

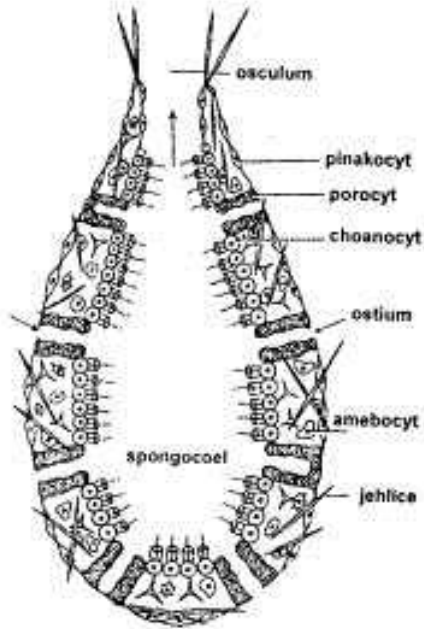
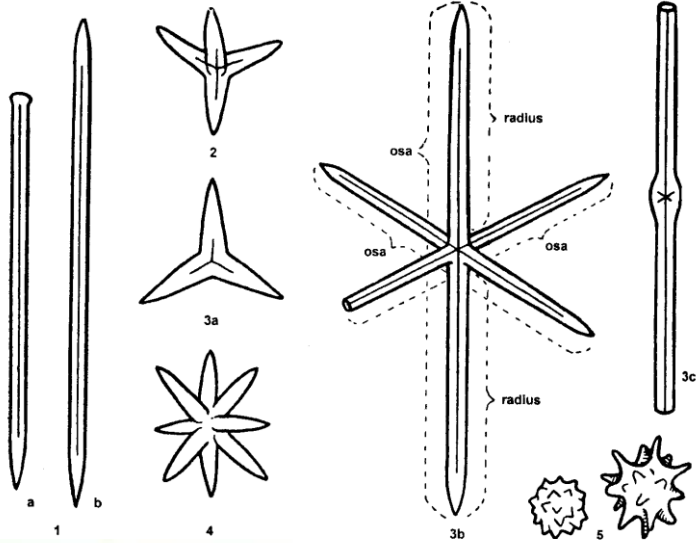
Srovnávací morfologie obratlovců

II.

Integument a opěrná soustava

Integument a opěrná soustava

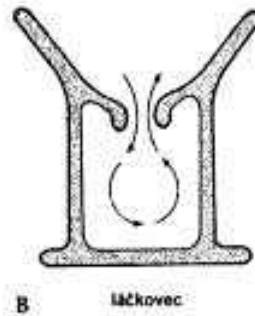
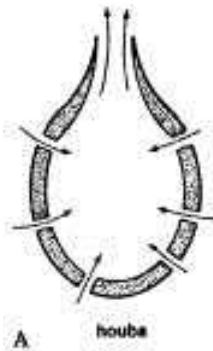
Jehlice houbovců (Porifera)



Archeocyatidi

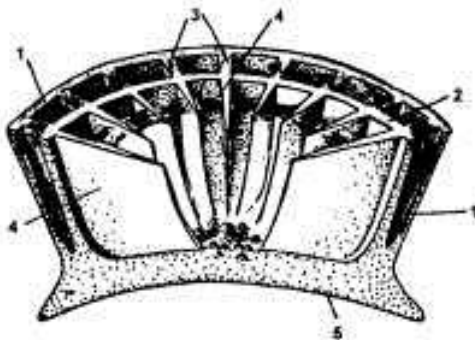
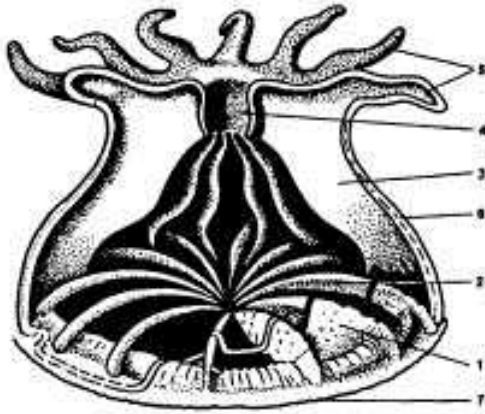


Archeocyatha -
kambrium, horizontální
řez kruhovitý, kostra z
 CaCO_3



Integument a opěrná soustava

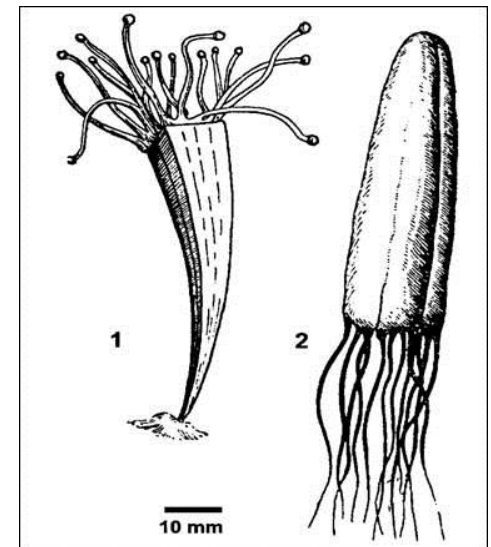
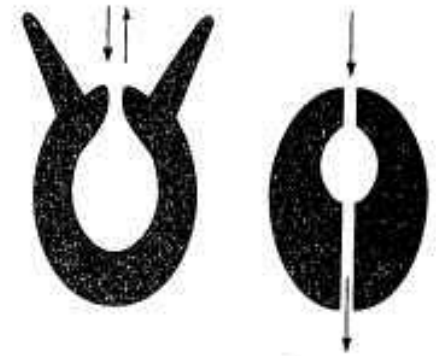
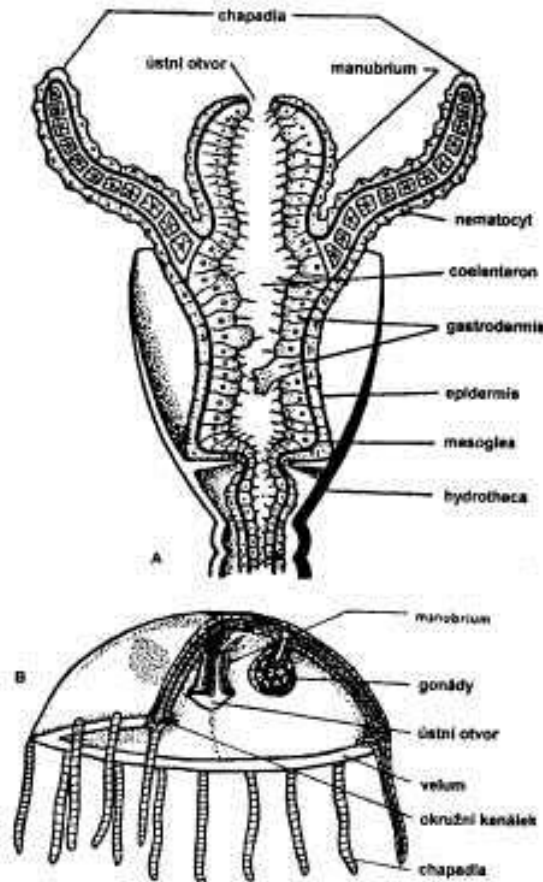
Théky žahavců



Anthozoa

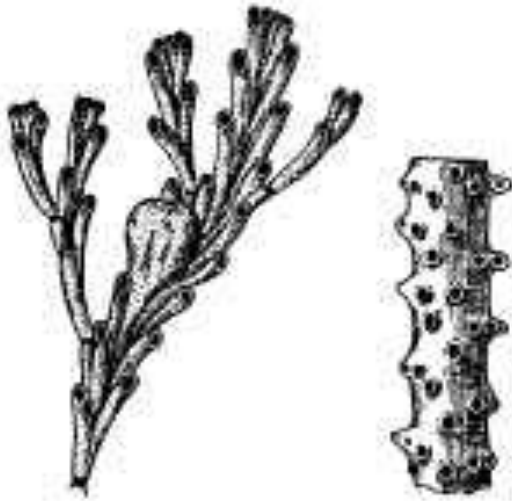
Koráli - endoskelet z rohovitého koralinu (chitin) a vápnitých tělísek, exoskelet z vápence pod nožním terčem.

Koralit (Polyparium) - vápnitá kostra polypů

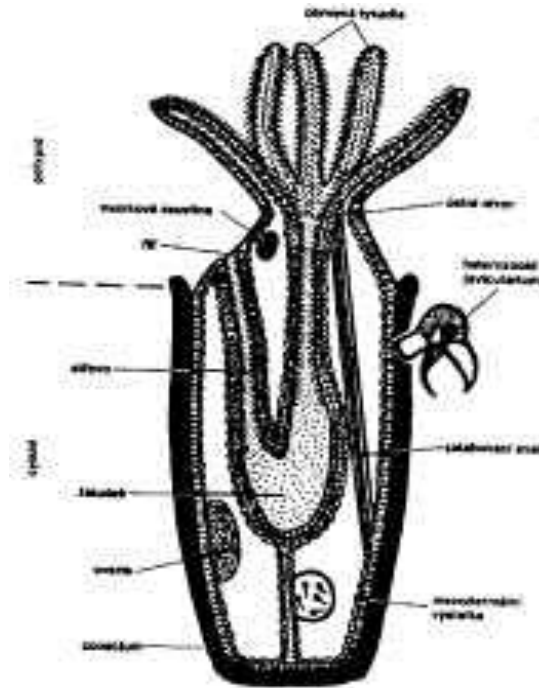
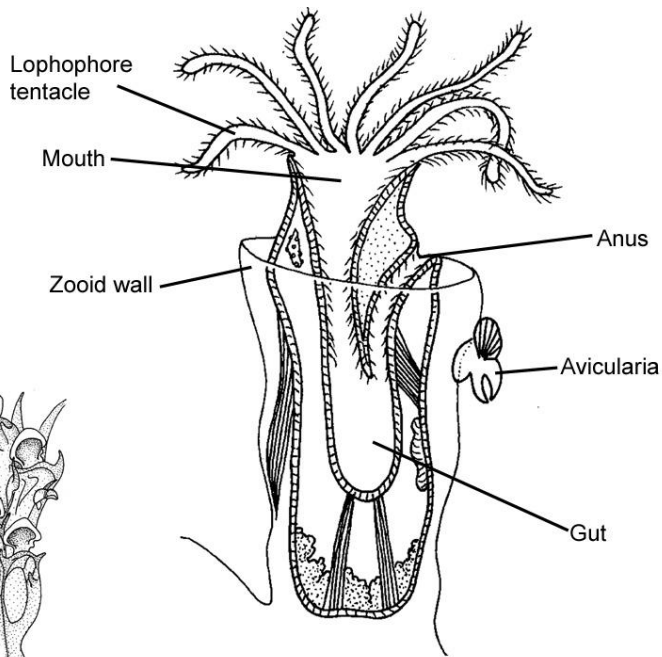


Tetaradiální konulárie - chitínofosfatický periderm

Integument a opěrná soustava



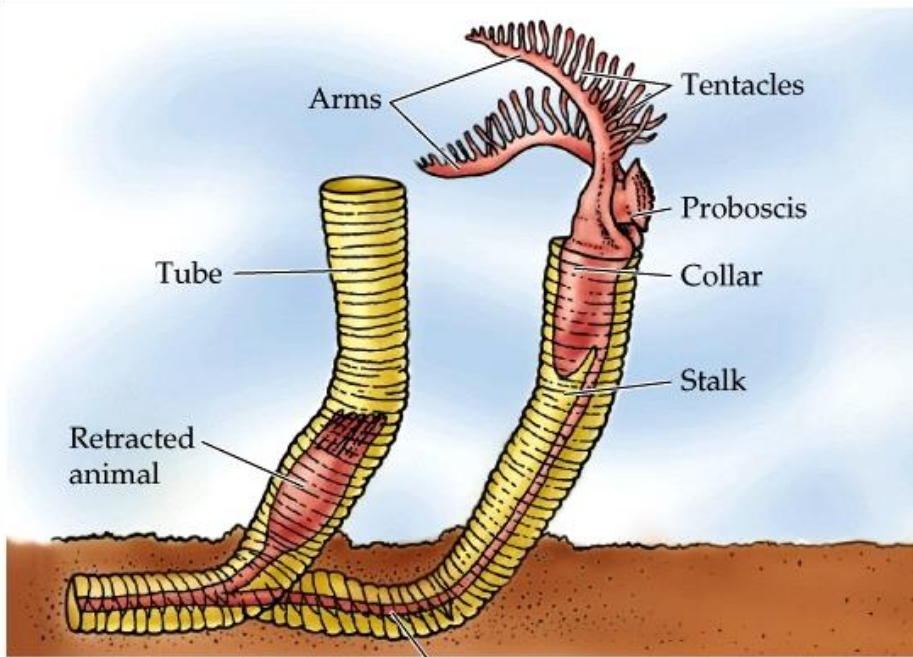
Zoarium kolonie mechovek



Zoecium autozoidu mechovky

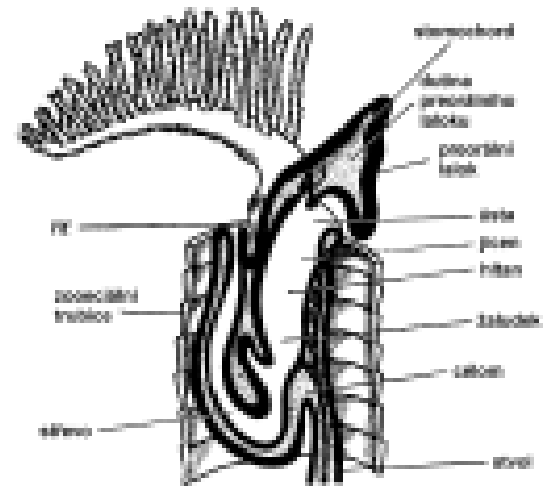
Sekundárně sesilní - analogie, **mechovnatci** (Entoprocta), **mechovky** (Bryozoa) - obr., **křídložábří** (Pterobranchia) - zooidi - zooecia (zoarium) - chitin, **graptoliti** (chitin)

Integument a opěrná soustava

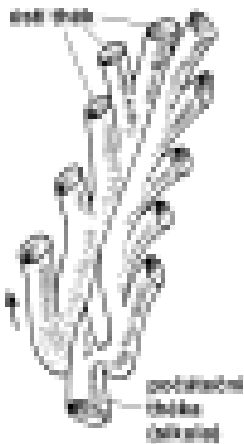


Zoecium zoidu křídložábřých

Inc.



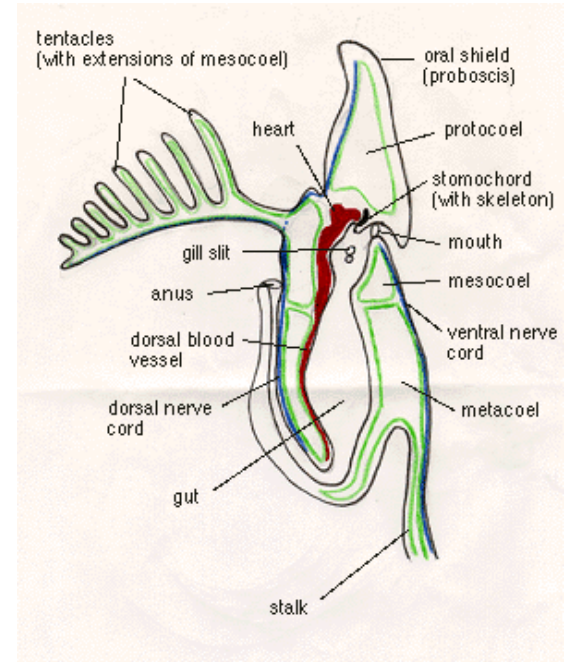
Zoecium zoidu křídložábřých



Zoarium kolonie graptolitů

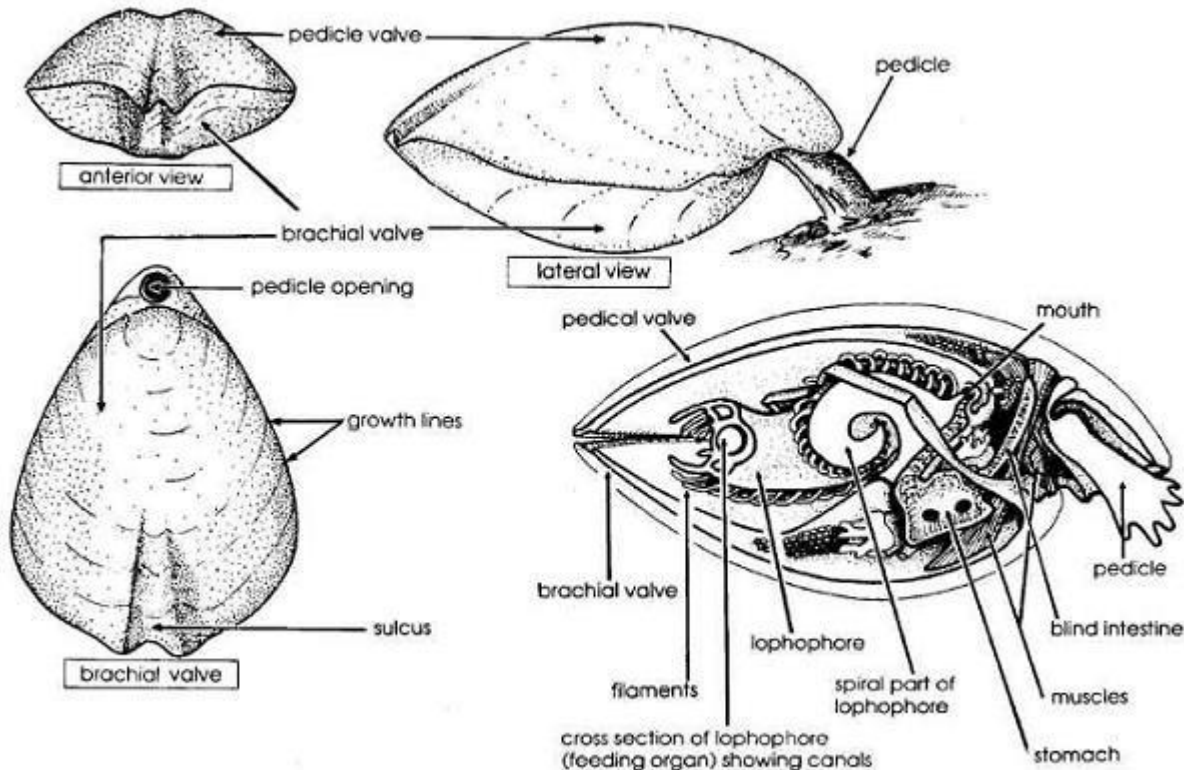


Zoecium zoida graptolita

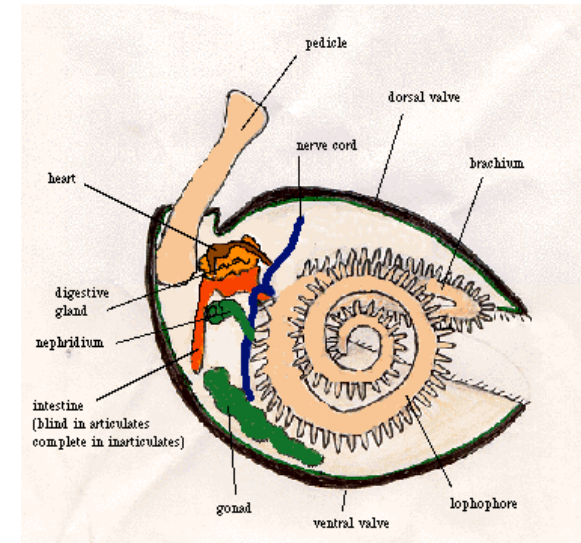


Integument a opěrná soustava

Schránka ramenonožců



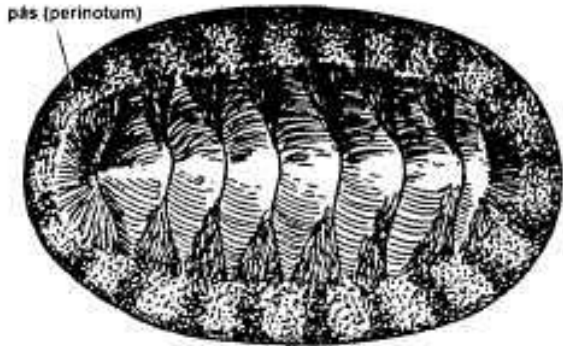
(a) Brachiopod: Morphology of Shell and Soft Parts



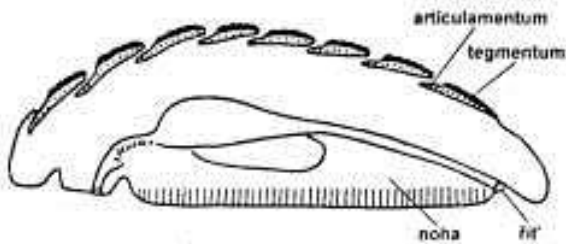
Dvojchlopnová schránka (dorsální a ventrální část) - porušení bilaterální symetrie (srv. mlži). **Chitinofosfát** (fosforečnan vápenatý + chitin) nebo kalcit. Brachiopoda (ramenonožci) - podobní mlžům, ale příbuzní mechovnatcům, ale břišní (pedikulární) a hřbetní (brachidiální) miska se stvolem - sesilní

Integument a opěrná soustava

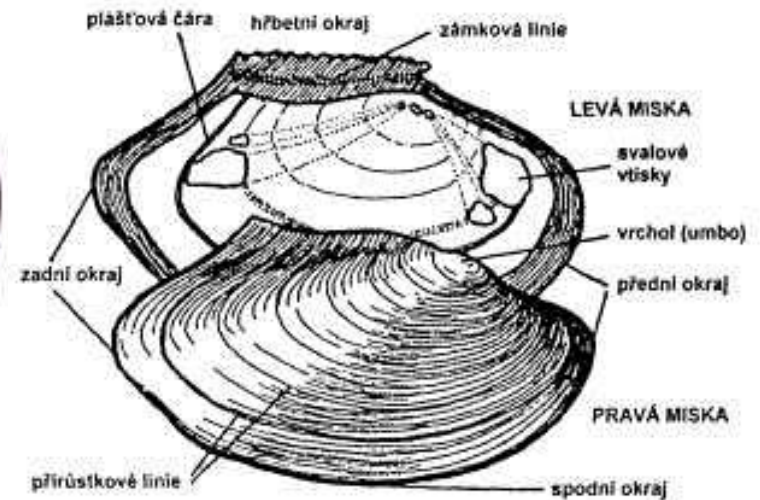
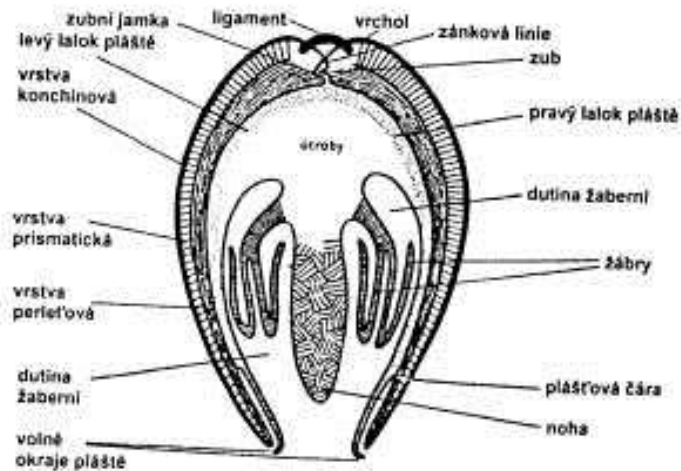
Schránky měkkýšů



Chiton



Patella



Integument a opěrná soustava

Kelnatky

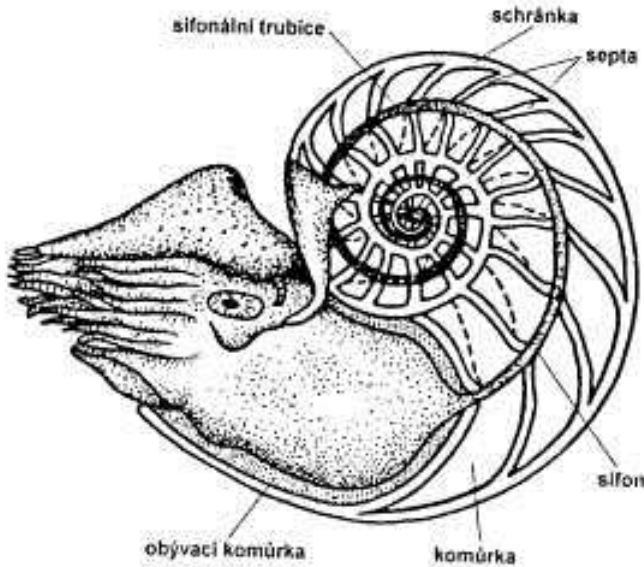


Kelnatky (Scaphiopoda) - otevřená rourka, vzniká ze 2 plášťových laloků jako u mlžů, ale na ventrální straně srůstají.

Integument a opěrná soustava

Amoniti

Argonaut (chobotnice)

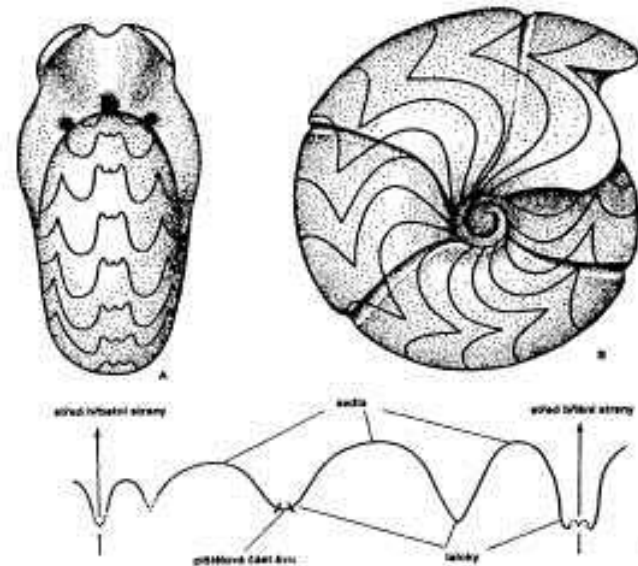


Planispirální schránka samic argonauta (chobotnice) je žebrovaná, kýlnatá, ale nemá septa - slouží k ochraně vajíček - není homologická se schránkami hlavonožců.



