



Vývojová morfologie živočichů

II.

Integument a opěrná soustava



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



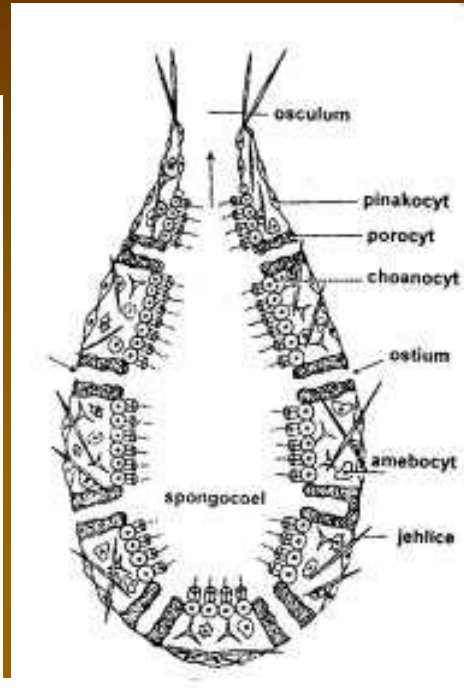
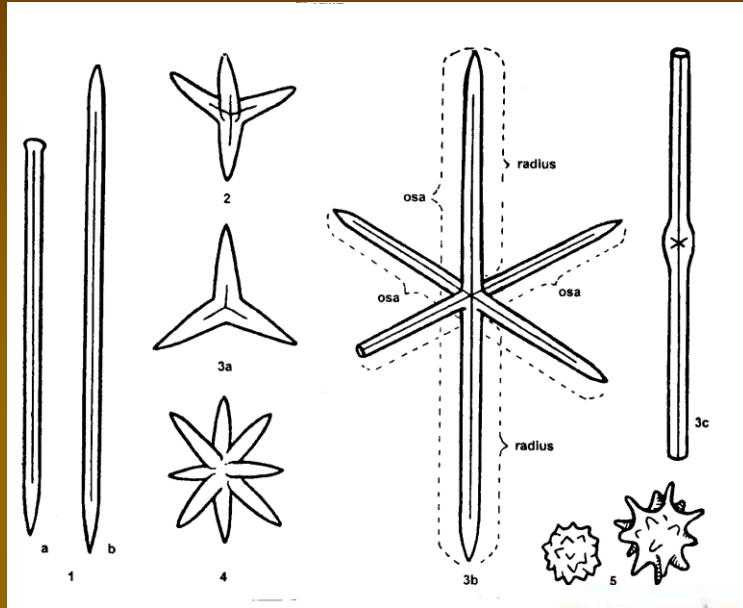
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



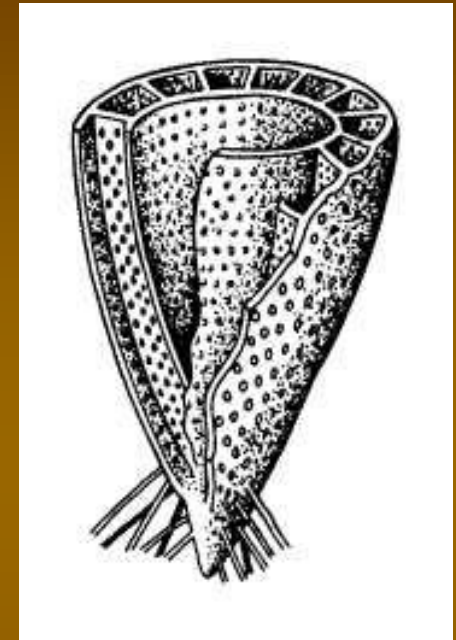
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Integument a opěrná soustava

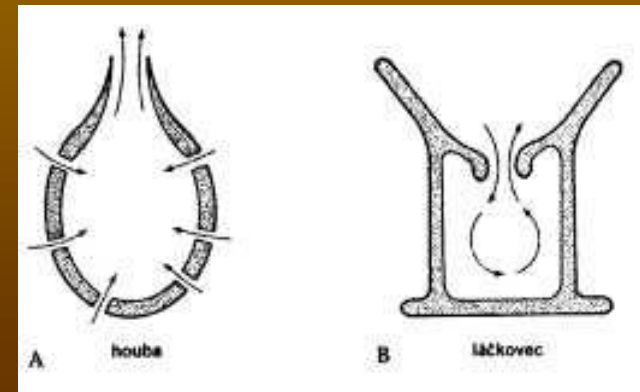
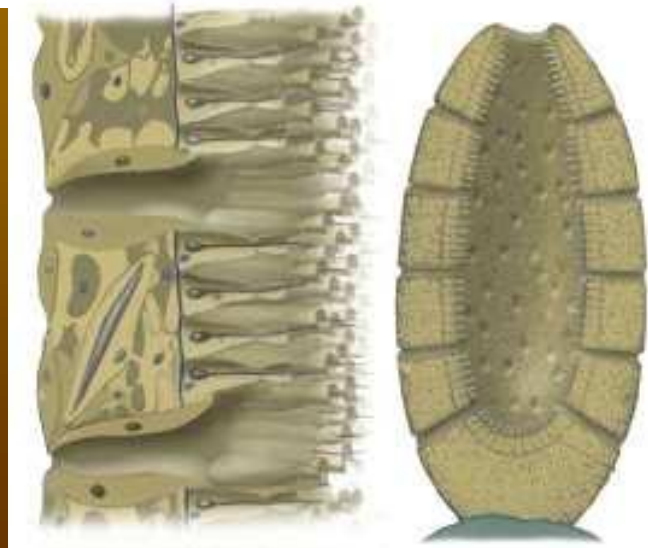
Jehlice houbovců (Porifera)



Archeocyatidi

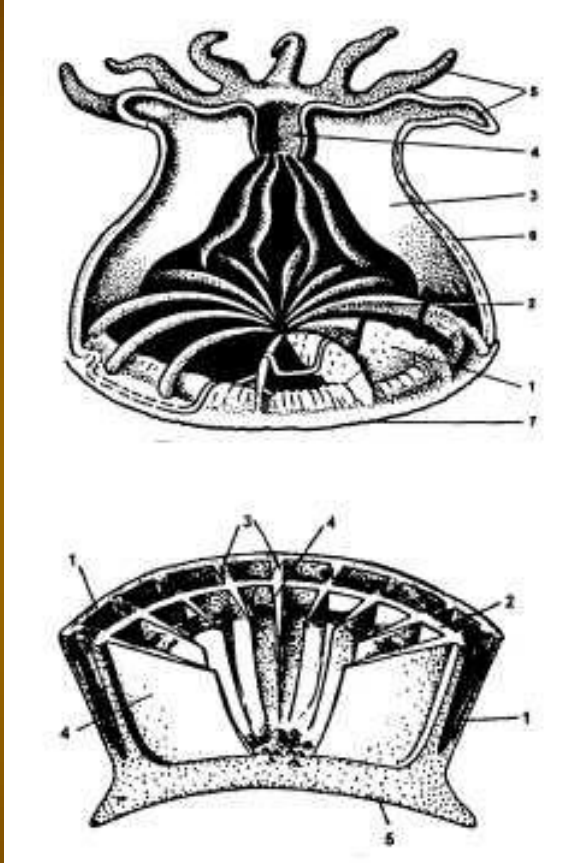


Archaeocyatha –
kambrium, horizontální řez
kruhovitý, kostra z CaCO_3



Integument a opěrná soustava

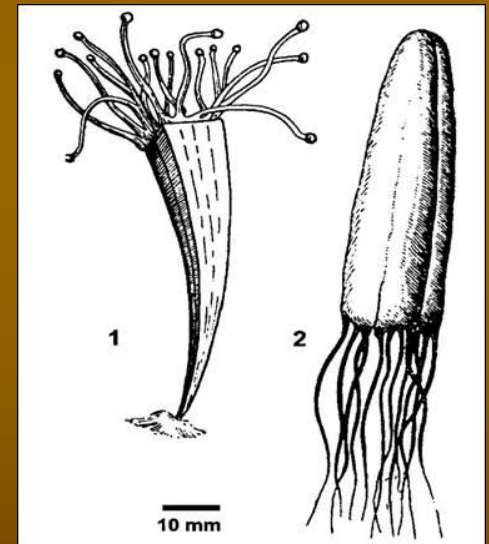
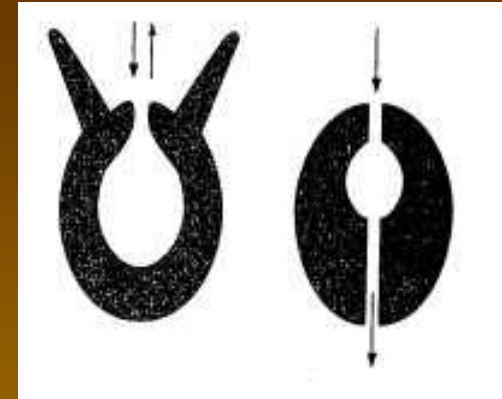
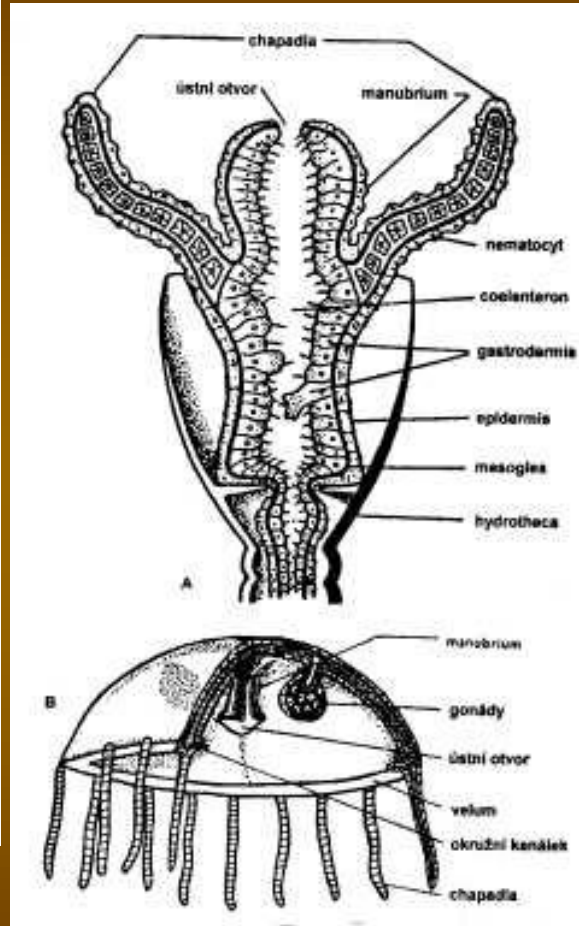
Théky žahavců



Anthozoa

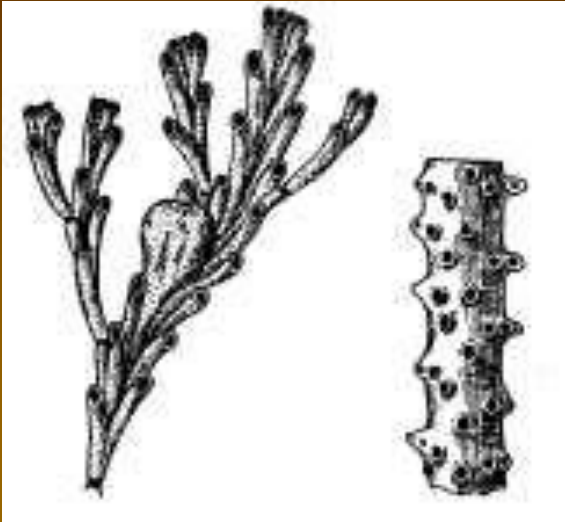
Koráli – endoskelet z rohovitého koralinu (chitin) a vápnitých tělísek, exoskelet z vápence pod nožním terčem.

