

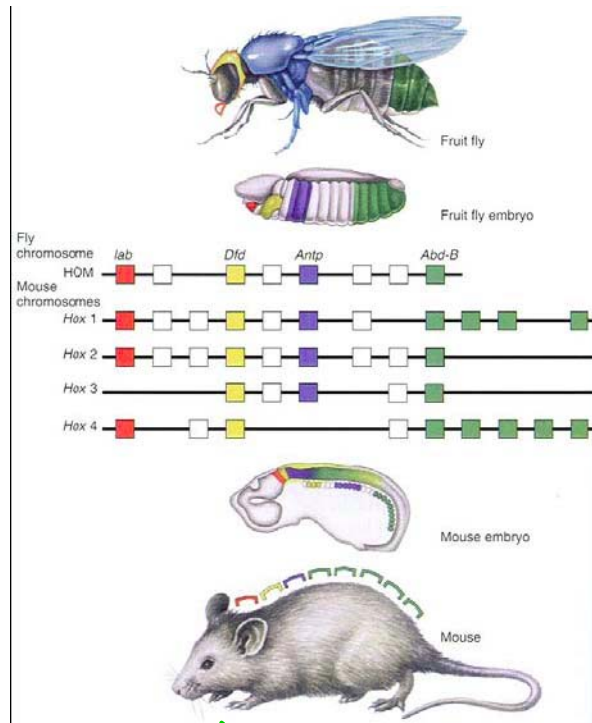
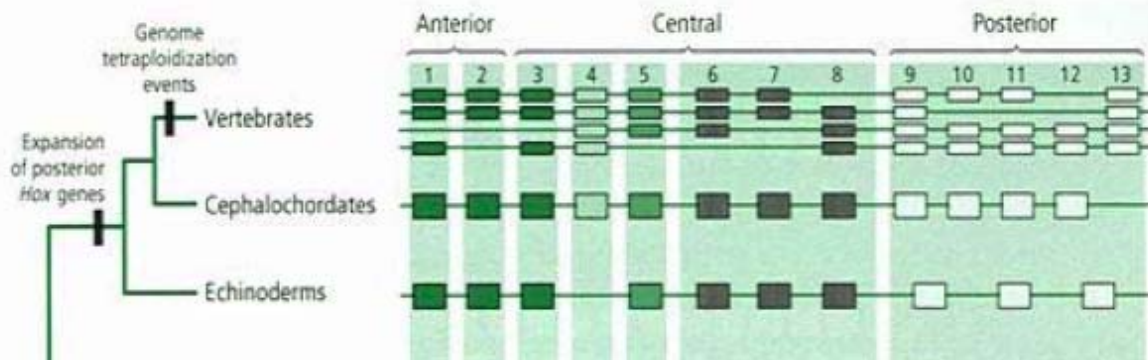
# System a evoluce obratlovců V.

## Srovnávací morfologie lebečnatých (obratlovců)

- charakteristika
- vznik orgánů
- pokryv těla (integument)
- kostra (skelet)
- svalstvo
- nervová soustava
- smyslové orgány
- trávicí soustava
- dýchací soustava
- cévní soustava
- urogenitální soustava

# apomorfie lebečnatých (obratlovců)

- aktivní pohyb, intenzivní metabolismus
- podélná polarizace (hlava, trup, ocas), vnitřní metamerie (Hox - geny)
- **multiplikace shluků Hox genů** (13 paralogních genů) - nejčastěji 2x duplikace - tetraploidizace - 2R hypotéza, 3x duplikace - 6-7 shluků (Teleostei)



- **vícevrstevná pokožka** (rohovatění - deriváty)
- vnitřní kostra z **chrupavek** a **kostí**
- postupná redukce chordy, nahrazení **páteří z obratlů** (alespoň arcualia)
- **lebka, končetiny s vnitřní kostrou** (ichthyo-, chiropterygia)
- myotomy ve tvaru W

■ včetně sliznatek

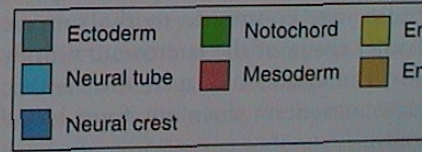
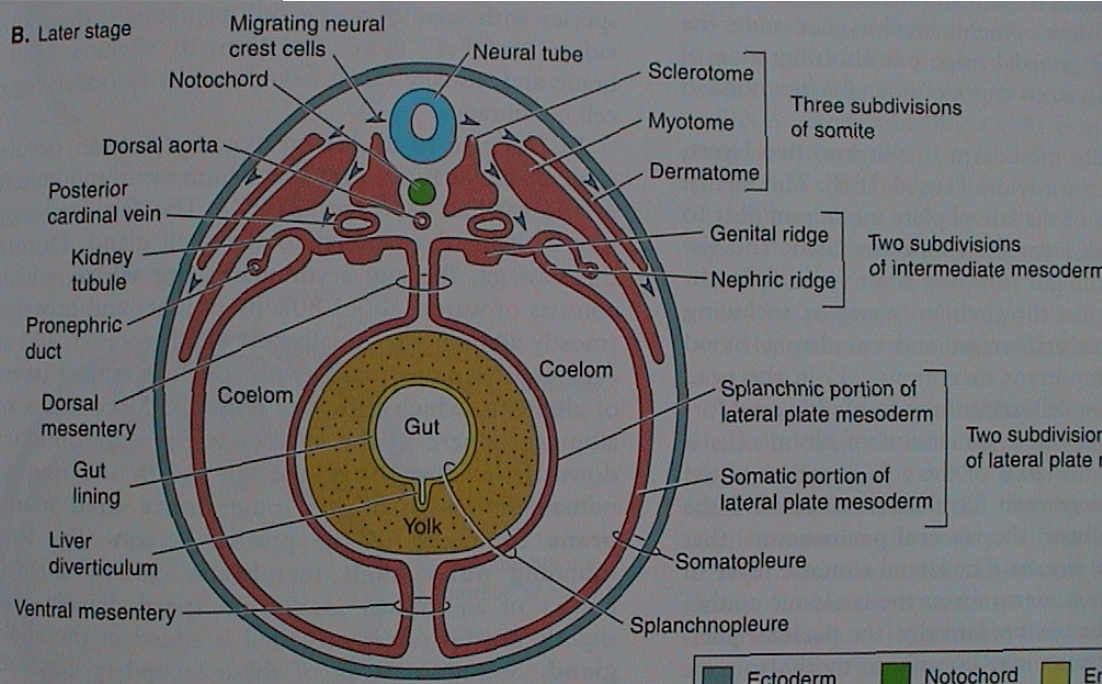
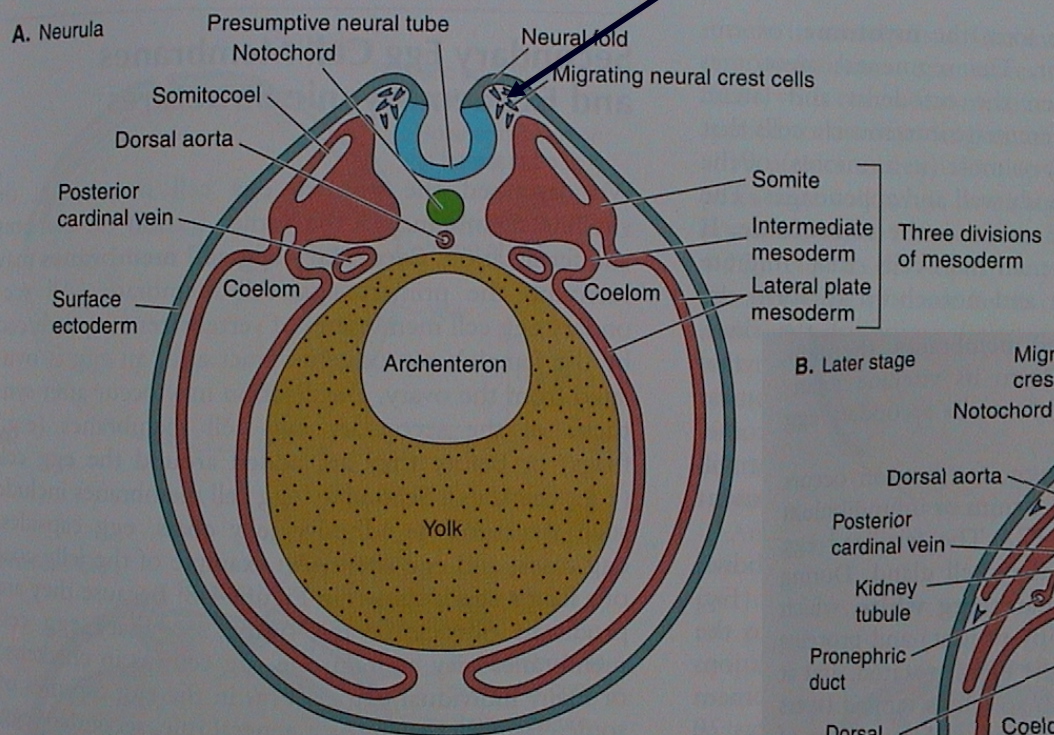
■ bez sliznatek

- uzavřená cévní soustava s autonomně tepajícím vícedílným srdcem, v krvi erytrocyty s hemoglobinem
- párové ledviny mezodermálního původu
- osmotický tlak tělních tekutin asi o třetinu nižší než mořská voda - **hyperosmoregulace (u sliznatek osmokonformita)**
- nervová lišta (4. zárodečný list) - vytvoření hlavy
- diferencovaný mozek, kraniální nervy
- na dorzálních kořenech míšních nervů **spinální ganglia**
- epidermální smyslové plakody, z nich párové smyslové orgány na hlavě:
  - čichový ústroj, inverzní komorové oko, vnitřní ucho (1,2-3 polokružné chodby)
  - proudový orgán postranní čáry s **neuromasty**
- neurohumorální regulace, endokrinní žlázy, hypofýza, **štítná žláza**
- adenohypofýza vzniká z ektodermu ústní dutiny (stomodea)
- imunitní systém
  - (postupný vznik apomorfních znaků, synapomorfie definované u recentních korunových skupin nemusely být přítomny u vymřelých kmenových skupin)



# vznik orgánů

ektoblast  
 neuroektoblast  
 nervová lišta  
 mezoblast  
 entoblast



neurula obratlovců



## vznik orgánů

### ektoblast

neuroektoblast

epidermální smyslové plakody

nervové lišta (ektomezenchym)

■ pokožka

■ nervová trubice

ganglia sensorických hlavových nervů, oční čočky, čichové a sluchové váčky, proudový orgán

buňky nervové lišty (BNL) - 40 tkání a orgánů, mezi pokožkou a nervovou trubicí, migrace

•prekurzory pojivových tkání (fibroblasty, chondroblasty, osteoblasty, odontoblasty, chromatoblasty);

•indukce mnohvrstevného epitelu - pokožka a deriváty pigmentace trupu a ocasu;

•dorzální kořeny míšních nervů a jejich sensorické neurony, sympatická a parasympatická ganglia, Schwannovy buňky, endokrinní žlázy, dřeň nadledvinek

•sensorická ganglia hlavových nervů (V, VII, IX, X), měkká mozková plena

•viscerální endoskelet lebky (žaberní oblouky), základy zubů; trabeculae cranii, přední část lebky včetně exoskeletu; rybí šupiny; hladká svalovina cév; rozdílný vývojový potenciál hlavové a trupové nervové lišty

**mezoblast** (dermatom, myotom, sklerotom, nefrotom a gonotom)

■ škára, svalovina, somatický endoskelet, močopohlavní, cévní s.

**entoblast**

■ trávicí trubice a žlázy, žábra a plíce

„Agnatha“ = bezčelistní: vymřelé skupiny („Ostracodermi“ = štítnatci)  
+ Cyclostomata = kruhoústí (mihule a sliznatky)

Gnathostomata = čelistnatci

Primárně vodní:

Placodermi = pancířnatci

Chondrichthyes = paryby

Osteognathostomata

Actinopterygii = paprskoploutví

(bichiři, chrupavčití, kostlíni, kaprouni, kostnatí)

Sarcopterygii = svaloploutví

latimérie, dvojdyšní, „Rhipidistia“ - starobylé ryby

Primárně suchozemští: Tetrapoda = čtvernožci

Raní tetrapodi a Lissamphibia = obojživelníci

Gymnophiona (Apoda) - červoři (beznozí)

Caudata = ocasatí

Anura = žáby

Amniota = blanatí

„Reptilia“ = plazi („Sauria“=ještěři, Ophidia=hadi)

Aves = ptáci

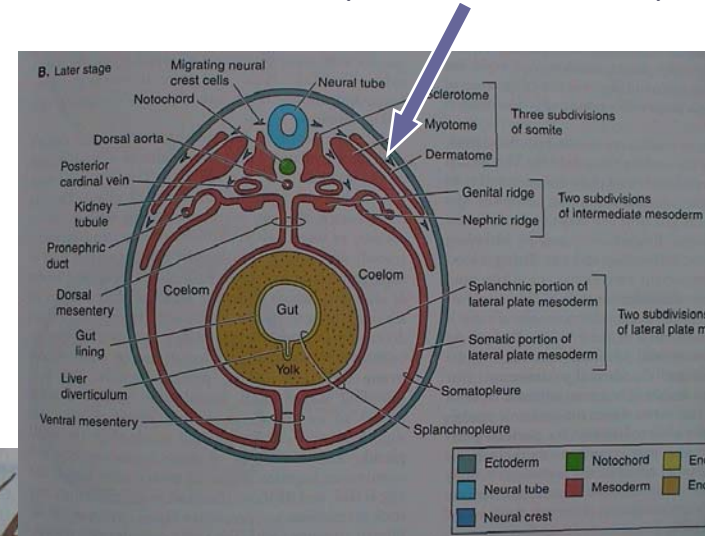
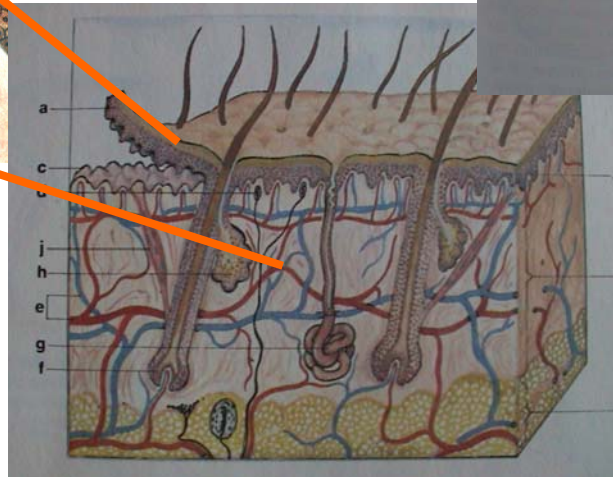
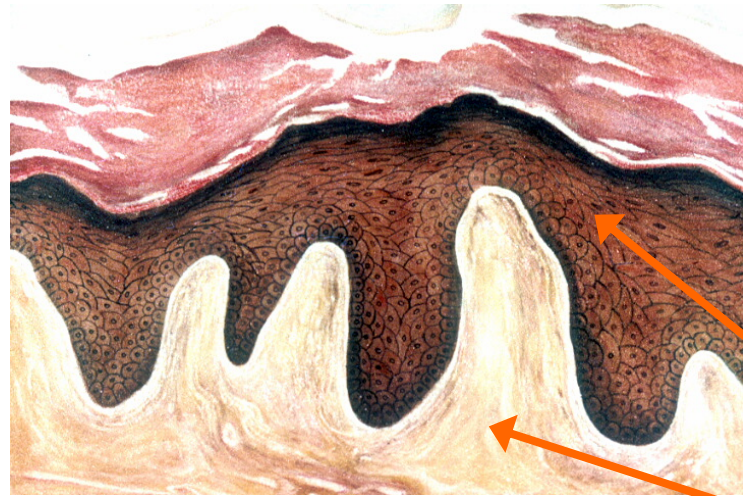
Mammalia = savci

vznik orgánů  
pokryv těla (integument)

kůže

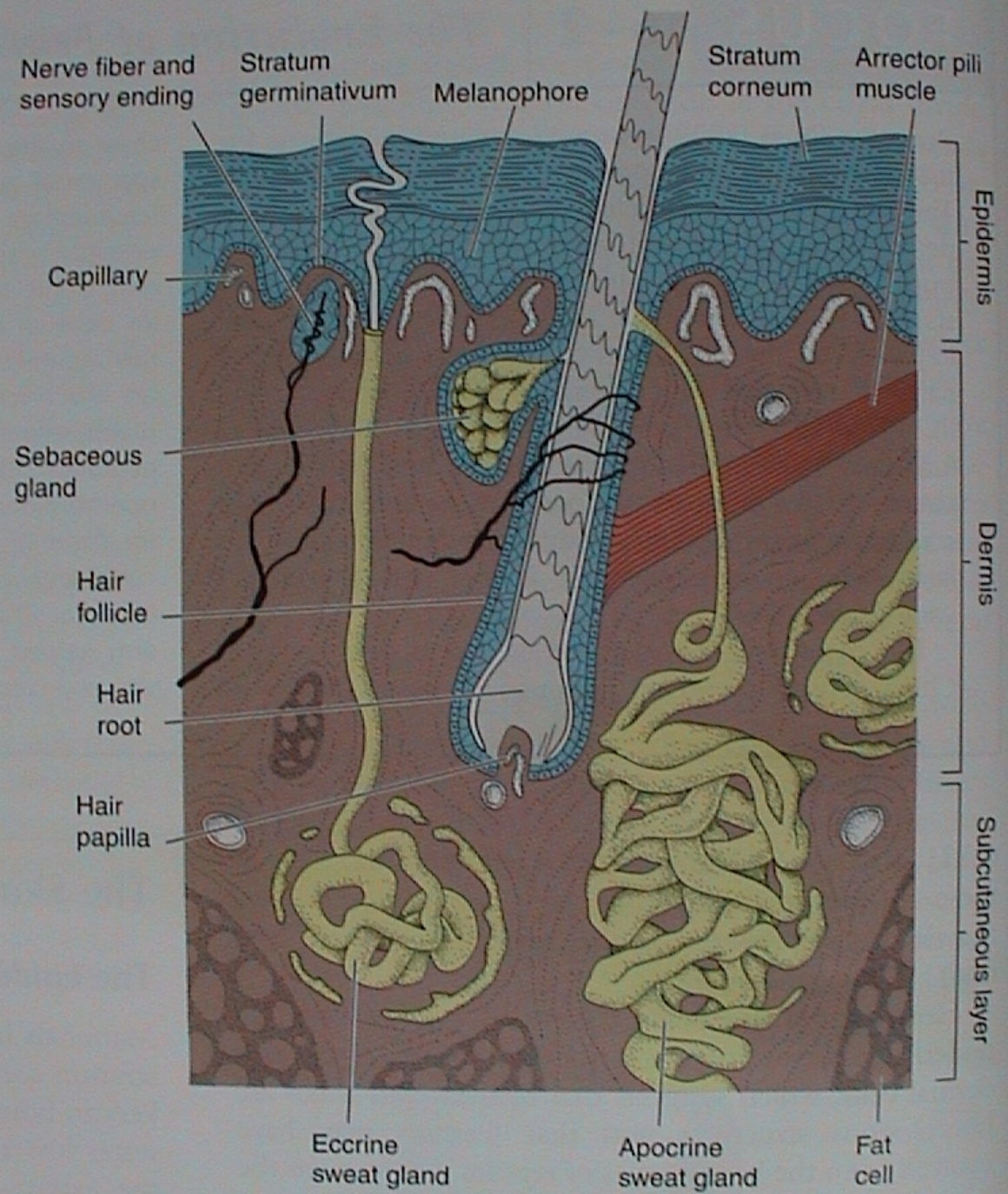
vícevrstevná pokožka (epidermis) z ektoblastu

škára (corium, dermis) z mezoblastu (dermatom)  
a z buněk neurální lišty





vznik orgánů  
pokryv těla  
(integument)



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)

## Primárně vodní obratlovci

„AGNATHA“: nahá kostěné štítky („Ostracodermi“) - druhotně nahá (mihule)

Acelulární kost (aspidin) - lamelární + vaskulární

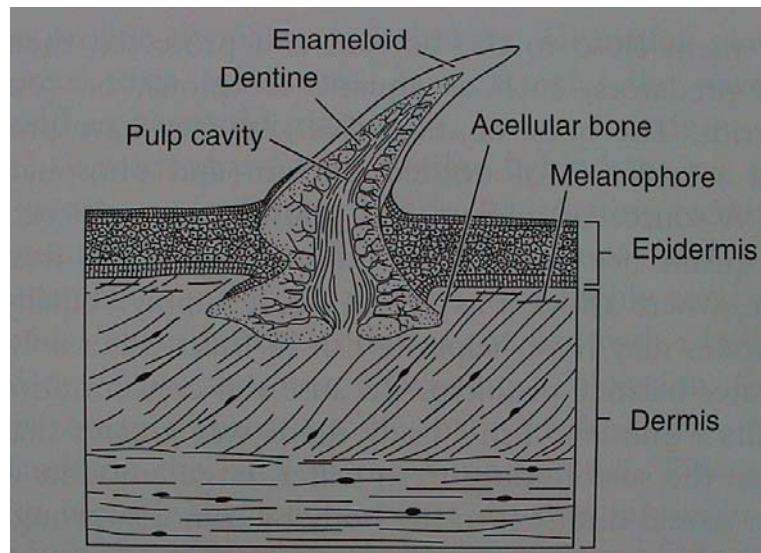
nahá

GNATHOSTOMATA: kostěné desky (Placodermi) - kostěné šupiny

Odontody = dentin + „sklovina“

### Šupiny:

a) plakoidní (dentin + enameloid) (Chondrichthyes) - zuby

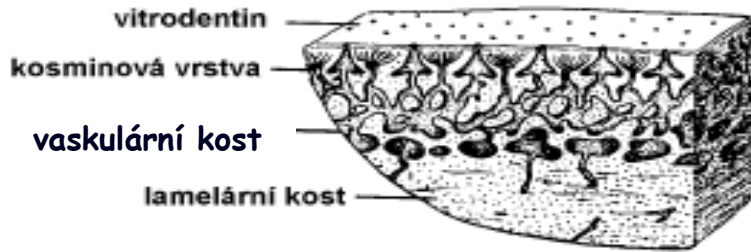




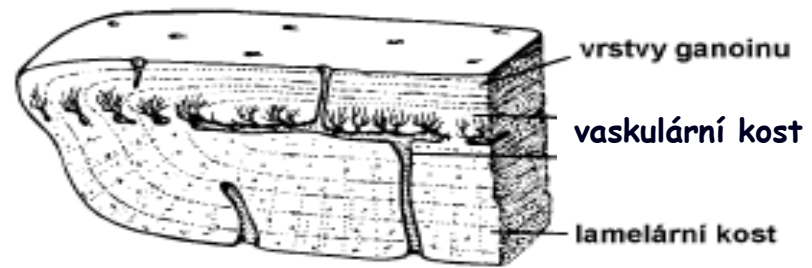
**b) kosmoidní** (lamelární kost = izopedin, vaskulární kost, dentin=kosmin, enameloid=vitrodentin **z mezoblastu**; Sarcopterygii)

BNL - osteoblasty (kost) a odontoblasty (zubovina)

**c) ganoidní** (lamelární a vaskulární kost, redukce kosminu; email = ganoin **z ektoblastu**, Chondrostei, bichiři, kaprouni a kostlíni)



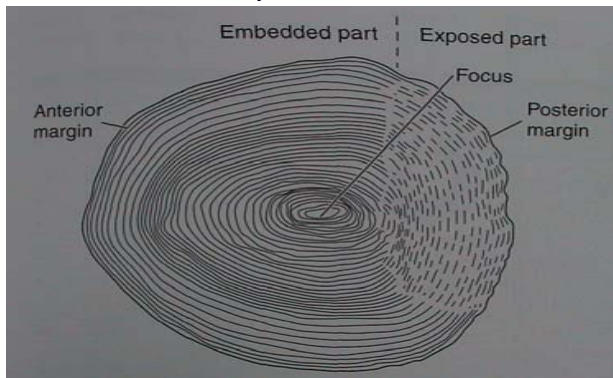
kosmoidní



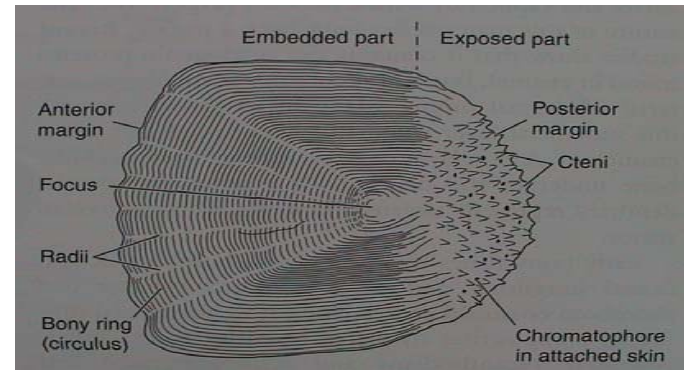
ganoidní

**d) leptoidní (elasmoidní)** (lamelární acelulární kost, Teleostei)

a) cykloidní



b) ktenoidní



trend - ztenčování

v kůži jen slizové buňky (mihule, ryby)



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)

## Primárně suchozemští obratlovci

dermatoskelet (krycí kosti) („krytolebci“) - nahá (rec. Lissamphibia)

rohovatění pokožky

rohovinné deriváty (krunýře, štitky, šupiny) - ochrana před ztrátou vody

AMNIOTA:

(„Reptilia“)

tepelná izolace

peří

srst

mnohobuněčné kožní žlázy (z ektoblastu):

Lissamphibia (max.)