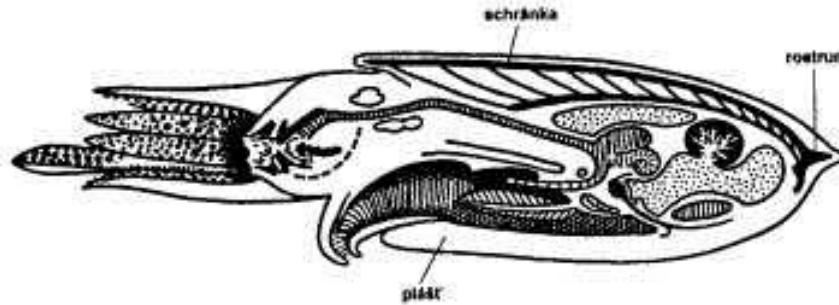
Nautilus (loděnka)

Hlavonožci (Cephalopoda) - loděnka, amonit - schránka s přepážkami - septa tvořícími komůrky (fragmokon), loděnka žije jen v koncové komůrce (obývací), septa zřetelná na povrchu schránky jako švy, sifon - vazivový provazec¹⁰

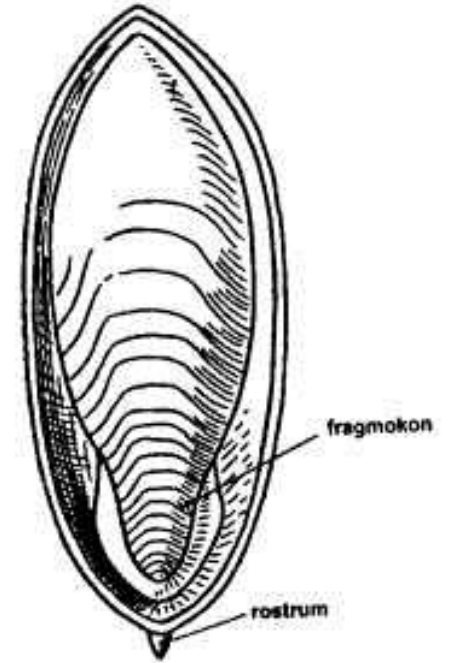


Integument a opěrná soustava

Belemniti



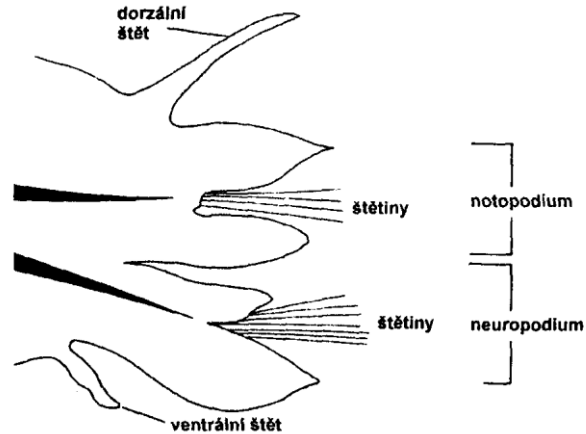
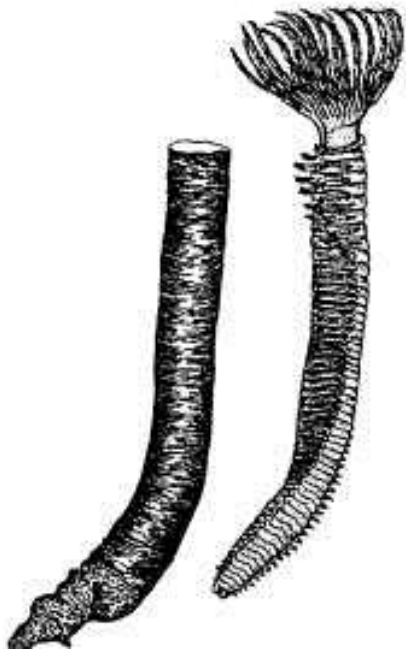
Sépie



Redukce schránky - Belemniti - zkrácený fragmokon s hustými septy, redukce obývací komůrky - oválná, jazykovitá destička - proostracum; sépie - sépiová kost

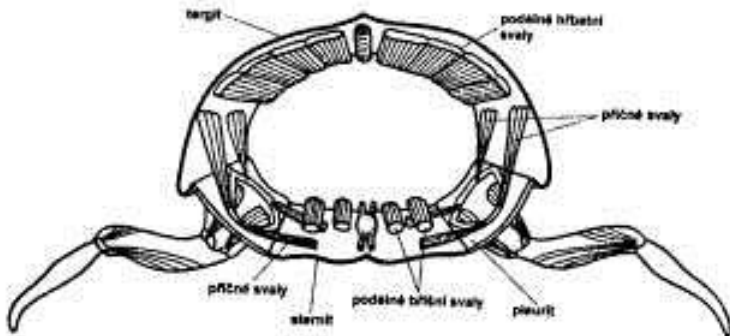
Integument a opěrná soustava

kroužkovci



Kutikula - s deskami a ostny u viřníků, u hlavatců se svléká.
Annelida - parapodia se štětinami, notopodium a neuropodium, sedentární kroužkovci ukryti v trubicovitě vápnité schránce

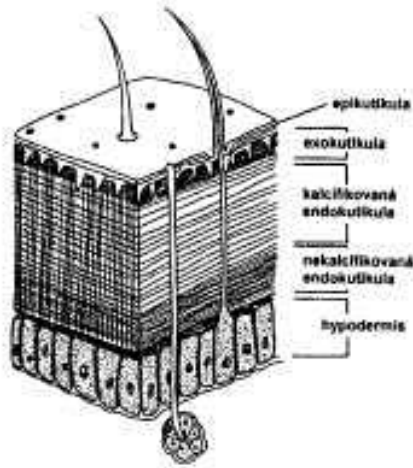
členovci



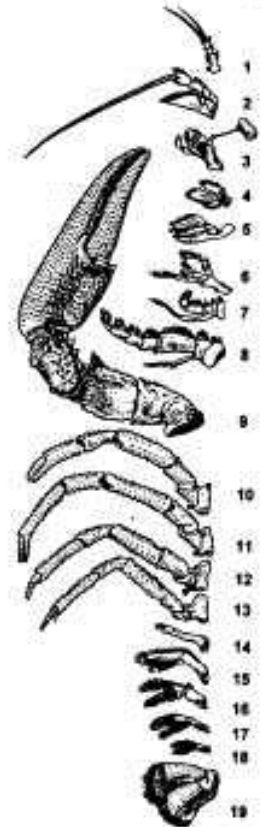
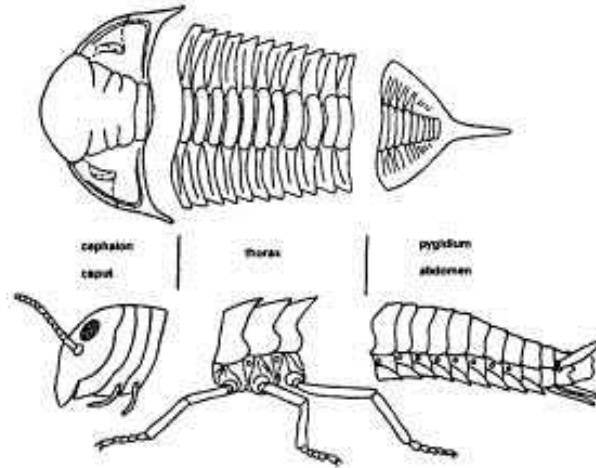
Arthropoda - vnější kostra - tegument, segmentace jen na povrchu těla, hlava - hrud' - zadeček, článkované končetiny, silná vrstevnatá kutikula z chitinu, segmenty - sklerity: tergit - sternit - pleurit



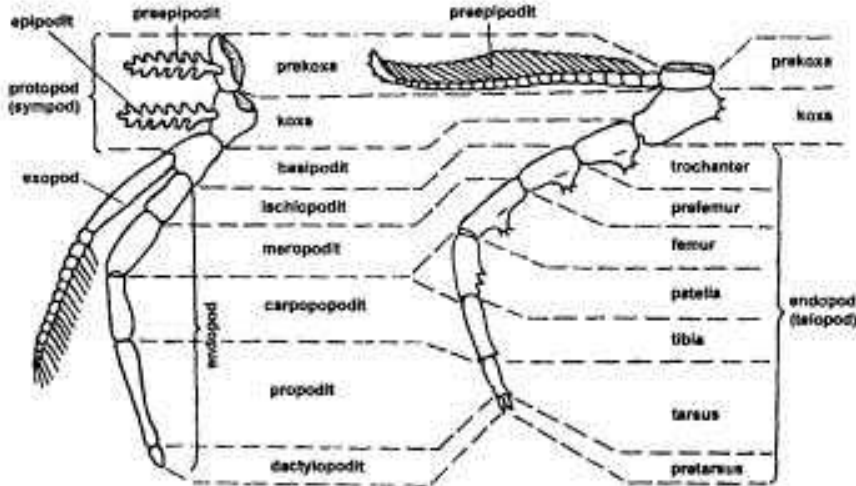
Integument a opěrná soustava



Epikutikula (s cementovou, voskovou vrstvou)-
exokutikula - endokutikula (sklerotizace,
kalcifikace) - hypodermis

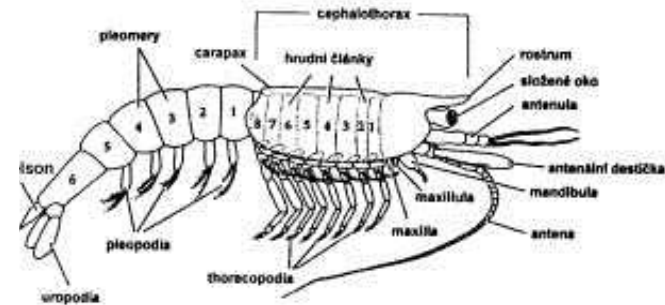


Článkované přívěsky na každém
článku (poditu)



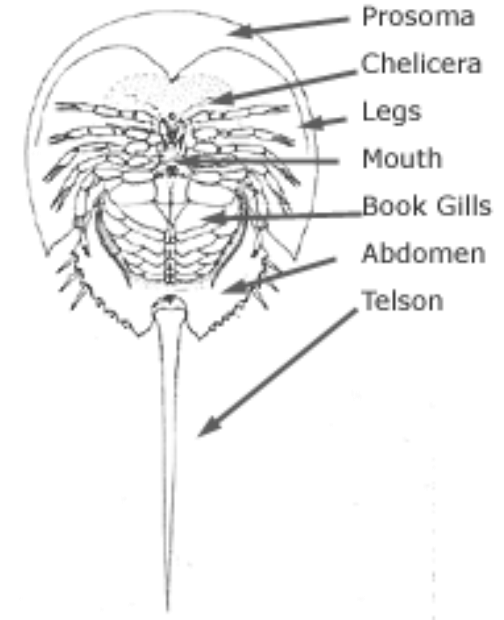
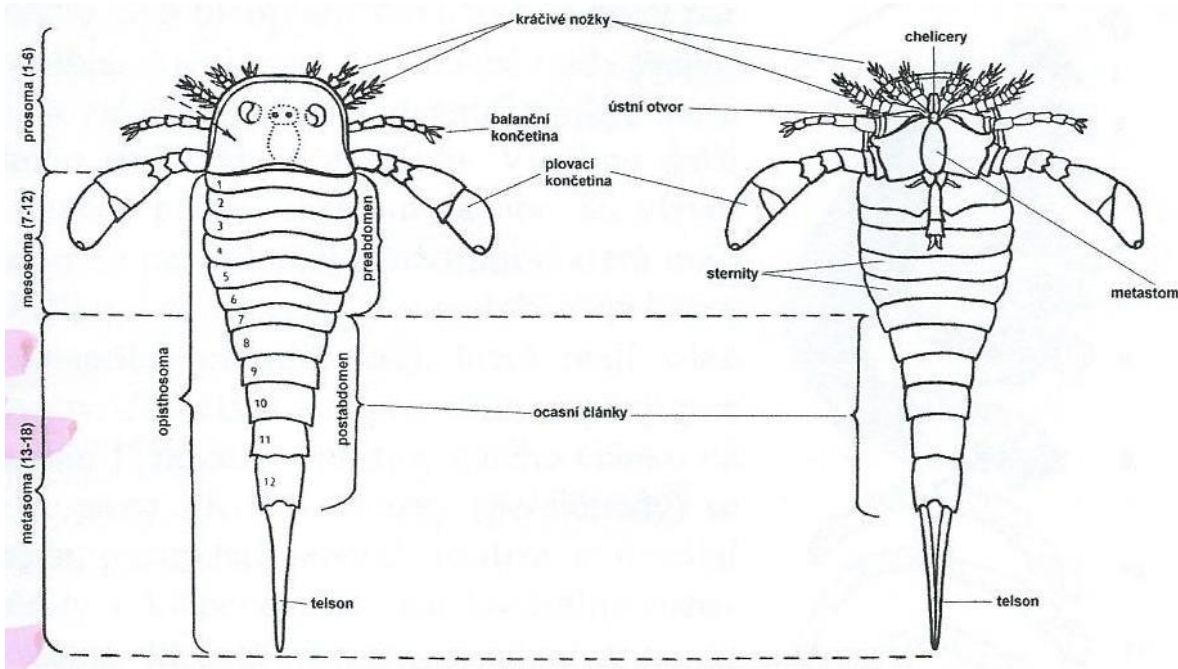
korýš

trilobit



Crustacea: Hlavohrud' (acron-oči +5 (antenule,
antény, mandibuly, maxilly 1. páru, maxilly 2.
páru) +8 hrudních končetin (thoracopodia inc.
3 maxilipedy, 5 pereopody), abdomen:
pleopody (5), uropody (1)

Integument a opěrná soustava



ostrorep

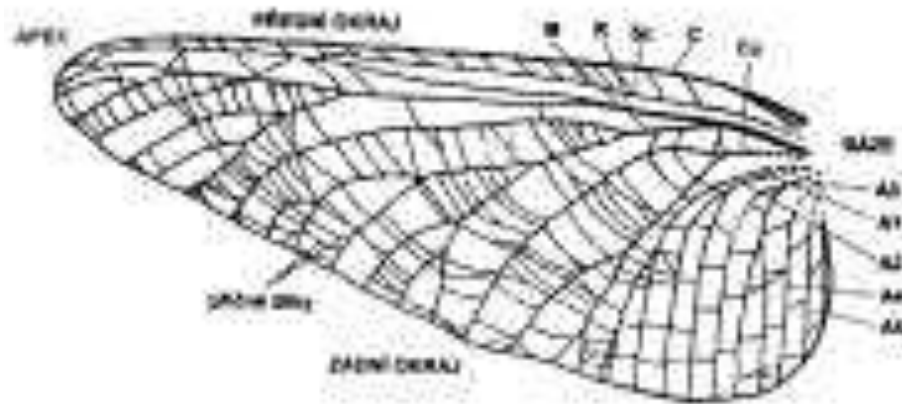
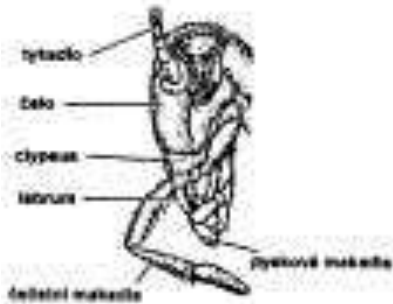
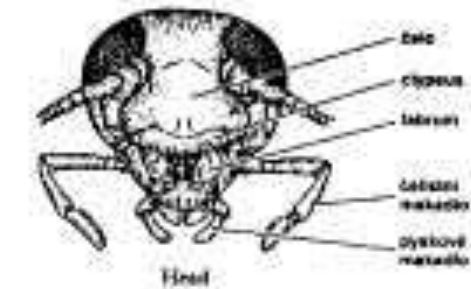
Klepítkatci (různorepi = kyjonožci - až 3m, fos.): 1. chelicery, 2. pedipalpy, 4 páry kráčivých končetin na hlavohrudi (prosoma 1-6), zadeček (opisthosoma) - 12 článků



Merostomata - hrotnatci

Integument a opěrná soustava

Ectognatha - hmyz

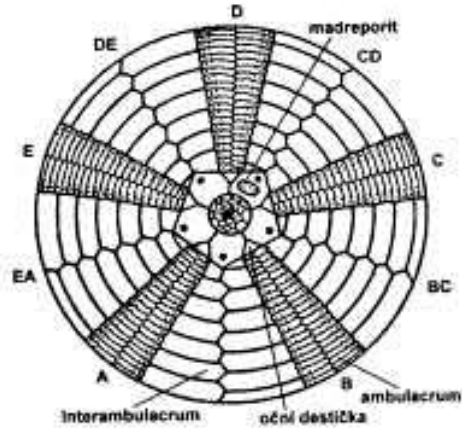
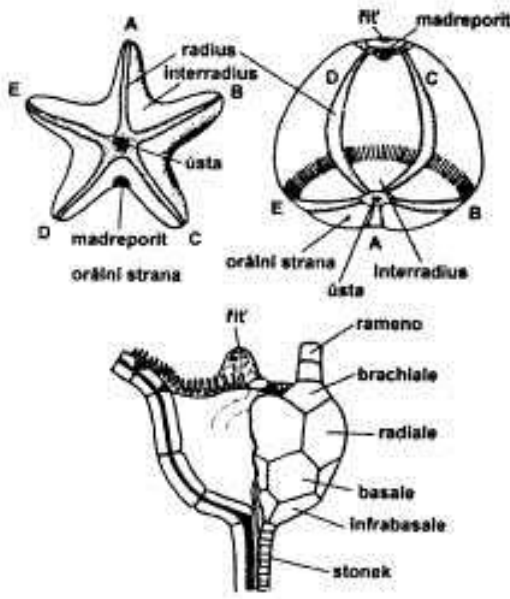


Hmyz: Ectognatha (Hexapoda) - hlava - hrud' (3 čl. - prothorax, mesothorax - metathorax, jednovětevné kráčivé končetiny) - zadeček (12 článků, bez končetin); akron + antény - nic - mandibuly - maxilly - labium, hrudní končetina: koxa, trochanter, femur, tibia, tarsus, pulvillus s drápky, křídla: 1. pár - krovky (elytrae), krytky (tegmina), polokrovky (hemielytrae), 2. pár - kyvadélka (halterae)

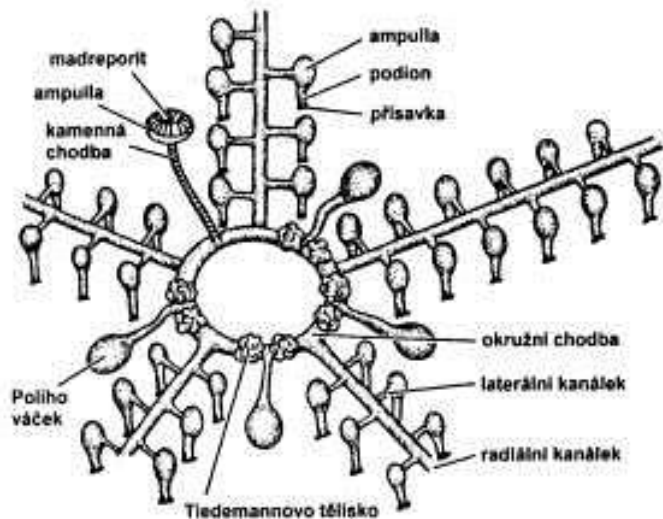
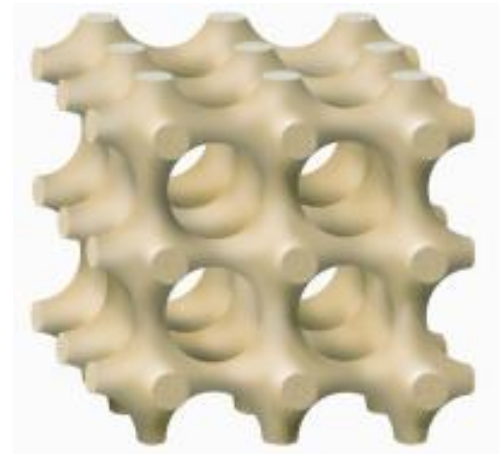
Integument a opěrná soustava

! Ostnokožci mají schránku mesodermálního původu !

Pentaradiální souměrnost v dospělosti, chybí hlavová část



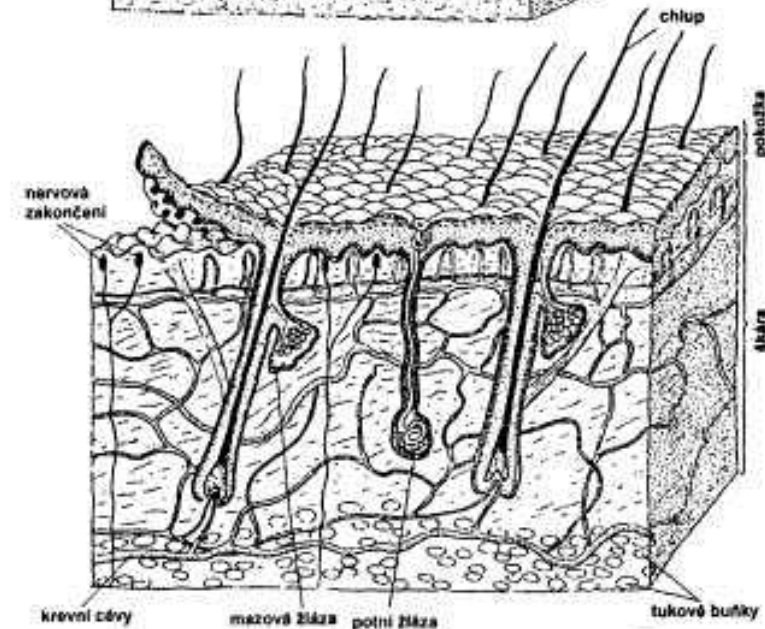
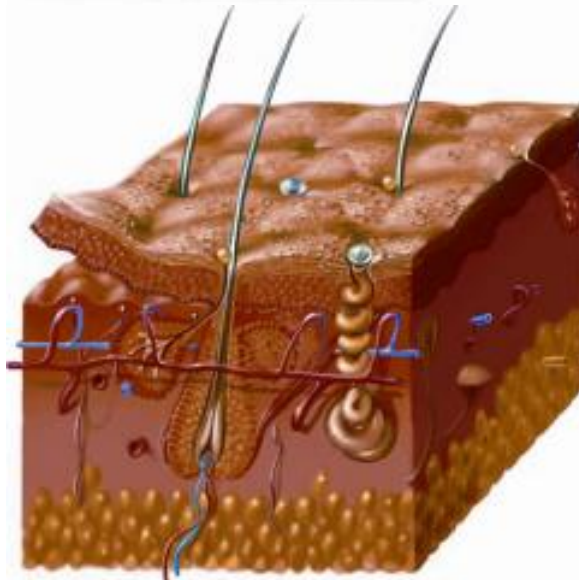
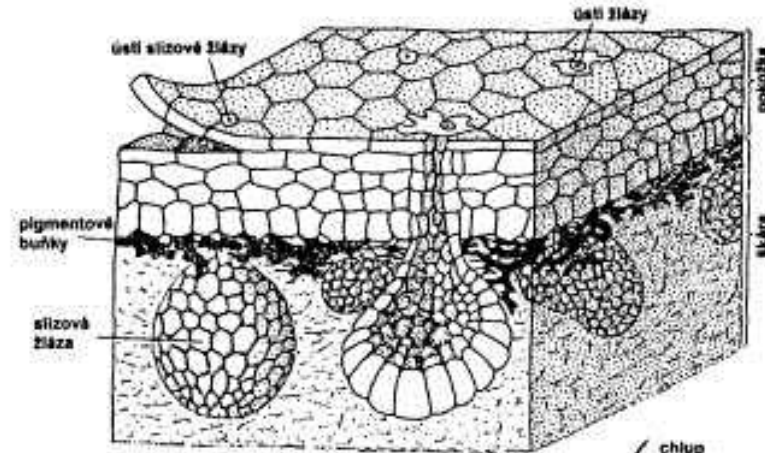
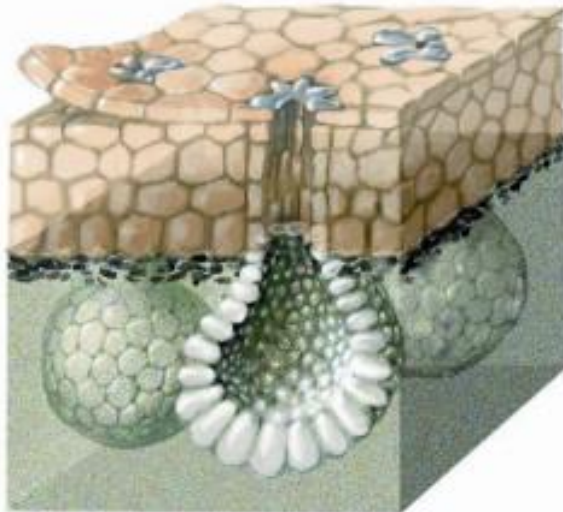
Mezodermální kostra z kalcitových destiček - mřížovina (stereom) + stroma



ambulakrální soustava

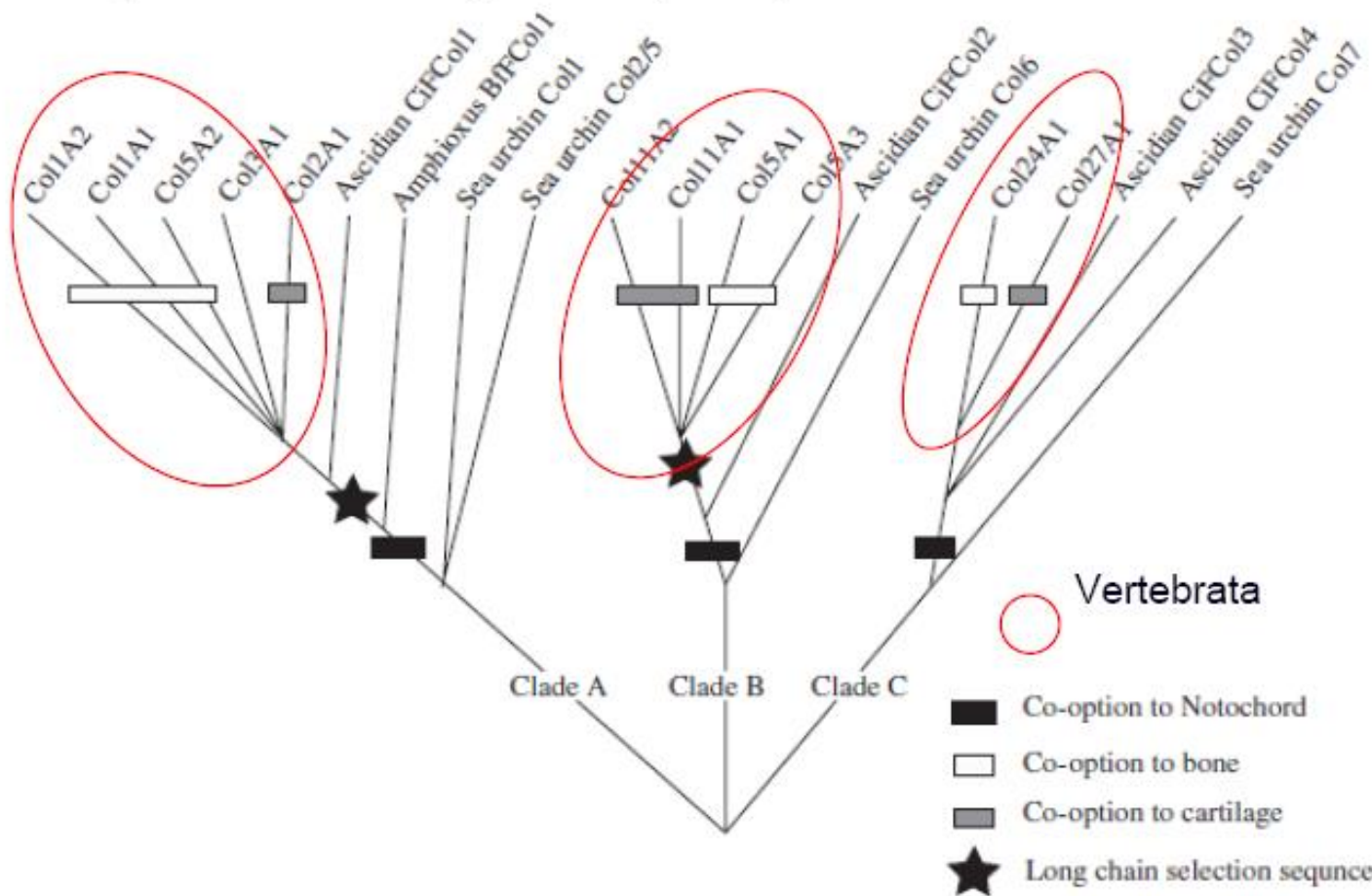
Integument a opěrná soustava obratlovců

! Kůže obratlovců je složeného původu (ektoderm a mesoderm) !



