

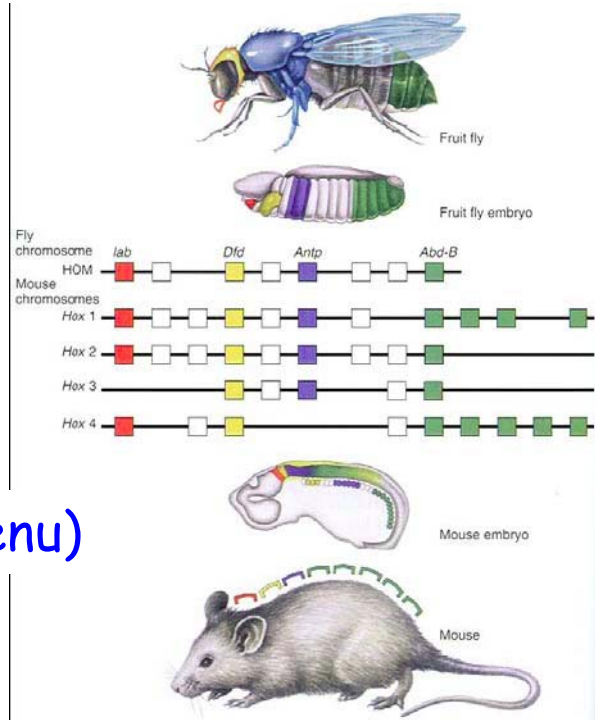
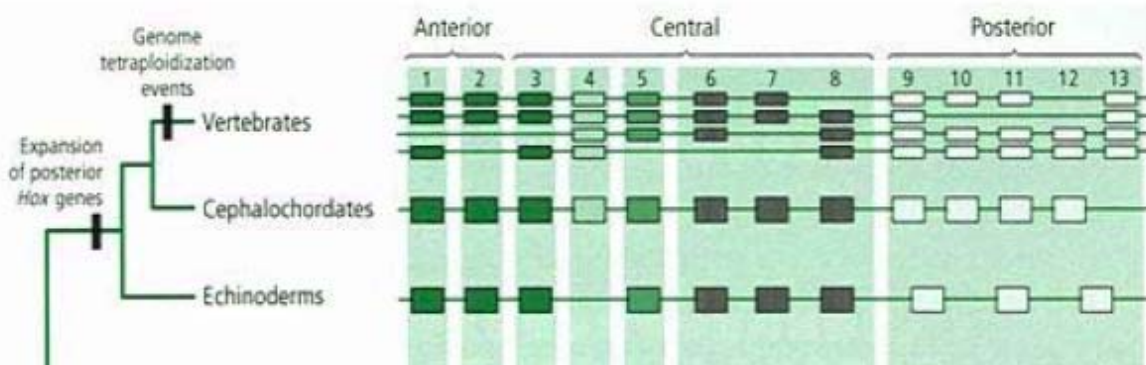
System a evoluce obratlovců V.

Srovnávací morfologie lebečnatých (obratlovců)

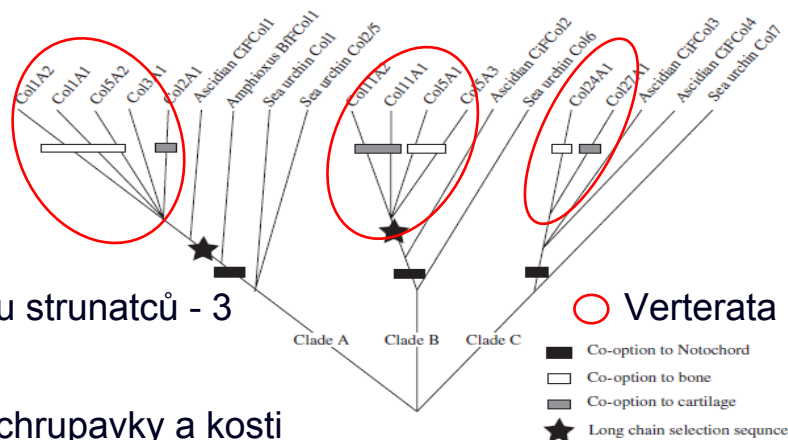
- charakteristika
- vznik orgánů
- pokryv těla (integument)
- kostra (skelet)
- svalstvo
- nervová soustava
- smyslové orgány
- trávicí soustava
- dýchací soustava
- cévní soustava
- urogenitální soustava

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** (evoluce kolagenu)



Evoluce genů kolagenů u strunatců - 3 nezávislé klady

Nezávislý vznik chordy, chrupavky a kosti

■ včetně sliznatek
■ bez sliznatek

Wada H. et al., 2006:

Molecular evolution of fibrillar collagen in chordates, with implications for the evolution of vertebrate skeletons and chordate phylogeny. Evolution & Development, 8 (4): 370-377

- postupná redukce chordy, nahrazení páteří z obratlů (alespoň arcualia)
- lebka, končetiny s vnitřní kostrou (ichthyo-, chiropterygia)
- myotomy ve tvaru W
- 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

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) - červoji (beznozí)

Caudata = ocasatí

Anura = žáby

Amniota = blanatí

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

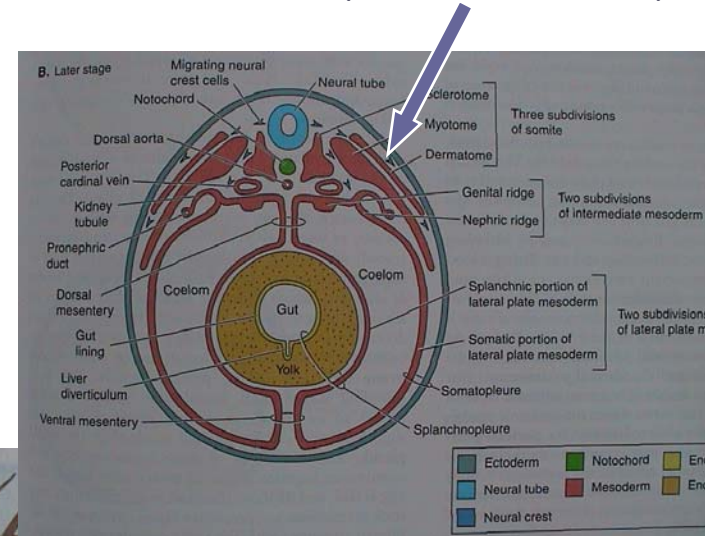
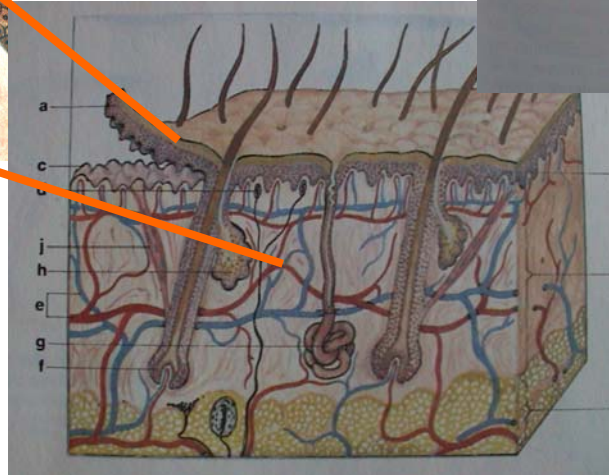
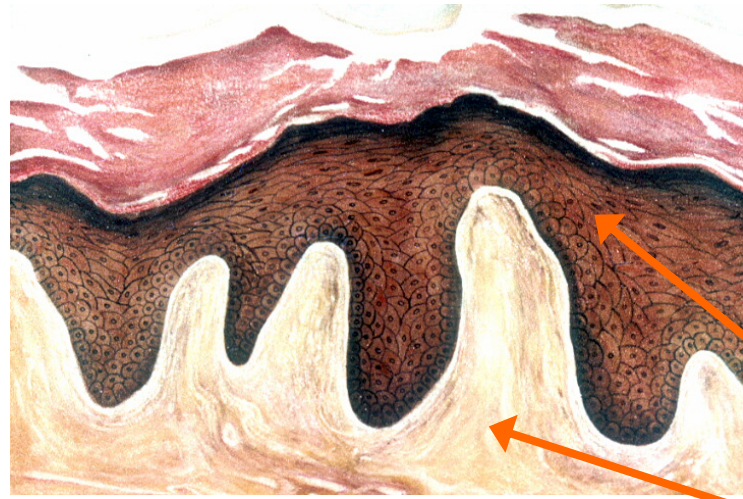
Aves = ptáci

Mammalia = savci

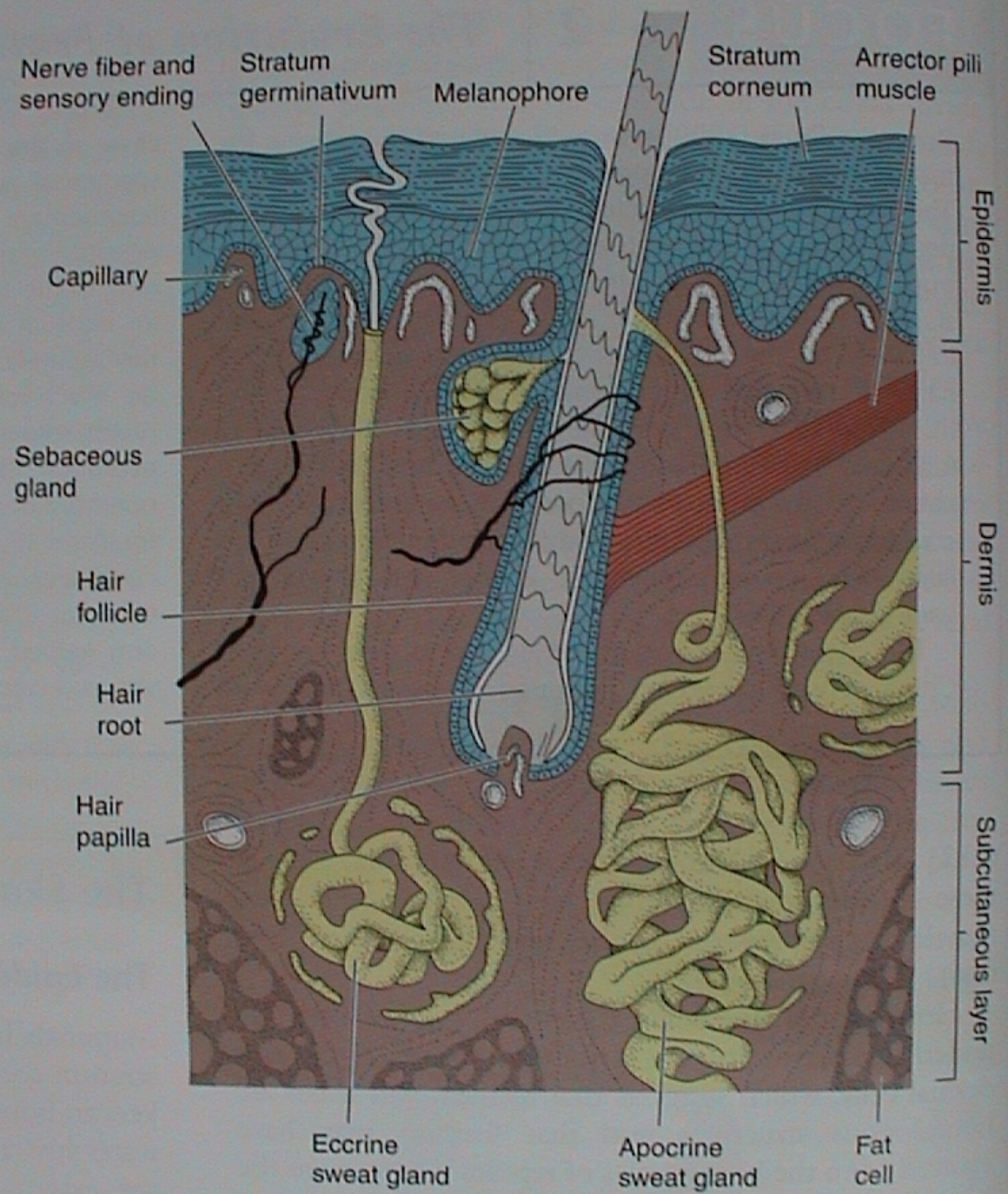
vznik orgánů
pokryv těla (integument)

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)

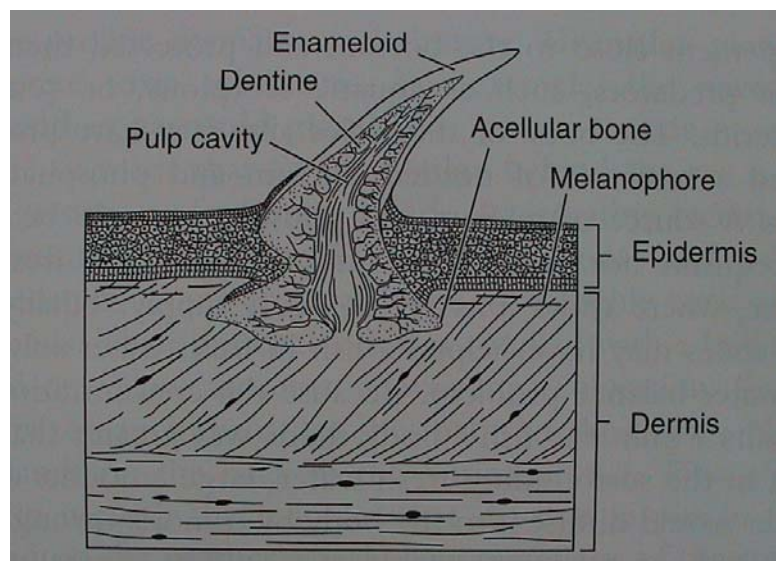
Acelulární kost (aspidin) - lamelární + vaskulární

GNATHOSTOMATA: kostěné desky (Placodermi) - kostěné šupiny

Odontody = dentin + „sklovina“

Šupiny:

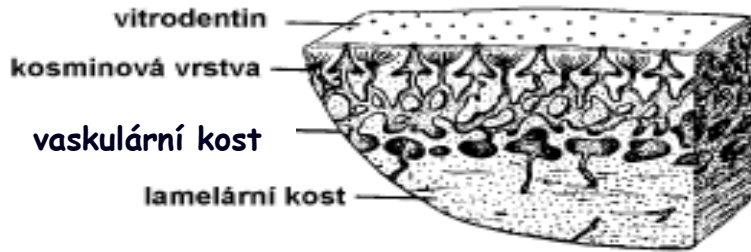
a) plakoidní (dentin + enameloid) (Chondrichthyes) - zuby



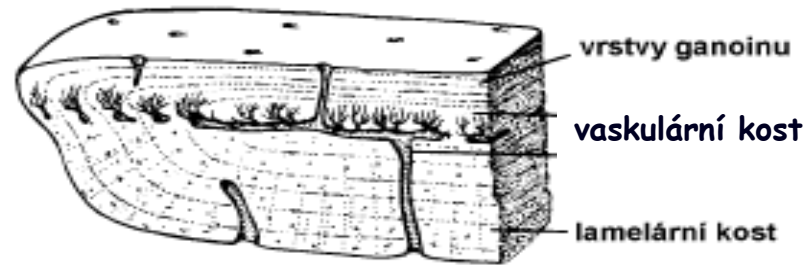
b) kosmoidní (lamelární kost = izopedin, vaskulární kost, dentin=kosmin, enameloid=vitrodentin **z mezoblastu**; Sarcopterygii)

BNL - osteoblasty (kost) a odontoblasty (zubovina)

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



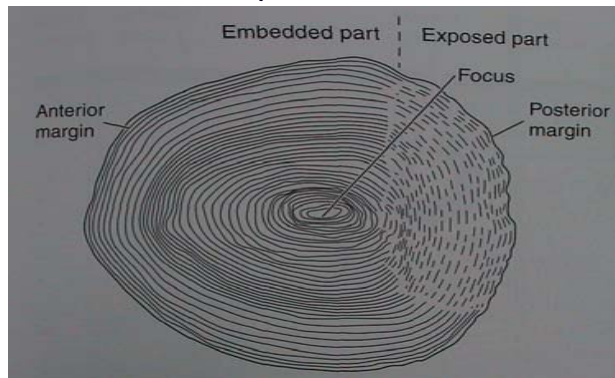
kosmoidní



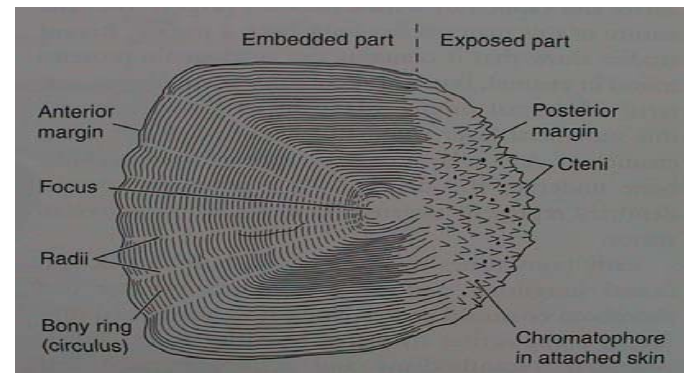
ganoidní

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)

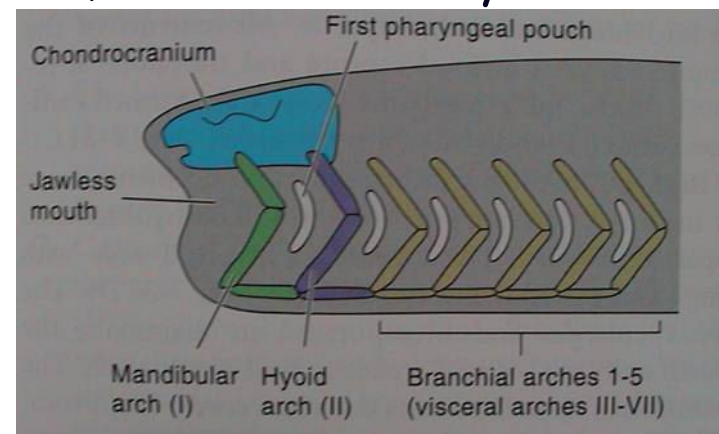
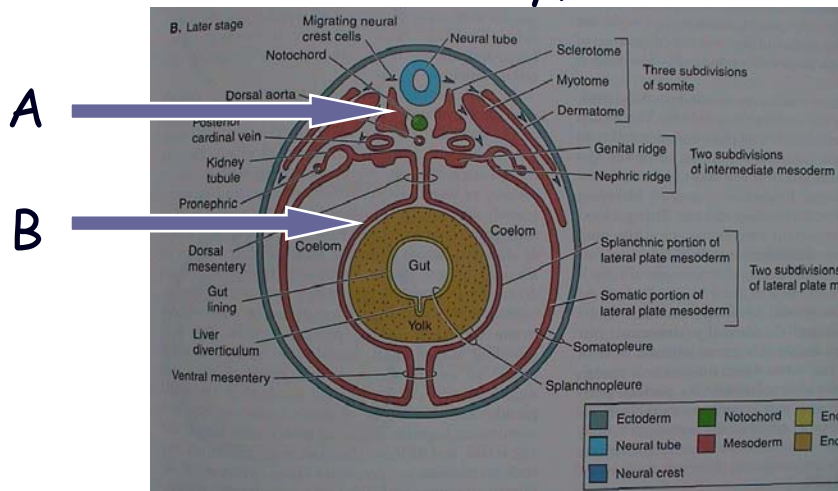
ENDOSKELET (chrupavčitý nebo kostěný):

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

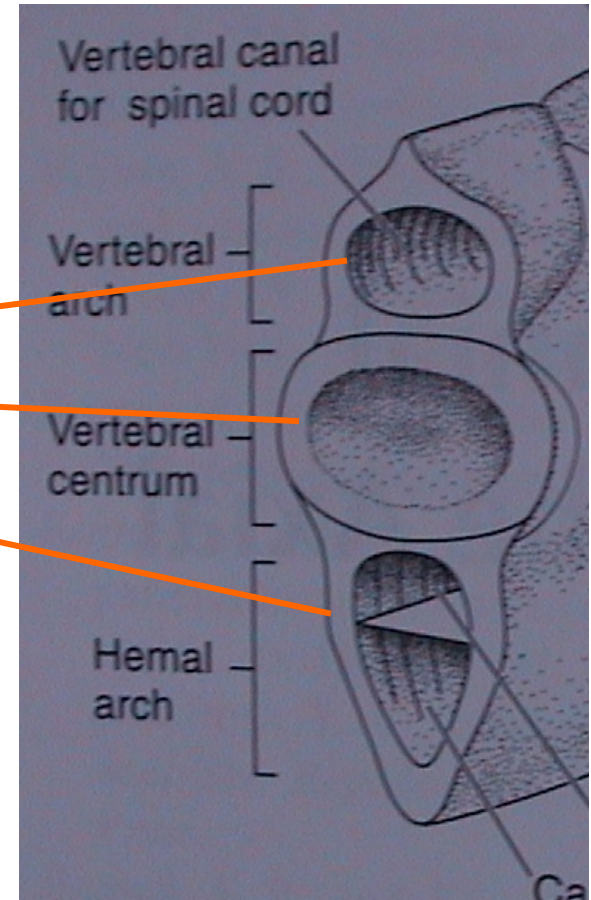


vznik orgánů
pokryv těla (integument)
kostra (skelet) : osní - vertebrae, costae, sternum

Obratle: vznik kolem chordy ze sklerotomu, vývoj nejednotný

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

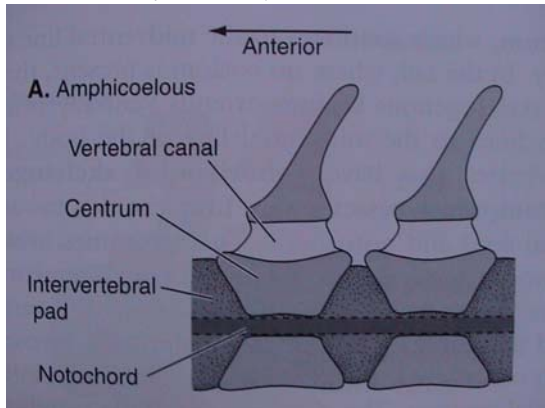
nejstarší částí neurální oblouky (mihule),
vznikající těla obratlů postupně zaškrcojí
chordu (paryby a ryby)



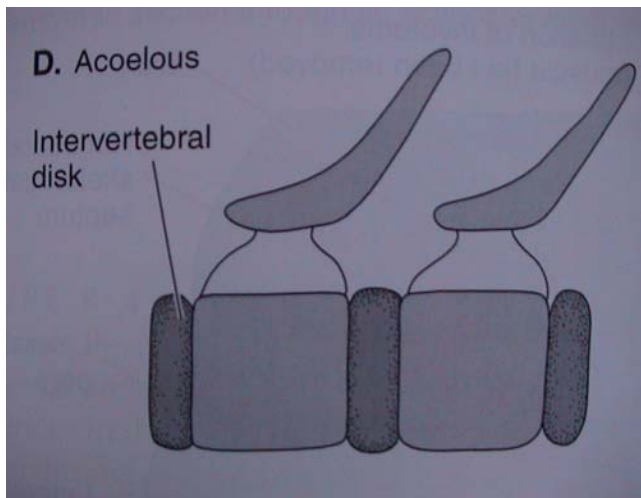
vznik orgánů
pokryv těla (integument)
kostra (skelet) : osní - vertebrae

Typy obratlů podle tvaru těl:

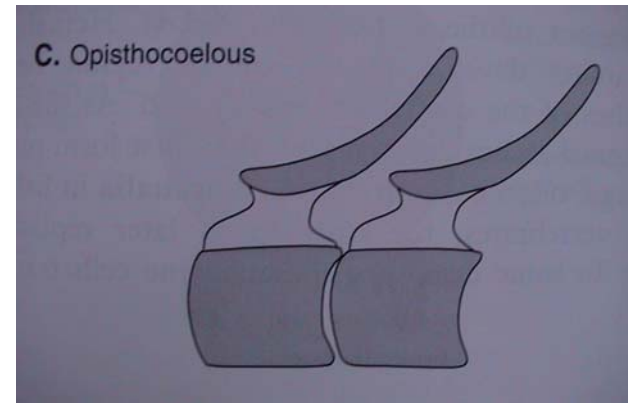
- amficélní (Chondrichthyes, Actinopterygii)



