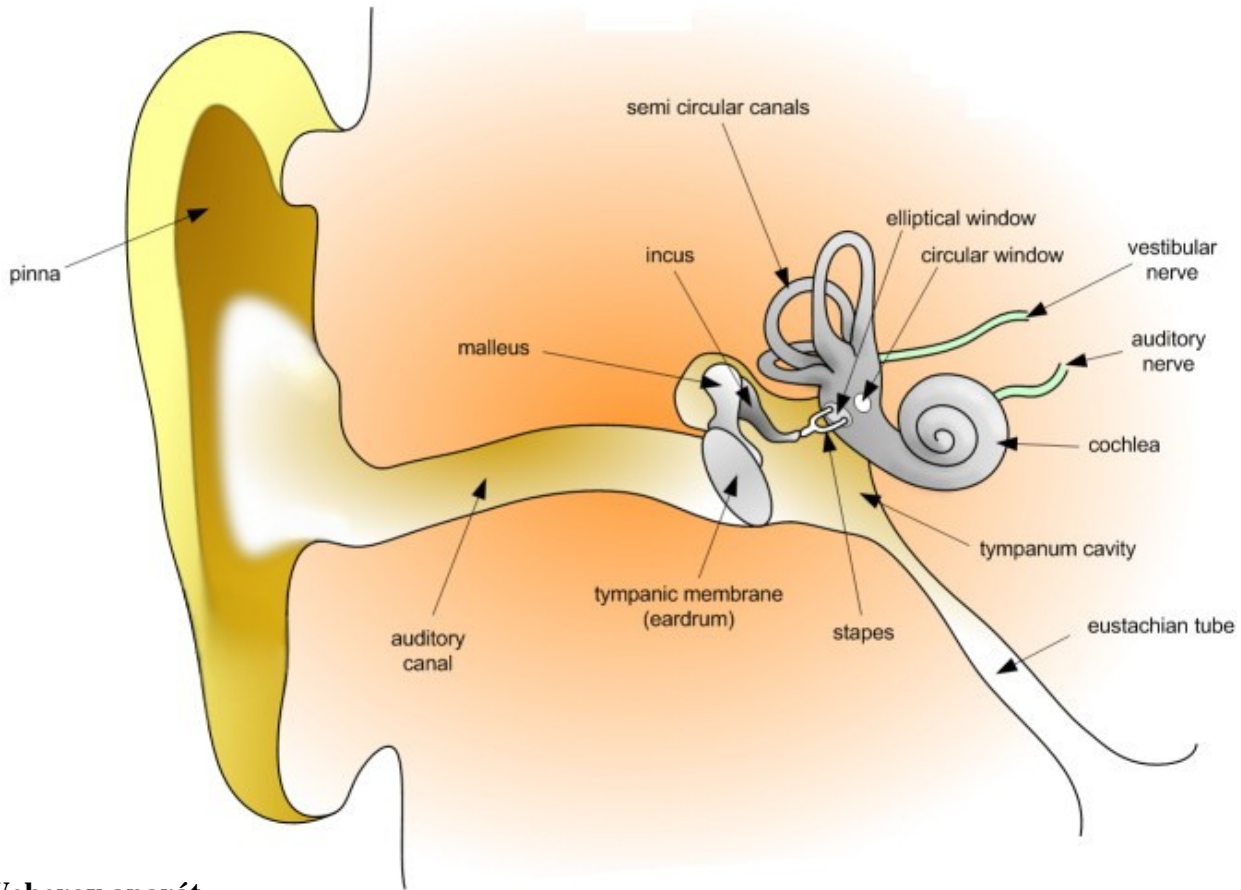
- vonkajšie ucho sa iba začína vyvíjať

**cicavce** - 3 polkruhové chodby, utriculus, sacculus, lagéna je stočená a tvorí sluchovú časť v podobe slimáka (**cochlea**)

- výrazne je oddelená polohová rovnovážna časť ucha

- vyvinutý je Cortiho orgán, 3 chodby, elipsovité predsieňové okienko, okrúhle slimákové okienko, stredné ucho, 3 kostičky - **malleus, incus, stapes**, Eustachovu trubicu a vonkajšie ucho

## pozdĺžny prierez udom človeka

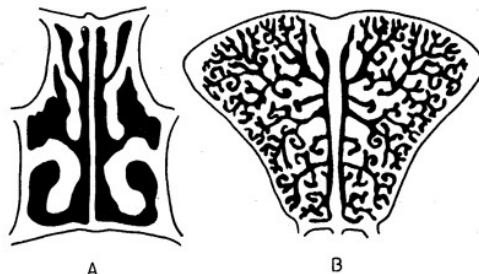


### Weberov aparát

- u rýb slúži ako akustický orgán
- ryby vydávajú zvuky za pomoci kĺbov a svalov upínajúcich sa na plynový mechúr
- zvuky sú vnímané v sacculu na macula sacculi
- prenos zvukov z rezonujúceho plynového mechúra na perilymfu vnútorného ucha
- ide o systém modifikovaných častí prvých stavcov a rebier, ktoré kaudálne naliehajú na plynový mechúr a kraniálne na okienko perilymfatického priestoru.

### čuchové orgány (organa olfactoria)

- chemický zmysel diaľkový
- živočíchy podľa čuchových schopností:
  - ♦ **makrosmatické** (dobře vyvinutý čuch) - napr. šelmy, kopytníky, hlodavce
  - ♦ **mikrosmatické** (málo vyvinutý čuch) - napr. opice, človek
  - ♦ **anosmatické** (bez čuchu) - veľryby
- čuchové orgány - sústredené v horných dýchacích cestách, v nosnej časti neďaleko vnútorných nozdier
- kruhoústnice - 1 čuchová jamka
- drsnokožce, ryby - dve čuchové jamky
- sliznatky - 1 čuchová jamka ústiaca do **nasopharyngeálneho vaku** (vedie do hltanu)
- čuchové bunky - primárne zmyslové bunky
  - spolu s výstelkovým epitelom pokrývajú steny nosných dutín
- u niektorých skupín (plazy, vtáky, cicavce) pokrývajú špirálovité vchlípeniny do nosných dutín (**conchae**), ktoré bývajú spevnené chrupavkovitými alebo kostnými tkanivami



Obr. 101. Prierez čuchovou sliznicou (podľa Geilera). A - mikrosmatické živočíchy, B - makrosmatické živočíchy



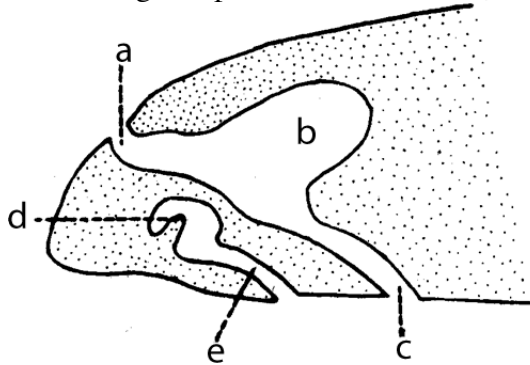
### Jacobsonov orgán (organon vomeronasale)

- párovitá dutina, ktorá sa vychlipuje z nosných dutín smerom k ústnej dutine
- od nosných dutín sa postupne oddeľuje a s ústnou dutinou sa spája osobitnou chodbičkou -

#### **Stensonovým kanálom**

- slúži na vyhodnotenie pachov a vôní potravy, ktorá sa do tohto orgánu dostáva jazykom
- v typickej podobe sa vyskytuje u hadov, jašterov, modifikovaný u niektorých obojživelníkov, výnimočne aj u cicavcov (vačkovce, hmyzožravce, hlodavce, kopytníky)

Jacobsonov orgán u plazov



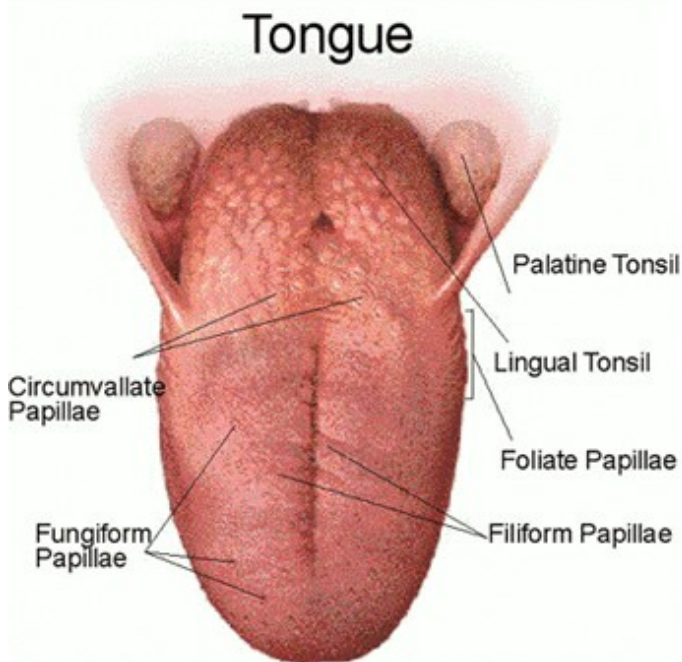
- a - vonkajšia nozdra
- b - nosná dutina
- c - vnútorná nozdra
- d - Jacobsonov orgán (organon vomeronasale)
- e - Stensonov kanál (ductus nasopalatinus)

### chuťové orgány (organa gustus)

- chuť je chemický zmysel kontaktný
- ako špeciálne zmysly sú vyvinuté len u stavovcov, u **rýb** sú rozptýlené v ústnej dutine a na prívieskoch okolo nej (napr. na fúzočoch), niekedy na hlave a trupe
- **obojživelníky** majú chuťové bunky len v ústnej dutine
- u **plazov** dochádza k ich sústredeniu na jazyku, podnebí, pod jazykom a pozdĺž vnútorného okraja spodnej čeľuste
- **vtáky** pri koreni jazyka a v hltanovej sliznici (ústna dutina a jazyk sú kryté rohovinou)
- **cicavce** majú chuťové bunky na jazyku