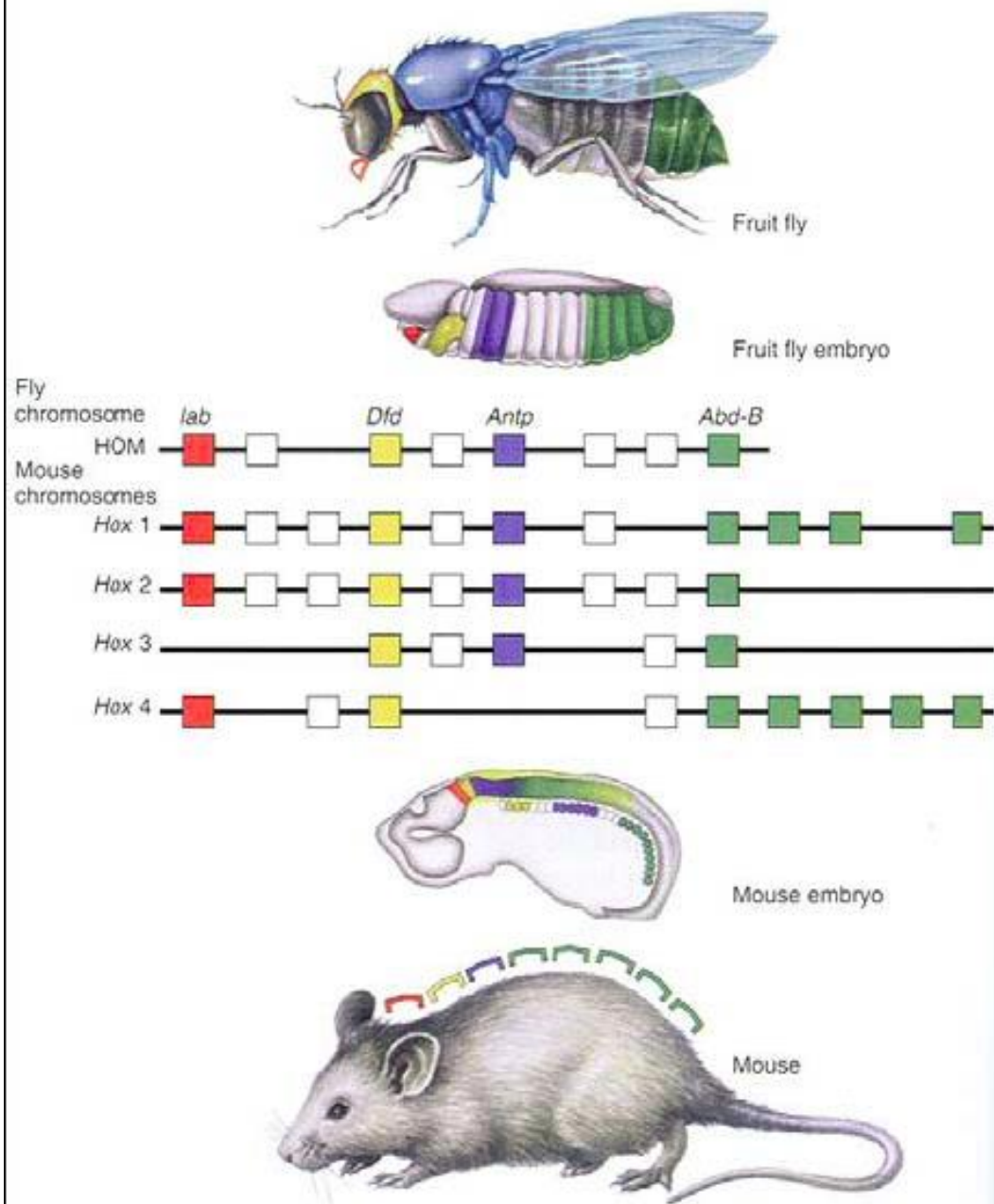
Integument a opěrná soustava

- evoluce genů kolagenů u strunatců - 3 nezávislé klady
- nezávislý vznik chordy, chrupavky a kosti



Wada H. et al., 2006:

Podélná polarizace těla, Hox - geny

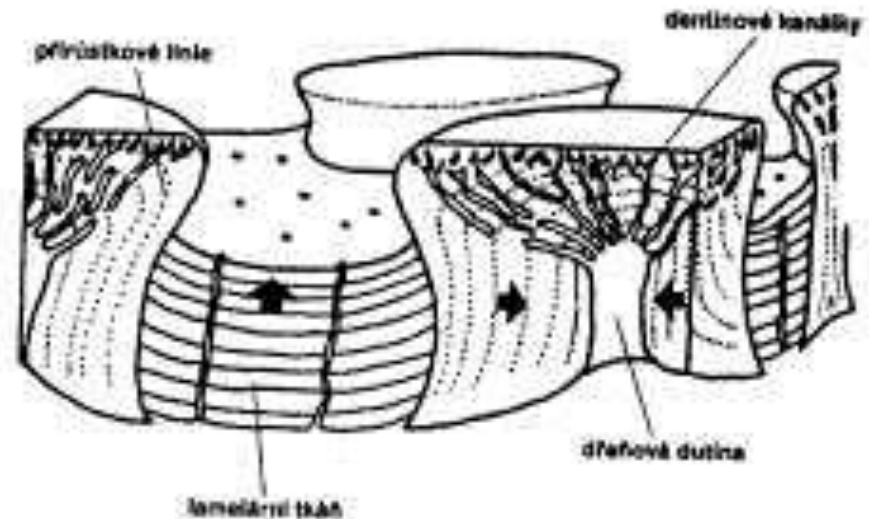
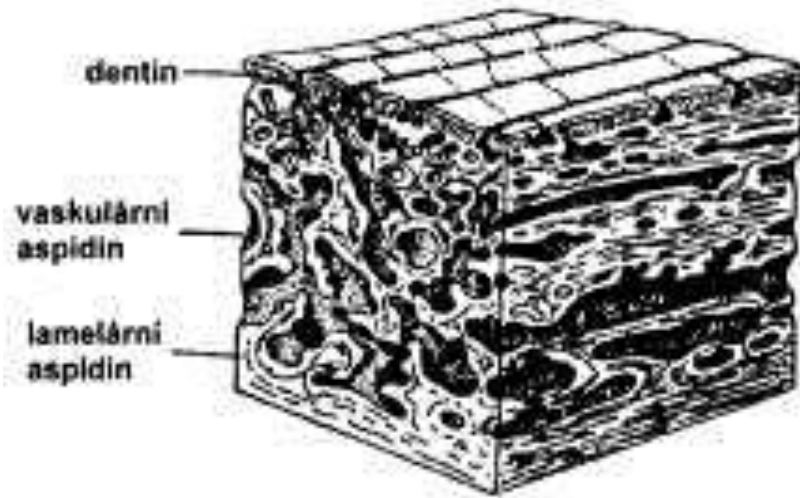


Integument a opěrná soustava obratlovců

Povrch těla vymřelých bezčelistných („Ostracodermi“)

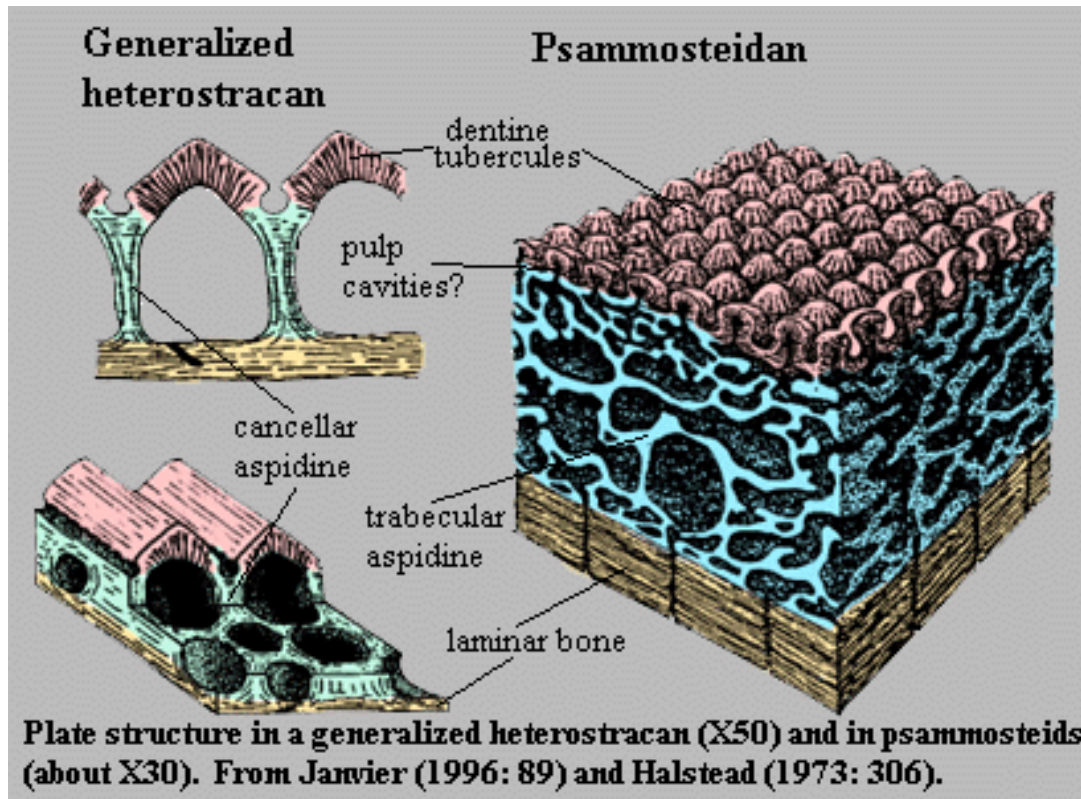
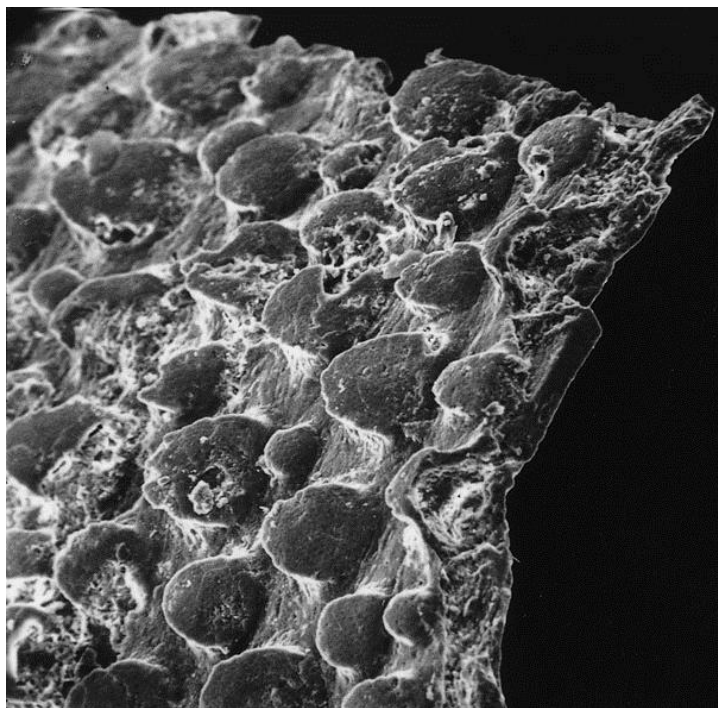
Acelulární kost (aspidin)

Výjimkou je skupina Osteostraci (štítohlaví) a Galeospida - mají **celulární kost**, osifikace perichondrální



Integument a opěrná soustava obratlovců

Povrch těla vymřelých bezčelistných („Ostracodermi“)



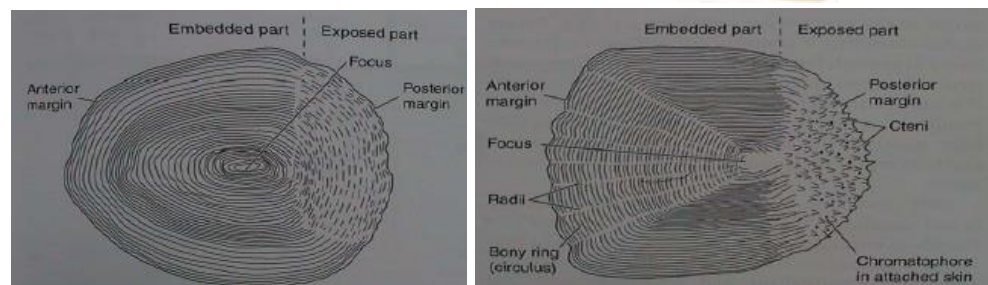
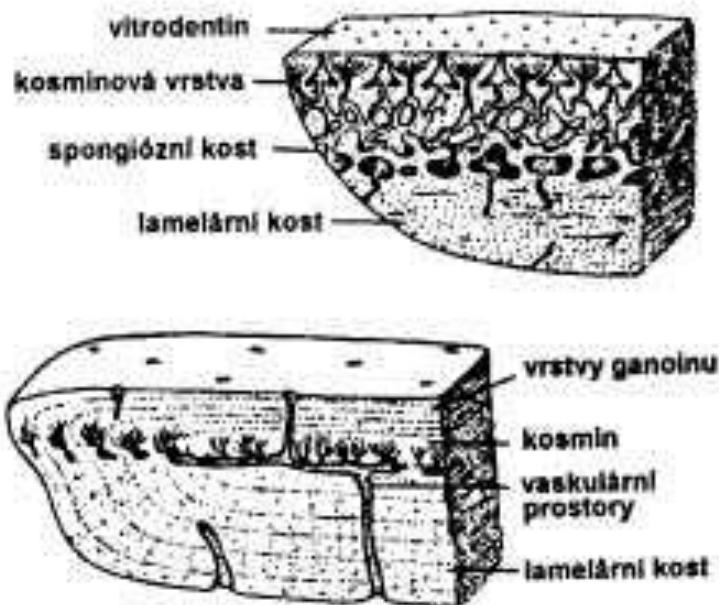
Hlavohrudní štíty u bezčelistných



Anatolepis

Integument a opěrná soustava obratlovců

Šupiny ryb - kostní tkáň (dermální exoskelet, mesoderm)



leptoidní (elasmoidní) (lamelární acelulární kost, Teleostei)

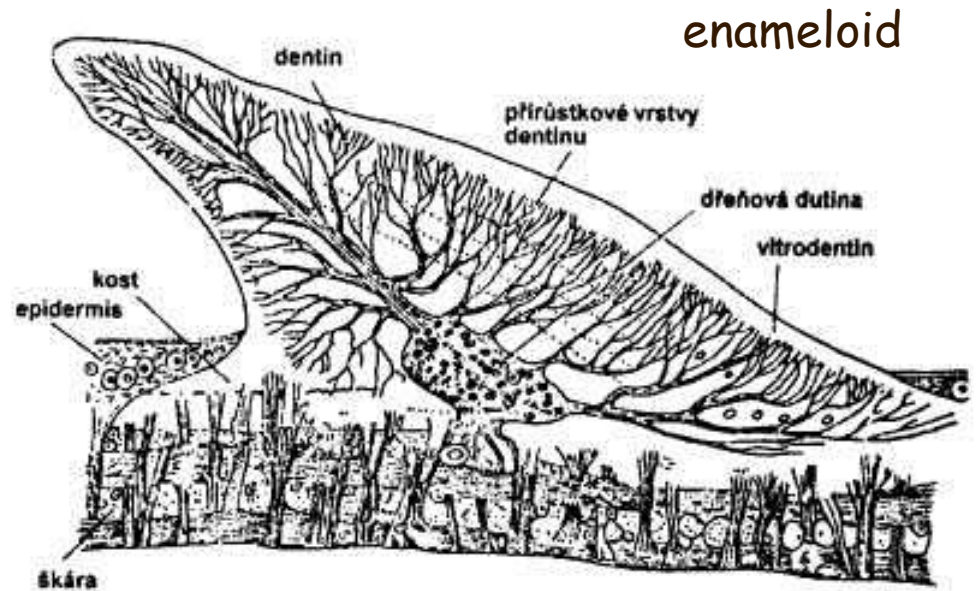
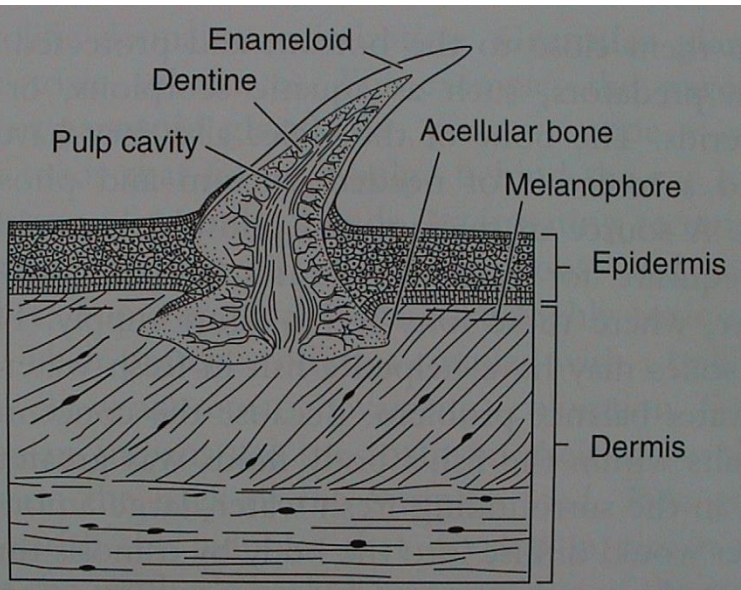
kosmoidní (lamelární kost = izopedin, vaskulární kost, dentin=kosmin, enameloid=vitrodentin **z mezoblastu**; Sarcopterygii)

BNL - osteoblasty (kost) a odontoblasty (zubovina)

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

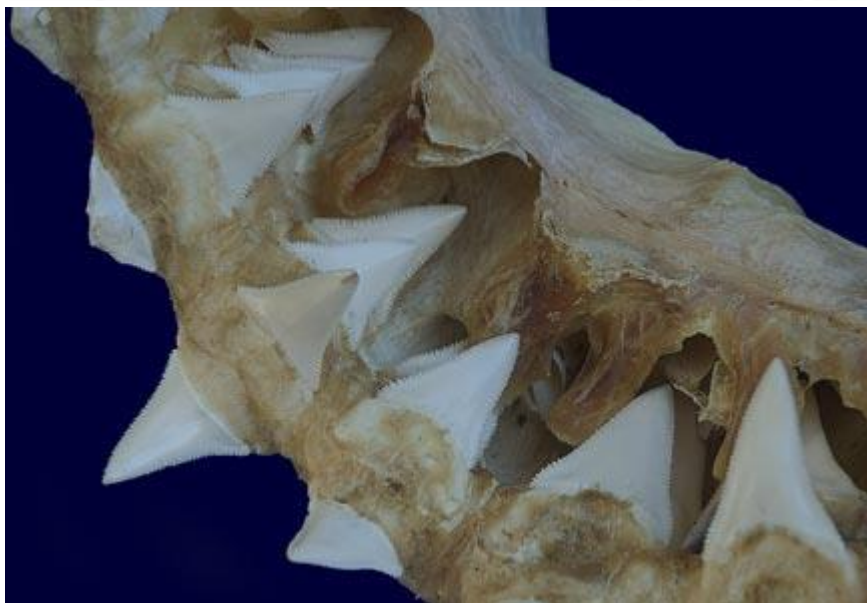
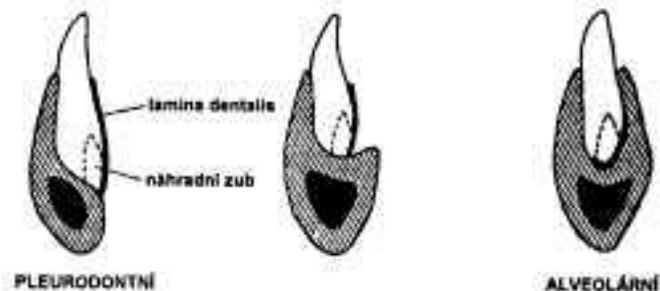
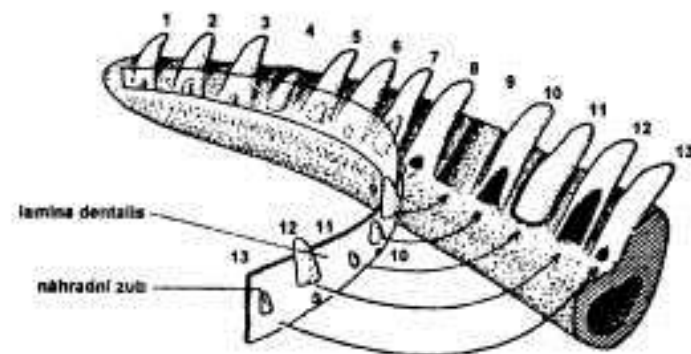
Integument a opěrná soustava obratlovců

plakoidní šupiny paryb



Integument a opěrná soustava obratlovců

Vznik zubů z plakoidních šupin



Zuby mají pravou sklovinu (email)
ektodermálního původu!

Plakoidní šupiny mají enameloid
(vitrodentin) **mezodermálního původu!**

Integument a opěrná soustava obratlovců

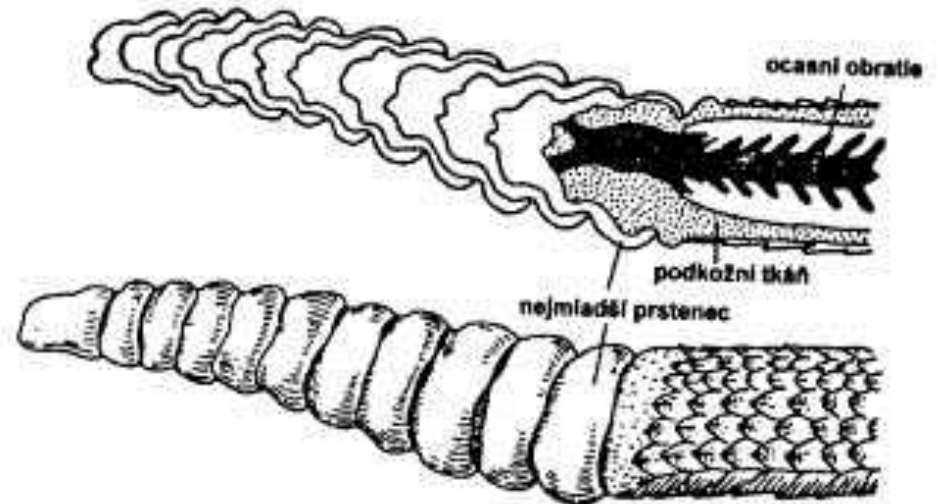
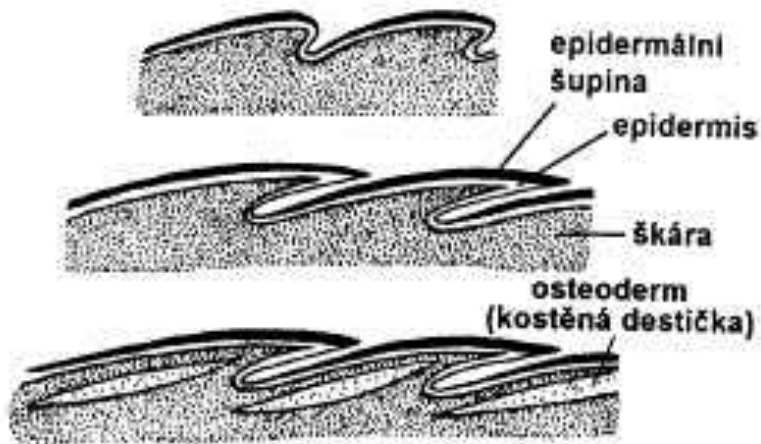


Dětský - **dočasný** chrup
v čelistech jsou vidět základy
definitivního chrupu.



Integument a opěrná soustava obratlovců

Plazí šupiny - z keratinu (rohoviny), mohou být zesponu podepřeny kostní tkání (např. osteodermy, gastralia)

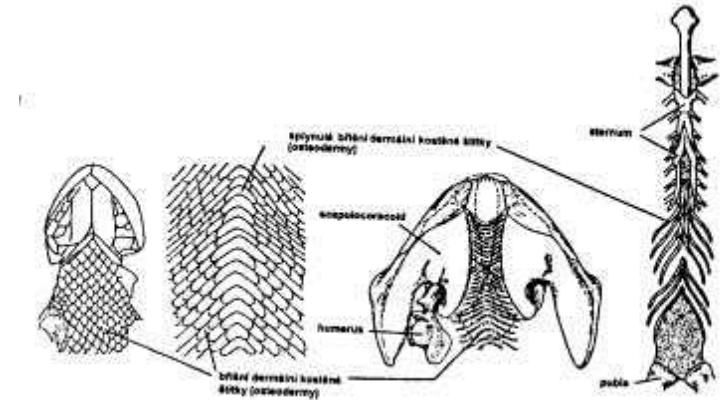
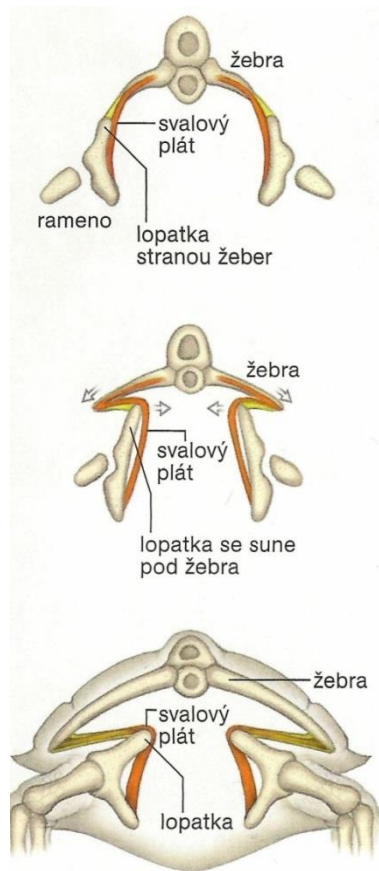
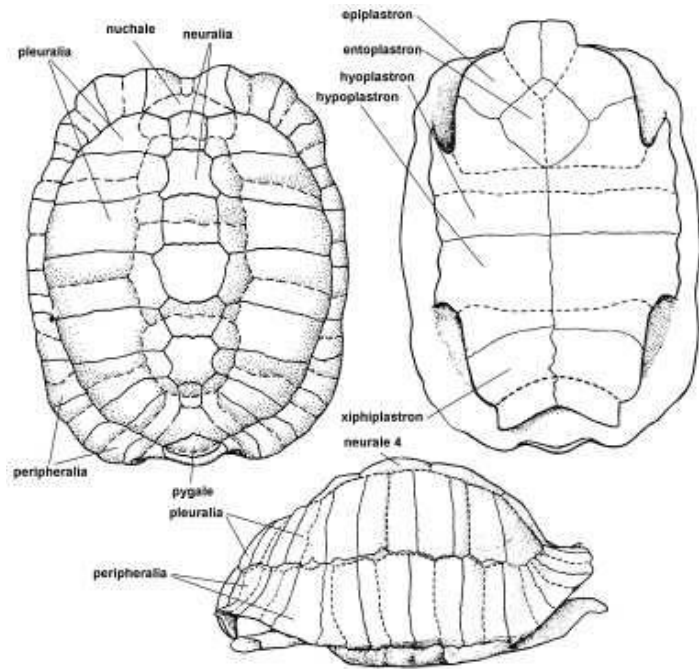


chřestýš

Epidermální štítky alternují s kostěnými destičkami

Integument a opěrná soustava obratlovců

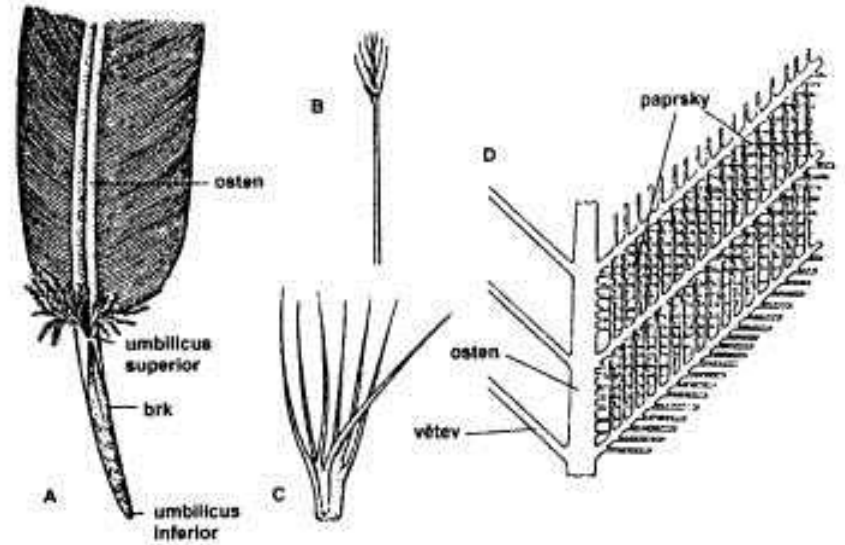
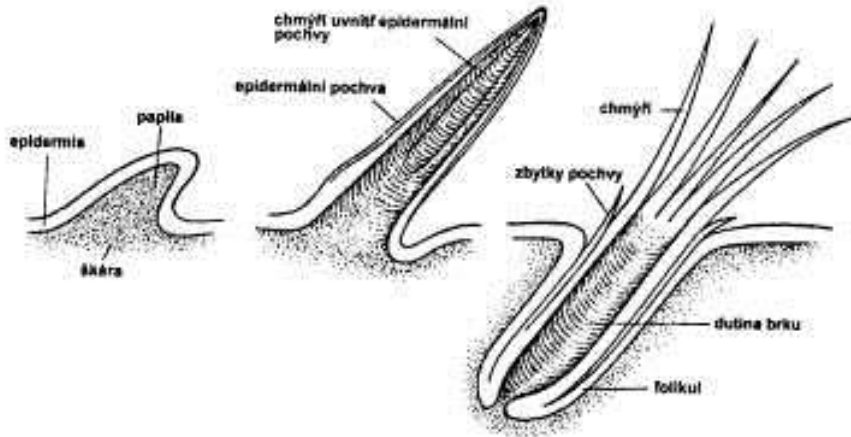
Štítky plazů - kombinace: rohovina a kost



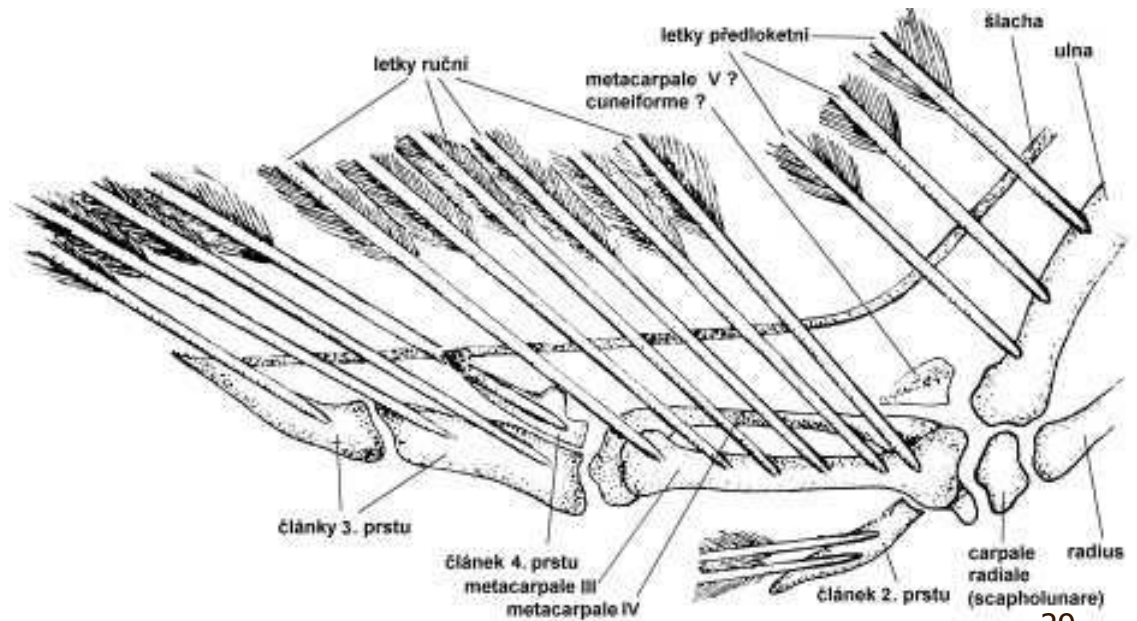
Endesmální osifikace ve škáře
- dermatoskelet - exoskelet

Osteodermny splývají
v gastralia („břišní žebra“)

Integument a opěrná soustava obratlovců



Peří dinosaurů
včetně ptáků



Integument a opěrná soustava obratlovců



Sinosauropteryx

Barevné pruhy na ocasních perech sloužily jako maskování nebo ke komunikaci.



Caudipteryx

Široká pera asi poháněla běžícího dinosaura větší rychlostí nebo sloužila jen jako ozdoba k imponování.



Microraptor

Opeřené nohy možná působily jako nosná plocha pro vztlak při klouzavém letu ze stromů.