Koralit (Polyparium) - vápnitá kostra polypů

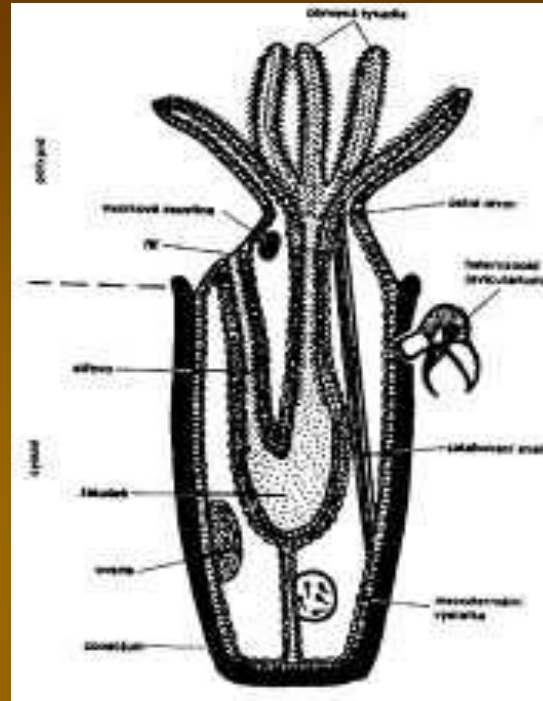


Tetraradiální konulárie – chitinofosfatický periderm

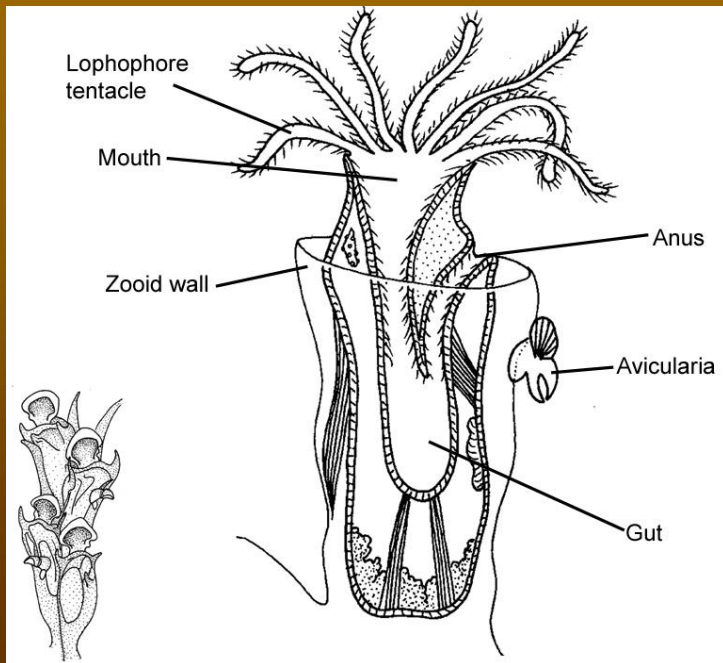
Integument a opěrná soustava



Zoarium kolonie mechovek



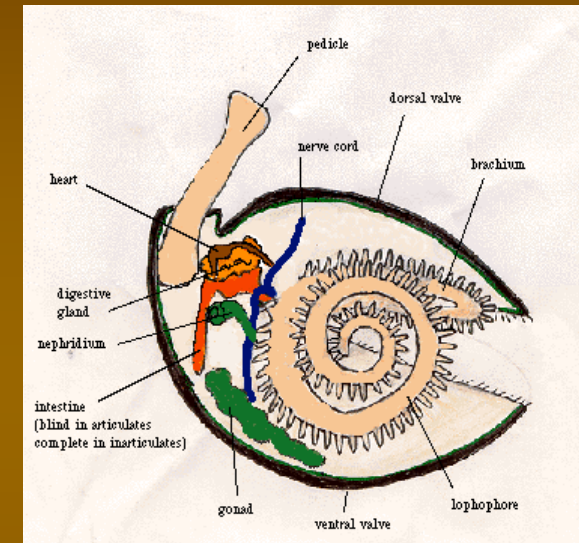
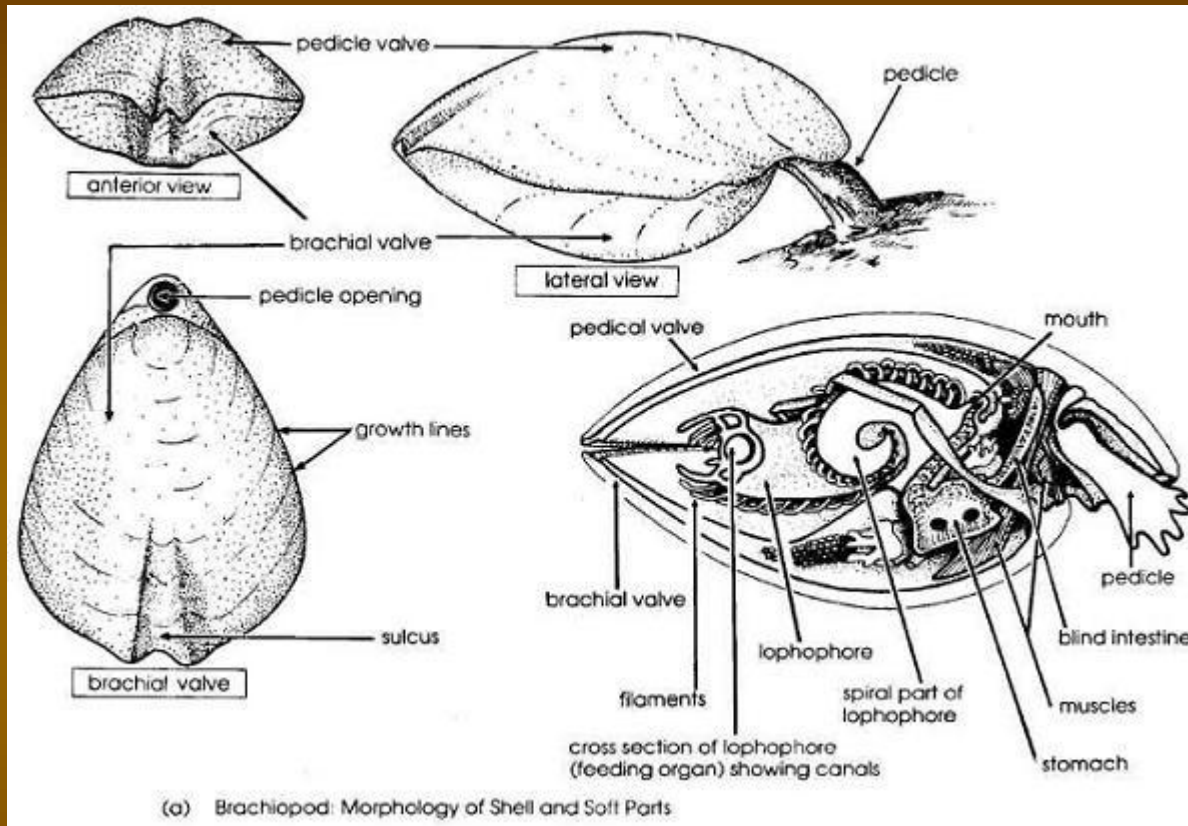
Zoecium autozooidu mechovky



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

Integument a opěrná soustava

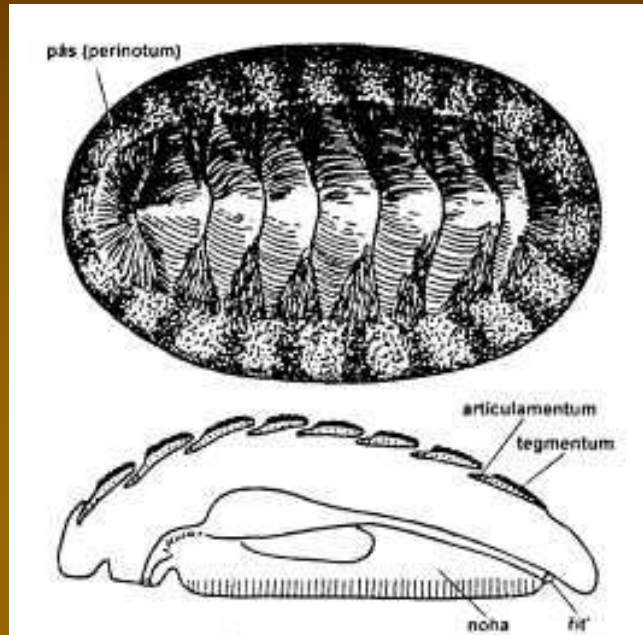
Schránka ramenonožců



Dvojchlopňová schránka (dorsální a ventrální část) – porušení bilaterální symetrie (srv. mlži). Chitínofosfát (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

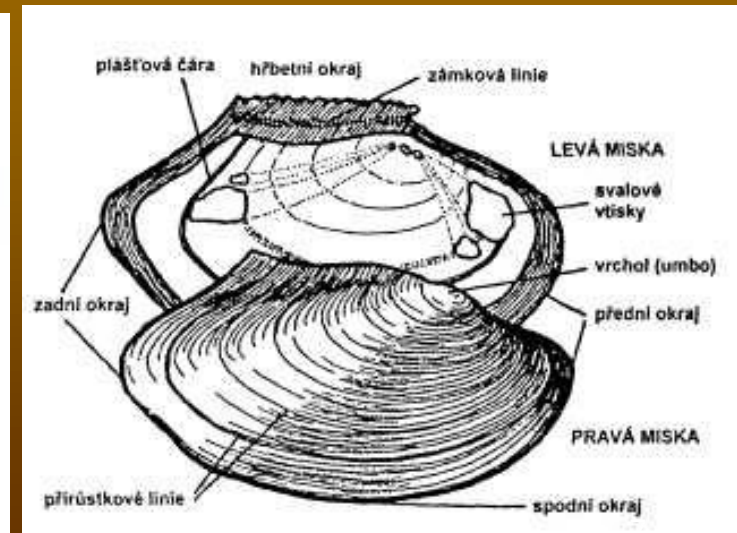
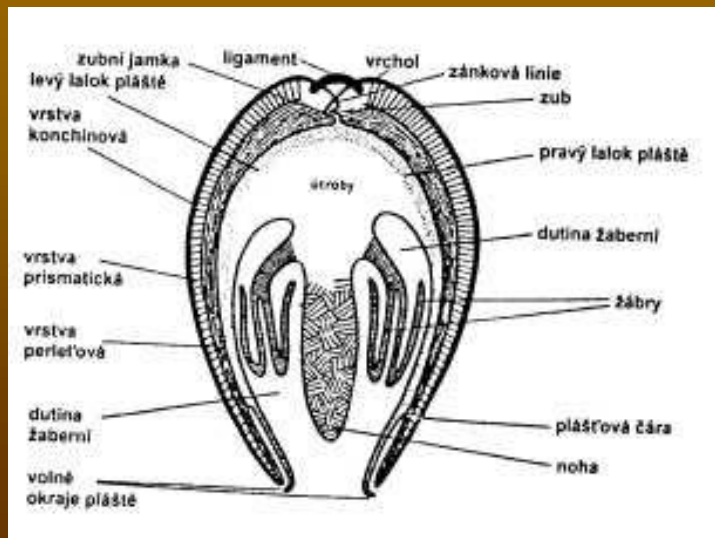
Schránky měkkýšů



Chiton

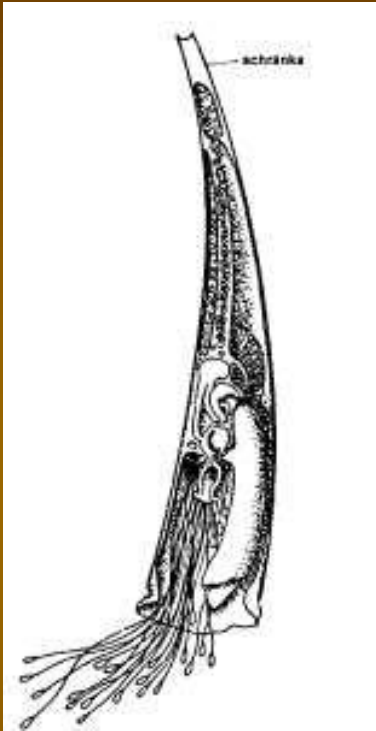


Patella



Integument a opěrná soustava

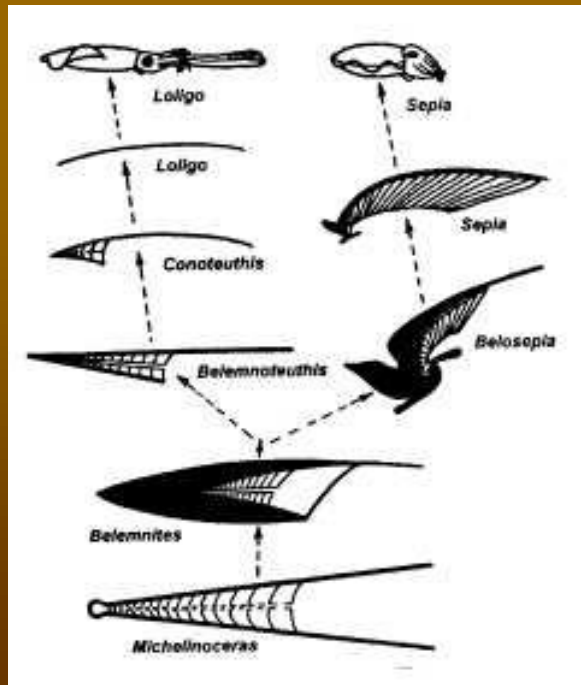
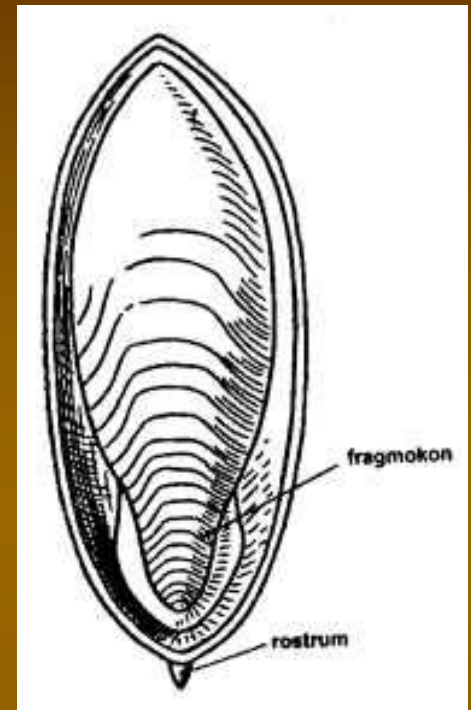
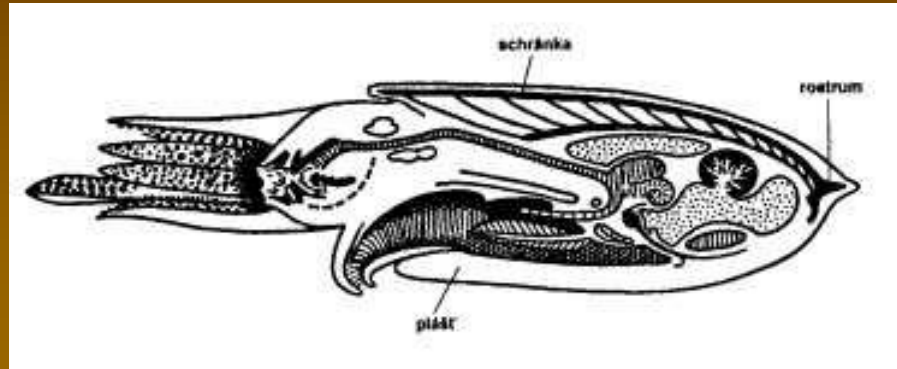
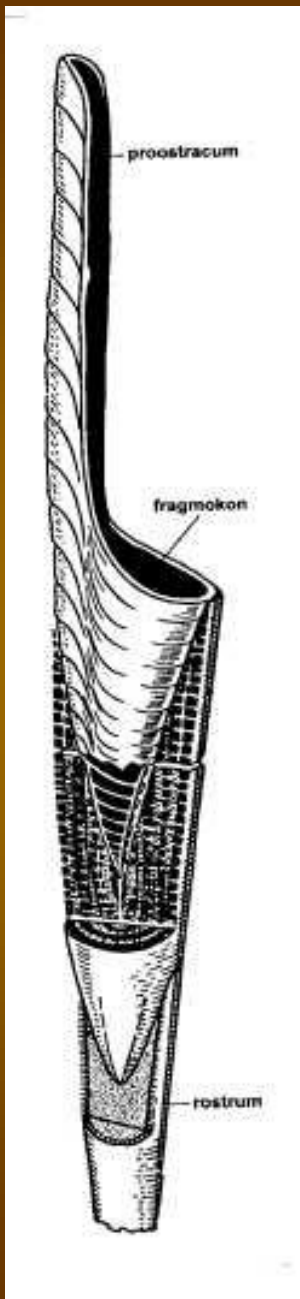
Kelnatky