### chuťové orgány cicavcov

- chuťové bunky - sekundárne zmyslové bunky
  - majú krátky výbežok, ktorý vyčnieva do jamky v krycom epiteli
- spolu s podpornými bunkami sú zoskupené do okrskov tzv. **chuťových pohárikov**
- u cicavcov je väčšina pohárikov zoskupená na bradavkách jazyka
  1. **nitkovité papily (papilae filiformes)** - pokrývajú chrbát a bočné plochy jazyka
  2. **ohradené papily (papilae circumvallatae)** - umiestnené v rýhe pri koreni jazyka z dorz. strany
  3. **lístkovité papily (papilae foliatae)** - vyvinuté v podobe lístkovitých rias po bokoch koreňa jazyka
  4. **hubovité papily (papilae fungiformes)** nízke bradavky roztrúsené po bokoch jazyka a na jeho špičke



hradené



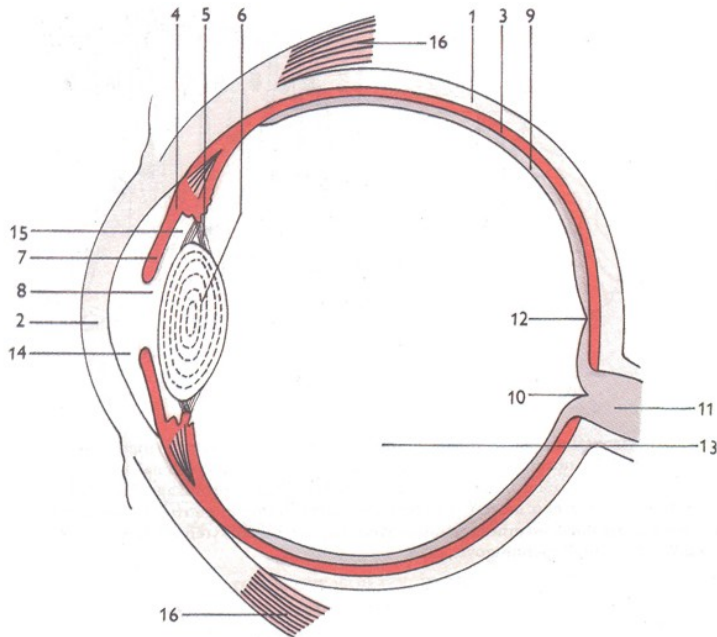
hubovité



lístkovité

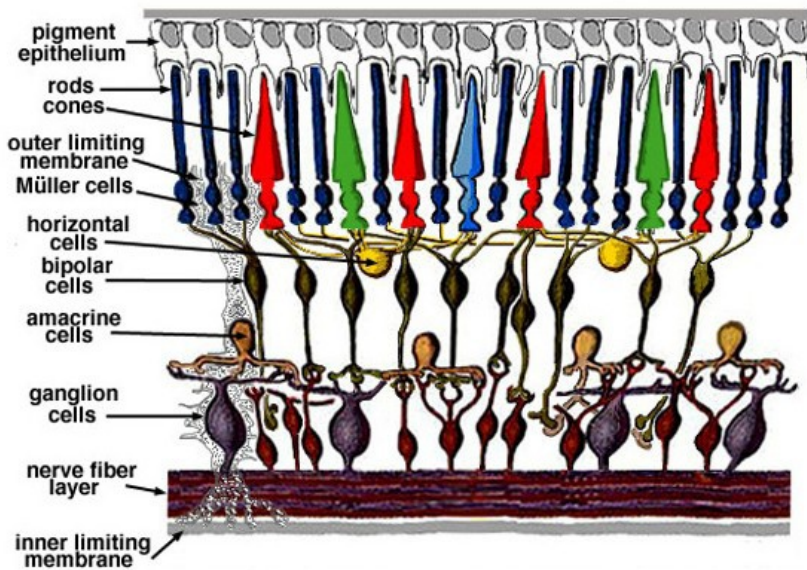


## anatomická stavba oka cicavca



1. bielko (**sclera**)
2. rohovka (**cornea**)
3. cievovka (**chorioidea**)
4. ciliárny sval (**corpus ciliare**)
5. riasnatý val (**zonula ciliaris**)
6. šošovka (**lens cristallina**)
7. dúhovka (**iris**)
8. zrenička (**pupilla**)
9. sietnica (**retina**)
10. slepá škvrna (**fovea coeca**)
11. zrakový nerv (**nervus opticus**)
12. žltá škvrna (**fovea centralis**)
13. sklovec (**corpus vitreum**)
14. predná očná komora
15. zadná očná komora
16. svaly očnej gule

## mikroskopický rez sietnicou



1. pigmentový epitel
2. vrstva tyčiniek a čapíkov
3. vrstva horizontálnych buniek
4. vrstva bipolárnych neurónov
5. vrstva gangliových buniek (multipolárne neuróny)
6. vrstva axónov gangliových buniek spájajúcich sa v zrakový nerv

## <sup>10</sup> ENDOKRINNÁ SÚSTAVA

- pôvod z nervovej sústavy
- anatomicky samostatná sústava
- zabezpečuje regulačný mechanizmus životných procesov
- produktom sú hormóny, ktoré sú vylučované buď do telových tekutín alebo niekedy hormóny vylučujú neuróny a prenos sprostredkovávajú neurity - **neurokrinná sekrécia**
- účinok môže byť jednorázový alebo dlhotrvajúci
- fungujú buď počas určitého úseku života alebo počas celého života jedinca
- najpreskúmanejšie sú endokrinné žľazy u hmyzu a u stavovcov, u ostatných skupín živočíchov sa endokrinológia len rozvíja

### endokrinná sústava hmyzu

- **neurosekretoické bunky** - nadradené ostatným žľazám

- produkujú ich **protocerebrálne lalôčky** a ostatné časti centrálnej nervovej sústavy
- protocerebrálne lalôčky produkujú **aktivačný hormón (AH)** - v hemolymfe aktivizuje činnosť **ekdyzónu** (hormónu, ktorý spôsobuje vzlietanie kutikuly pri prechode z jedného instaru do druhého)
- protocerebrálne lalôčky produkujú tiež **burzikón** - riadi začiatok sklerotizácie kutikuly
- **prisrdcovnicovité žľazy (corpora cardiaca)** - zhromažďujú neurosekrét z protocerebra, regulujú proces dýchania, stimulujú tvorbu tukov v tukovom telese
- **primozgové žľazy (corpora allata)** - **juvenilný hormón** - inhibítorom metamorfózy
  - pri nadbytku vznikajú gigantické larvy a hmyz pohlavne nedospieva
  - u imág stimuluje oogenézu (**gonadotropný hor.**)
- **predohrudná žľaza (glandula prothoracalis)** - produkuje **ekdyzón (zvliekačací hormón)**
  - po skončení metamorfózy degeneruje
- **ventrálna žľaza (glandula ventralis)** - blízka predohrudnej žľaze
  - po metamorfóze degeneruje
- **énocyty** - skupiny buniek ektodermálneho pôvodu
  - objavujú sa počas postembryonálneho vývinu
  - ich hormóny regulujú činnosť lipoproteínov, ovplyvňujú rast voskovej vrstvy epikutikuly

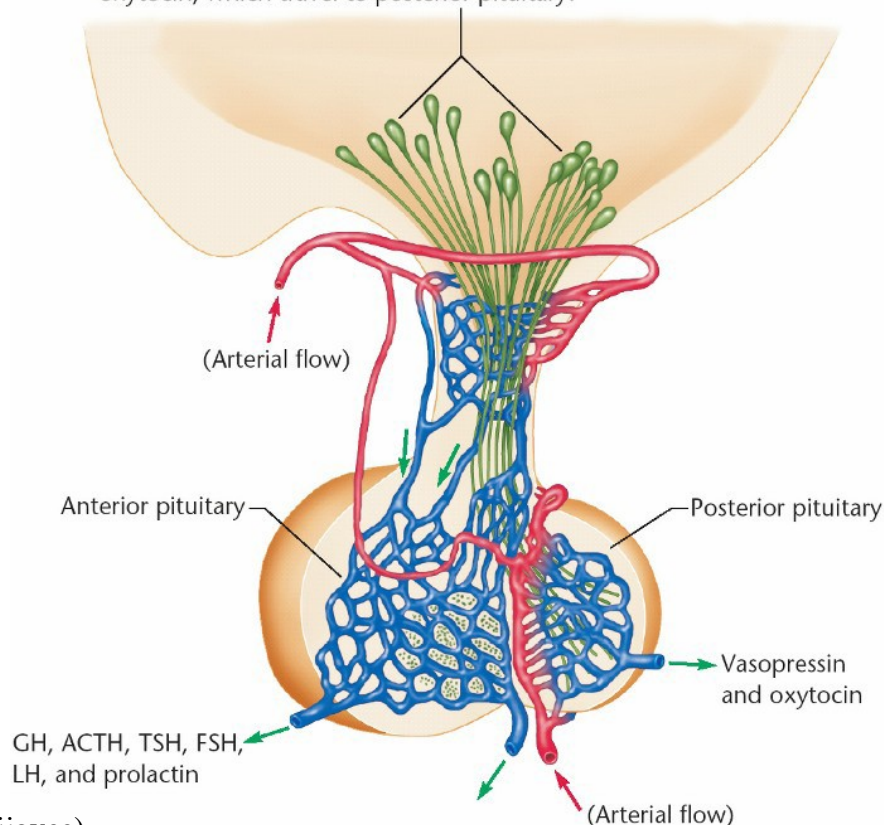
### endokrinná sústava stavovcov

- **hypofýza** - nadradená endokrinná žľaza
  - nachádza sa na spodine medzimozgu
  - kontroluje, riadi a ovplyvňuje činnosť ďalších endokrinných žliaz
  - pod kontrolou hypofýzy sú napr.:
    - štítne žľazy
    - kôra nadobličiek
    - pohlavné žľazy
  - nezávislými endokrinnými žľazami sú:
    - Langerhansove ostrovcy pankreasu
    - týmus
    - prítitné telieska
    - dreň nadobličiek
  - skladá sa z
    - **predného laloku** - vznik z klenby primitívnej ústnej dutiny
    - **zadného laloku** - vznik vychlípením medzimozgu, s ním spojený pomocou stopky (**infundibulum**)
    - **stredného laloku** - tvorený spojivovým tkanivom
    - spája predný a zadný lalok
- **predný lalok hypofýzy (adenohypofýza)**
  - **somatotropný hormón (STH)** - podporuje rast jedinca
    - jeho nedostatok v priebehu ontogenézy spôsobuje nanizmus, nadbytok hypofyzárny gigantizmus
    - nadbytok v dospelosti býva príčinou **akromegálie** (zmohutnenie čeľustí, kĺbových hlavíc)
  - **luteinizačný hormón (LH)** - ovplyvňuje vývin materských inštinktov
    - u samíc cicavcov ovuláciu, syntézu estrogénov a progesterónu
    - u samcov vývin pohlavných žliaz a tvorbu testosterónu
  - **folikuly stimulujúci hormón (FSH)** - podporuje vývin samčích a samičích pohlavných buniek
  - **prolaktín (PRL)** - stimuluje syntézu mlieka, syntézu progesterónu v žltom teliesku
  - **adrenokortikotropný hormón (ACTH)** - riadi činnosť kôrovej vrstvy nadobličiek
  - **tyreotropín (TSH)** - riadi činnosť štítnej žľazy (stimuluje tvorbu tyroidu)
- **zadný lalok hypofýzy (neurohypofýza)**
  - **vazopresín (antidiuretický hormón, adiuretin ADH)** - riadi spätnú rezorpciu v obličkách
    - podieľa sa na osmoregulácii
    - zvyšuje krvný tlak
  - **oxytocín** - pôsobí na sťahy hladkej svaloviny maternice pri pôrode
    - podmieňuje vylučovanie mlieka
- **intermediálny lalok hypofýzy**
  - **melanocyt stimulujúci hormón (MSH)** - syntéza melanínu v koži
- **hypotalamus** - okrsky žľazových buniek v spodine medzimozgu
  - **gonadotropný hormón (GRH)** - stimuluje folikuly stimulujúci hormón a sekréciu

luteinizačného hormónu

- **tyreotropný hormón (TRH)** - stimuluje sekréciu tyrotropínu (TSH)
- **kortikotropný hormón (CRH)** - stimuluje sekréciu kortikotropínu (ACTH)
- **prolaktín inhibujúci faktor (PIF)** - potláča sekréciu prolaktínu (PRL)