Jeholornis

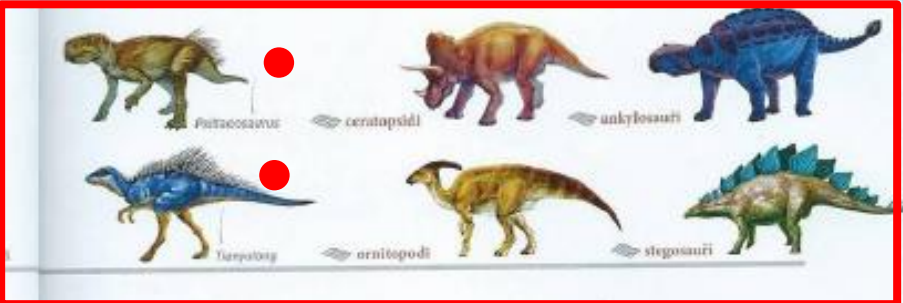
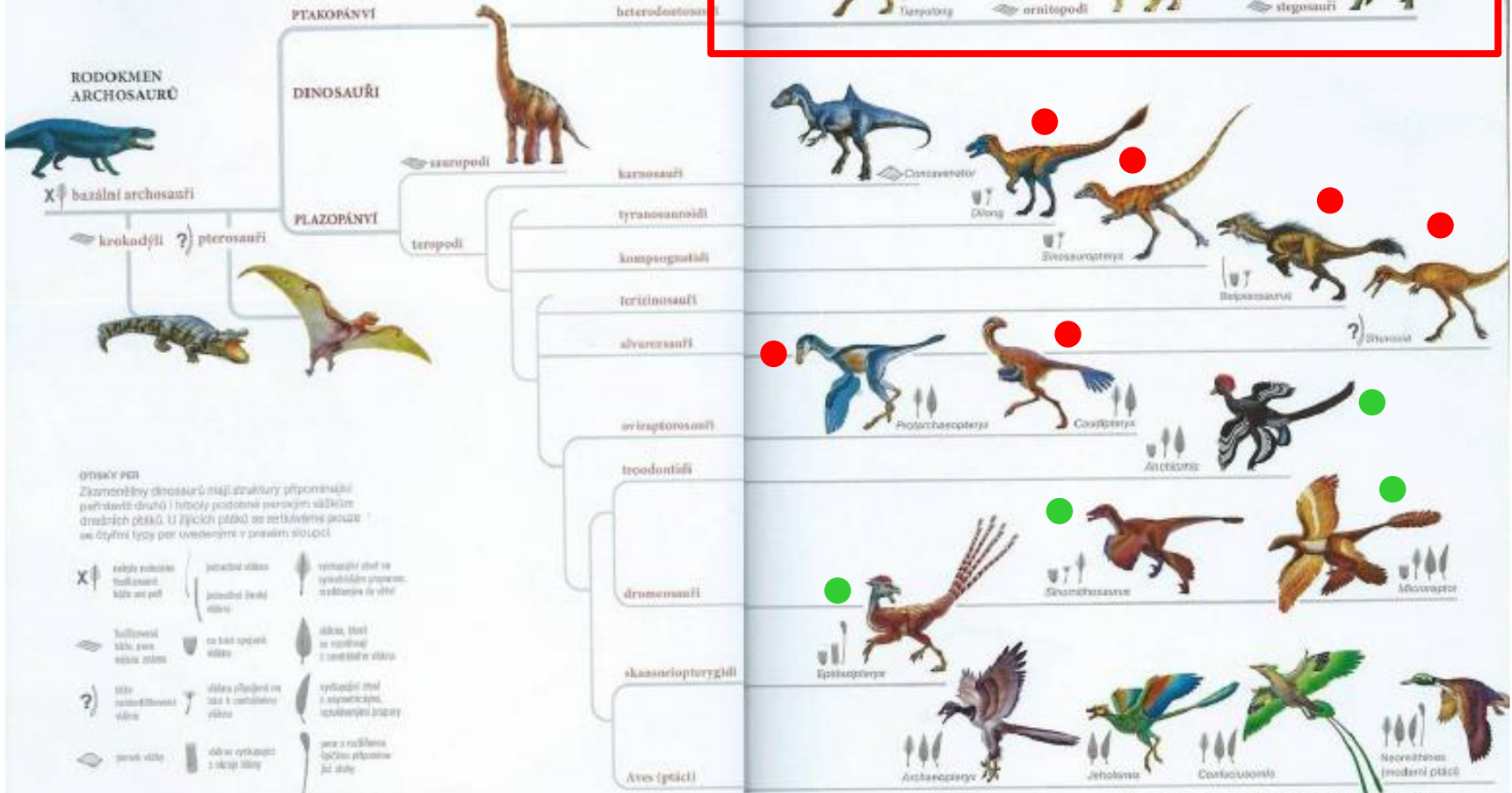
Tento raný pták byl nejspíš zdatný letec. Ocas měl jako kormidlo či nosnou plochu.

Integument a opěrná soustava obratlovců

XI. Aves

OPĚŘENÍ TVOROVÉ

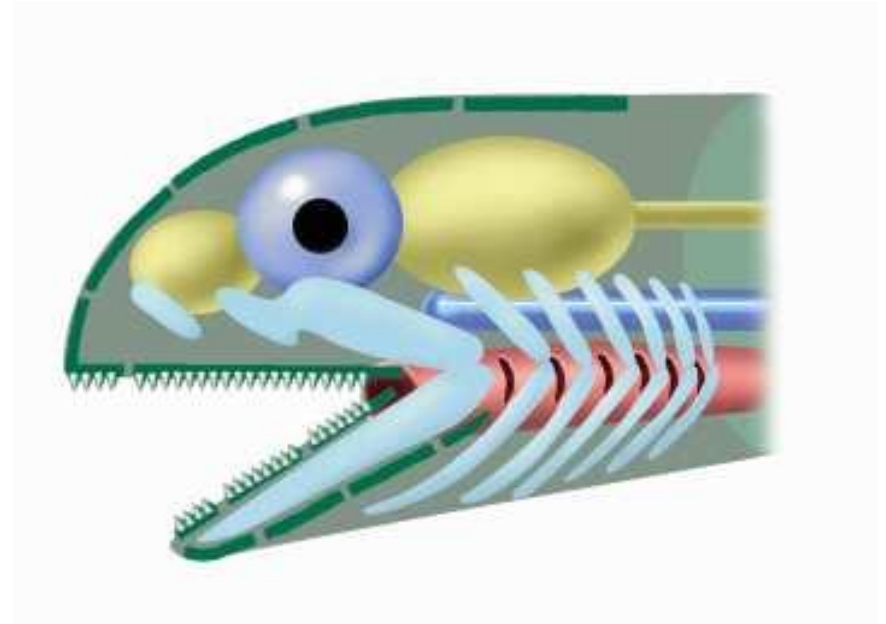
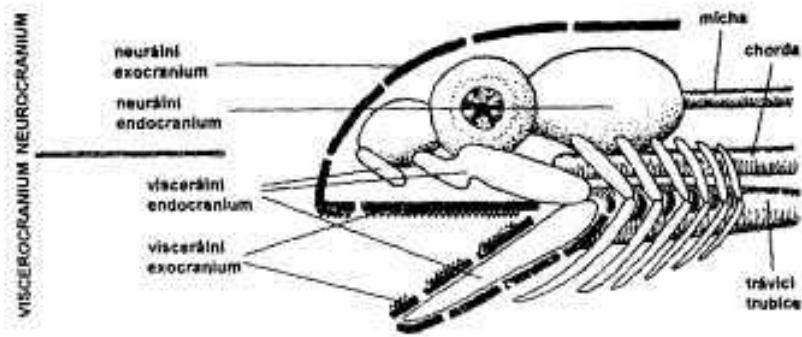
Až donedávna se vědělo o peří pouze na tělech ptáků a blízce příbuzných teropodních dinosaurů, mezi které patří třeba *Eplérozopteryx* velký jako holub nebo více než dvoumetrový *Beipiaosaurus*. Objev struktur připomínajících pera na ptákovitých (zobákem vybavených dinosaurůch daleko vzdálených ptákům) naznačuje, že předkové všech dinosaurů možná měli peří. „Chmýří“ na pterosurech ukazuje, že protoperá se mohla vyvinout ještě dříve u společného předka pterosaurů a dinosaurů.



ANATOMIE PRŮMĚRNÉHO DRACIHO (LAVIN) ZOBÁK. SE DVOU DĚTMI PRO JEJICH KOLEGI. DRACIHOVÉ A PTEROSAURŮ, PĚŘÍ, JAKÉ CLARK, GEORGE WASHINGTON HARVARD.

Integument a opěrná soustava obratlovců

Základní členění lebky



- Neurální endocranium
- Viscerální endocranium
- Viscerální exocranium
- Neurální exocranium

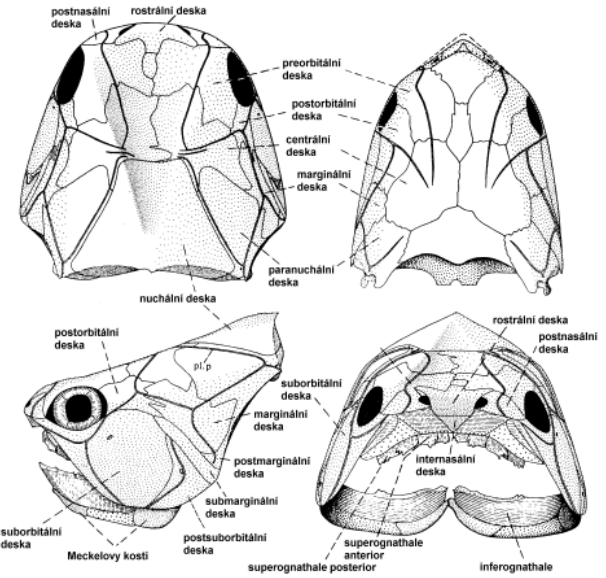
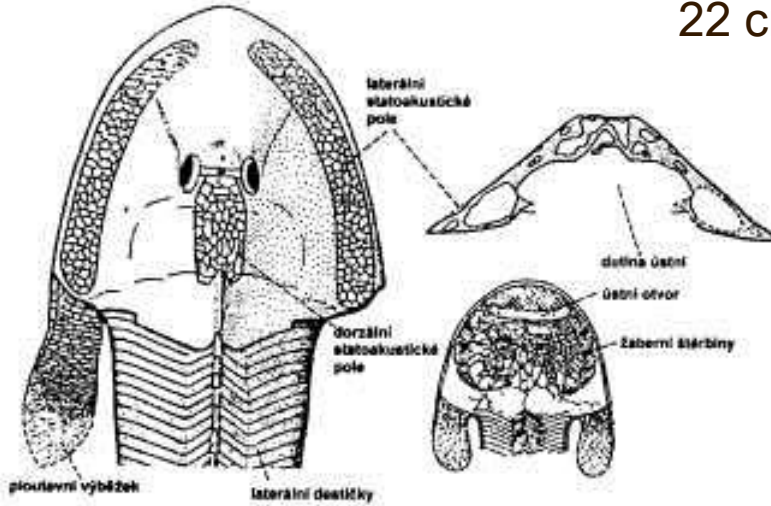
Integument a opěrná soustava obratlovců

Dermální krunýře nejstarších obratlovců

Dorzální a ventrální deska ze štítků („Ostracodermi“)

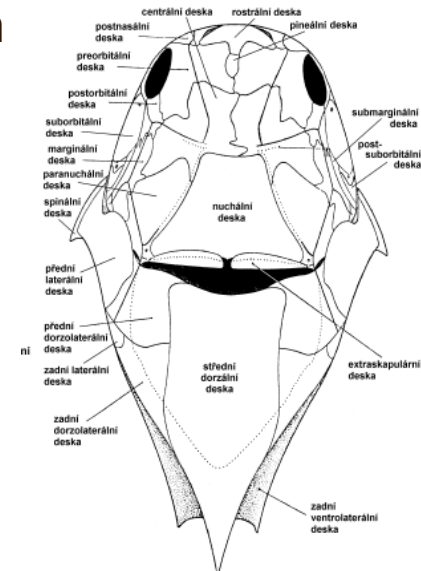
Hemicyclaspis (Osteostraci)

22 cm

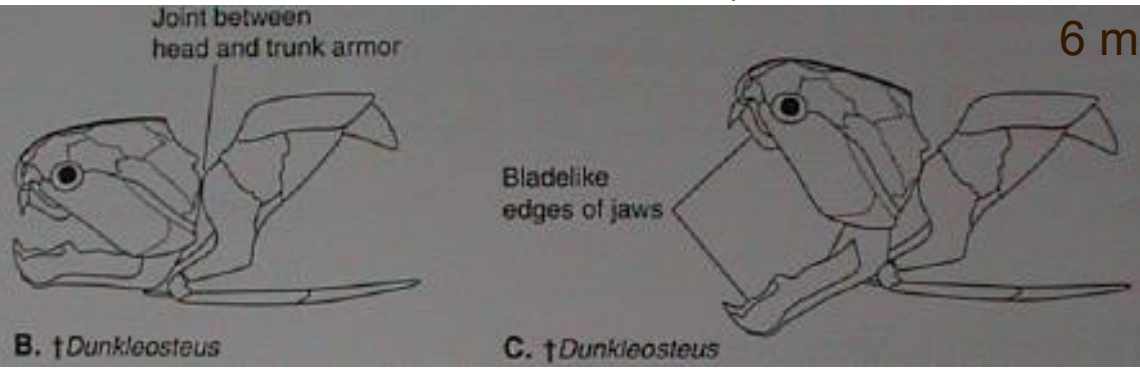


Coccosteus (jen vpravo nahoře Duncleosteus) (Placodermi)

40 cm



Hlavový a hrudní štít z kostěných desek. (Placodermi: Arhrodira, Antiarchi)

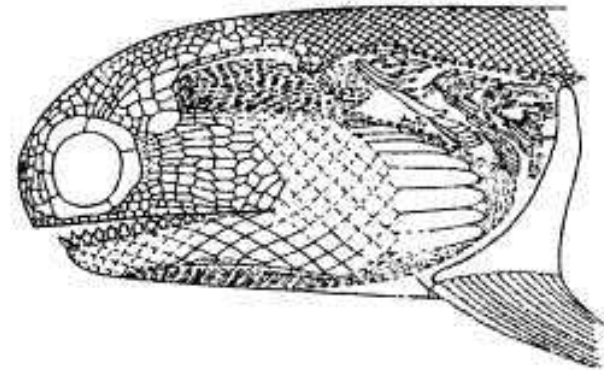
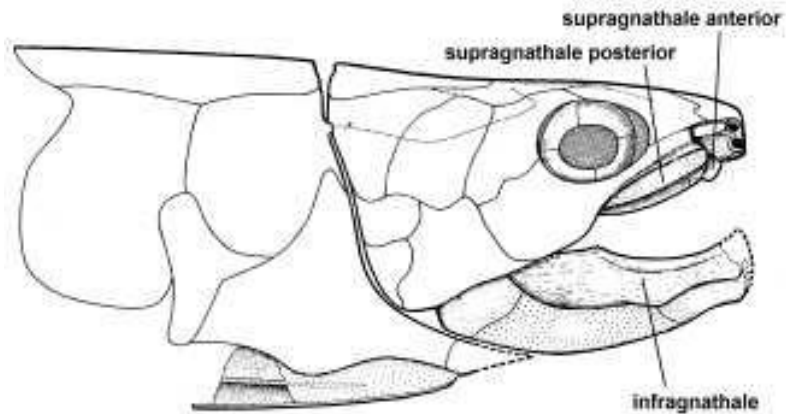


6 m

Integument a opěrná soustava obratlovců



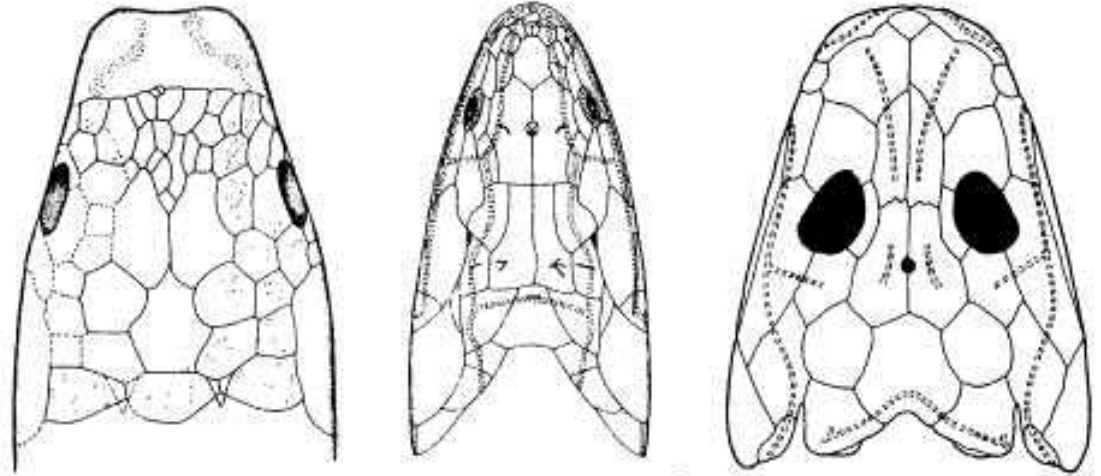
Leptosteus (Arthrodira) - 14 cm



Acanthodii

Integument a opěrná soustava obratlovců

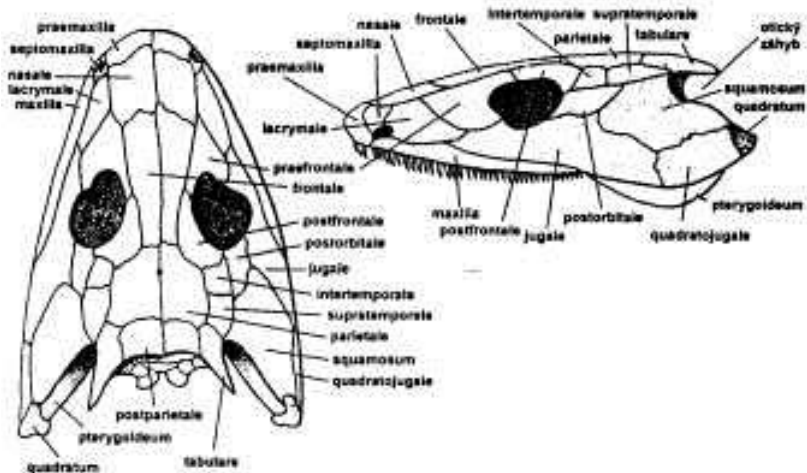
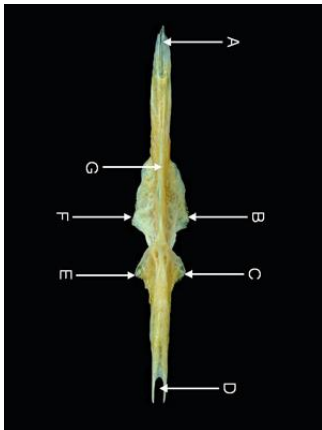
Dipterus - bahník



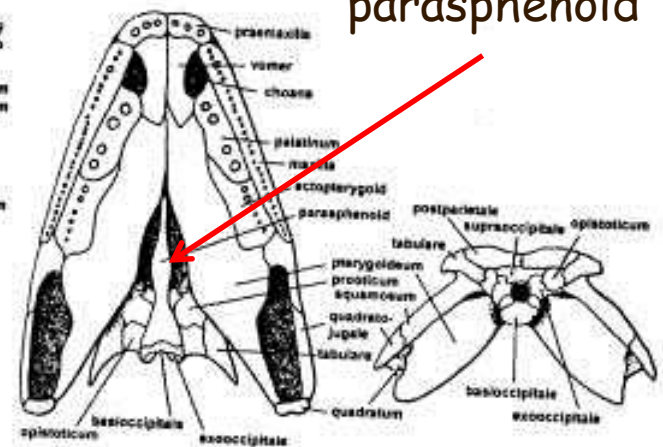
Dipterus - devon Eustenopteron Ichthyostega

Palaeogyrinus (obojž. z karbonu)

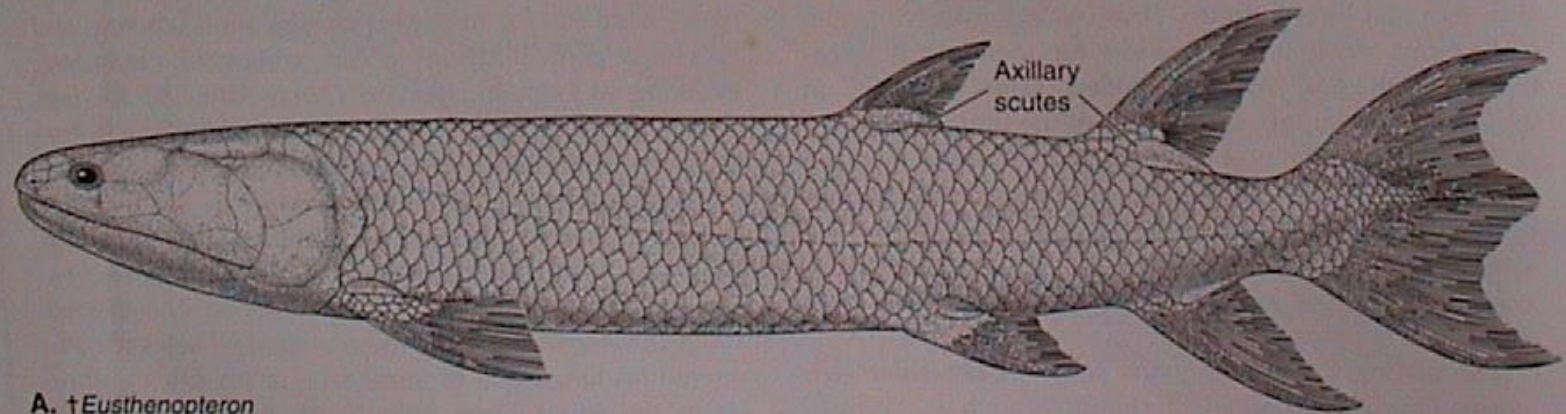
parasphenoid



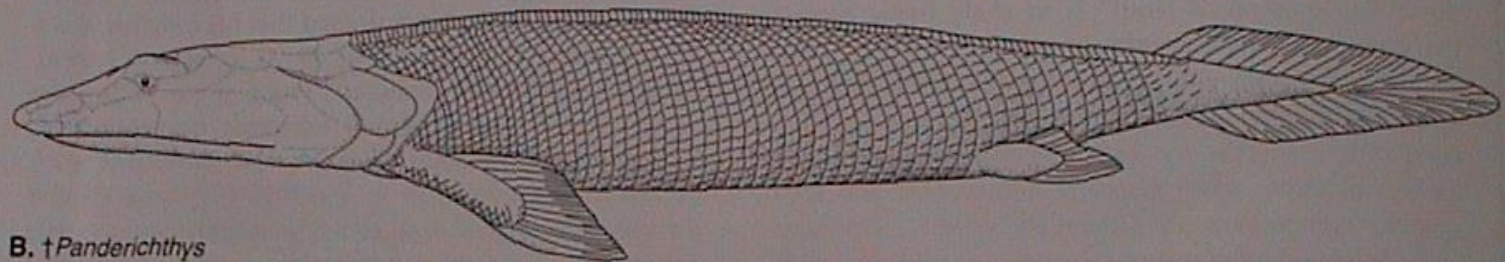
parasphenoid



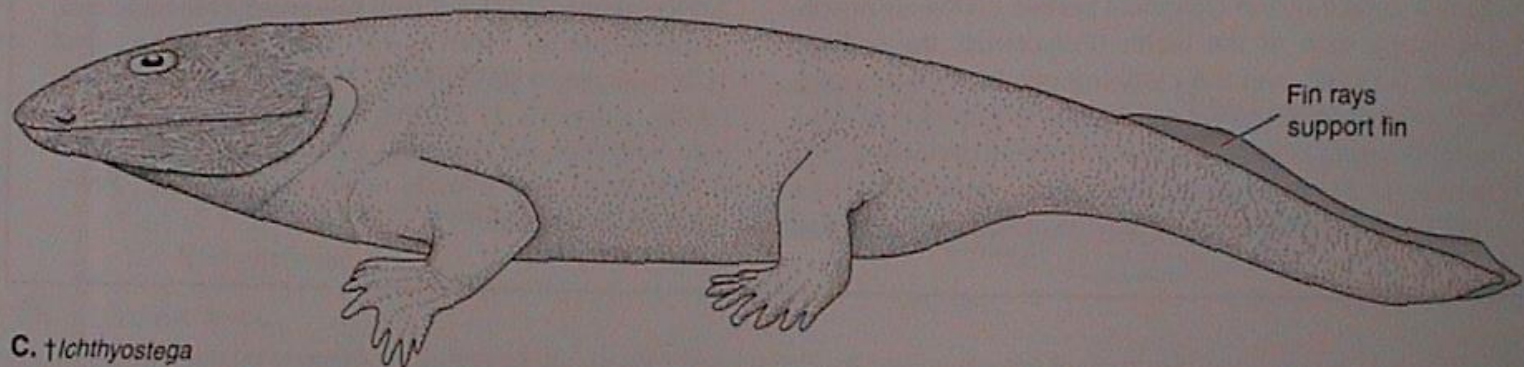
Integument a opěrná soustava obratlovců



A. †*Eusthenopteron*



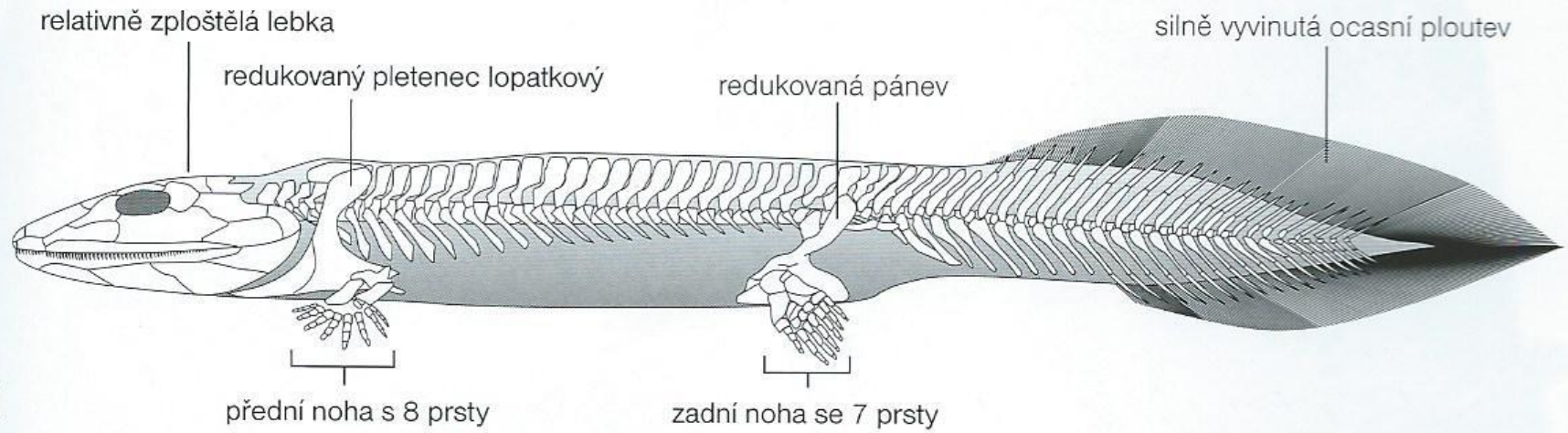
B. †*Panderichthys*



C. †*Ichthyostega*

Integument a opěrná soustava obratlovců

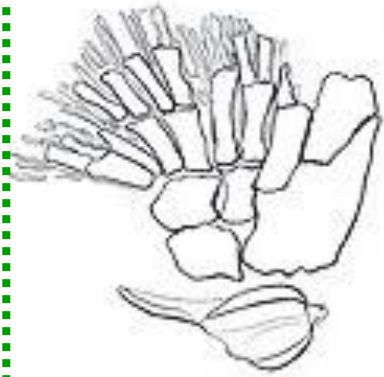
Acanthostega



Nature, 440(6), 2006: 757-771.