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

Integument a opěrná soustava

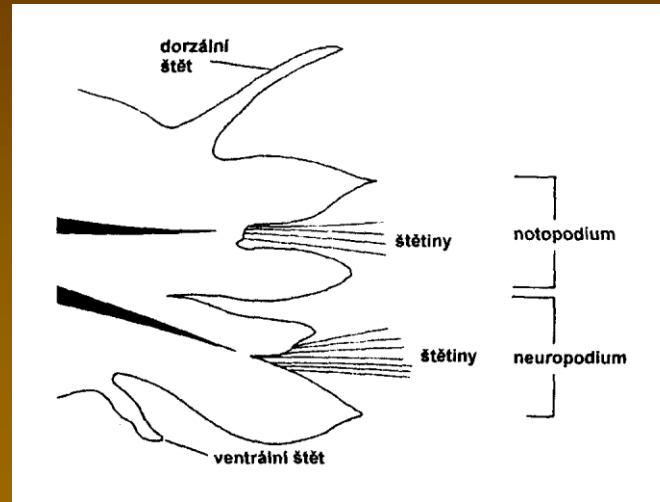
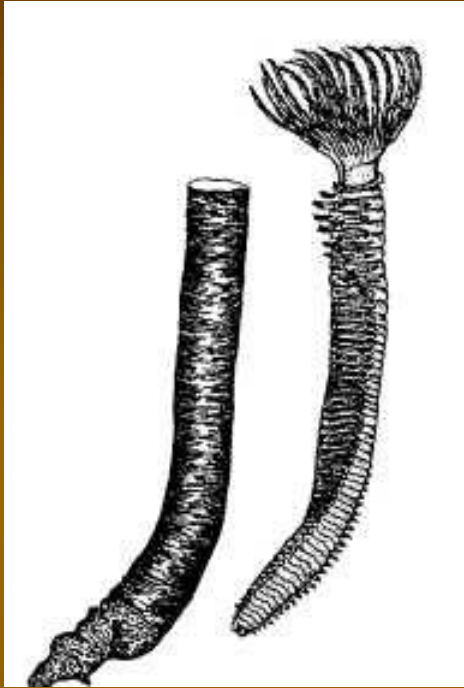
Belemniti



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

Integument a opěrná soustava

kroužkovci

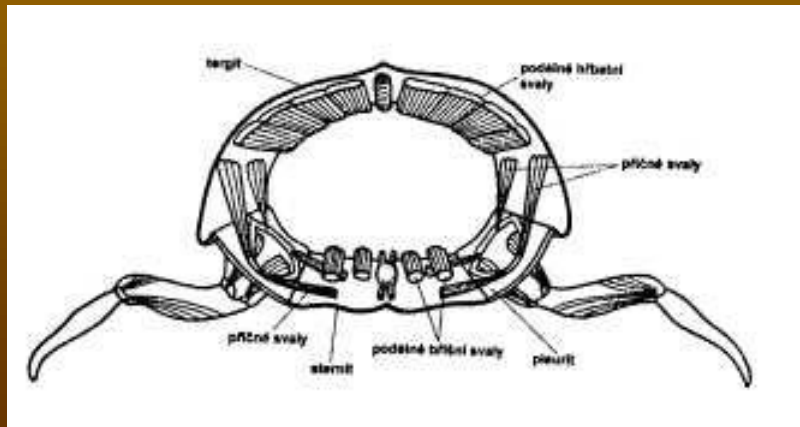


Kutikula – s deskami a ostny u viřníků, u hlavatců se svléká.

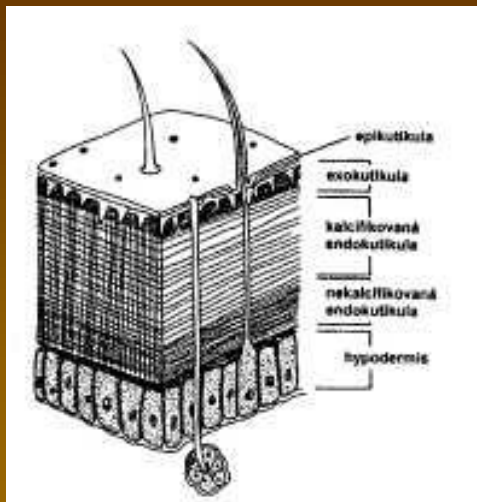
Annelida – parapodia se štětiny, notopodium a neuropodium, sedentární kroužkovci ukryti v trubicovité vápnité schránce

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

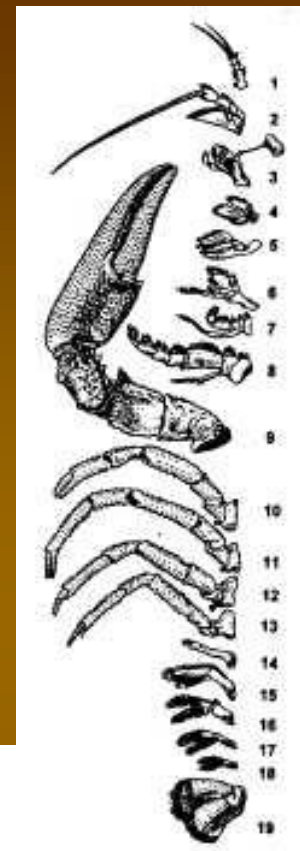
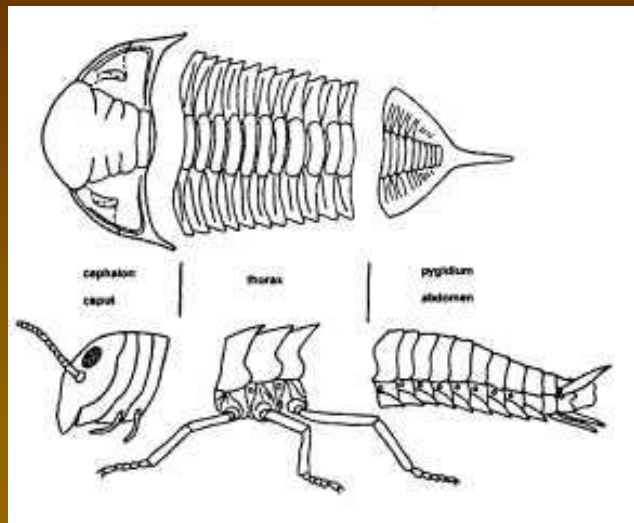
členovci



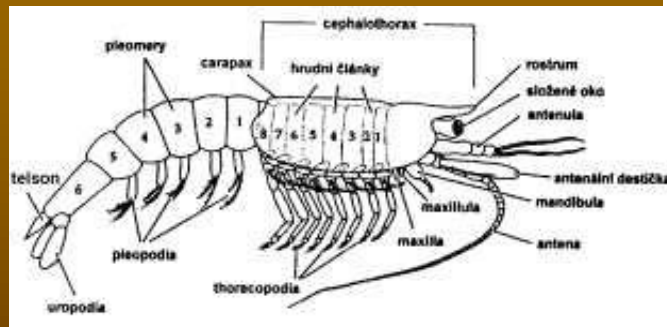
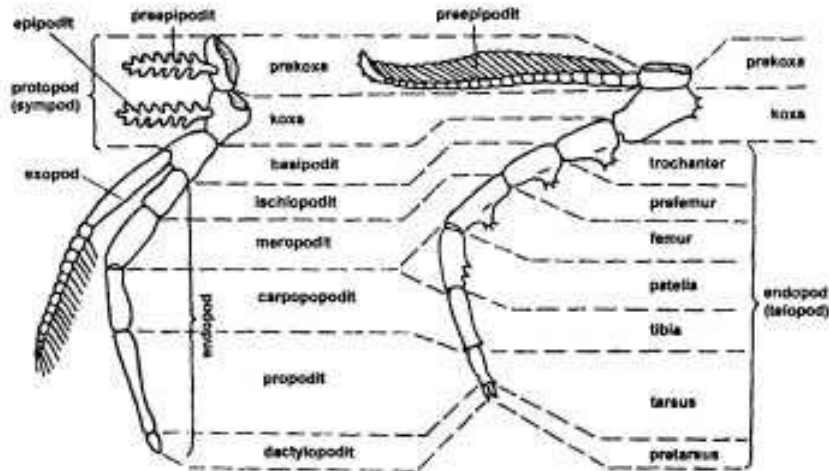
Integument a opěrná soustava



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



Článekované přívěsky na každém článku (poditu)

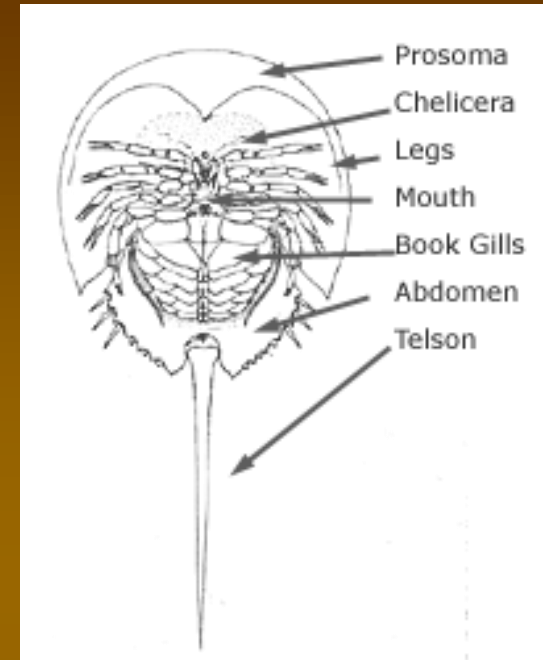
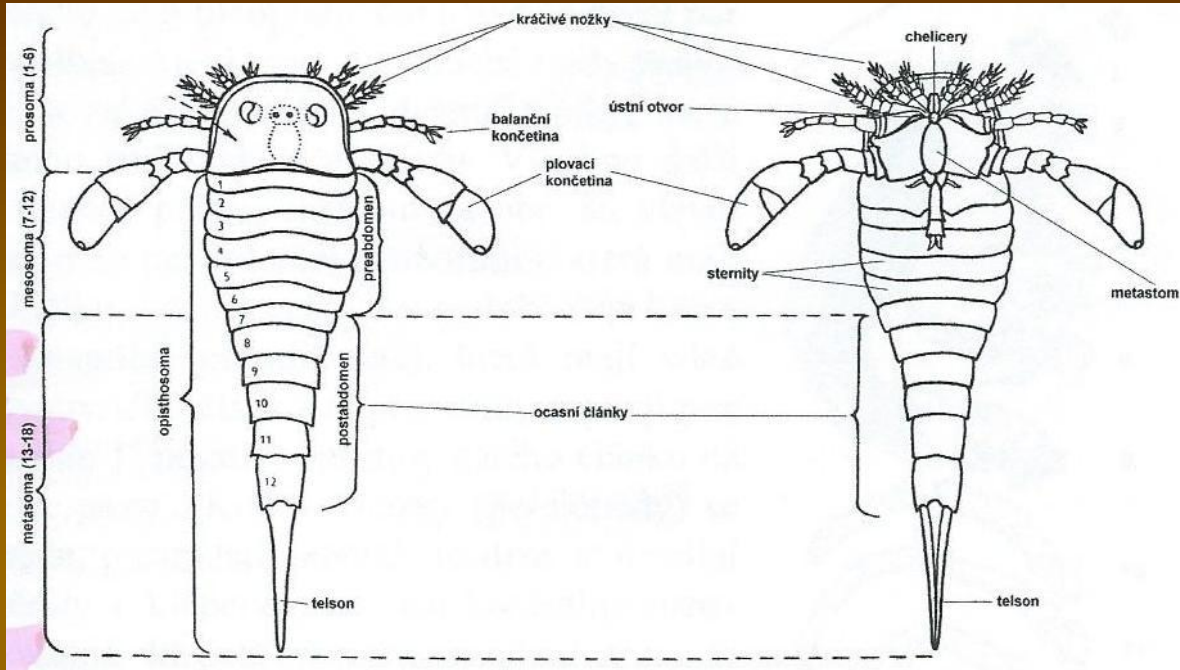


Crustacea: Hlavohrud' (acron-oči +5 (antenuly, anteny, mandibuly, maxilly 1. páru, maxilly 2. páru) +8 hručních končetin (thoracopodia inc. 3 maxilipedy, 5 pereiopody), abdomen: pleopody (5), uropody (1)

korýš

trilobit

Integument a opěrná soustava



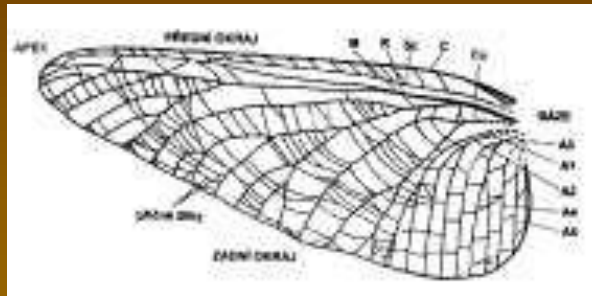
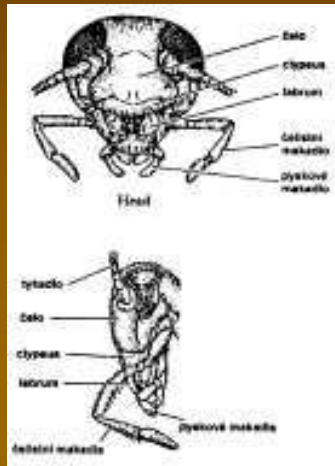
Merostomata

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



Integument a opěrná soustava

Ectognatha

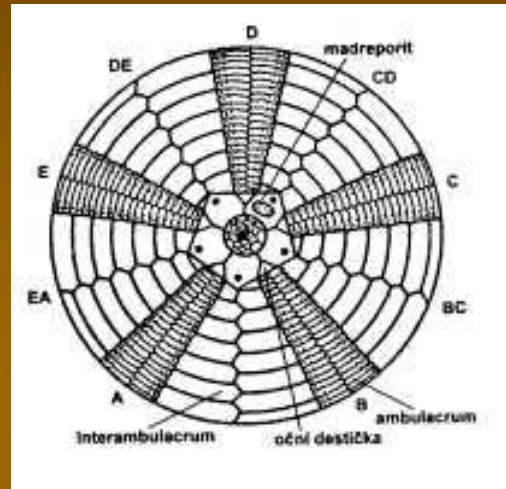
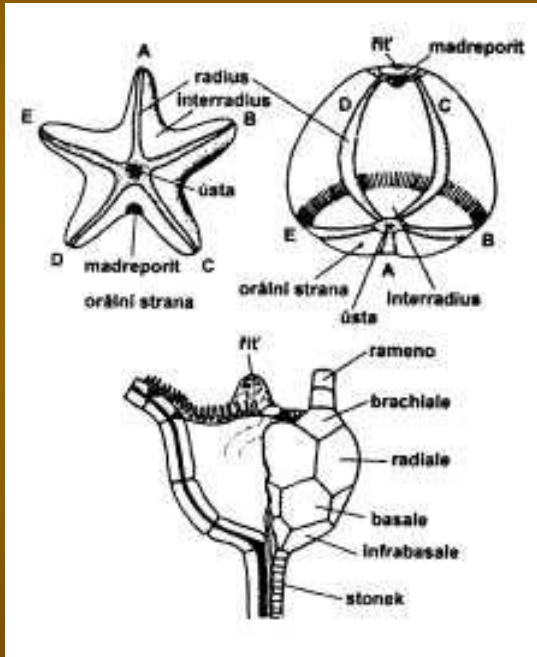