Hypothalamus secretes releasing hormones and inhibiting hormones that control anterior pituitary. Also synthesizes vasopressin and oxytocin, which travel to posterior pituitary.



#### - štítna žľaza (glandula thyreoidea)

- leží na ventrálnej strane hrtanu
- vyvíja sa z hypobranchiálnej rýhy (kopijovce)
- produkuje **tyroxín T4**:
  - stimuluje rast, diferenciáciu, metabolizmus a telesnú teplotu
  - je to jódový derivát **thyramínu**, jeho produkcia je podmienená metabolizmom jódu
  - nedostatok jódu v potrave spôsobuje hypertrofizáciu štítnej žľazy (väčšia štítna žľaza zachytí z krvného obehu viac jódu)
  - trvalý nedostatok jódu spôsobuje metabolické poruchy i psychické poruchy (kretenizmus)
  - nadbytok jódu spôsobuje hyperfunkciu štítnej žľazy (Basedova choroba) - zrýchlenie metabolizmu, katabolické pochody, chudnutie, nevoľnosť, trasenie

#### - štítné parafolikulárne bunky (ultimobranchiálne telieska)

- derivátom posledného embryonálneho hltanového vaku
- endokrinné žľazy žralokov, rýb, obojživelníkov
- produkujú **kalcitonin**, ktorý znižuje koncentráciu vápnika v plazme (antagonista parathormónu)
- u cicavcov dochádza k ich inkorporácii štítnou žľazou

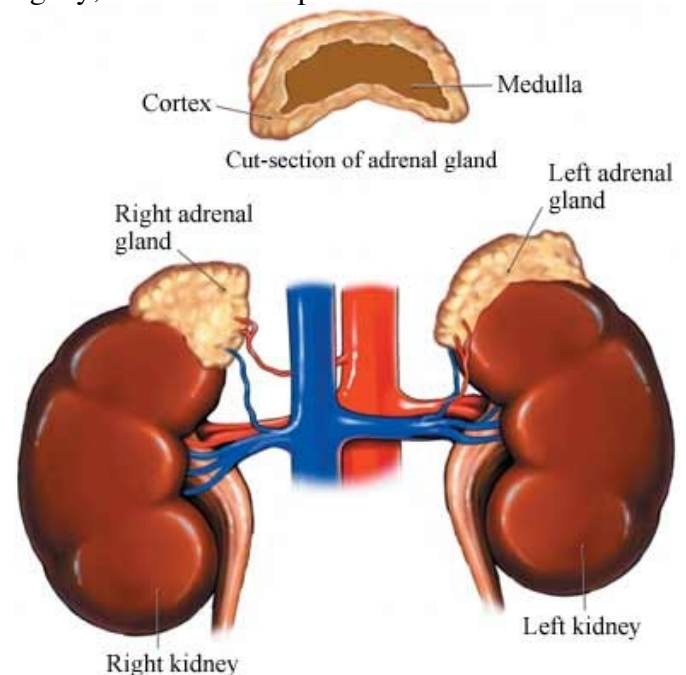
#### - prištítné telieska (glandulae parathyroideae)

- sú vyvinuté len u Tetrapoda,
- derivátmi 3. a 4. páru embryonálneho hltanového vaku
- produkujú **parathormón**, ktorý reguluje (zvyšuje hladinu vápnika v krvi)

#### - nadobličky (glandulae suprarenales)

- párový kompaktný orgán v podobe malých čiapočiek nad obličkami
- vyvinuté iba u cicavcov
- u plazov a vtákov ležia v podobe pozdĺžnych teliesok v blízkosti gonád
- nižšie stavovce (ryby) zhluky ostrovčekovitých buniek alebo v pruhoch uložených buniek v blízkosti obličiek (obojživelníky)

- u cicavcov na reze rozoznávame kôru a dreň
- tieto štruktúry nie sú geneticky ani funkčne jednotné
- u nižších stavovcov (rýb) tvorí kôra a dreň samostatné orgány, ktoré sa v kompaktnú cicavčiu nadobličku zoskupili druhotne



- **kôra nadobličiek (cortex, u rýb interrenálny orgán)**

- mezodermálny pôvod
- hormóny:

- **mineralkortikoidy (aldosteron)** - zasahujú do výmeny elektrolytov, hospodárenie s vodou
- **glukokortikoidy (kortisol, kortikosteron)** - zasahujú do metabolizmu glycidov
- **pohlavné hormóny (steroidy, androgén, estrogén, progesterón)** - ovplyvňujú druhotné pohlavné znaky

- **dreň nadobličiek (medulla, u rýb suprarenálny orgán)**

- zložená z **chromofilných buniek** (dobre farbiteľných chrómovými soľami) **neurálnej lišty**
- ektodermálny pôvod
- u rýb tvorí suprarenálny orgán ostrovčeky buniek, u obojživelníkov, plazov, vtákov sa druhotne sťahujú do vnútra interrenálneho orgánu
- hormóny:

- **adrenalín**
  - **noradrenalín**
    - regulujú metabolizmus tukov a glykogénu, krvný tlak, srdcovú akciu
    - noradrenalín - mediátor sympatika
- noradrenalín pôsobí skôr periférne?**

- **Langerhansove ostrovčeky (insulae pancreaticae)**

- zhluky žľaznatých buniek s endokrinnou činnosťou
- uložené v stene predného čreva (kruhoustnice, ryby)
- u Tetrapoda v parenchyme pankreasu (exo- aj endokrinná žľaza)
- veľkosť u stavovcov: 0,1-15 mm
- počet: až 2 milióny.
- hormóny - podieľajú sa na regulácii hladiny krvného cukru:

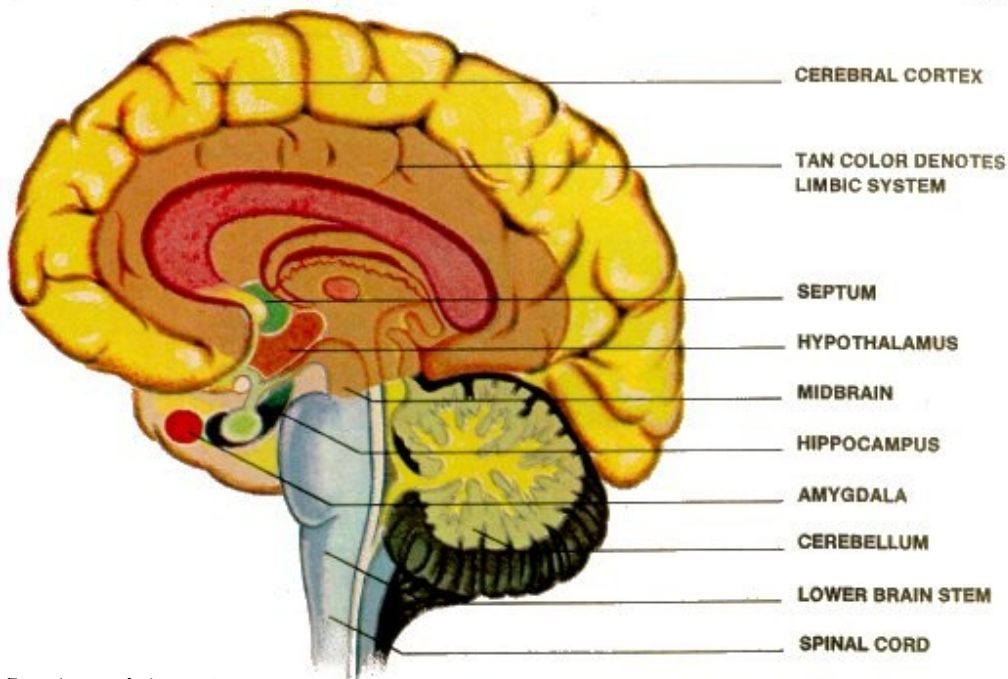
- **inzulín** - zvyšuje - ukládanie glykogénu, syntézu mastných kyselín, proteínov
  - znižuje hladinu glukózy v krvi
- **glukagón** - štiepi glykogén na glukózu v pečeni
  - zvyšuje hladinu glukózy v krvi

- **pineálny orgán, epifýza (glandula pinealis, epiphysis cerebri)**

- v ptákov a cicavcov - vychlípenina z medzimizgy (**epithalamus**)
- u rýb, obojživelníkov a plazov - homologická s pineálnym orgánom, ktorý mal pôvodne svetločuvnú funkciu
- hormonálne funkcie dodnes nie sú presne vymedzené
- produkuje:

- **melatonín** (podporuje vývin gonád)