Glyptolepis



Sauripterus



Eusthenopteron



Panderichthys



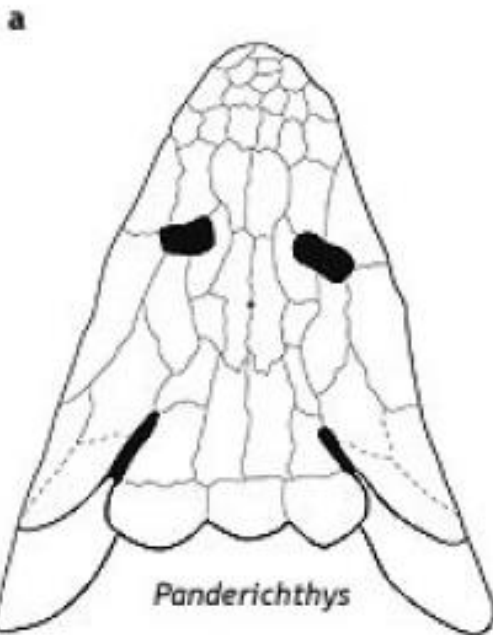
Tiktaalik



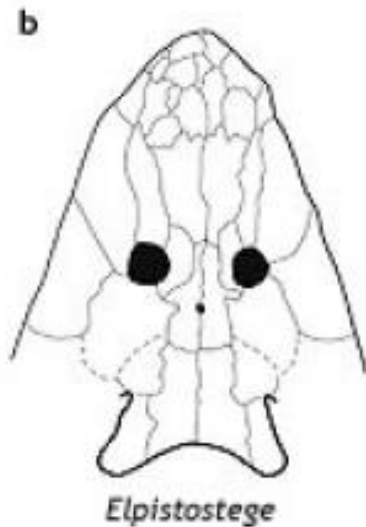
Acanthostega



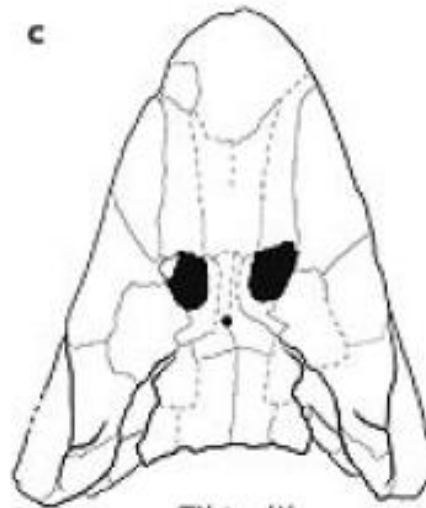
Tulerpeton



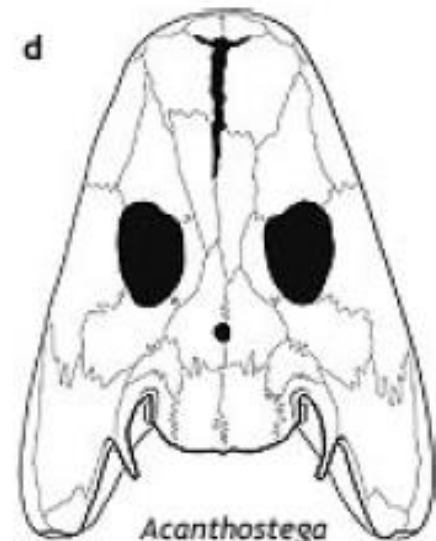
Panderichthys



Elpistostege

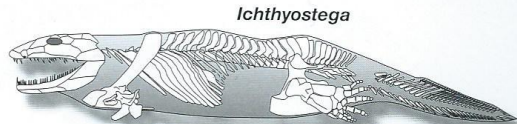
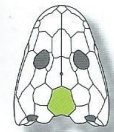


Tiktaalik

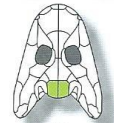


Acanthostega

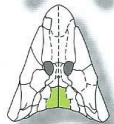
Integument a opěrná soustava obratlovců



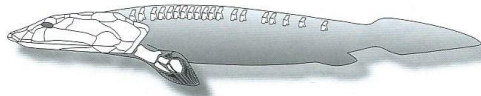
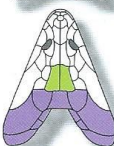
Ichthyostega



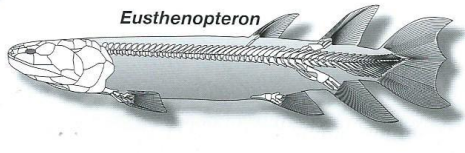
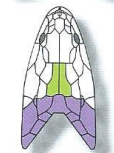
Acanthostega



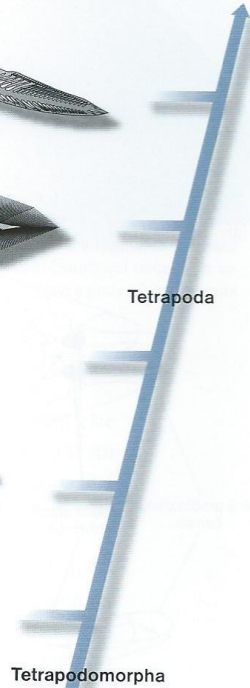
Tiktaalik



Panderichthys

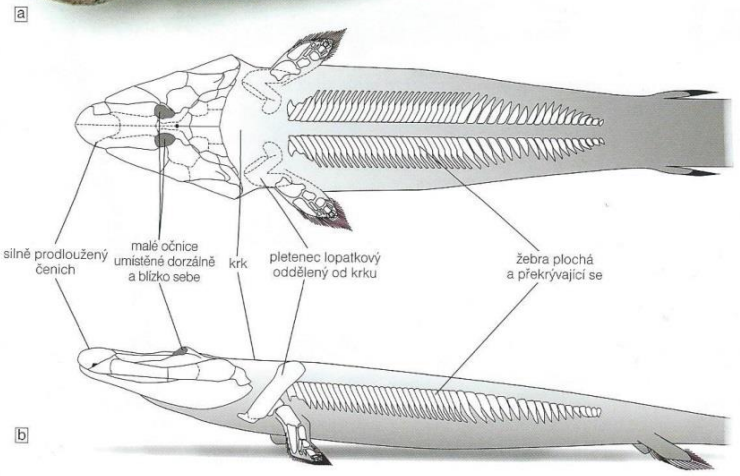


Eusthenopteron



Tiktaalik

Stáří svrchní devon, 375 milionů let
Naleziště kanadská Arktida
Velikost až 2 m
Zvláštnosti dlouhý čenich; lebka a pletenec lopatkový odděleny
Systematické zařazení sesterský taxon všech tetrapodů



Integument a opěrná soustava obratlovců



Wetlugasaurus - prim. temnospondylní
obojživelník (Rusko, Grónsko) - spodní trias
Vnitřní zubní oblouk v. otevřené prim. patro

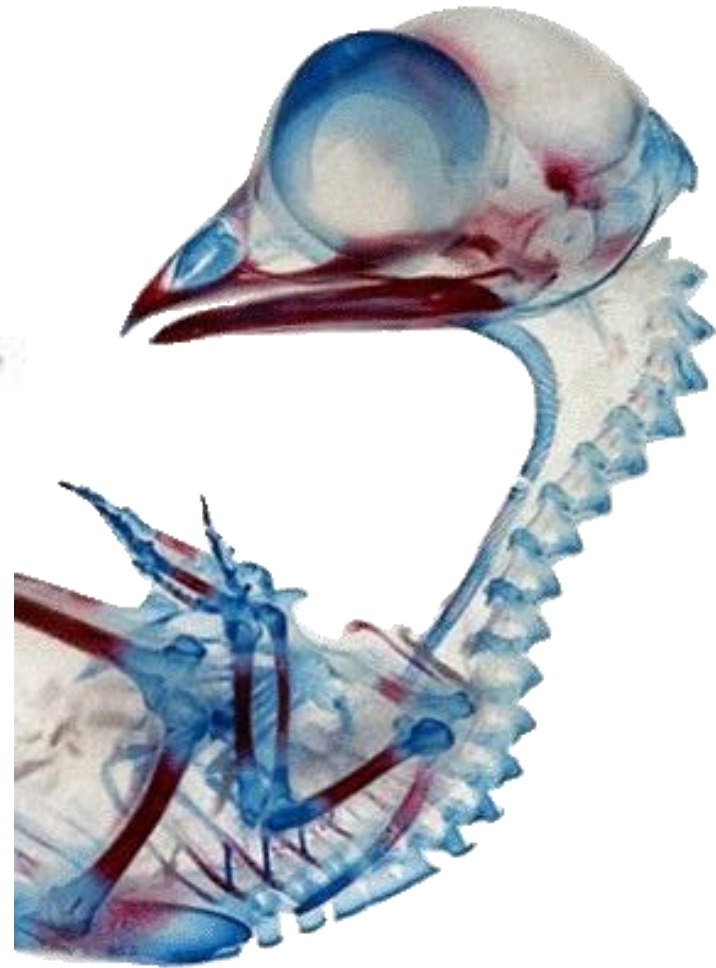
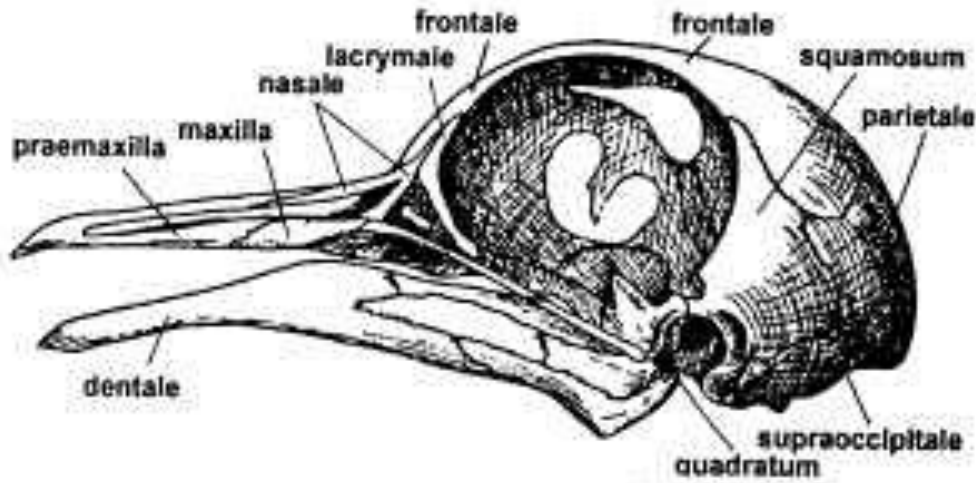
Integument a opěrná soustava obratlovců

Druhotné ústní patro člověka



Integument a opěrná soustava obratlovců

Kostra ptáka

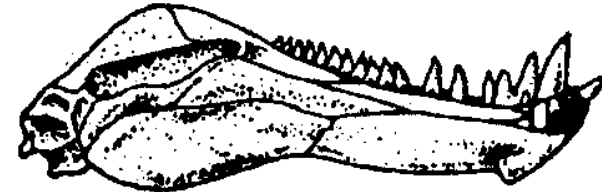
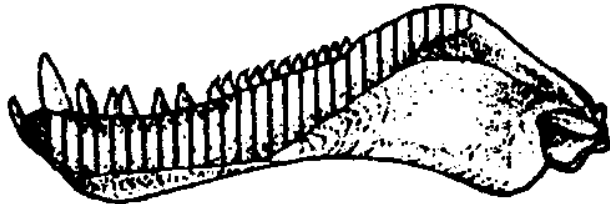


Integument a opěrná soustava obratlovců

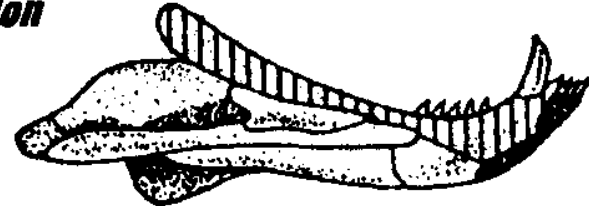
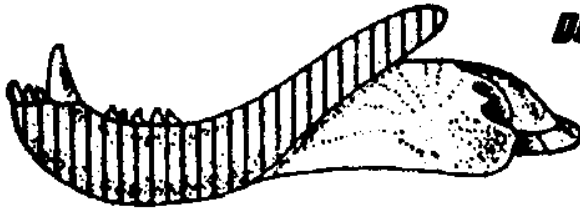


Integument a opěrná soustava obratlovců

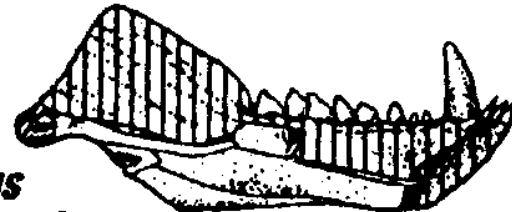
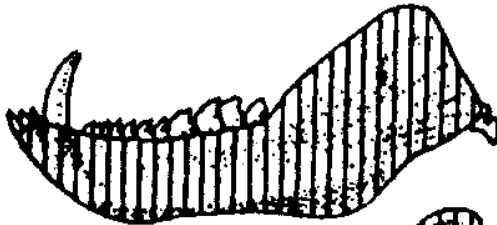
mandibula synapsidů - postupná převaha exoskeletu (pruhy) a vznik úhlu na mandibule (angulare; predace)



Dimetrodon



Cynarioides



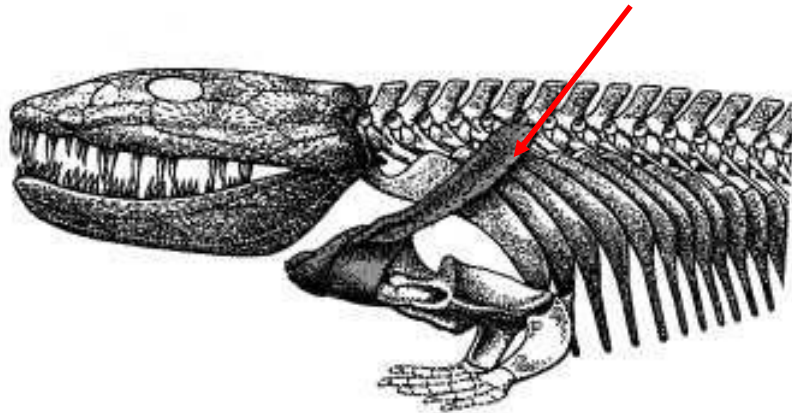
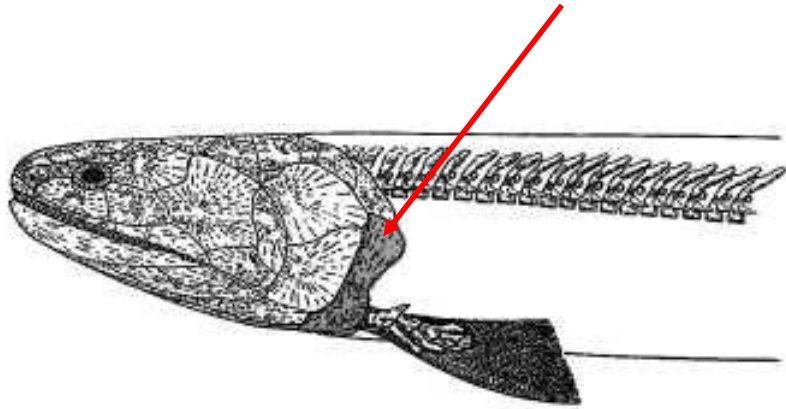
Cynognathus



Canis

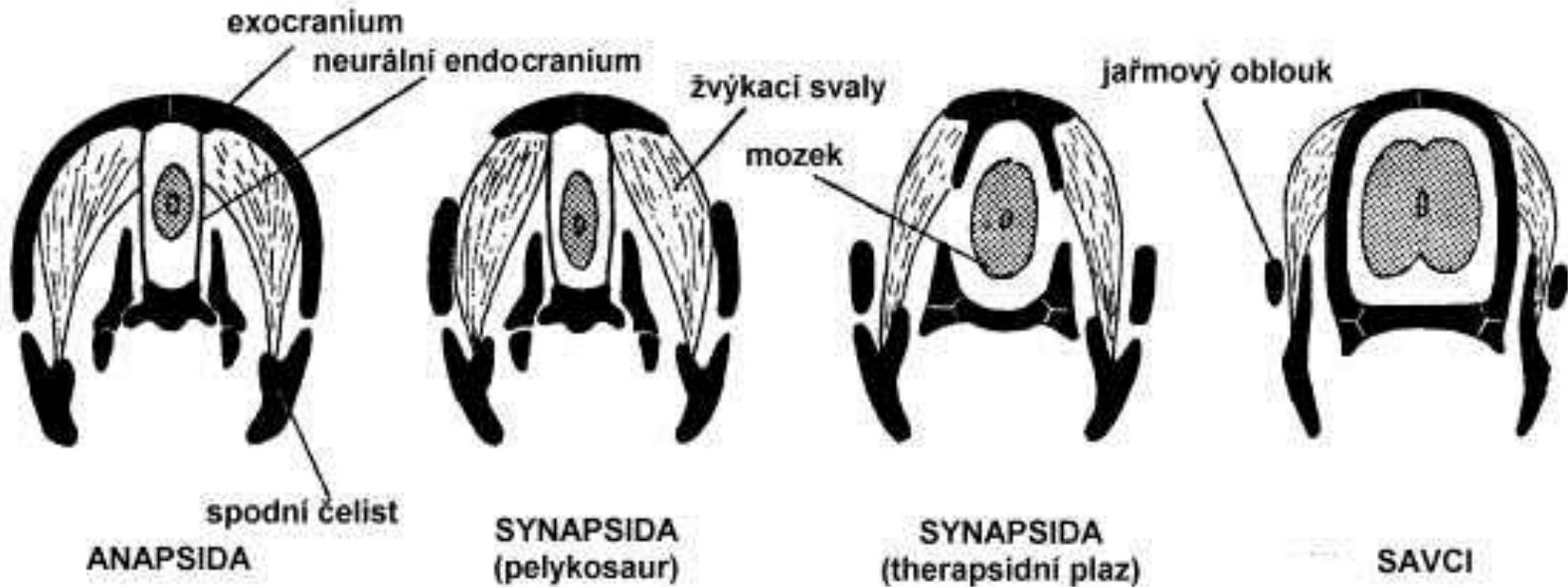
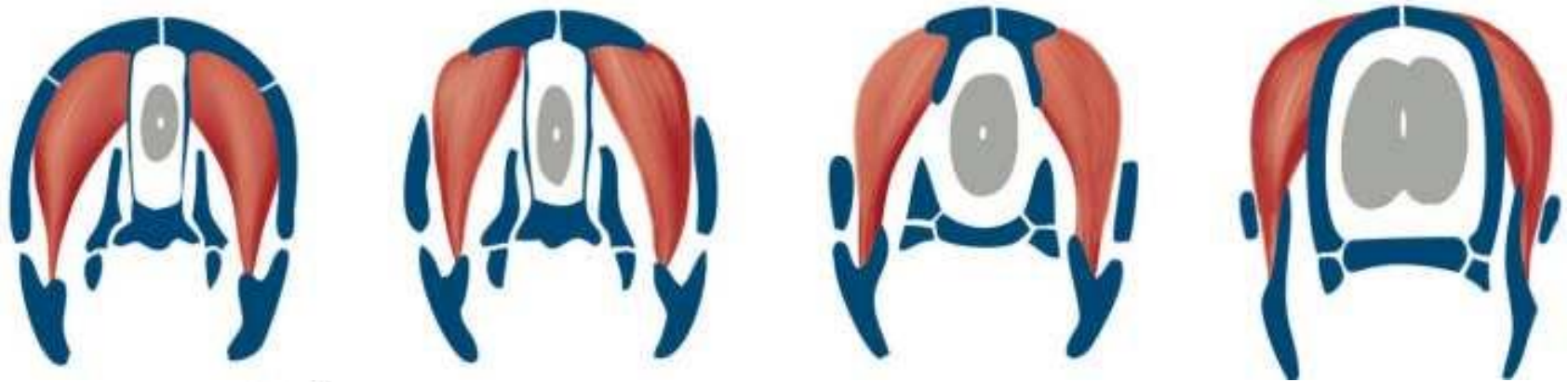
Integument a opěrná soustava obratlovců

Vznik pletence lopatkového, oddělení od lebky



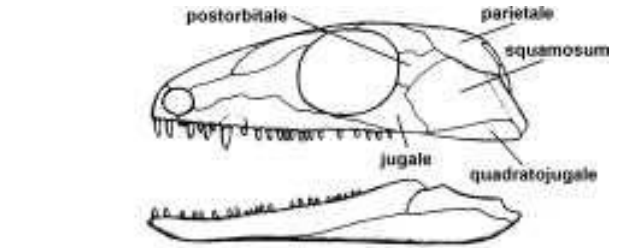
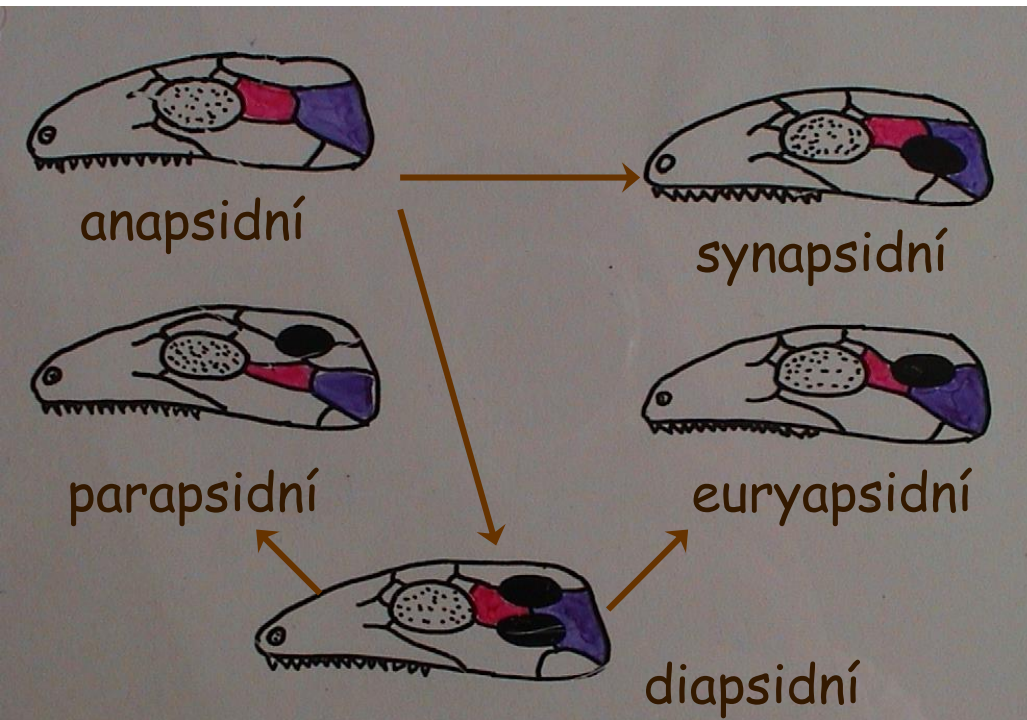
Integument a opěrná soustava obratlovců

Spánkové jámy a jařmové oblouky

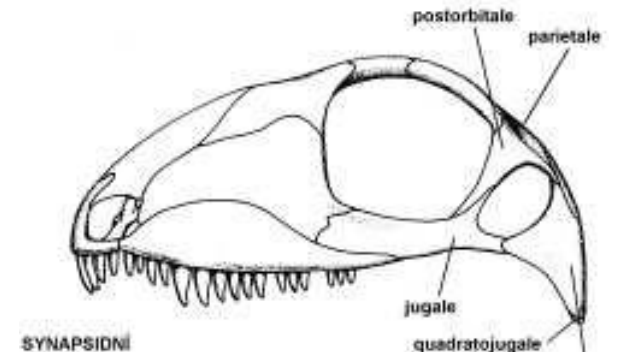


Integument a opěrná soustava obratlovců

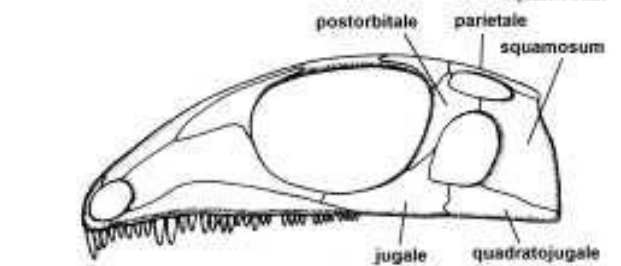
Spánkové jámy



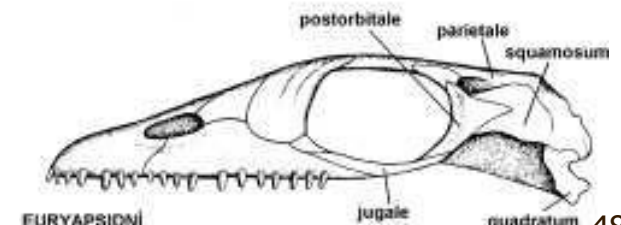
ANAPSIDNI



SYNAPSIDNI



DIAPSIDNI



EURYAPSIDNI

Kontakt: **postorbitale** a **squamosum**

Integument a opěrná soustava obratlovců



Australopithecus



člověk



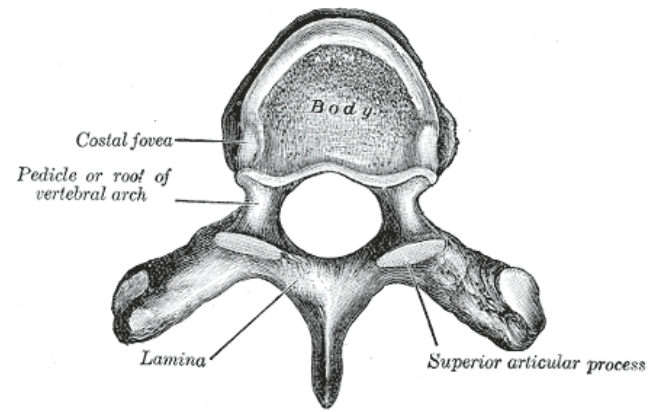
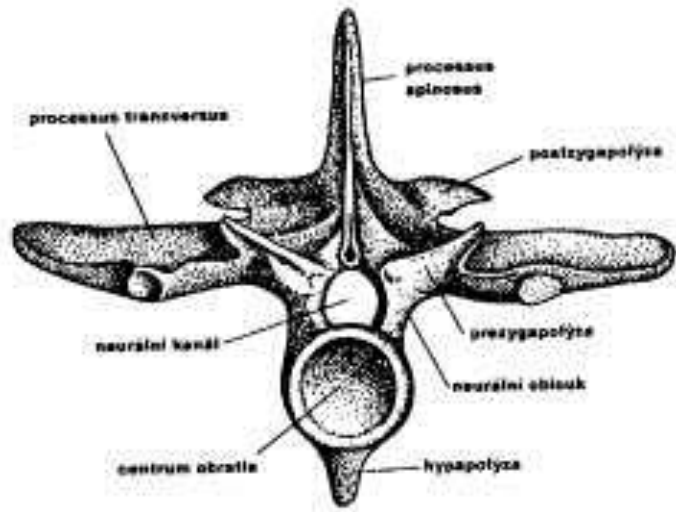
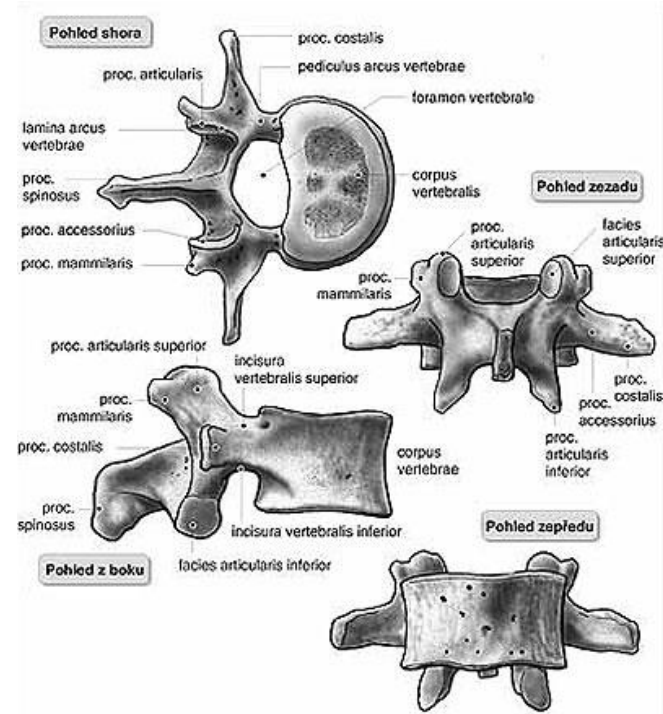
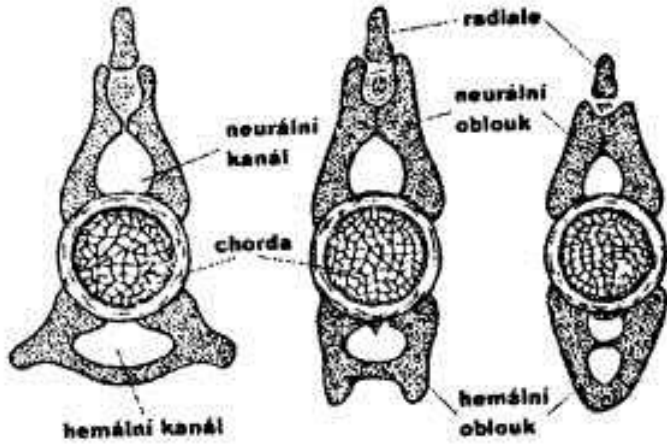
šimpanz

Integument a opěrná soustava obratlovců

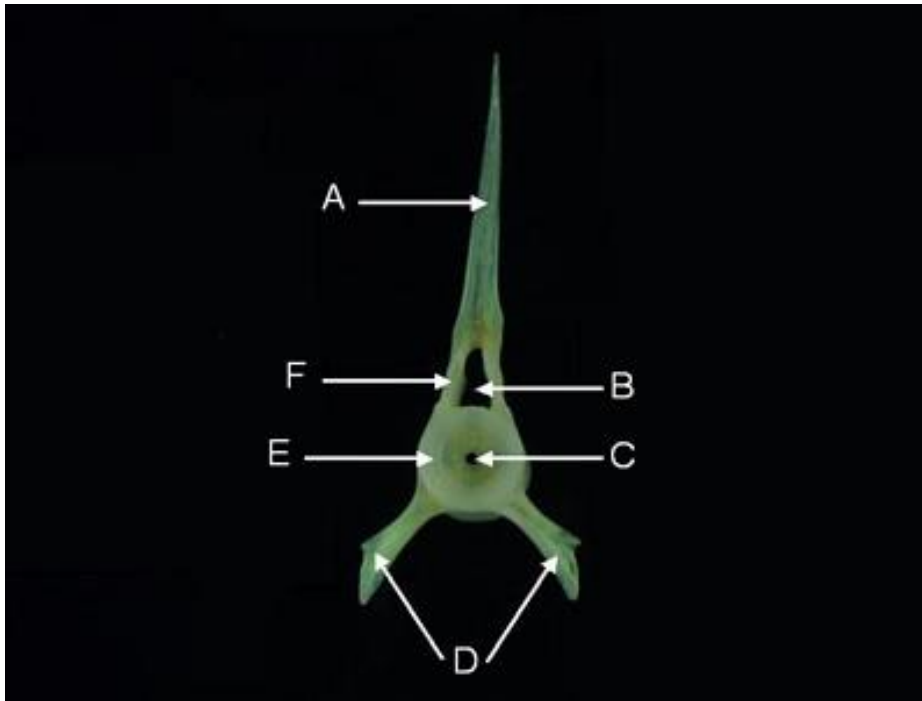


Integument a opěrná soustava obratlovců

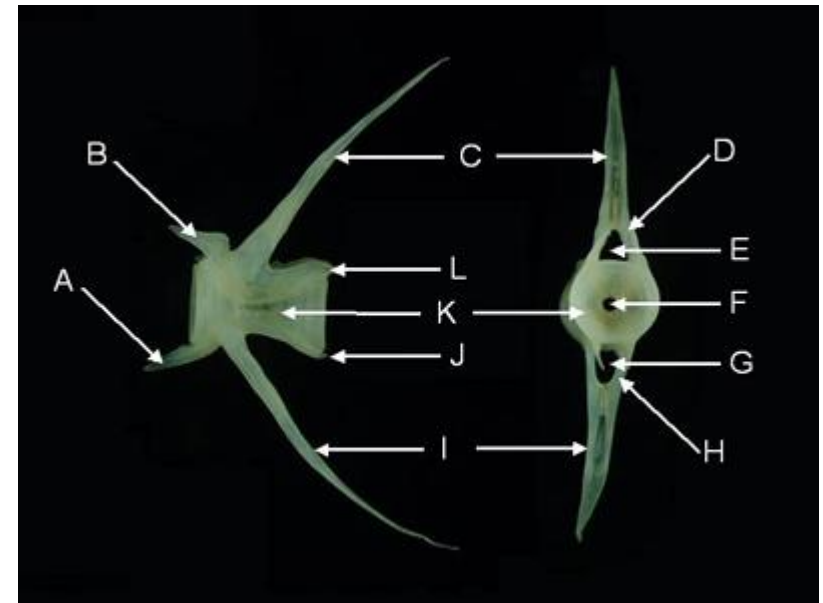
Obratle - vertebrae



Integument a opěrná soustava obratlovců



Precaudal vertebra. A = neural spine, B = neural canal, C = notochord canal, D = parapophyses, E = centrum, F = neural arch

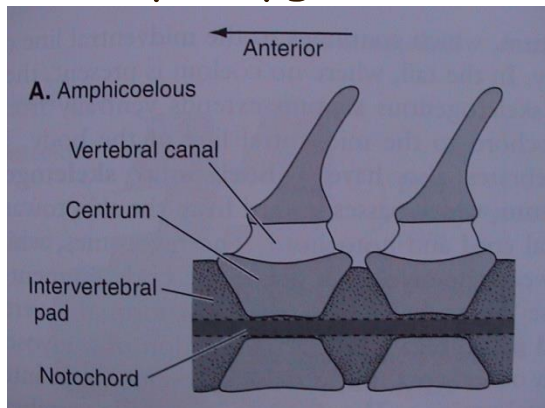


Caudal vertebra . A = ventral praezygapophysis, B = dorsal praezygapophysis, C = neural spine, D = neural arch, E = neural canal, F = notochord canal, G = hemal canal, H = hemal arch, I = hemal spine, J = ventral postzygapophysis, K = centrum, L = dorsal postzygapophysis.