Amniota - „plazi“

redukce

„plazi“, Aves

diferenciace

Mammalia

vznik orgánů  
pokryv těla (integument)

## zbarvení těla (ekologická adaptace)

chemické - pigmenty

(v chromatoforech a kožních derivátech)

melaniny

lipochromy

porfyriny

chromatofory z BNL

fyzikální

- rozptyl světla v komůrkách naplněných vzduchem
- interference při průchodu a odrazu světla vrstvami různých optických vlastností

vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet)

1) chorda (entoblast)      2) chrupavka a kost (mezoblast, BNL)

CHORDA zachována primárně u: „Agnatha“, Placodermi, Acanthodii, Sarcopterygii  
sekundárně (pedomorfóza?) u: Acipenseriformes

CHORDA zaškrcována rozvojem těl obratlů: redukce až úplné vymizení:  
Chondrichthyes, Actinopterygii, Lissamphibia, Amniota („Reptilia“, Mammalia, Aves)

### OSIFIKACE:

- endesmální (desmogenní, dermální)  
přeměna vaziva v kost  
(dermatoskelet z krycích kostí) } EXOSKELET
- endochondrální nebo  
perichondrální (chondrogenní)  
náhrada chrupavky za kost  
(endoskelet z náhradních kostí) } ENDOSKELET

Acelulární kost (aspidin) - celulární kost



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet)

## EXOSKELET (kostěný):

pancíře, krunýře, rybí šupiny, krycí kosti lebky, část pásma přední končetiny (cleithrum, clavícula)

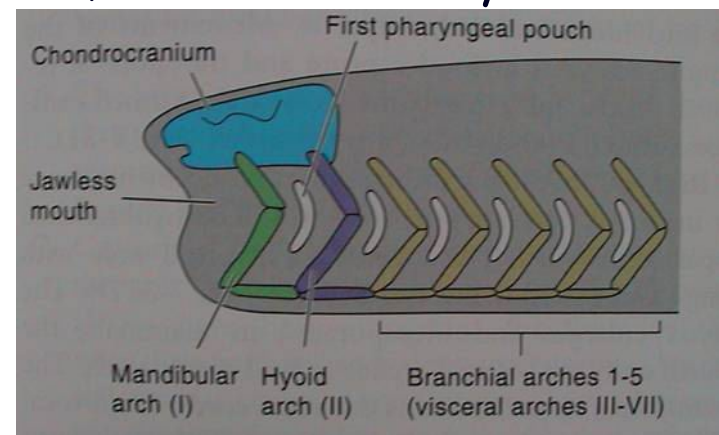
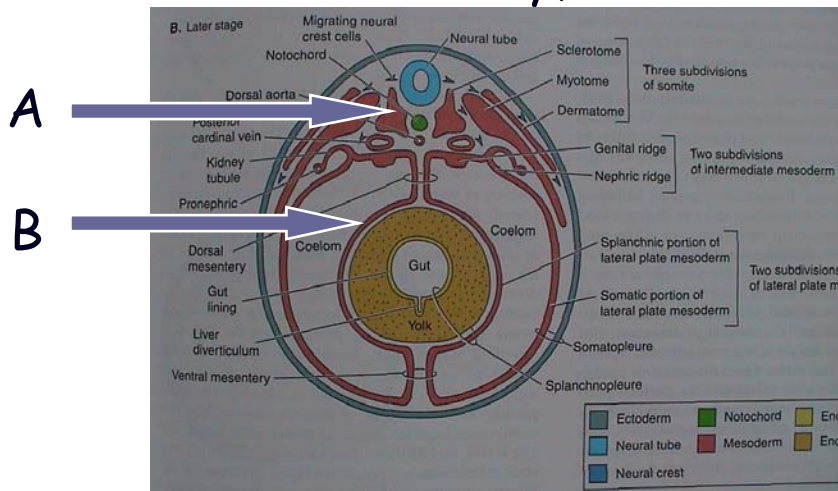
## ENDOSKELET (chrupavčitý nebo kostěný):

### A) somatický (ze sklerotomu somitů)

obratle, chrupavčité neurocranium, část kostěného neurocrania, costae, sternum, část pásma přední končetiny (scapula, procoracoid atd.), celé pásmo zadní končetiny, celá kostra volných končetin

### B) viscerální (ze splanchnopleury a BNL)

žaberní oblouky, viscerocranium, sluchové kůstky

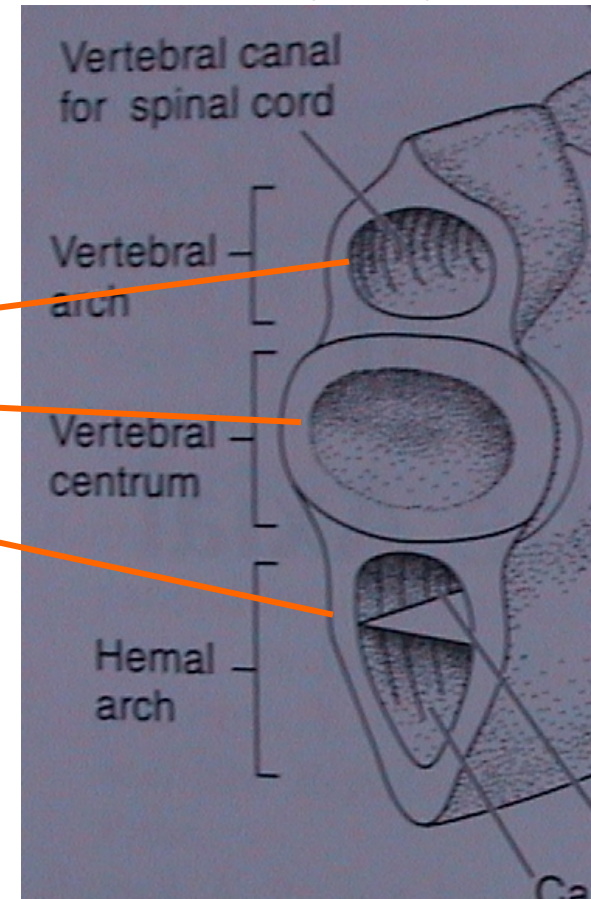


vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : osní - vertebrae, costae, sternum

**Obratle**: vznik kolem chordy ze sklerotomu, vývoj nejednotný

- oblouky (arcualia)
  - dorzální (neurální, neurapofýzy)
  - ventrální (hemální)
- tělo

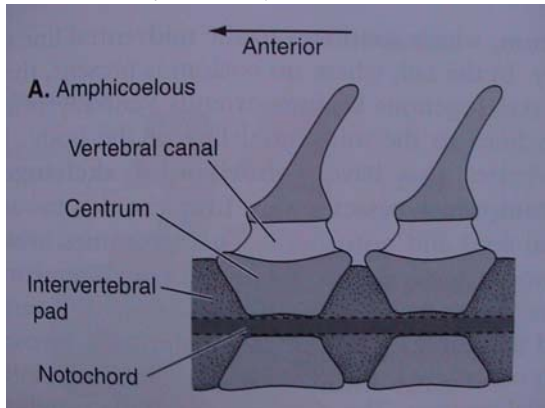
nejstarší částí neurální oblouky (mihule),  
vznikající těla obratlů postupně zaškrcojí  
chordu (paryby a ryby)



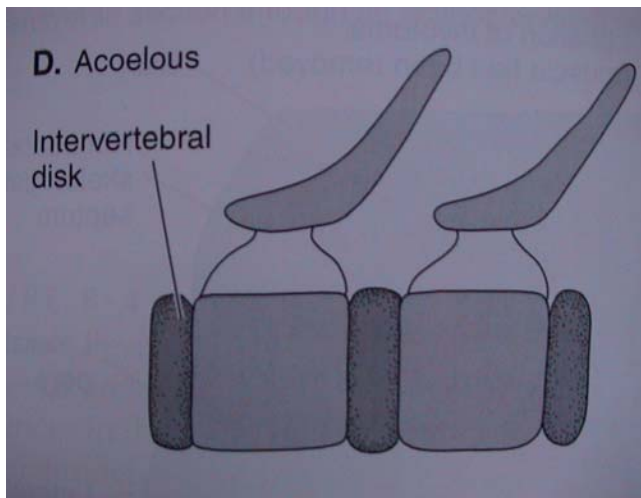
vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : osní - vertebrae

Typy obratlů podle tvaru těl:

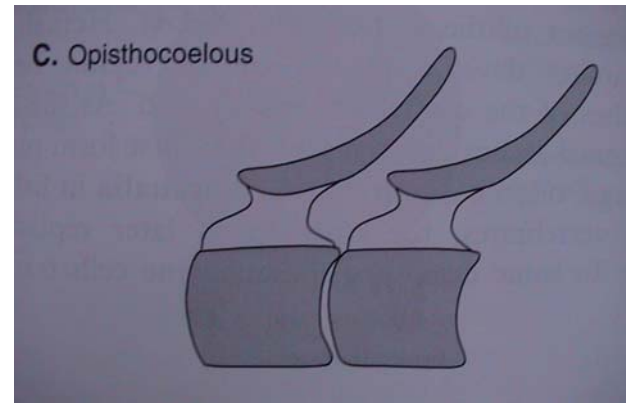
- amficélní (Chondrichthyes, Actinopterygii)



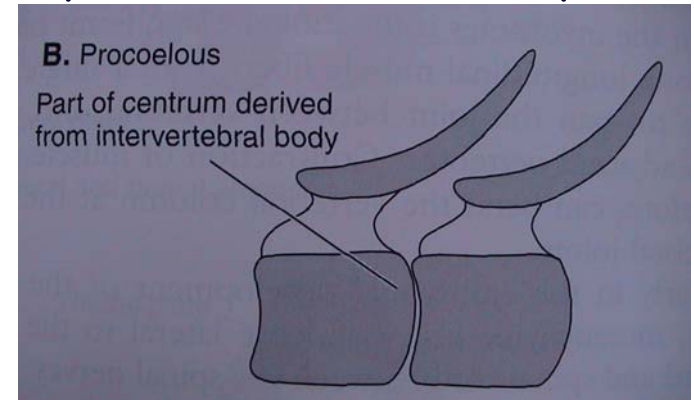
- platycélní (acélní, amfiplatní) (Mammalia)



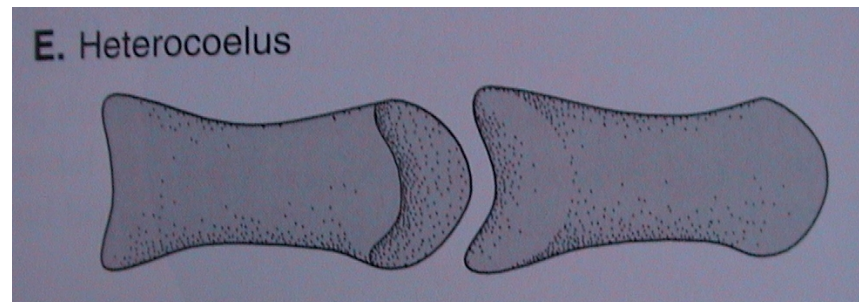
- opistocélní (Caudata)



- procélní (Anura, „Reptilia“)



- heterocélní (Aves)



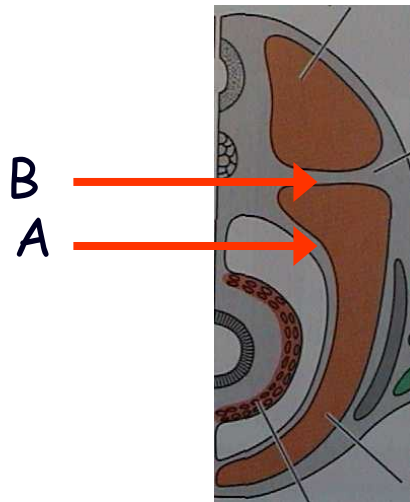


vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : osní - costae, sternum

**Žebra:** dorzálně připojena na těla a processi transversi obratlů

A) dolní - v blízkosti myosept na somatopleuře, výztuha stěny coelomu, u vodních čelistnatců

B) horní - v septum horizontale, suchozemští obratlovci a některé ryby



metamerie  
(vodní čelistnatci)

redukce (jen hrudní)  
(„Sauria”, Aves, Mammalia)

sekundární metamerie  
(Ophidia)

vymizení  
(Anura, Apoda)

**Sternum:** u suchozemských obratlovců

Anura - „Sauria” - Aves (+crista sterni) - Mammalia (manubrium, corpus, processus xiphoideus)

chybí: Caudata, Ophidia

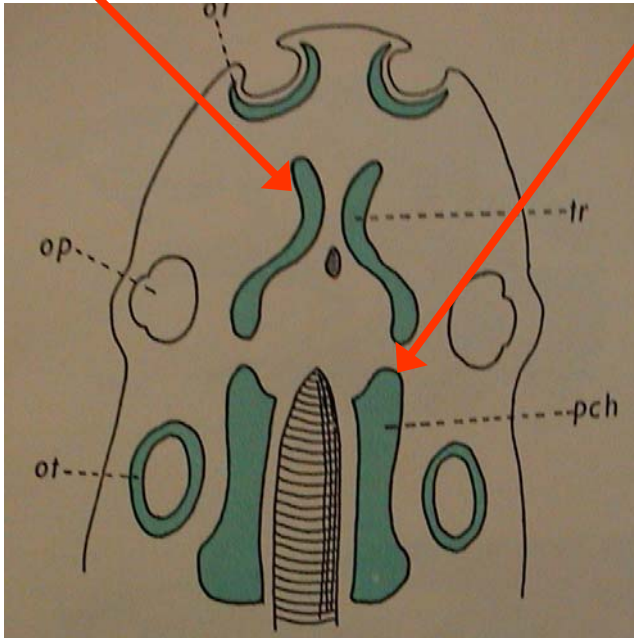
vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : cranium

CRANIUM ——— neurocranium  
viscerocranium

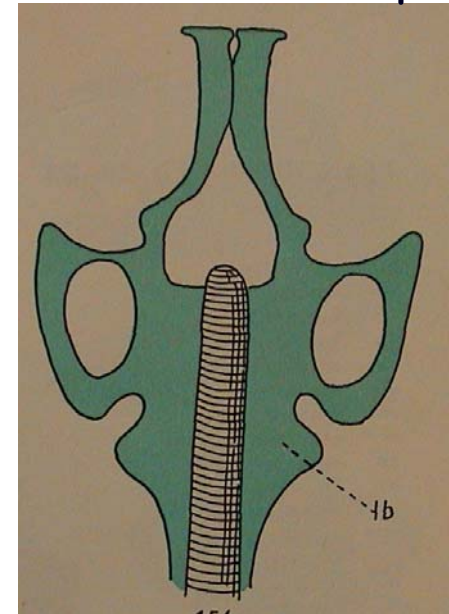
## 1. neurocranium

ENDOSKELET (somatický)

- chrupavčité neurocranium : párové chrupavky praechordalia (trabeculae cranii), parachordalia



srůst - bazální ploténka



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : cranium

pololebka (mihule)

kompaktní lebka (paryby): regio - occipitalis  
(chondrocranium)

otica  
orbitalis  
ethmoidalis

- kostěné neurocranium : v komplexu **sphenoidale** (lebeční báze)  
spodina lebeční: ethmosphenoidale, praesphenoid, basisphenoid + basioccipitale  
vertikální stěny: turbinalia, orbitosphenoid, alisphenoid, exoccipitale

## EXOSKELET

- lebeční klenba: nasale, frontale, parietale, jugale, lacrimale, intertemporale, supratemporale, squamosum
- patrový komplex: pterygoidy, parasphenoid, vomer, ossa palatina

vznik orgánů  
 pokrýv těla (integument)  
 kostra (skelet) : cranium

## 2. viscerocranium

ENDOSKELET (viscerální) - z ektomezenchymu nervové lišty, chrupavčitý, kostěný

žaberní oblouky (9):

0. (2) - praemandibulární ?

1. (1) - čelistní (*Otx* gen a *Dlx* geny) ■  
 horní (?): palatoquadratum - quadratum - incus  
 dolní: mandibulare - articulare - malleus

2. (1) - jazykový (*Hox a2* gen) ■  
 horní: hyomandibulare - columella - stapes  
 dolní: hyoideum-rohy jazyky-jiné části jazyky

3. opora žaber (vodní) - části jazyky  
 (Tetrapoda)

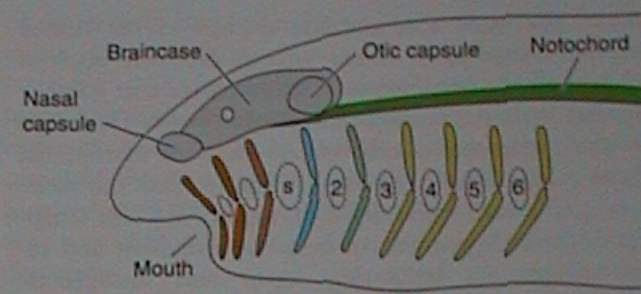
4.-6. opora žaber (vodní) - chrupavky hrtanu  
 (Tetrapoda)

7. opora žaber (Chondrichthyes) až  
 vymizení (Tetrapoda)

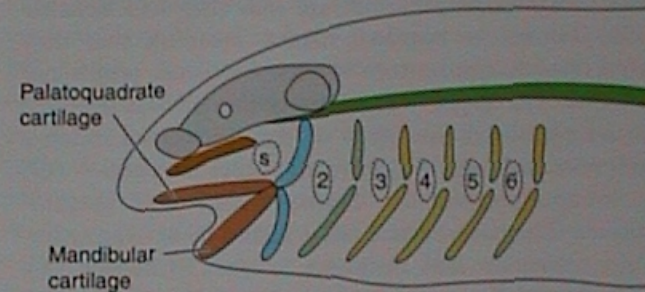
EXOSKELET (dermální) - jen kostěný

horní čelist: praemaxillare, maxillare

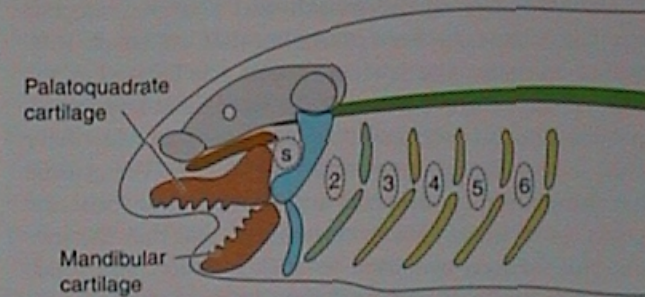
dolní čelist: dentale (mandibula), angulare



A. Hypothetical jawless condition



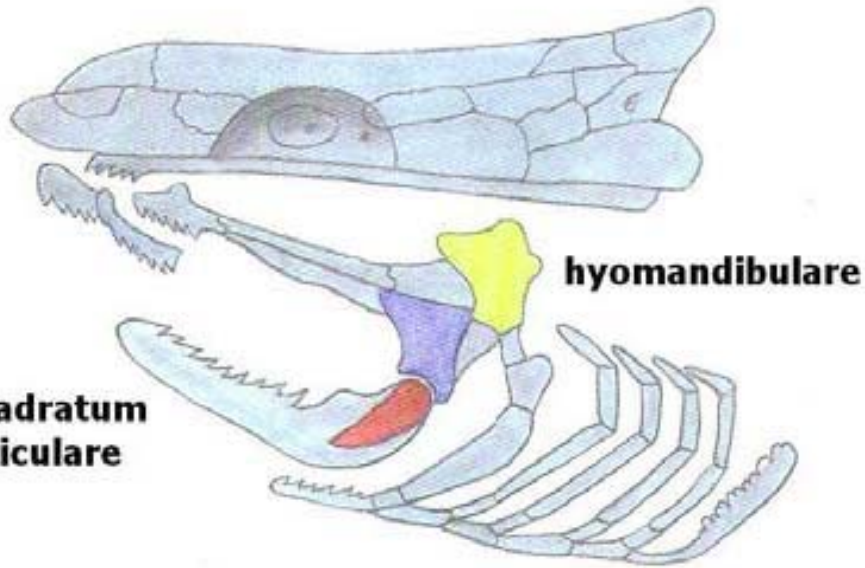
B. Mandibular arch functions as jaws



C. Jaws associated with braincase

<span style="color: brown;">■</span> Premandibular arches	<span style="color: brown;">■</span> Mandibular arch
<span style="color: lightblue;">■</span> Hyoid arch	<span style="color: lightgreen;">■</span> Carotid arch
<span style="color: yellow;">■</span> Vagal arches	<span style="color: green;">■</span> Notochord





**quadratum  
articulare**

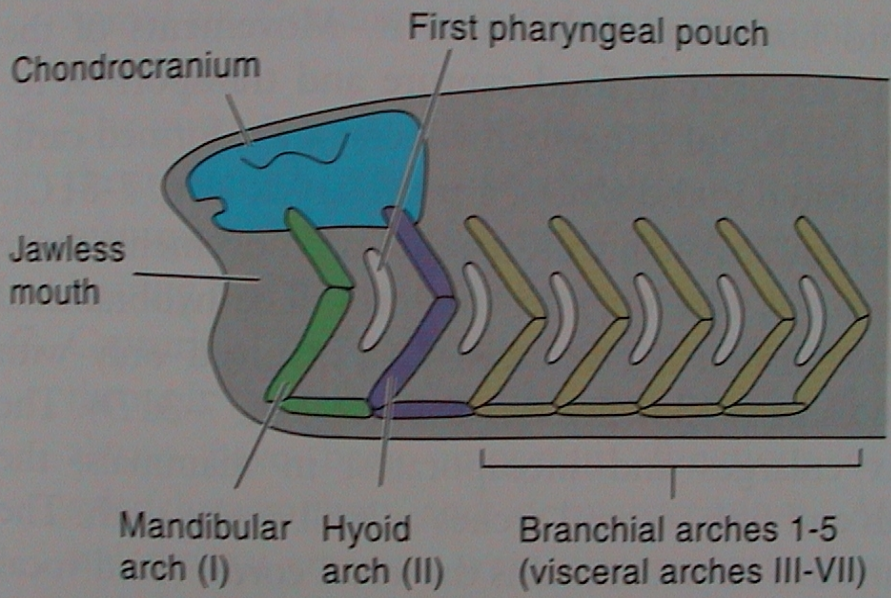
**hyomandibulare**

**incus  
malleus**

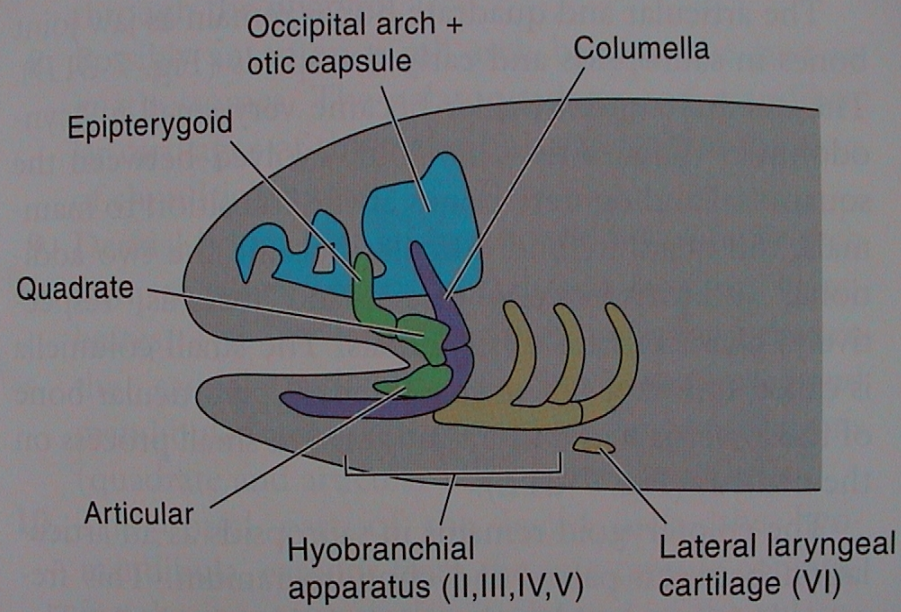
**stapes**

původ sluchových kůstek savců  
(Gaupp - Reichertova teorie)