- vaječníky (ovaria)
  - **estradiol, estrogén** - ktoré stimulujú sexuálny vývin a správanie samičiek
- žlté teliesko (corpus luteum)
  - **progesterón** - stimuluje rast maternice a mliečne žľazy
  - **relaxín** - stimuluje relaxáciu **synphysis osis pubis** a dilatáciu **krčka maternice (cervix uteri)** pri pôrode
- placenta
  - **choriogonadotropín (hCG)** - stimuluje syntézu progesterónu v žltom teliesku
- semenníky (testes)
  - **testosterón** - produkovaný **Leydigovými bunkami**
    - stimuluje rast svalov, sexuálny vývin a celkové správanie, ako aj rast skeletu v skorom postnatálnom období
- žalúdok, črevo
  - **gastrín** - stimuluje sekréciu HCl
  - **sekretín** - stimuluje sekréciu kyseliny uhličitej acinóznymi bunkami pankreasu
  - **cholecystokín (CCK)** - stimuluje sekréciu inzulínu a glukagónu
- obličky (renes)
  - **erythropoetín (EP)** - stimuluje erytropoézu
- týmus
  - **tymozín** - stimuluje proliferáciu a diferenciáciu lymfocytov
- urofýza (neurohypophysis spinalis caudalis)
  - v kaudálnej časti miechy rýb
  - skupina neurosekrečných buniek, ktorých neurosekrét je odvádzaný po neuritoch
  - zloženie neurosekrétu nie je dodnes celkom objasnené
  - neurosekréty urofýzy pravdepodobne regulujú obsah solí v krvi a sekréciu plynov do plynového mechúra rýb

## <sup>10</sup>POHLAVNÁ SÚSTAVA

- zabezpečuje reprodukciu organizmu
- zachovanie druhu
- tvorba pohlavných buniek v gonádach
- zloženie: - pohlavné žľazy (gonády)
  - pohlavné vývody
  - prídavné žľazy pohlavnej sústavy
  - páriace alebo kopulačné orgány (zabezpečujú osemenie a oplodnenie, ktoré u živočíchov nemusia prebiehať v rovnakom čase)

### gonády

- zárodočný epitel -> **gonocyty** -> gaméty
- u stavovcov vždy mezodermálneho pôvodu
- sú v dutine **gonocoelu**, ktorý je zvyškom coelomu
- ♦ **semenníky (testes)**
- ♦ **vaječníky (ovaria)**
- ♦ **obojpohlavná žľaza (ovotestes)**
- gonochorizmus (živočíchy sú oddeleného pohlavia)
- hermafroditizmus (živočíchy sú obojpohlavné):
  1. **simultánny** (samčie i samičie gaméty dozrievajú naraz - napr. u črevných parazitov)
  2. **sukcedánný** (zabezpečenie proti samooplodneniu):
    1. **proterandrický** (ako prvé dozrievajú samčie gaméty)
    2. **proterogyneický** (ako prvé dozrievajú samičie gaméty)

### gonády hubiek, mechúrníkov a ploskavcov

- pohlavné bunky **hubiek** vznikajú z **archeocytov**
- z jedného archeocytu vzniká buď 1 vajíčko alebo väčší počet spermií
- okolo vajíčok sa vyskytujú vyživovacie bunky, ktoré môžu byť vajíčkom fagocytované
- medzi hubkami sa vyskytujú hermafrodity aj gonochoristy
- spermie sa dostávajú z tráviacej dutiny jednej hubky do paragastrálnej dutiny hubky druhej, prevrtávajú sa do mezogleovej vrstvy a oplodňujú zrelé vajíčka
- oplodnené vajíčka sa brádzia a materskú hubku opúšťajú larvy
- u **mechúrníkov** sa pohlavné bunky vyskytujú v primitívnych gonádach v mezoglei (napr. u medúz na spodnej strane klobúka, pod radiálnymi chodbami gastrovaskulárnej sústavy a na manubriu)
- zrelé gaméty opúšťajú materské telo a aktívne sa dostávajú do druhého jedinca

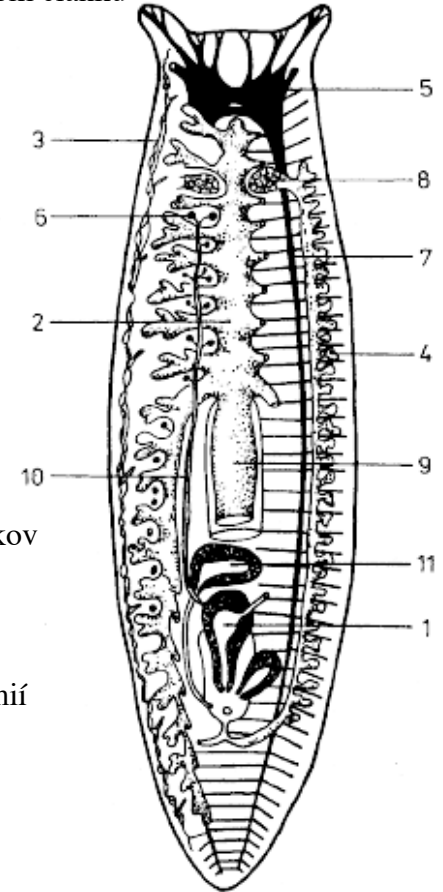
### gonády ploskavcov (Plathelminthes)

- u ploskavcov nachádzame gonády, ktoré sa podobajú na jednoduché gonády mechúrníkov až po zložité hermafroditické gonády
- u ploskulice *Xenoturbella borki* sa spermie i vajíčka diferencujú v parenchýme v ľubovoľnom mieste tela
- zrelé spermie sa dostávajú aktívnym pohybom do TS a ústami sú prilepované na povrch inej ploskulice
- nastáva ich migrácia do telesného parenchýmu, kde oplodňujú zrelé vajíčka
- u mnohých ploskulíc sú diferencované zložité hermafroditické gonády, vrátane prídavných žliaz a páriacich orgánov
- u druhu *Dendrocoelum lacteum* sa pohlavné bunky vyvíjajú v párovitom vaječníku a väčšom počte semenníkov
- dva vajcovody (**oviducti**) a semenovody (**spermiducti**) sú spojené s dutinou **atrium**, ktorá sa navonok otvára jediným pohlavným otvorom
- vyvinutý je samčí kopulačný orgán penis v podobe svalnatého kuželovitého útvaru, vychlípiteľného do atria
- spermie prichádzajúce do atria sa najprv hromadia v **semennom vaku** (**vesicula seminalis**), odtiaľ odchádzajú **semenometom** (**ductus ejaculatorius**) cez penis do atria druhej ploskulice
- dostávajú sa do časti druhého jedinca, ktorá sa nazýva **kopulačná burza** (**bursa copulatrix**)
- zrelé vajíčka postupujú vajcovodmi (oviducti) do pošvy (vagina), ktorá sa otvára vedľa púzdra penisu do atria
- do každého vajcovodu vyúsťuje jedna **žltková žľaza** a neďaleko pošvy sa z vajcovodu vychlípuje **semenná schránka** (**receptaculum seminis**), ktorá slúži ako zásobáreň spermií

- **žltkové trsy** produkujú **žltkové bunky**, ktoré sa spolu vajíčkami dostávajú do atria, kde sú vajíčka oplodňované zo semenných schránok, obaľujú sa skupinami žltkových buniek a na povrchu vzniká **skleroproteínová hmota**, ktorá tuhne a vytvára **vaječný kokón**
- kokóny opúšťajú atrium a stopkami sa prichytávajú na rôzne predmety vo vode. embryonálny vývin prebieha v kokónoch vo voľnom prostredí. liahnu sa mladé ploskulice podobné dospelým jedincom, alebo u morských mnohočrevoviek (Polycladida) sa z vajíčka liahne obrvená **Müllerova larva**

- s hermafroditizmom a podobnou pohlavnou sústavou sa stretávame u motolíc a všetkých pásomníc
- u týchto skupín sú mohutne vyvinuté žltkové trsy, **škrupinotvorné žľazy** a maternica
- u pásomníc je hermafroditická pohlavná sústava vytvorená v každom článku
- dochádza k páreniu medzi jednotlivými článkami

Obr. 128. Anatomia sladkovodnej ploskulice (podľa viacerých autorov). 1 - pohlavné orgány, 2 - črevo, 3 - protonefridiá, 4 - vajcovod, 5 - mozgové ganglium, 6 - semenníky, 7 - brušný nervový pás, 8 - vaječník, 9 - hltan, 10 - semenovod, 11 - semenná schránka



### gonády páskovcov (Nemertini) a okrúhlovcov (Nemathelminthes)

#### - gonochoristy

#### **Nemertini**

- gonády sú vyvinuté v podobe homodynamicky sa opakujúcich váčkov po oboch stranách tela v parenchýme medzi postrannými laločnatými vychlípeninami čreva
- každý z takýchto váčkov má osobitný vývod
- kopulačné orgány chýbajú
- osemenenie sa deje buď vo vode, alebo aktívnym prenikaním spermií do vaječníkov

#### **Nemathelminthes**

- pohlavný dimorfizmus sa prejavuje v tvare zadného konca tela, u samčekov je kaudálna časť zaoblená a špirálovite zahnutá, u samičiek ostro zahrotená
- samčeky často menšie ako samičky
- samičie pohlavné orgány hlístov - dve trubice, ktoré uprostred tela vyúsťujú do spoločnej vagíny a táto pohlavným otvorom von
- vajíčka sa vyvíjajú vo vrcholových oddieloch trubíc
- v období dozrievania zostupujú bližšie k vývodom do oddielu označovaného ako maternica (uterus)
- jedná sa o tzv. **telogénnu pohlavnú sústavu**
- zriedkavejšie sa vyskytuje tzv. **hologénnu pohlavnú sústavu**, tvorená jedinou kľučkovitou trubicou, ktorej bočné steny slúžia ako vaječník a vnútorná dutina ako vajcovod a maternica
- gonády samcov sú pôvodne dvojvetvovou trubicou, ktorá má najčastejšie tvar kľučkovito vinutého vlákna, ktoré na konci prechádza v svalnatý **semenovod (spermiduct)** a tento v kloakálny oddiel konečníka
- v kloake sú umiestnené kopulačné orgány v podobe dvoch šabl'ovito ohnutých bodcov (**spiculy**)