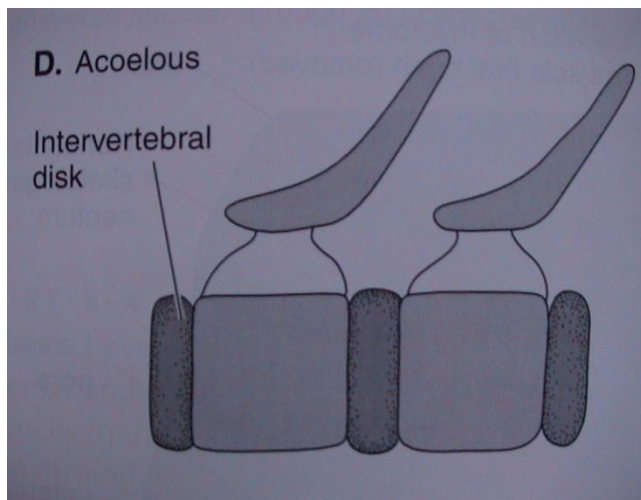
Integument a opěrná soustava obratlovců

Typy obratlů podle tvaru těl:

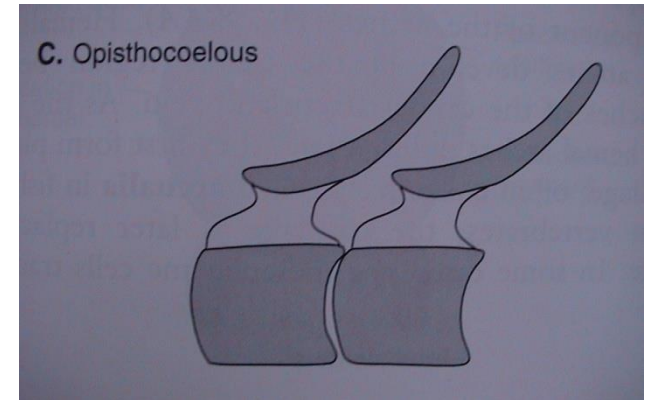
- amficélní (Chondrichthyes, Actinopterygii)



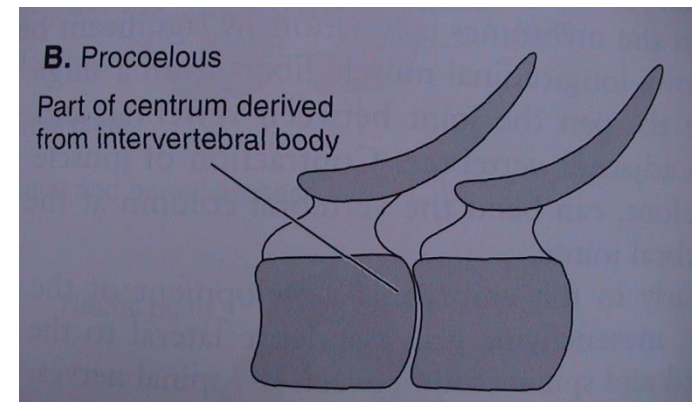
- platycélní (acélní, amfiplatní) (Mammalia)



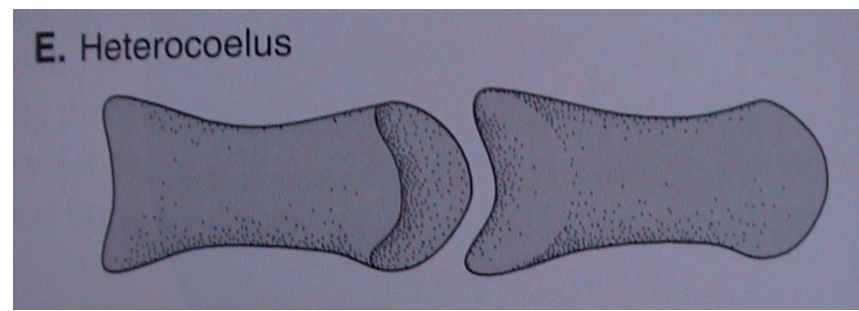
- opistocélní (Caudata)



- procélní (Anura, „Reptilia“)

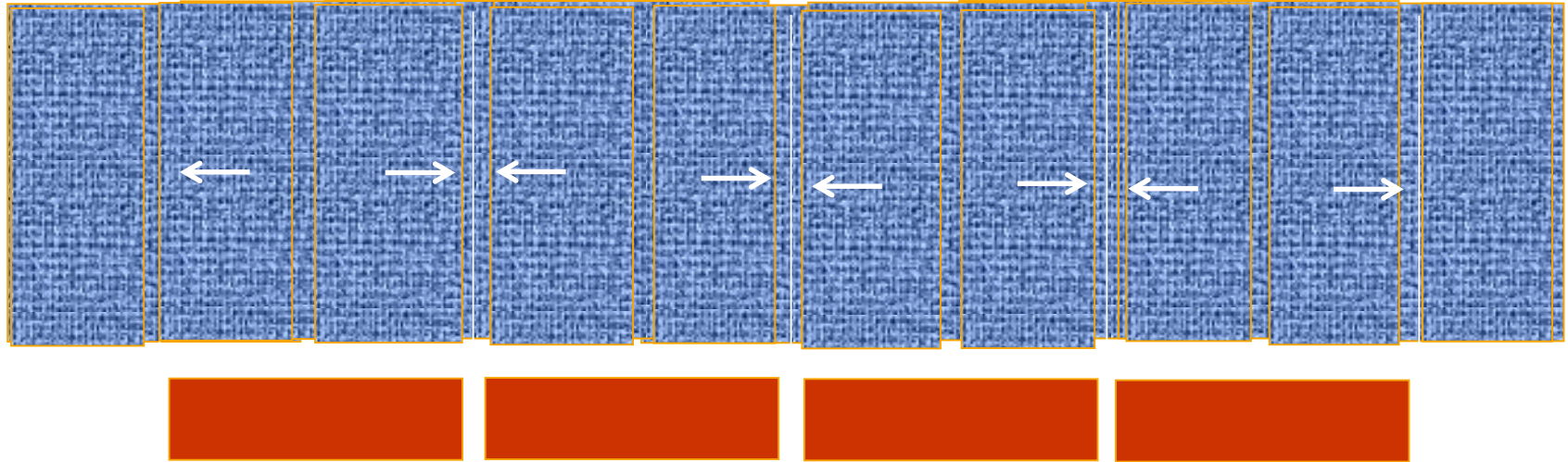


- heterocélní (Aves)



Integument a opěrná soustava obratlovců

Těla obratlů

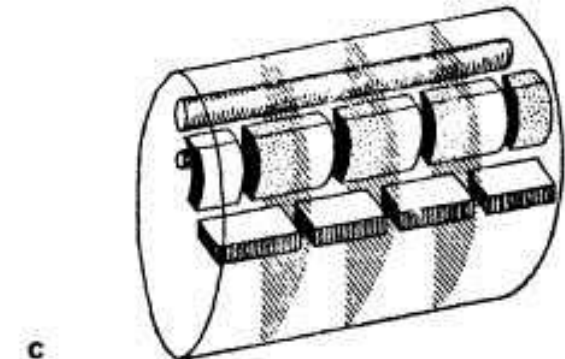
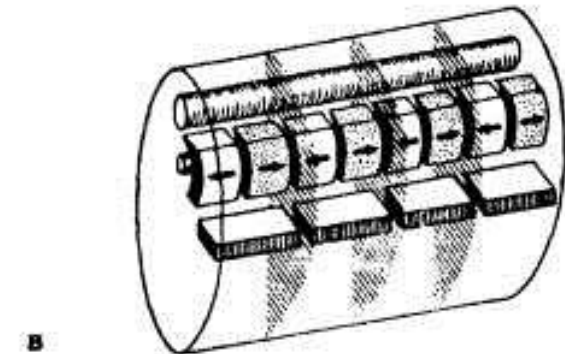
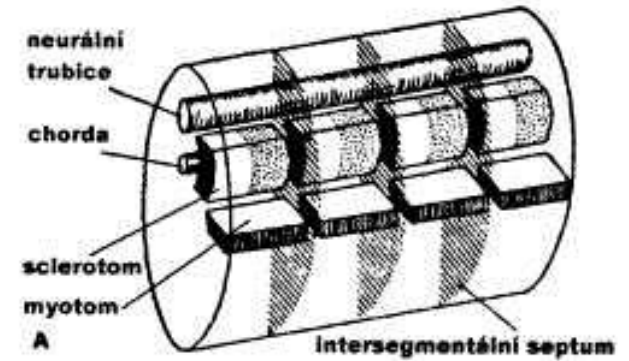
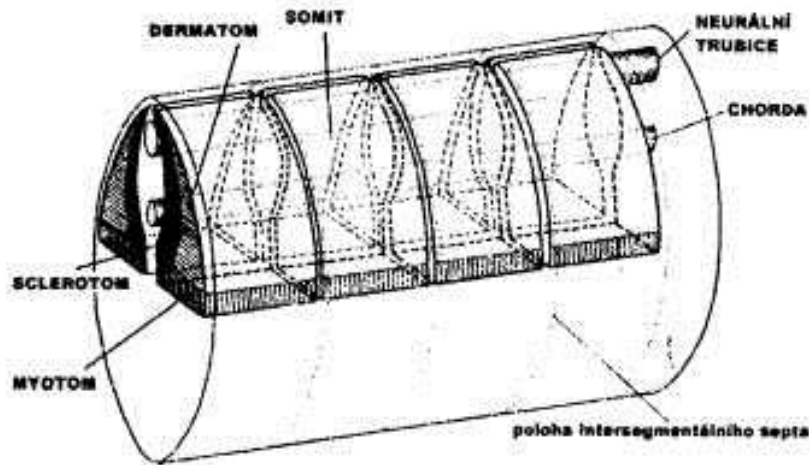


Myotom somitů

Intersegmentární pozice obratlů vzhledem k myotomu

Integument a opěrná soustava obratlovců

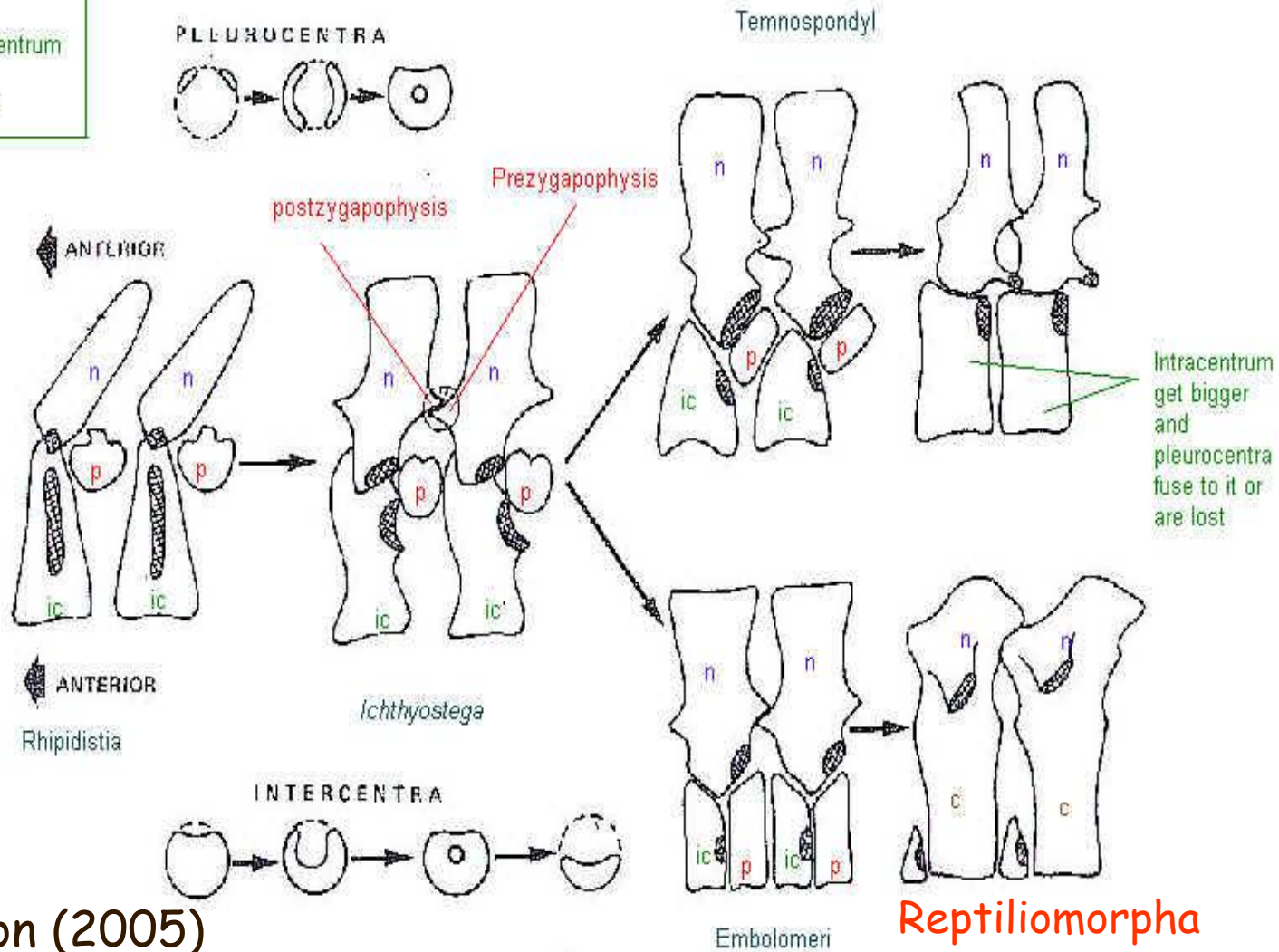
Resegmentace sklerotomu
(a jeho posun vůči myotomu)



Integument a opěrná soustava obratlovců

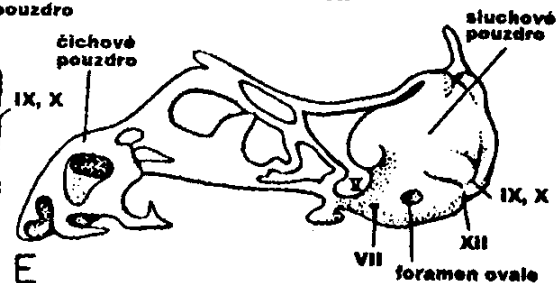
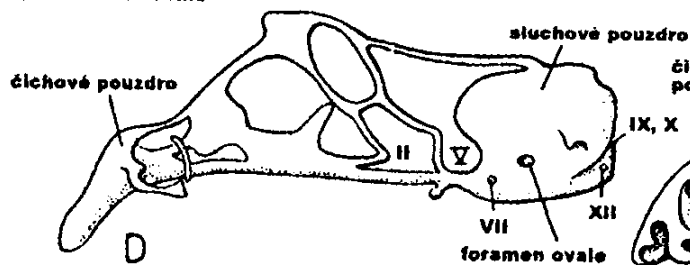
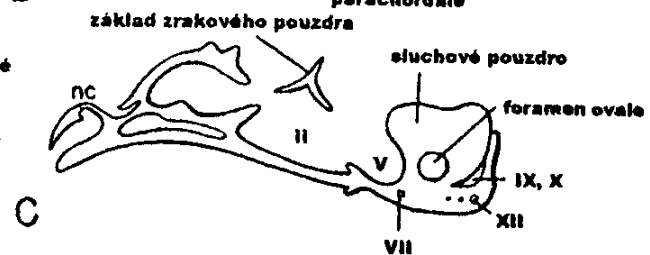
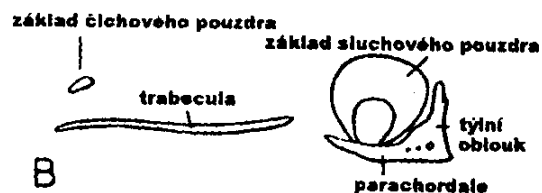
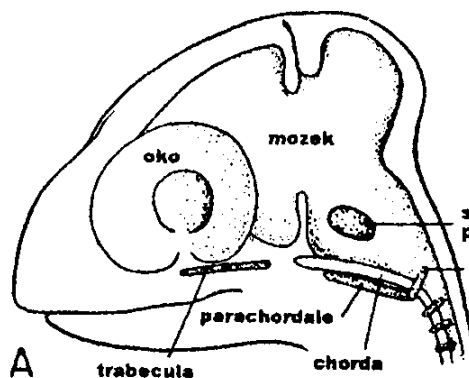
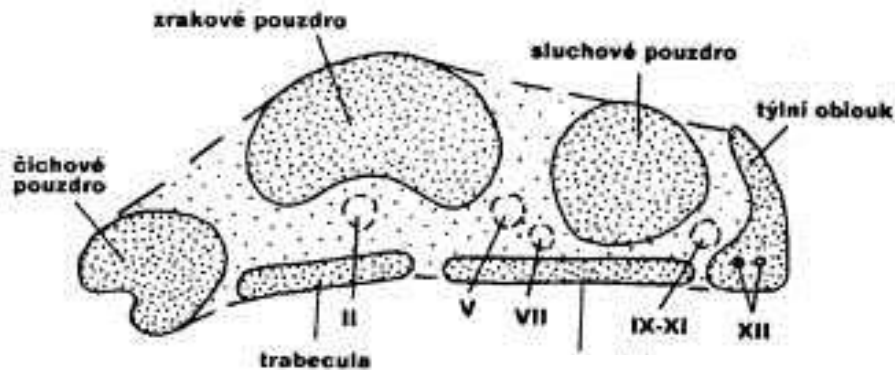
Obratle - vertebrae

n = neural arch
p = pleura centra
ic = intercentrum
c = centra



Benton (2005)

Integument a opěrná soustava obratlovců



Integument a opěrná soustava obratlovců

pololebka (mihule)

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

otica

orbitalis

ethmoidalis

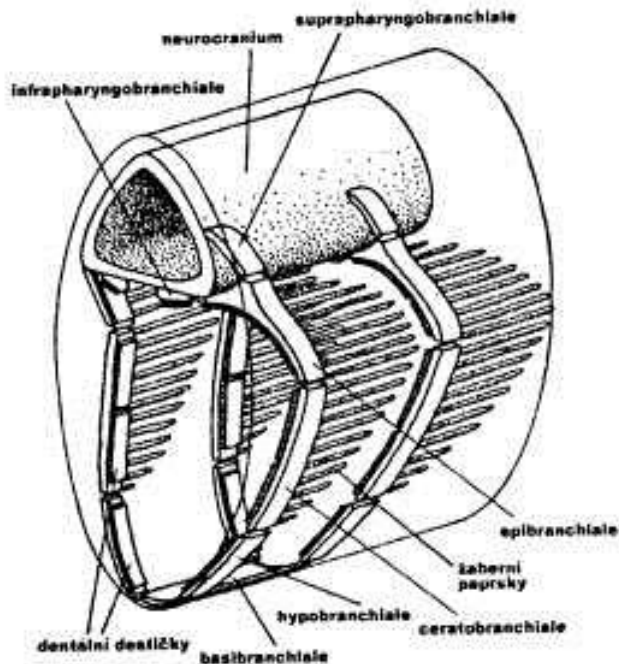
- kostěné neurocranium : v komplexu **sphenoidale** (lebeční báze)
spodina lebeční: ethmosphenoidale, praesphenoid, basisphenoid + basioccipitale
vertikální stěny: turbinalia, orbitosphenoid, alisphenoid, exoccipitale

EXOSKELET

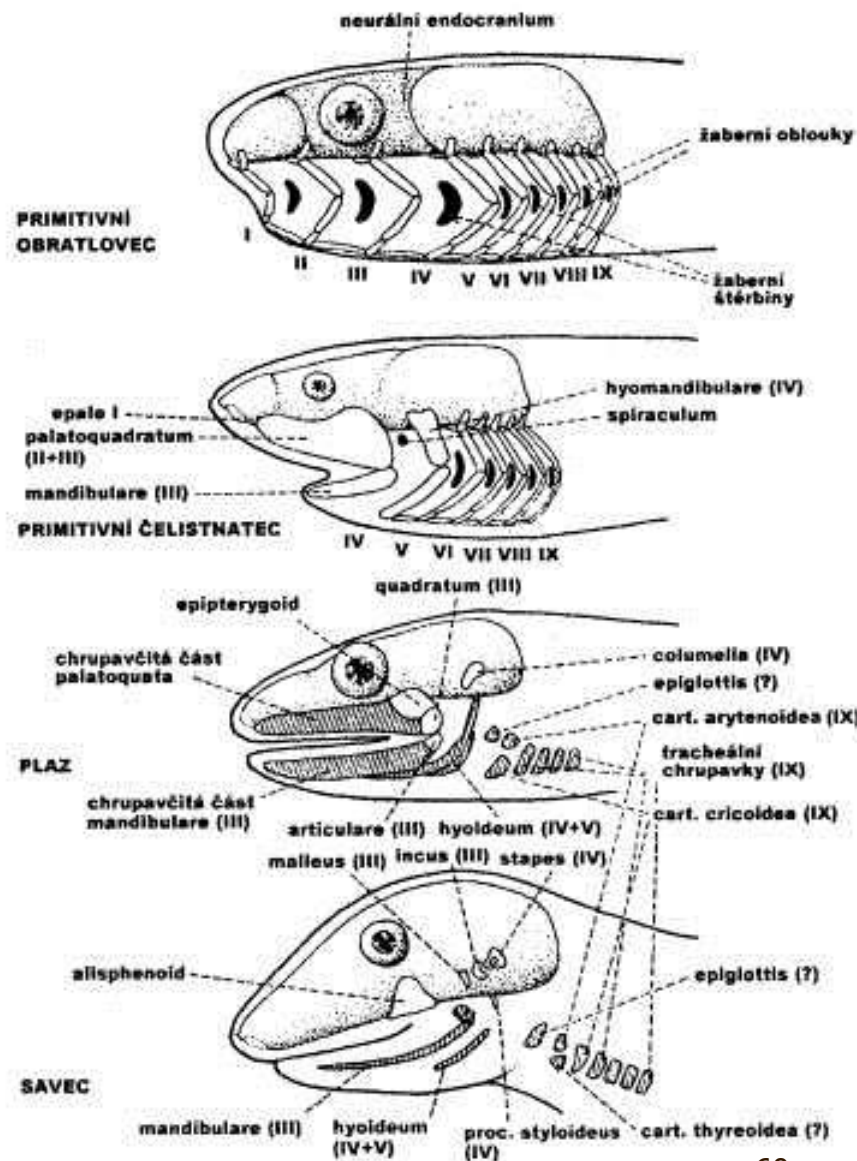
- lebeční klenba: nasale, frontale, parietale, jugale, lacrimale,
intertemporale, supratemporale, squamosum
- patrový komplex: pterygoidy, parasphenoid, vomer, ossa palatina

Opěrná soustava obratlovců

VISCEROCRANIUM



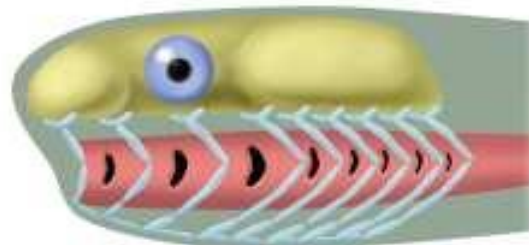
Žaberní oblouk:
 suprahyngobranchiale,
 infrahyngobranchiale, epibranchiale,
 ceratobranchiale, hypobranchiale,
 basibranchiale



Opěrná soustava obratlovců

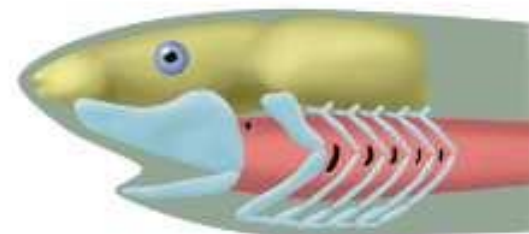
Evoluce lícní části lebky
(viscerokrania)

kambrium
-520 mil. let



bezčelistní

ordovik/silur
-440 mil. let



čelistnatci

devon
-360 mil. let

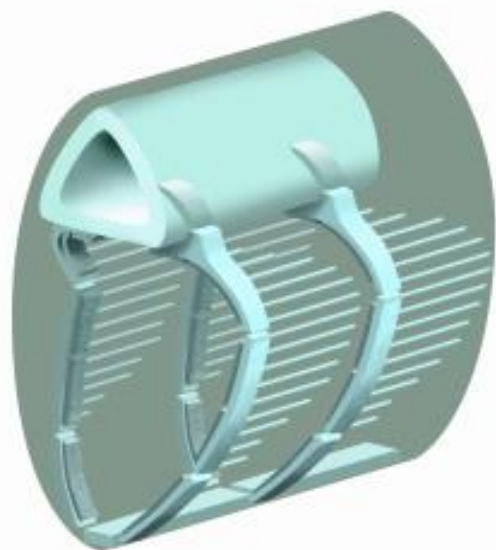


tetrapodi

trias
-210 mil. let



savci



Opěrná soustava obratlovců

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)

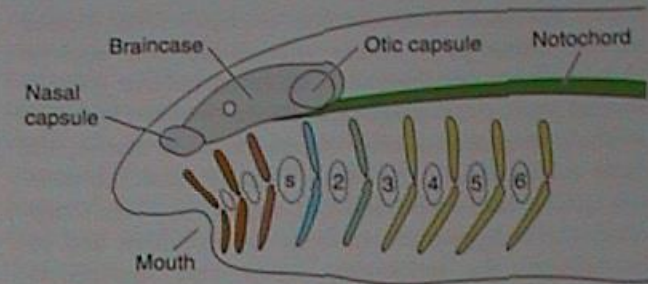
4.-6. opora žaber (vodní) - chrupavky hrtanu
(Tetrapoda)

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

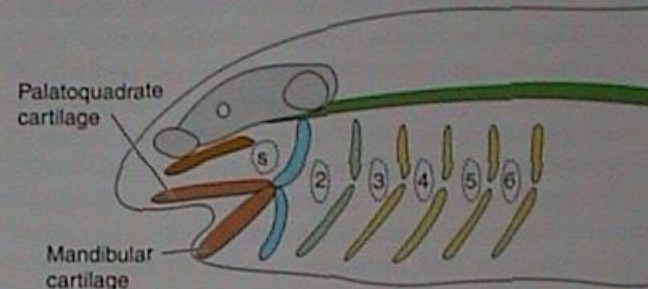
EXOSKELET (dermální) - jen kostěný

horní čelist: praemaxillare, maxillare

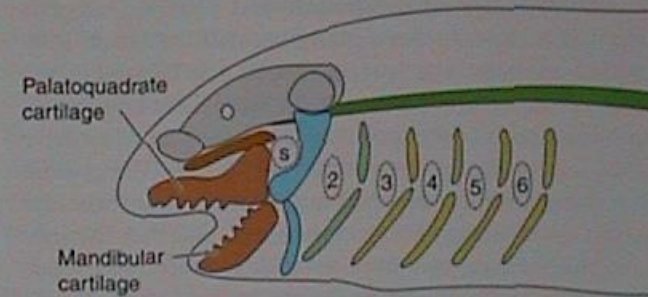
dolní čelist: dentale (mandibula), angulare