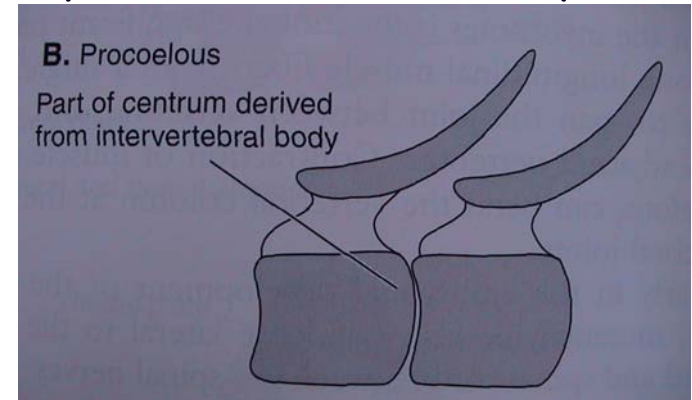
- platycélní (acélní, amfiplatní) (Mammalia)



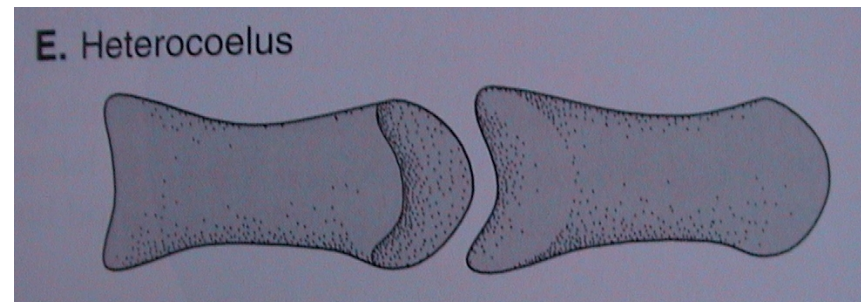
- opistocélní (Caudata)



- procélní (Anura, „Reptilia“)



- heterocélní (Aves)

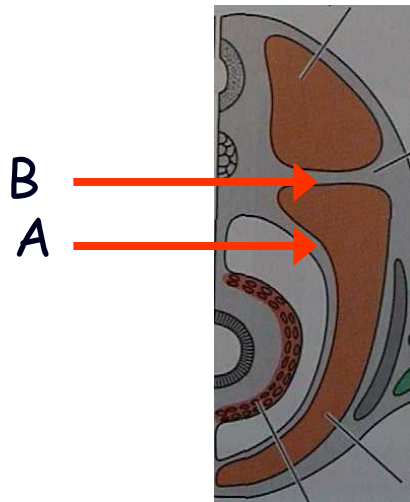


vznik orgánů
pokryv těla (integument)
kostra (skelet) : osní - costae, sternum

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

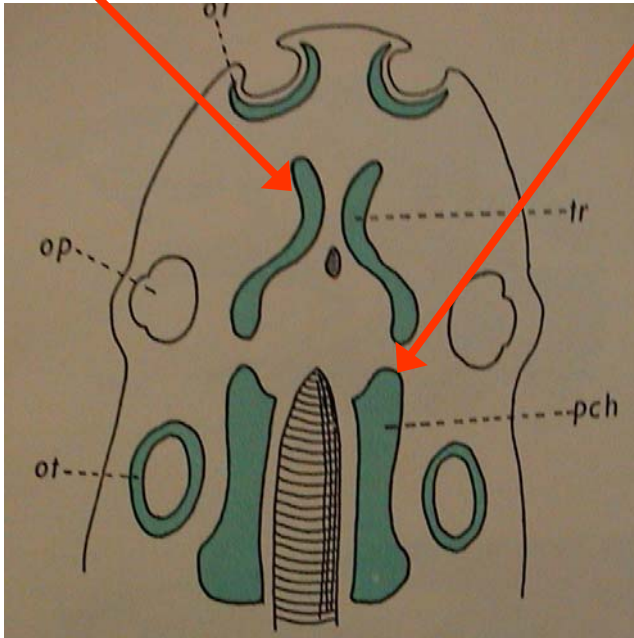
vznik orgánů
pokryv těla (integument)
kostra (skelet) : cranium

CRANIUM ——— neurocranium
viscerocranium

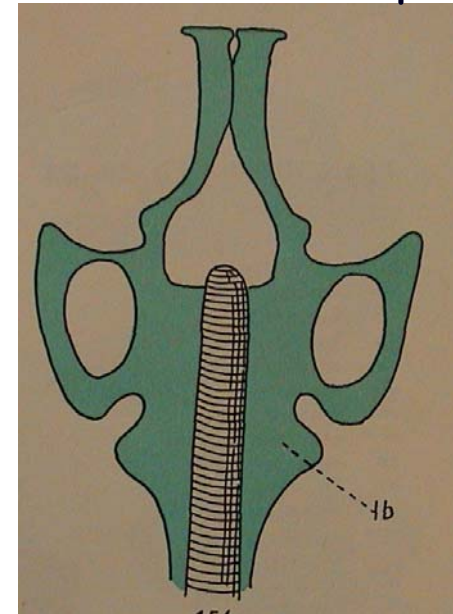
1. neurocranium

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
 pokryv 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)

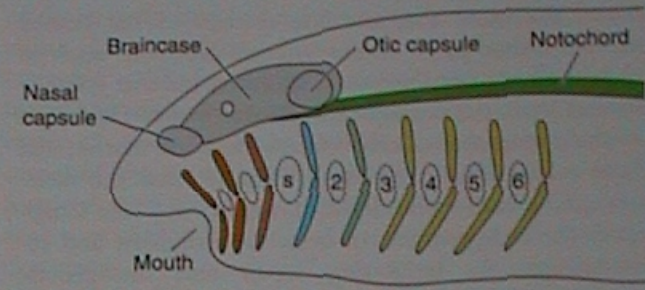
4.-6. opora žaber (vodní) - chrupavky hrtanu
 (Tetrapoda)

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

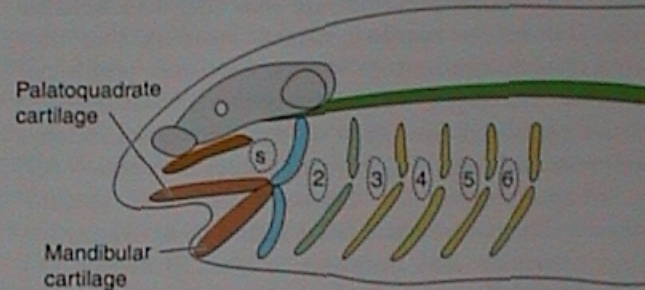
EXOSKELET (dermální) - jen kostěný

horní čelist: praemaxillare, maxillare

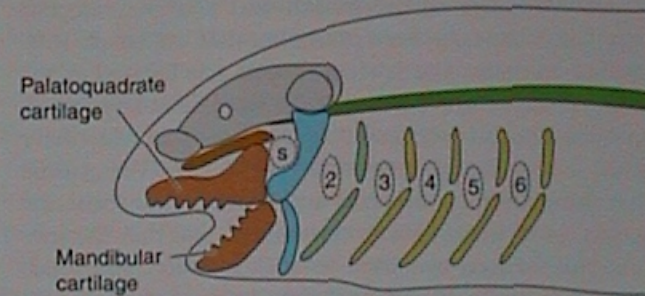
dolní čelist: dentale (mandibula), angulare



A. Hypothetical jawless condition

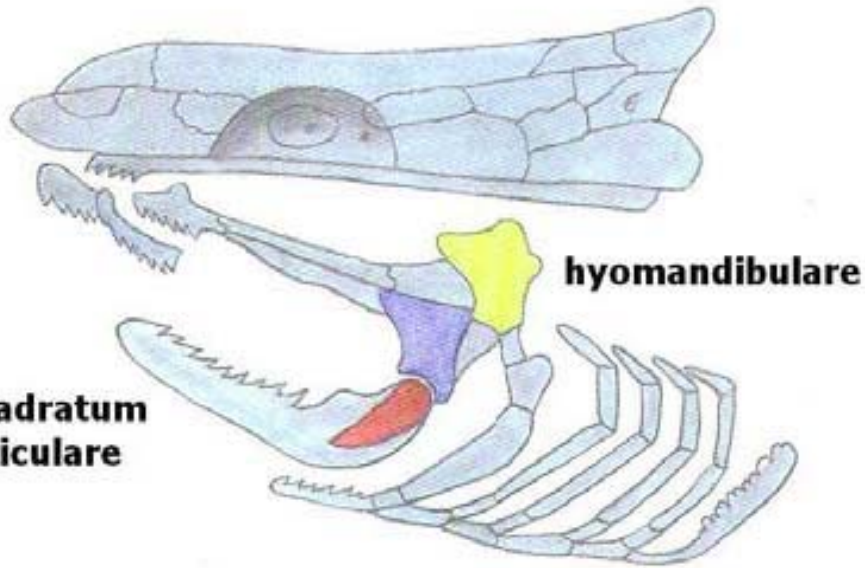


B. Mandibular arch functions as jaws

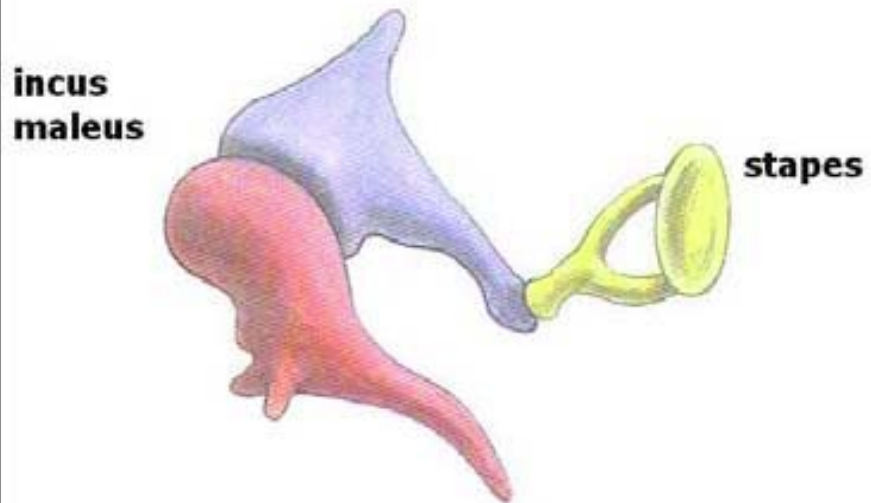


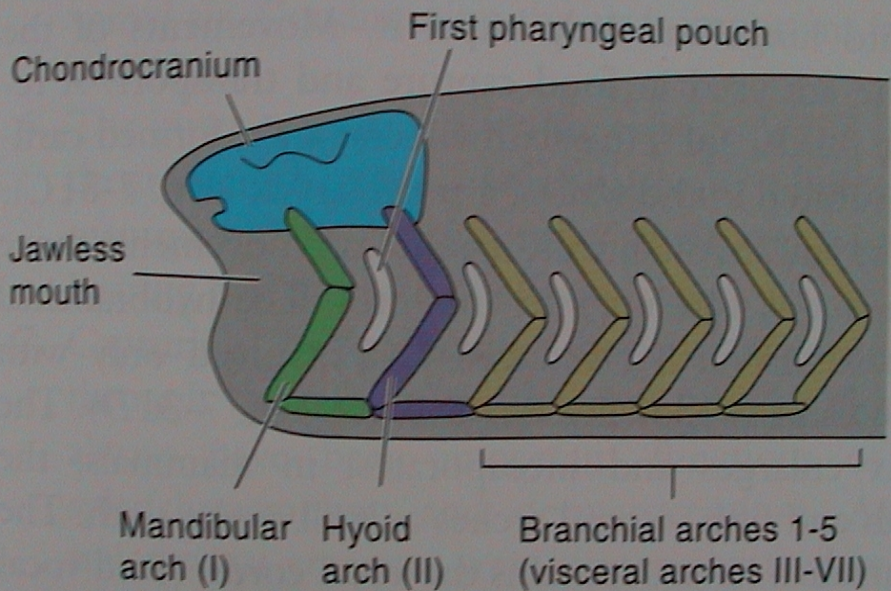
C. Jaws associated with braincase

■ Premandibular arches	■ Mandibular arch
■ Hyoid arch	■ Carotid arch
■ Vagal arches	■ Notochord

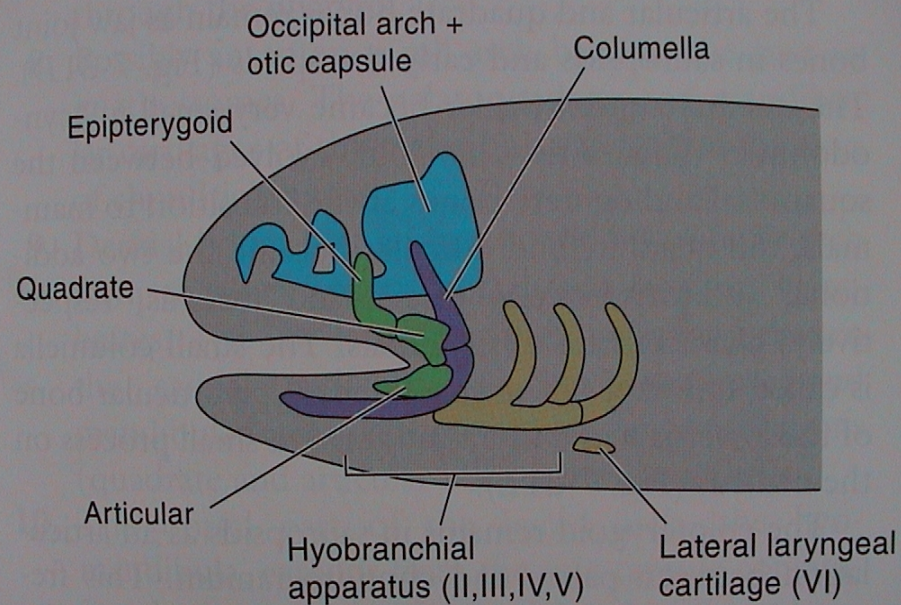


původ sluchových kůstek savců
(Gaupp - Reichertova teorie)