### gonády obrúčkavcov (Annelida) - mnohoštetinavce (Polychaeta)

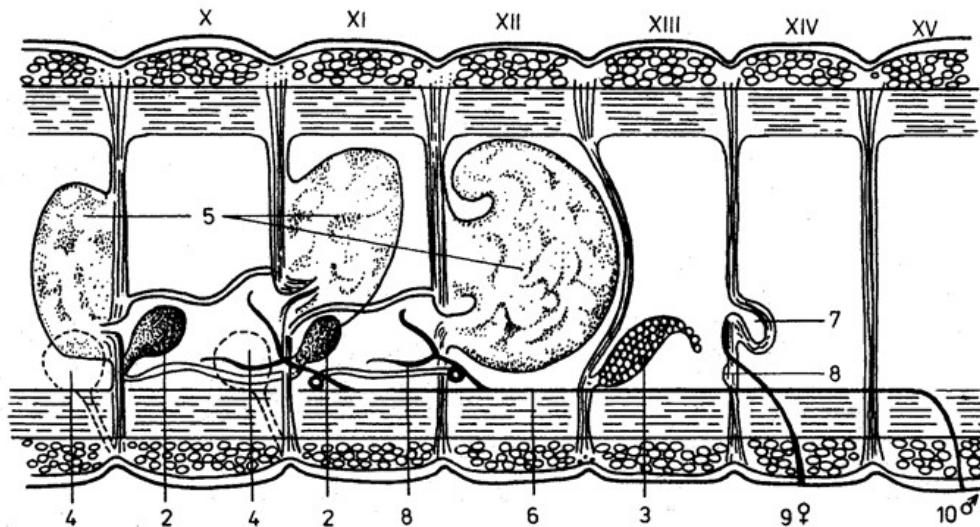
- gonochoristy, bez výrazného pohlavného dimorfizmu
- pohlavné žľazy sa vyskytujú takmer vo všetkých článkoch tela (s výnimkou hlavových a koncových), alebo v určitých tzv. **pohlavných článkoch**, a to v určitej ročnej dobe premenou epitelu stien coelomových váčkov
- bunky v blízkosti metanefridií sa začínajú deliť a tvoriť v stene coelomu gonádu
- pohlavné bunky padajú do dutiny coelomového váčku
- niektoré nemajú pohlavné vývody, preto ich gaméty sa dostávajú z tela po pretrhnutí telesnej steny
- u čeľade Capitellidae slúžia k odvádzaniu pohlavných buniek zvláštne lieviky s krátkymi vývodmi

na povrch tela

- u väčšiny mnohoštetinavcov lieviky splyvajú s nefrostomami metanefrídí
- metanefrídie slúžia aj ako gonodukty aj ako vylučovacie orgány
- oplodnenie mnohoštetinavcov je vonkajšie.

### **gonády obrúčkavcov (Annelida) - máloštetinavce (Oligochaeta) a pijavice (Hirudinea)**

- hermafrodit
- pohlavná sústava je komplikovanejšia
- gonády sa vyvíjajú len v niektorých článkoch, vytvárajú sa **semenné schránky (receptacula seminis)** a semenné vačky (**vesiculae seminis**)
- **semenovody (spermiducti)** vyúsťujú jediným samčím pohlavným otvorom a **oviducty** jediným samiččím pohlavným otvorom
- na niektorých telesných článkoch početné kožné žľazy tvoria **opasok (clitellum)**, ktorý vylučuje hlien slúžiaci na vytváranie obalov vaječných kokónov
- napr. u dážďovky (*Lumbricus terrestris*) je pohlavná sústava sústredená 9.-15. článku tela
- **semenníky (testes)** sú uložené v 10.-11. článku tela
  - > 3 páry **semenných vačkov (vesiculae seminales)** - slúžia na dozrievanie spermií
  - > **vývody (vasa efferentia)**
  - > **semenovody (vasa deferentia)** - vyúsťujú na 15. článku tela
- 2 páry **semenných schránok (receptacula seminis)** - ležia na spodnej časti 10. a 11. článku
  - ektodermového pôvodu
  - vyúsťujú na povrch brušnej strany v brázdach medzi článkami
- 1 pár **vaječníkov (ovaria)** leží v prednom **dissepimente** 13. čl., v zadnej časti 13. čl. sú **vaječné vačky** (1 pár) slúžiace na ukladanie vajícok -> **vajcové lieviky** -> **vajcovody (oviducti)** -> vyúsťujú na 14. čl. tela
- pijavice majú **semenníky (testes)** -> **semenovody (spermiducti)** -> dopredu odvádajú spermie do **nadsemenníka (epididymis)**, do ktorého ústi aj **prostata**
- vyvinutý je nepárny penis
- **vaječníky (ovaria)** II -> krátke **vajcovody (oviducti)** -> **maternica (uterus)** -> pošva (vagina)
- vyústenie na ventrálnej strane tela
- súčasťou sú **bielkovinové žľazy** - ústia do maternice
  - tvoria obal kokonu
- kokony lepia na vodné rastliny, do vlhkej pôdy na breh



**Obr. 130.** Schéma pohlavnej sústavy dážďovky (podľa Kaestnera). X-XV - telové články, 2 - semenníky, 3 - vaječníky, 4 - semenná schránka, 5 - semenné vačky, 6 - semenovod, 7 - vaječkové vačky, 8 - samičie lieviky, 9 - pohlavný otvor samičky, 10 - pohlavný otvor samčeka

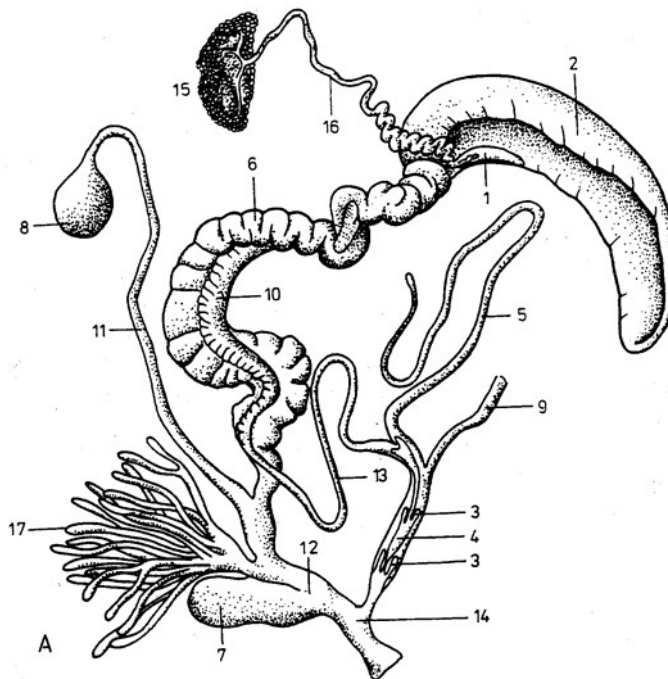


## gonády mäkkýšov (Mollusca)

- väčšina lastúrníkov (Bivalvia), všetky hlavonožce (Cephalopoda), predožiabrovce (Gastropoda, Prosobranchia) sú **gonochoristy**
- väčšina ulitníkov, najmä pľúcnatce (Gastropoda, Pulmonata) sú **hermafrodity**
- vývody gonád u predožiabrovcov sú jednoduché, u lastúrníkov gonády vyúsťujú do metanefrií, iné druhy majú osobitný vývod
- **gonochoristické hlavonožce** majú pozoruhodný spôsob osemnenia
  - v semenovodoch samcov je veľká prídavná žľaza, ktorá vylučuje **spermatofórové obaly**, ktoré slúžia ako púzdra na spermie
  - spermatofóry sa zhromažďujú v **Needhamovej pošve**, ktorá je rozšírenou časťou semenovodu
  - prenos spermatofóru samcov zabezpečuje **hektokotylové rameno**, v období rozmnožovania má inseminačnú funkciu
  - spermatofóry zhromaždené v Needhamovej pošve, sa dostávajú do **plášťovej dutiny**, odkiaľ sú vylovené hektokotylom a zanášané do pohlavných orgánov samice
  - u niektorých druhov sa hektokotylus so spermatofórmami odtrhne, pláva v mori, vyhľadá samicu a oplodní ju
- **hermafroditické gonády pľúcnatcov** (Gastropoda, Pulmonata)
  - pľúcnaté ulitníky majú **obojpohlavnú** (hermafroditickú) **žľazu** (**glandula hermaphroditica** alebo **ovotestis**) -> **obojpohlavný vývod** (**ductus hermaphroditicus**) -> pokračuje spočiatku jediným vývodom odvádzajúcim spermie aj vajíčka (**spermioviduct**) -> ktorý sa až neskôr vetví na **oviduct** a **spermiduct**
  - prídavnou žľazou je **bielkovinová žľaza** (**glandula albuminalis**)
  - **semenný vačok** (**receptaculum seminis**) slúži ako zásobáreň spermií
  - oviduct aj spermiduct ústia do **pohlavnej predsiene** (**atrium genitale**)
  - do pohlavnej predsiene vyúsťujú aj **prídavné prstovité žľazy** (**glandulae mucosae**), ktoré spolu s bielkovinovou žľazou produkujú obaly vajíčka
  - vyvinutý je aj kopulačný orgán (penis), ktorý chýba slizovcom
  - v **šípovom vaku** (**bursa telae**) sa nachádza aragonitový „šíp lásky“ vyvinutý len u slimákov (Stylommatophora)
  - v **bičiku** (**flagellum**) sa zlepujú spermie a tvoria spermatofóry
  - oplodnenie je vnútorné
  - pri párení si jedince vymieňajú spermie, ukladajú ich do **semenných vačkov** (**receptacula seminis**)
  - neskôr hermafroditická žľaza začne produkovať vajíčka
  - spermie sa uvoľňujú zo semenných vačkov oplodňujú vajíčka, tieto sú obalované vaječnými obalmi
  - vajíčka kladú do zeme alebo lepia na predmety ponorené vo vode, či vodné rastliny

pohlavná sústava slimáka záhradného:

1. oplodňovacia komôrka
2. bielkovinová žľaza
3. výrastky penisovej rúrky
4. penis
5. bičik
6. vajcovod
7. šípový vak
8. semenná, schránka
9. sval (musculus retractor)
10. spermioviductus
11. stopka semennej schránky
12. pošva
13. semenovod
14. pohlavná predsieň
15. obojopohlavná žľaza
16. vývod obojopohlavnej žľazy
17. prstovité prídavné žľazy



### gonády článkonožcov (Arthropoda) - pavúkovce (Arachnoidea)

- vždy **gonochoristy**
- ich pohlavné orgány sú podobné ako u kôrovcov (pozri nižšie)
- u pavúkov (Araneida) sa stretávame s pozoruhodným spôsobom párenia:
  - insemináčnym orgánom je pozmenený **posledný článok pedipalp** samcov
  - vnútri má veľkú **ampulku**, dutina ktorej vyúsťuje von
  - samček pred kopuláciou naplňuje ampulku spermiami zo svojich pohlavných orgánov a prenáša ich do **semennej schránky (spermatheky)** samičky
  - dravé samice obvykle po párení drobnejších samčekov zožerú

### gonády článkonožcov (Arthropoda) - kôrovcov (Branchiata)

- väčšinou **gonochoristy** s výrazným pohlavným dimorfizmom
- **hermodrodítmi** - fúzonôžky (Cirripedia), ktoré žijú prisadnuto a niektoré parazitické kôrovce
- niektoré končatiny sa menia v pomocné orgány, ktoré slúžia na pridržanie samičky pri kopulácii (napr. tykadlá veslonôžok - Copepoda)
- končatiny v blízkosti pohlavných otvorov samcov sa menia v kopulačné orgány zabezpečujúce prenos spermií
- u primitívnych skupín sú gonády sú vyvinuté párovito, navonok ústia samostatnými vývodmi
- dost' často párovité gonády splyvajú, zachovávajú sa párovité gonoducty
- **vajcovody (oviducti)** sú krátke, majú žľaznatú stenu, ktorá vylučuje okolo vajčiek pevný obal
- v blízkosti pohlavných otvorov vyúsťujú do oviductov **semenné schránky (spermatheky)**
  - slúžia na zhromažďovanie spermií v obd. párenia, kt. oplodňujú postupne dozrievajúce vajčička
- **semenovody (spermiducti)** majú pred vyústením **semenné vačky (receptacula seminis)** vylučujúce hlien, ktorým zlepujú semenníkmi produkované spermie v spermatofóry
- kopulačnými orgánmi samček pri párení prenáša spermatofóry do semenných schránok samíc.