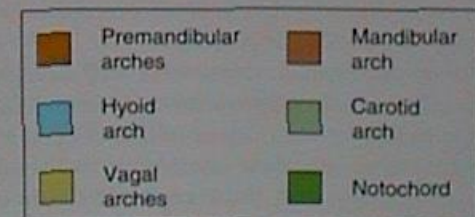
A. Hypothetical jawless condition



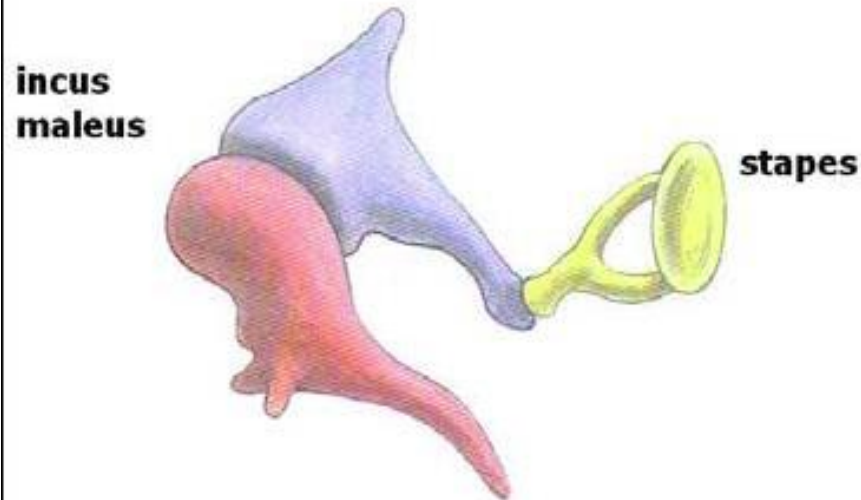
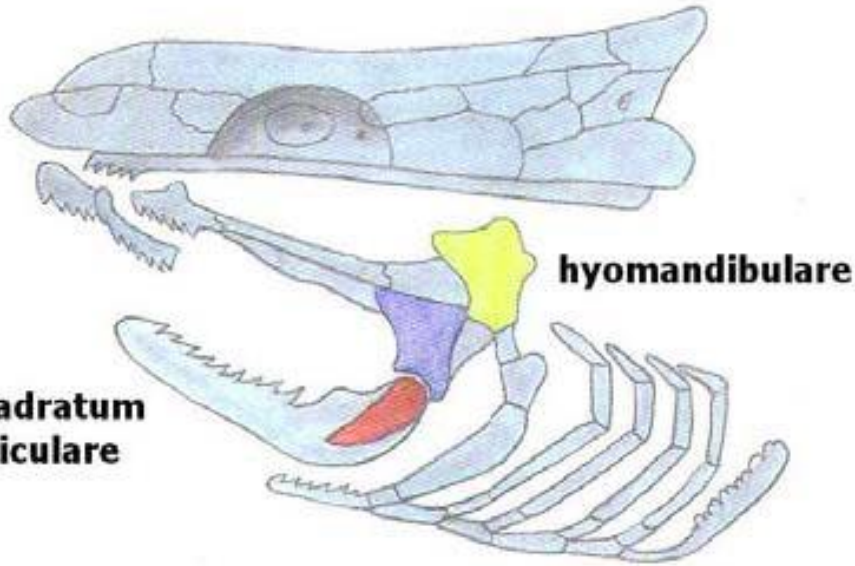
B. Mandibular arch functions as jaws



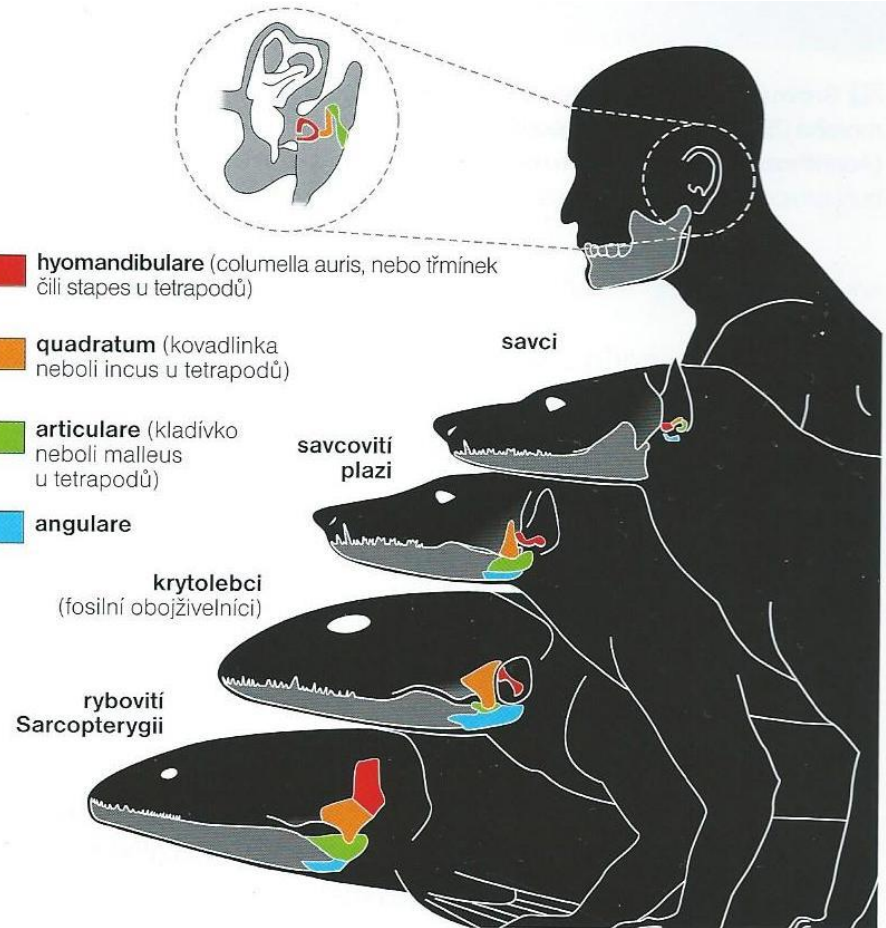
C. Jaws associated with braincase



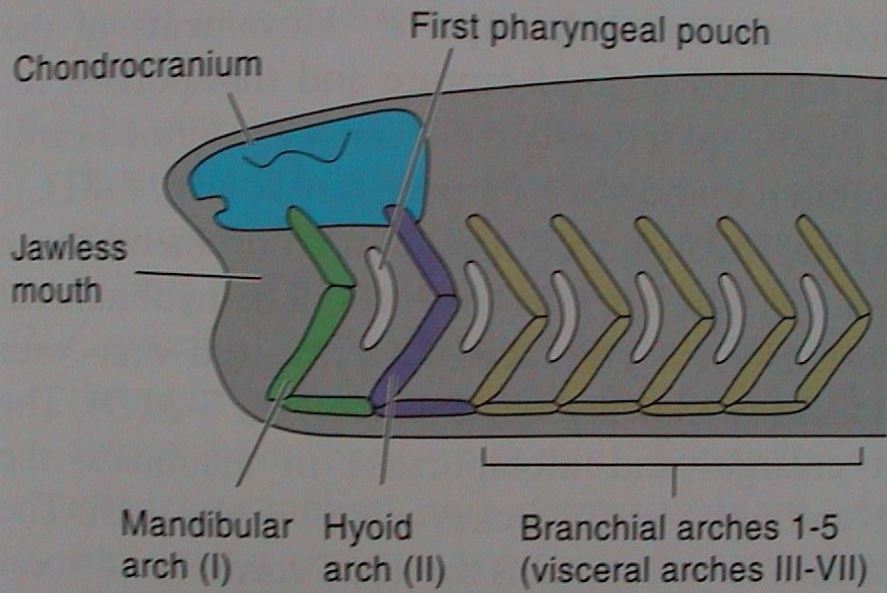
Opěrná soustava obratlovců



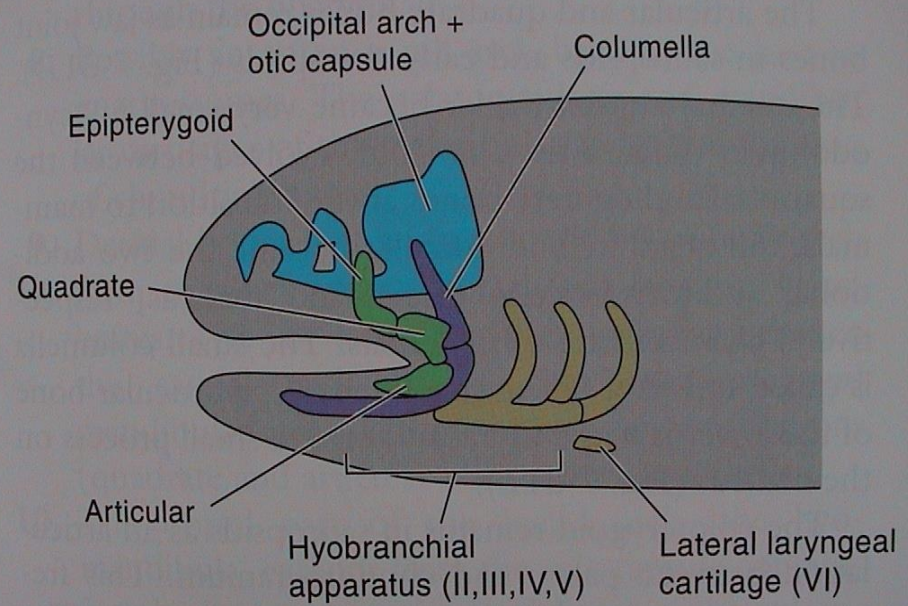
- **hyomandibulare** (columella auris, nebo třímínek čili stapes u tetrapodů)
- **quadratum** (kovadlinka neboli incus u tetrapodů)
- **articulare** (kladívko neboli malleus u tetrapodů)
- **angulare**



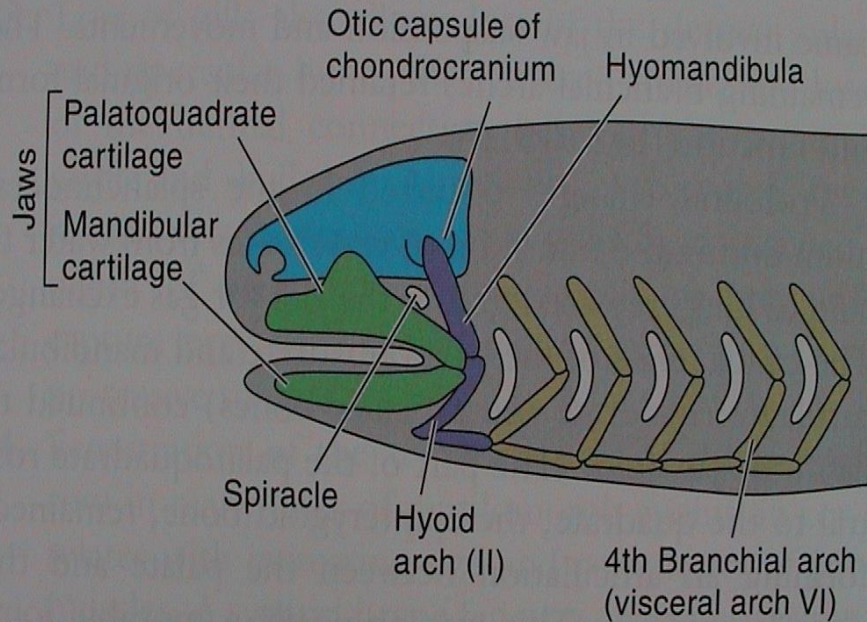
původ sluchových kůstek savců
(Gaupp - Reichertova teorie)



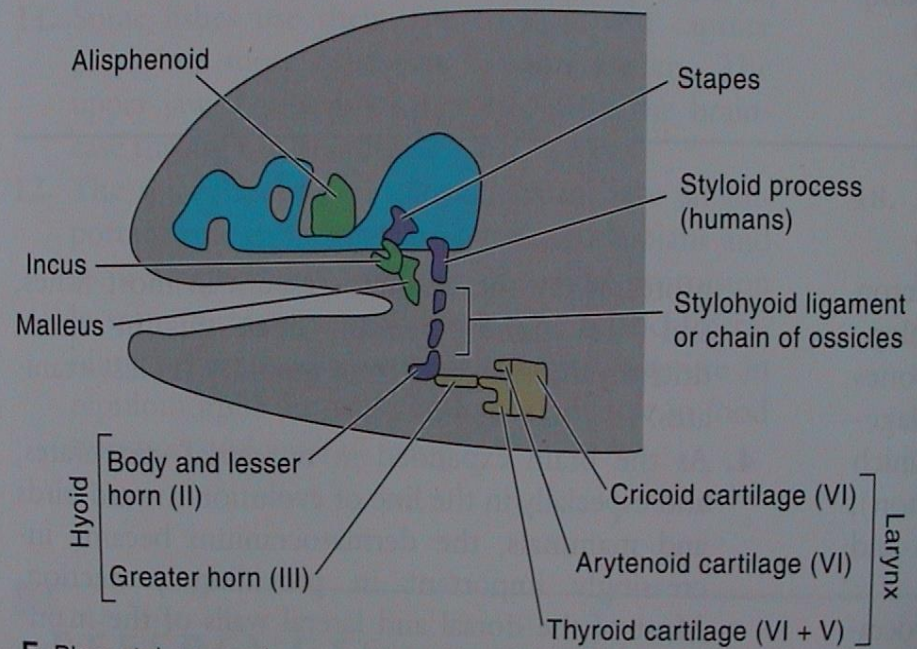
A. Hypothetical jawless condition



C. Hypothetical early tetrapod

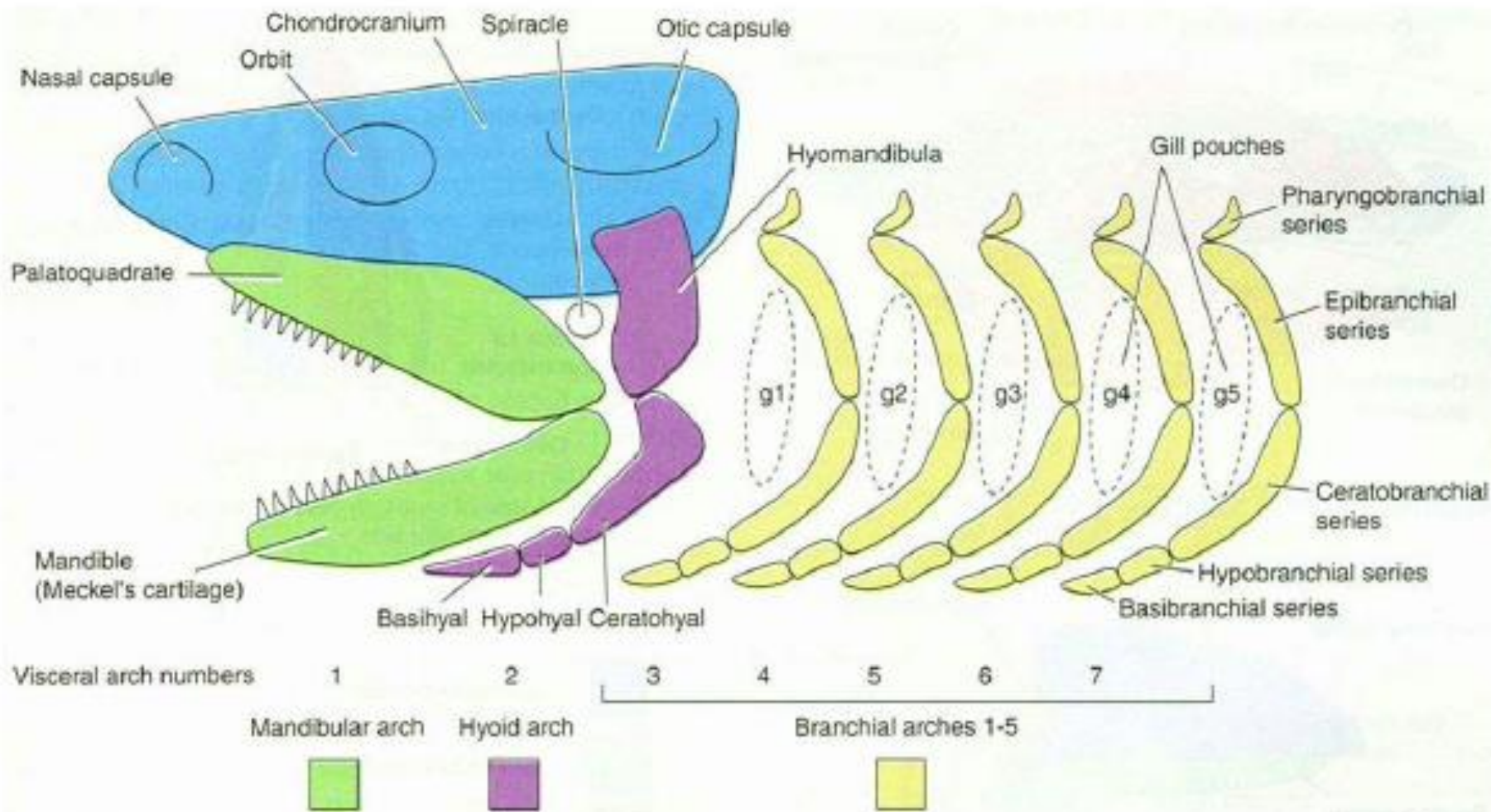


B. Gnathostome



E. Placental mammal

Opěrná soustava obratlovců

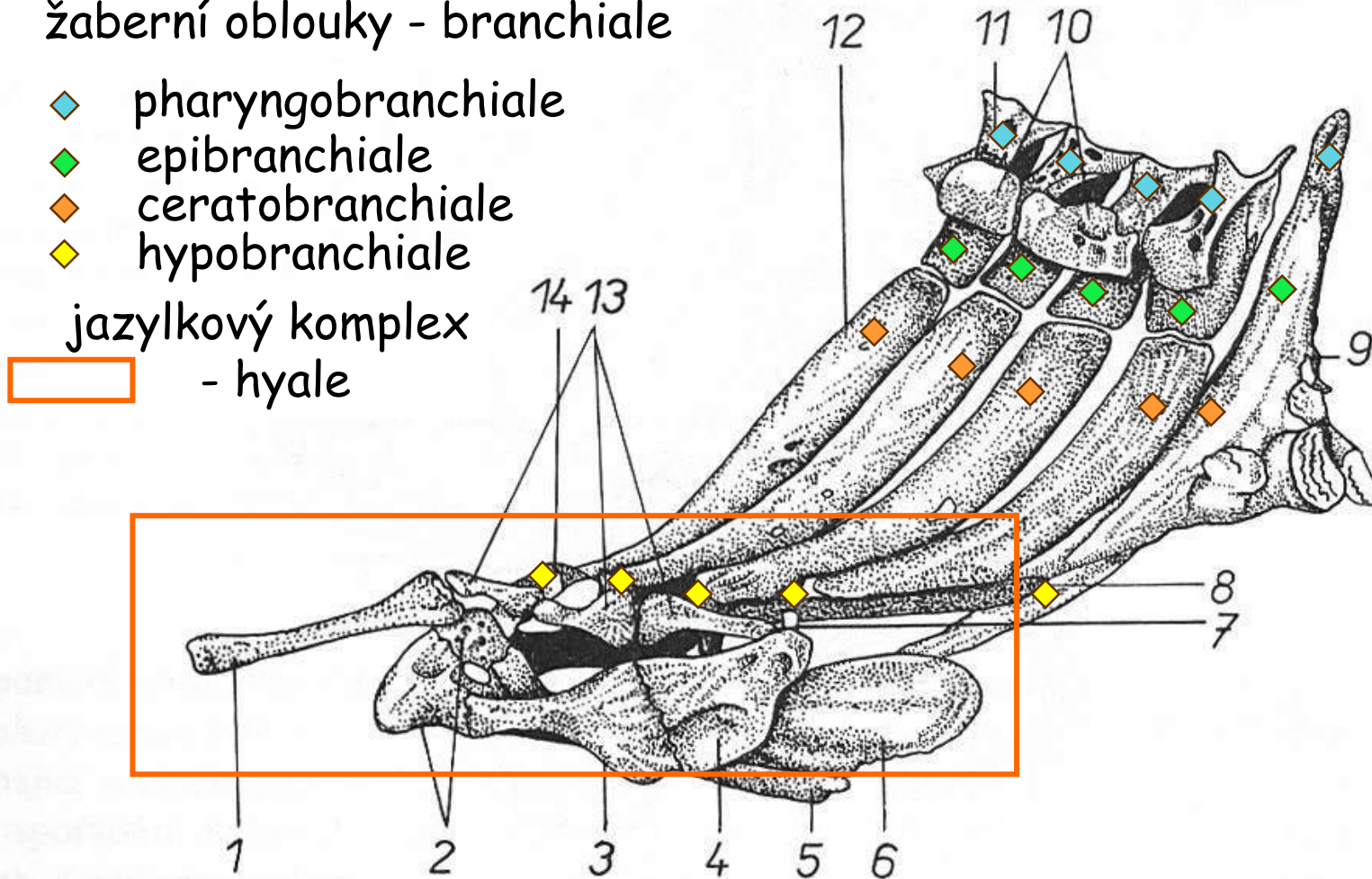


Opěrná soustava obratlovců

žaberní oblouky - branchiale

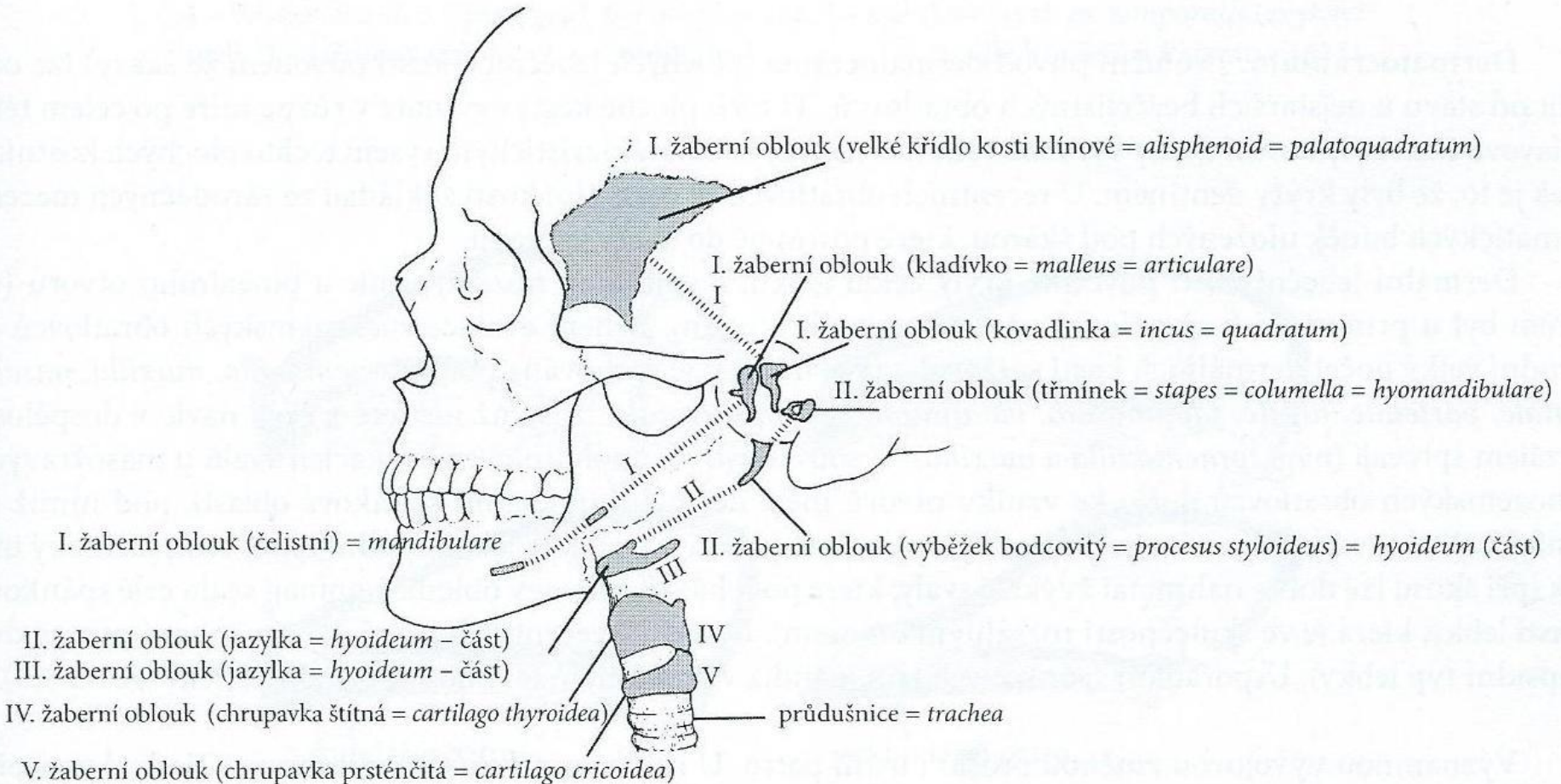
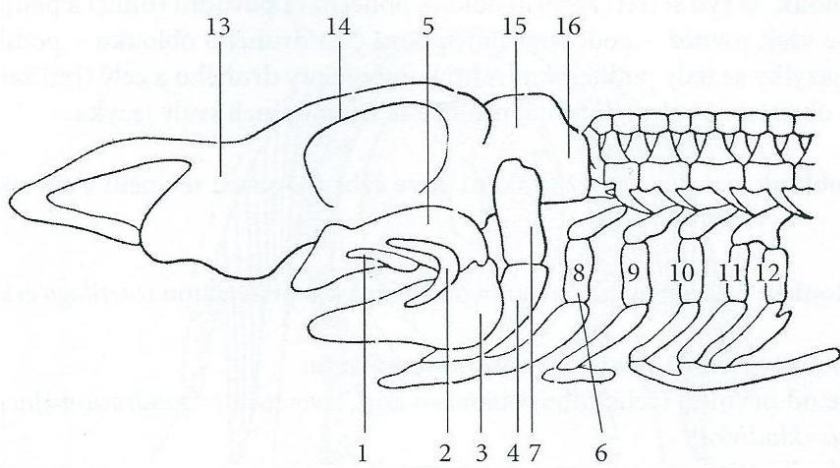
- ◆ pharyngobranchiale
- ◆ epibranchiale
- ◆ ceratobranchiale
- ◆ hypobranchiale

jazykový komplex
- hyale



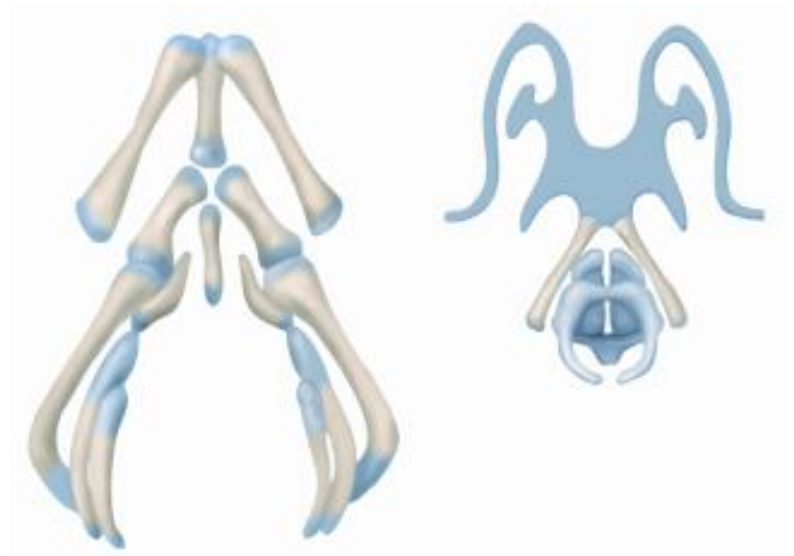
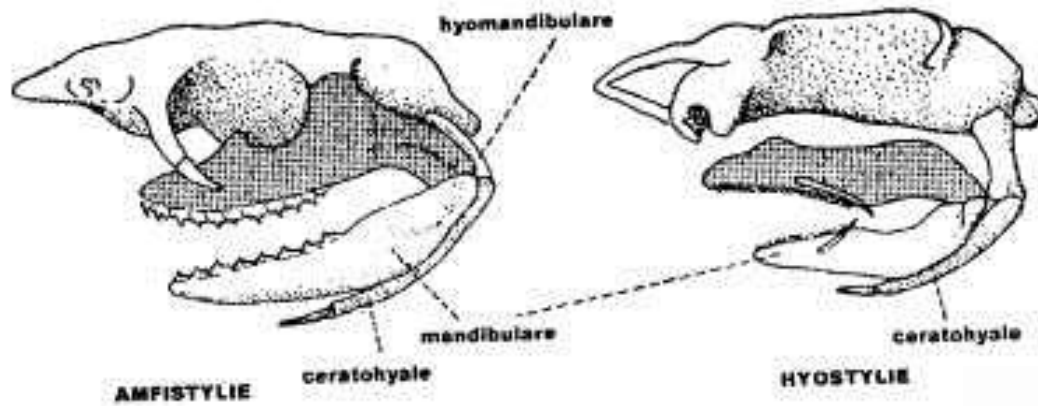
Obr. 29. Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) – kostra žaberního ústrojí z boční strany. 1 – basihyale; 2 – hypohyale; 3 – ceratohyale; 4 – epihyale; 5 – urohyale; 6 – hřeben urohyale; 7 – interhyale; 8 – chrupavčitá podpurná tyčinka; 9 – os pharyngeum, kost požeráková; 10 – pharyngobranchiale; 11 – epibranchiale;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