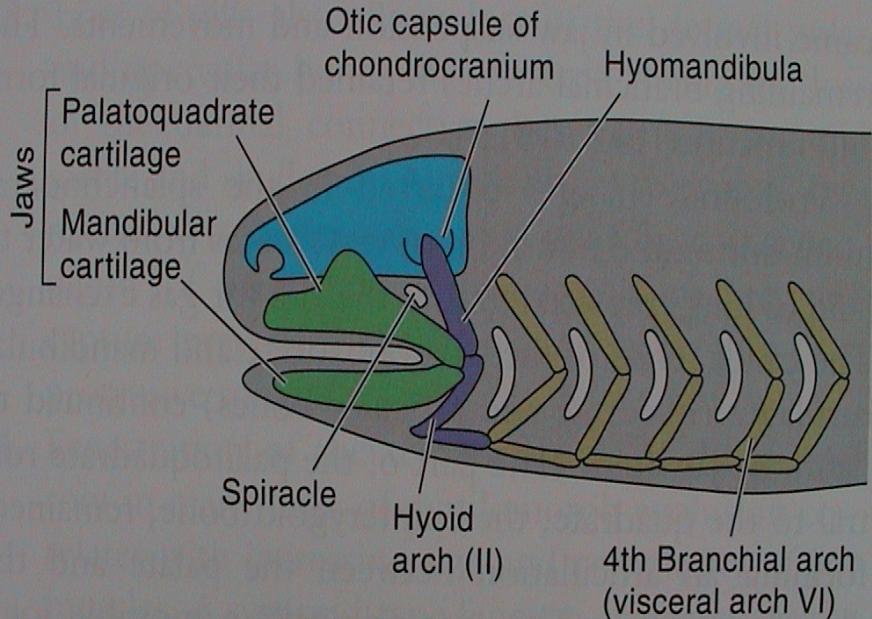




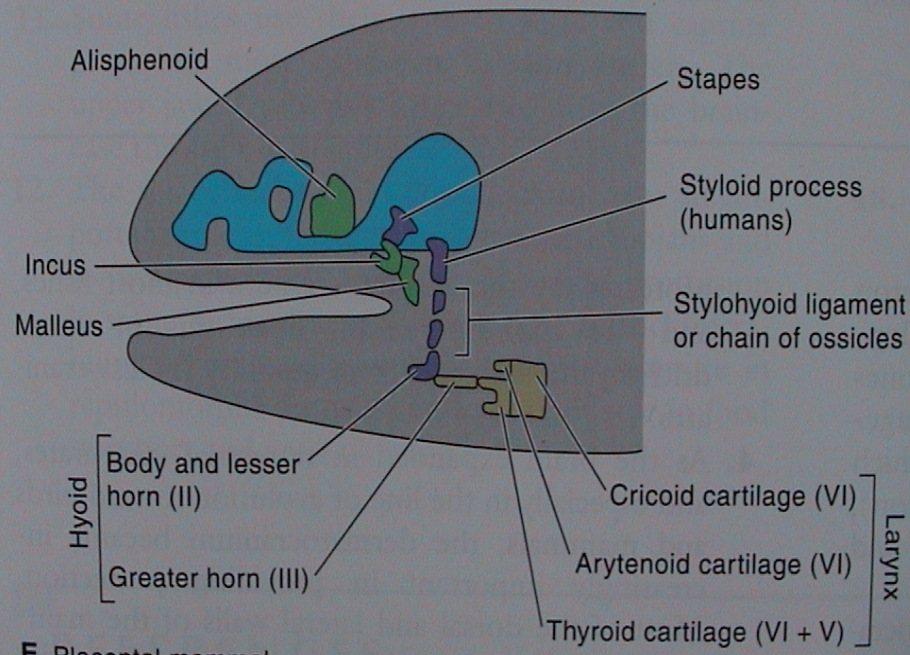
A. Hypothetical jawless condition



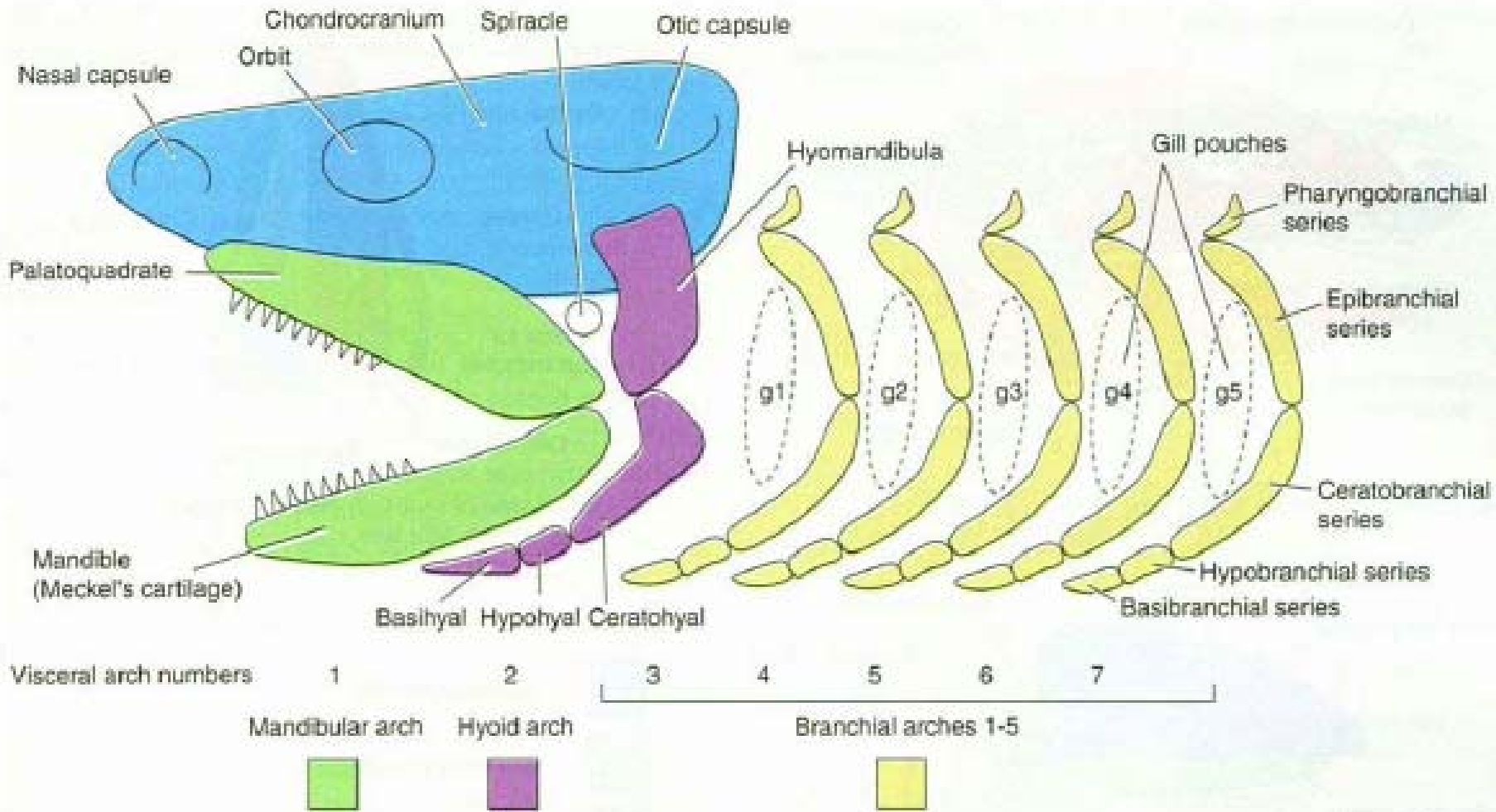
C. Hypothetical early tetrapod



B. Gnathostome



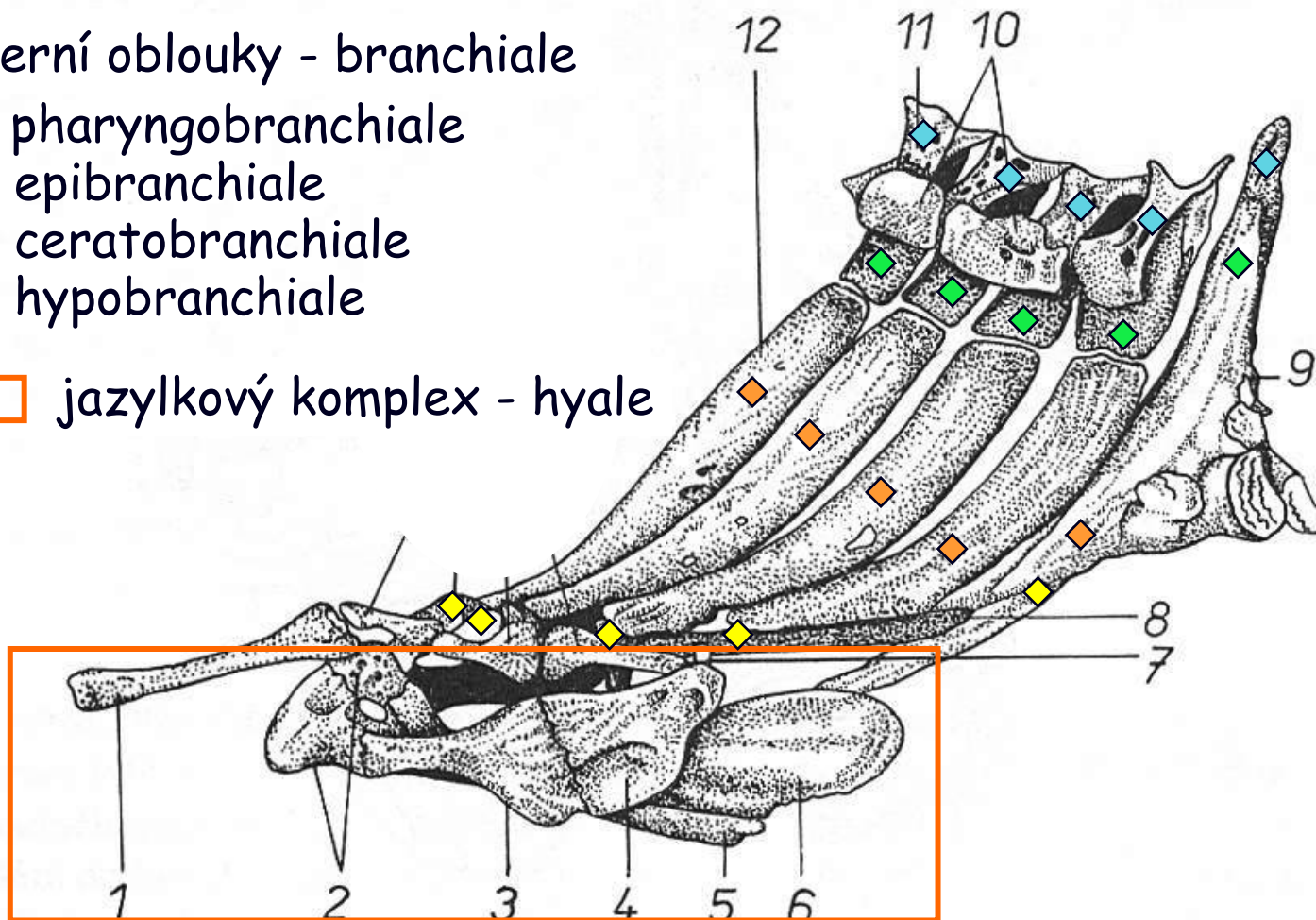
E. Placental mammal



žaberní oblouky - branchiale

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

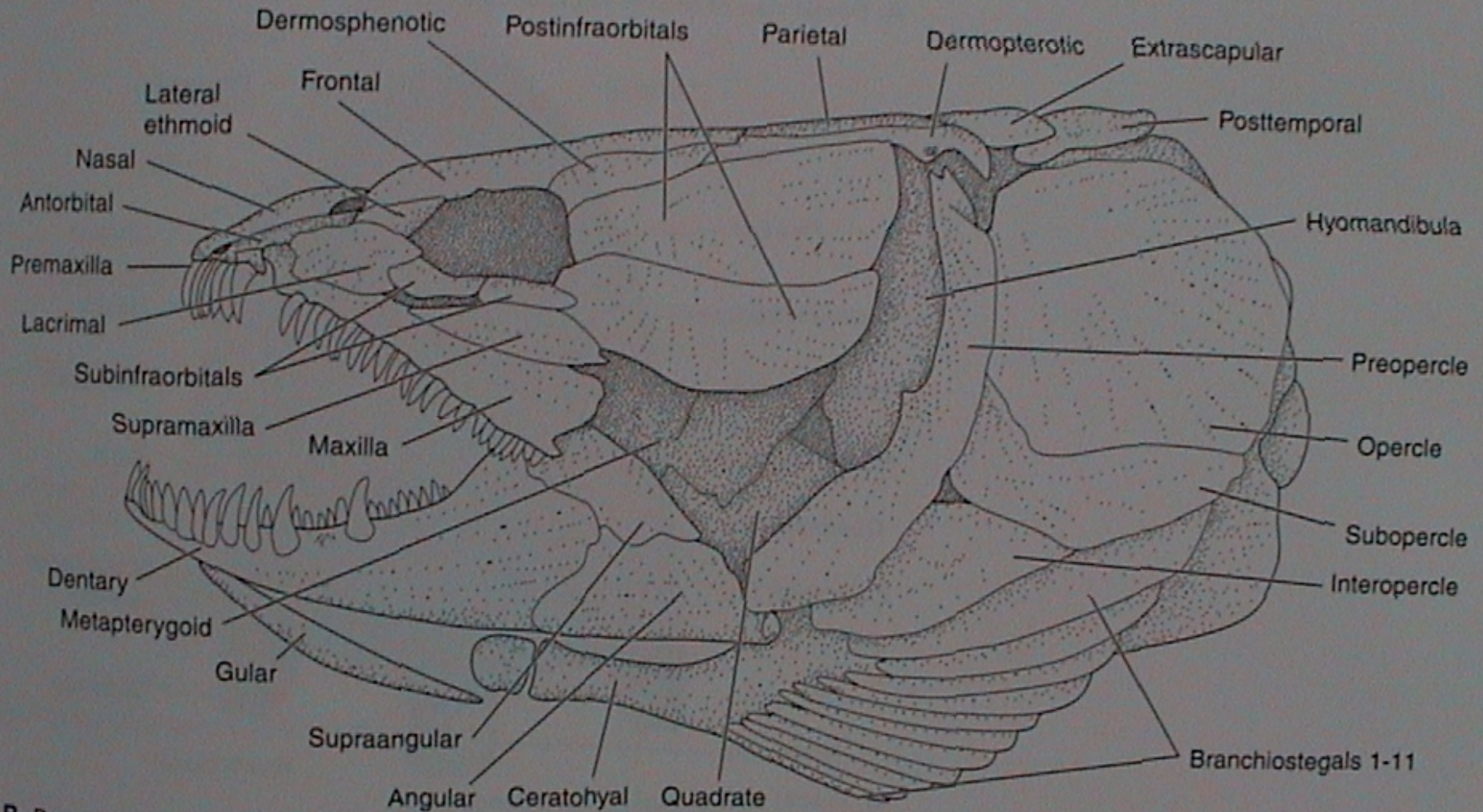
□ jazykový komplex - hyale



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 (Halecostomi - kaprouni; „Holostei“: Amiiformes)

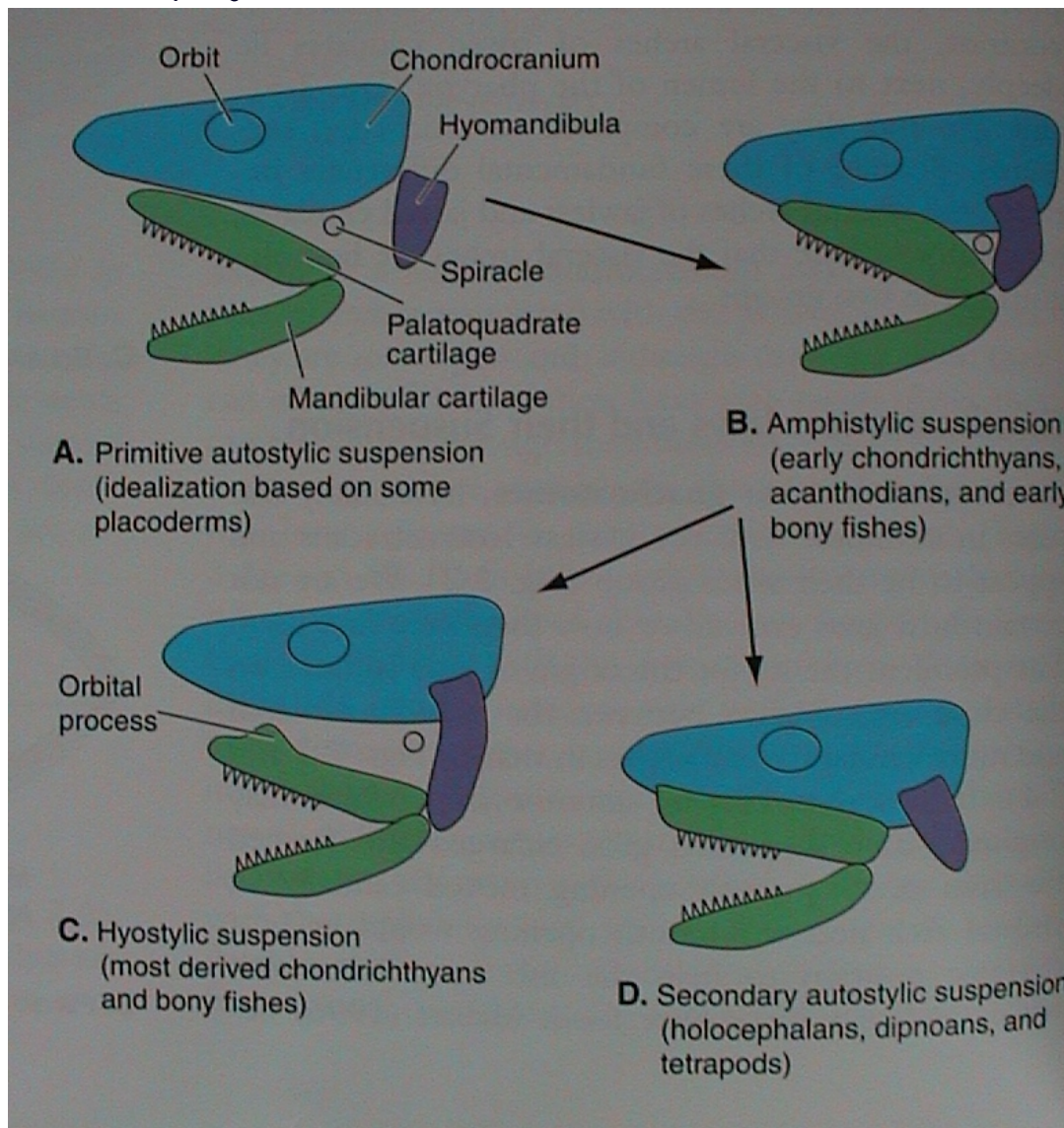


B. Bones of the cranial skeleton of *Amia*

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)

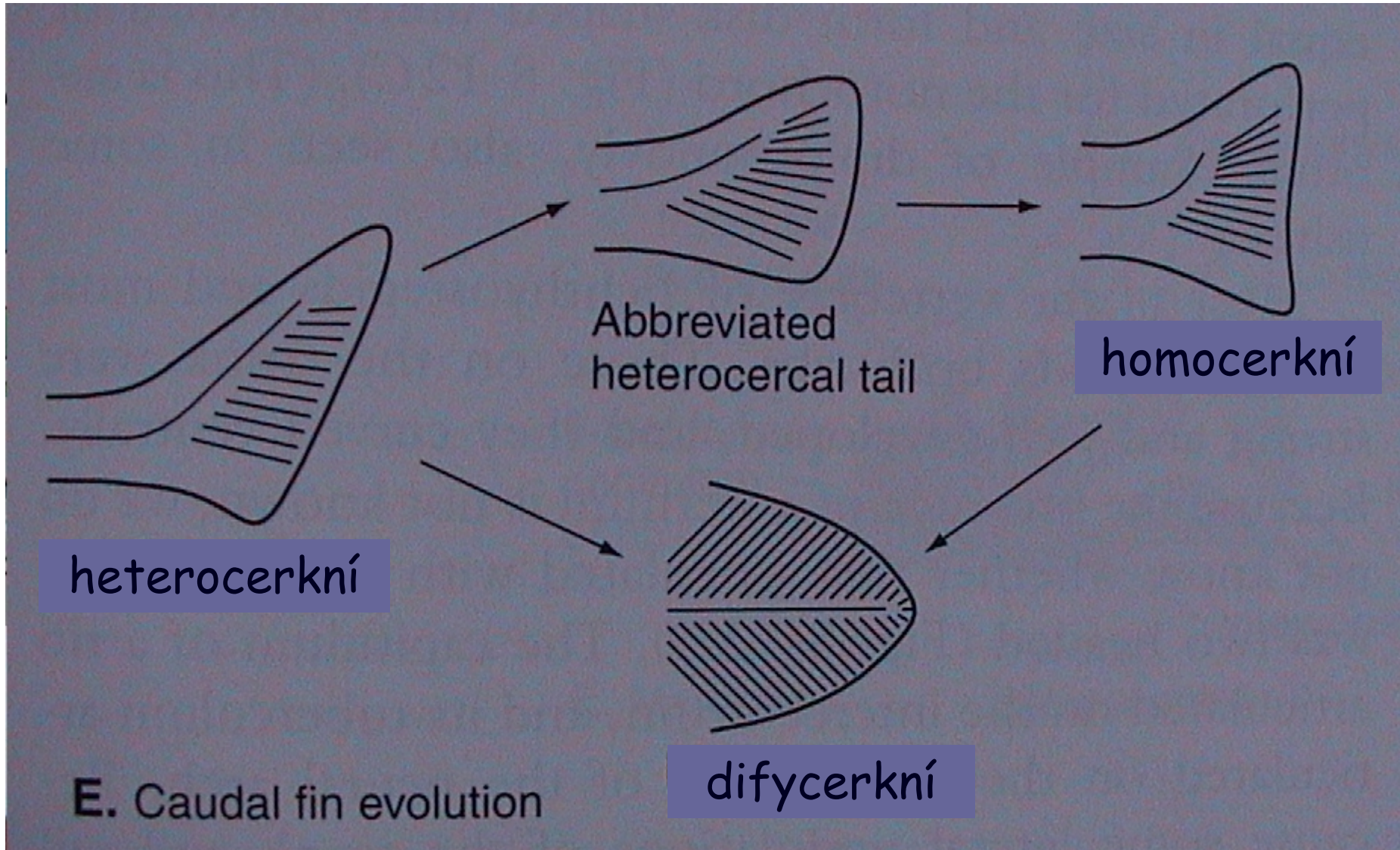
fixace v trupu: pásma (přední - lopatkové, zadní - pánevní)

volná končetina: basalia - radialia - paprsky

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

• nepárové ploutve

pinna caudalis

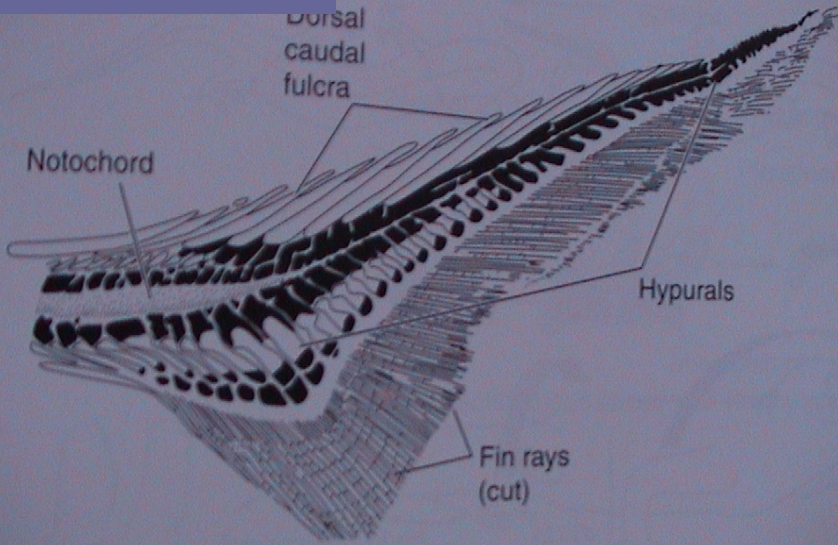


vznik orgánů
pokryv těla (integument)
kostra (skelet) : končetiny

• nepárové ploutve

pinna caudalis

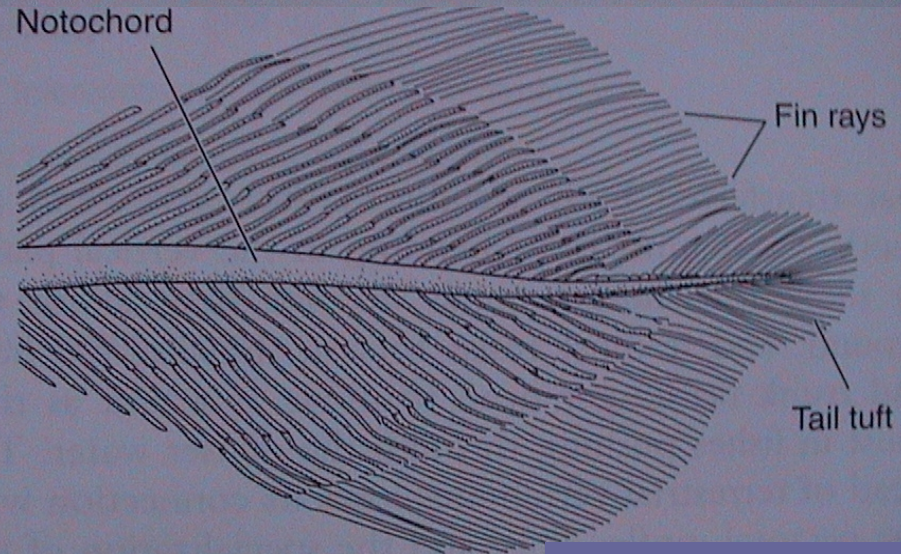
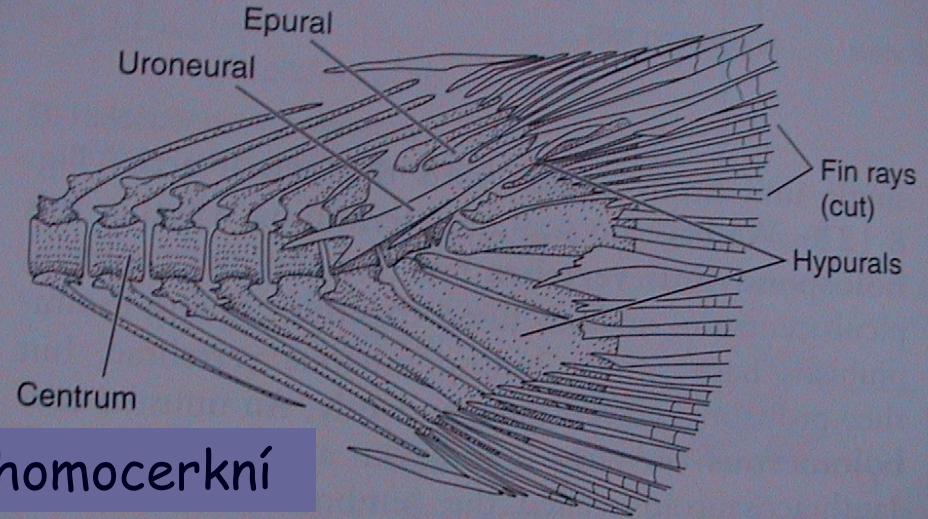
heterocerční



A. Caudal skeleton of *Polyodon* (heterocercal)

urostyl
hypuralia

homocerční



D. Caudal skeleton of *Latimeria* (dycercal)

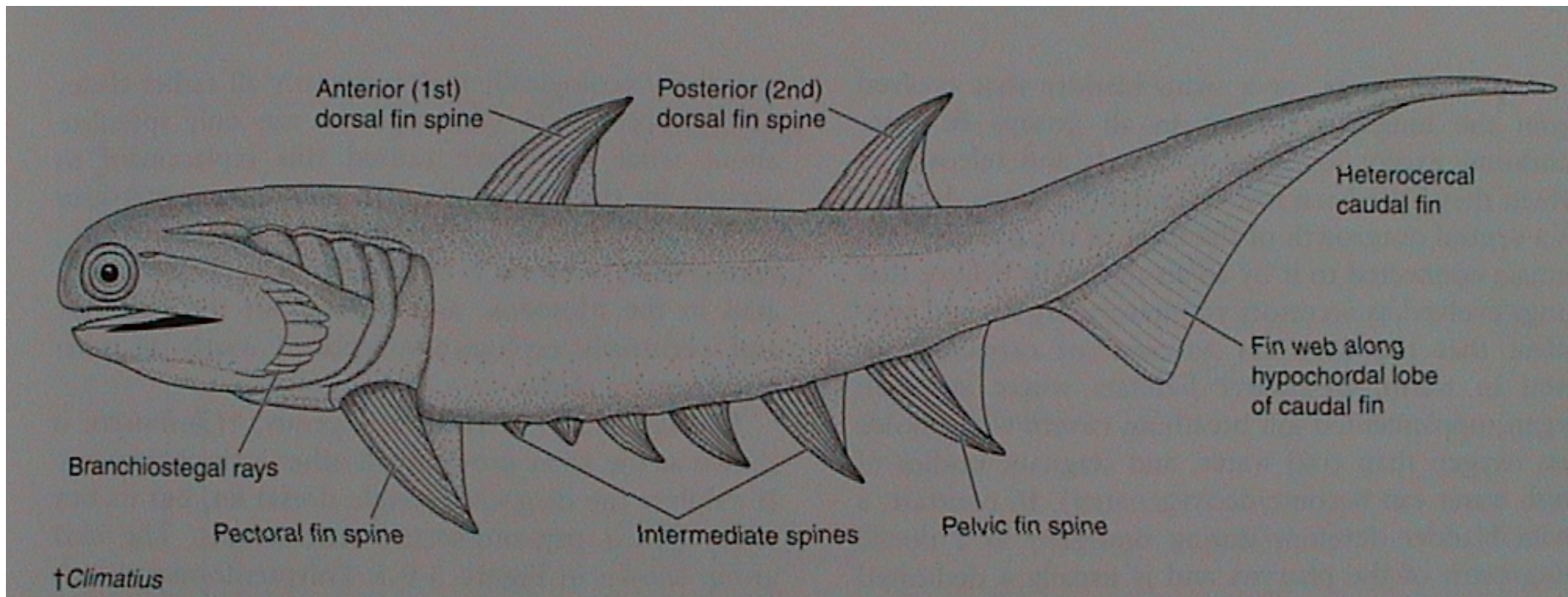
difycerční

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

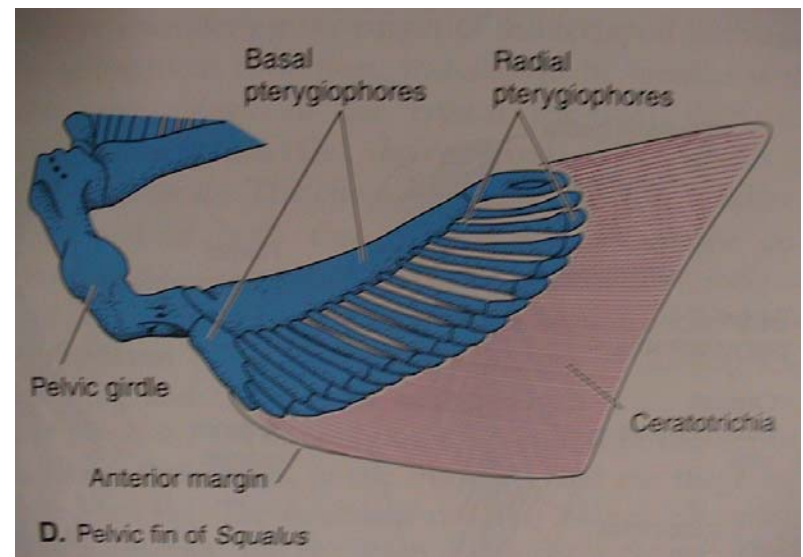
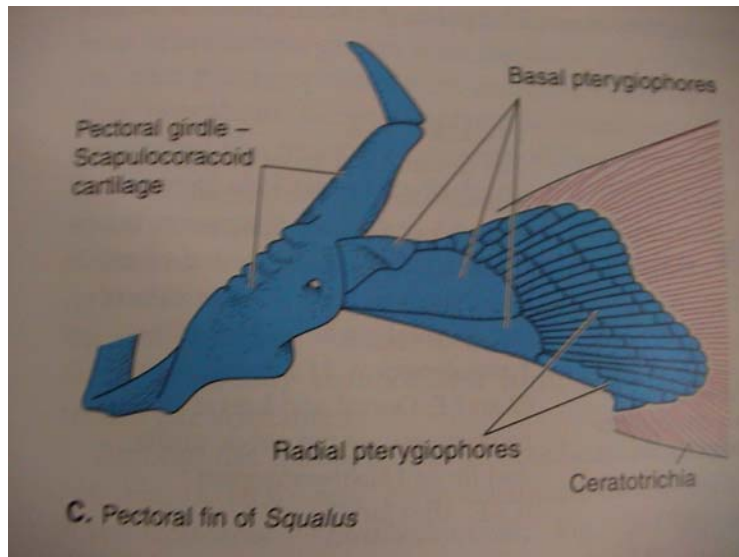
pásmo: coracoscapulare = scapulocoracoid
(k lebeční bázi)

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)

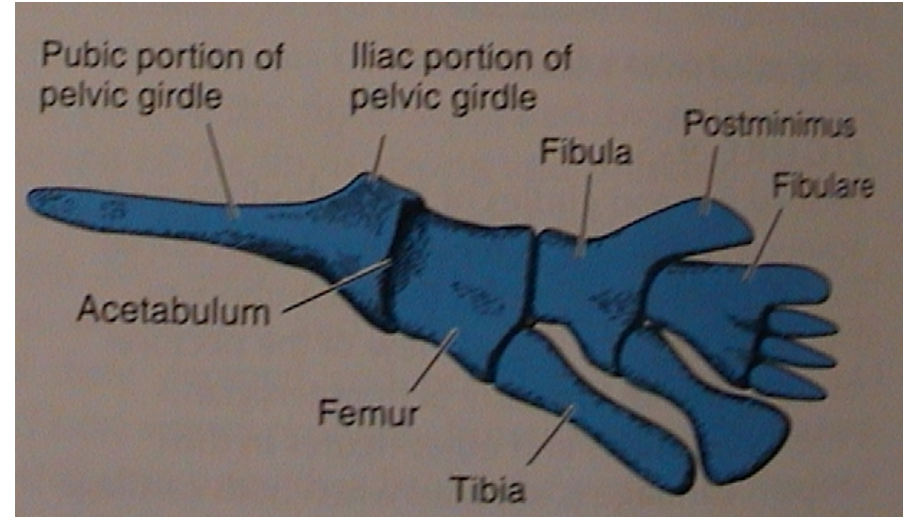
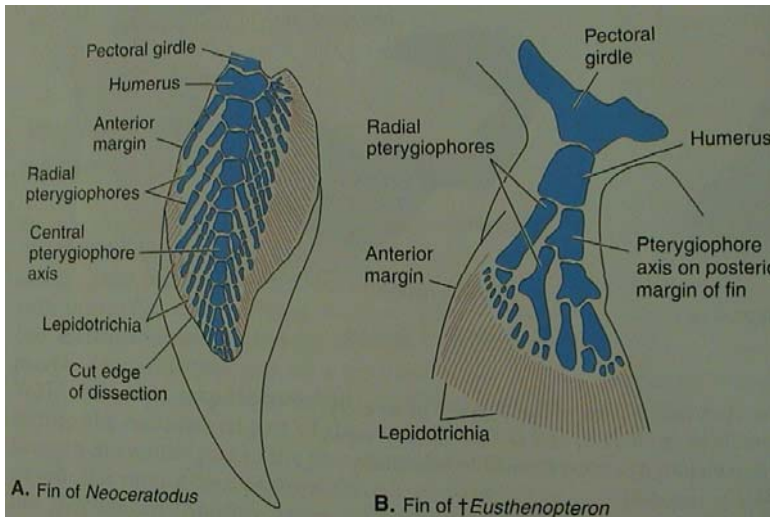
volná končetina:

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)

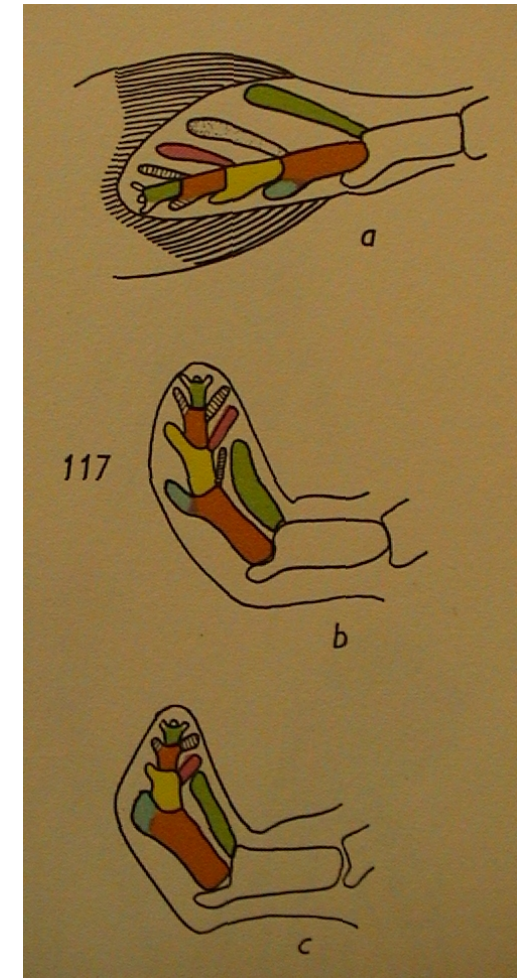
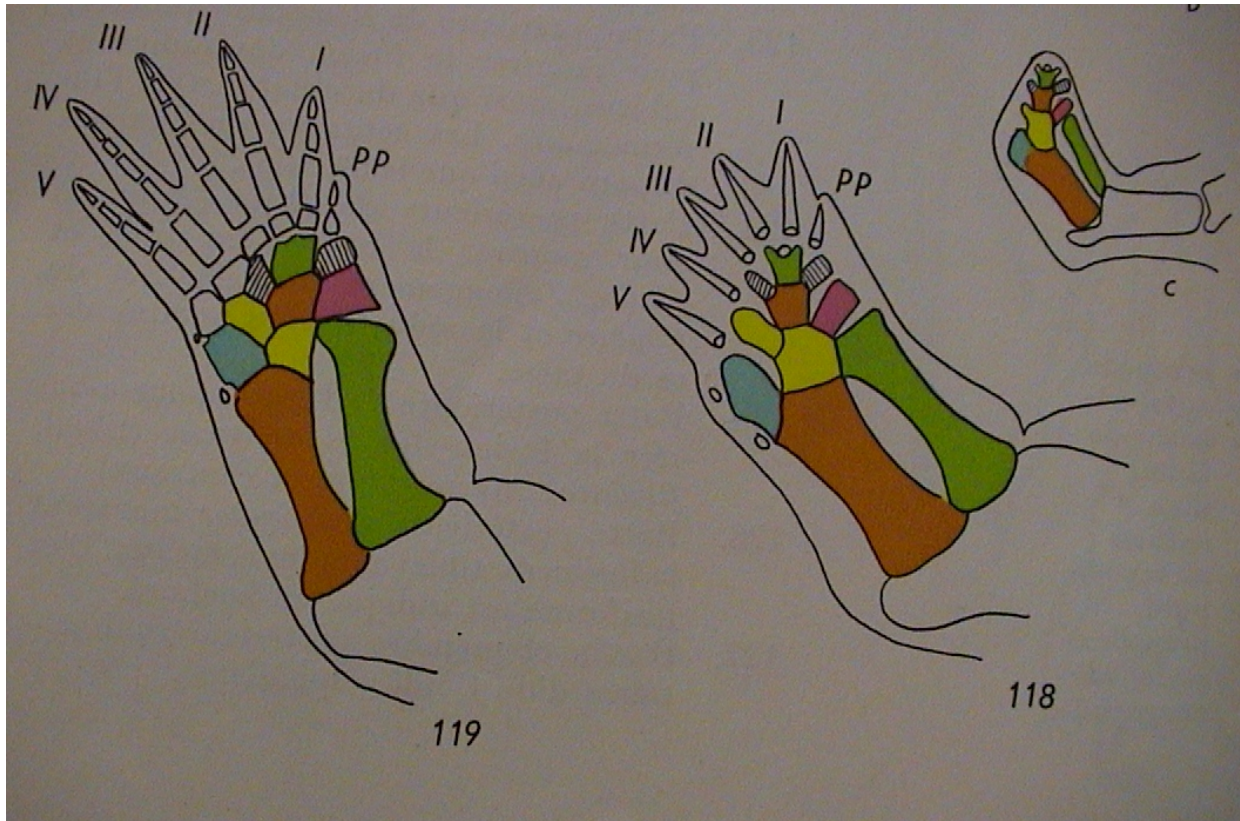
digiti (5?)
2-3-4-5-3

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

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

• párové končetiny

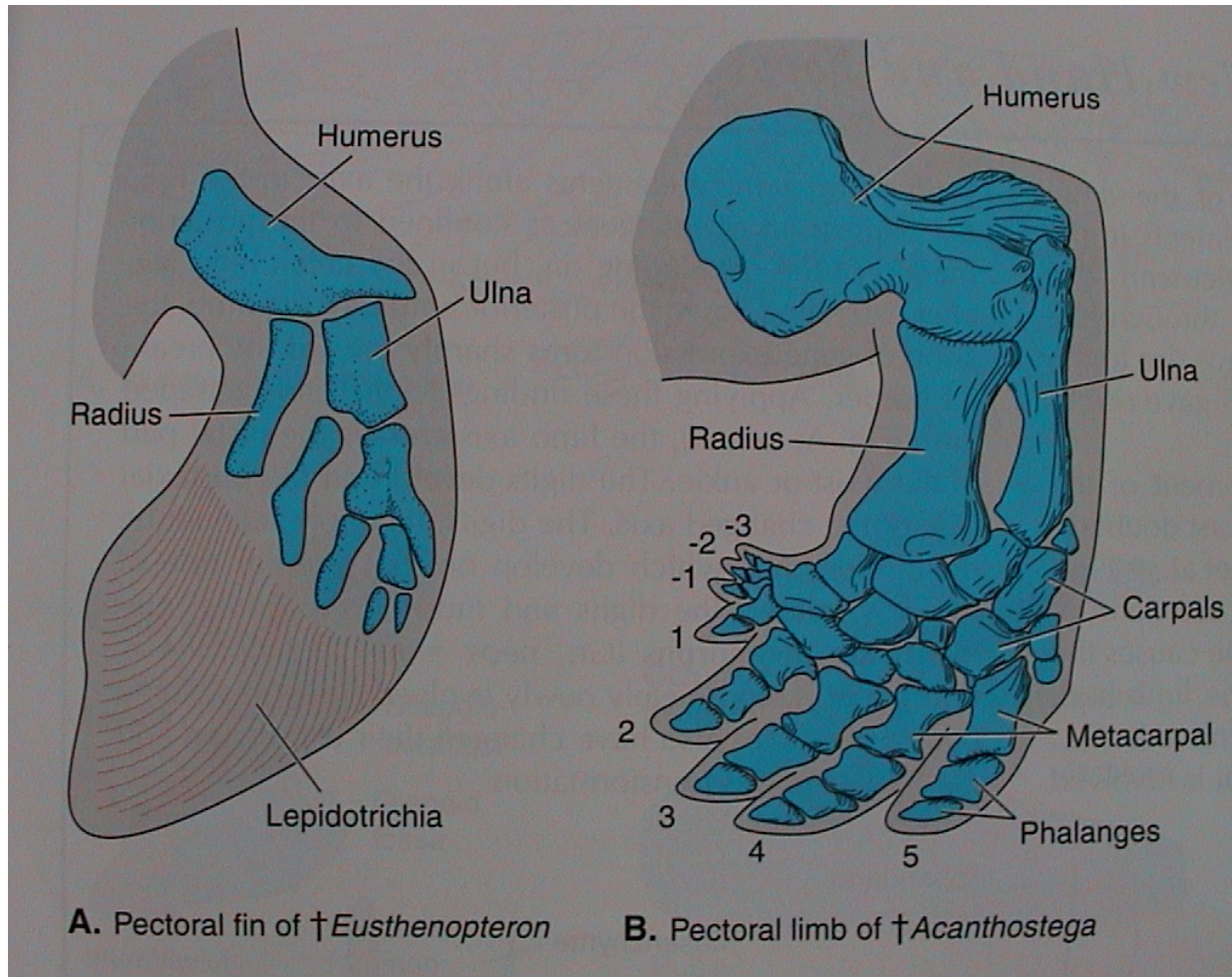
Vznik chiropterygií čtvernožců (Tetrapoda) přeměnou uniseriálního archipterygia ryb „Rhipidistia“



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

• párové končetiny

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

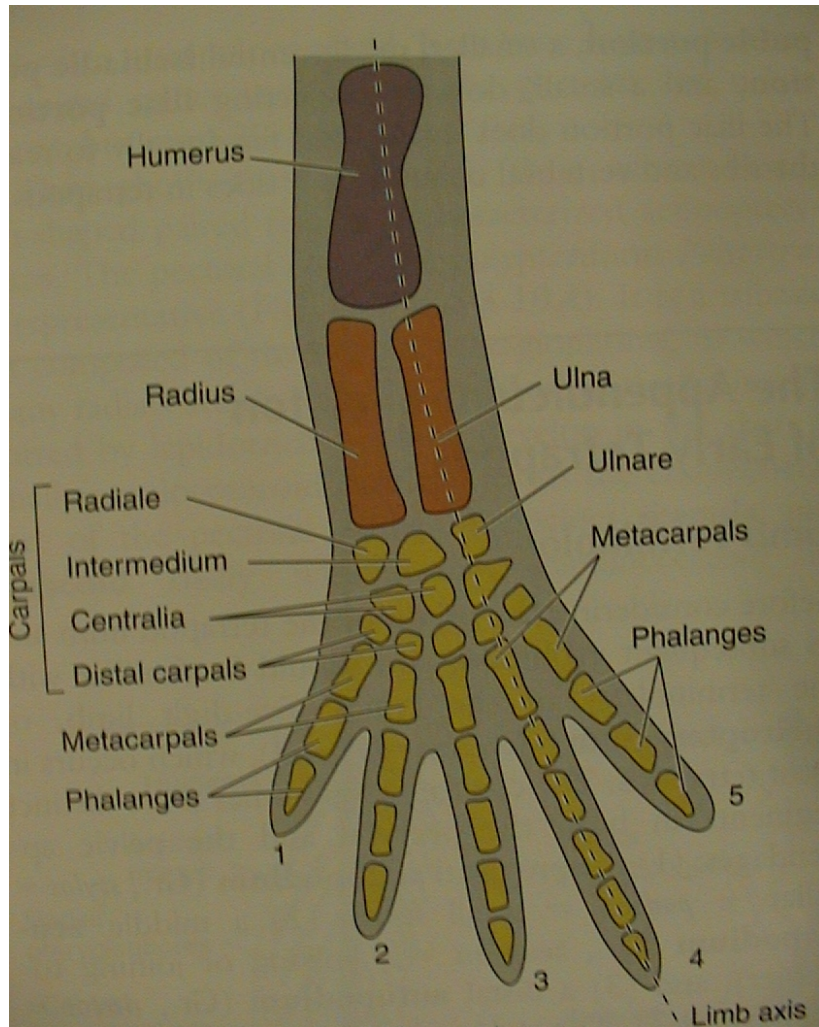


vznik orgánů
 pokrýv těla (integument)
 kostra (skelet) : končetiny

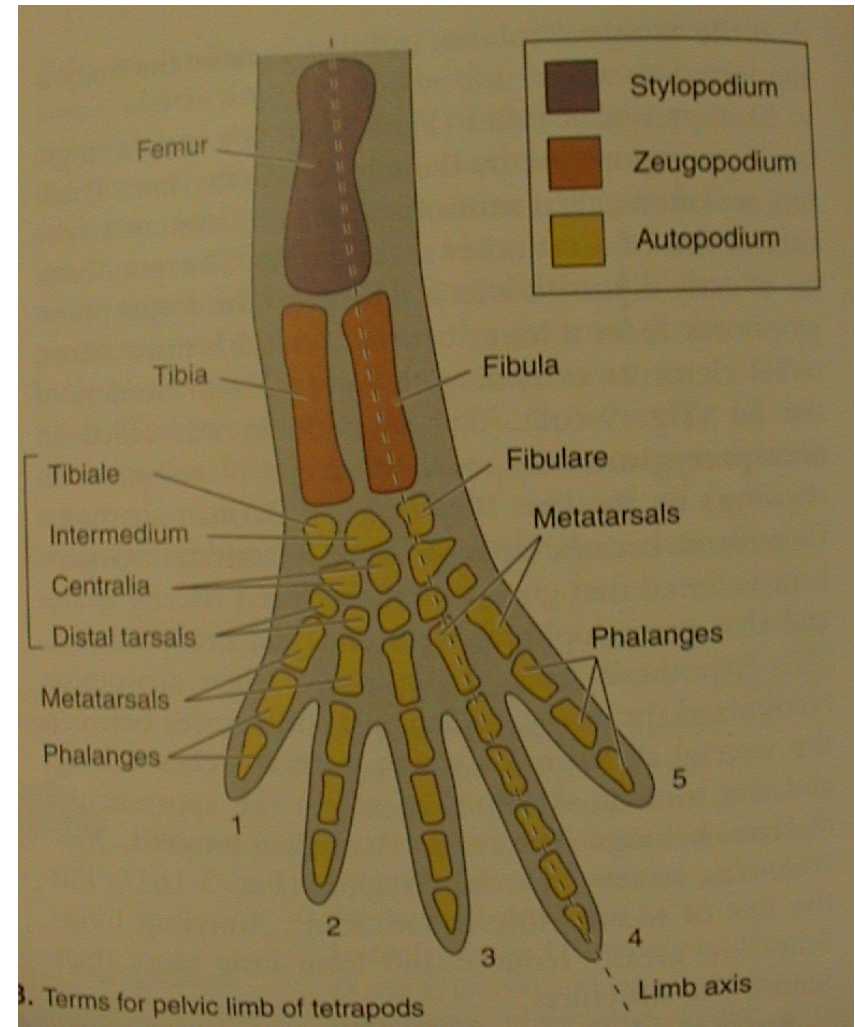
• párové končetiny

Tetrapoda

přední (anterior)



zadní (posterior)



somatická svalovina - příčně pruhovaná, z myotomu somitů

viscerální svalovina - ze splanchnopleury, hladká
útrobní, srdeční sval

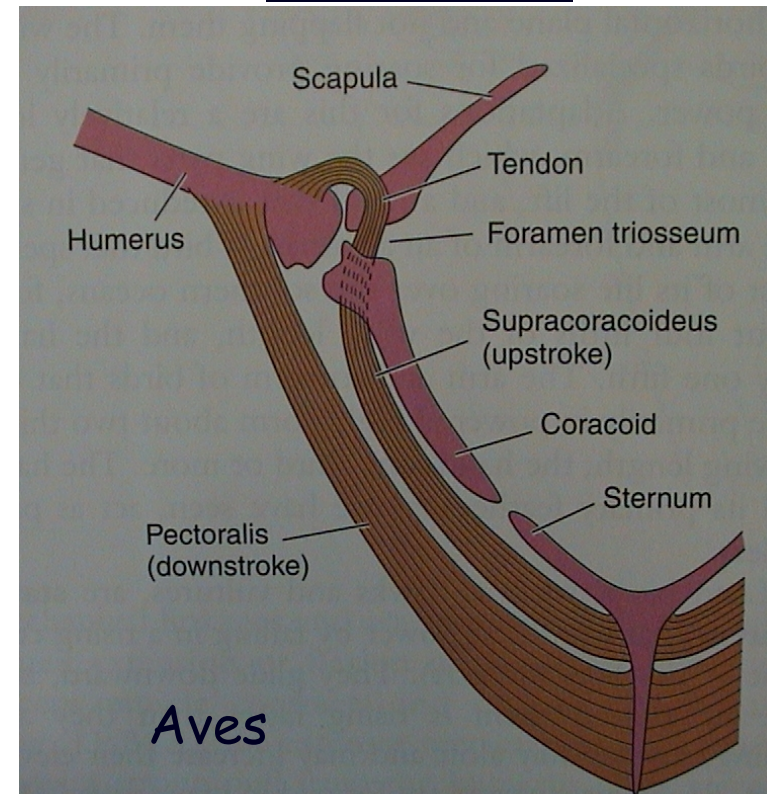
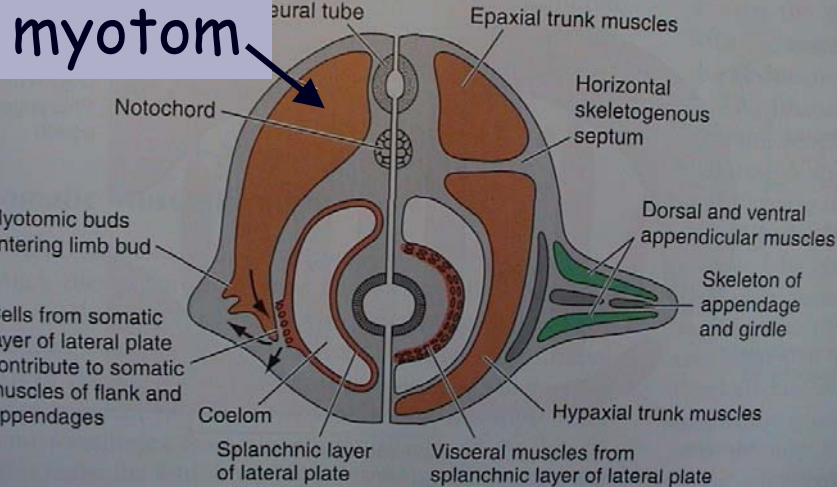
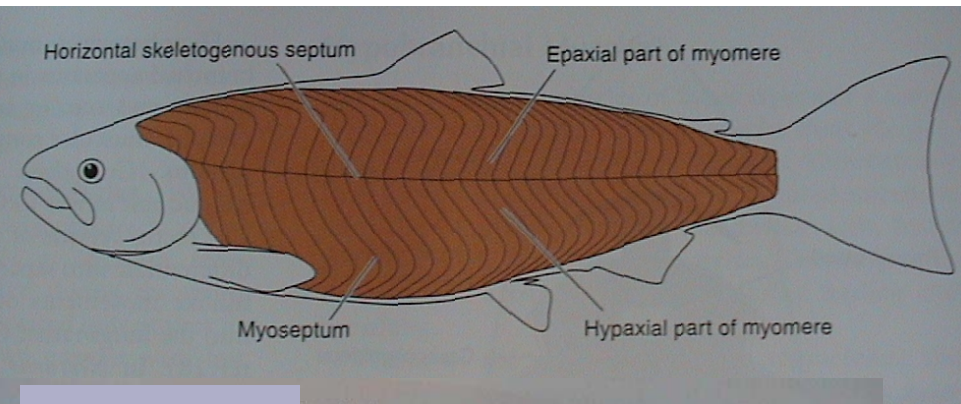
branchiální svalovina - z BNL, příčně pruhovaná
žaberní (pohyb čelistí, žvýkácí a mimické svaly savců)

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

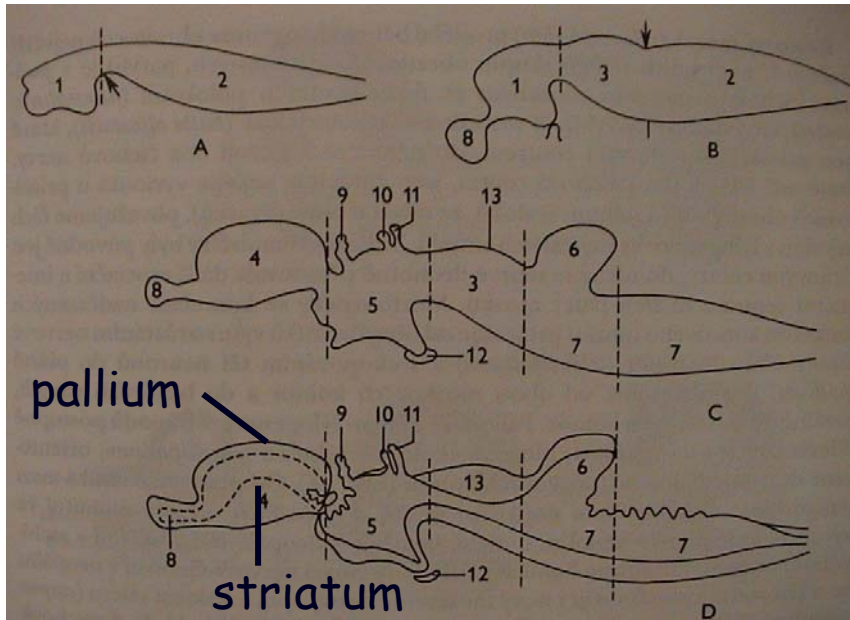
3. Mesencephalon

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)~~

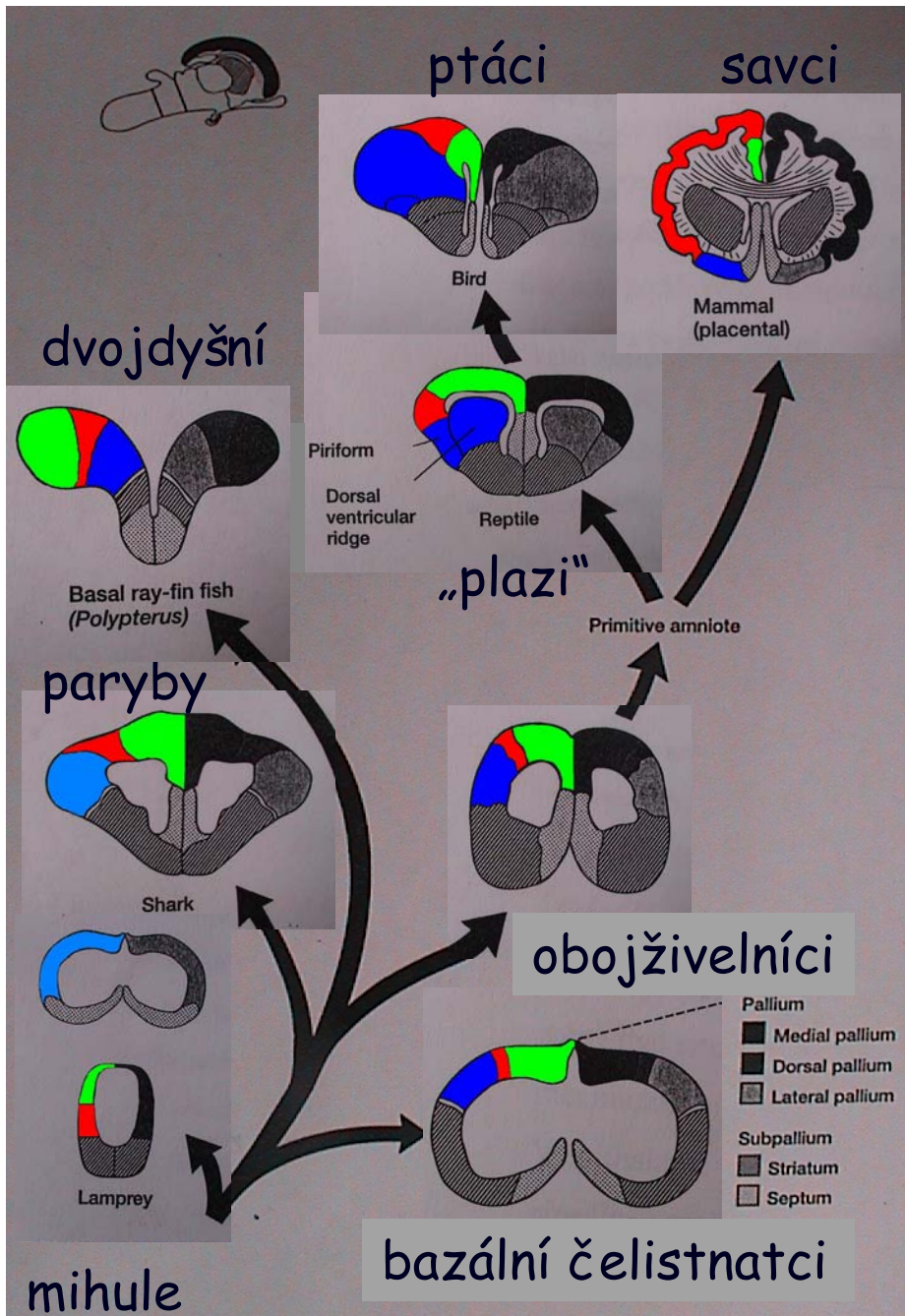
~~Neostriatum~~

~~Paleopallium (paryby -)~~

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

~~Neopallium (plazi -)~~

Fylogeneze šedé hmoty koncového mozku



Pallium:

- mediální ■
- dorzální ■
- laterální ■

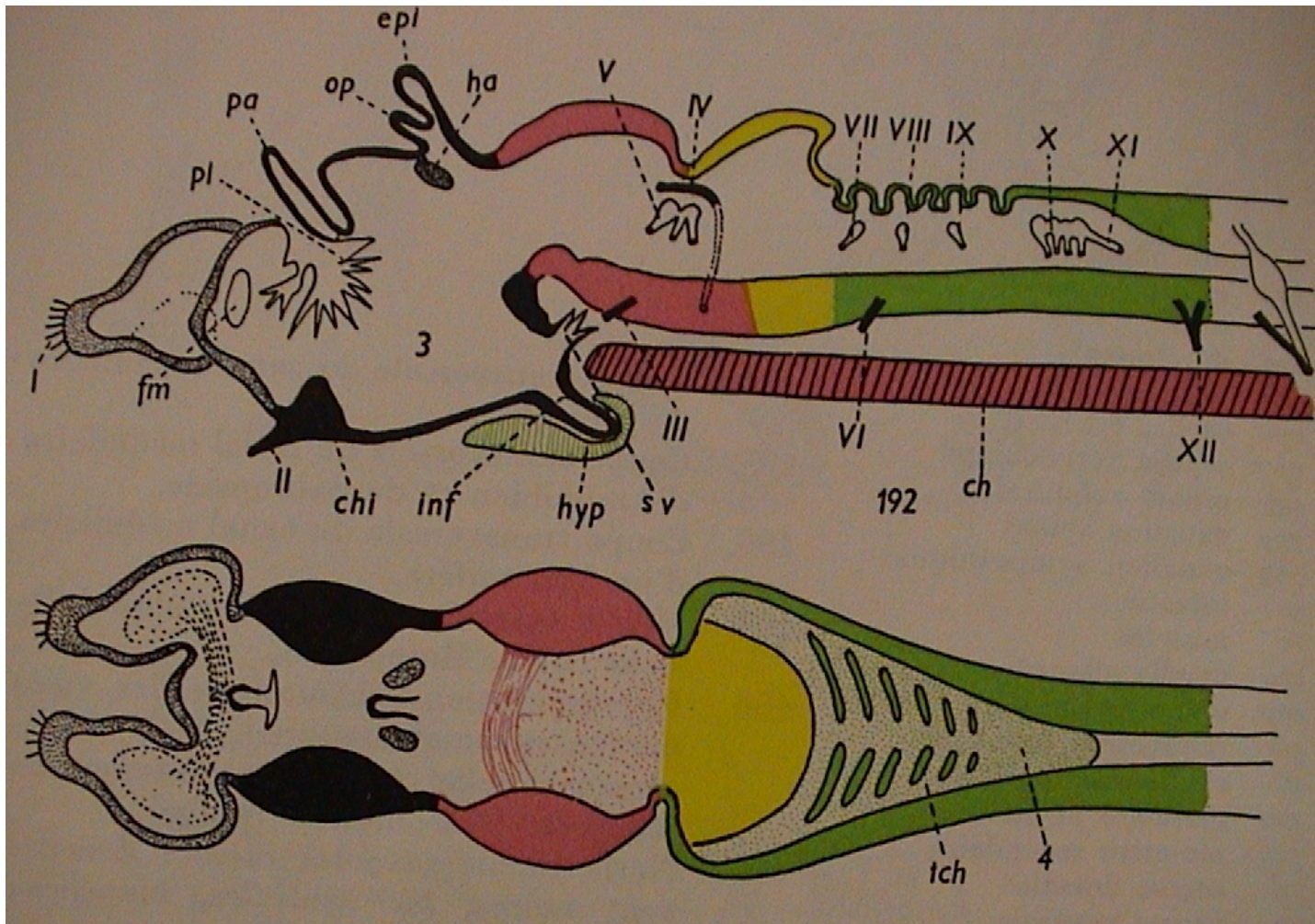
Subpallium:

- 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

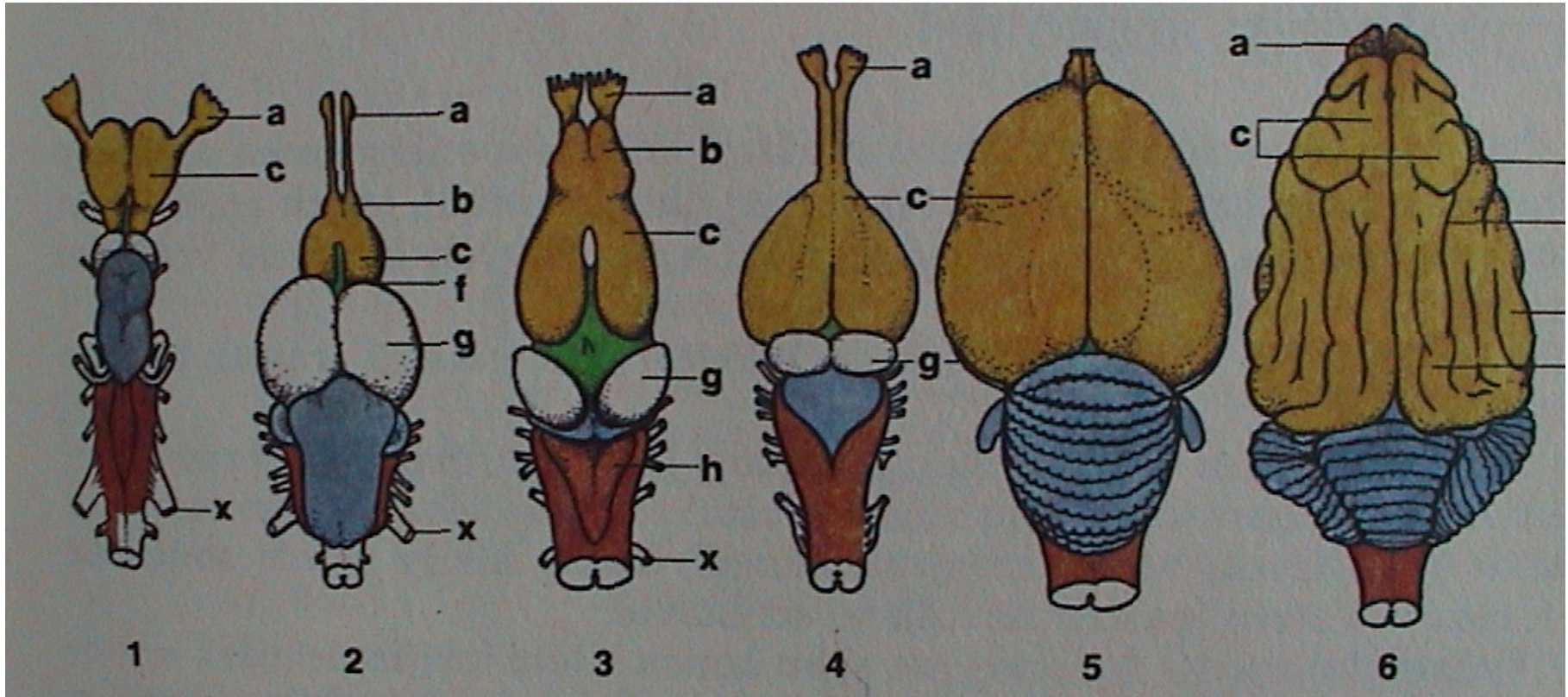
nervová soustava - mozek (encephalon)



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

svalstvo

nervová soustava - mozek (encephalon)



Chondrichthyes Teleostei

Amphibia

Reptilia

Aves

Mammalia

„Agnatha“ - diencephalon

Teleostei - mesencephalon

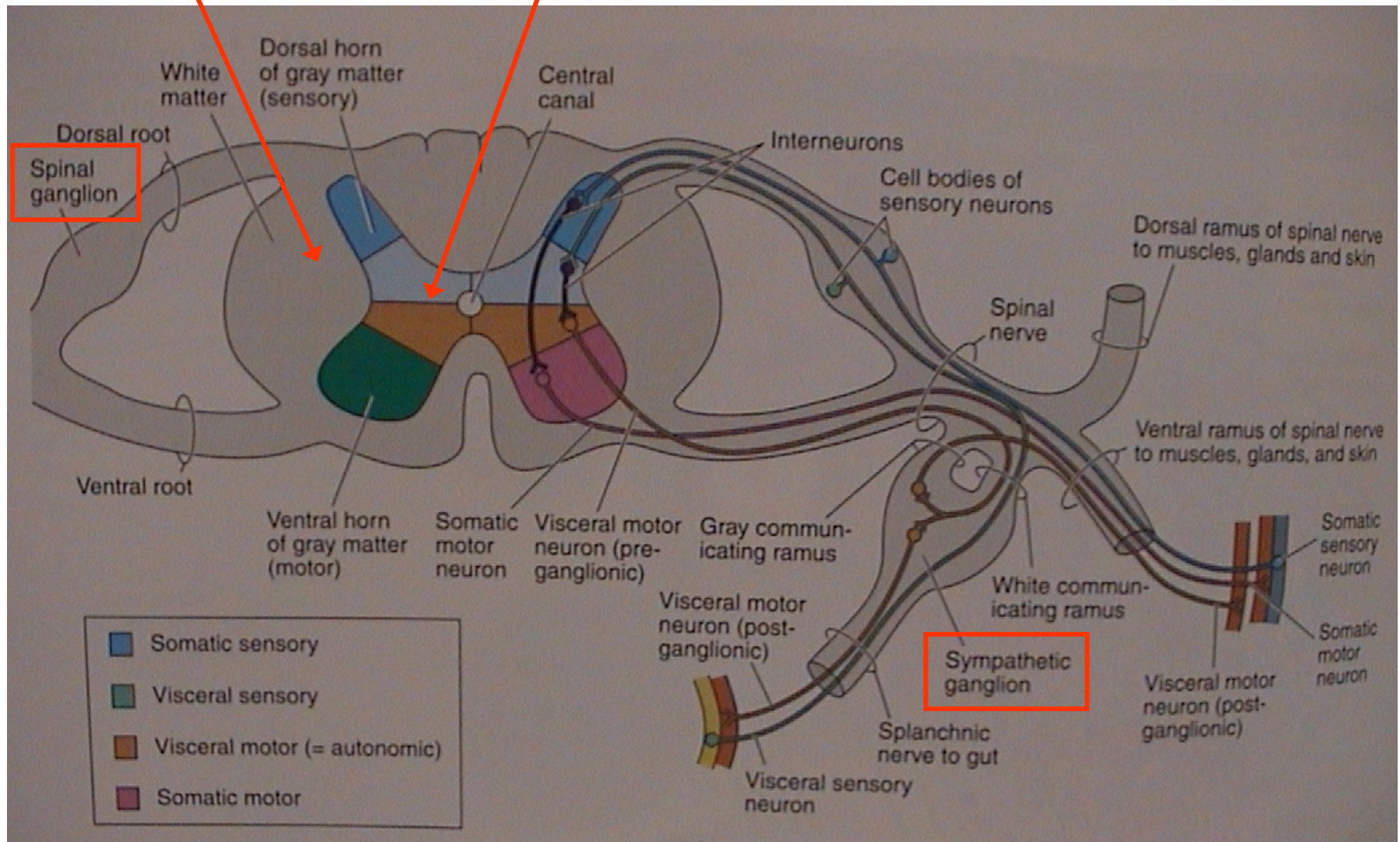
ostatní - telencephalon

svalstvo

nervová soustava - mícha (medulla spinalis)

bílá hmota míšň

šedá hmota míšň



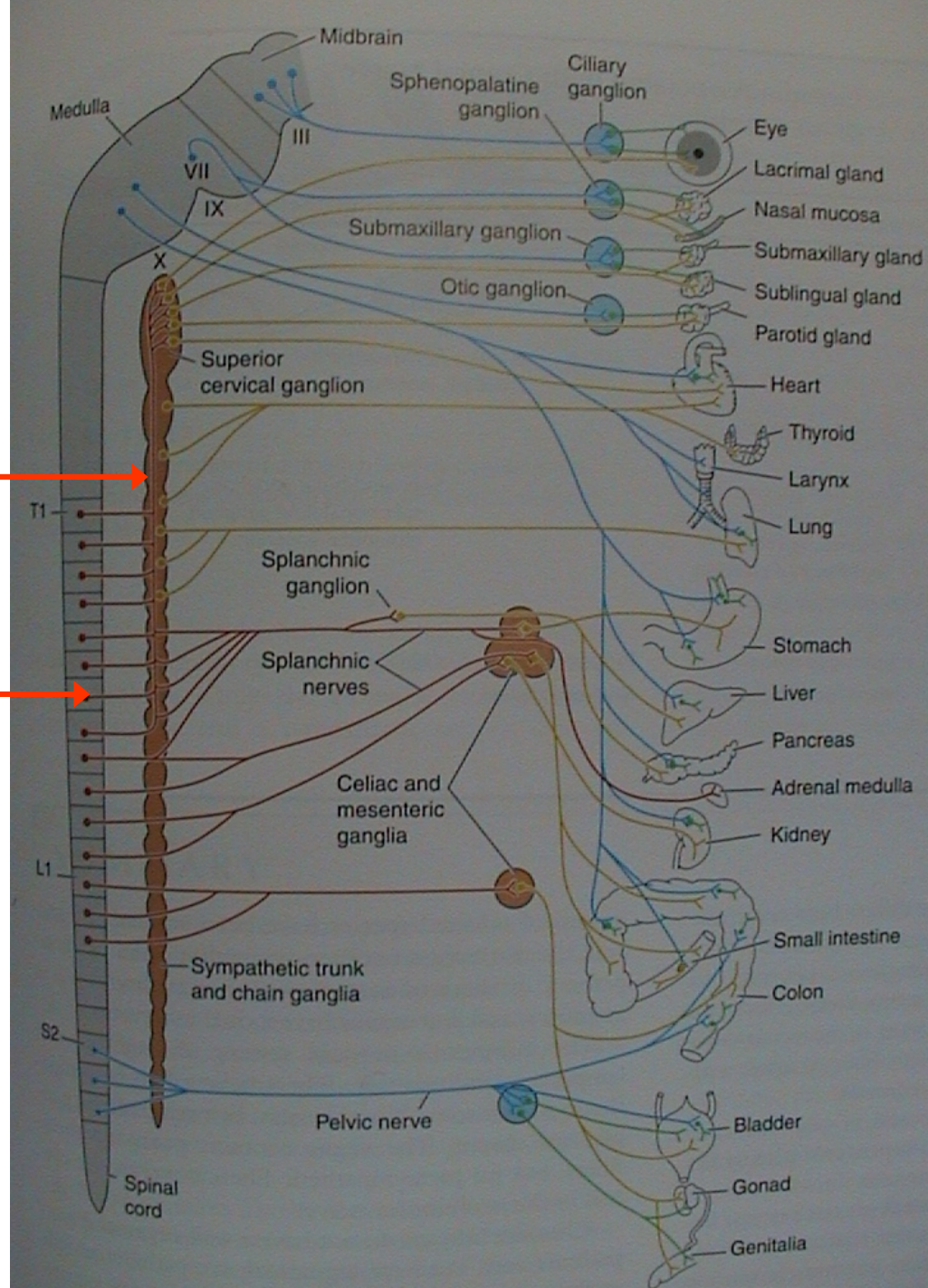
svalstvo
nervová soustava -
sympaticus, parasympaticus

truncus sympaticus
(sympatický kmen)

mícha (medulla spinalis)

sympaticus

parasympaticus



svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány

Smyslové buňky: primární a sekundární

Receptory:

a) extero-, propio-, entero-;

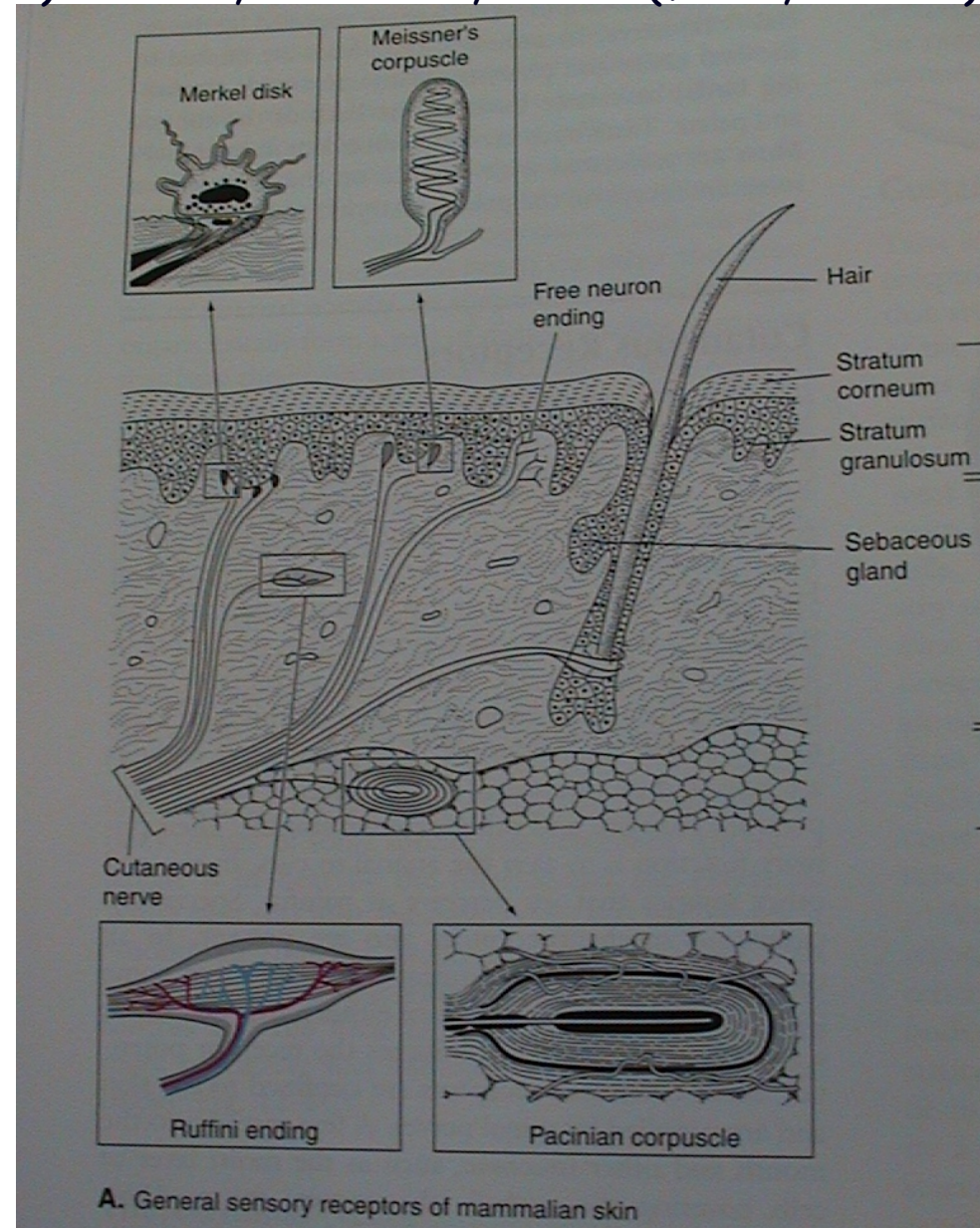
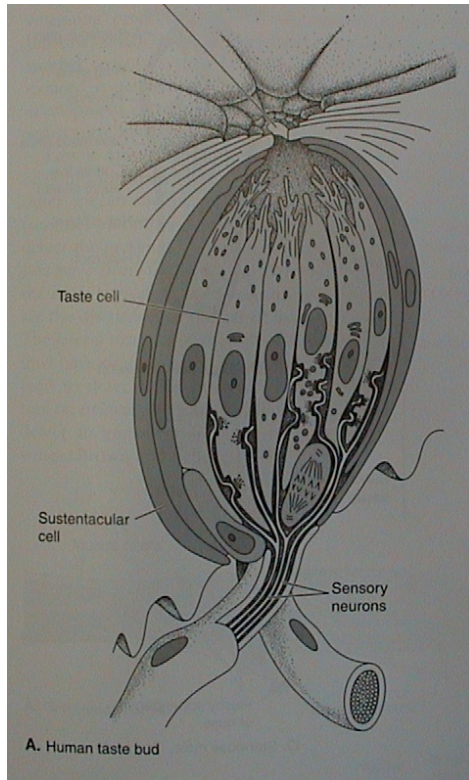
b) chemo-, mechano-, radio- (foto-, termo-)