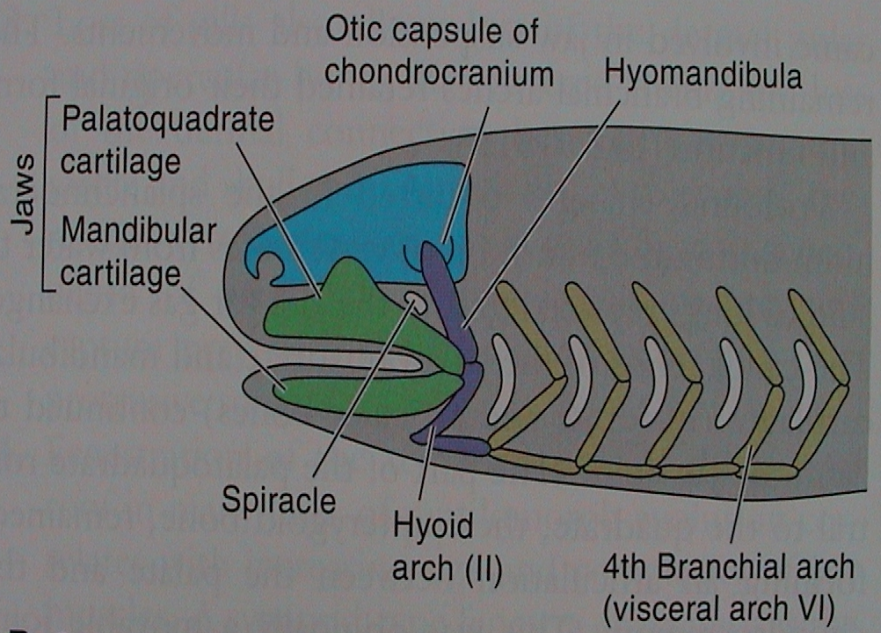




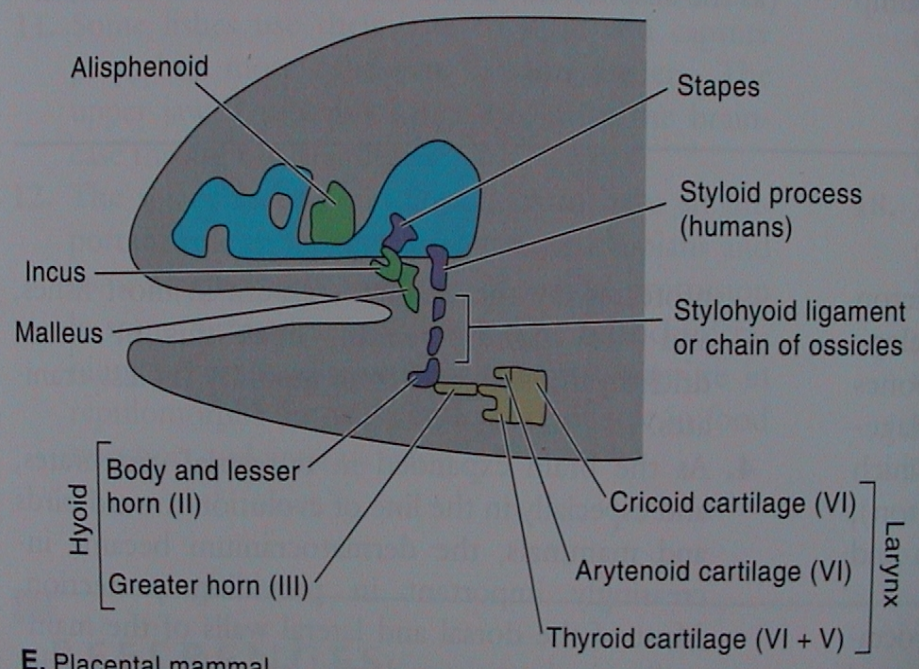
A. Hypothetical jawless condition



C. Hypothetical early tetrapod

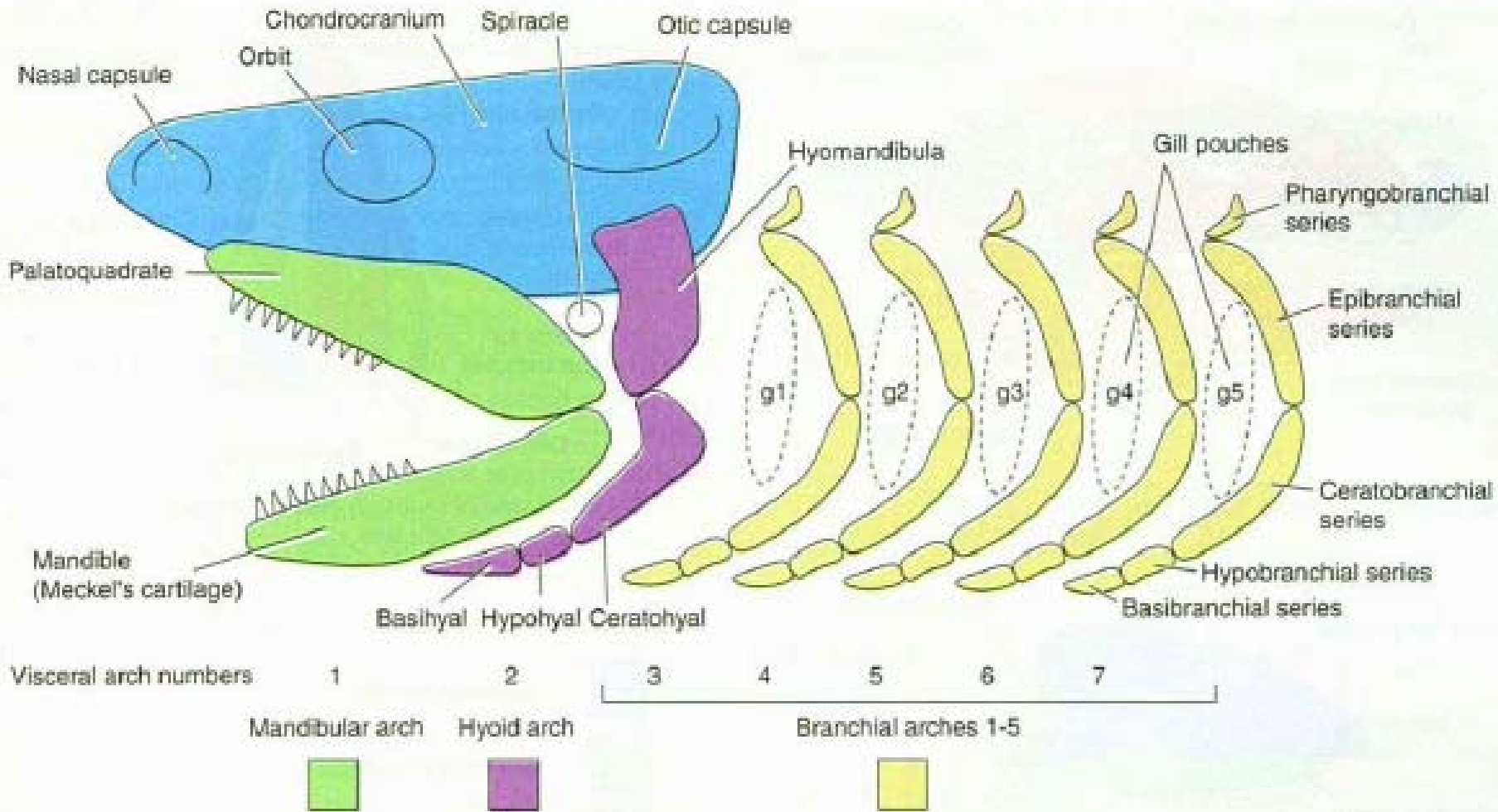


B. Gnathostome



E. Placental mammal

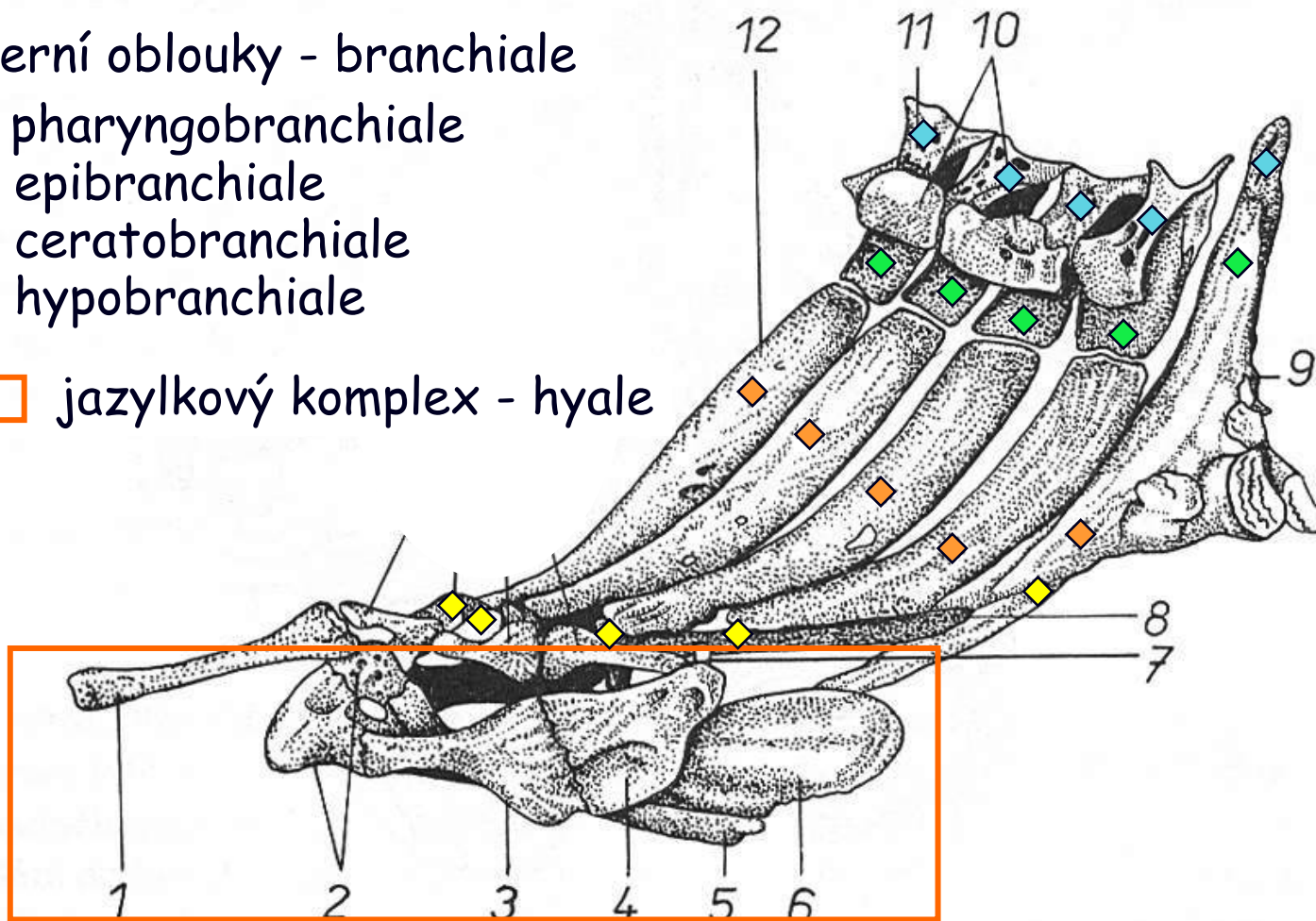




## žaberní oblouky - branchiale

- ◆ pharyngobranchiale
- ◆ epibranchiale
- ◆ ceratobranchiale
- ◆ hypobranchiale

□ jazykový komplex - hyale

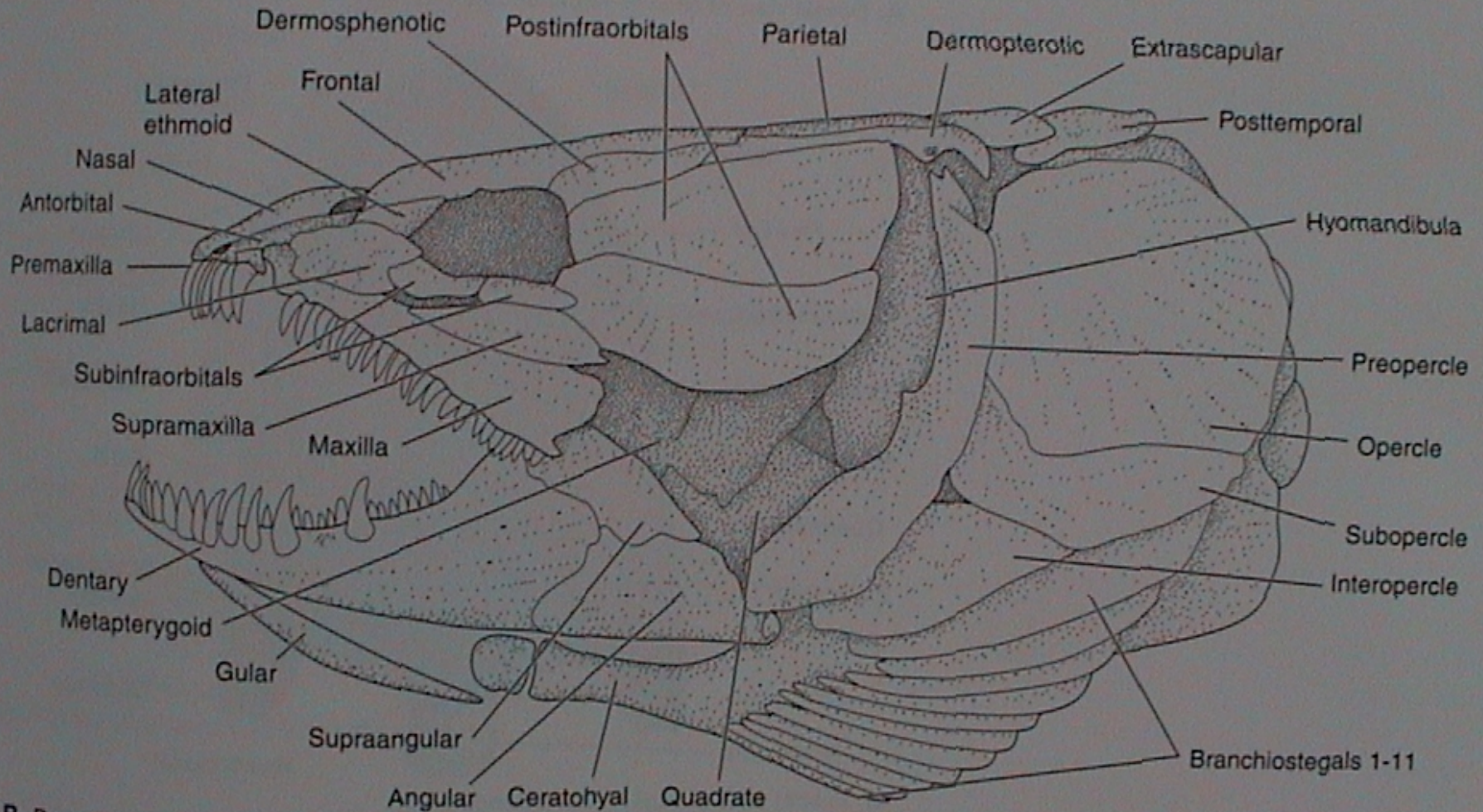


Obr. 29. Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) – kostra žaberního ústrojí z boční strany. 1 – *basihyale*; 2 – *hypohyale*; 3 – *ceratohyale*; 4 – *epihyale*; 5 – *urohyale*; 6 – hřeben *urohyale*; 7 – *interhyale*; 8 – chrupavčitá podpurná tyčinka; 9 – *os pharyngeum*, kost požeráková; 10 – *pharyngobranchiale*; 11 – *epibranchiale*; 12 – *ceratobranchiale*; 13 – *copulae*; 14 – *hypobranchiale*. Podle Urbanowiczové



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : cranium

Rozvoj dermálního viscerocrania - max. ryby  
(Halecomorphi - kaprouni; „Holostei“: Amiiformes)



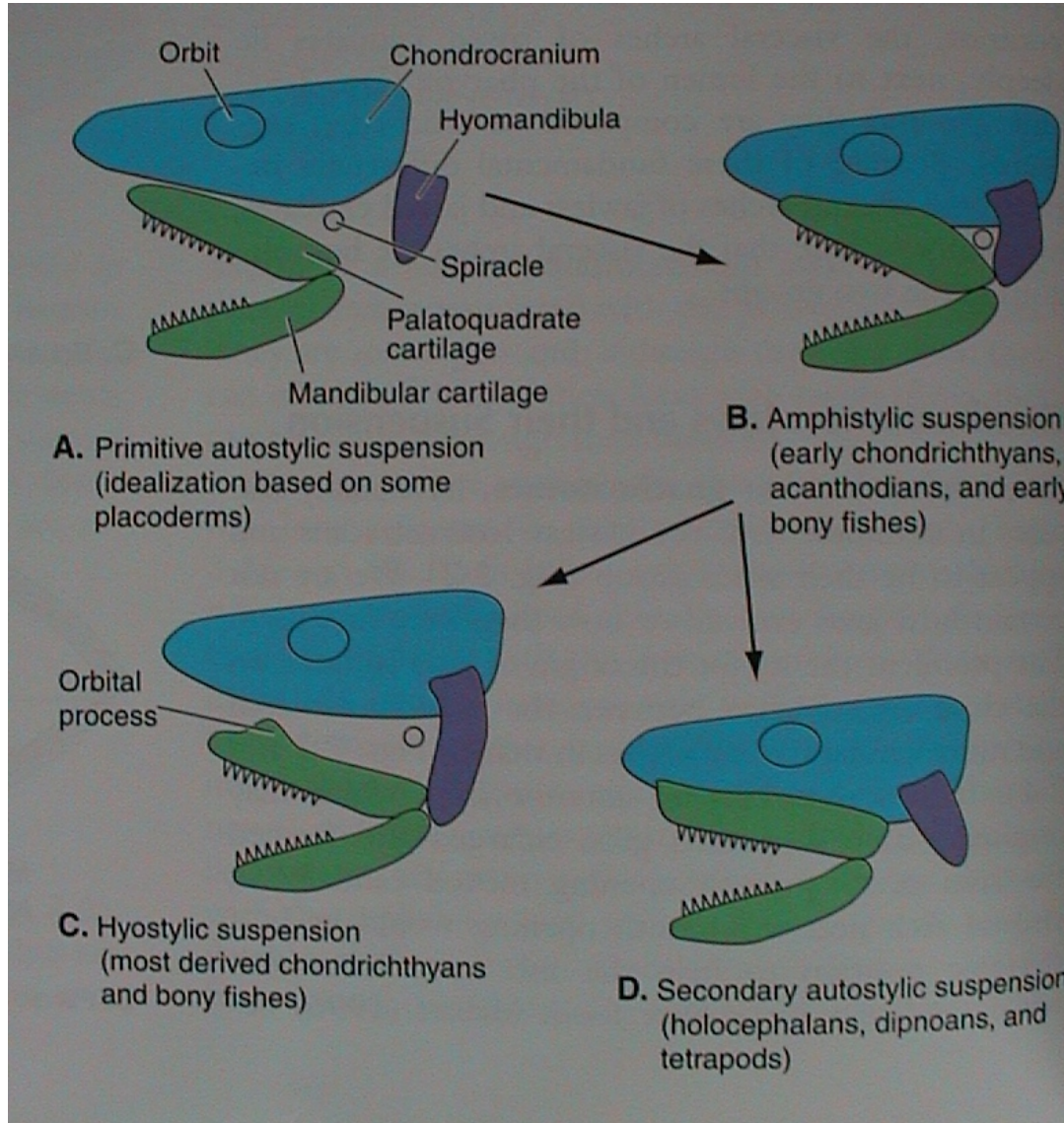
B. Bones of the cranial skeleton of *Amia*



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : cranium

## Připojení viscerocrania k neurocraniu

primární  
autostylie  
(euautostylie)



amphistylie

hyostylie

sekundární  
autostylie  
(metautostylie)

vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

## „Agnatha“

nepárový ploutevní lem - chrupavčité paprsky

### **Gnathostomata**

vodní obratlovci - ichthyopterygia (ploutve)

#### **A) nepárové**

pinna

caudalis (C)

dorsalis (D)

analis (A)

fixace v trupu: pterygiophory (D, A), páteř (C)

volná končetina: paprsky

ceratotrichia  
(Chondrichthyes)

lepidotrichia -  
(Actinopterygii)

camptotrichia  
(Dipnoi)

#### **B) párové**

pinnae

pectorales (P)

ventrales (V)

fixace v trupu: pásma (přední - lopatkové, zadní - pánevní)

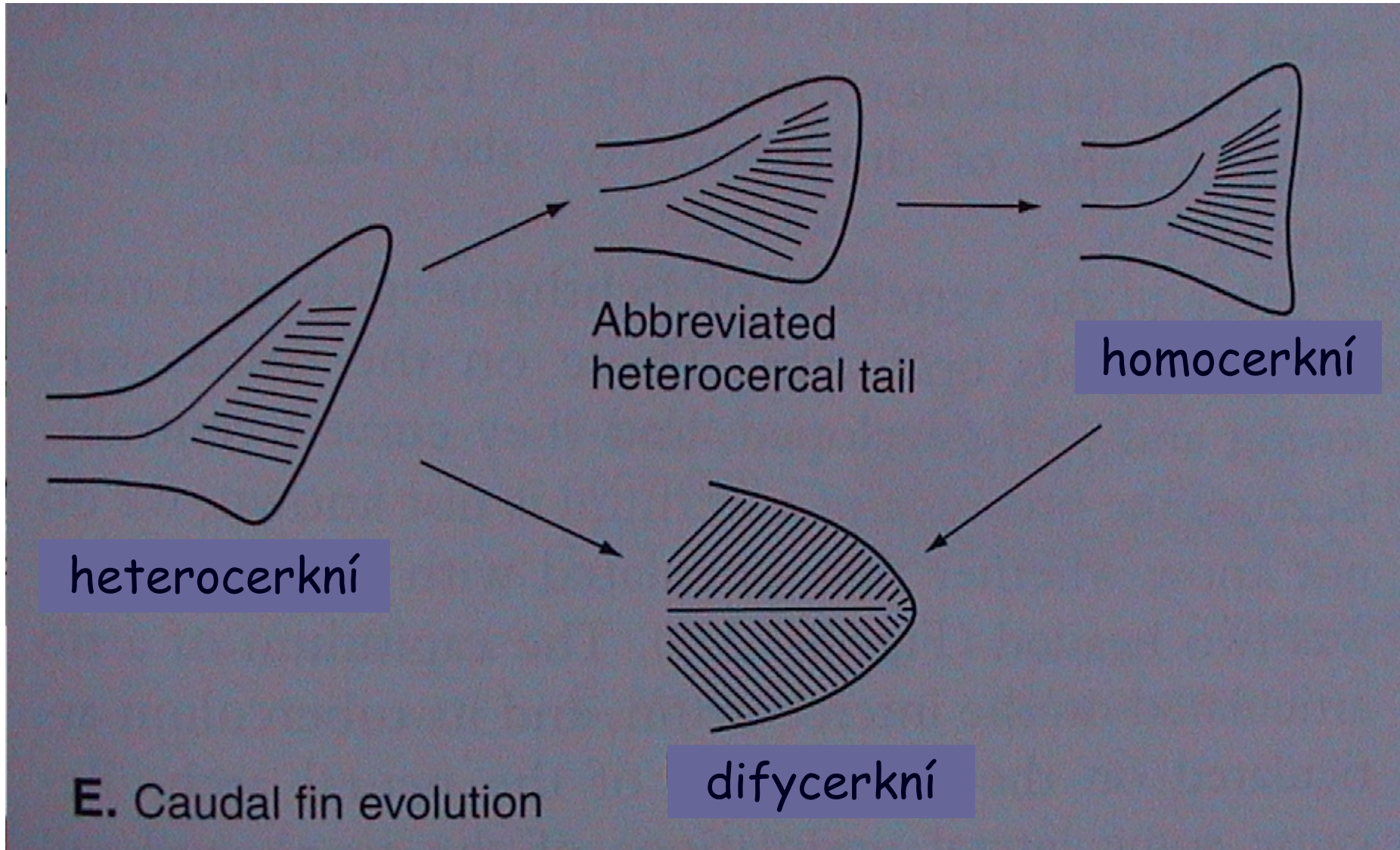
volná končetina: basalia - radialia - paprsky



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• nepárové ploutve

## pinna caudalis



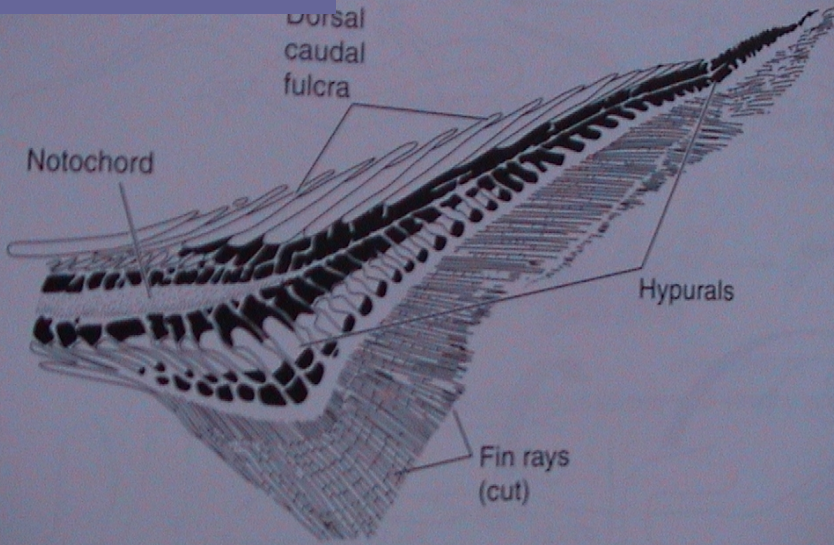


vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• nepárové ploutve

# pinna caudalis

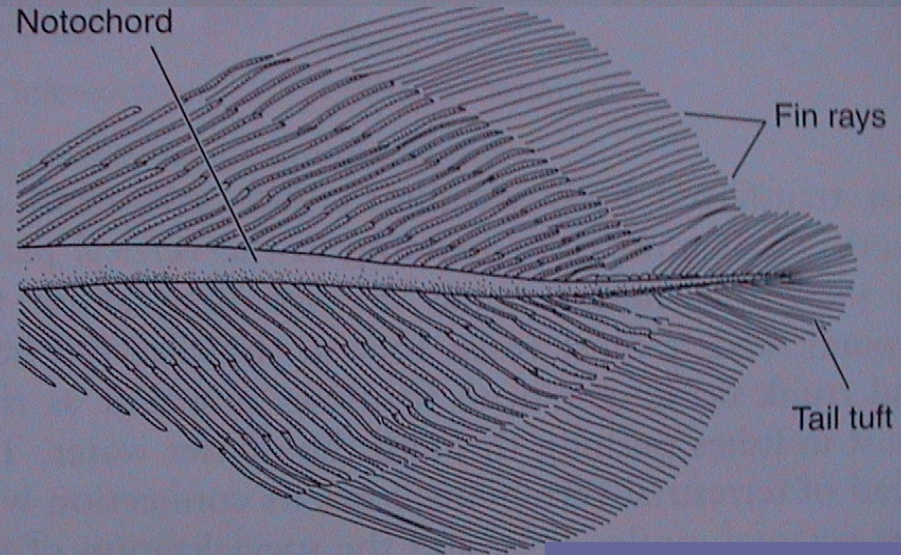
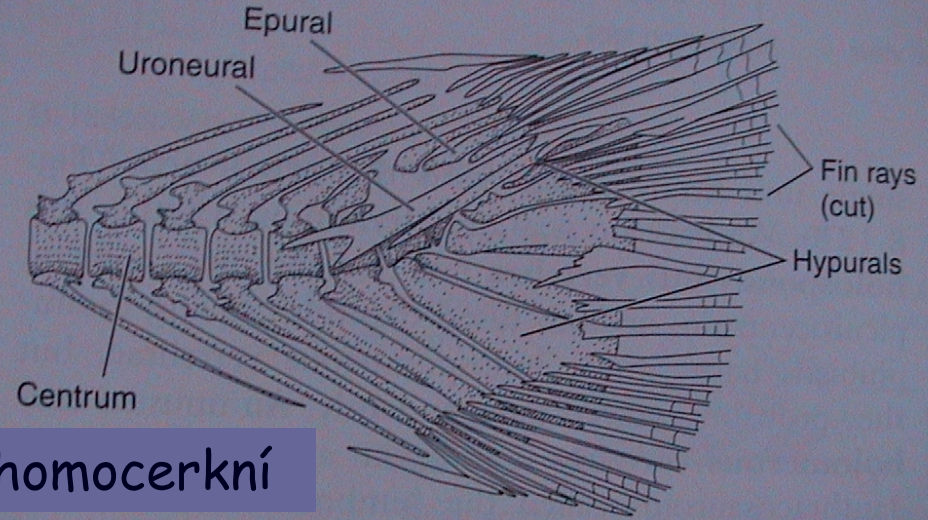
## heterocerkní



A. Caudal skeleton of *Polyodon* (heterocercal)

urostyl  
hypuralia

## homocerkní



D. Caudal skeleton of *Latimeria* (c)

## difycerkní

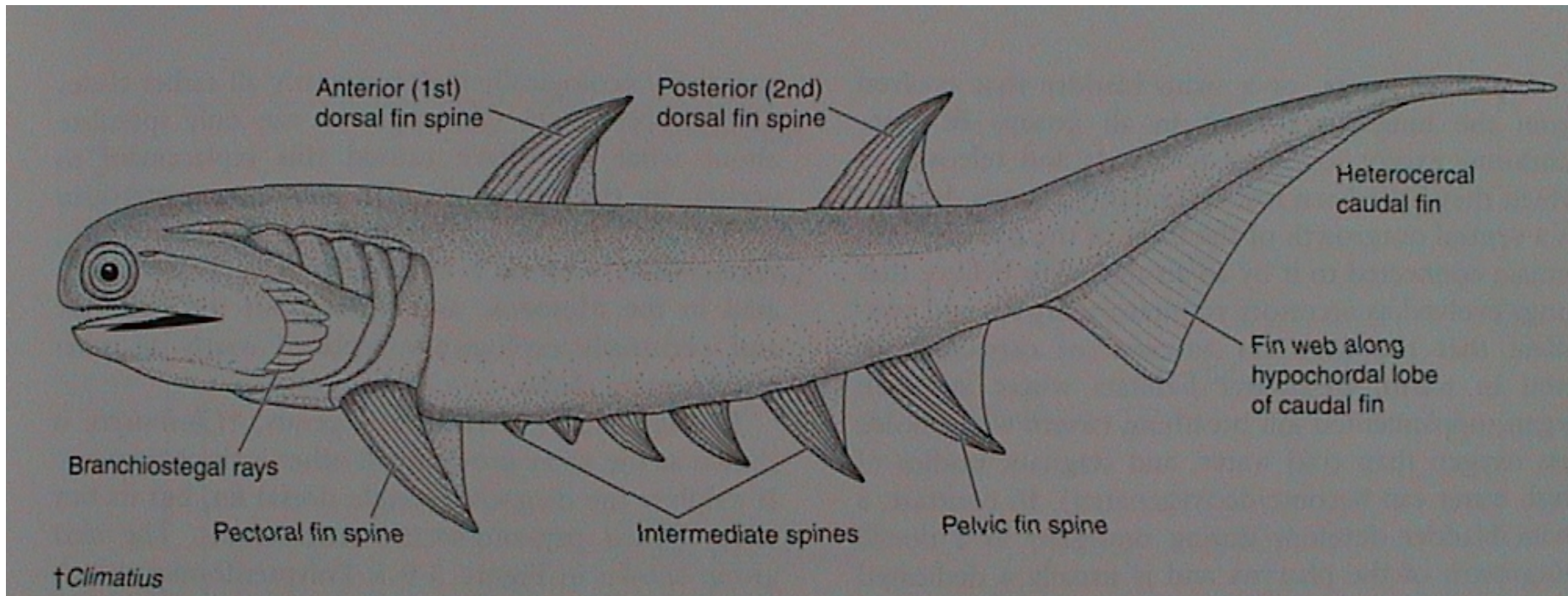


vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

## Vznik párových ploutví

metapleurová teorie:

rozpad párového ploutevního lemu (metapleur)