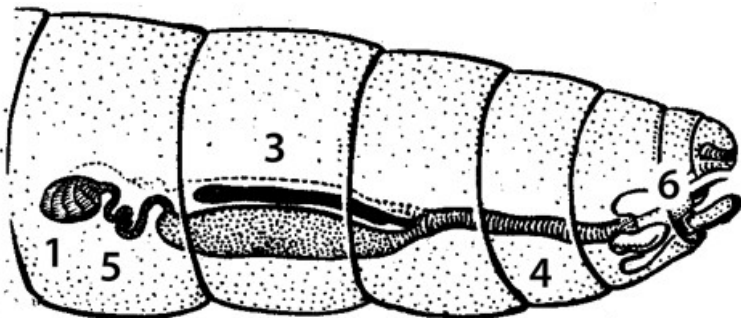
### gonády vzdušnicovcov - mnohonôžky (Diplopoda) a stonôžky (Chilopoda)

- gonochoristy
- gonády **mnohonôžok** vyúsťujú v prednej časti tela párovitým otvorom medzi 2. a 3. párom nôh. jedná sa o tzv. skupiny **Progoneata**, ktorá je na rozdiel od stonôžok a hmyzu vývojovo staršia a primitívnejšia
- gonády **stonôžok** a **hmyzu** vyúsťujú na konci tela
- jedná sa o tzv. skupinu **Opisthgoneata**, ktorá je vývojovo vyspelejšia

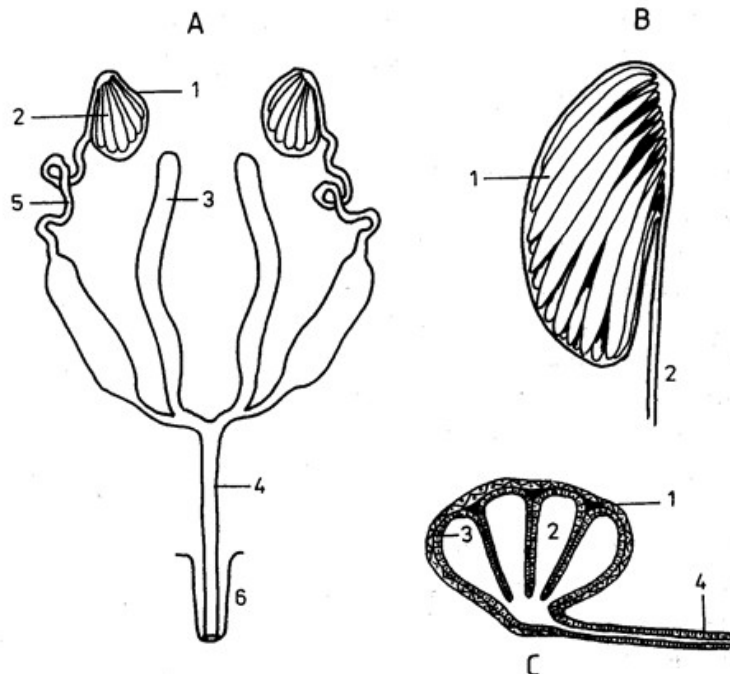
### pohlavná sústava u hmyzu ♂ ♂

- **semenníky (testes) II**
- **semenovody (vasa deferentia) II**
- **semenomet (ductus ejaculatorius) I**
- **penis** (uložený v 9.-10. článku bruška) v **samčej pohlavnej komore (camera genitalis maris)**
  - časti: **falobáza (phallobasis)**
  - edeagus (oedeagus)**
  - koncová časť **endophallus** - otvor **gonoporus**
- rozšírený semenovod tvorí **semenný vaček (vesicula seminalis)**, ktorý slúži ako zásobáreň spermií
- **prídatné žľazy (glandulae accesoriae)**

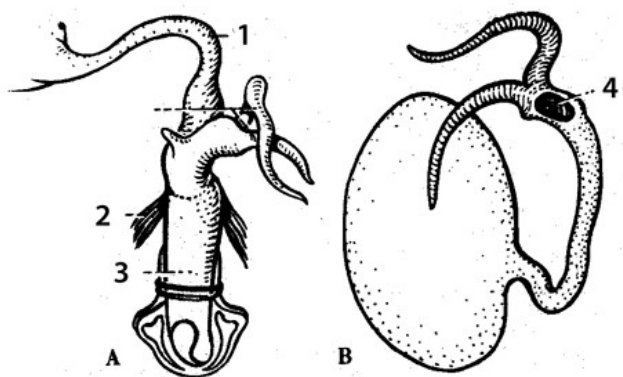
umiestnenie jednotlivých častí pohlavnej sústavy samčekov hmyzu v brušku



1. semenník
5. semenovod
3. prídavná žľaza
4. semenomet
6. penis



**Obr. 131.** Schéma samčích vnútorných pohlavných orgánov hmyzu (podľa Snodgrassa). **A** - pohľad z dorzálnej strany, 1 - semeník, 2 - folikuly, 3 - prídavná žláza, 4 - semenomet, 5 - semenovod, 6 - penis. **B** - semenník, 1 - folikul, 2 - semenovod. **C** - priečny rez semenníkom, 1 - peritoneálny obal, 2 - folikul, 3 - stena folikulu, 4 - semenovod



A - koncová časť samčej pohlavnej sústavy  
B - spermatofór s otvorom pre výstup spermií u *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera)

1. semenomet
2. svaly slúžiace na vychlípenie aedeagu z bruška
3. aedeagus
4. otvor v spermatofóre

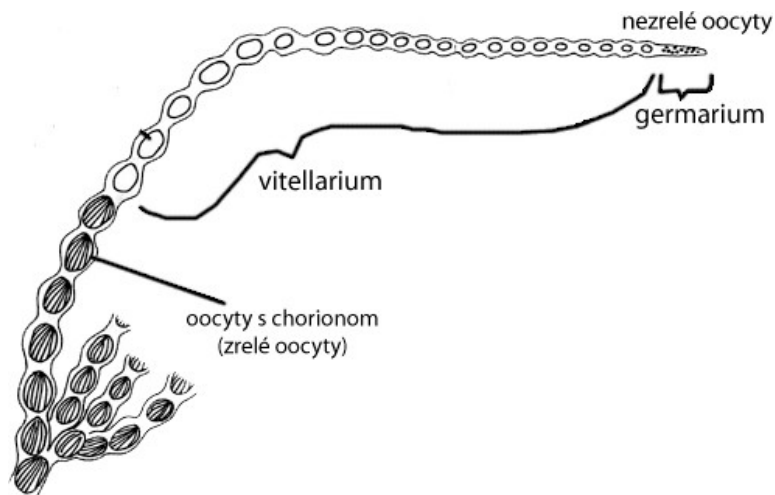
### **pohlavná sústava u hmyzu ♀ ♀**

- vaječníky (ovaria) zložené z ovariol
- stavba ovarioley: **filum terminale**  
**pedicellus**  
**germárium**  
**vitelárium**

- **germárium** (horná časť):  
**folikulárne bunky (cystocyty)**  
**vyživovacie bunky (trofocyty)**  
**prapohlavné bunky** - vznik oogónií

- **vitelárium** (horná časť)  
- najväčšia časť  
- obsahuje vajíčkové komory s jedným oocytom

- podľa správania sa prapohlavných buniek v germáriu rozoznávame ovarioley:  
**panoistické** - z prapohlavných buniek vznikajú len oogóniá z nich oocyty I. rádu



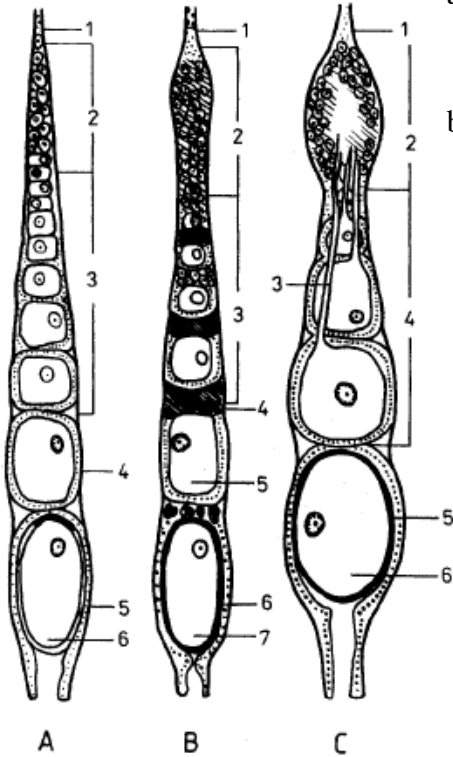
- sú zastúpené u podeniek (Ephemeroptera), vážok (Odonata), pošvatiek (Plecoptera), švábov (Blattodea), strapiek (Thysanoptera)

**meroistické** - obsahujú oocyty a trofocyty

- rozoznávame dva typy:

a. **polytrofný** - trofocyty sú vmedzerené medzi vajíčkové komory  
- u rovnokrídlorcov (Orthoptera), blanokrídlorcov (Hymenoptera), potočníkov (Trichoptera), motýľov (Lepidoptera), dvojkřídlorcov (Diptera)

b. **telotrofný** - trofocyty zostávajú v germáriu a oocyty vo vajíčkových komorách zostávajú s nimi spojené pomocou trubičkovitých výbežkov  
- u chrobákov (Coleoptera)