Hmyz: Ectognatha (Hexapoda) - hlava – hrud' (3 čl. – prothorax, mesothorax – metathorax, jednovětvěné kráčivé končetiny) – zadeček (12 článků, bez končetin); akron + antény – nic – mandibuly – maxilly – labium, hrudní končetina: koxa, trochanter, femur, tibia, tarsus, pulvillus s drápky, křídla: 1. pár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

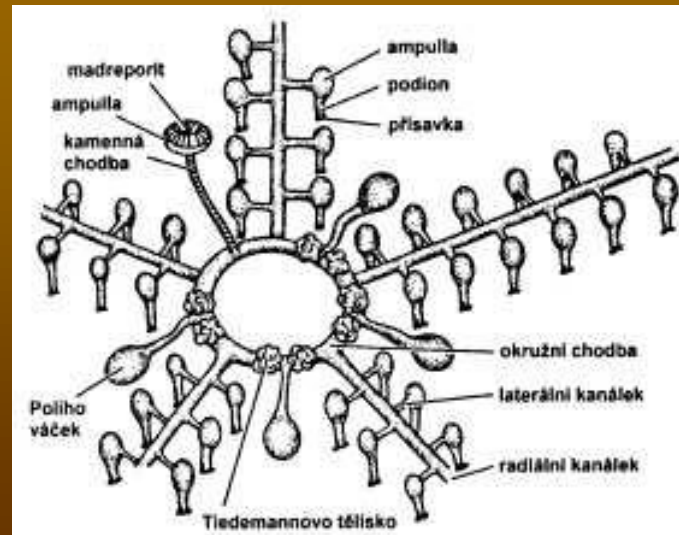
Integument a opěrná soustava

! Ostnokožci mají schránku mesodermálního původu !

Pentaradiální souměrnost v dospělosti, chybí hlavová část



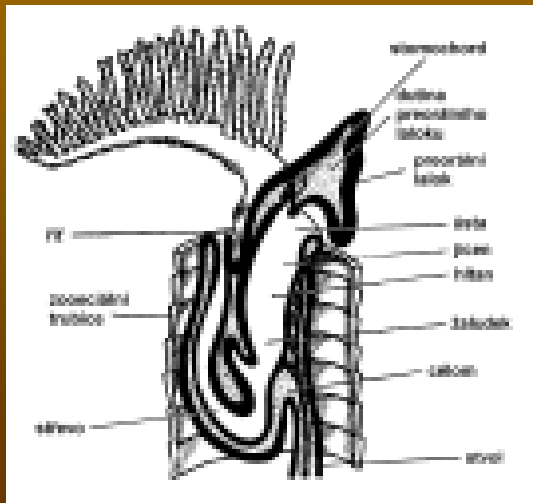
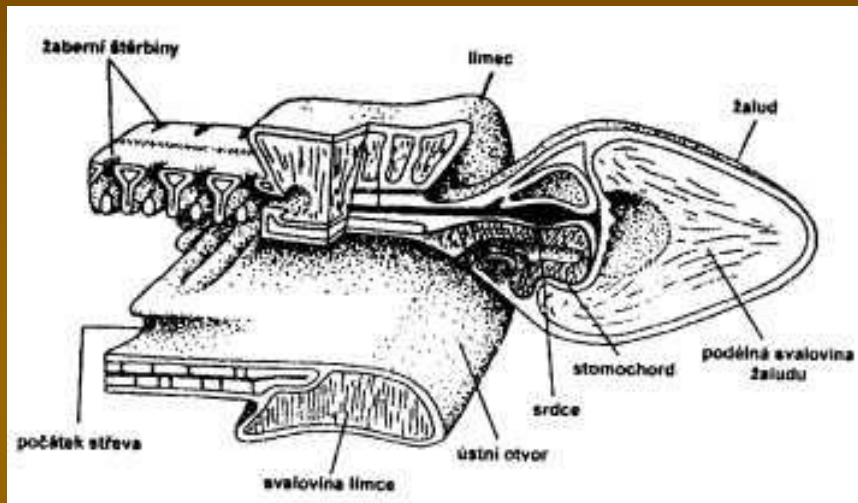
Mezodermální kostra z kalcitových destiček – mřížovina (stereom) + stroma



ambulakrální soustava

Integument a opěrná soustava

Hydroskelet a původ notochordu (struny hřbetní) stomochord



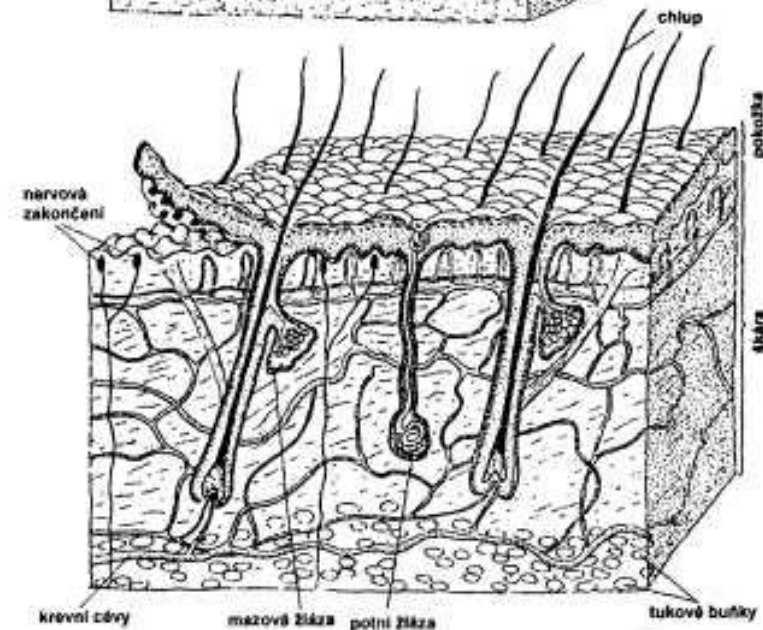
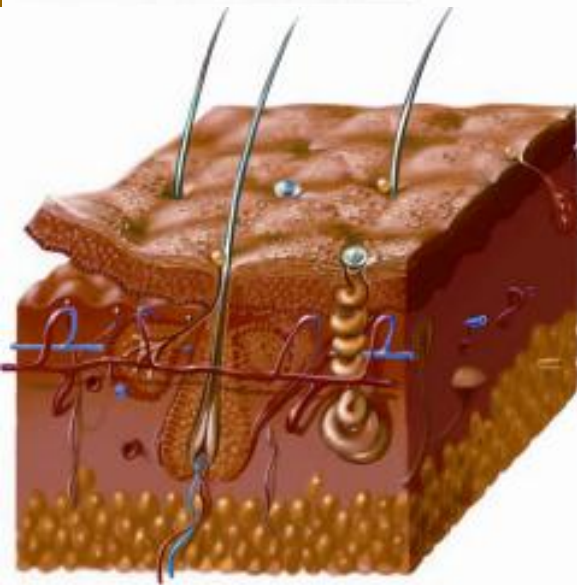
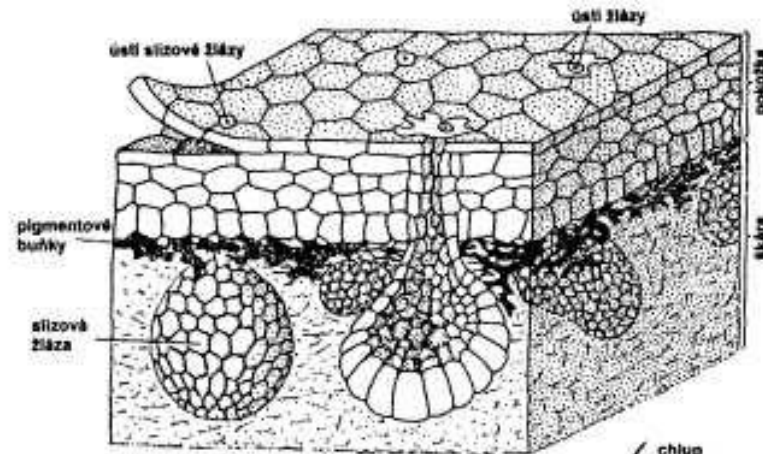
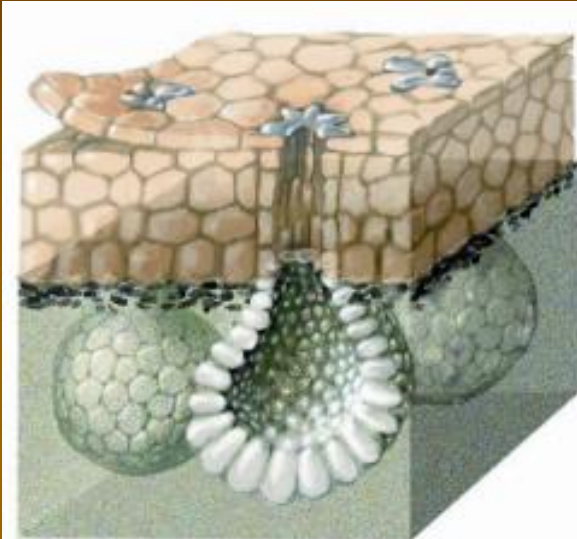
Pterobranchia – Křídložábří:
v chitinové trubici - zoecium