• 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

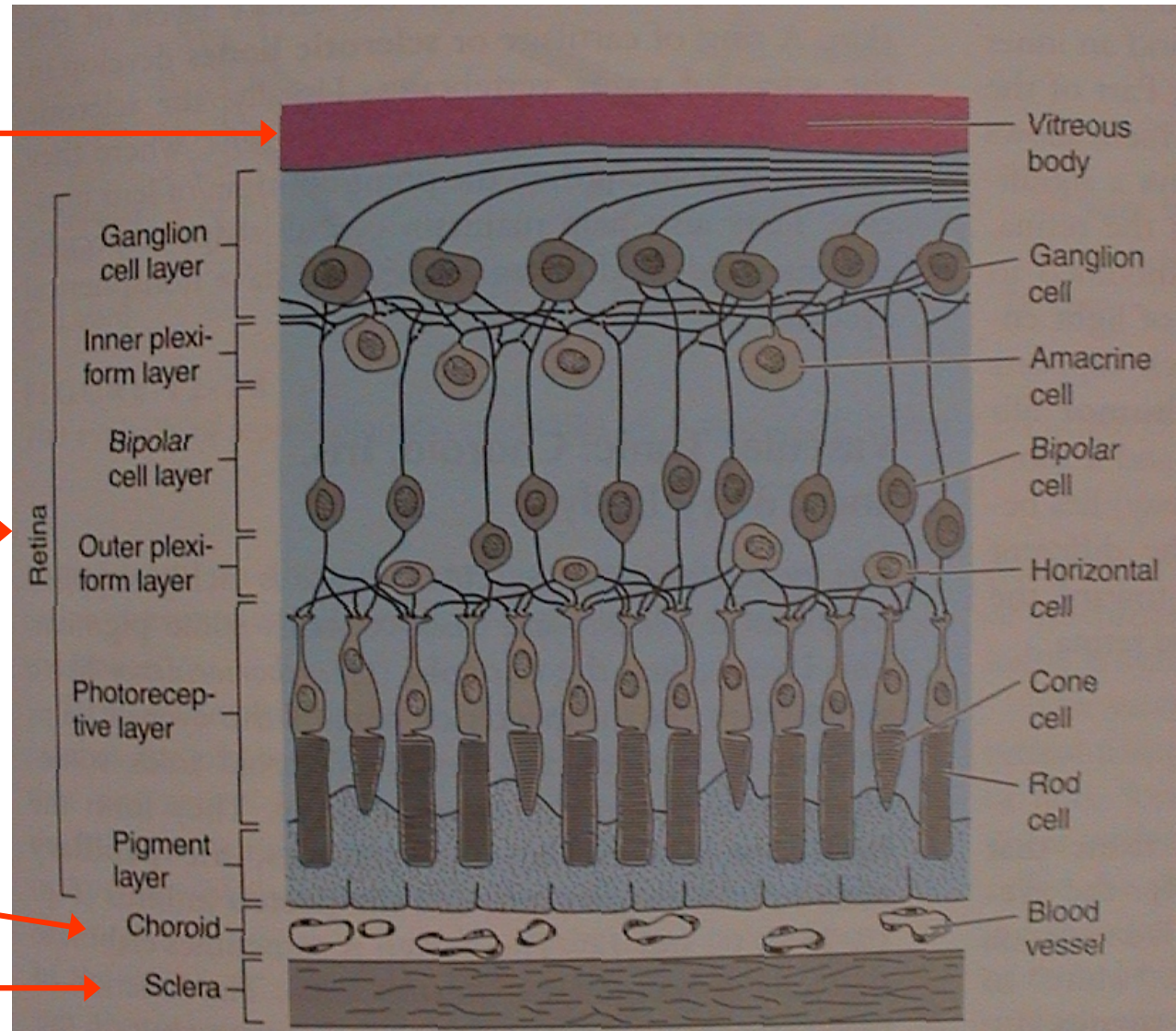
• zrak - inverzní komorové oko

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

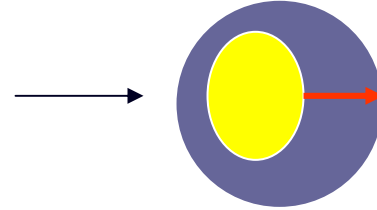
klid

zaostřování - akomodace

na blízko

mihule a kostnaté ryby

na dálku

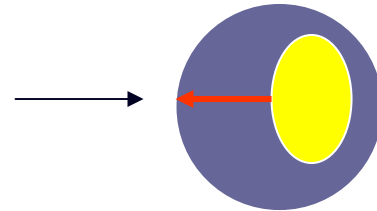


m. retractor lentis

na dálku

paryby, starobylé ryby,
obojživelníci

na blízko



m. protractor lentis

na dálku

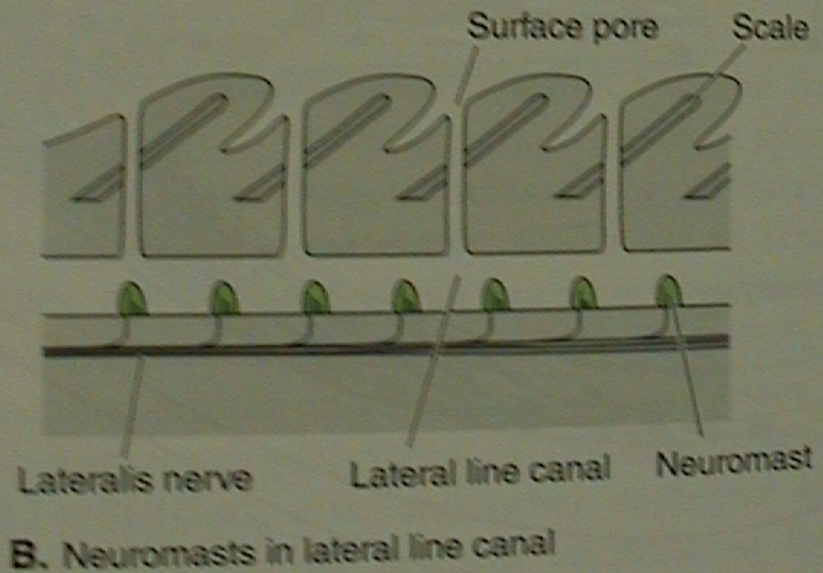
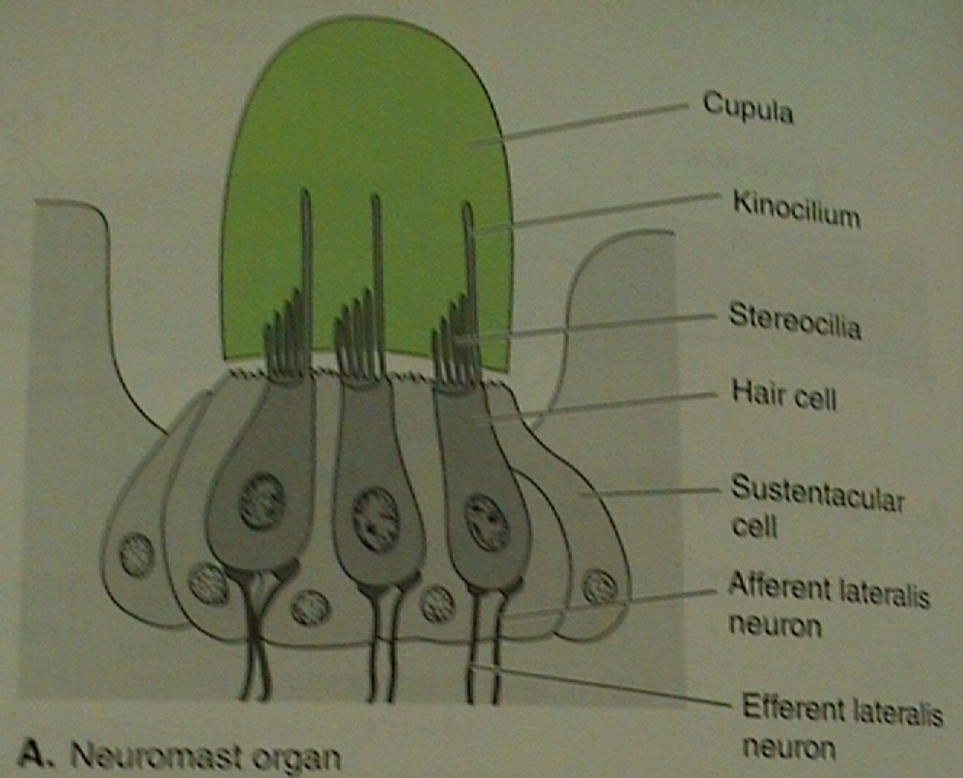
Amniota - plazi, ptáci, savci

na blízko



svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány

- proudový orgán - neuromasty



u ryb na bocích - postranní čára

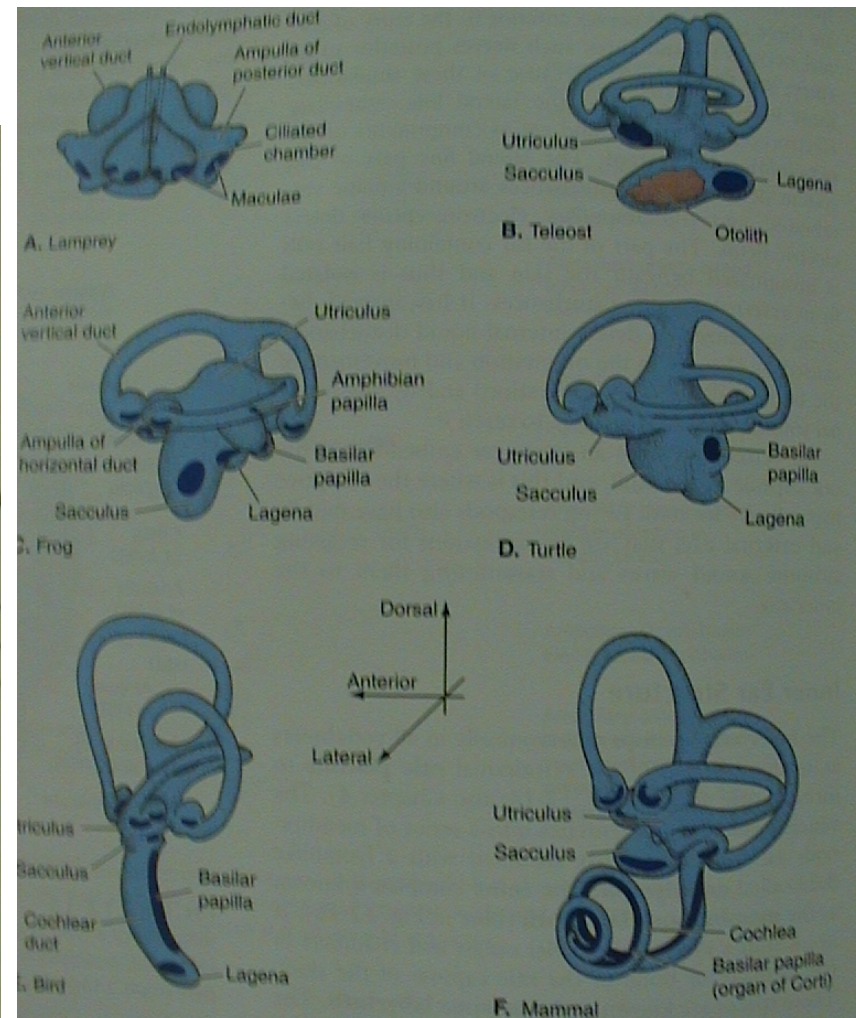
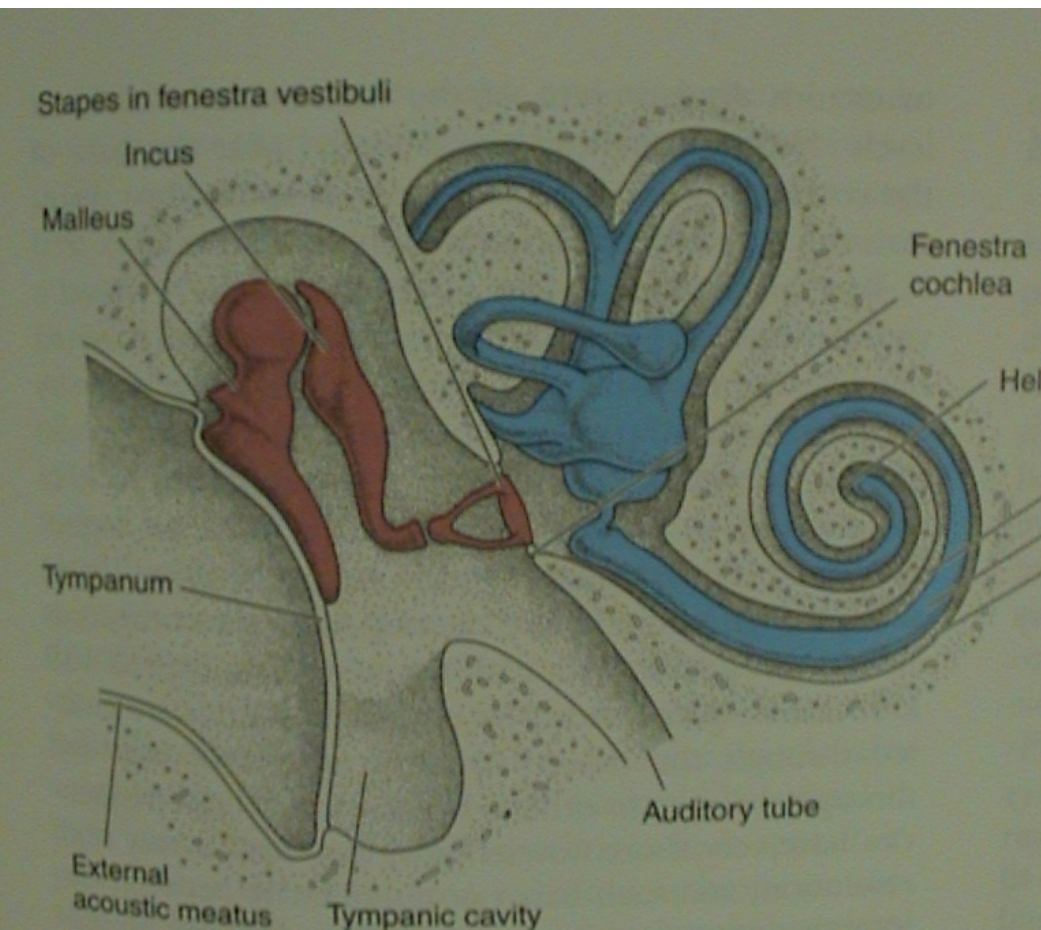
svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány

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

utricleus (U)

sacculus (S)

lagena (L) - cochlea

ducti semicirculares (2, 3),
ampullae

Statické receptory:

maculae U, S, L

Kinetické receptory:

cristae d. semicircularii

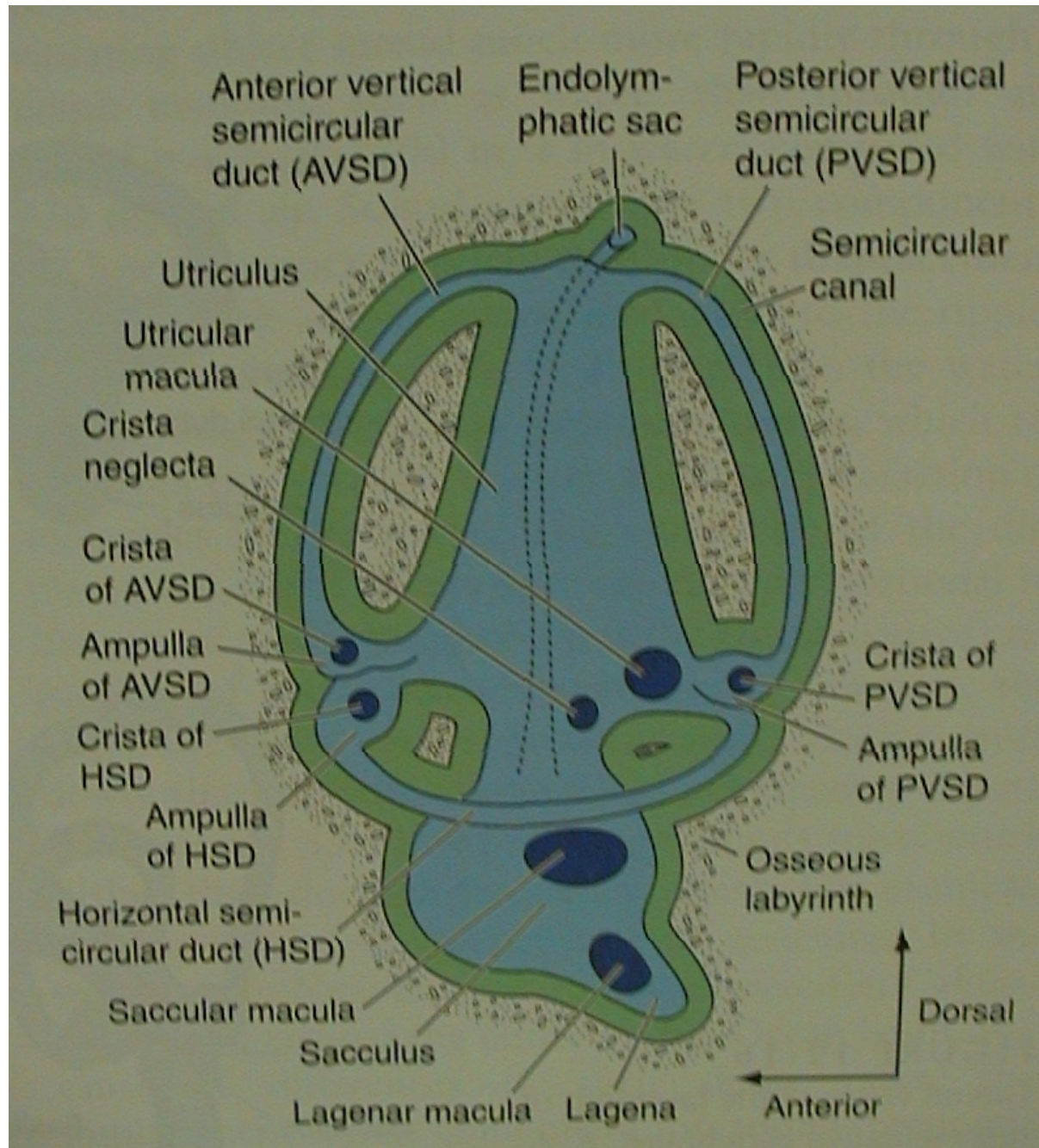
Akustické receptory:

maculae L - papilla basilaris

(+ macula amphibiorum) -

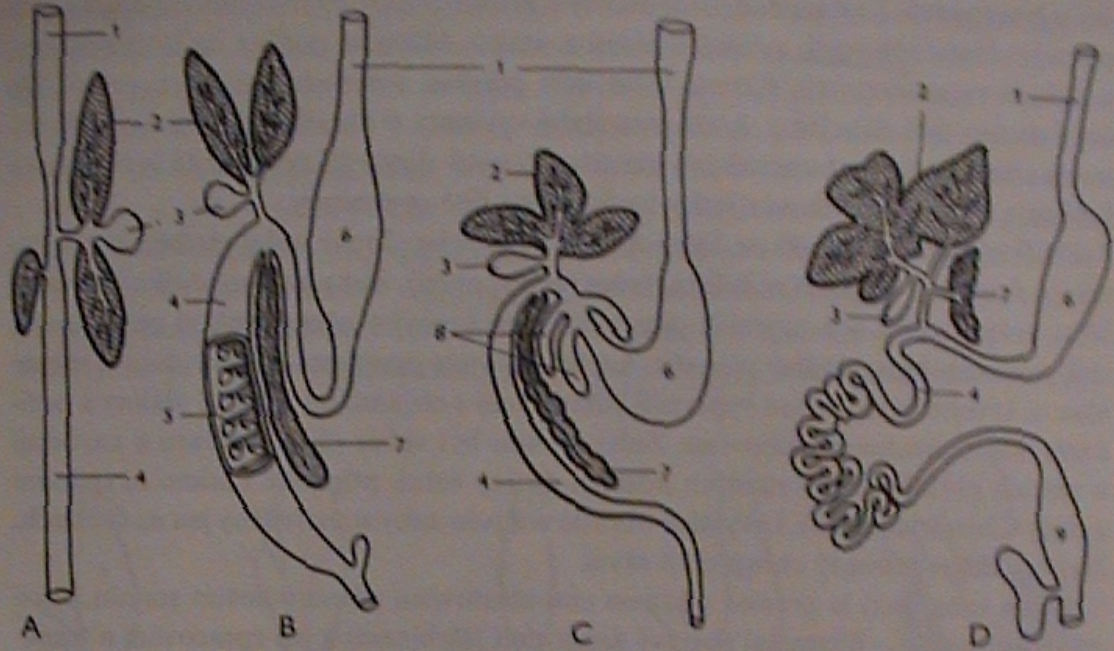
Cortiho orgán

statokonie - drobné, statolity (3 otolity) - velké

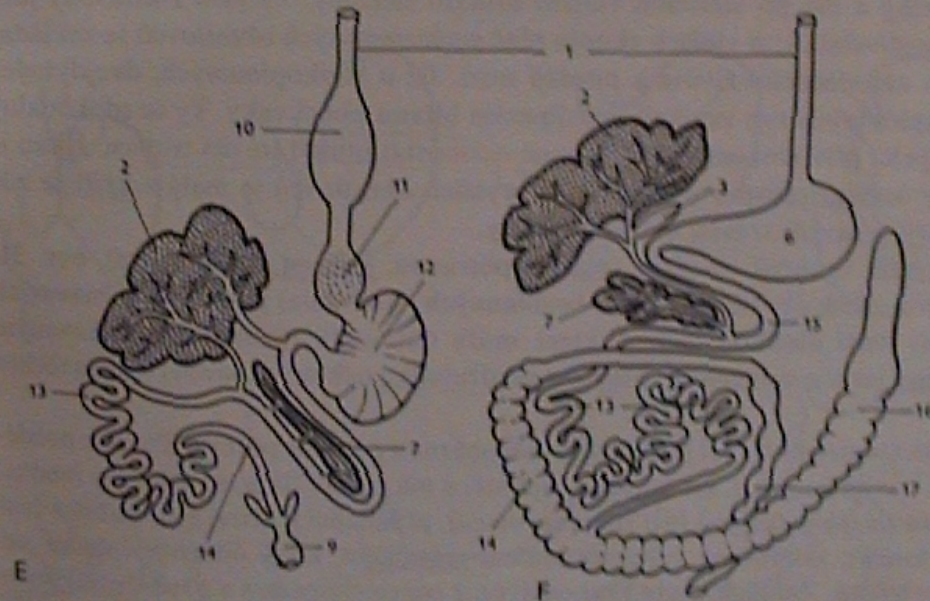


svalstvo
 nervová soustava
 smyslové orgány
 trávicí soustava

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

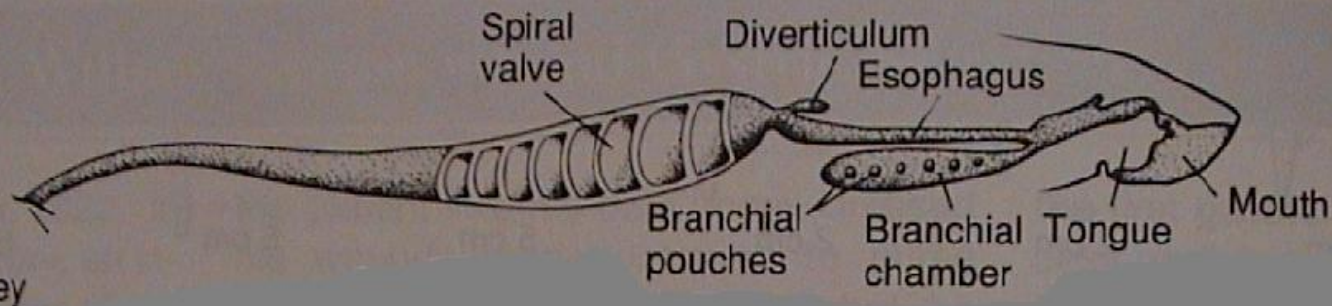


ústní dutina
 hltan
 jícen
 žaludek
 střevo

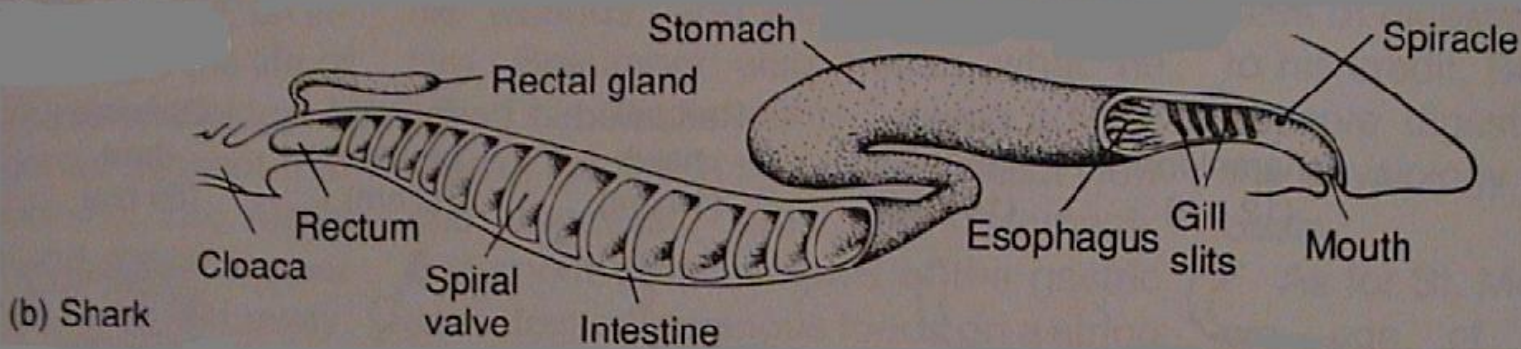


svalstvo
 nervová soustava
 smyslové orgány
 trávicí soustava

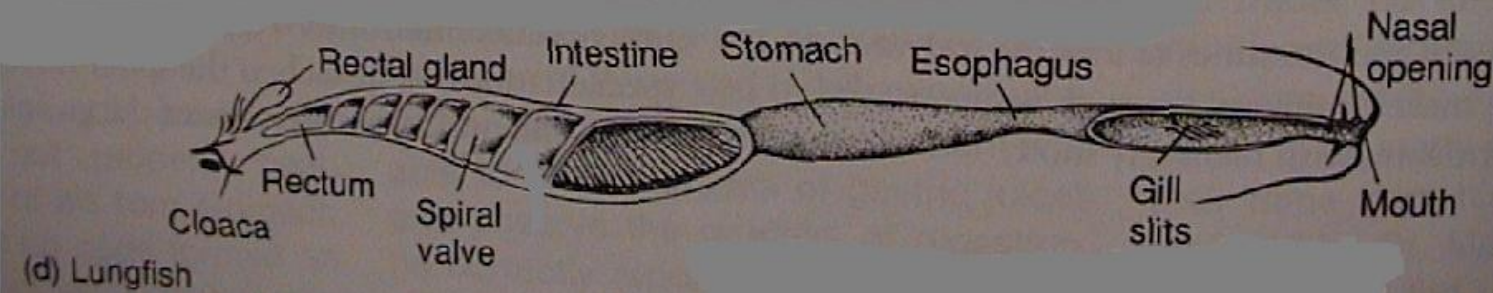
mihule



žralok



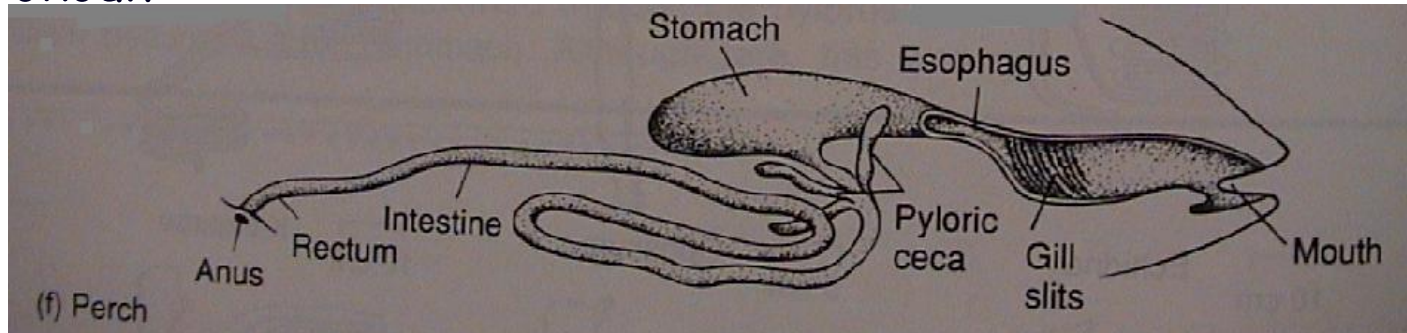
bahník



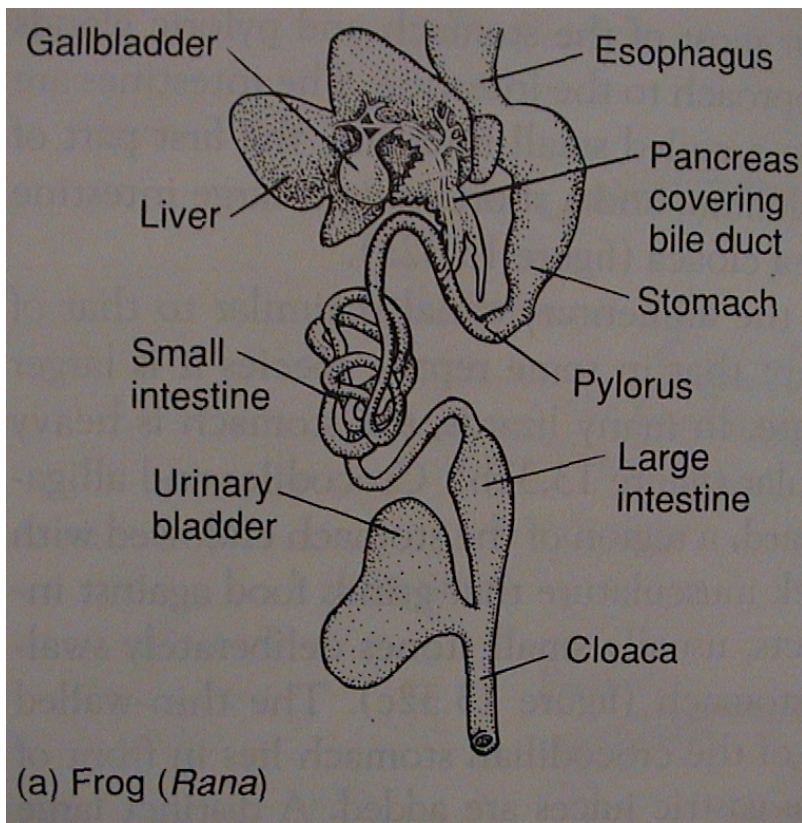
spirální řasa

svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány
trávicí soustava

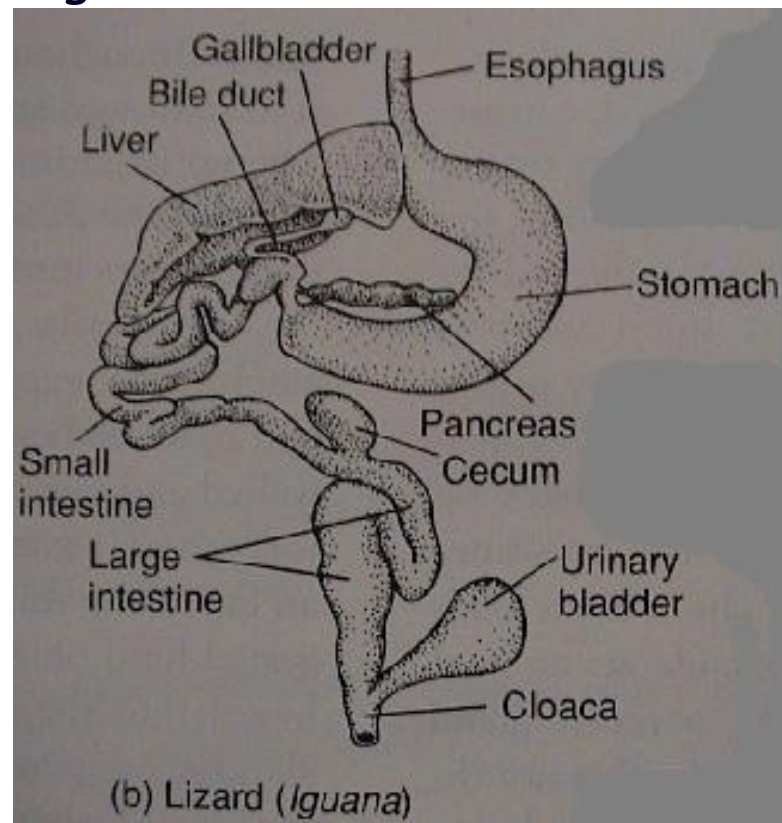
okoun



skokan



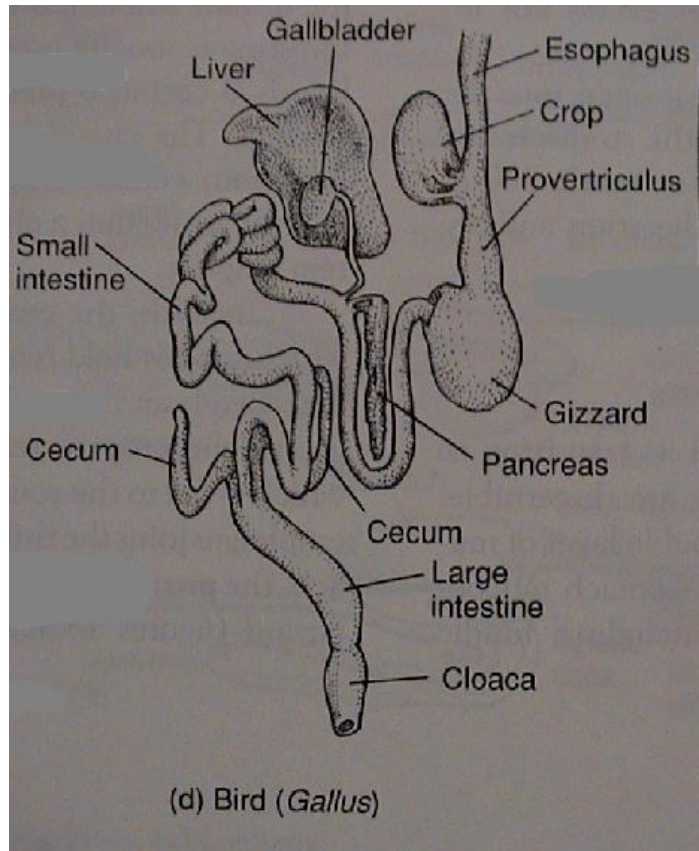
leguán



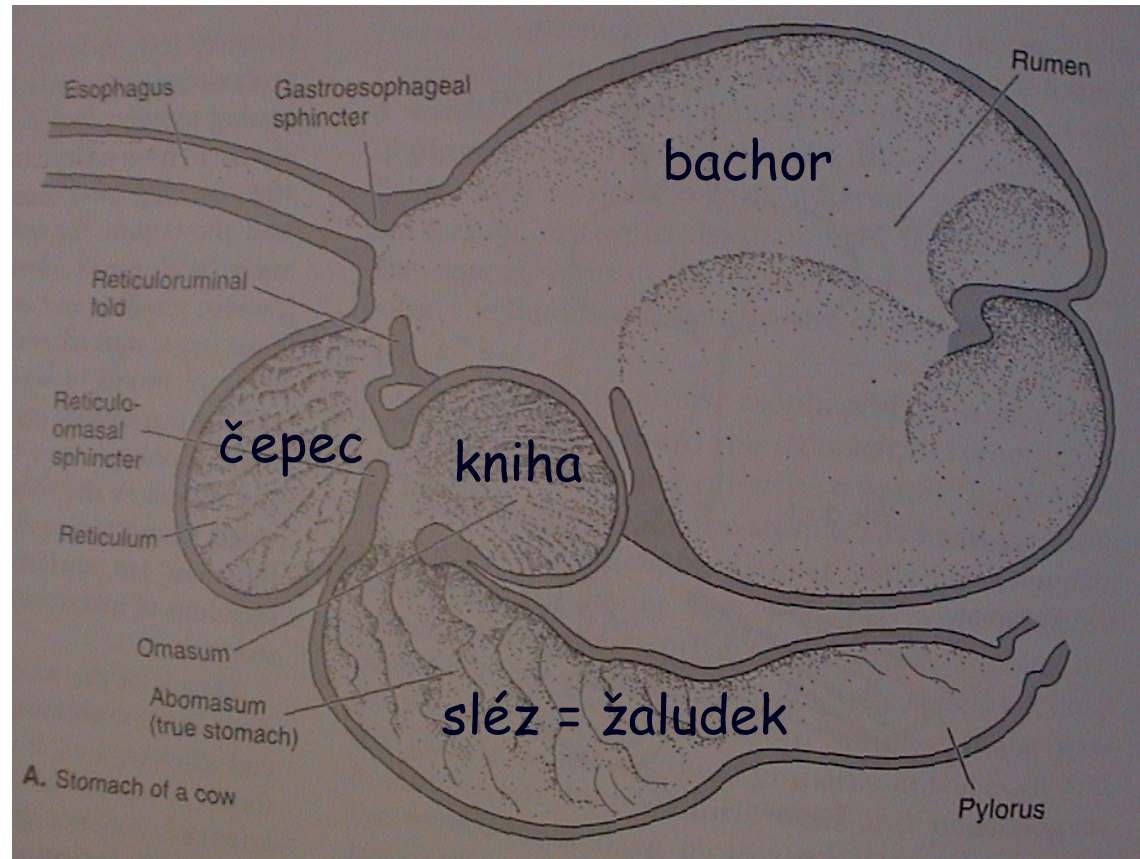
pylorické výběžky - prodlužování střeva (střevní kličky) - diferenciacie (tenké a tlusté střevo)

svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány
trávicí soustava

kur



složený žaludek přežvýkavců



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

svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány

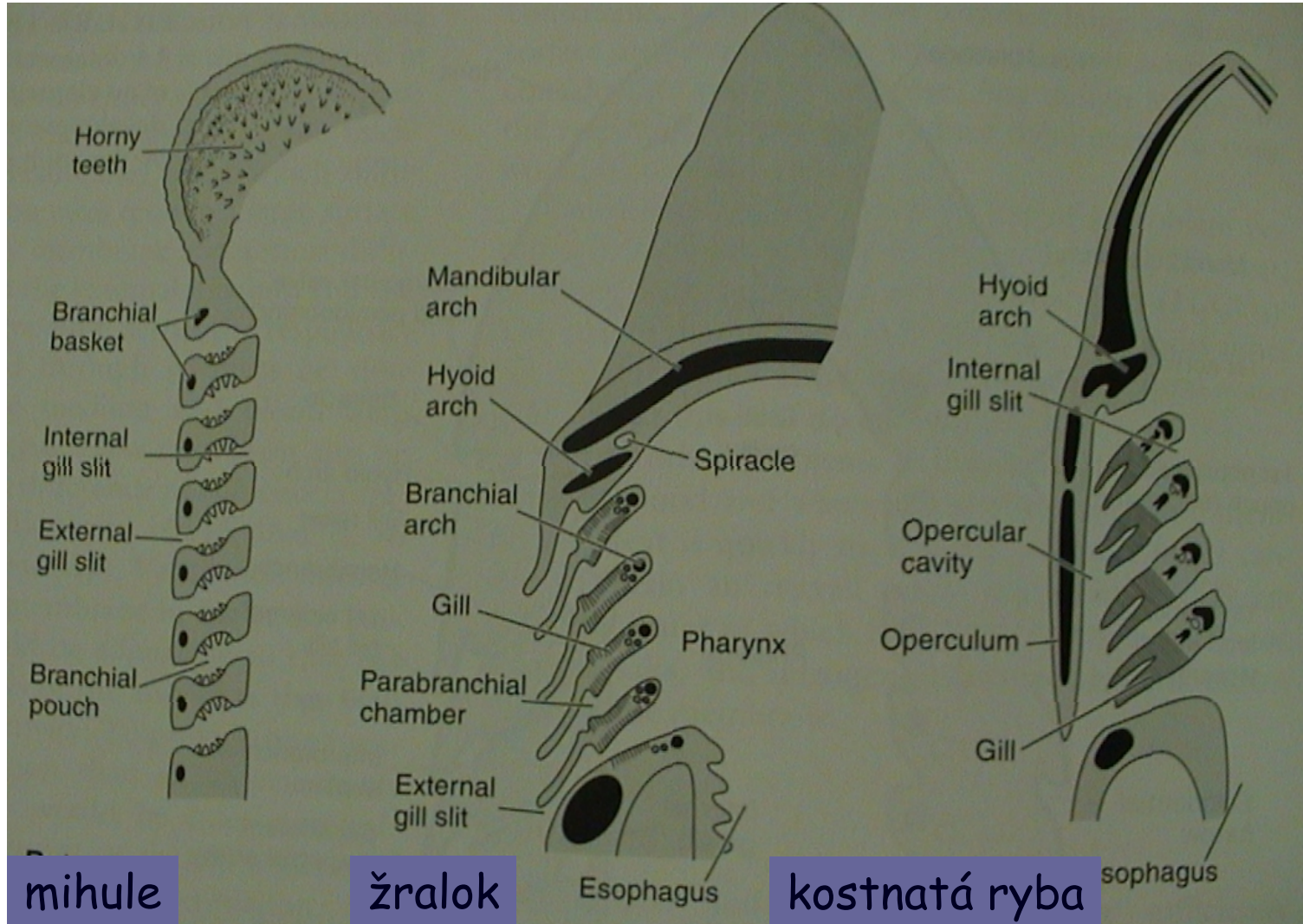
trávicí soustava
dýchací soustava

• žábry

žaberní vácčky

žaberní přepážky

žaberní oblouky, skřele

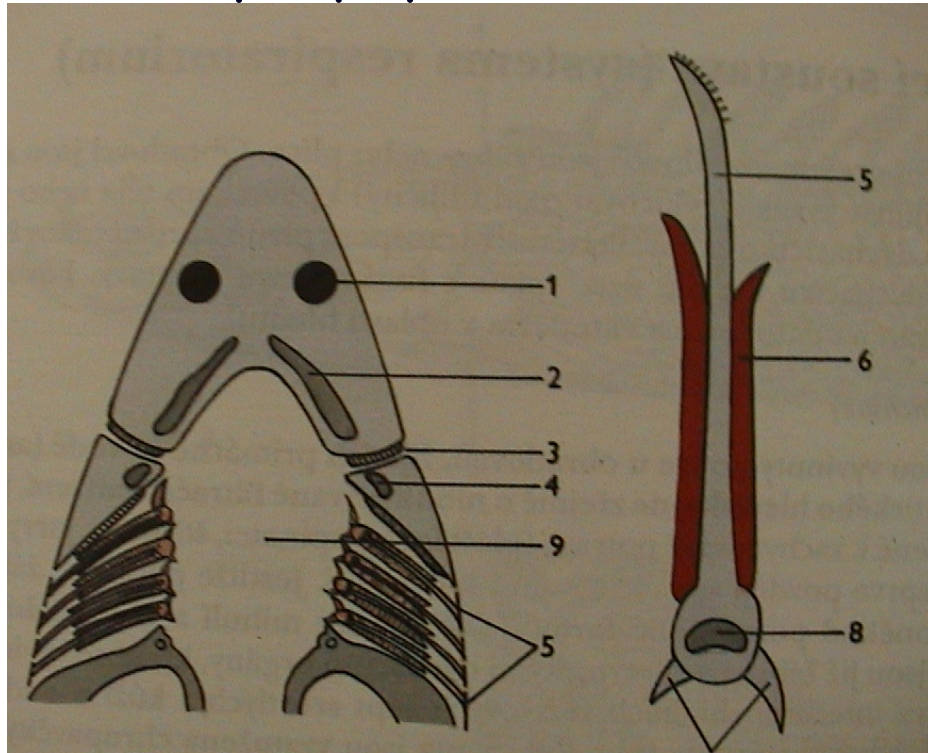


svalstvo
nervová soustava
smyslové orgány

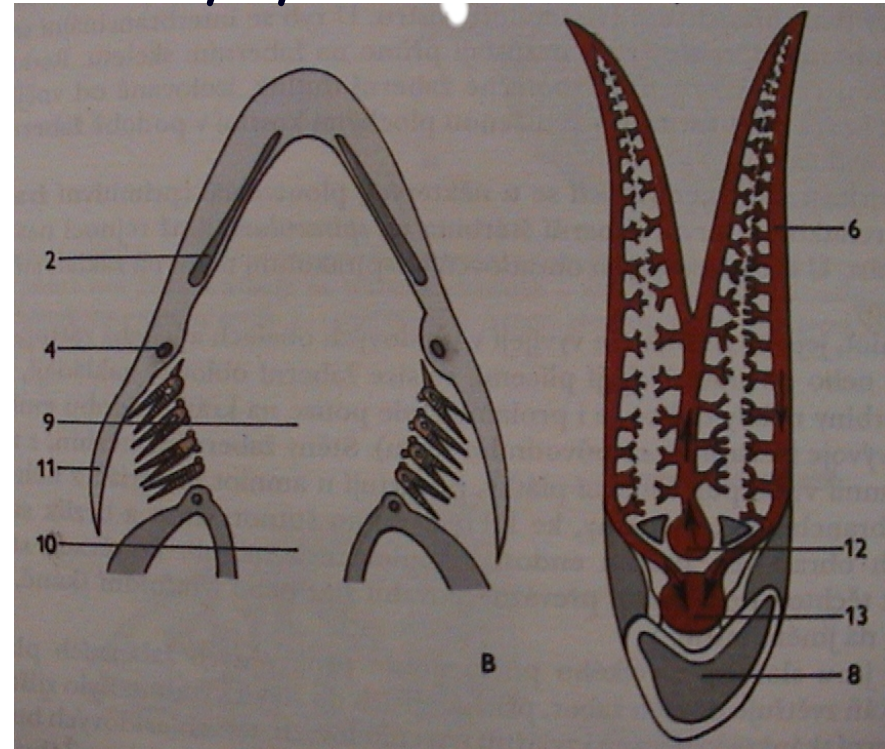
trávicí soustava
dýchací soustava

• žábry

paryby



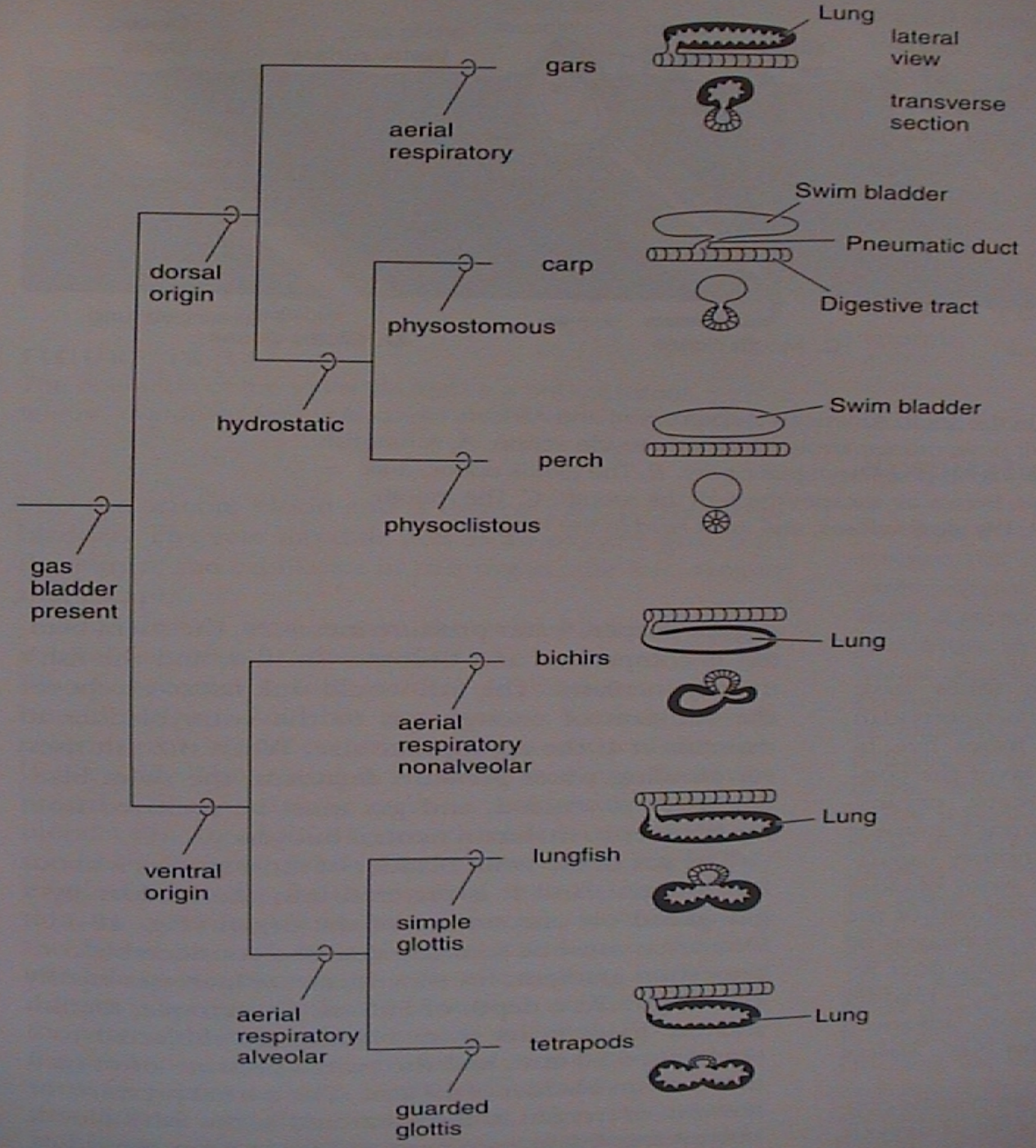
ryby



svalstvo
 nervová soustava
 smyslové orgány
 trávicí soustava
 dýchací soustava

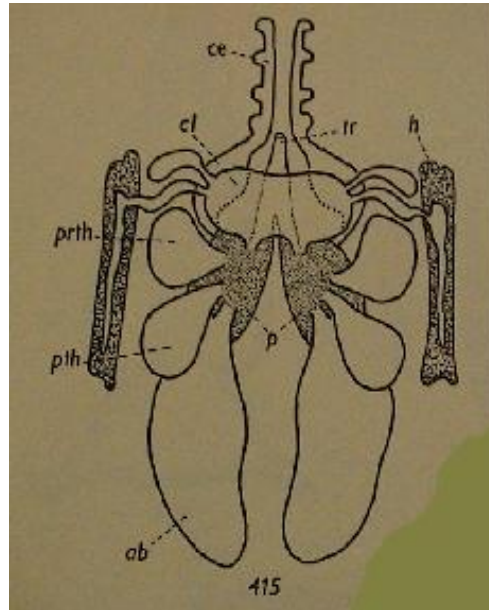
• plynový měchýř

• plicní vaky,
 plíce



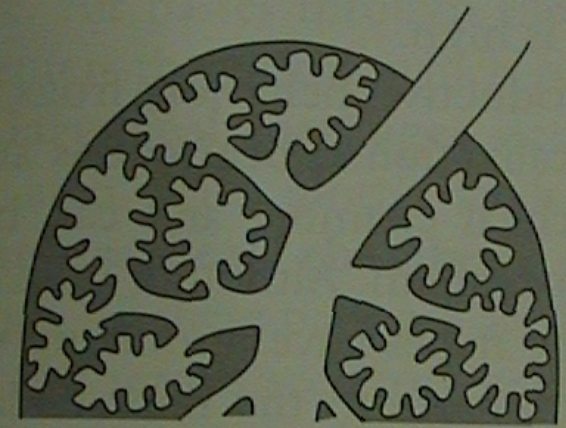
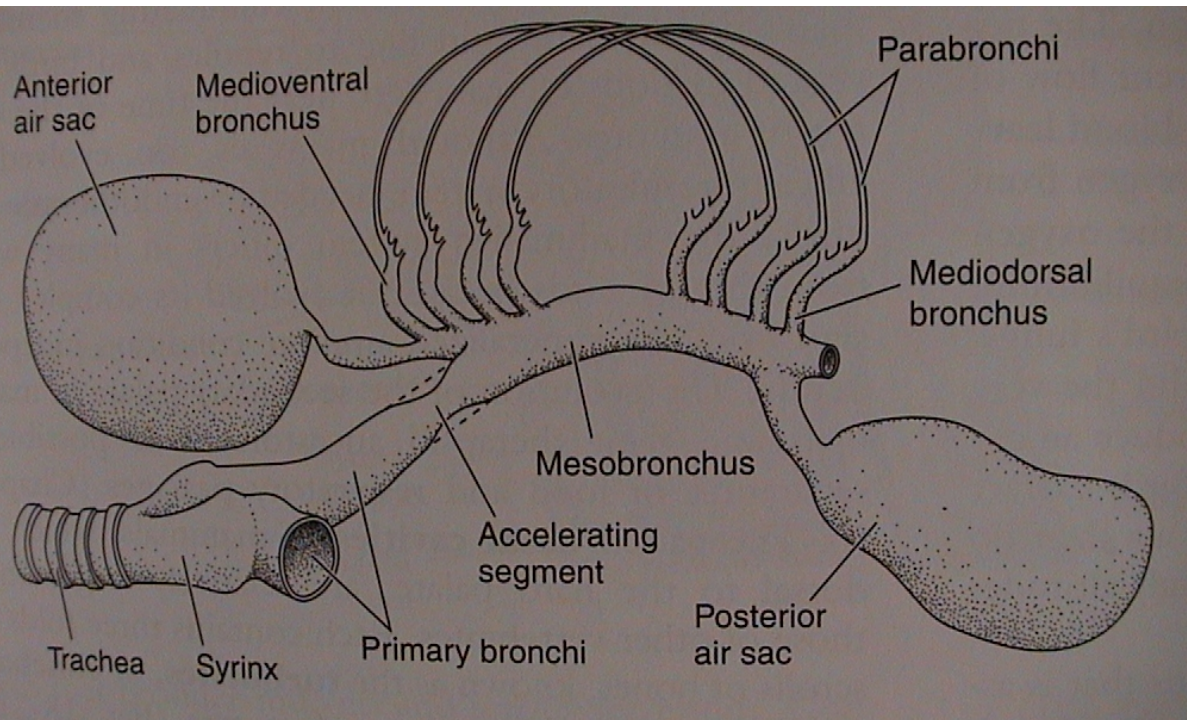
svalstvo
 nervová soustava
 smyslové orgány
 trávicí soustava
 dýchací soustava