**Obr. 133.** Tri typy ovariol (podľa Eidmanna). **A** - panoistická ovariola, 1 - koncové vlákno ovariole, 2 - germárium, 3 - vitelárrium, 4 - oocyt, 5 - chorión, 6 - vajíčko. **B** - meroistická polytrofná ovariola, 1 - koncové vlákno ovariole, 2 - germárium, 3 - vitelárrium, 4 - vyživovacie bunky, 5 - oocyt, 6 - chorión, 7 - vajíčko. **C** - meroistická telotrofná ovariola, 1 - koncové vlákno ovariole, 2 - germárium, 3 - vyživovací povrazec, 4 - vitelárrium, 5 - chorion, 6 - vajíčko

- **vajcovody (oviducti laterales) II**

- **spoločný vajcovod (oviductus communis) I**

- **semenná schránka (spermatheca) I** - slúži na uskladnenie spermií (medzi osemenením a oplodnením môže byť aj dlhší časový úsek, napr. včelia kráľovná si v spermathece uchováva spermie, ktoré získala od 4-6 trúdov počas svadobného letu po celý svoj viacročný život)

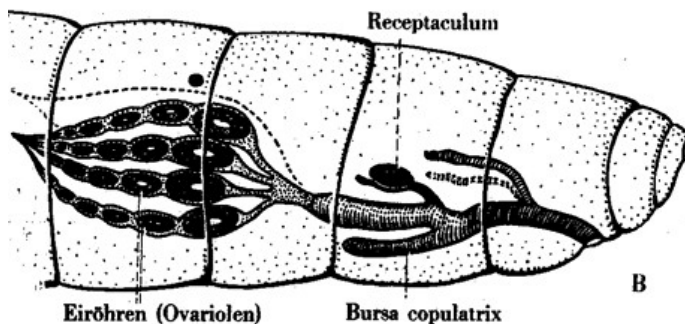
- **prídavné žľazy (glandulae accesoriae)**

- **pohlavná komora (camera genitalis)**

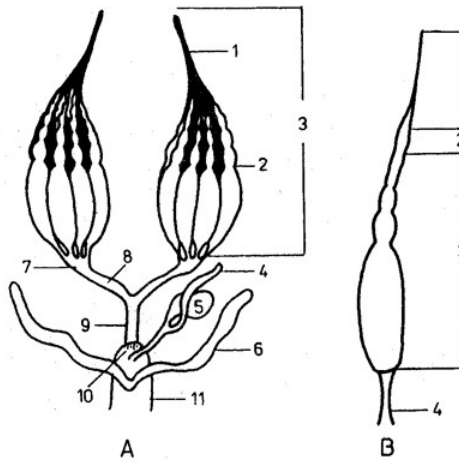
- **pošva (vagina)**

- **pohlavný otvor (gonoporus)**

umiestnenie jednotlivých častí pohlavnej sústavy v brušku samičky hmyzu







**Obr. 132.** Schéma samičích vnútorných pohlavných orgánov (podľa Snodgrassa). **A** - pohľad z dorzálnej strany, 1 - závesný ligament vaječníka, 2 - ovariola, 3 - vaječník, 4 - žľaza semennej schránky, 5 - semenná schránka, 6 - prídavná žľaza, 7 - kalich, 8 - bočný vajcovod, 9 - spoločný vajcovod, 10 - genitálny otvor, gonopór, 11 - pošva. **B** - schéma ovarioly, 1 - terminálny filament, koncové vlákno ovarioly, 2 - germárium, 3 - vitelárrium, 4 - stopka ovarioly

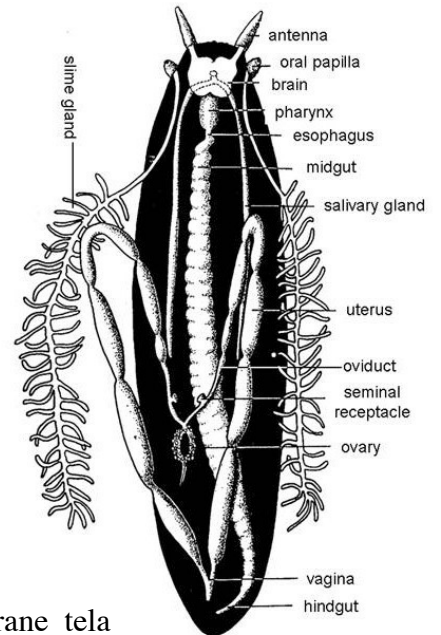
### gonády ostnatokožcov (Echinodermata) a polochordátov (Hemichordata)

- prevládajú **gonochoristy**
- výnimkou sú niektoré holotúrie (Holothurioidea), ktoré môžu byť hermafrodity
- majú vyvinutý rozličný počet gonád, ktoré samostatne vyúsťujú na povrch tela
- oplodnenie je vonkajšie, mimotelové, v morskej vode
- výnimkou sú hadovice (Ophiuroidea), kde je oplodnenie vnútorné

samičie gonády u holotúrie

### gonády plášťovcov (Urochordata)

- hermafrodity
- gonády veľmi jednoduchej stavby
- u **vršoviek** (Appendicularia, Copelata)
  - vyúsťuje každá gonáda samostatne von z tela
- u **ascídií** (Ascidiacea) a **salp** (Thaliacea)
  - ústí nepárny vaječník (ovarium) a nepárne alebo párové semenníky (testes) do kloakálneho priestoru
- oplodnenie väčšinou vonkajšie, iba u niektorých sa oplodnené vajíčka vyvíjajú v peribranchiálnom vaku alebo v kloake



### gonády kopijovcov (Cephalochordata, Acrania)

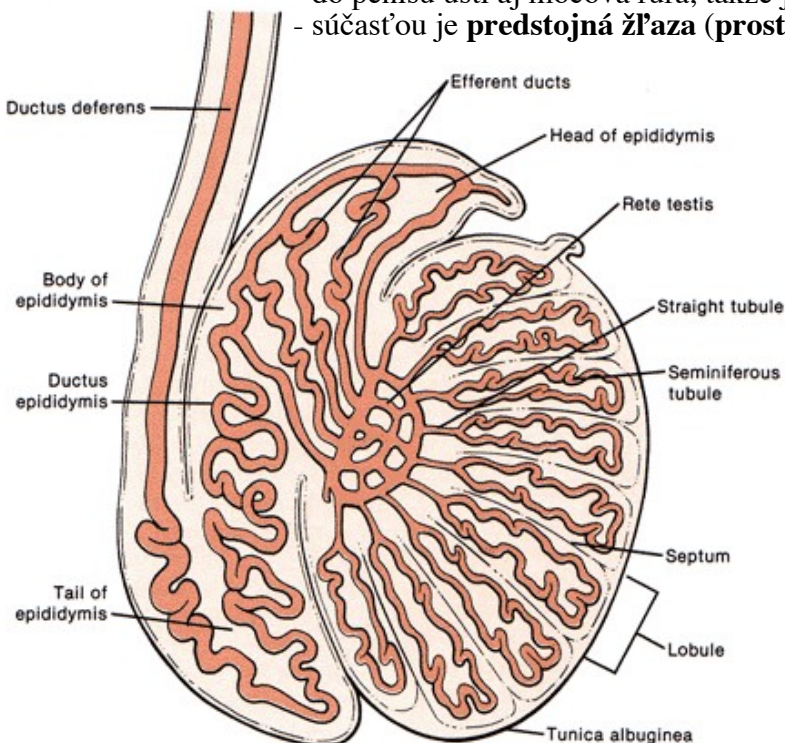
- gonochoristy
- vyvinutých až 25 párov samčích/samičích gonád na ventrálnej strane tela
- gonády sú bez vývodov
- po nahromadení pohlavných buniek praská telesná stena a pohlavné bunky sa uvoľňujú do peribranchiálnej dutiny
- z tela sa dostávajú von **atrioporom**
- oplodnenie vonkajšie

## gonády stavovcov (Vertebrata)

- väčšinou gonochoristy
- hermafroditizmus sa vyskytuje u niektorých sliznatiek a veľmi vzácné u rýb a žiab
- niekedy sa stretávame so zvyškom gonád opačného pohlavia, ktoré môže po vyradení funkčnej gonády začať normálne fungovať
- napr. u sliepok zakrpatelá pravostranná gonáda môže po kastrácii ľ vaječníka prevziať funkciu normálneho semenníka
- u Tetrapoda s výnimkou väčšiny cicavcov vyúsťujú pohlavné orgány do kloaky, u placentálnych cicavcov hrádza oddeľuje urogenitálny sinus od konečníka

### - samčie gonády

- embryonálne spojenie gonád s mezonefrosom sa zachováva aj tam, kde je vyvinutá pravá oblička (metanefros)
- ako gonodukt slúžia u samcov vždy **Wolffove chodby** (výnimku tvoria iba ryby, kde sa semenovod zakladá ako nová chodba)
- **semenníky (testes) II** - vnútri sú **semenotvorné kanáliky (tubuli seminiferi)**, ktoré sú oddelené väzivovými priehradkami
- **semenovody (spermiducti) II** - uskladňovanie spermií
- u **krhuústnic** - samostatný pohlavný otvor (**porus genitalis**), podobne aj u rýb
- **obojživelníky (Amphibia)** - testes majú predĺžený tvar, sú uložené pri chrbtici
- **plazy (Reptilia)**: semenníky (testes) II -> nadsemenníky (epididymis) II -> semenovody (vasa deferentia) II -> vyústenie do močovodu v blízkosti kloaky  
♂♂ hadov majú **hemipennis II** (vreckovité útvary) blízko vyústenia kloaky (prenos spermií)
- **vtáky (Aves)** - testes sú asymetrické - ľ semenník je väčší ako p -> semenovody (spermiducti) -> do urodea kloaky -> pred vyústením sa rozširujú do semenných vačkov (vesiculae seminales)
  - kopulačný orgán (penis) sa vyskytuje iba u pštrosov
  - párenie vtákov prebieha priložením kloaky ♂ a ♀
- **cicavce (Mammalia)**
  - hlodavce, netopiere, hmyzožravce - semenníky (testes) v brušnej dutine, len v období rozmnožovania nastáva pokles do **mieška (scrotum)**
  - mäsožravce, párnokopytníky, nepárnokopytníky, primáty - trvalý pokles
  - semenníky (testes) -> semenovody (ductus deferens) -> semenné vačky (vesiculae seminales) -> glandulae vesiculorum (žľazy) -> uloženie a výživa spermií -> sinus urogenitalis -> penis
  - niektoré plazy, vtáky a všetky cicavce majú v stenách penisu **hubovité telesá (corpora cavernosa)**, ktorých prekrvením nastáva pri párení erekcia penisu
  - u mnohých cicavcov je spevnený kostičkou (**os penis**)
  - do penisu ústi aj močová rúra, takže jeho kanál možno označiť ako močopohlavný
  - súčasťou je **predstojná žľaza (prostata)** a **predkožkové žľazy (glandulae preputiales)**