Zooid křídložábřích



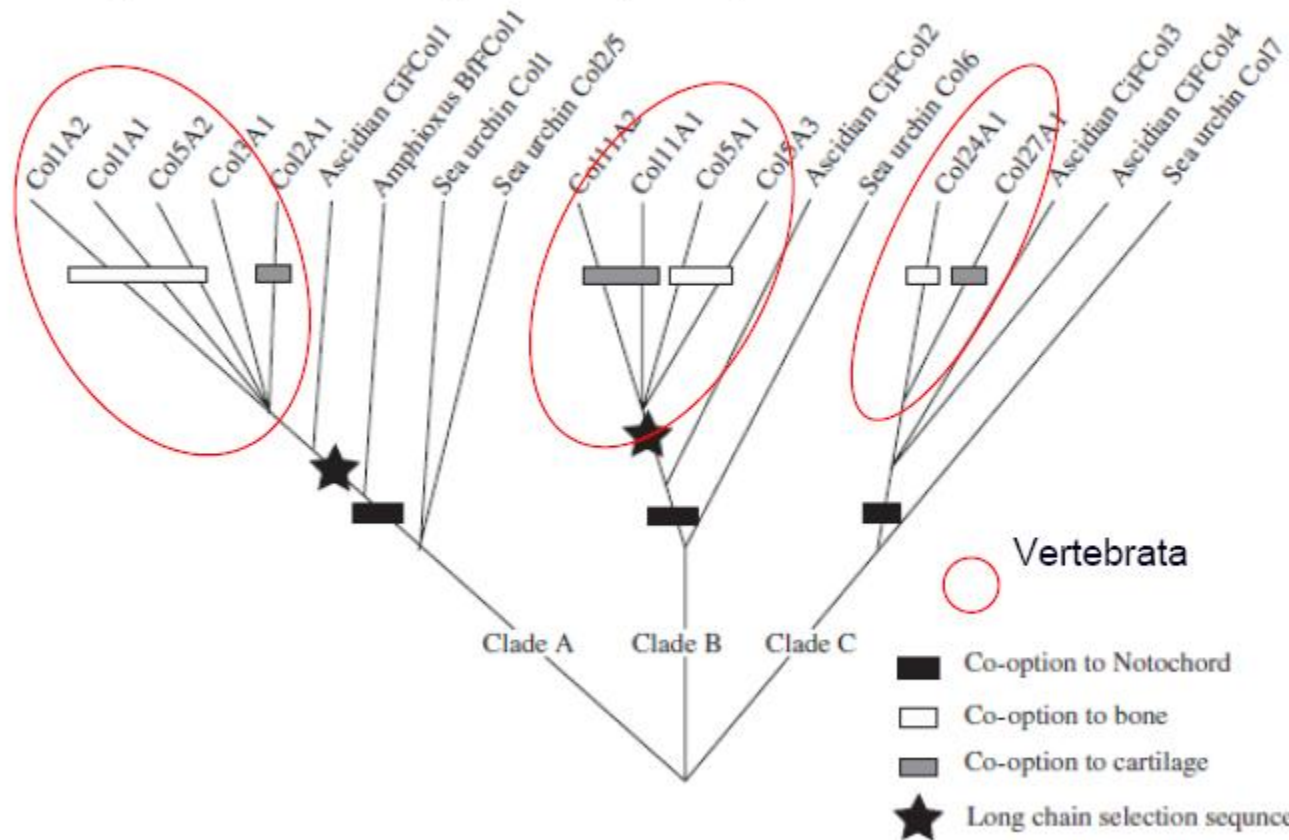
Integument a opěrná soustava

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



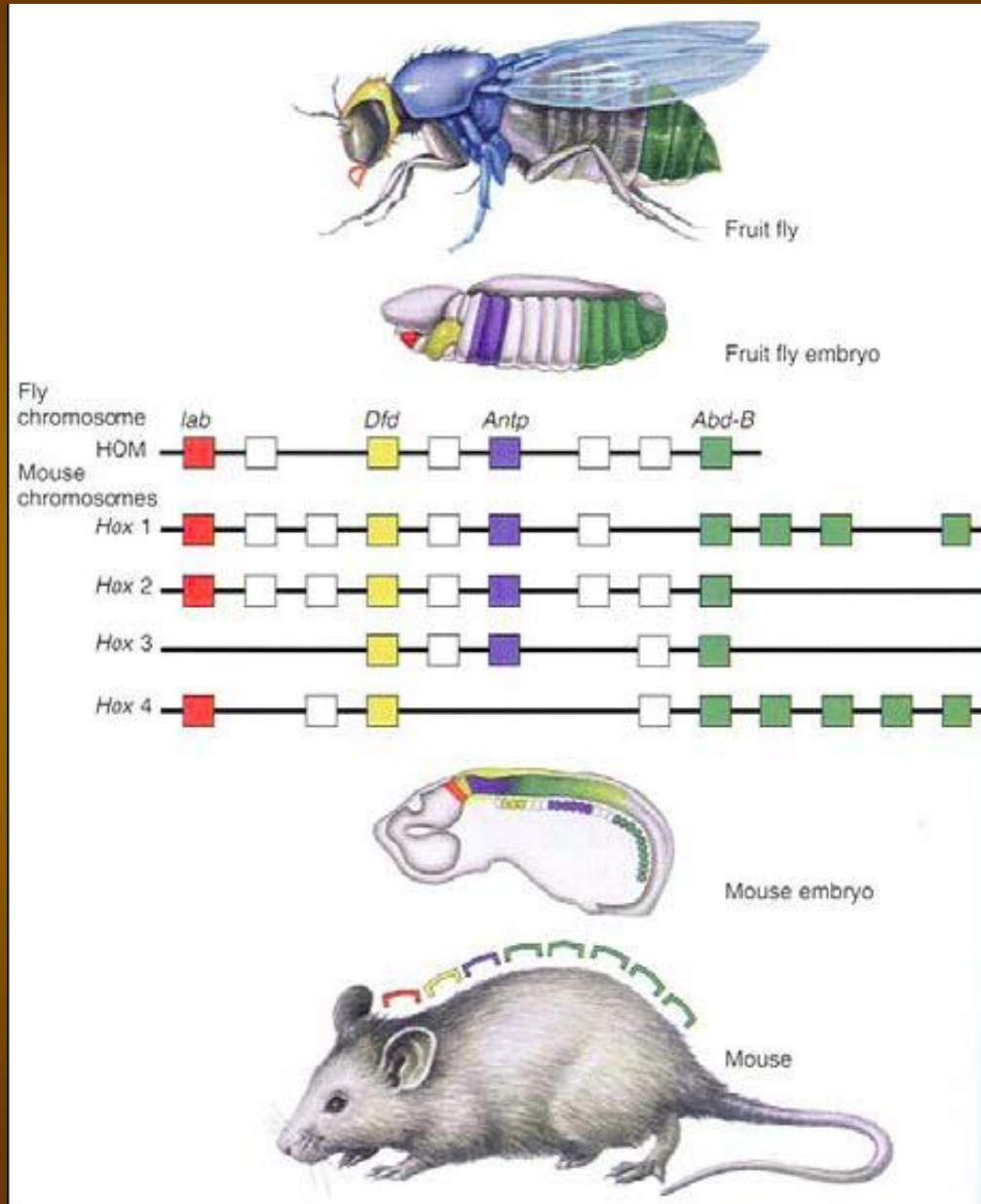
Integument a opěrná soustava

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



Wada H. et al., 2006:

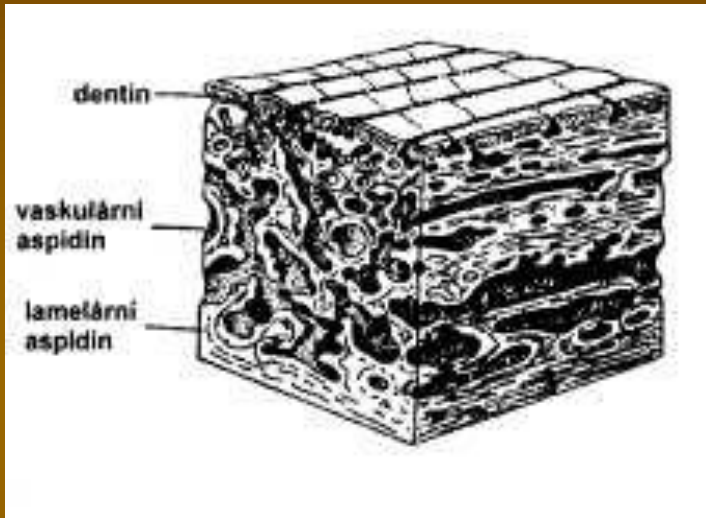
Podélná polarizace těla, Hox - geny



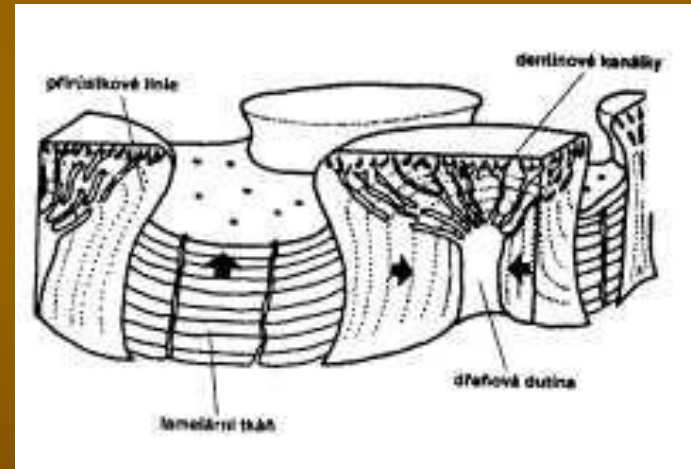
Integument a opěrná soustava

Povrch těla vymřelých bezčelistných („Ostracodermi)

Acelulární kost (aspidin)

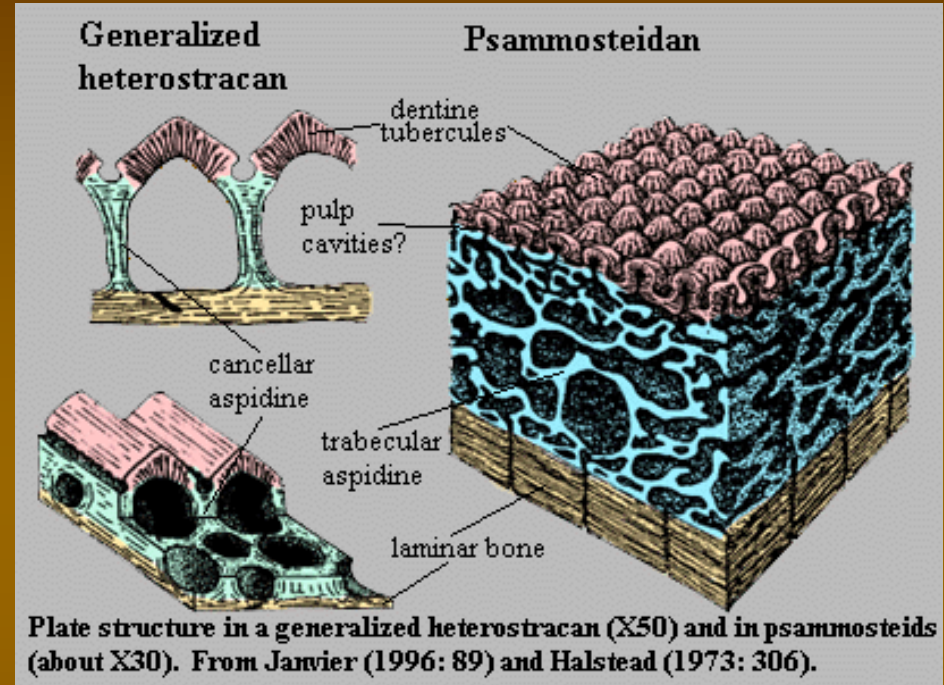
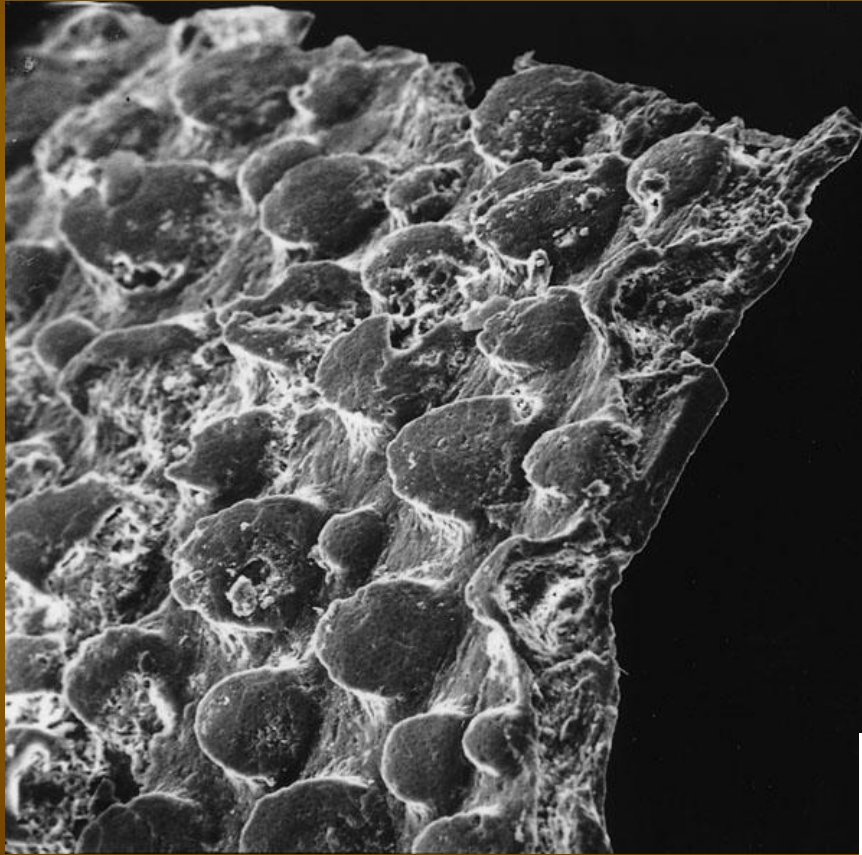


Výjimkou je skupina Osteostraci (štítohlaví) a Galeospida – mají celulózní kost, osifikace perichondrální



Integument a opěrná soustava

Povrch těla vymřelých bezčelistných („Ostracodermi“)

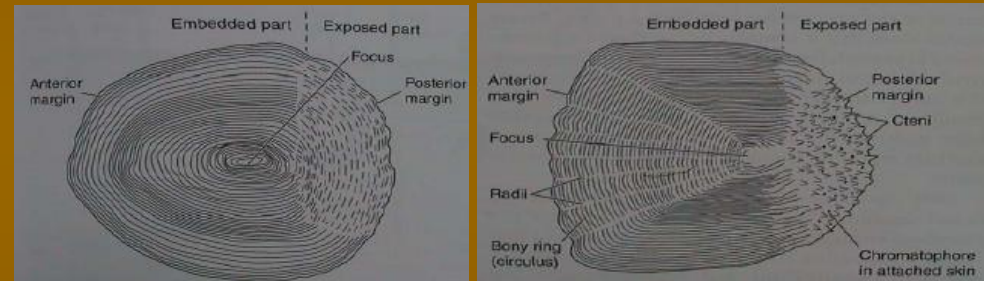
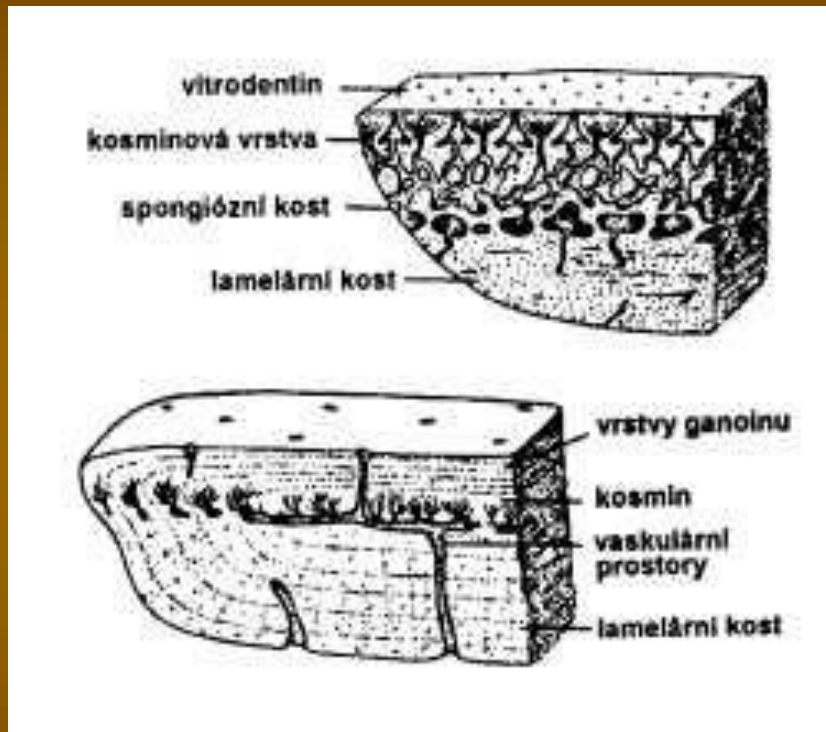


Hlavohrudní štíty u bezčelistných



Integument a opěrná soustava

Šupiny ryb - kostní tkáň (dermální exoskelet, mezoderm)



leptoidní (elasmoidní) (lamelární acelulární kost, Teleostei)