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• párové ploutve

## Chondrichthyes

### pinnae pectorales

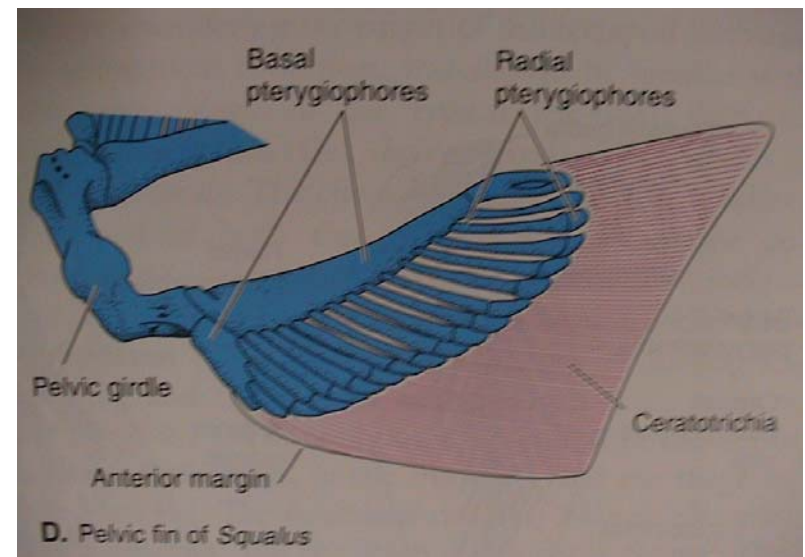
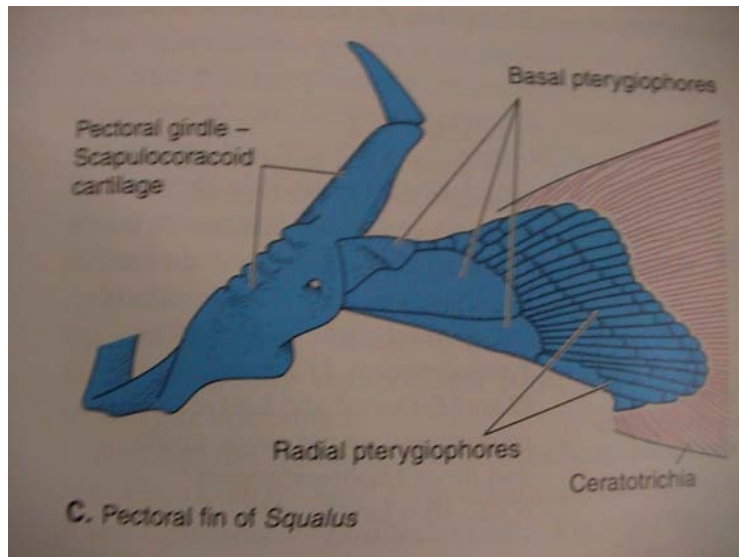
**pásmo:** coracoscapulare = scapulocoracoid  
(k lebeční bázi)

**volná končetina:**

basalia, radialia  
ceratotrichia

### pinnae ventrales

ischiopubicum (k páteři)  
= puboischiadicum



vznik orgánů  
 pokryv těla (integument)  
 kostra (skelet) : končetiny

• párové ploutve

# Sarcopterygii (archipterygium)

## pinnae pectorales

## pinnae ventrales

**pásmo:** scapulocoracoid („Rhipidistia“)  
 scapula + coracoid (Dipnoi)  
 \_\_\_\_\_  
 clavícula, (interclavícula)  
 komplex cleithrum

pelvis (ilium, pubis)

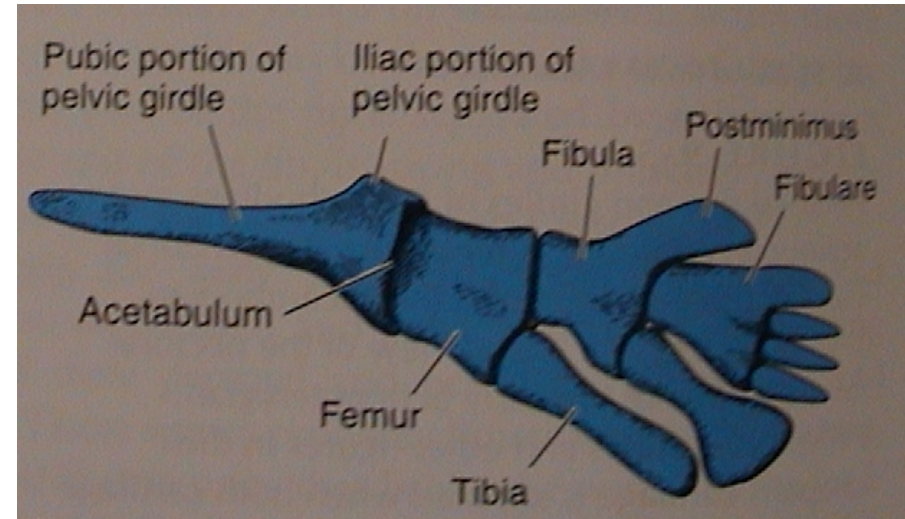
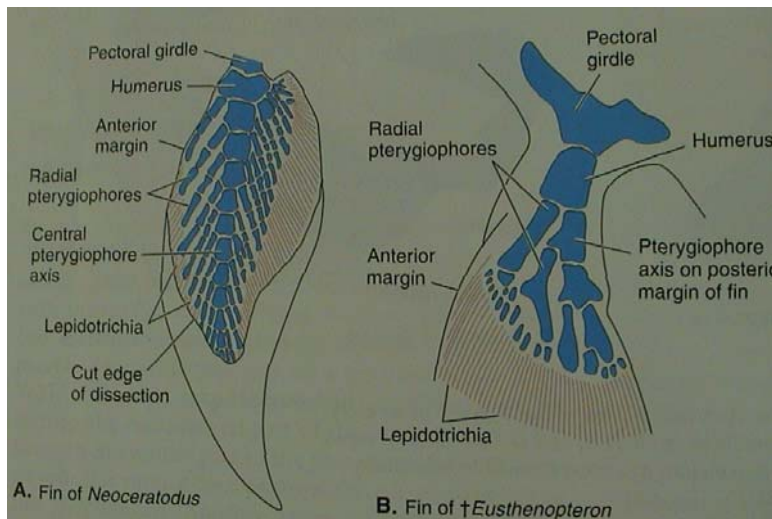
**volná končetina:**

basalia, radialia  
 lepidotrichia (camptotrichia)

biseriální

uniseriální

uniseriální



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• párové ploutve

## Actinopterygii

pinnae pectorales

pásmo: scapulocoracoid

clavicula (jen u starobylých)  
komplex cleithrum

volná končetina:

jen zkrácená radialia  
prodloužená lepidotrichia

pinnae ventrales

basipterygium

jen prodloužená lepidotrichia



vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• párové končetiny

# Tetrapoda

## Suchozemští obratlovci - chiropterygia

### přední

**pásmo:** scapula + procoracoid  
+ (meta)coracoid (jen u ptakořitných)

---

clavicula, (interclavicula, cleithrum)

### zadní

pelvis (ilium, ischium, pubis)

### **volná končetina:**

**stylopodium:** humerus

femur

**zeugopodium:** ulna + radius

tibia + fibula

**autopodium:** carpalia (12)  
metacarpalia (5)

tarsalia (12)  
metatarsalia (5)

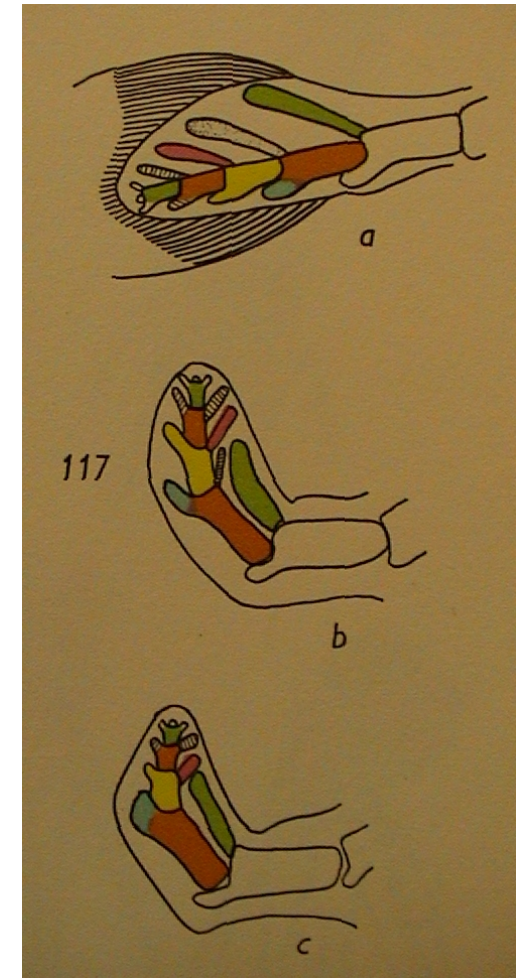
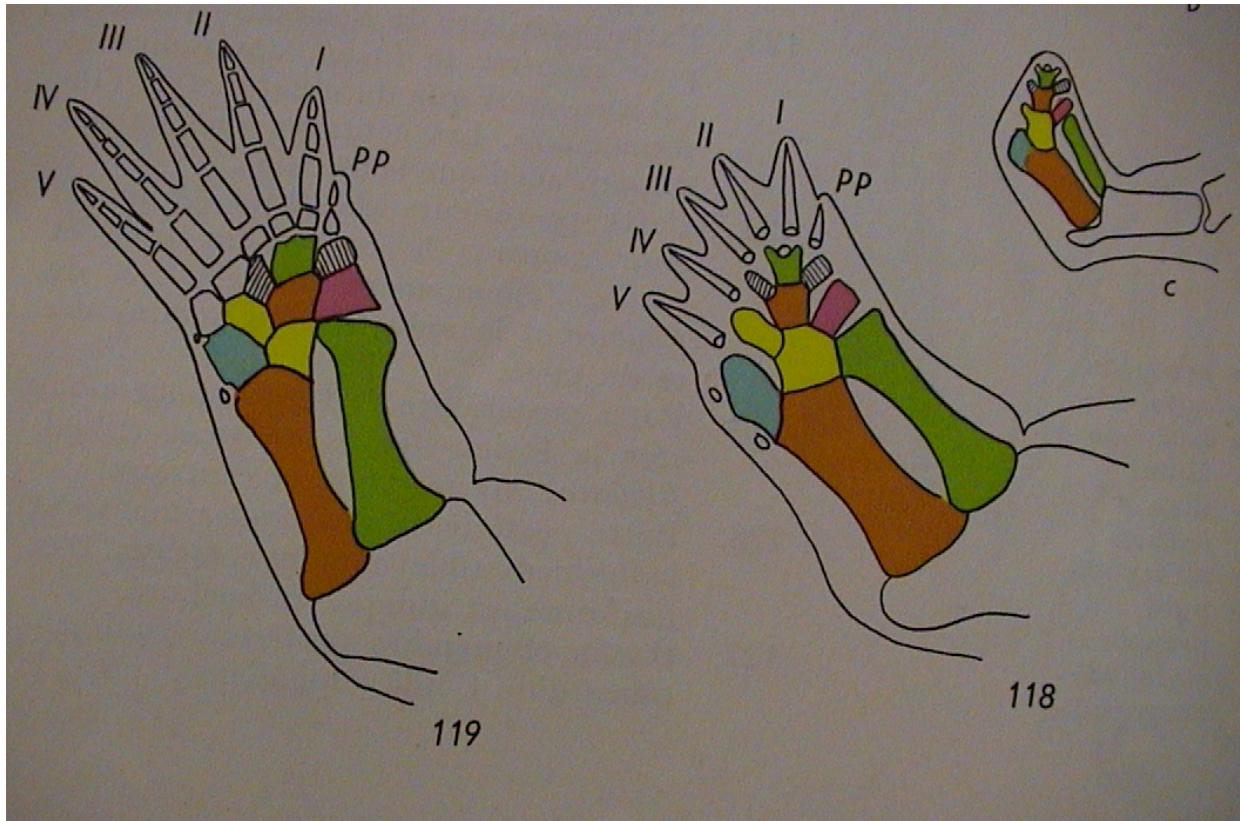
digiti (5?)  
2-3-4-5-3

digiti (5?)  
2-3-4-5-4

vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• párové končetiny

## Vznik chiropterygií čtvernožců (Tetrapoda) přeměnou uniseriálního archipterygia ryb „Rhipidistia“

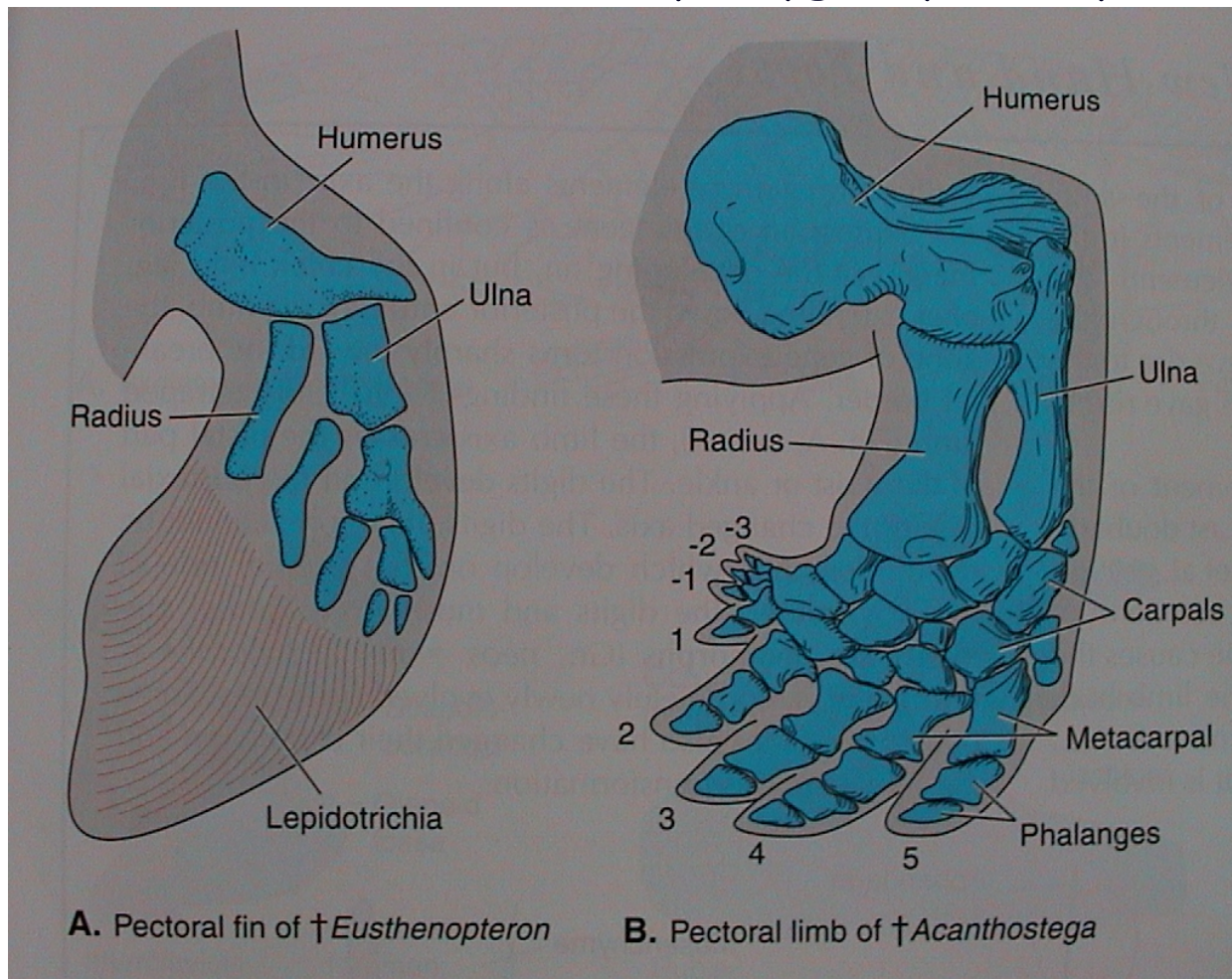




vznik orgánů  
pokryv těla (integument)  
kostra (skelet) : končetiny

• párové končetiny

## Vznik chiropterygií čtvernožců (Tetrapoda) přeměnou uniseriálního archipterygia ryb „Rhipidistia“

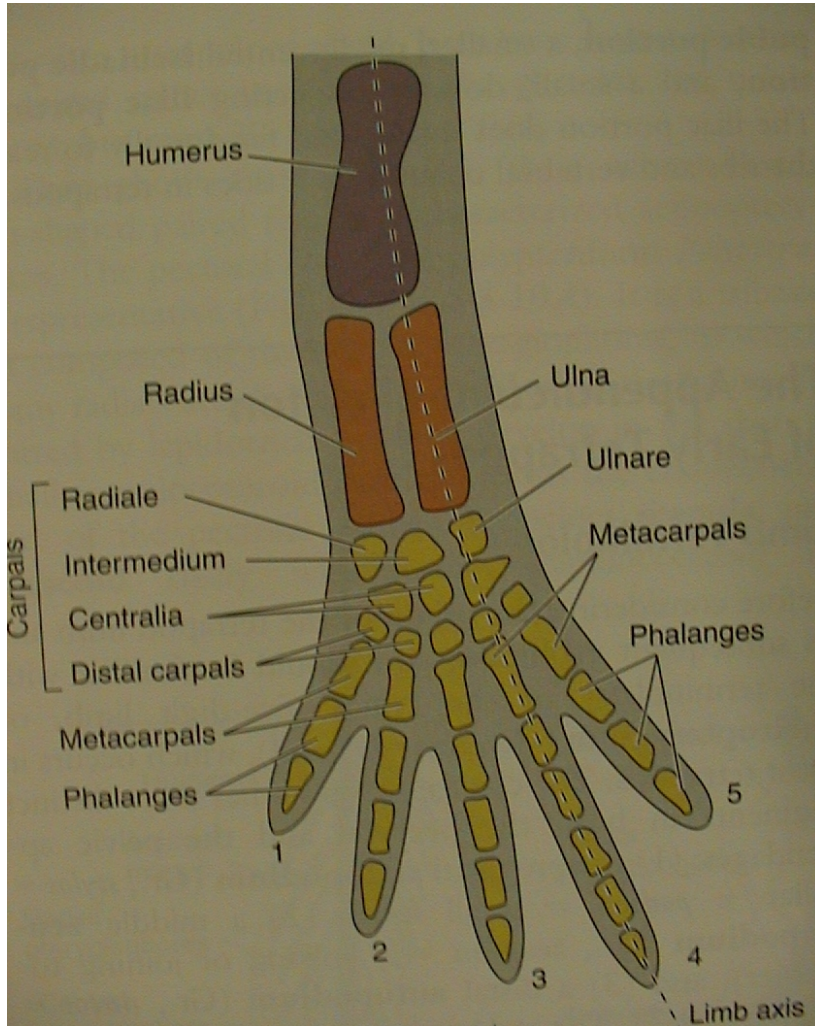


vznik orgánů  
 pokryv těla (integument)  
 kostra (skelet) : končetiny

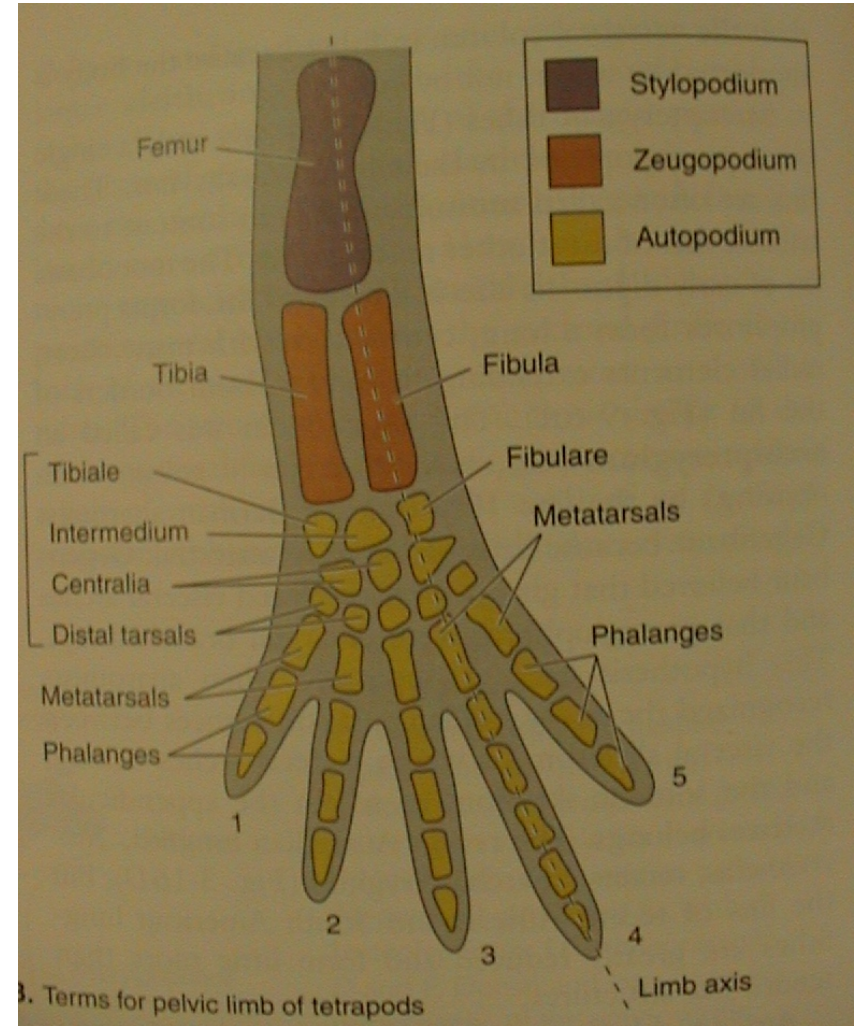
• párové končetiny

# Tetrapoda

## přední (anterior)



## zadní (posterior)





somatická svalovina - příčně pruhovaná, z myotomu somitů

viscerální svalovina - ze splanchnopleury, hladká  
útrobní, srdeční sval

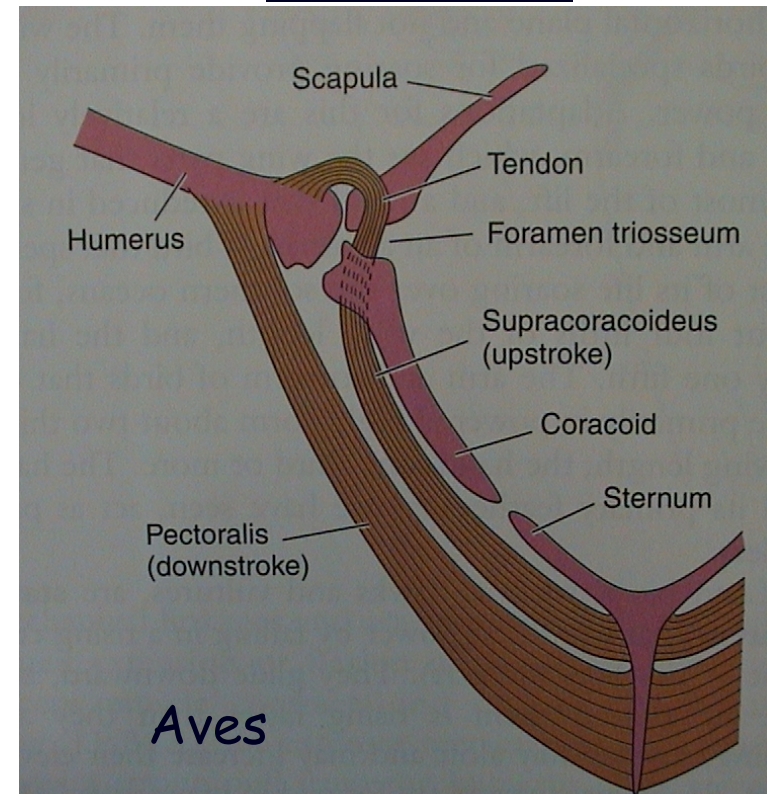
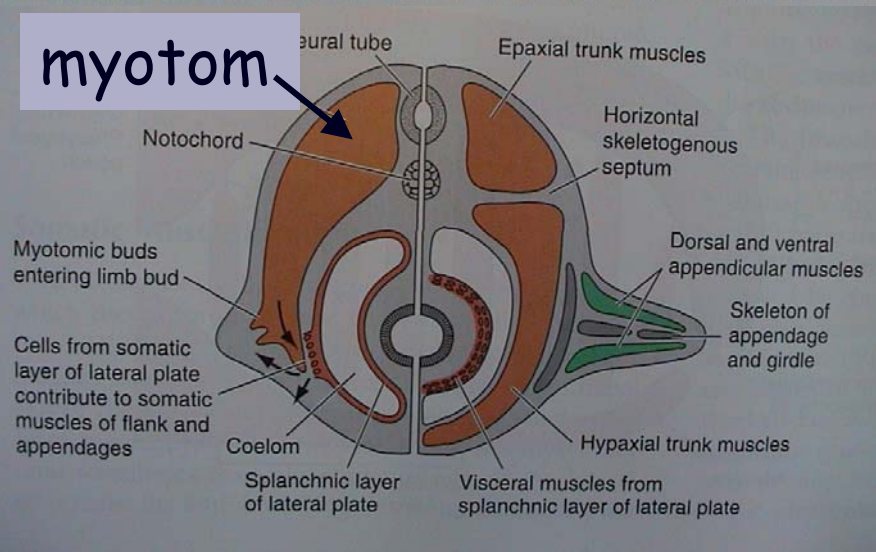
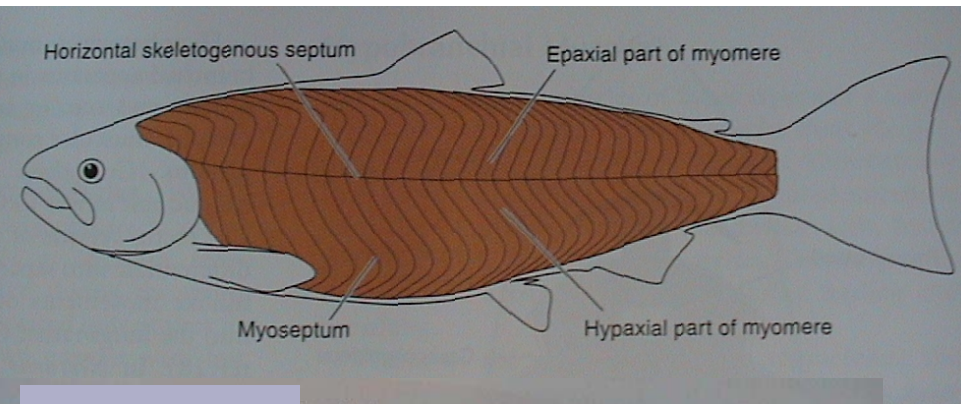
branchiální svalovina - z BNL, příčně pruhovaná  
žaberní (pohyb čelistí, žvýkací a mimické svaly savců)

kožní svalovina - z dermatomu (čepýření peří, ježení  
srsti)

### Metamerie (vodní)

- boční sval
- myomery a myosepta
- epaxiální a hypaxiální část, septum horizontale

### Rozpad bočního svalu (suchozemští)



svalstvo

nervová soustava - mozek (encephalon)