- **samičie gonády**

- vaječníky (ovaria) - majú rozličný tvar

- vtáky (Aves) - hroznovitý tvar, p vaječník zakrpatený, ľ vaječník funkčný

- skladá sa z častí:

1. **lievik (ostium tubae)**

2. **horná časť (magnum)** - obaľovanie vaječným bielkom

3. **zúžená časť (istmus)** - produkuje papierovú blanu

4. **maternica (uterus)** - riedky bielok, žliazky sliznice produkujú Ca škrupinu

5. **pošva (vagina)** - produkuje hlien - uľahčuje znosenie vajíčka

- cicavce (Mammalia)

- **vaječníky (ovaria) II**

- **vajcovody (oviducti) II (Müllerova chodba)**

- **maternica (uterus)** (dolná časť Müllerovej chodby)

- u skupiny živorodých s placentou (Eutheria) poznáme 4 základné typy:

1. **dvojitá maternica (uterus duplex)** - netopiere, hlodavce, chobotnáče - 2 vývody do pošvy

2. **dvojrohá maternica (uterus bicornis)** - hmyzožravce, mäsožravce, kopytníky, veľryby

3. **dvojdielna maternica (uterus bipartitus)** - mäsožravce, netopiere, hlodavce, ošípané

4. **hruškovitá maternica (uterus simplex)** - primáty

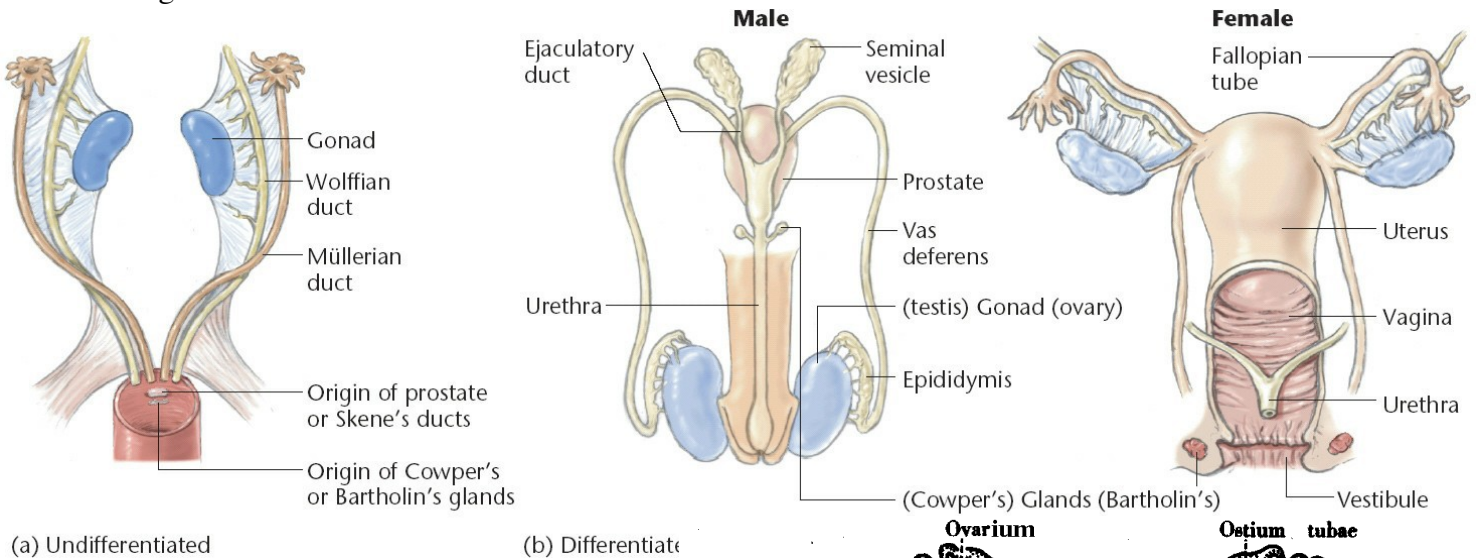
- **pošva (vagina)** - vznikla splynutím spodných častí vajcovodov

- ústí spolu s močovou rúrou do močopohlavného vývodu, na jeho brušnej strane je výrastok clitoris, ktorý je homologický s penisom

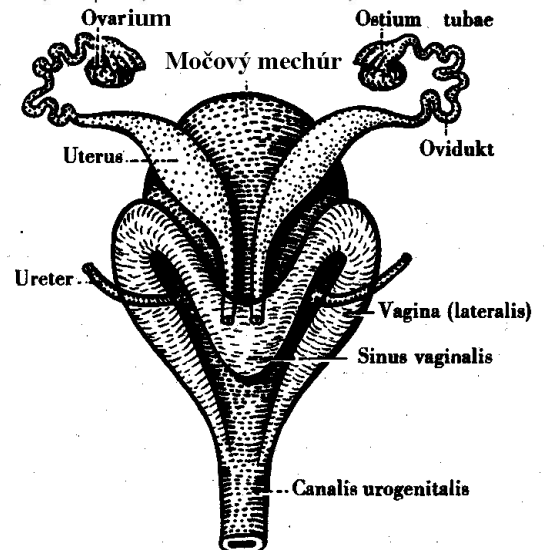
- u niektorých cicavcov sa tu nachádza kostička (**os clitoris**)

- po bokoch je močopohlavný vývod ohraničený jedným alebo dvoma párami pyskov - **malé a veľké pysky (labia pubendi)**, jedná sa o záhyby telovej pokrývky

urogenitálna sústava u cicavcov

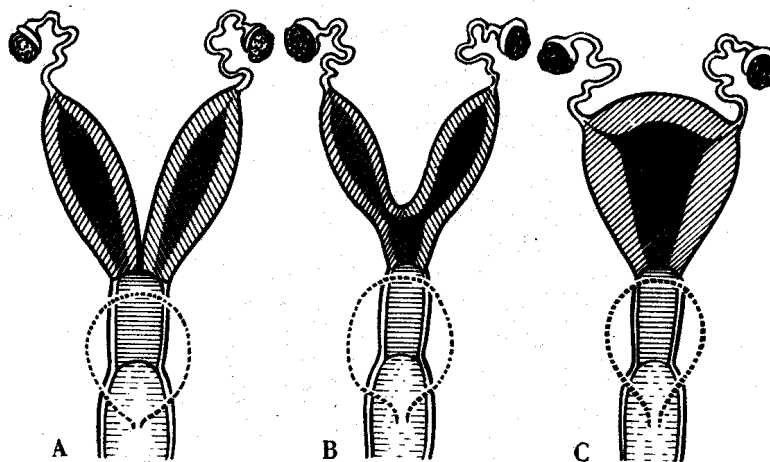


párové maternice ústia do sinus vaginalis (vačkovce)



ďalšie typy materníc u placentálnych cicavcov:

- a. uterus duplex
- b. uterus bicornis
- c. uterus simplex



### spermatogenéza stavovcov

- vývin spermatických buniek
- najlepšie je preskúmaná u človeka a niektorých cicavcov
- nastáva v stenách semenotvorných kanálikov (tubuli seminiferi) semenníkov
- steny sú zložené zo spojiva a **Sertolihu vrstvy** (vyživovacie bunky zárodočného epitelu) - tu sa nachádzajú rôzne vývinové štádiá spermií
- tesne pod povrchom je **rozmnožovacia zóna**, v ktorej sú **primordiálne gonocyty** a diferencujú sa na **spermatogónie** (diploidné) - tieto sa v rozmnožovacej zóne mitoticky delia
- najstaršie spermatogónie sa posúvajú do **rastovej zóny** (smerom do stredu semenotvorného kanálika) - tu rastú a menia sa na **spermatocyty I. rádu**
- tieto vstupujú do **1. zrecieho delenia** a každý z nich dáva vznik dvom **spermatocytom II. rádu**
- spermatocyty II. rádu sú opäť bližšie k stredu semenotvorných kanálikov
- nachádzajú sa v **zrecej zóne**
- vstupujú do **2. zrecieho delenia**, z každého z nich vznikajú 2 **spermatidy**
- z každého spermatocytu I. rádu vznikajú na konci meiotického delenia 4 spermatidy
- tesne pod vnútorným povrchom semenotvorných kanálikov sa diferencujú vlastné spermie
- morfológický vývin spermií sa nazýva **spermatelióza (spermiohistogenéza)**
- zrelé spermie sa uvoľňujú do dutiny semenotvorného kanálika a cez nadsemenník sú odvádzané pohlavnými vývodmi von

### oogenéza

- vaječník cicavcov na rozdiel od semenníkov je bez obalovej vrstvy
- tvorený spojivovým tkanivom, v ktorom sú umiestnené rôzne veľké **epiteliálne váčky** s vyvíjajúcimi sa vajíčkami (**Graafove folikuly**)
- rozvrstvenie vaječníka na zóny s rôznymi štádiami vývinu pohlavných buniek, ako je to v stenách semenotvorných kanálikov, nie je vyvinuté
- na začiatku oogenézy sa z **primordiálnych gonocytov** diferencujú **oogónie** (diploidné) - sú to drobné bunky s veľkými jadrami, ktoré vstupujú do **rozmnožovacej fázy**, v priebehu ktorej sa mitoticky delia
- u cicavcov táto fáza prebieha v priebehu embryonálneho vyvinu
- vzniká väčší počet **oocytov I. rádu**, ktorý sa v priebehu ontogenézy samice už nezväčšuje
- až do pohlavnej dospelosti sa oocyty I. rádu morfológicky nemenia
- v období pohlavného dospievania vstupujú do **rastovej fázy**, ich jadro a mnohonásobne zväčšuje a nastáva aj cytoplazmatický rast
- veľkosť oocytu I. rádu sa v tomto období zväčší až 10 000 násobne
- na konci rastovej fázy vstupujú do 1. zrecieho delenia
- z každého oocytu I. rádu vzniká jeden **oocyt II. rádu** a jedna **pólová bunka**
- oocyty II. rádu vstupujú do zrecej fázy, počas ktorej prebieha 2. zrecie delenie
- z každého oocytu II. rádu vzniká 1 **ootida** a 1 **pólová bunka**
- súčasne sa delí 1. pólová bunka, takže ootida má na povrchu 3 malé pólové bunky
- tieto sú postupne vstrebávané a vzniká **zrelé vajíčko (ovum)**