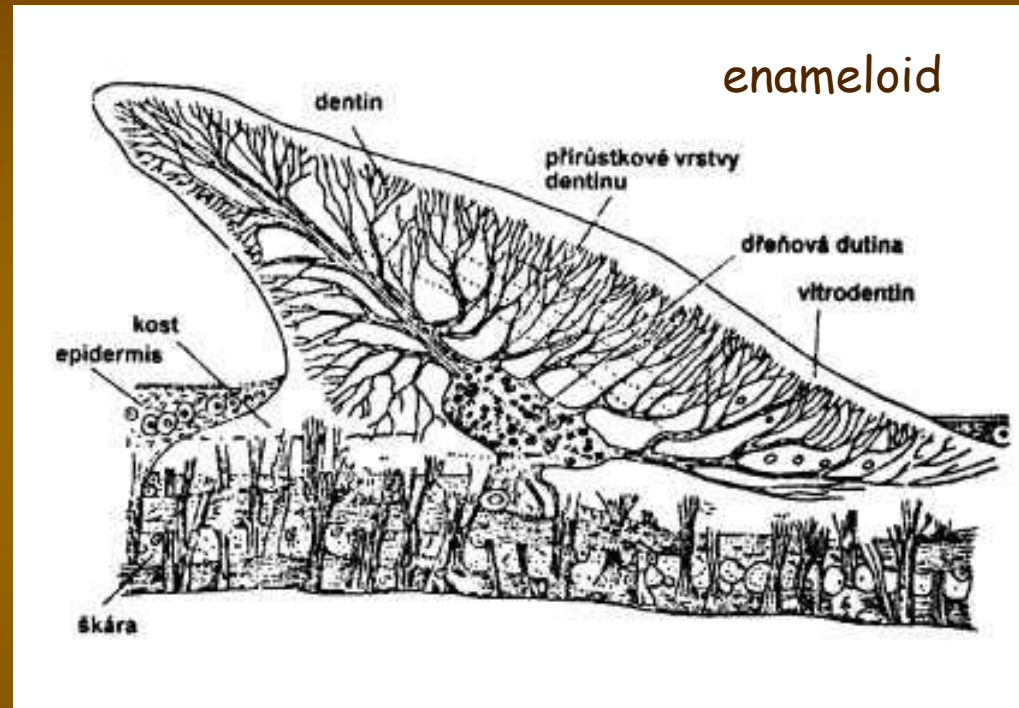
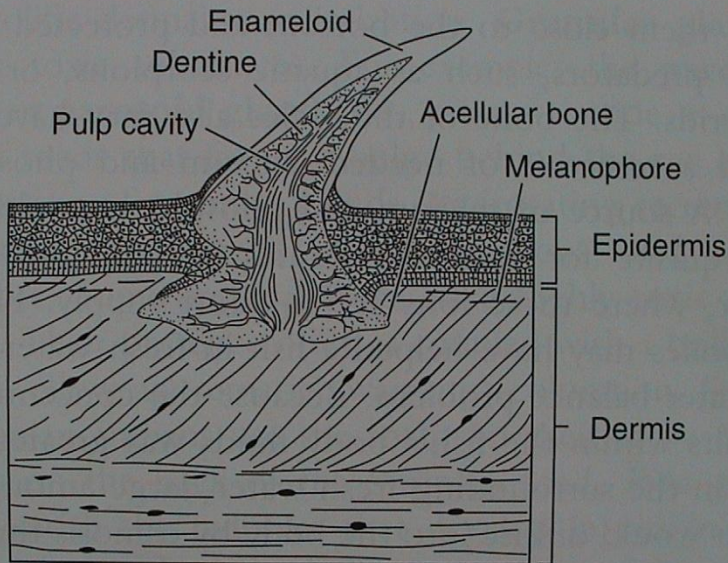
kosmoidní (lamelární kost = izopedin, vaskulární kost, dentin=kosmin, enameloid=vitrodentin **z mezoblastu**; Sarcopterygii)

BNL - osteoblasty (kost) a odontoblasty (zubovina)

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

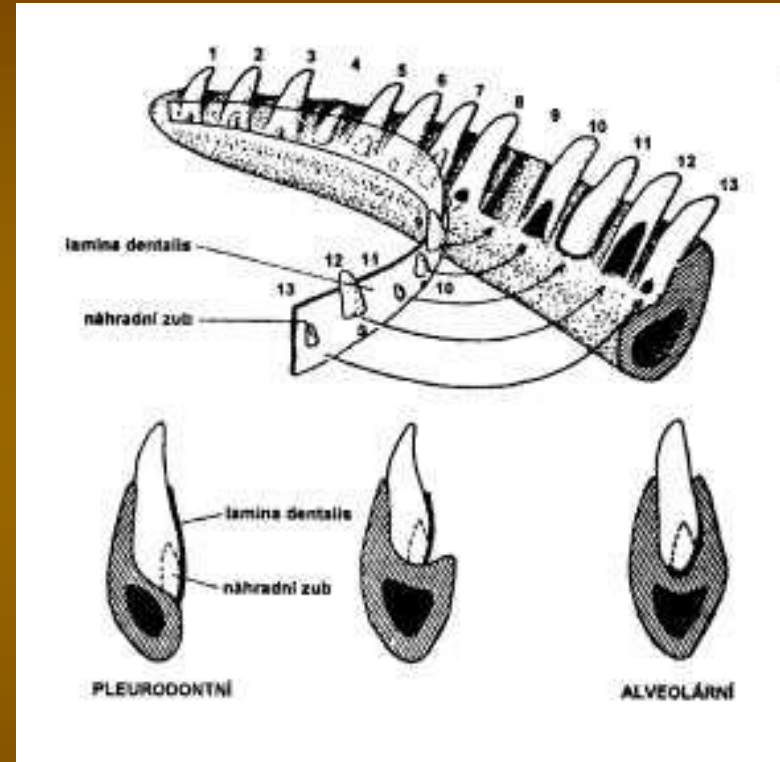
Integument a opěrná soustava

Plakoidní šupiny paryb



Integument a opěrná soustava

Vznik zubů z plakoidních šupin



Zuby mají pravou sklovinu (email)
ektodermálního původu !

Plakoidní šupiny mají enameloid
(vitrodentin) mezodermálního původu!

Integument a opěrná soustava

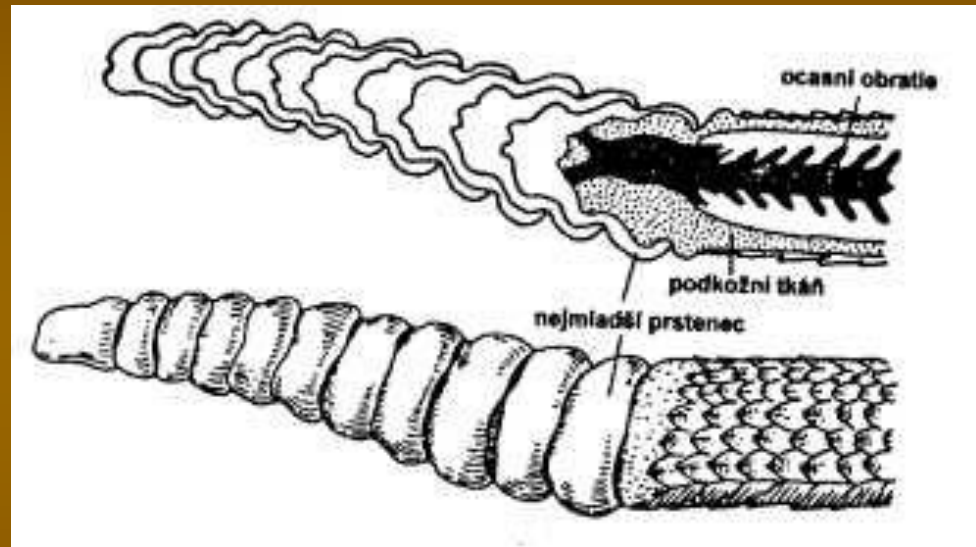
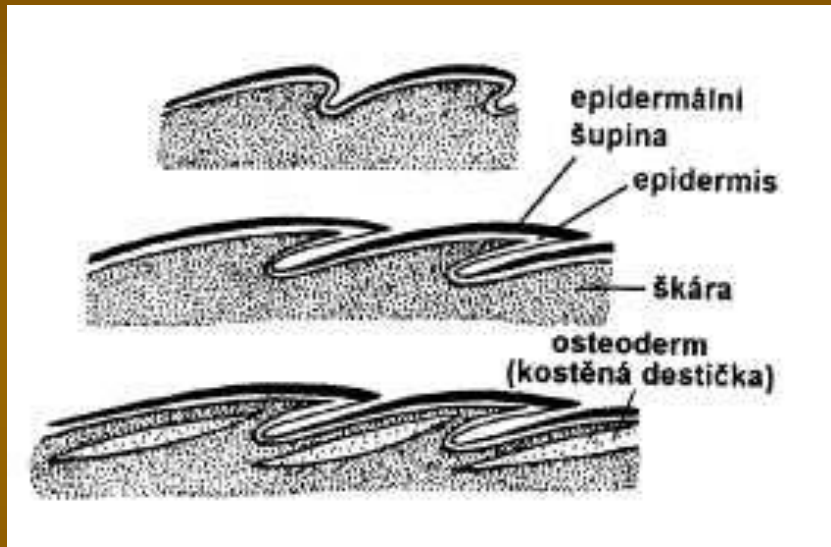


Dětský - dočasný chrup
v čelistech jsou vidět základy
definitivního chrupu.



Integument a opěrná soustava

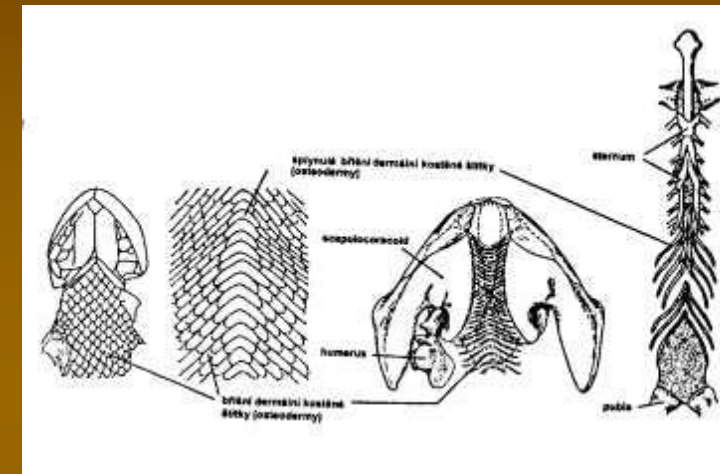
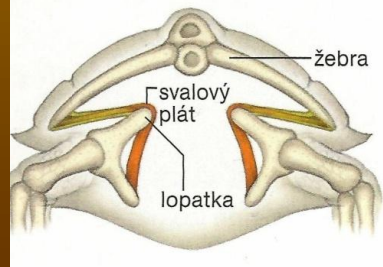
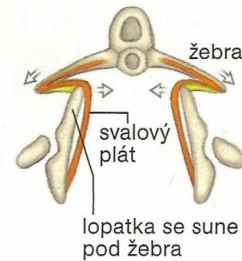
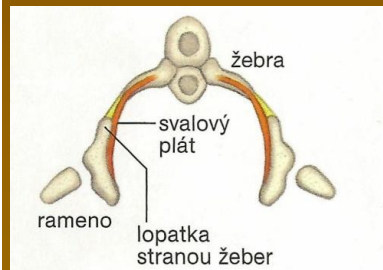
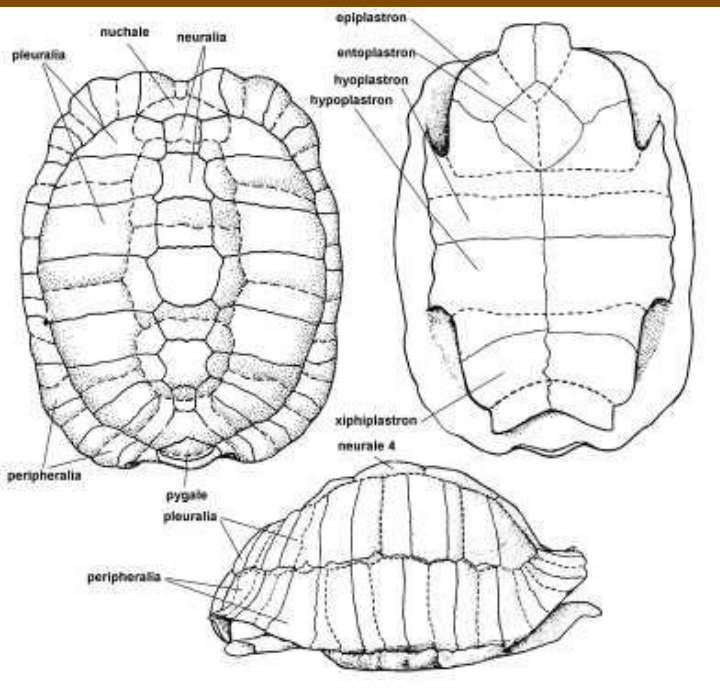
Plazí šupiny - z keratinu (rohoviny), mohou být zesponu podepřeny kostní tkání (např. osteoderm, gastralia)



Epidermální štítky alternují s kostěnými destičkami

Integument a opěrná soustava

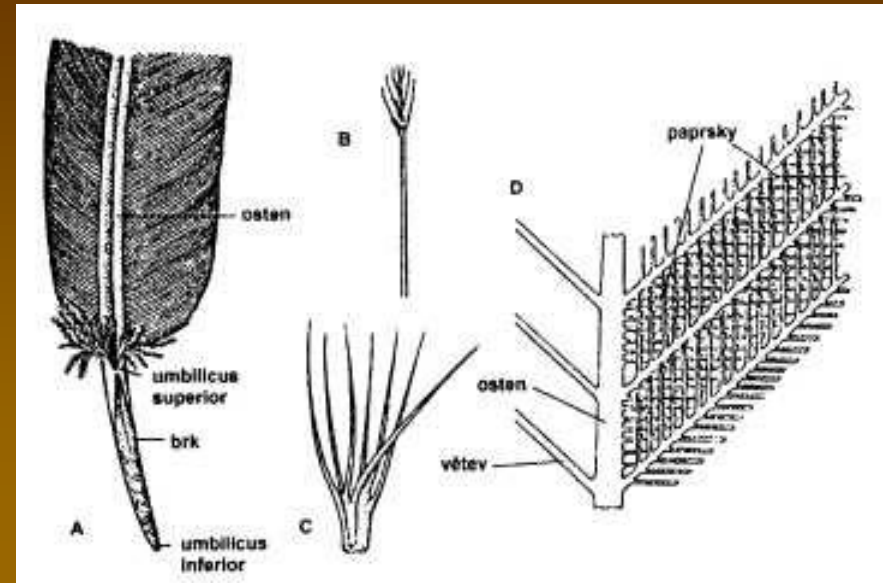
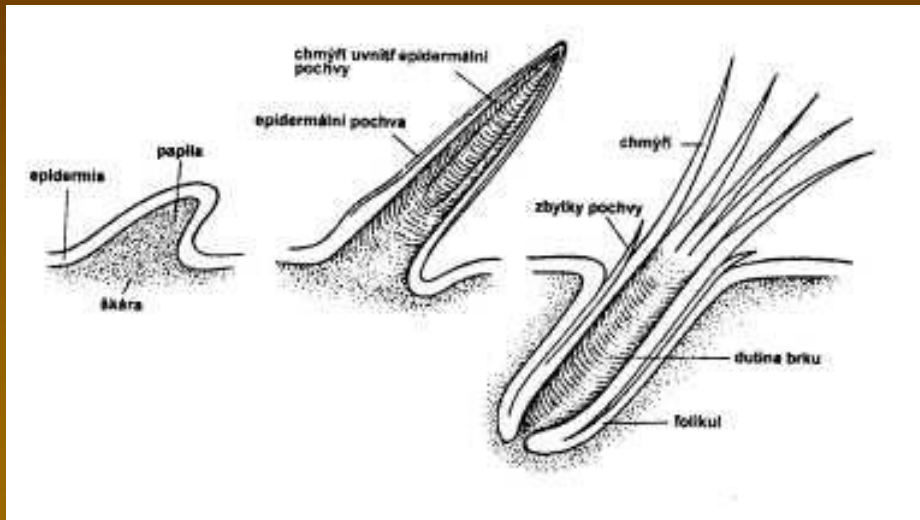
Štítky plazů - kombinace: rohovina a kost