A) 2 váčky

1. Prosencephalon

2. Rhombencephalon  
(7 rhombomer - NL,  
hlava, *Hox* geny)

B) 3 váčky

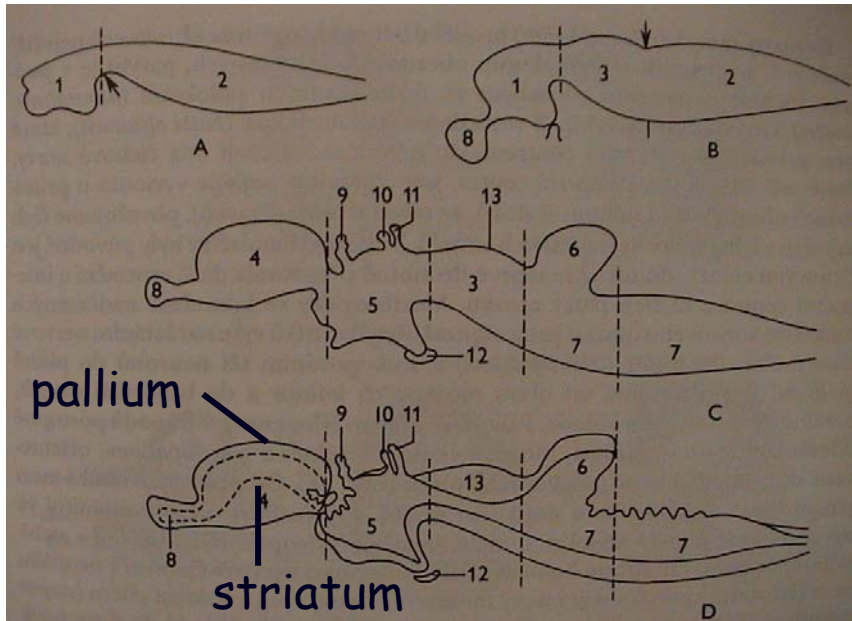
1. Prosencephalon

3. Mesencephalon  
2. Rhombencephalon

NS = CNS + periferní nervstvo

mozek  $\left\{ \begin{array}{l} \text{mícha} \\ \text{míšňi} \end{array} \right.$

hlavové (10, 12)  
vegetativní systém:  
sympaticus a parasympaticus



C+D) 5 částí

4. Telencephalon

5. Diencephalon

3. Mesencephalon

6. Metencephalon

(cerebellum)

pons Varoli

7. Myelencephalon

*Otx*  
*Emx*

*Pax*  
*Hox*

Šedá hmota: bazální ganglia - subpallium (striatum, septum)

kůra (cortex) - pallium

~~Paleostriatum (epistriatum)~~

~~Archistriatum (striatum)~~

~~Neostriatum~~

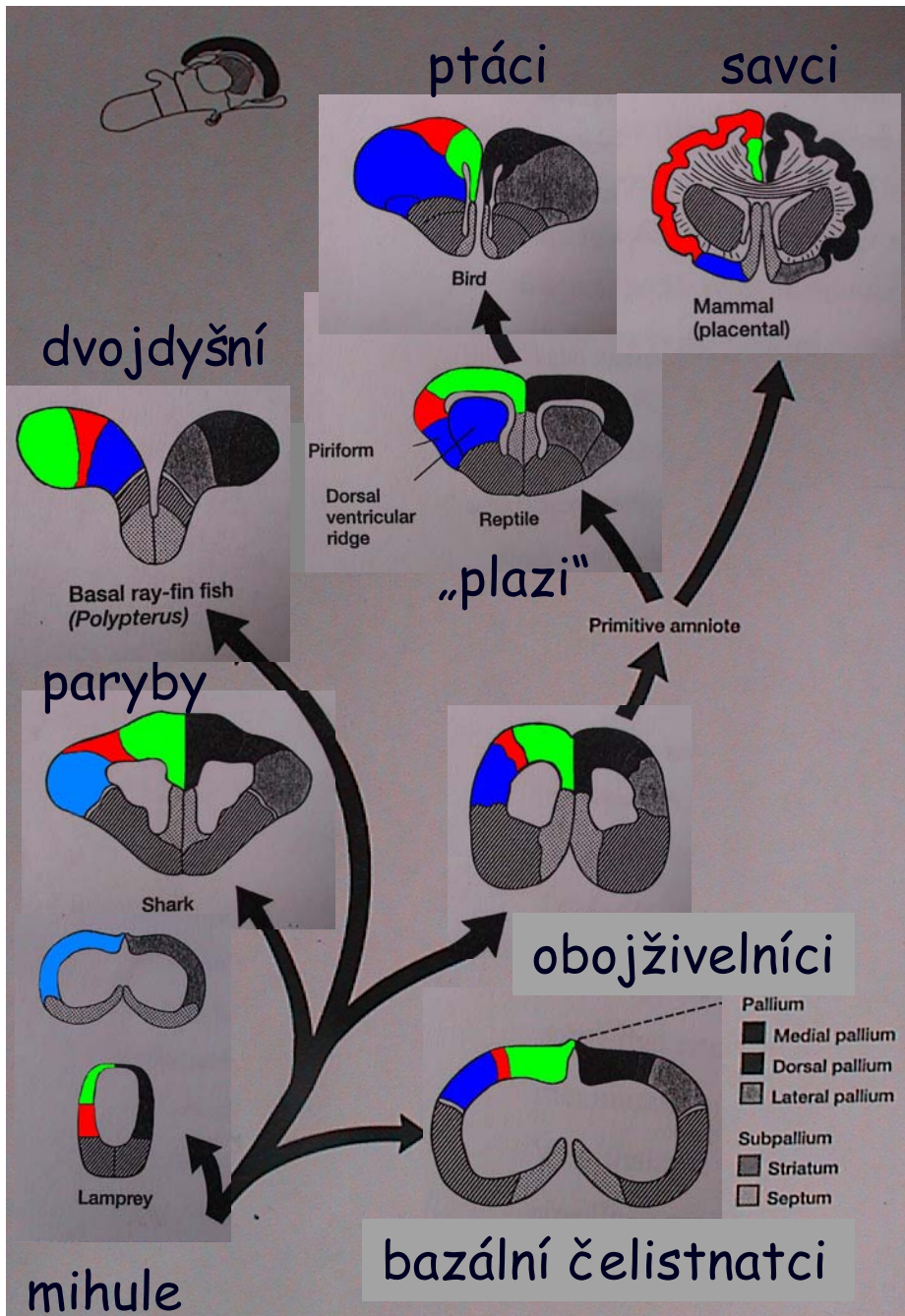
~~Paleopallium (paryby -)~~

~~Archipallium (obojživelníci - plazi - hippocampus)~~

~~Neopallium (plazi -)~~



# Fylogeneze šedé hmoty koncového mozku



## Pallium:

- mediální ■
- dorzální ■
- laterální ■

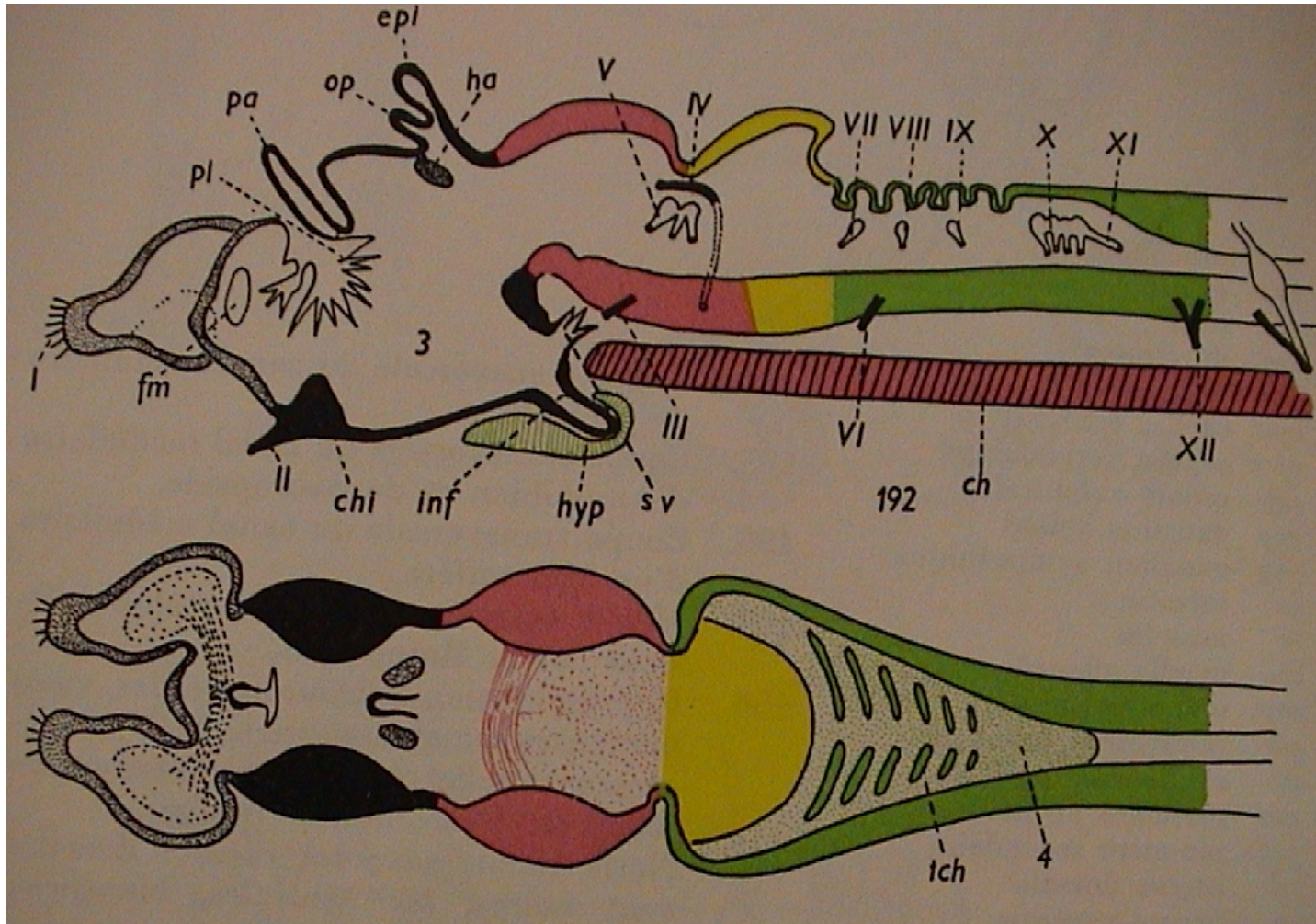
## Subpallium:

- striatum ■
- septum ■

dorzální komorový hřeben (plazi a ptáci)  
 - stereoskopické vidění  
 hippocampus savců - sensorické funkce, explorační chování, krátkodobá paměť  
 piriform - laterální pallium savců, olfaktorické informace  
 septum - limbický systém  
 striatum - koordinace pohybu

svalstvo

nervová soustava - mozek (encephalon)

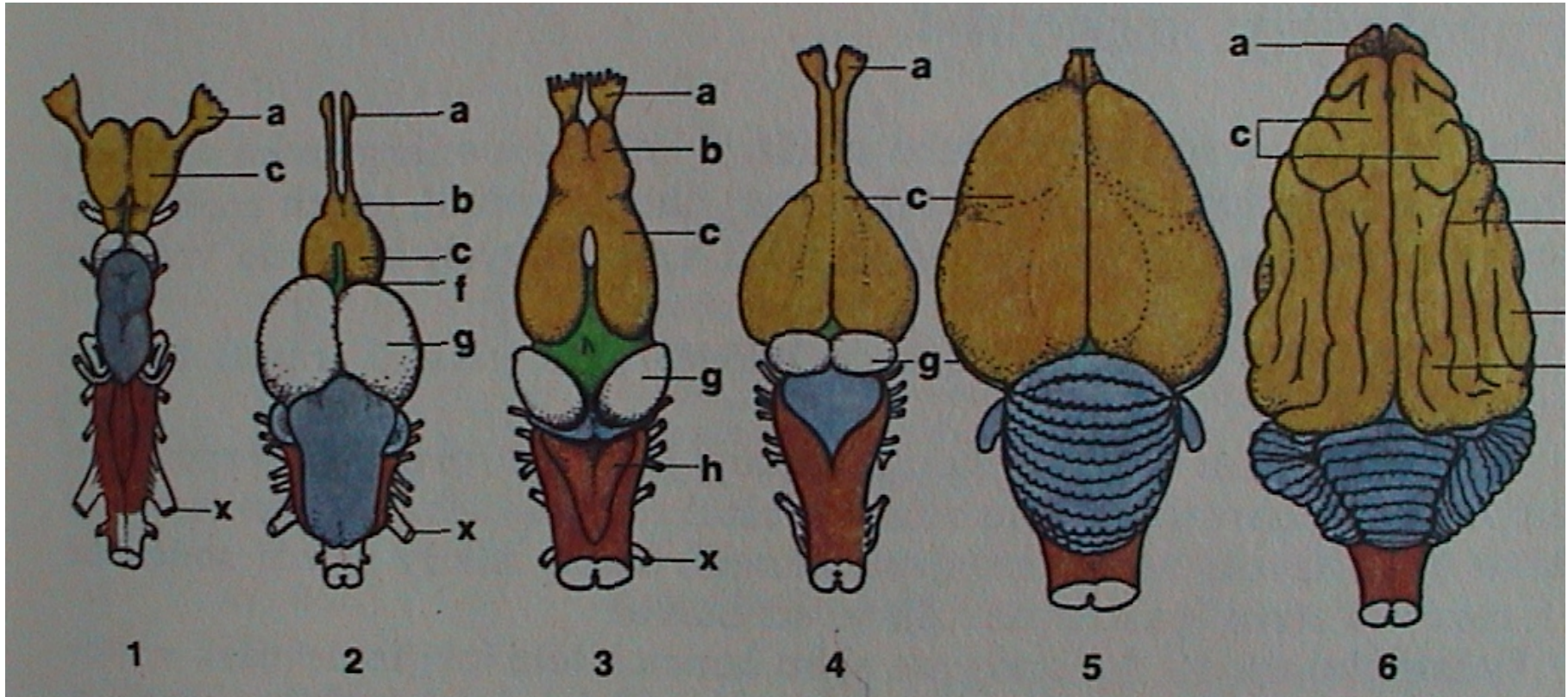


pa - paraphysa, op - pineální org., epi - parietální org. (epiphysa)



svalstvo

nervová soustava - mozek (encephalon)



Chondrichthyes Teleostei

Amphibia

Reptilia

Aves

Mammalia

„Agnatha“ - diencephalon

Teleostei - mesencephalon

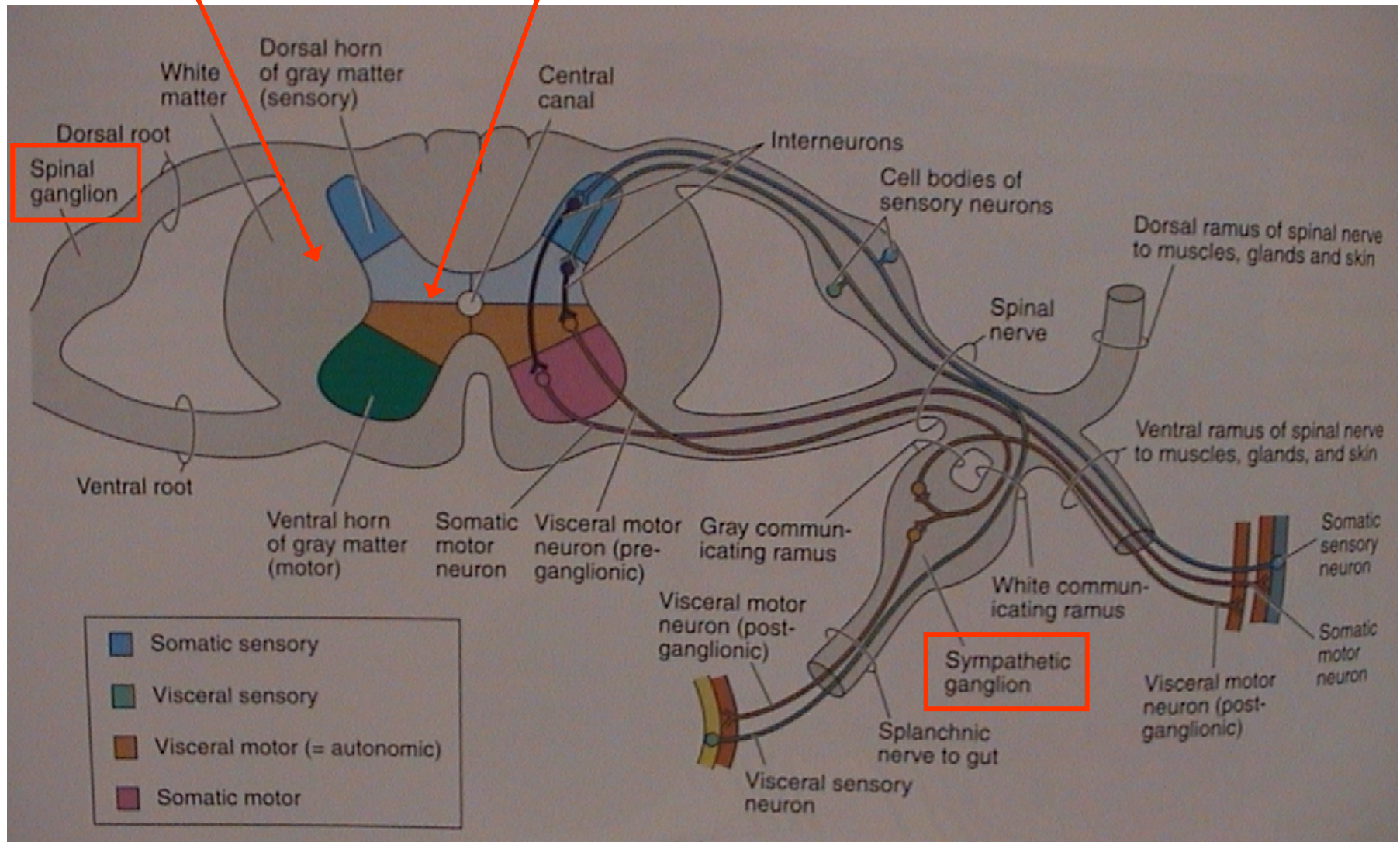
ostatní - telencephalon

svalstvo

nervová soustava - mícha (medulla spinalis)

bílá hmota míšň

šedá hmota míšň





svalstvo  
 nervová soustava -  
 sympaticus, parasympaticus

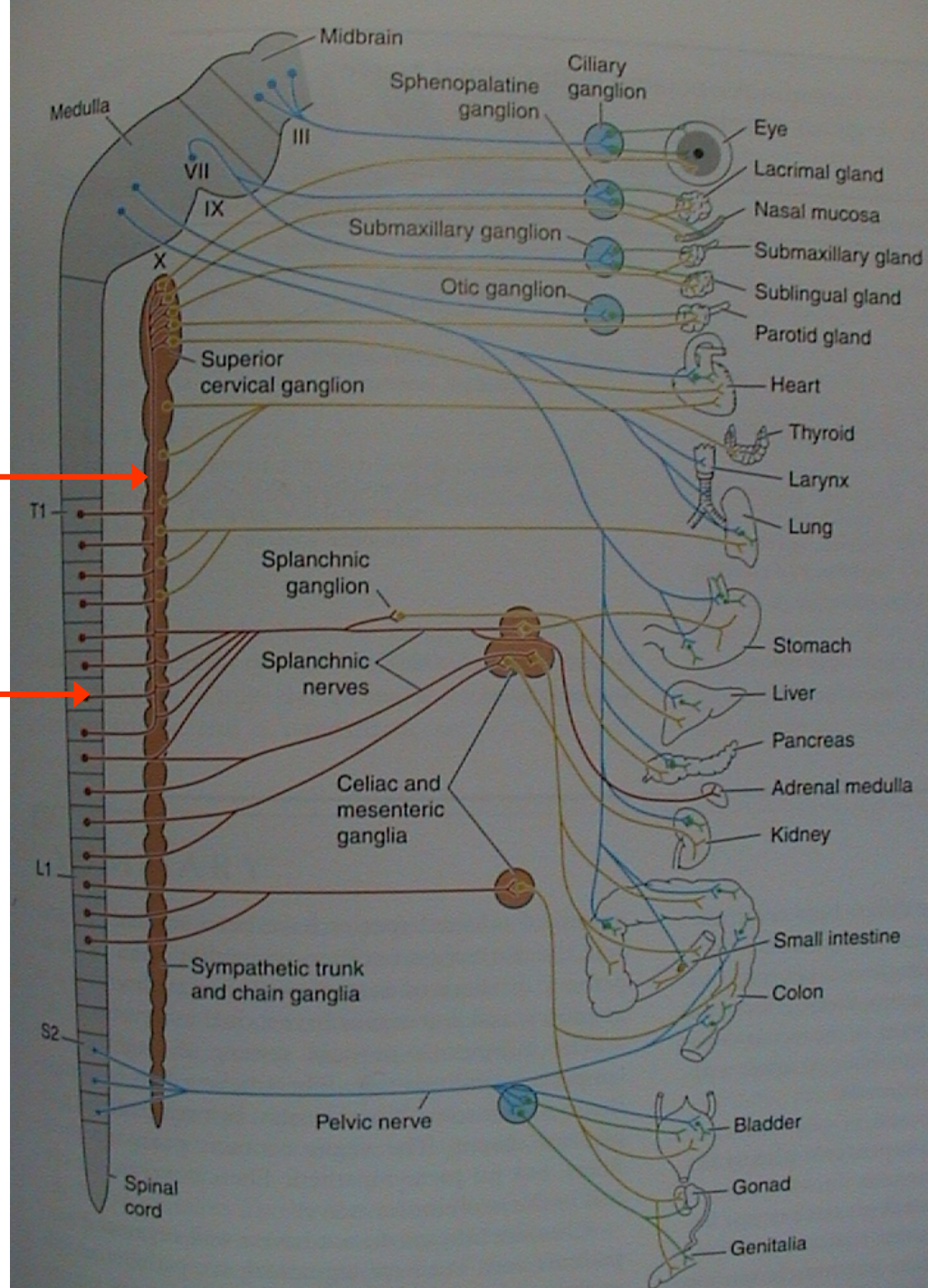
truncus sympaticus  
 (sympatický kmen)

mícha (medulla spinalis)

sympaticus



parasympaticus





svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

Smyslové buňky: primární a sekundární

Receptory:

a) extero-, propio-, entero-;

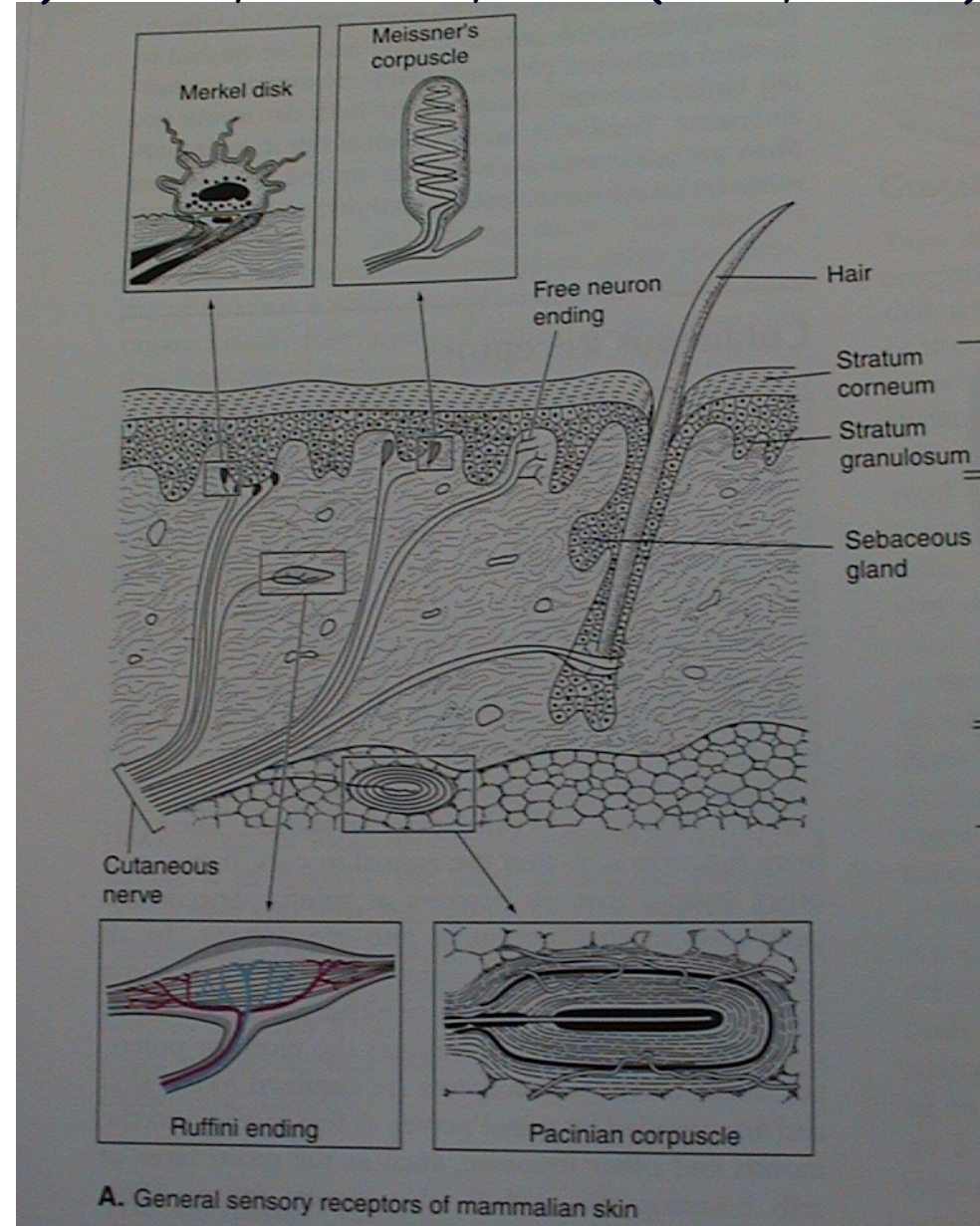
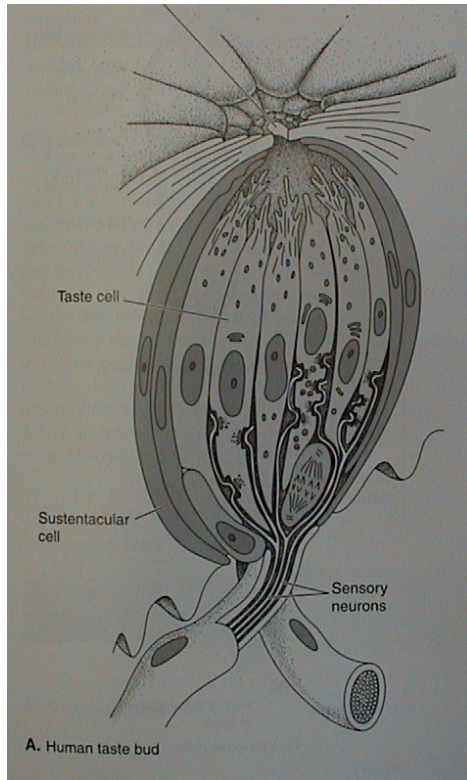
b) chemo-, mechano-, radio- (foto-, termo-)