Opěrná soustava obratlovců



Opěrná soustava obratlovců

Modifikace viscerokrania



Opěrná soustava obratlovců



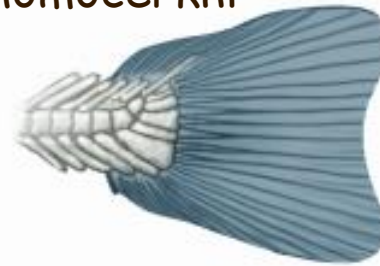
heteroceršní



homoceršní



homoceršní

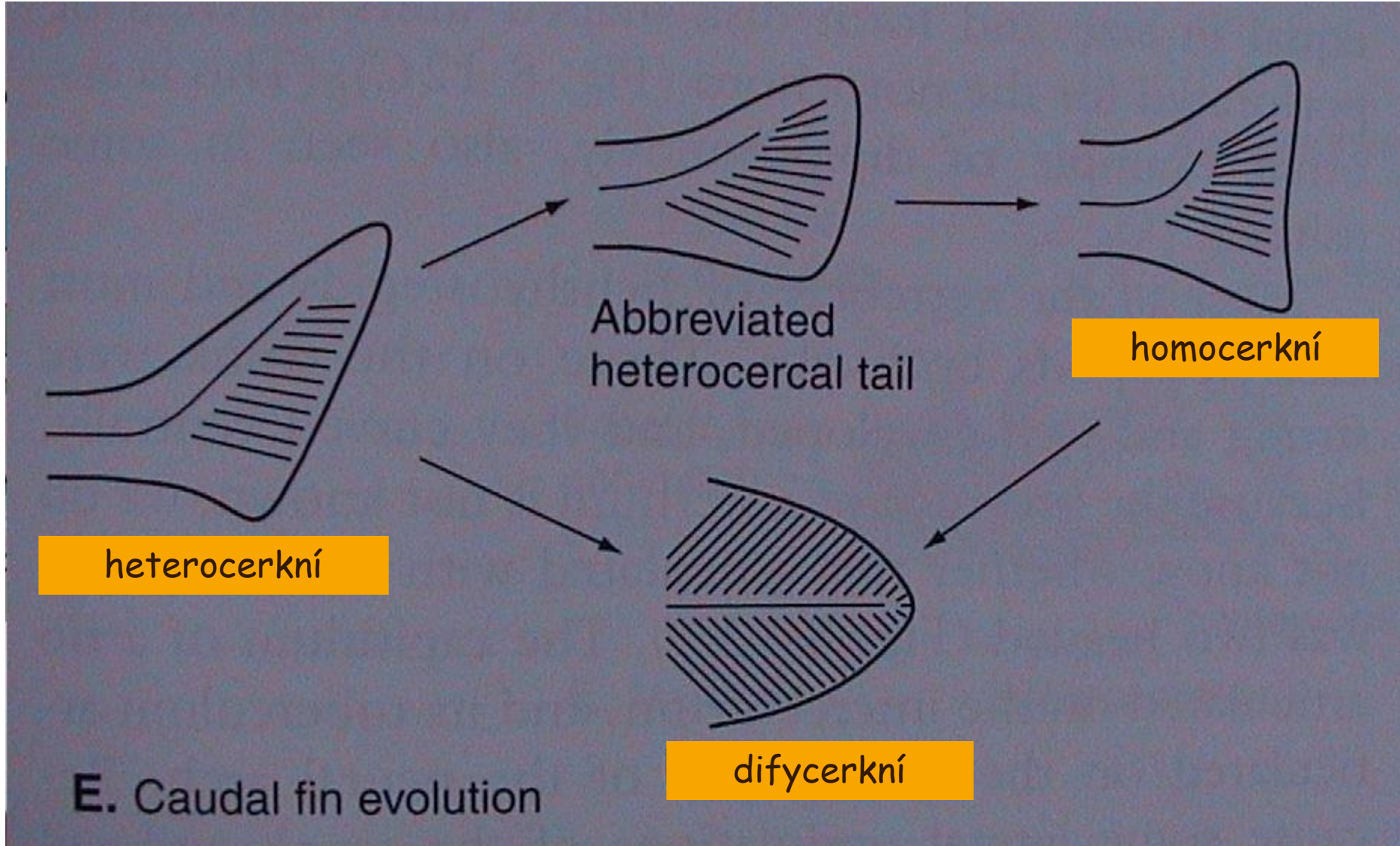


difyceršní



Opěrná soustava obratlovců

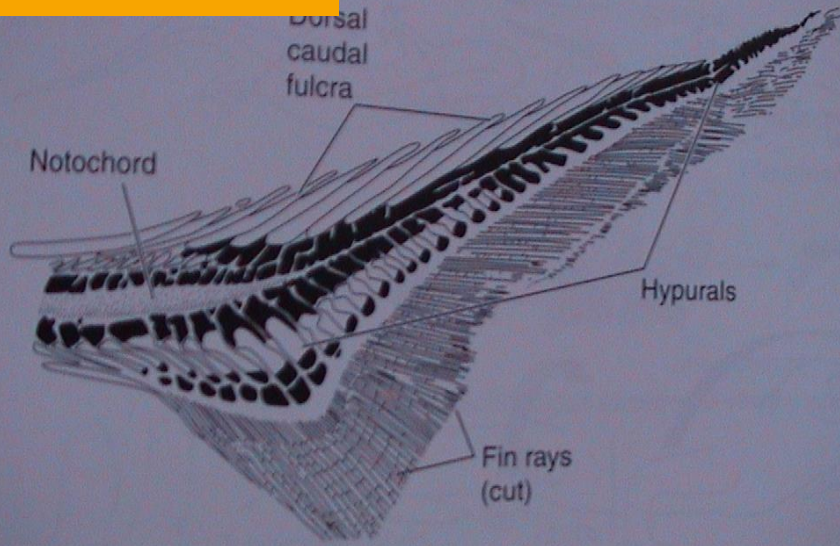
pinna caudalis



Opěrná soustava obratlovců

pinna caudalis

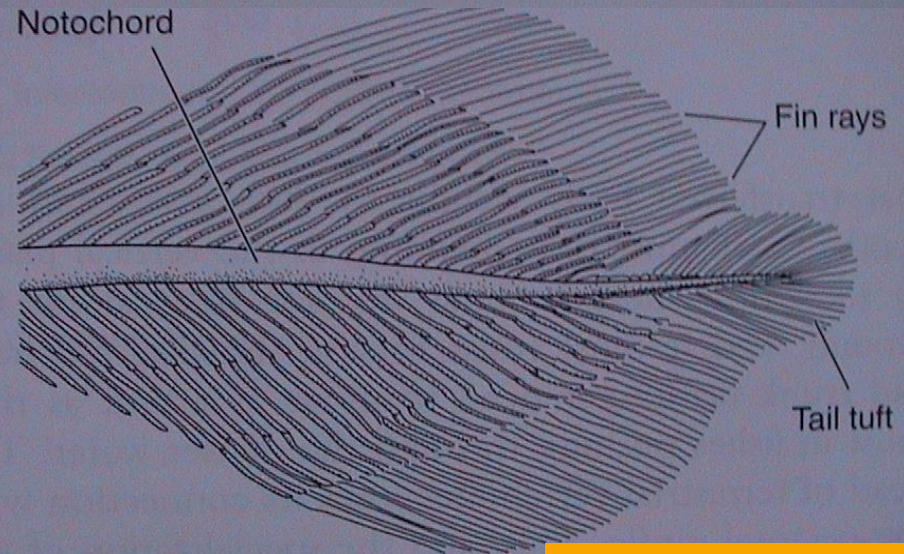
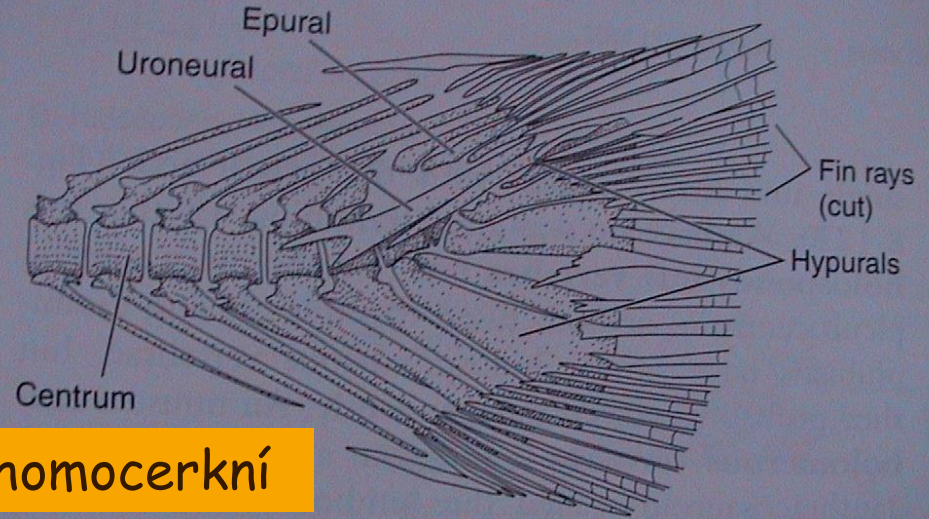
heteroceršní



A. Caudal skeleton of *Polyodon* (heterocercal)

urostyl
hypuralia

homoceršní



D. Caudal skeleton of *Latimeria* (diphyrcal)

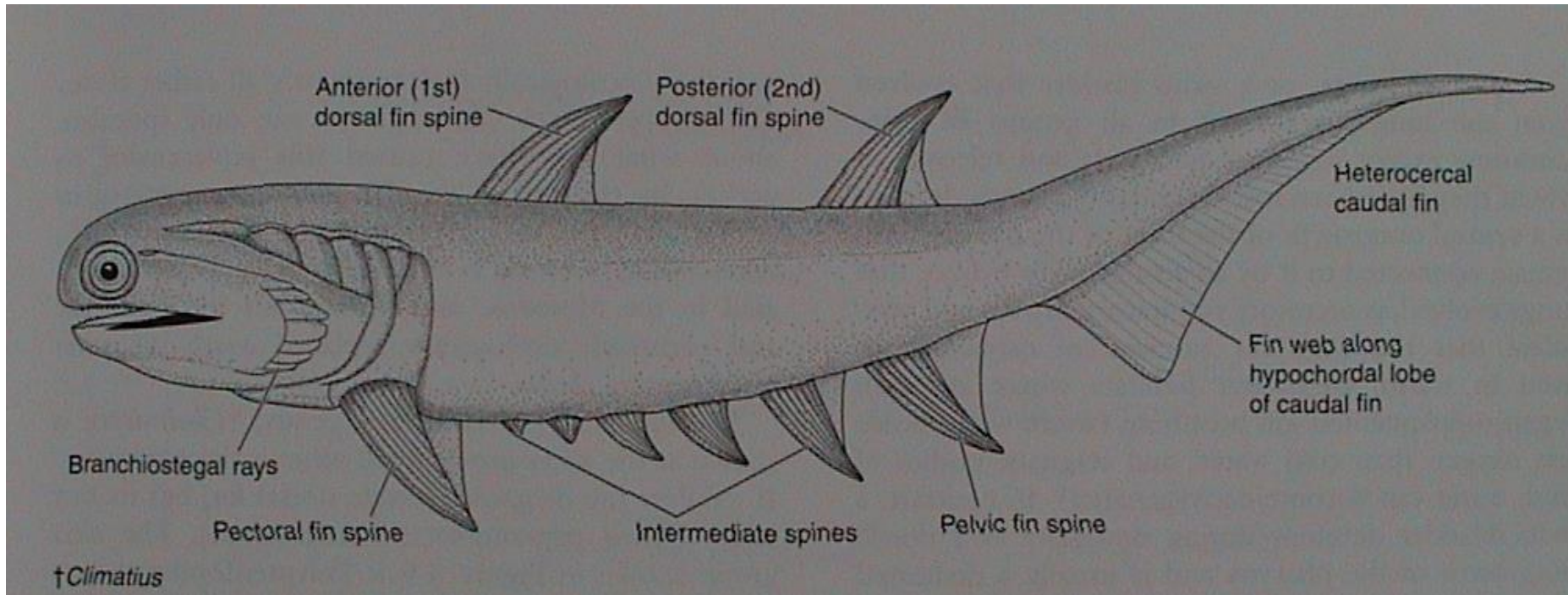
difyrcšní

Opěrná soustava obratlovců

Vznik párových ploutví

metapleurová teorie:

rozpad párového ploutevního lemu (metapleur)



Opěrná soustava obratlovců

Chondrichthyes

pinnae pectorales

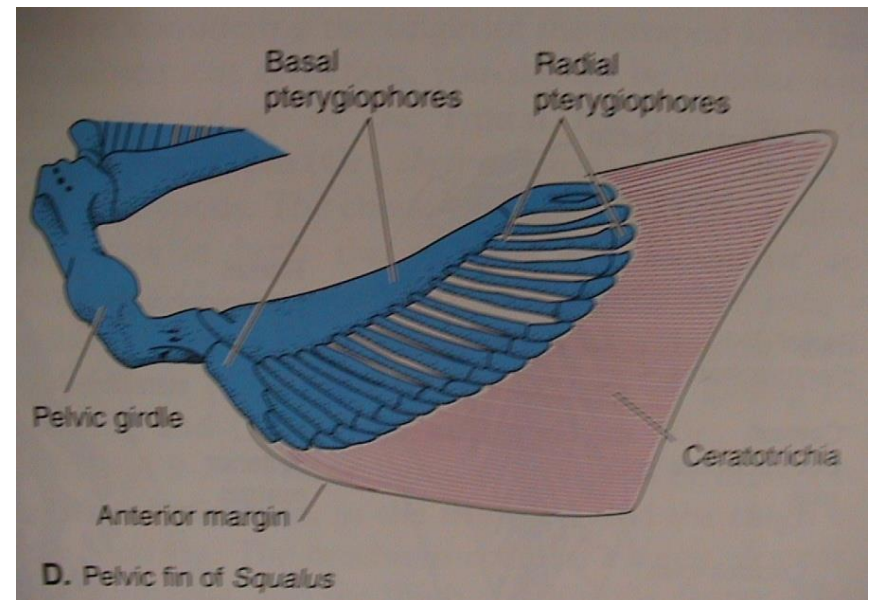
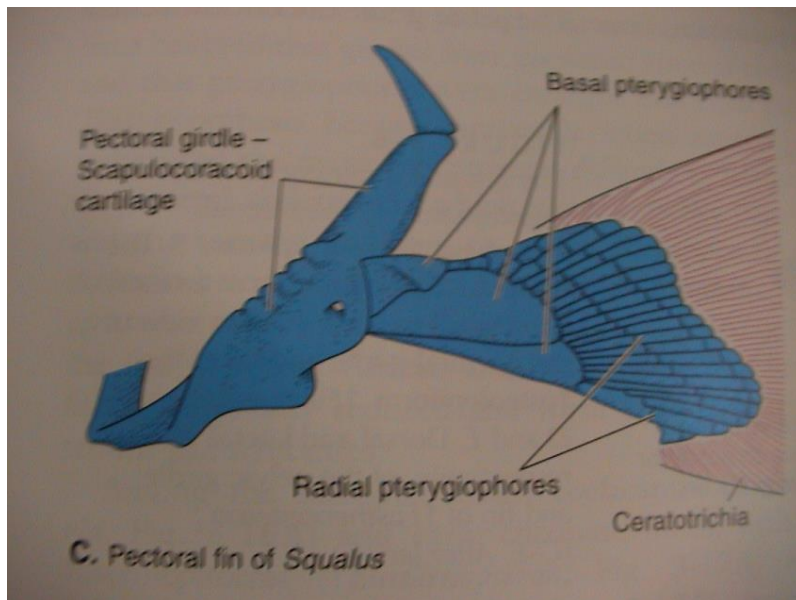
pásmo: coracoscapulare = scapulocoracoid
(k lebeční bázi)

volná končetina:

basalia, radialia
ceratotrichia

pinnae ventrales

ischiopubicum (k páteři)
= puboischiadicum



Opěrná soustava obratlovců

Sarcopterygii (archipterygium)

pinnae pectorales

pinnae ventrales

pásmo: scapulocoracoid („Rhipidistia“)
scapula + coracoid (Dipnoi)
clavicula, (interclavicula)
komplex cleithrum

pelvis (ilium, pubis)

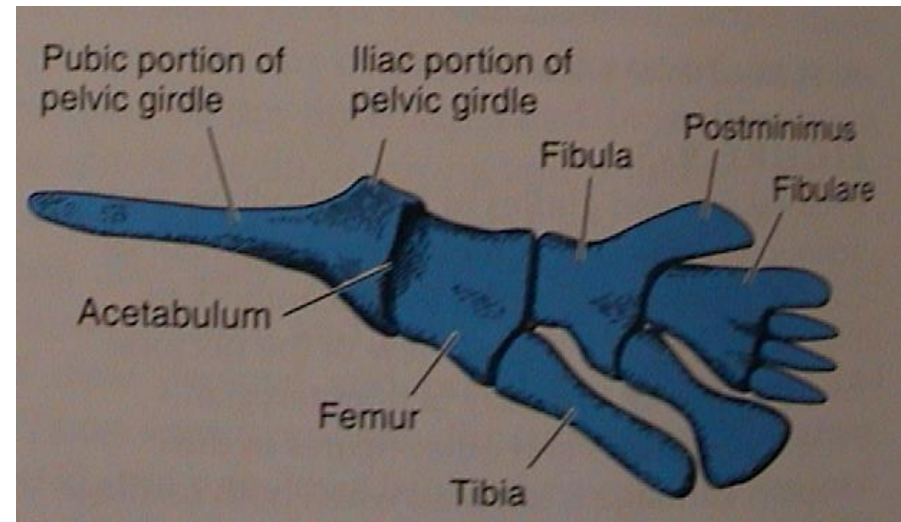
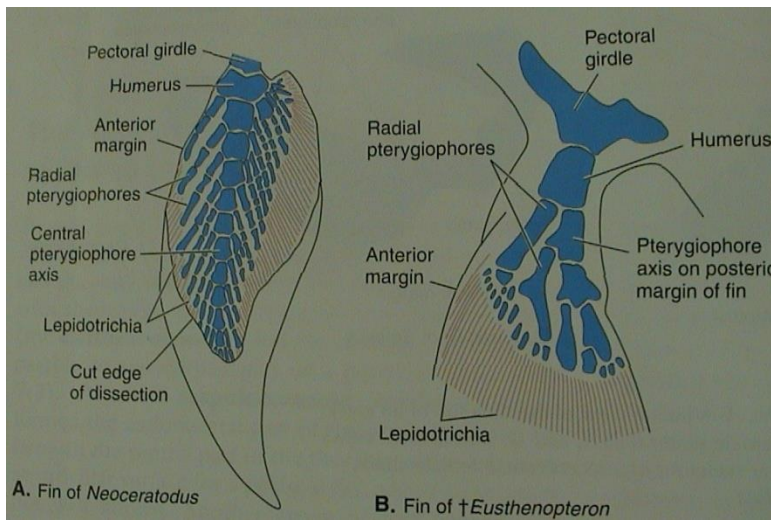
volná končetina:

basalia, radialia
lepidotrichia (camptotrichia)

biseriální

uniseriální

uniseriální



Opěrná soustava obratlovců

Actinopterygii

pinnae pectorales

pásmo: scapulocoracoid

clavicula (jen u starobylých)
komplex cleithrum

volná končetina:

jen zkrácená radialia
prodloužená lepidotrichia

pinnae ventrales

basipterygium

jen prodloužená lepidotrichia

Opěrná soustava obratlovců

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)

tarsalia (12)

metacarpalia (5)

metatarsalia (5)

digiti (5?)

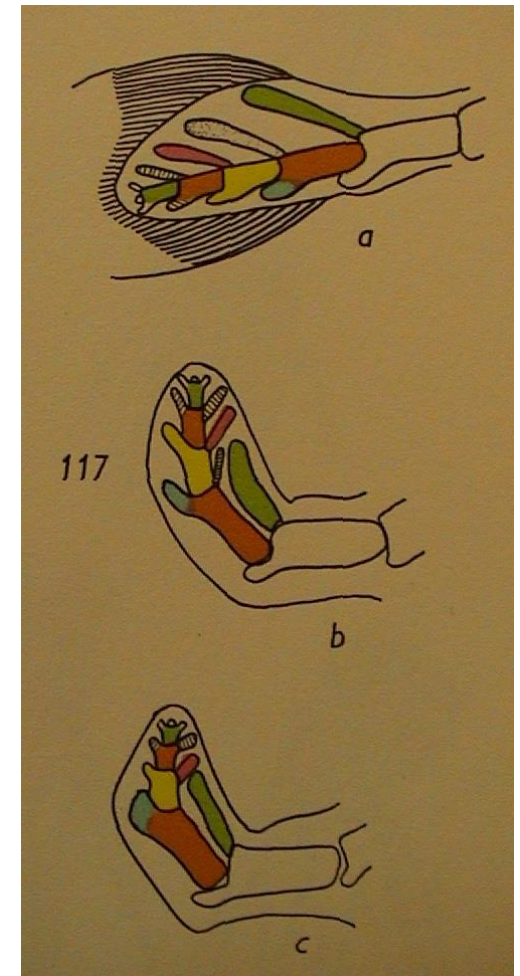
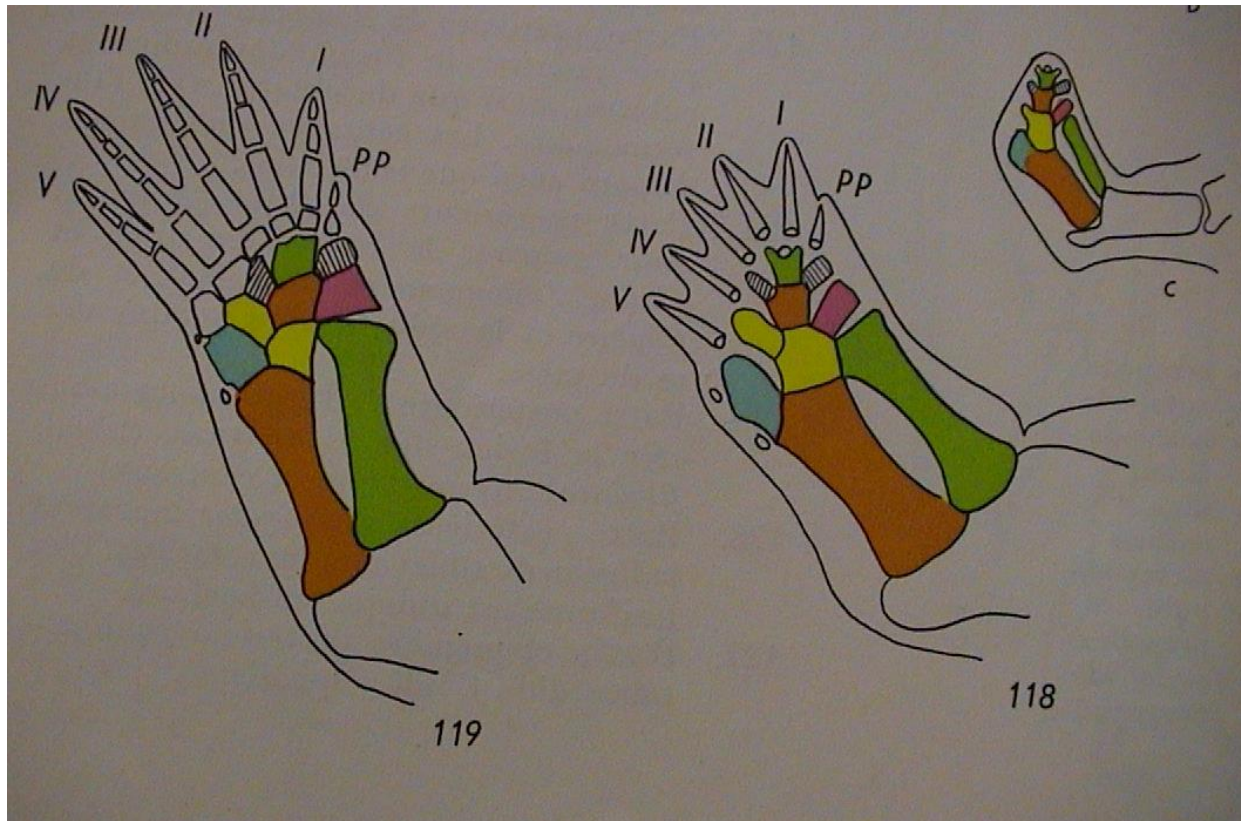
digiti (5?)

2-3-4-5-3

2-3-4-5-4

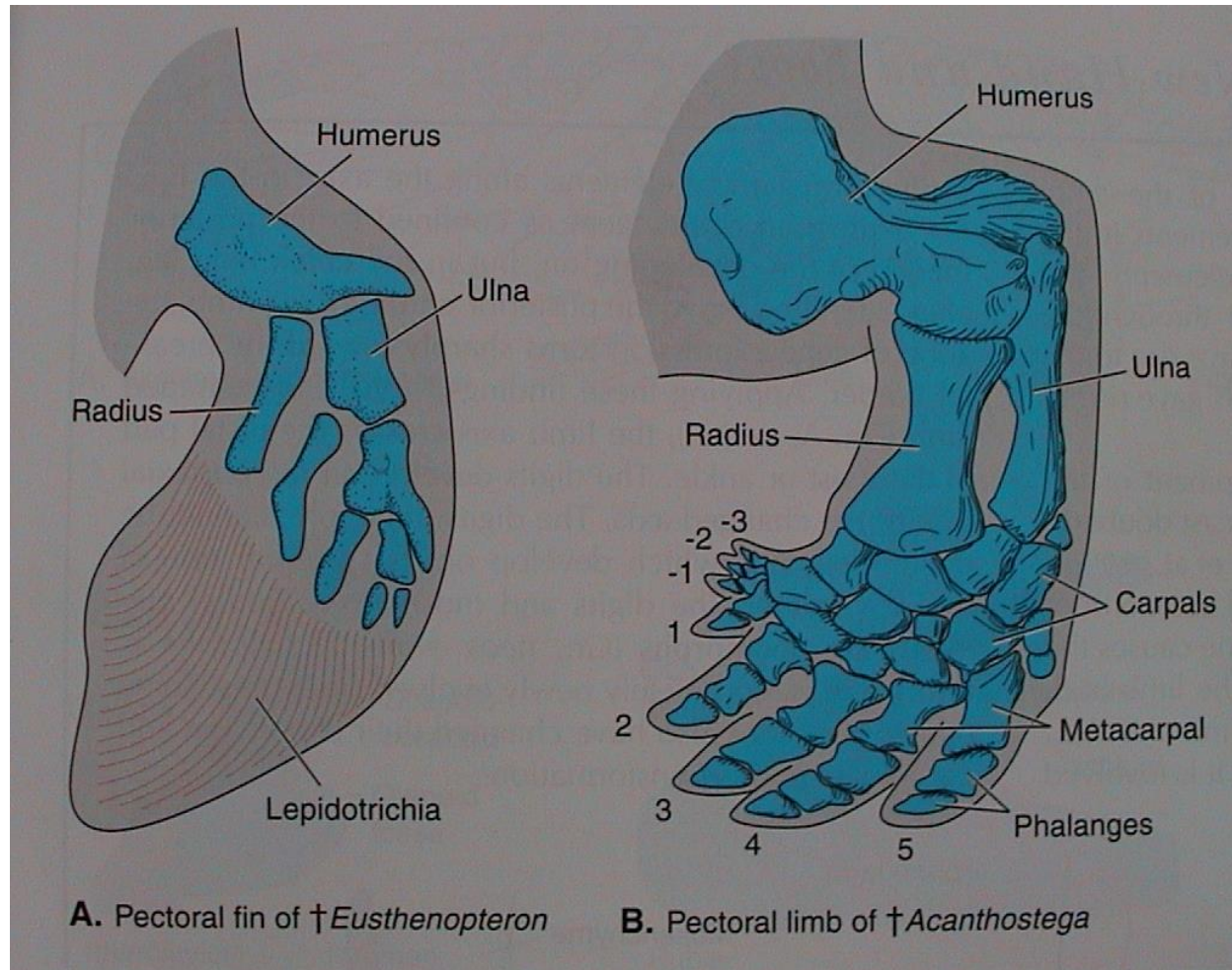
Opěrná soustava obratlovců

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



Opěrná soustava obratlovců

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



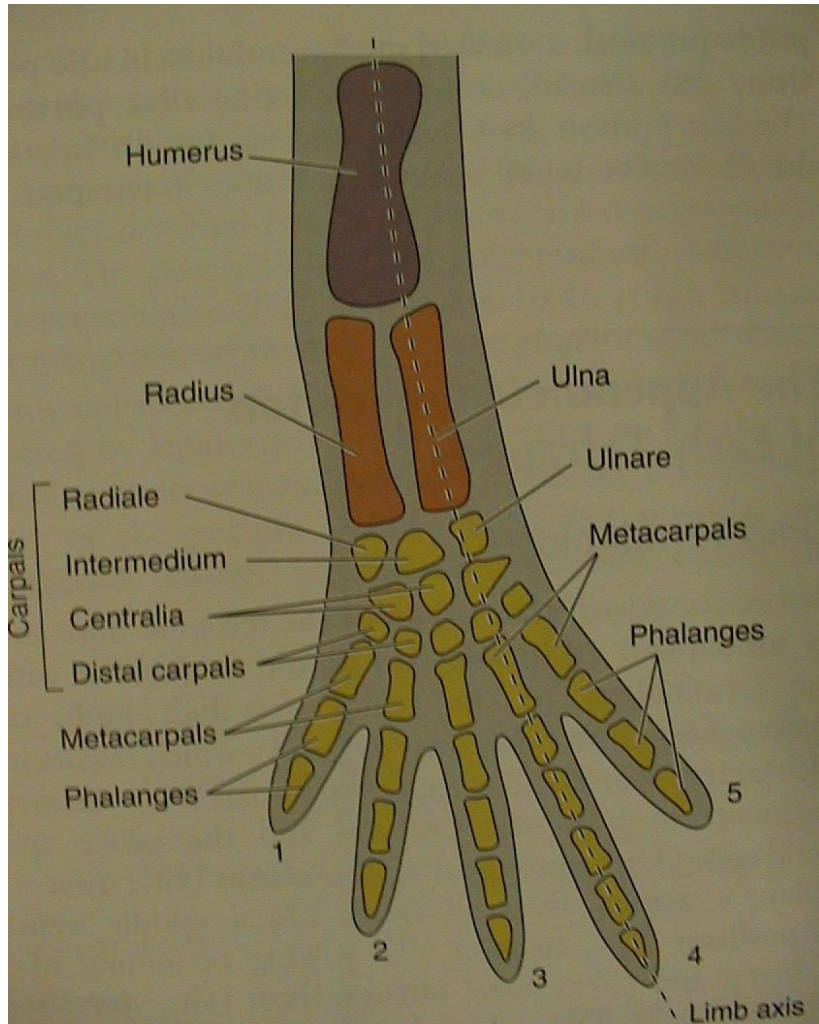
A. Pectoral fin of †*Eusthenopteron*

B. Pectoral limb of †*Acanthostega*

Opěrná soustava obratlovců

Tetrapoda

přední (anterior)



zadní (posterior)