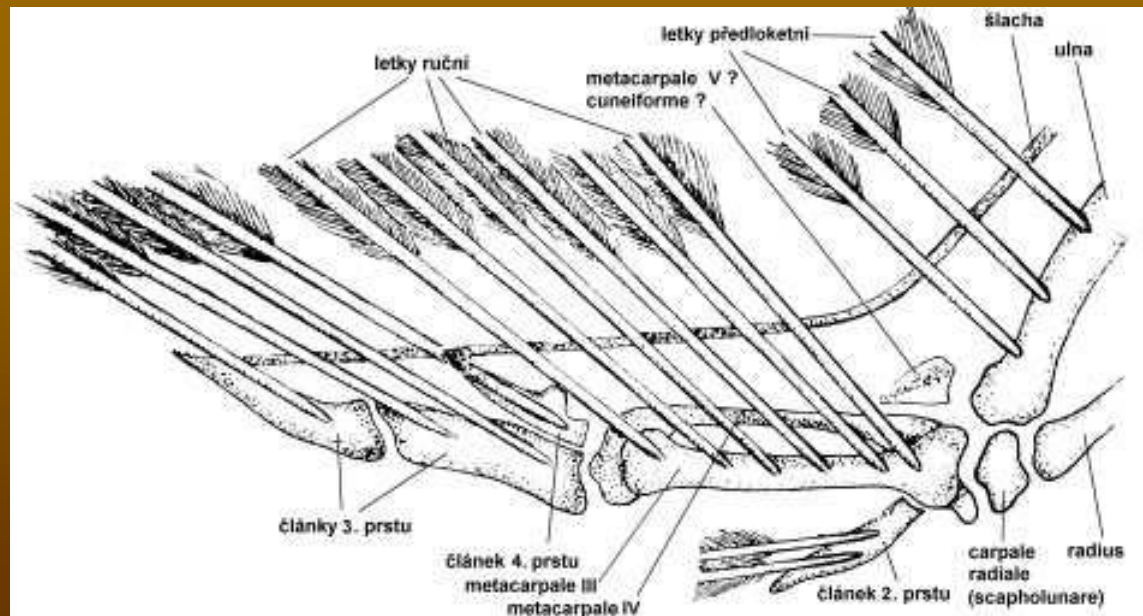
Endesmální osifikace ve škáře
- dermatoskelet - exoskelet

Osteodermý splývají
v gastralia („břišní žebra“)

Integument a opěrná soustava



Peří dinosaurů
včetně ptáků



Integument a opěrná soustava



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

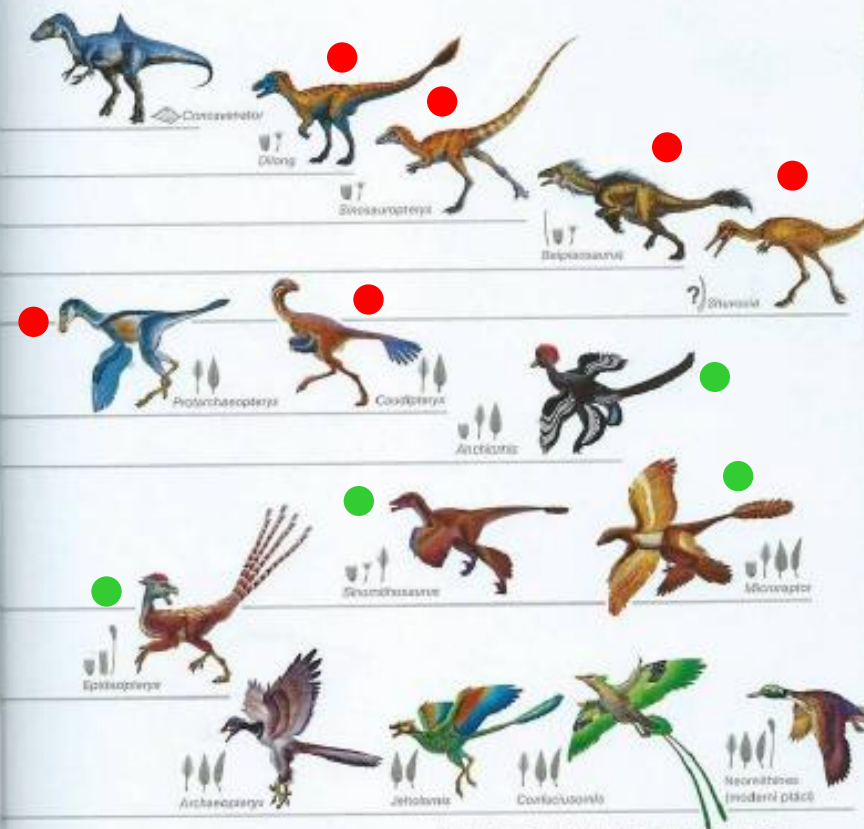
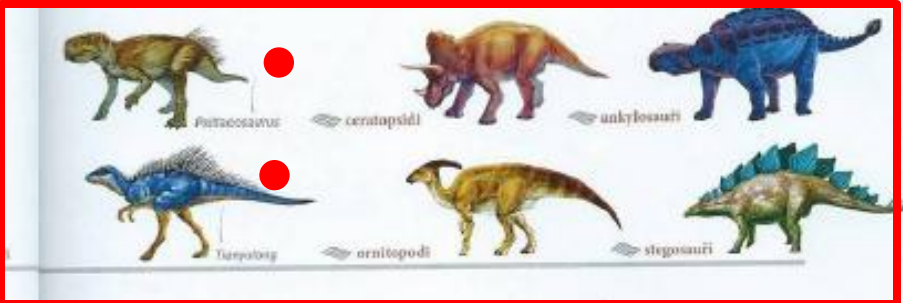
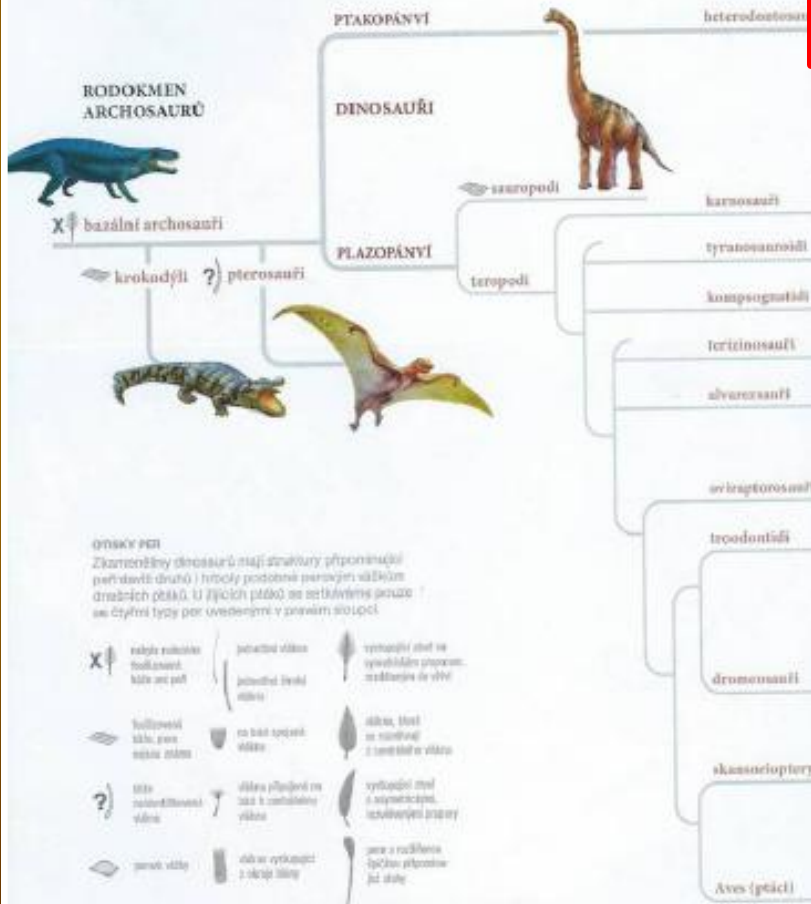
Tento raný pták byl nejspíš zdatný letec. Ocas měl jako kormidlo či nosnou plochu.

Integument a opěrná soustava

XI. Aves

OPĚŘENÍ TVOROVÉ

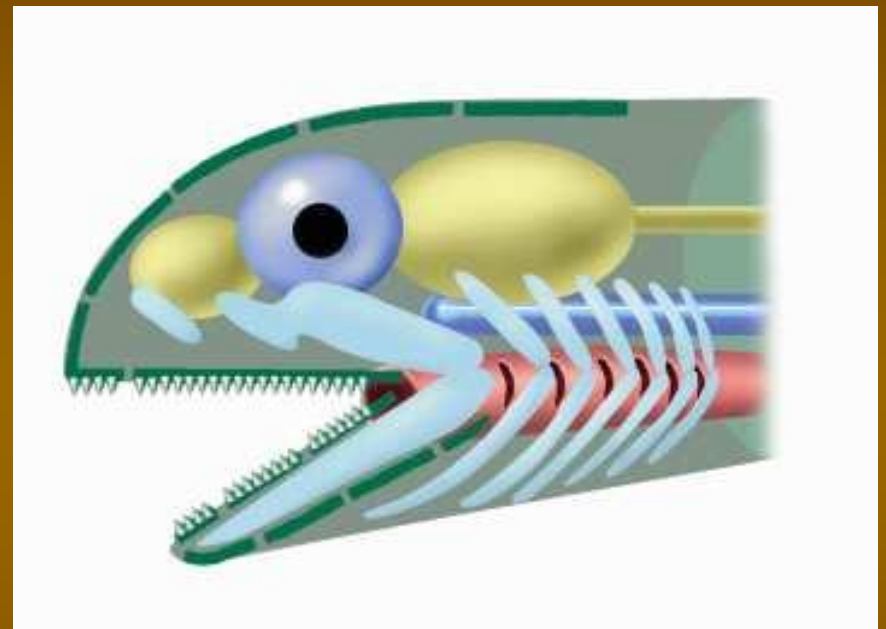
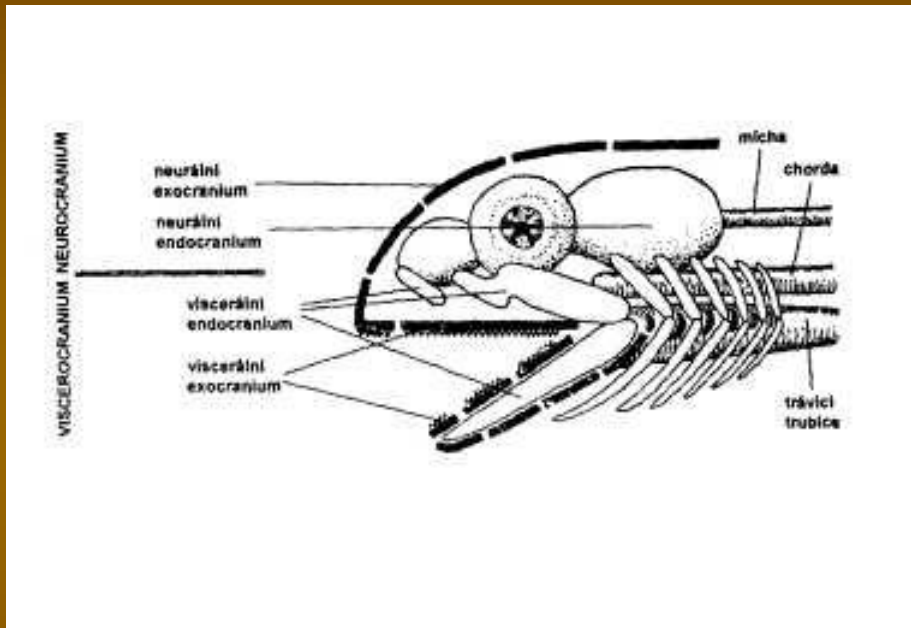
Až donedávna se vědělo o peří pouze na tělech ptáků a blízce příbuzných teropodních dinosaurů, mezi které patřili třeba *Epichelonyx* velký jako holub nebo více než dvoumetrový *Beipiaosaurus*. Objev struktur připomínajících peří na ptakopánvých (zobákem vybavených dinosaurech daleko vzdálených ptákům)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



MEYER, SAMPSON, DENLINGER & HINCHERSON
 ARCHOSAUROPHIL FEATHER IMAGINA IN A. ZUCKER, SE. 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

Integument a opěrná soustava

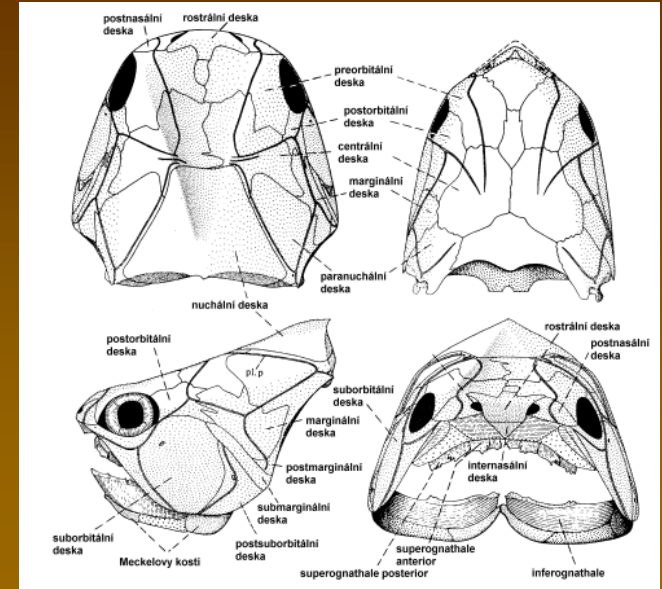
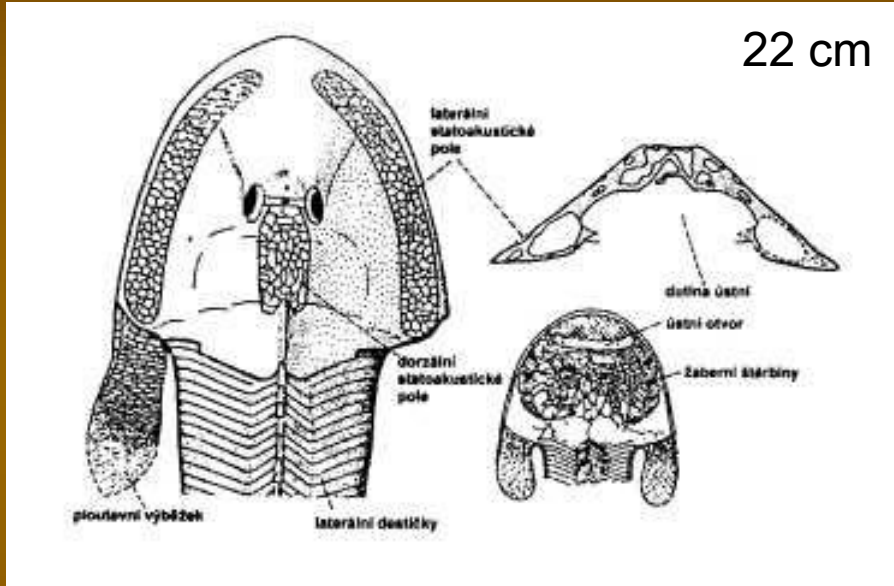
Základní členění lebky