• kožní receptory (exteroreceptory)

Volná nervová zakončení - bolest;  
Merkelovy terčky (sek.) - dotek

Tělíska - Meissner, Pacini, Herbst -  
hmat; Krause, Rufini - chlad, teplo

• chuťové pupeny a pohárky





svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

• zrak - inverzní komorové oko

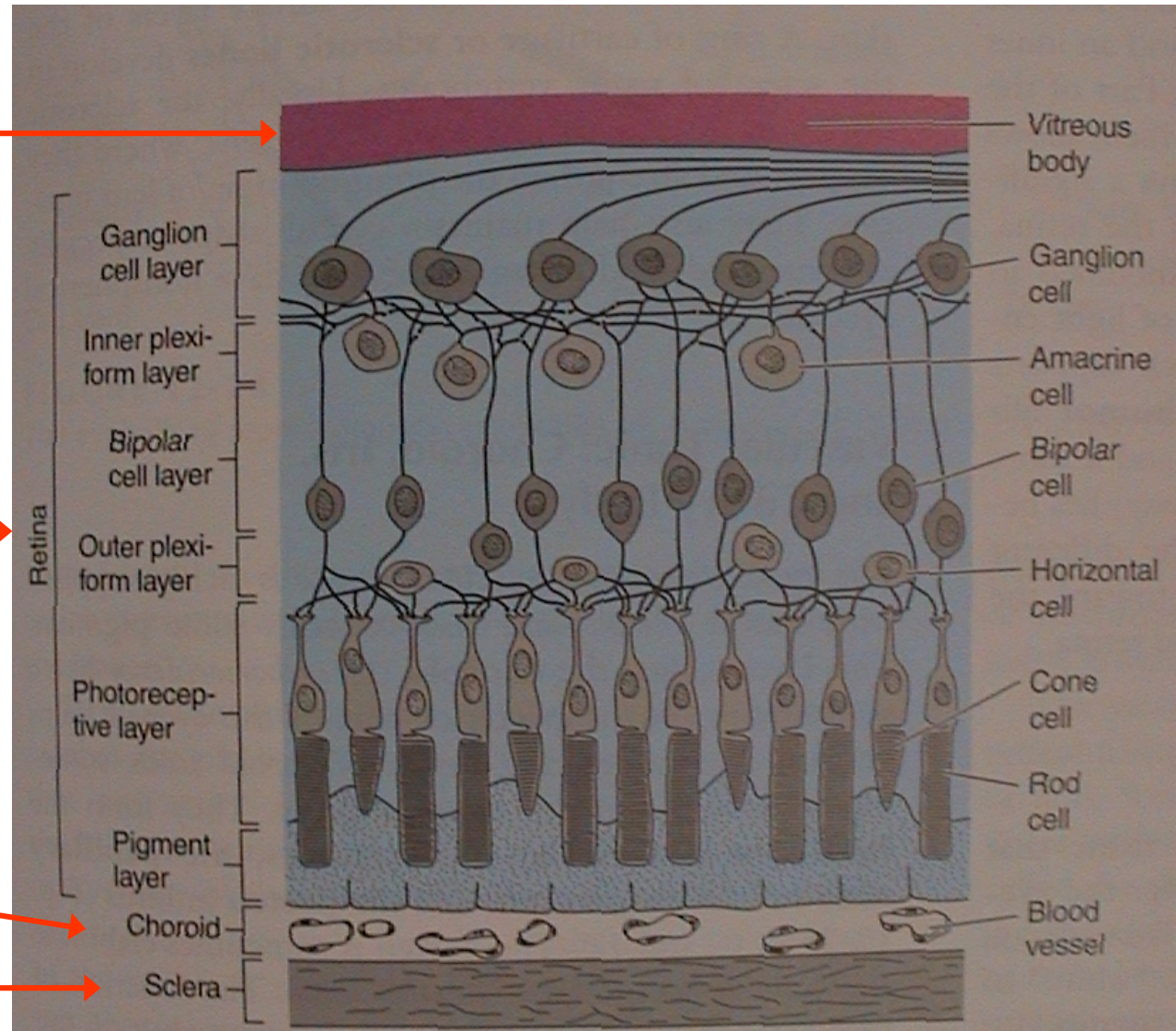
1. bělima (+ rohovka), 2. cévnatka (+ duhovka, pupilla), 3. sítnice:  
přední a zadní komora, čočka (lens), řasnatý val (corpus ciliare)

sklivec  
(corpus vitreum)

sítnice (11 vrstev)  
(retina)

cévnatka  
(chorioidea)

bělima  
(sclera)



svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

• zrak - inverzní komorové oko

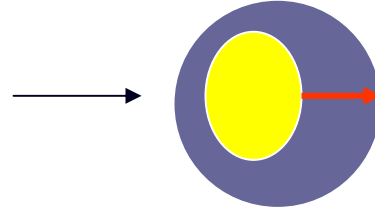
klid

zaostřování - akomodace

na blízko

mihule a kostnaté ryby

na dálku

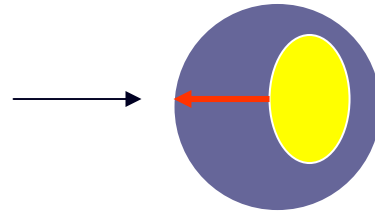


m. retractor lentis

na dálku

paryby, starobylé ryby,  
obojživelníci

na blízko



m. protractor lentis

na dálku

Amniota - plazi, ptáci, savci

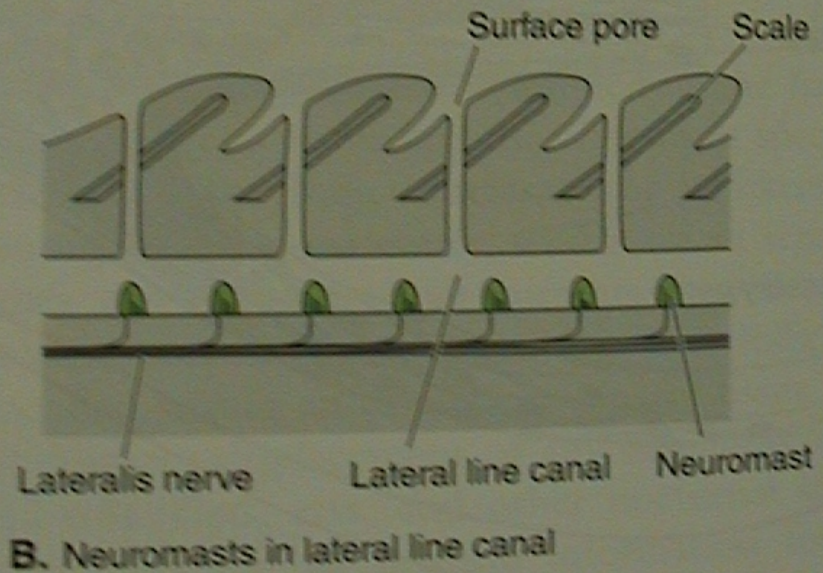
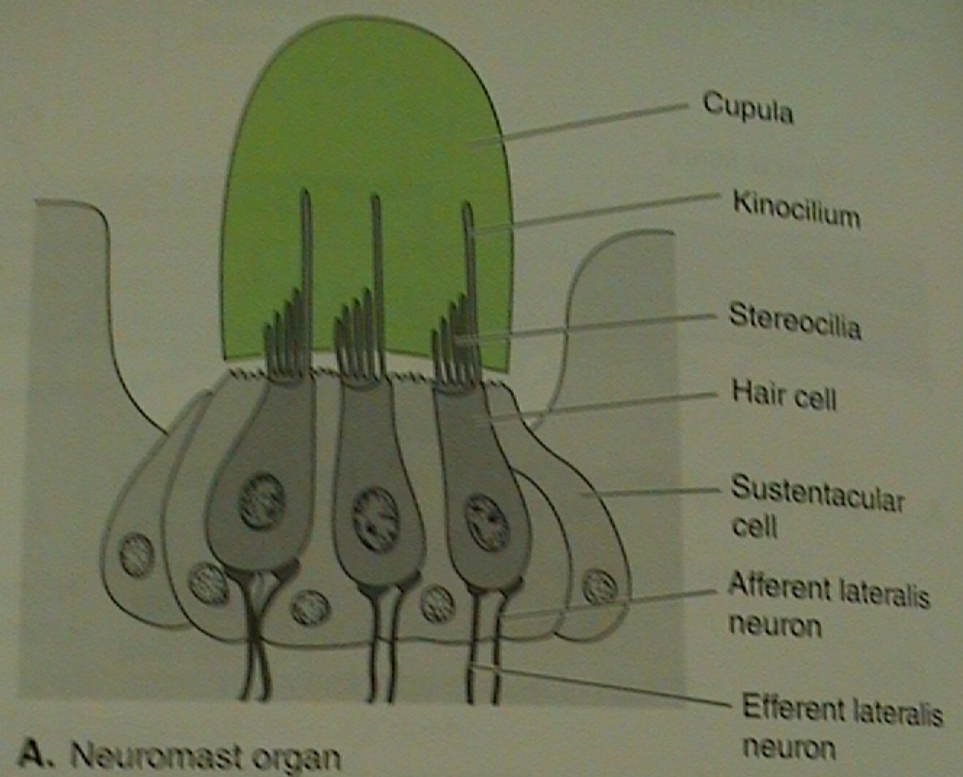
na blízko





svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

- proudový orgán - neuromasty



u ryb na bocích - postranní čára



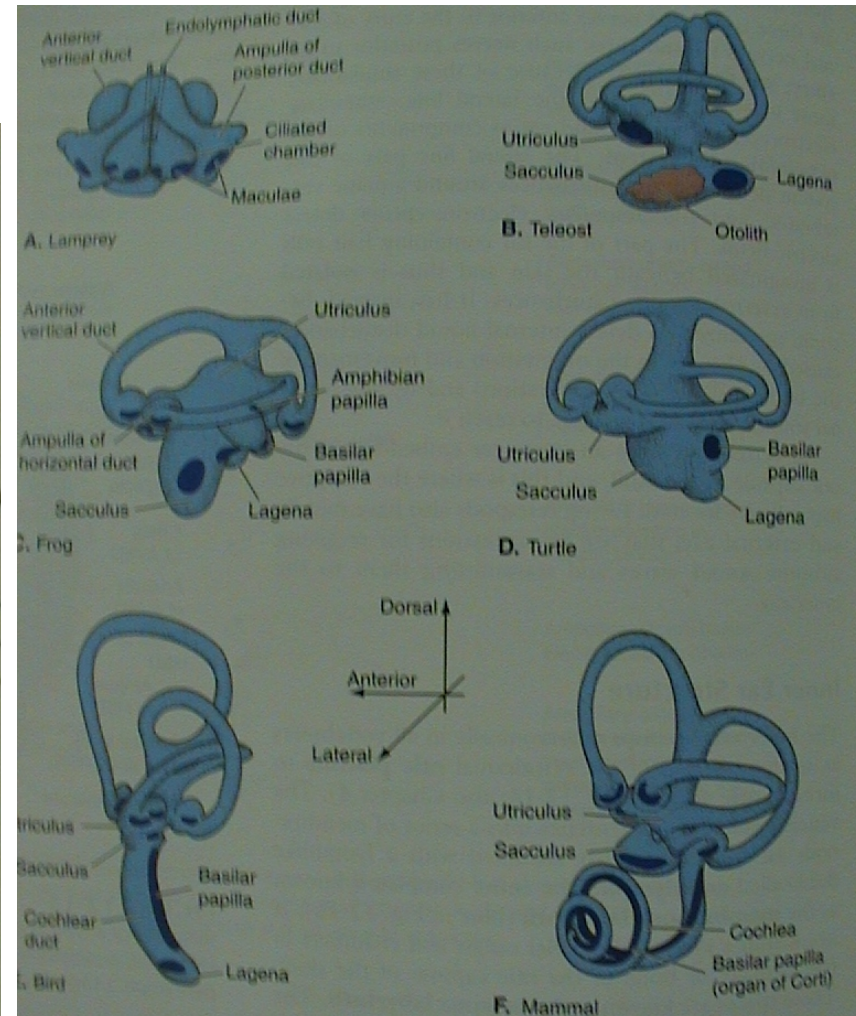
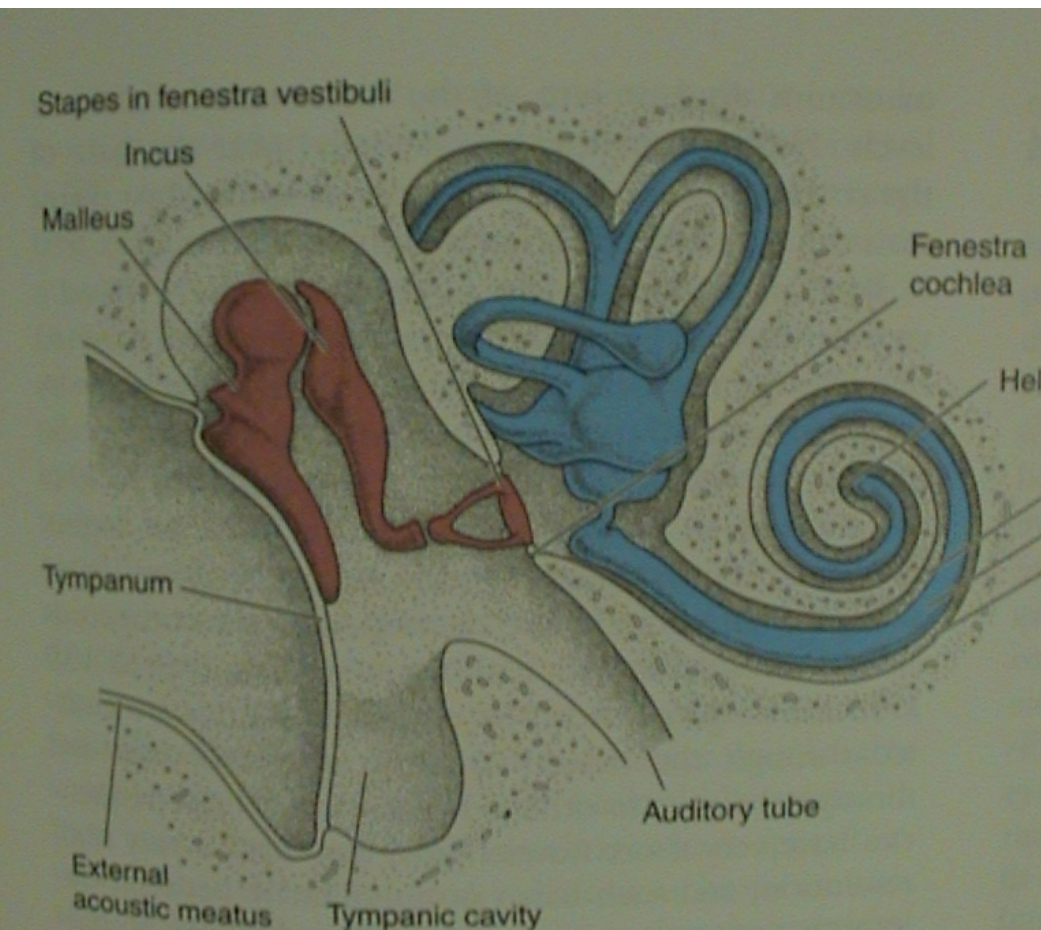
svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

A. vnitřní ucho - kostěný (perilymfa) a blanitý labyrint (endolymfa); vestibulární aparát (U, S, DS)+ sluch (lagena - cochlea)

B. střední ucho - středoušní dutina, tympanum, sluchové kůstky (1-columella, 3 - malleus, incus, stapes), oválné a kruhové okénko, Eustachova trubice

C. vnější ucho - zevní zvukovod, boltec

- sluchově rovnovážný orgán - ucho





svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

- sluchově rovnovážný orgán - ucho

A. vnitřní ucho

utrículus (U)

sacculus (S)

lagena (L) - cochlea

ducti semicirculares (2, 3),  
ampullae

Statické receptory:

maculae U, S, L

Kinetické receptory:

cristae d. semicircularii

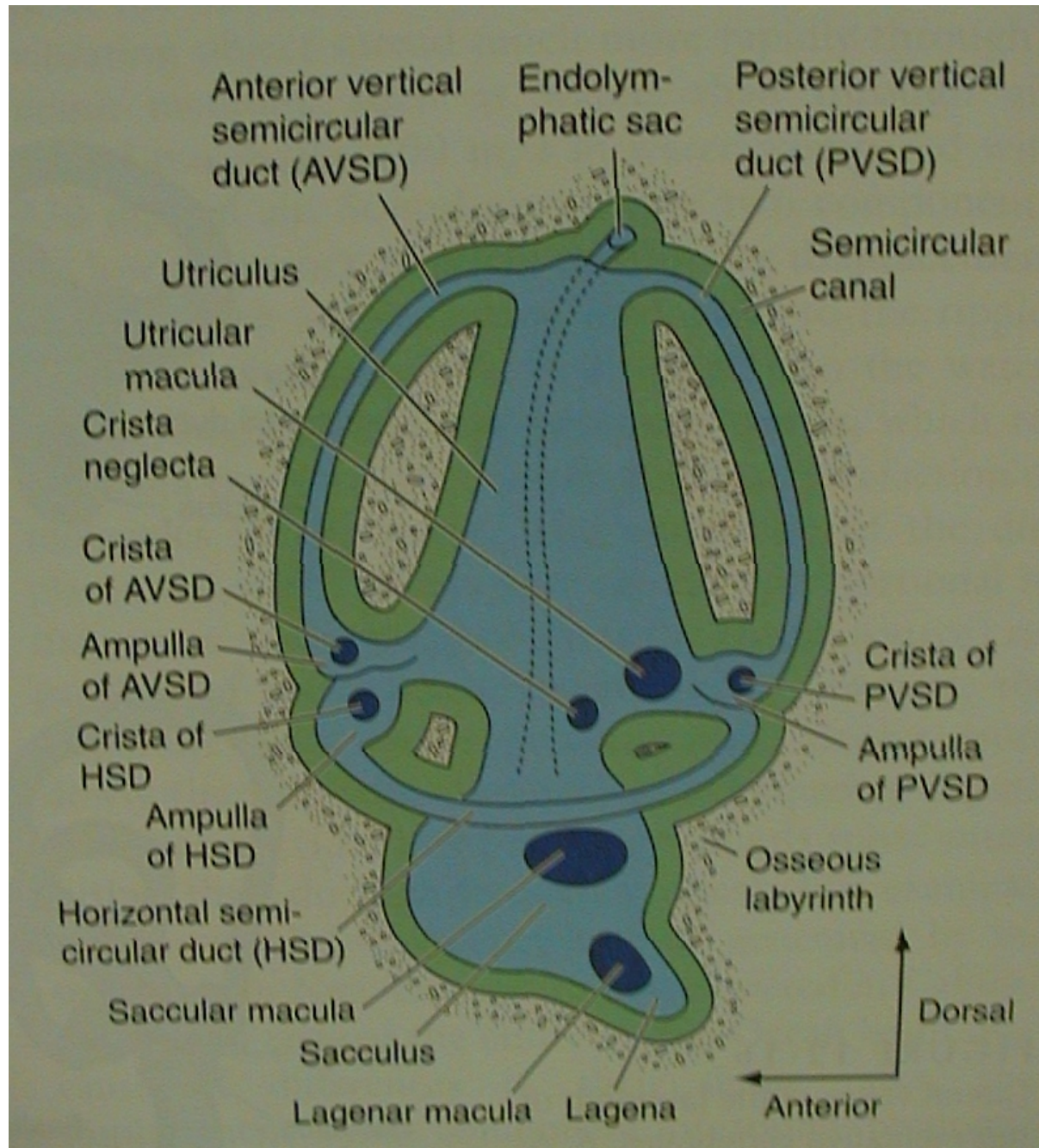
Akustické receptory:

maculae L - papilla basilaris

(+ macula amphibiorum) -

Cortiho orgán

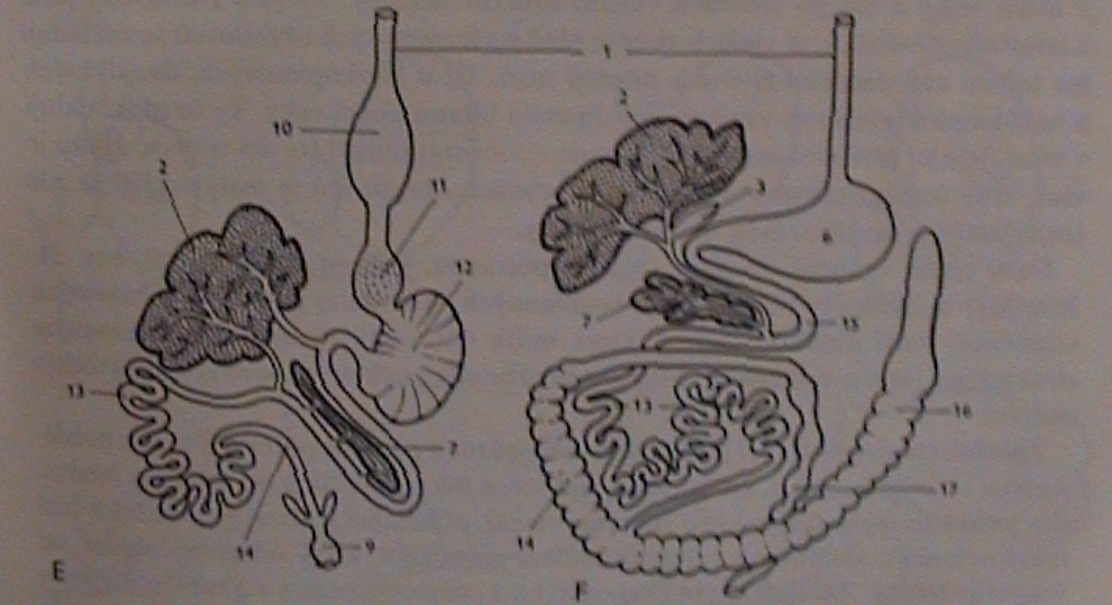
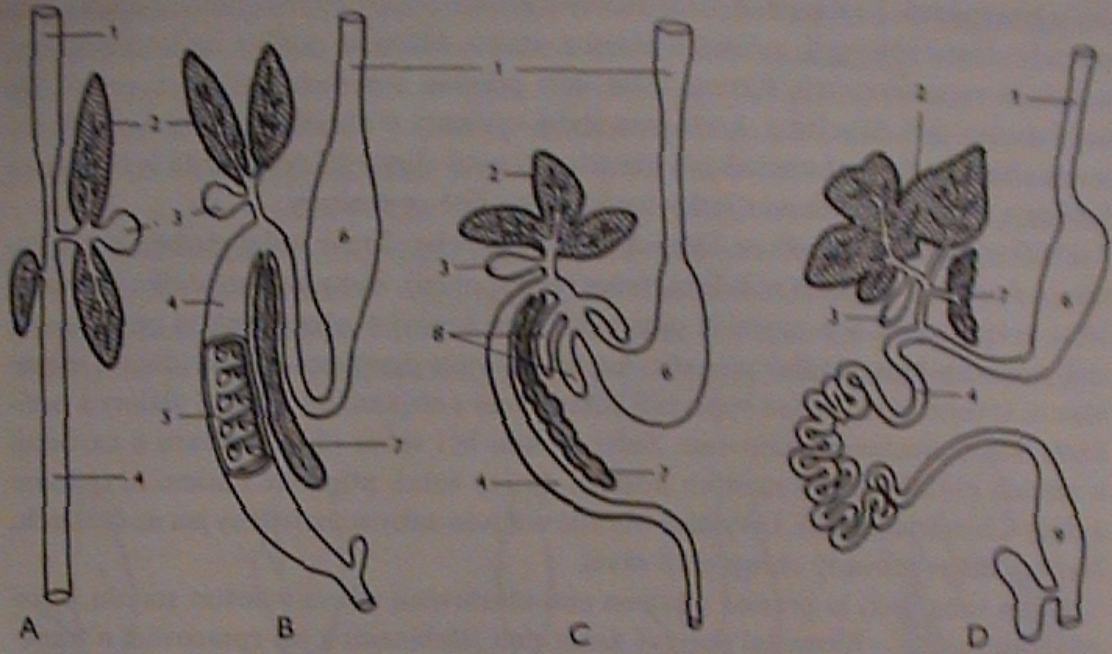
statokonie - drobné, statolity (3 otolity) - velké





svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava

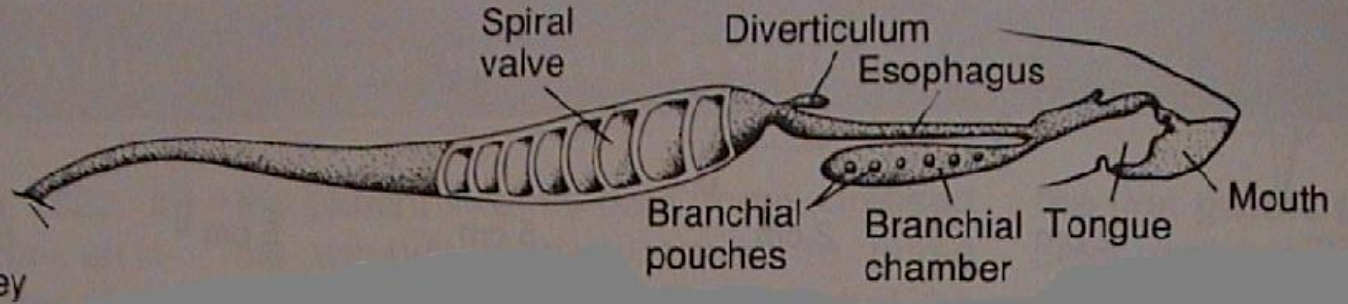
- A) mihule
- B) žralok
- C) okoun
- D) skokan
- E) holub
- F) králík