• plíce

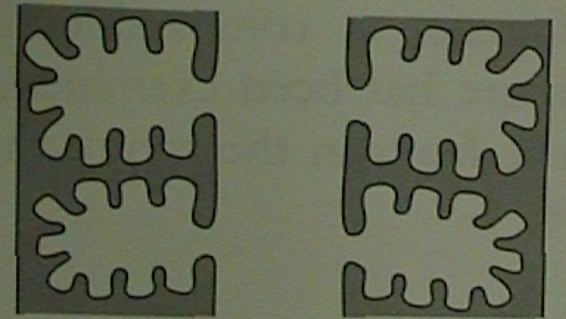


pták

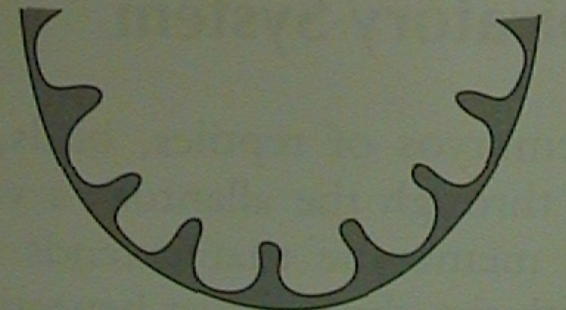
mesobronchus
 dorsibronchi
 ventrobronchi
 parabronchi



C. Mammal



B. Reptile

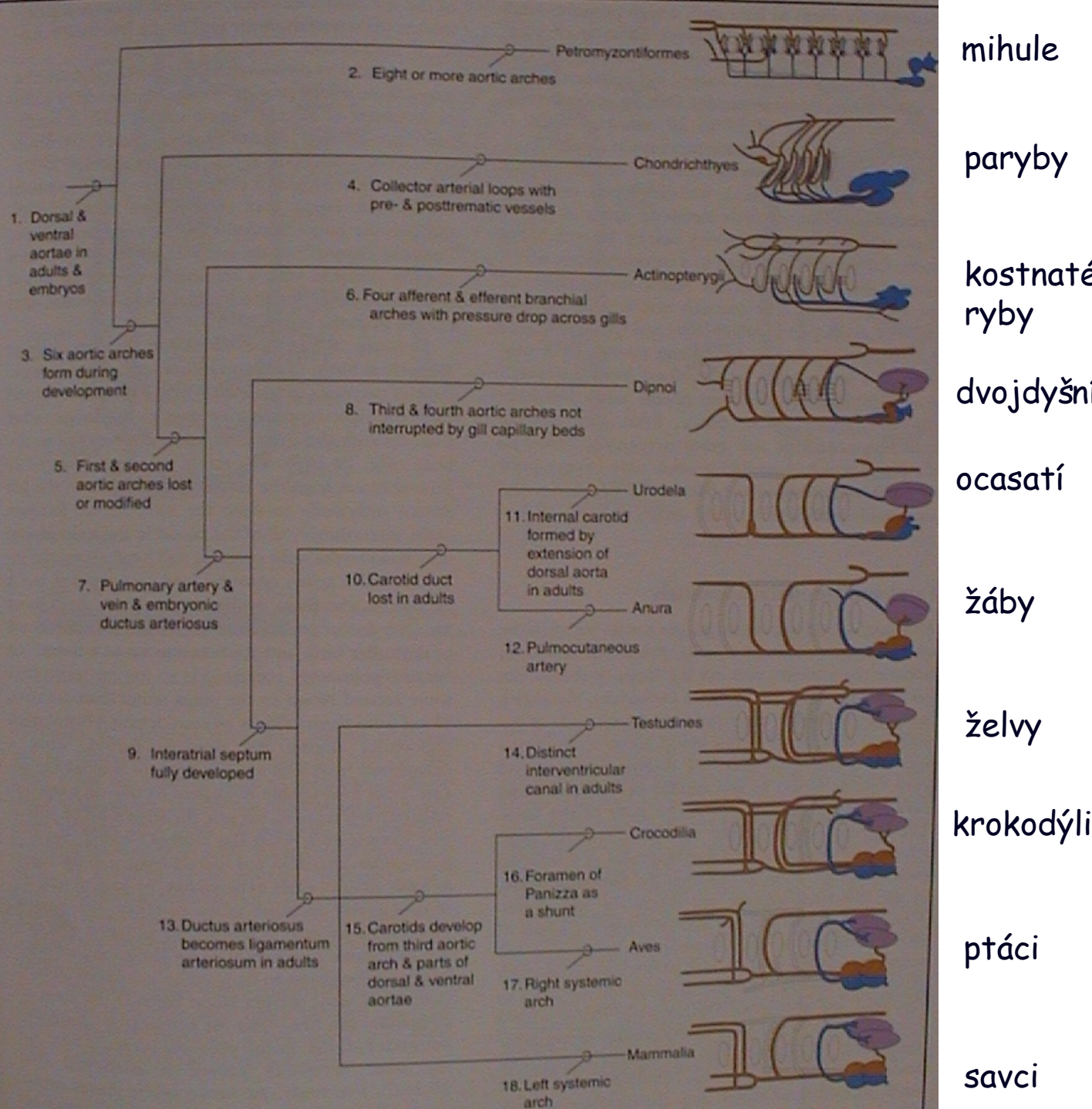


A. Amphibian

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)



mihule

paryby

kostnaté
ryby

dvojdyšní

ocasatí

žáby

želvy

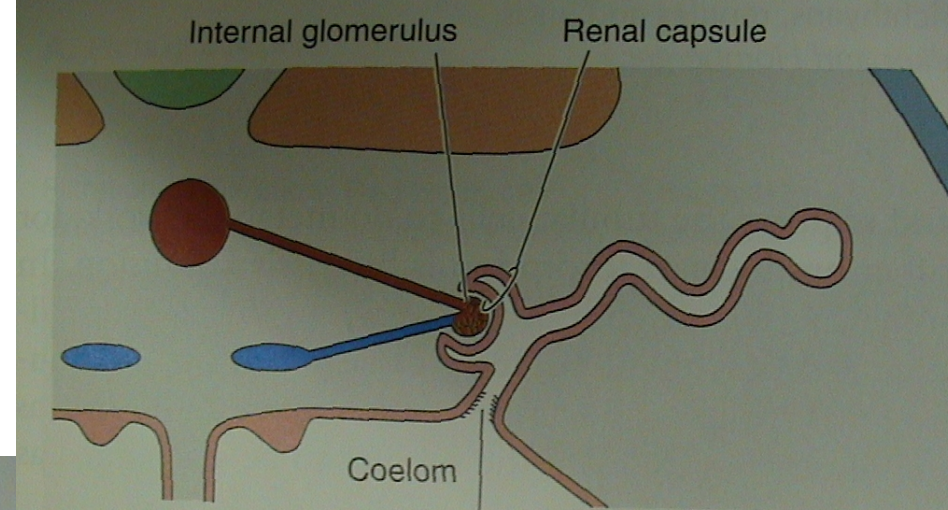
krokodýli

ptáci

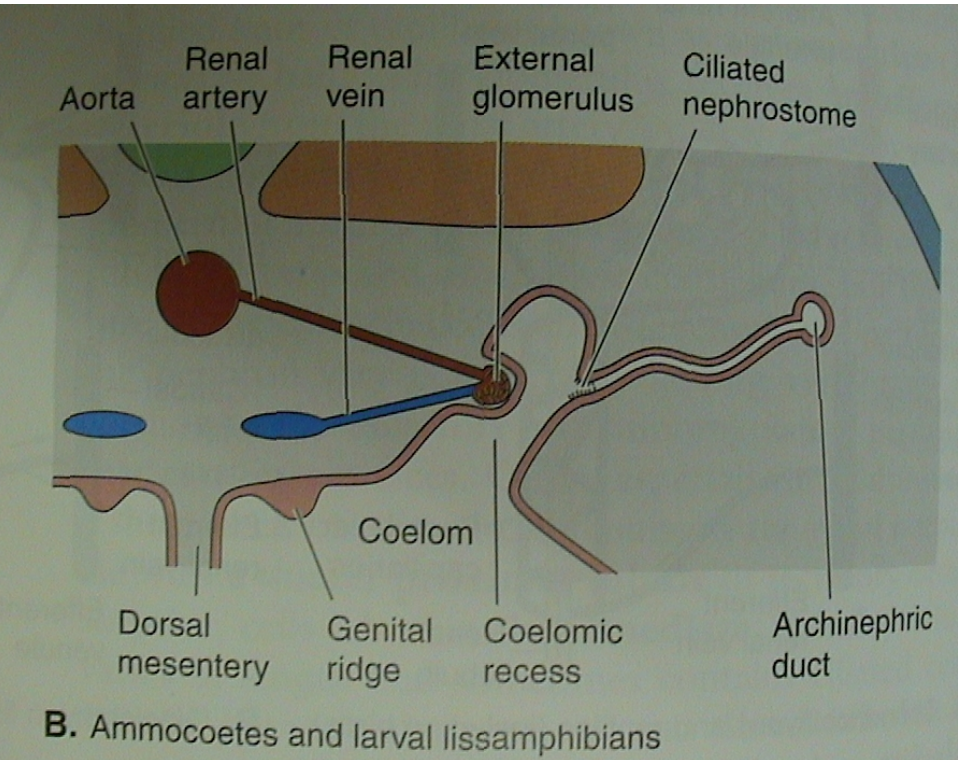
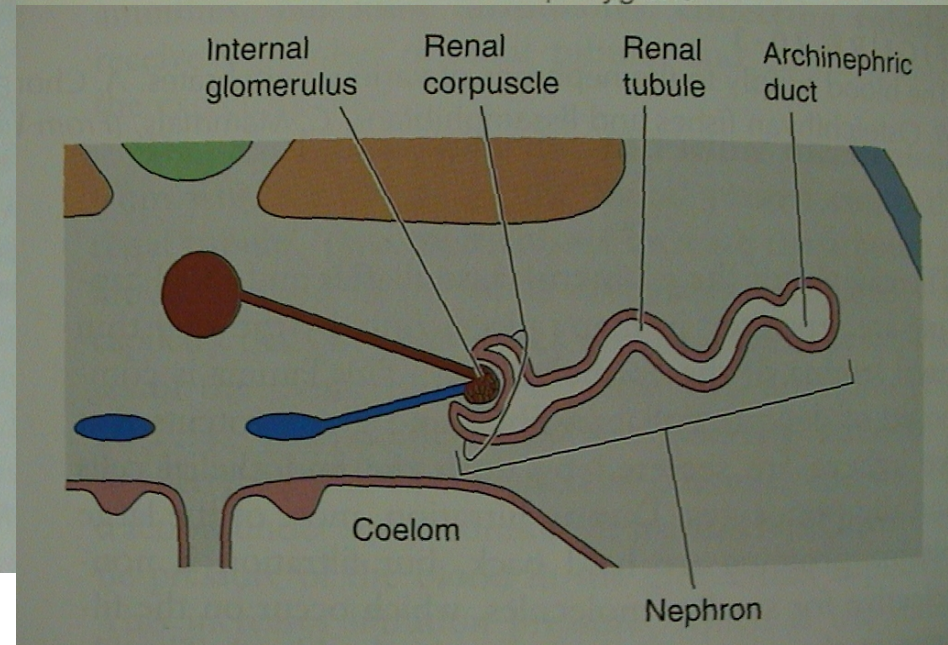
savci

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

• nefron



C. Elasmobranchs and some actinopterygians

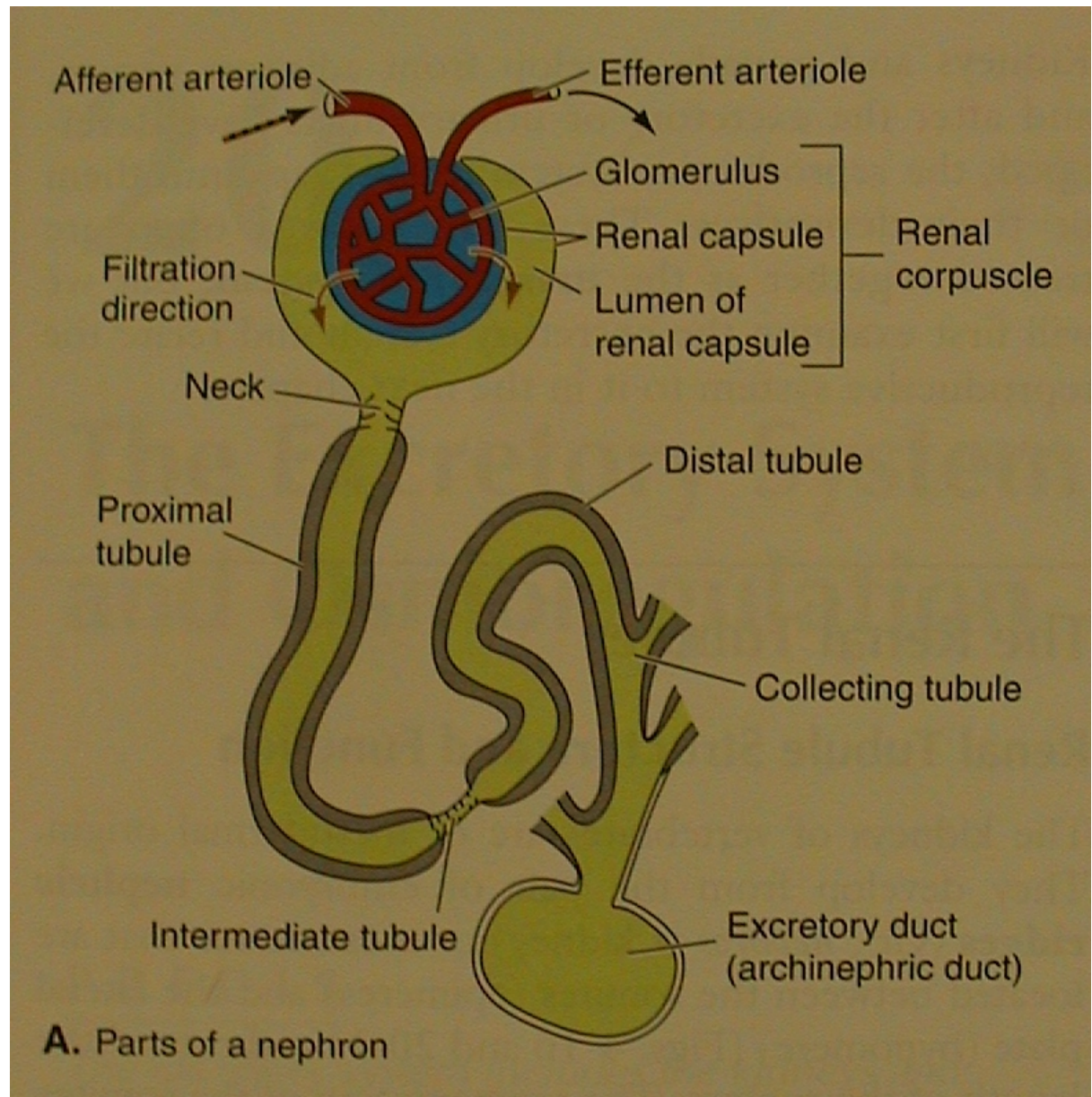


vnější glomerulus
 (holonefros, pronefros)

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

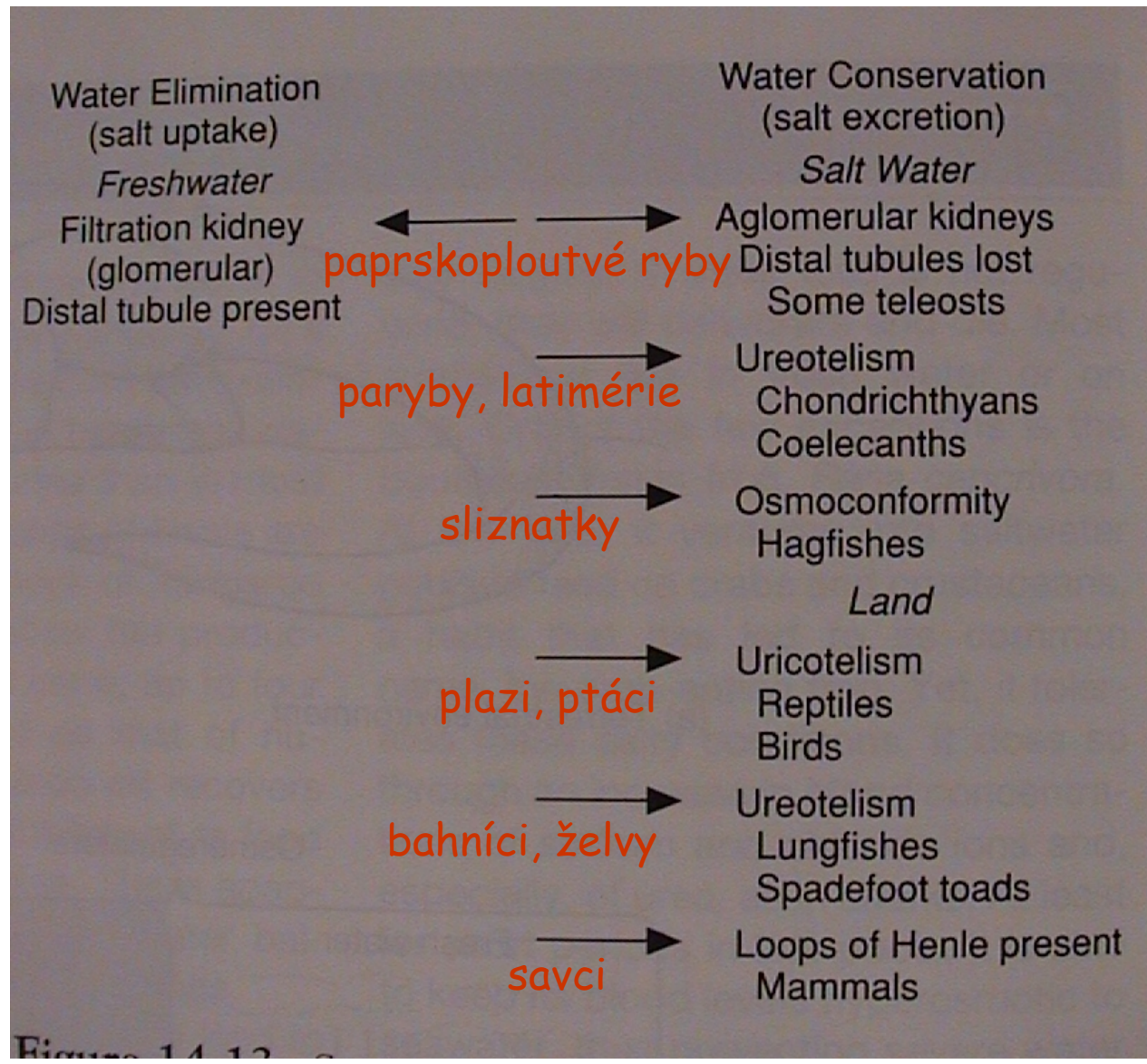


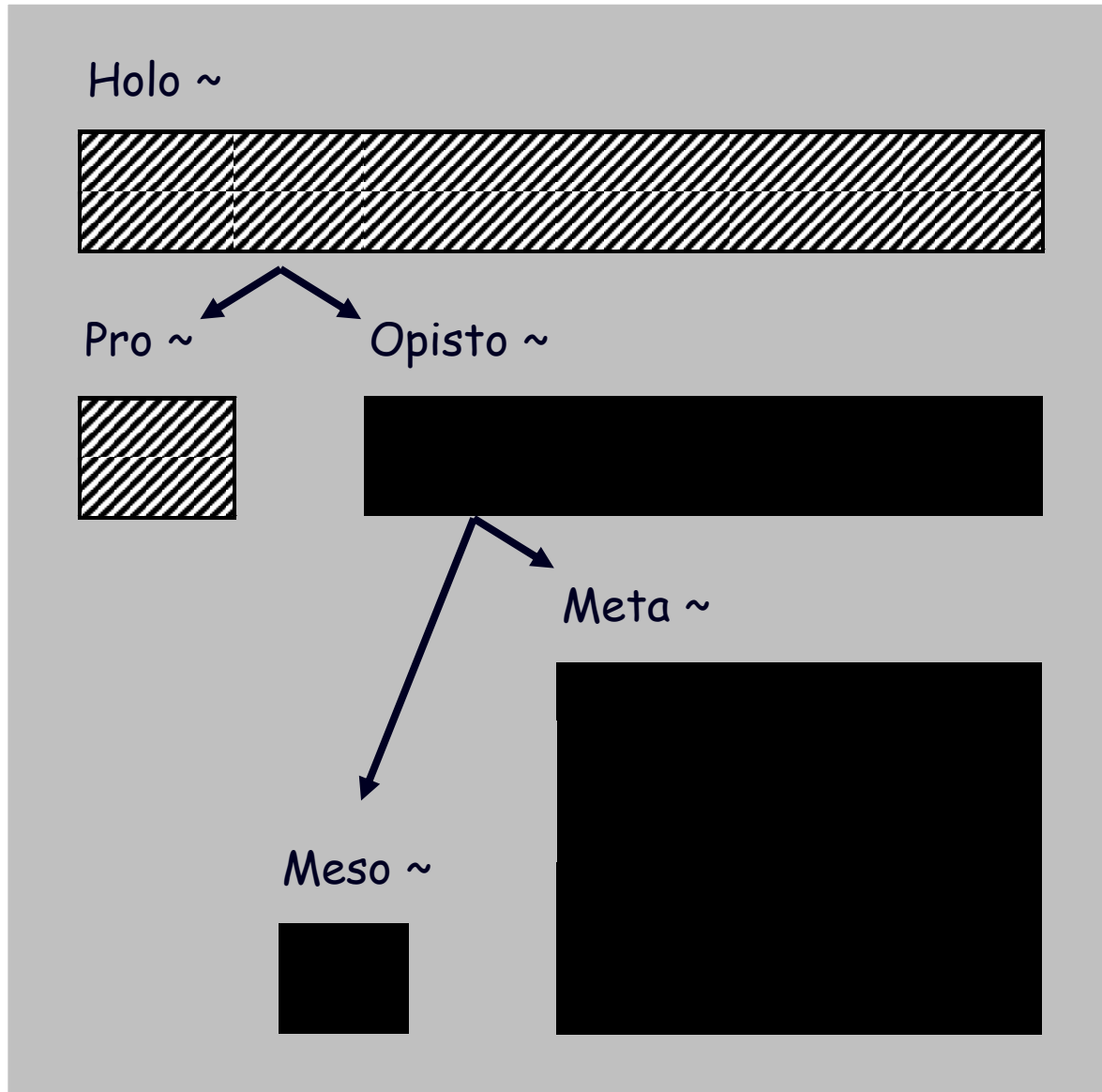
Figure 14.12



metamerie, vnější glomerulus



koncentrace, vnitřní glomerulus



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

Holonefros - minohy
a larvy červořů

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