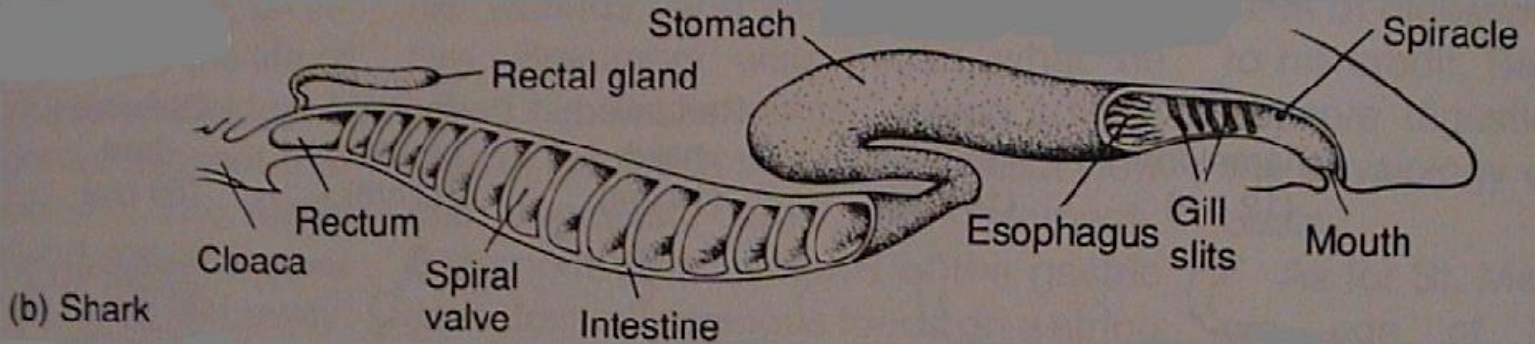
ústní dutina  
 hltan  
 jícen  
 žaludek  
 střevo

svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava

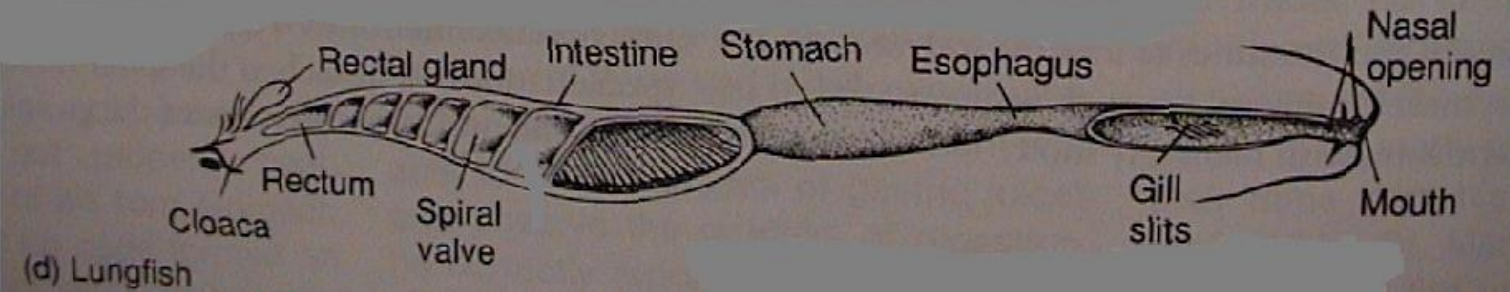
mihule



žralok



bahník

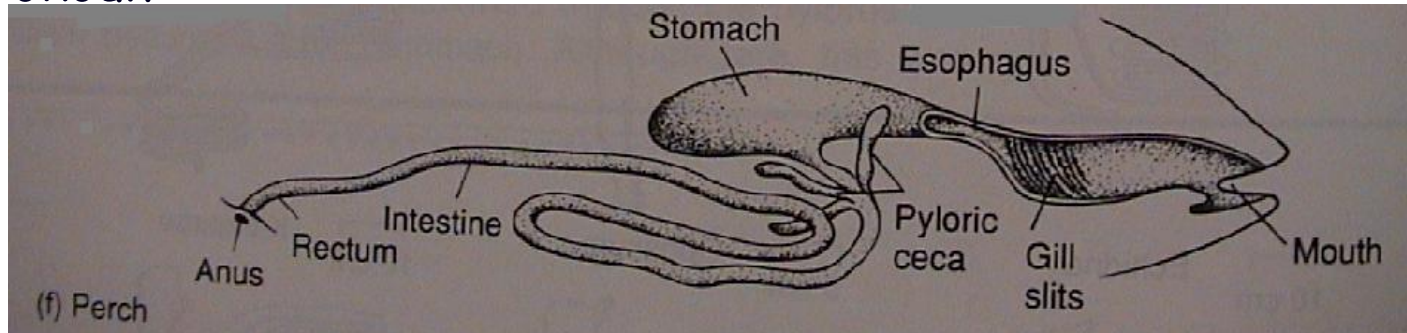


spirální řasa

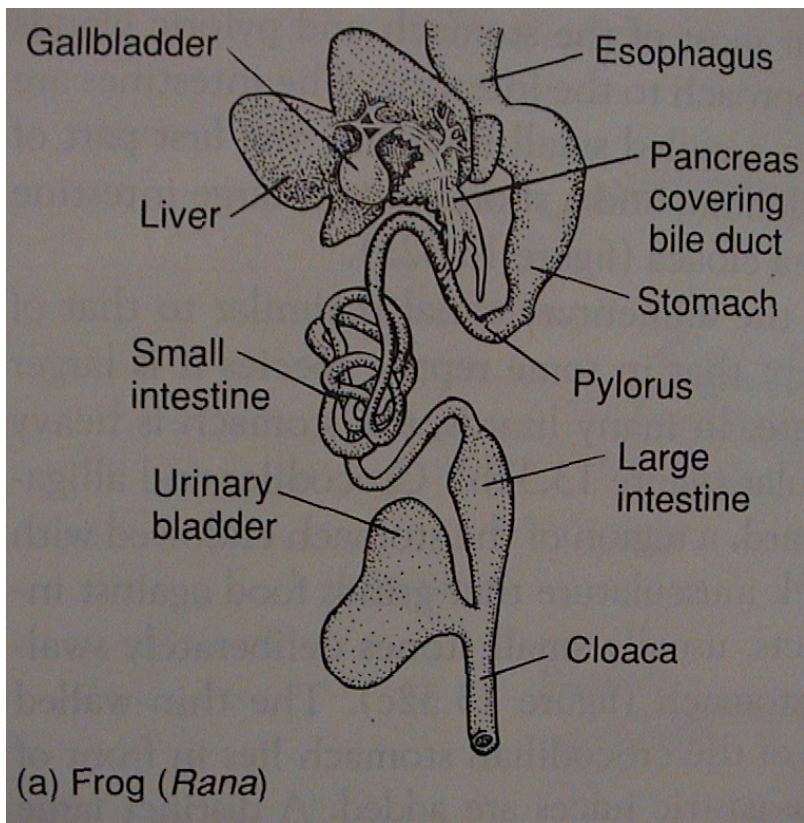


svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány  
trávicí soustava

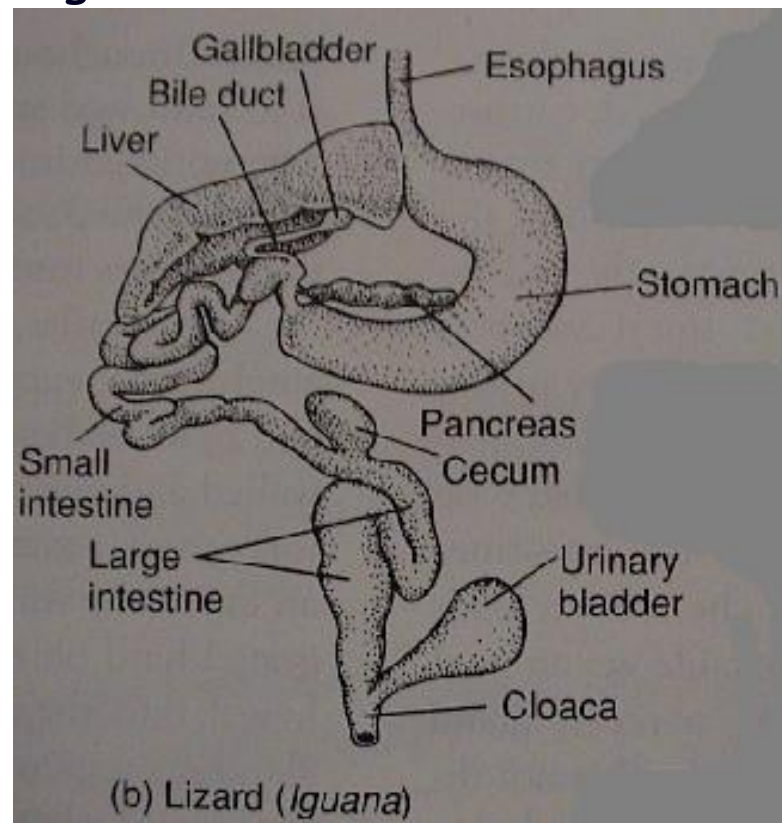
## okoun



## skokan



## leguán

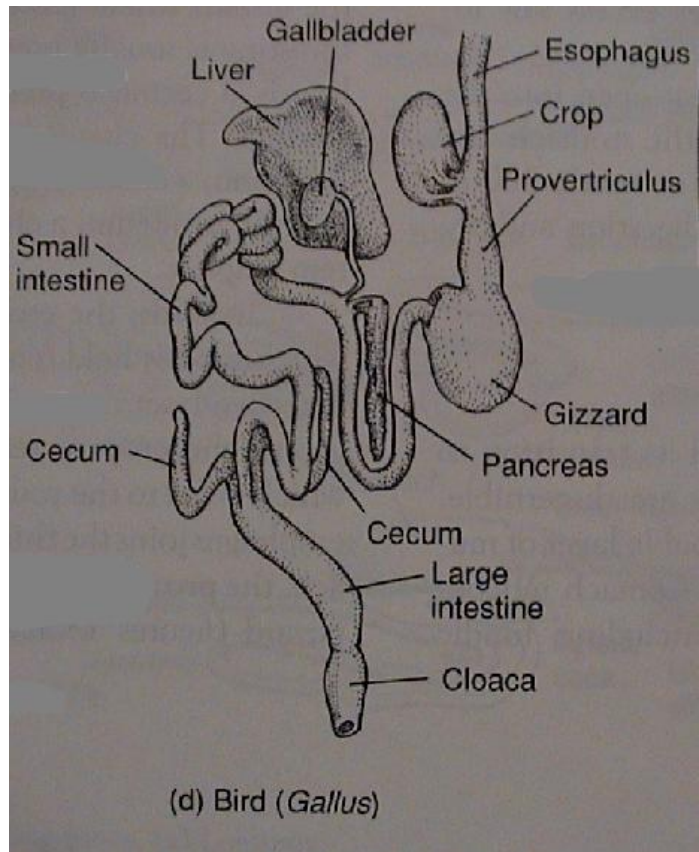


pylorické výběžky - prodlužování střeva (střevní kličky) - diferenciacie (tenké a tlusté střevo)

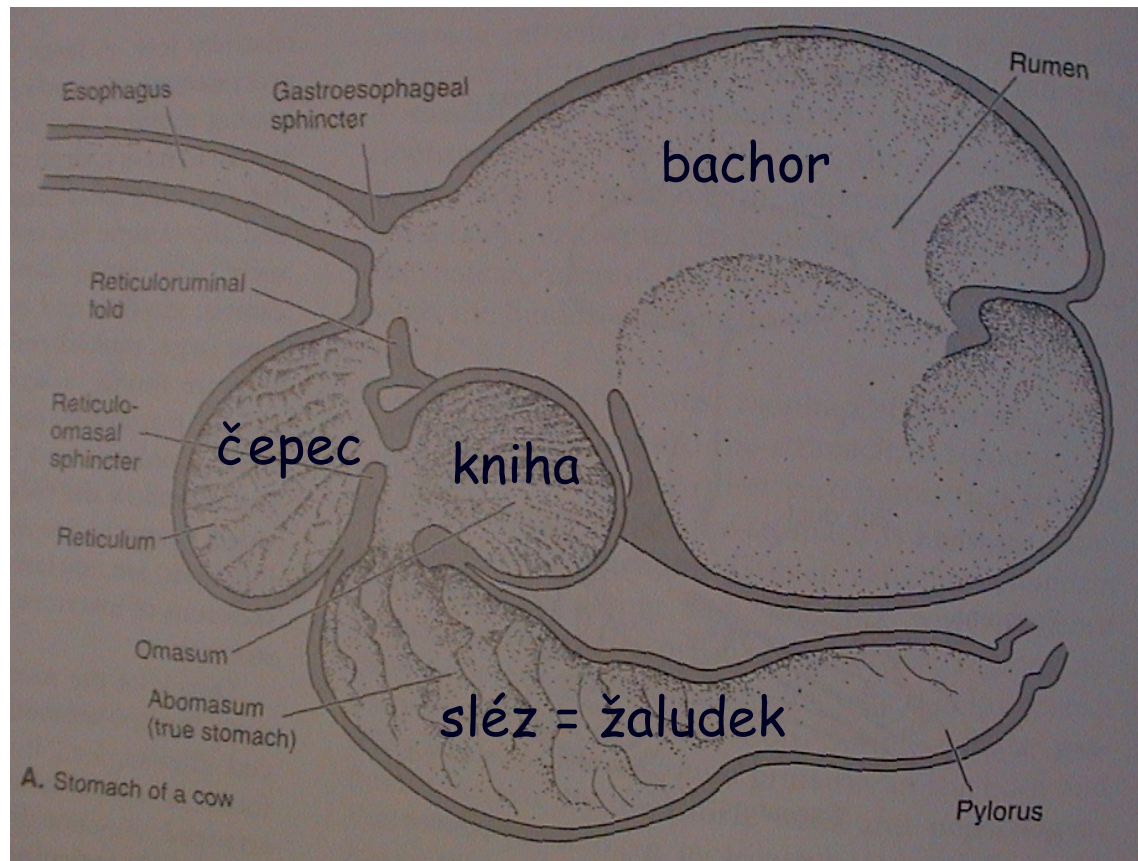


svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány  
trávicí soustava

kur



složený žaludek přežvýkavců



vole (ingluvies), žlaznatý (proventriculus) - svalnatý žaludek (ventriculus) - postventriculus



svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

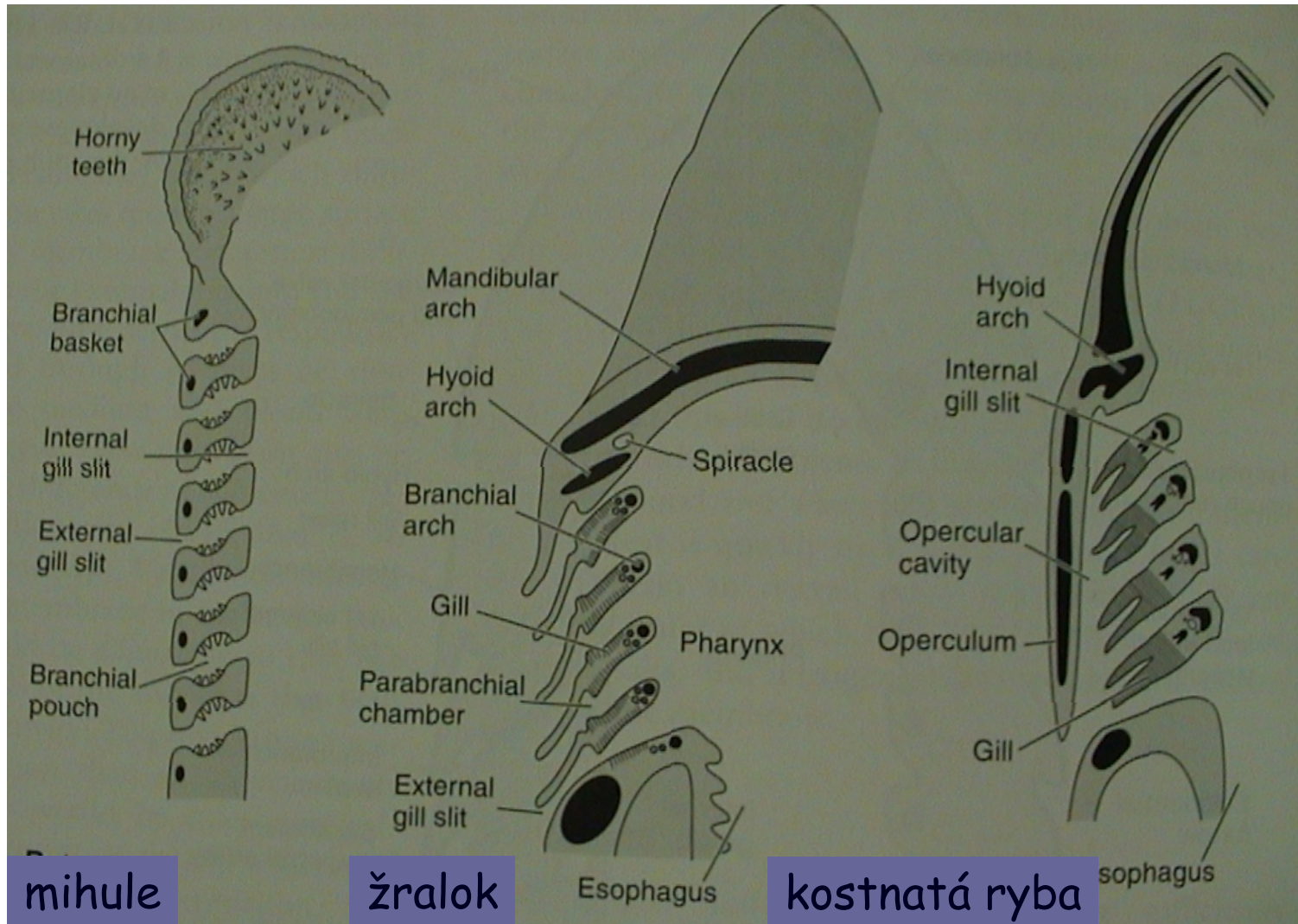
trávicí soustava  
dýchací soustava

• žábry

žaberní vácčky

žaberní přepážky

žaberní oblouky, skřele

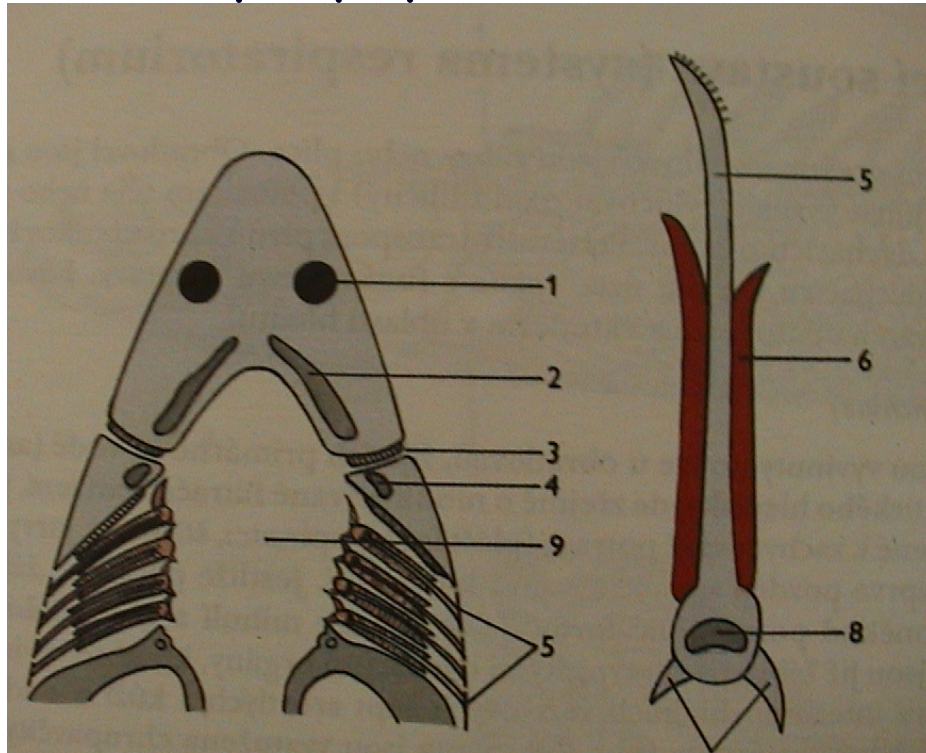


svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány

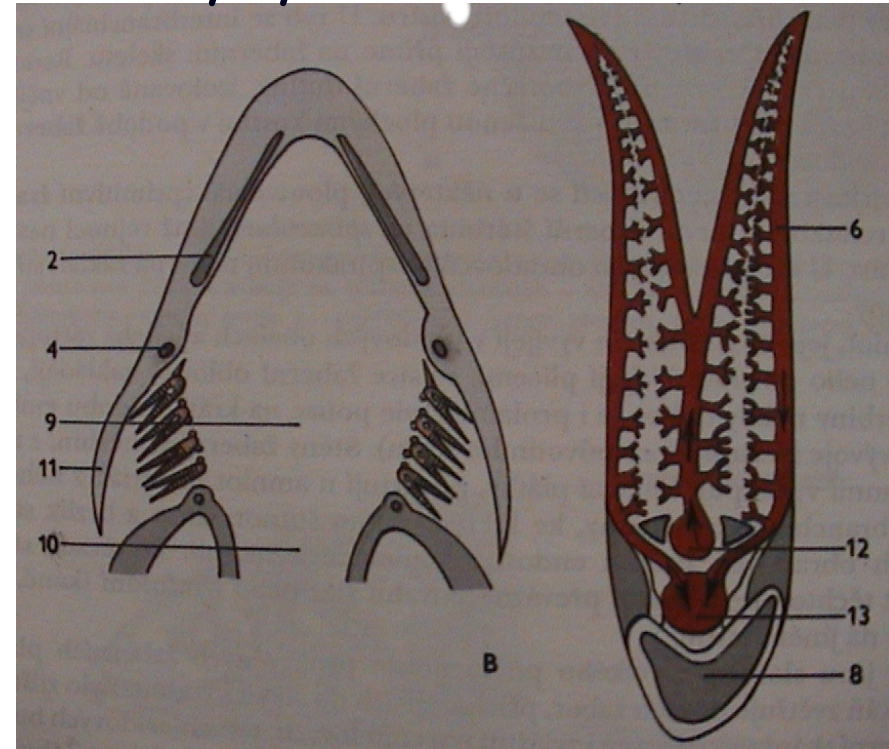
trávicí soustava  
dýchací soustava

• žábry

paryby



ryby

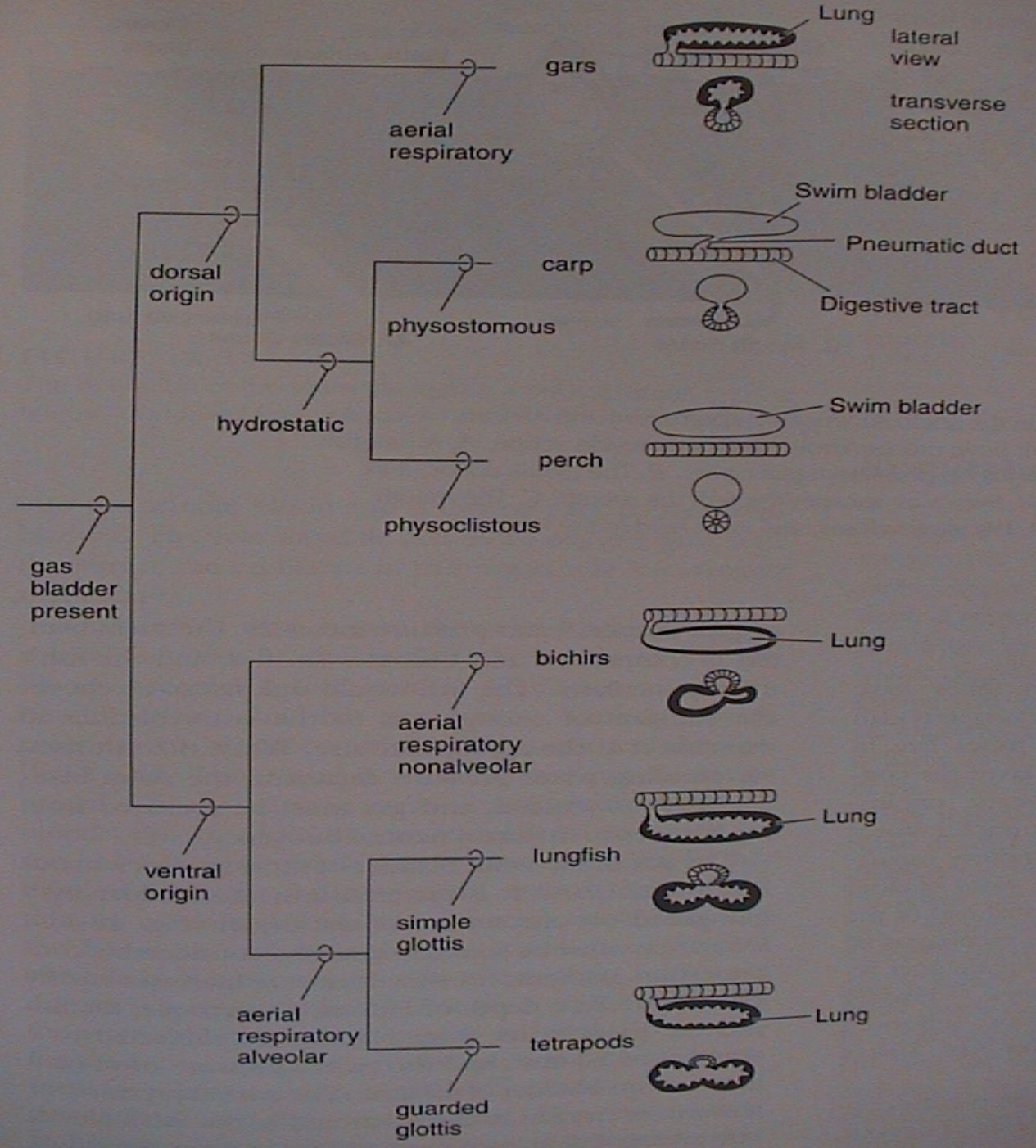




svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava  
 dýchací soustava

• plynový měchýř

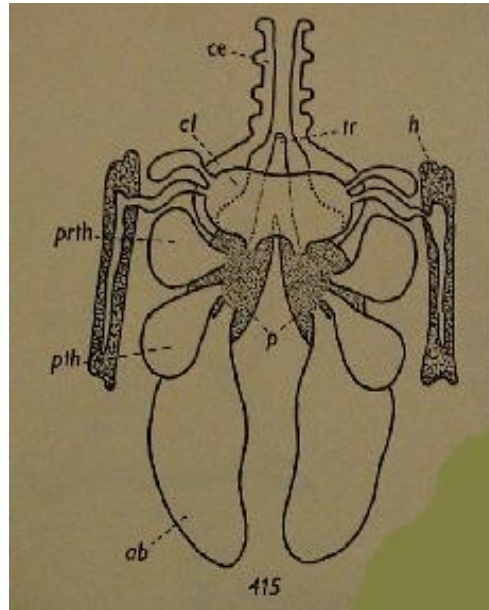
• plicní vaky,  
 plíce





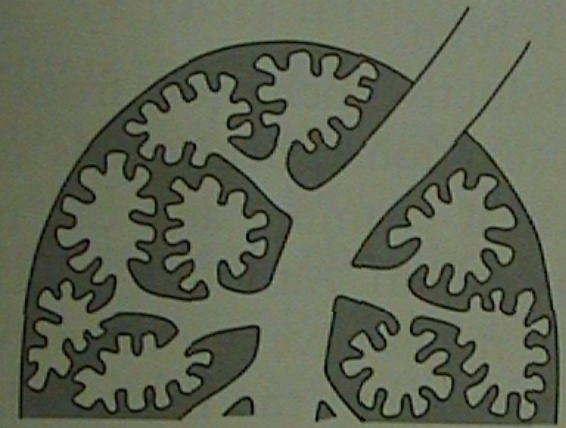
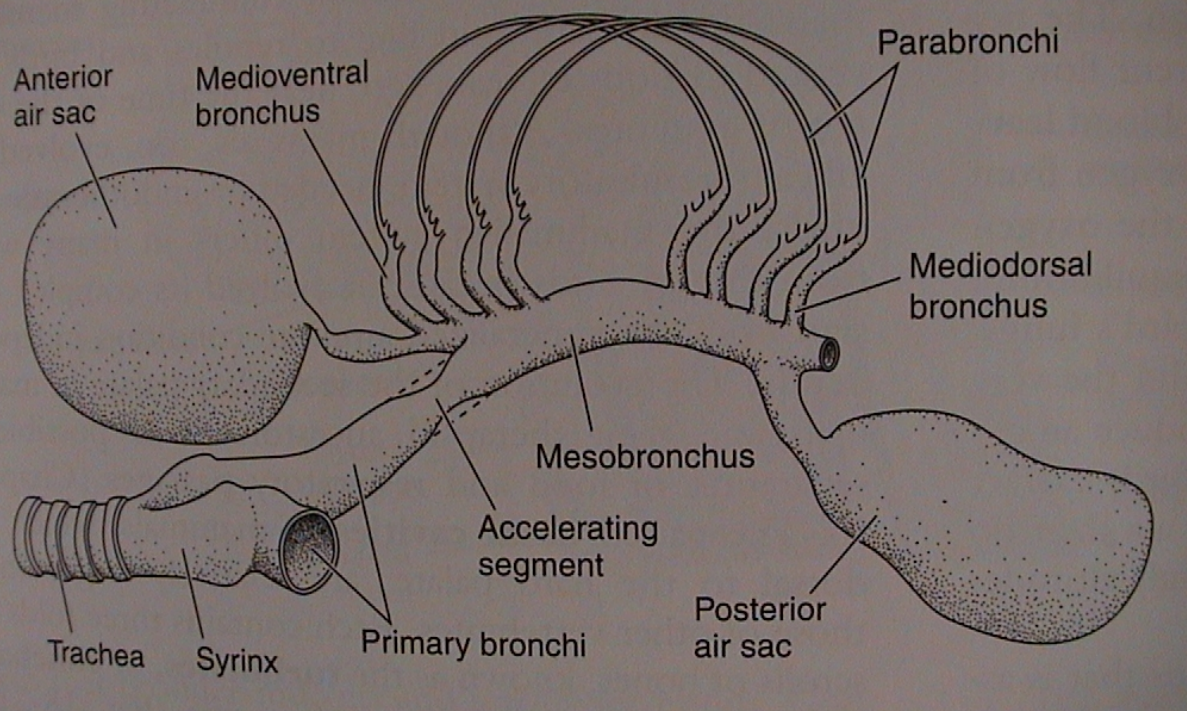
svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava  
 dýchací soustava

• plíce

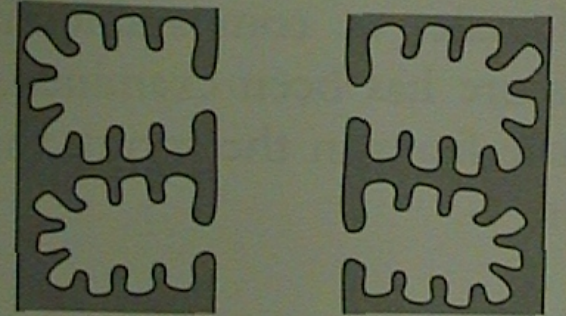


pták

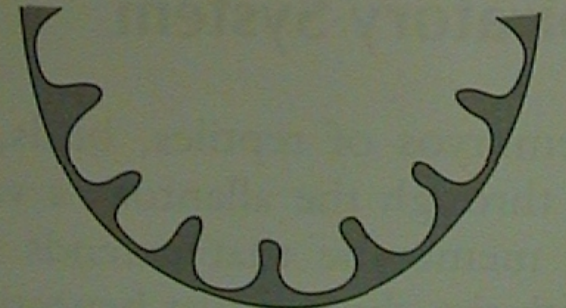
mesobronchus  
 dorsibronchi  
 ventrobronchi  
 parabronchi



C. Mammal



B. Reptile



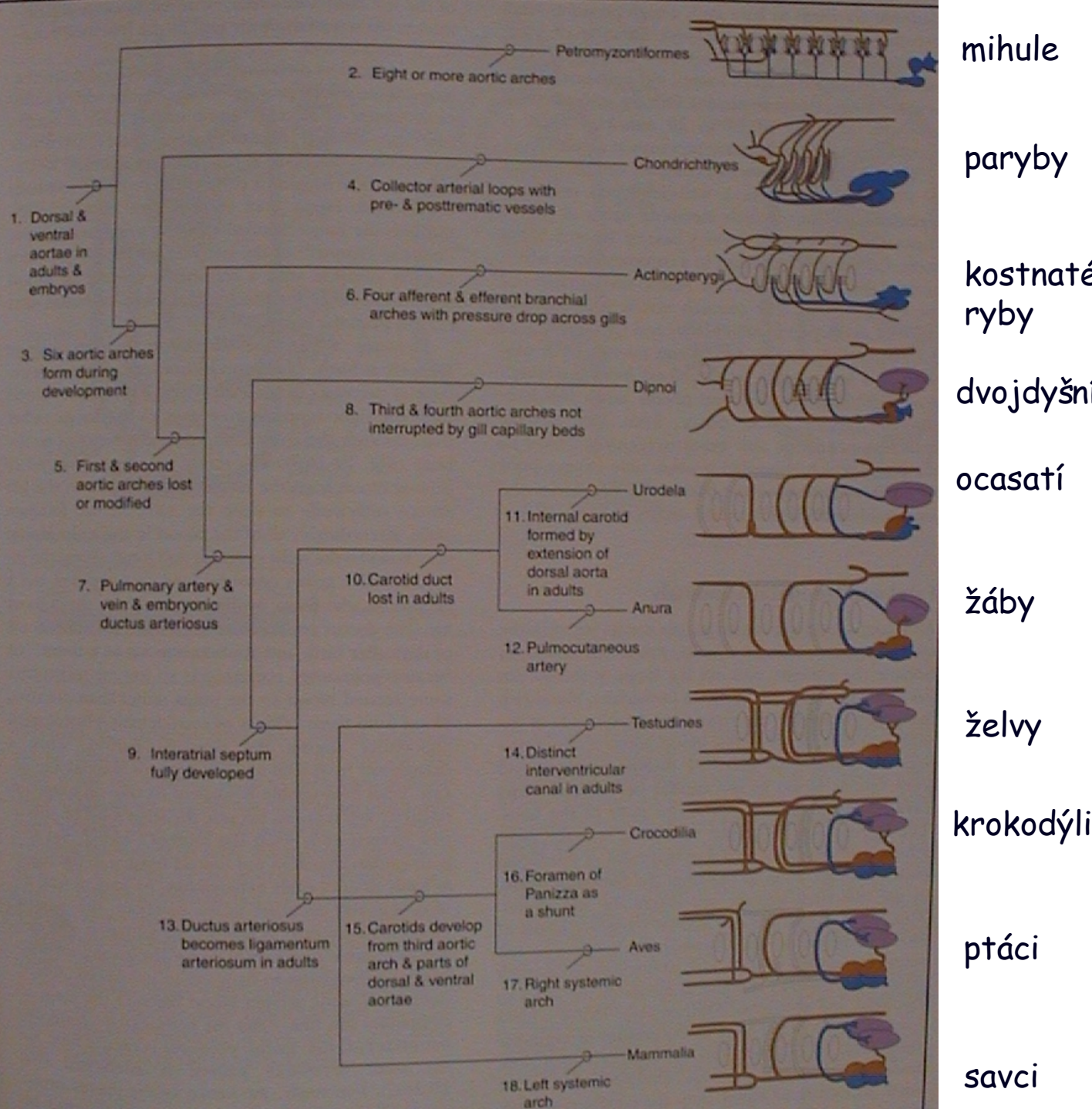
A. Amphibian



svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány  
trávicí soustava  
dýchací soustava  
cévní soustava

## Srdce

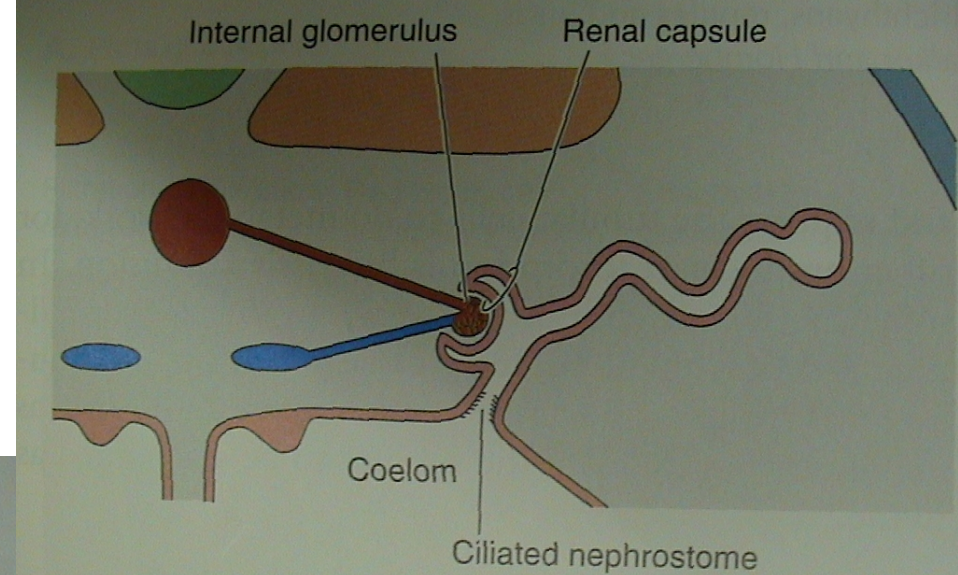
- sinus venosus
- předsíň (1, 2)
- komora (1, 2)
- (ne)úplná mezi-  
komorová  
přepážka
- conus arteriosus  
nebo bulbus  
arteriosus (jen  
mihule, kaprouni a  
kostnaté ryby)



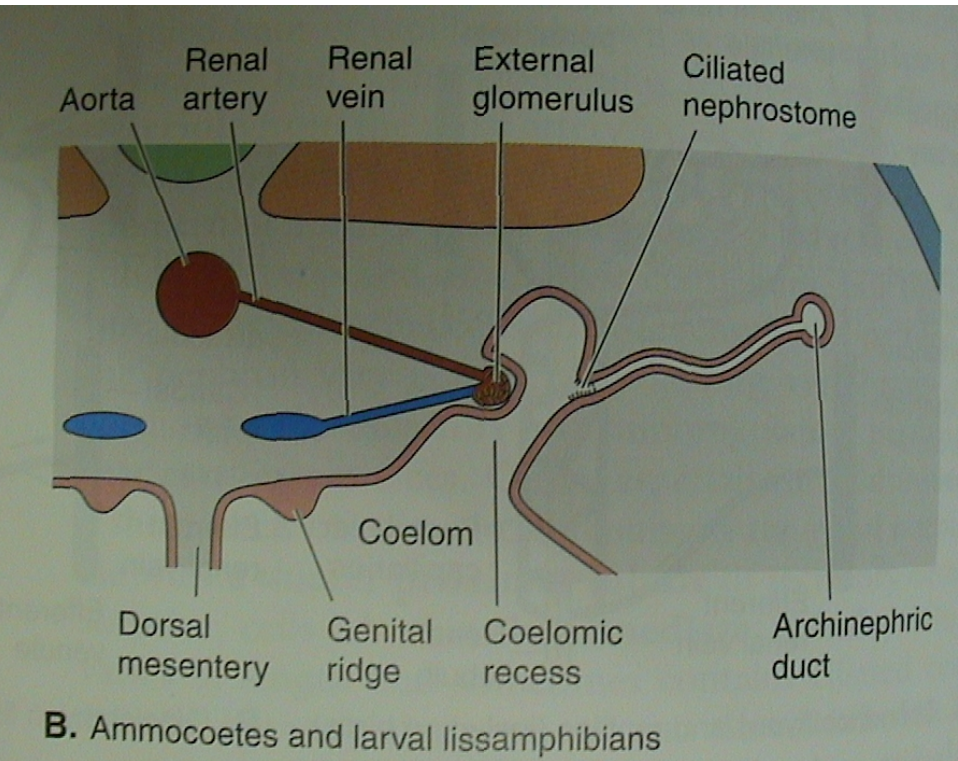
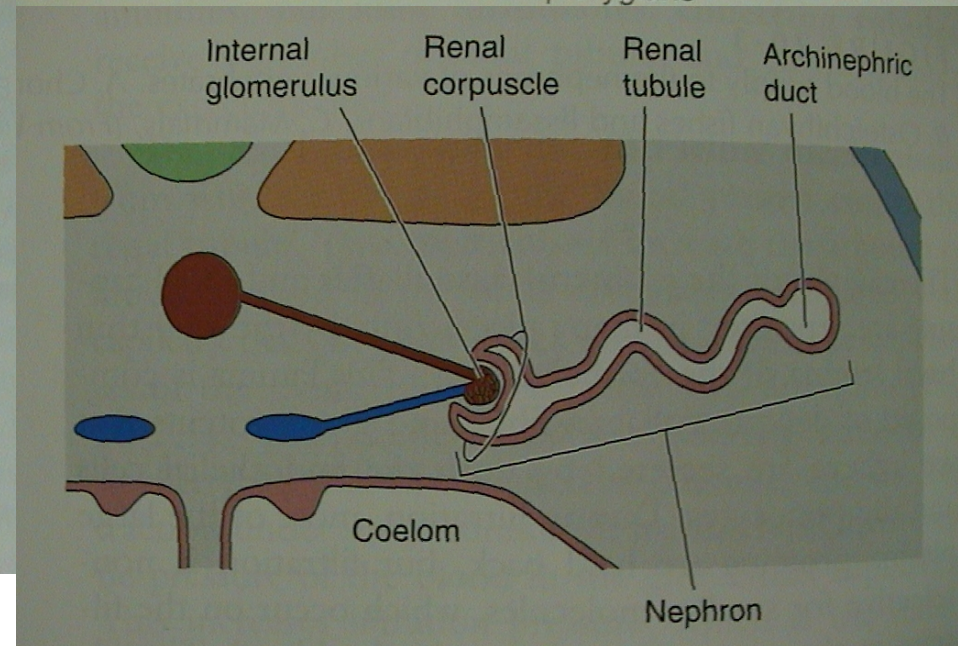


svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava  
 dýchací soustava  
 cévní soustava  
 urogenitální soustava

• nefron



C. Elasmobranchs and some actinopterygians



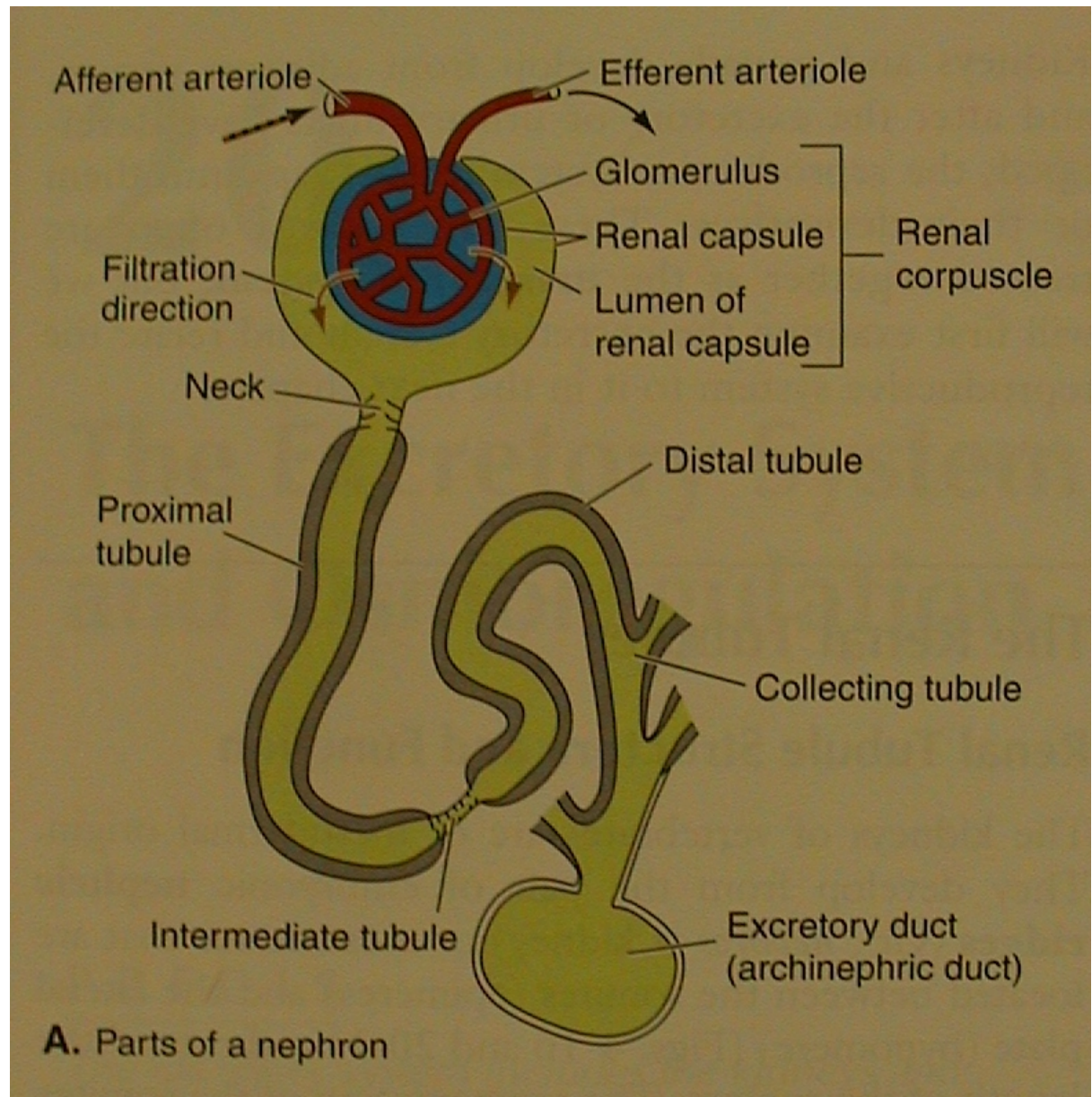
vnější glomerulus  
 (holonefros, pronefros)

vnitřní glomerulus  
 (opisthonefros, mesonefros, metanefros)



svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány  
trávicí soustava  
dýchací soustava  
cévní soustava  
urogenitální soustava

• nefron



Malpighiho tělísko =  
glomerulus + Bowmannův váček

svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava  
 dýchací soustava  
 cévní soustava  
 urogenitální soustava

• moč

Amotelní (amoniak)

- kostnaté ryby

Ureotelní (močovina)

- paryby, latimérie,  
 bahníci, želvy, savci  
 (Henleova klička)

Urikotelní - (kyselina  
 močová) - plazi, ptáci

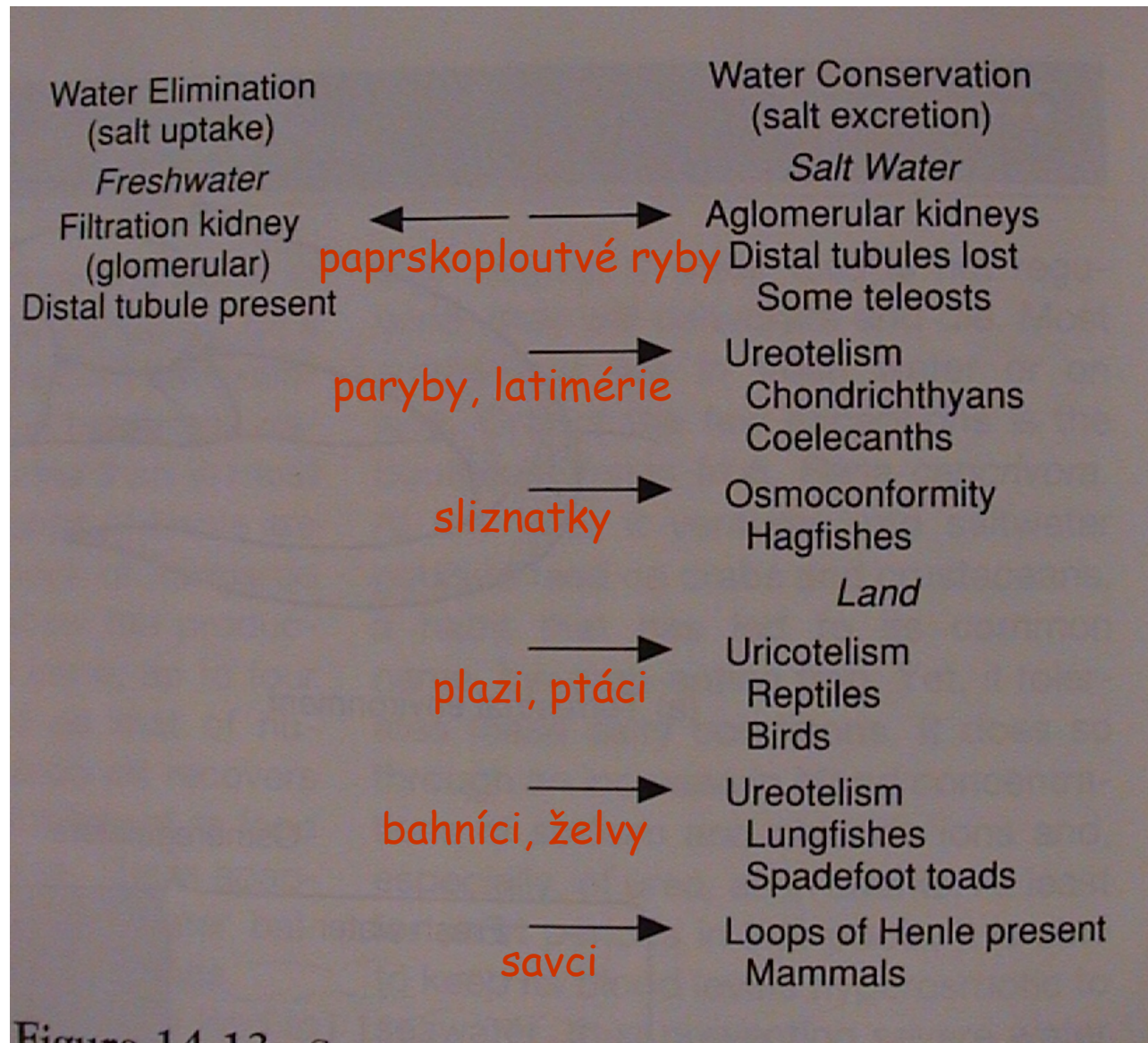


Figure 14.12

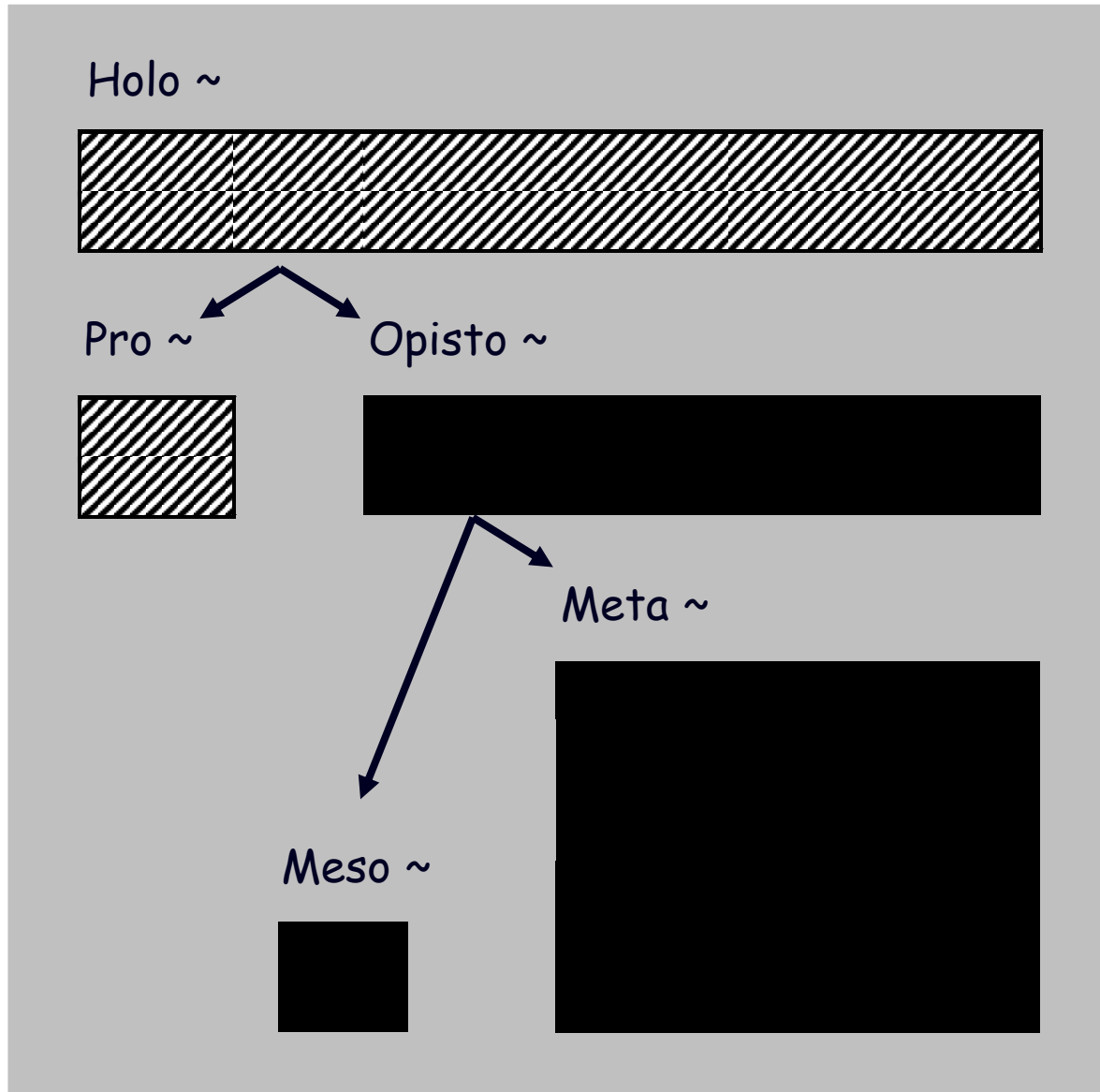




metamerie, vnější glomerulus



koncentrace, vnitřní glomerulus



svalstvo  
nervová soustava  
smyslové orgány  
trávicí soustava  
dýchací soustava  
cévní soustava  
urogenitální soustava

Holonefros - minohy  
a larvy červů

Pronefros - přední  
ledvina mihulí,  
kostnatých ryb  
a pulců

Opistonefros -  
ledvina dospělých  
„Anamnií“

Mesonefros - ledvina  
embryí Amniot

Metanefros - ledvina  
dospělých Amniot

svalstvo	dýchací soustava
nervová soustava	cévní soustava
smyslové orgány	urogenitální soustava
trávicí soustava	

Skupina	Typ ledviny (~ nefros)					Močové cesty		Pohlavní cesty	
	holo~	pro~	opisto~	meso~	meta~	prim.	sekund.	prim.	sekund.
minohy	■								
mihule		■	■	■		■			
paryby			■				■	■	
ryby prim.			■			■		■	
ryby kostnaté		■	■			■			■
larvy červořů	■								
larvy ostatních		■							
ocasatí o.			■				■	■	
žáby			■			■		■	
embrya amniot				■					
amniota					■		■	■	

prim. = primární močovod, resp. chámovod (Wolfova chodba),  
příp. chámomočovod (žáby), chámovod (paryby, ocasatí)



svalstvo  
 nervová soustava  
 smyslové orgány  
 trávicí soustava  
 dýchací soustava  
 cévní soustava  
 urogenitální soustava

„ANAMNIA“

- opisthonefros
- varle

Amphibia

Chondrichthyes

Sarcopterygii

Actinopterygii