- Neurální endocranium
- Viscelární endocranium
- Viscelární exocranium

Integument a opěrná soustava

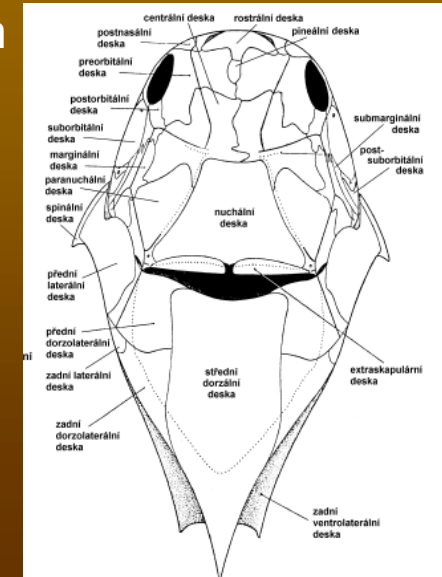
Dermální krunýře nejstarších obratlovců
Dorzální a ventrální deska ze štítků
(„Ostracodermi“) Hemicyclaspis (Osteostraci)



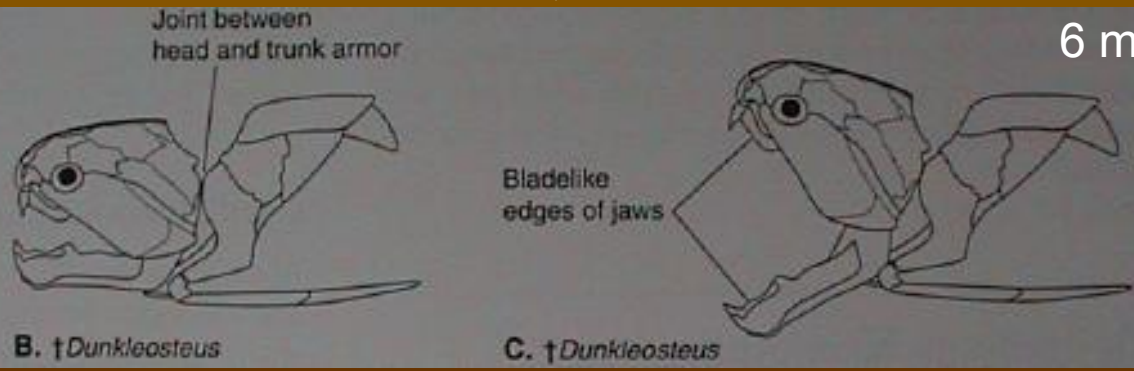
Coccosteus (jen vpravo nahoře Duncleosteus) (Placodermi)

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

40 cm



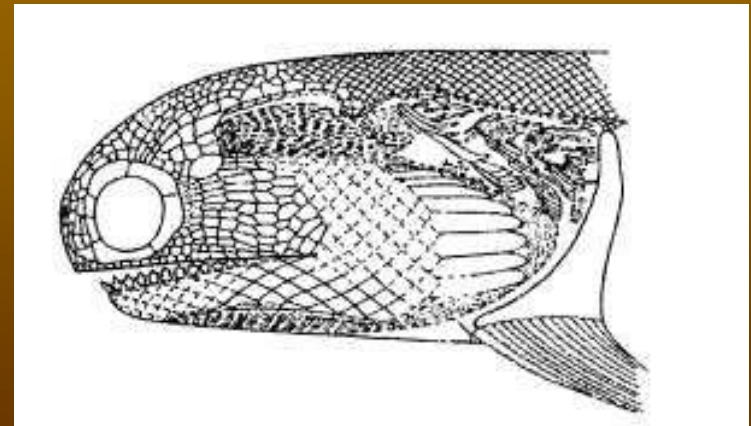
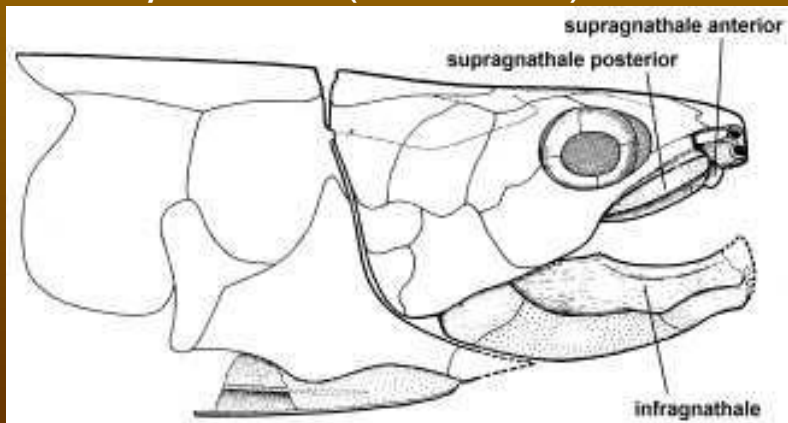
6 m



Integument a opěrná soustava



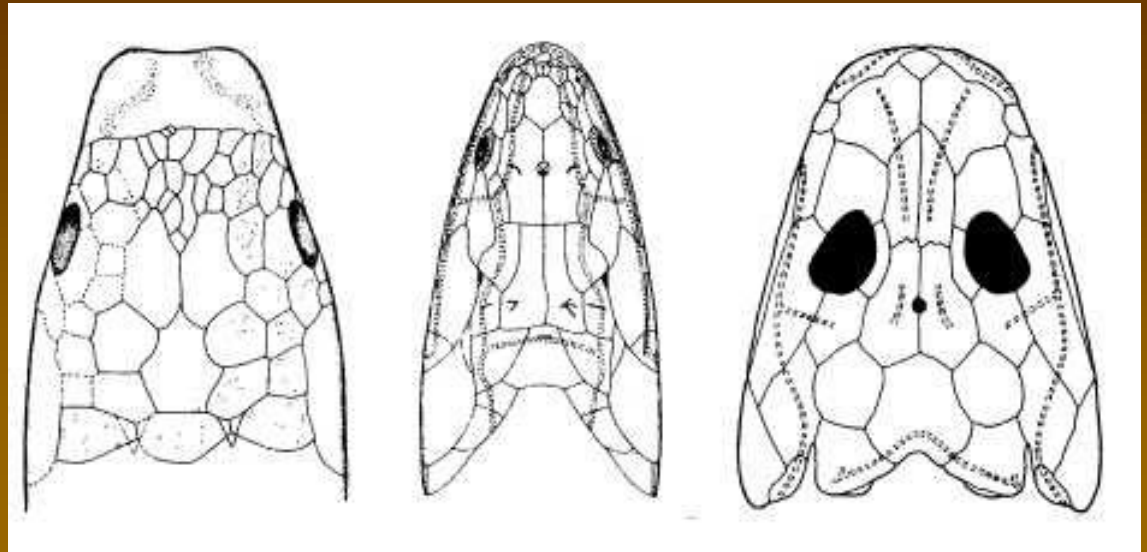
Leptosteus (Arthrodira) – 14 cm



Acanthodii

Integument a opěrná soustava

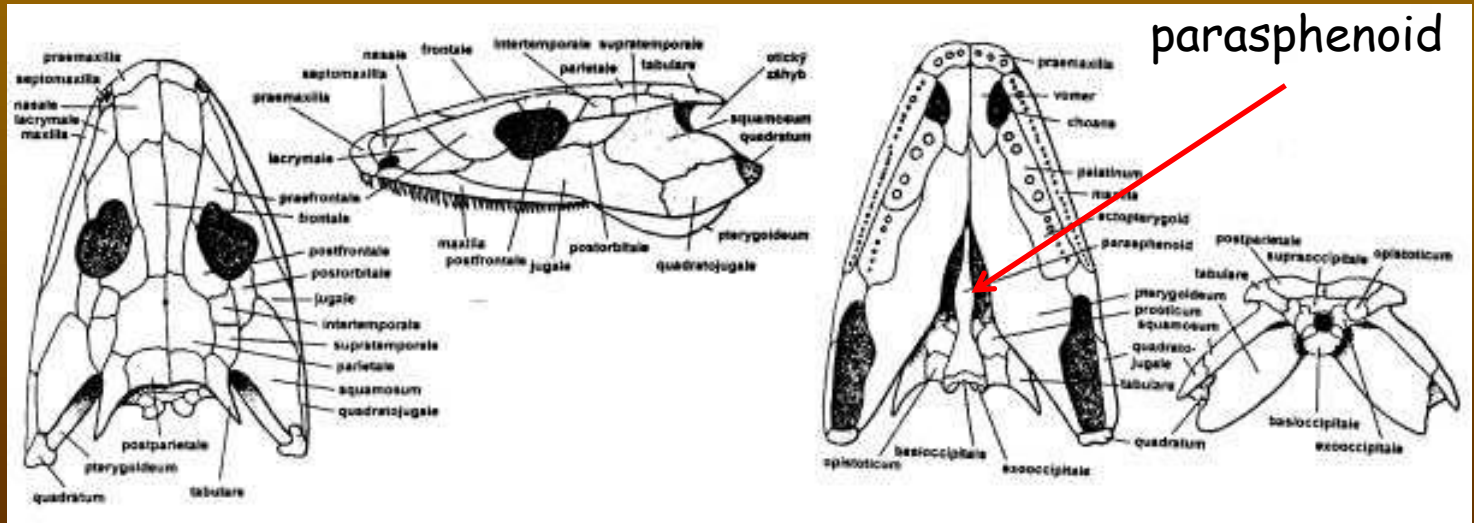
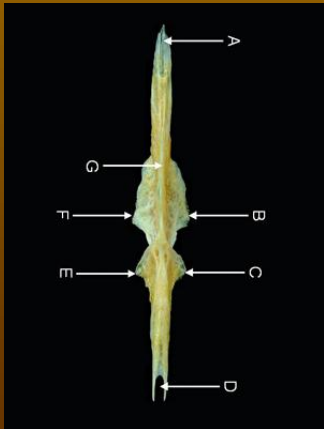
Dipterus - bahník



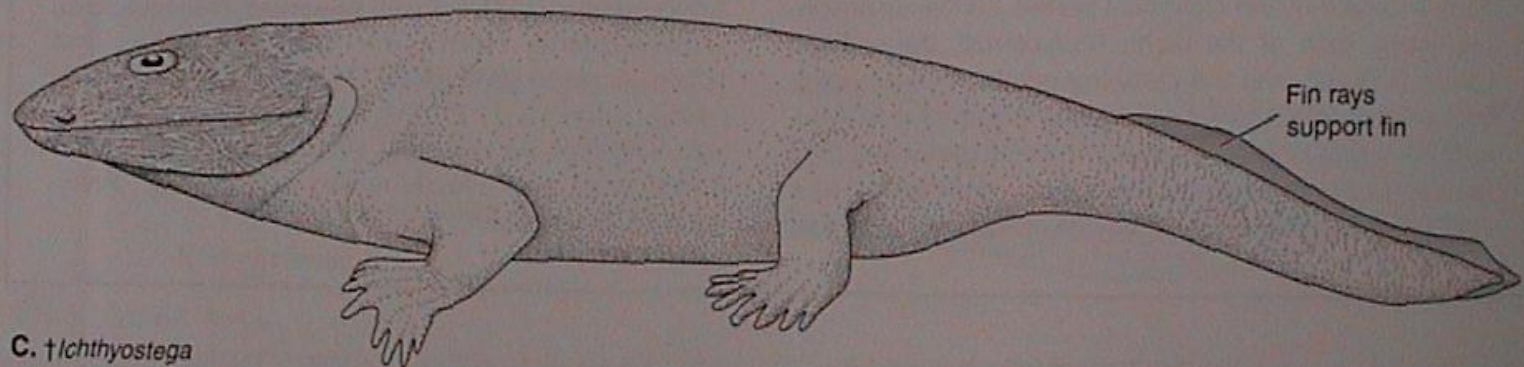
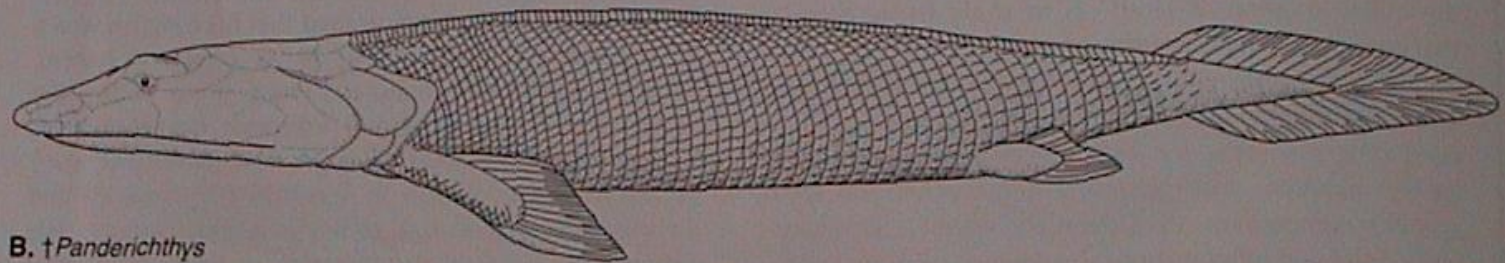
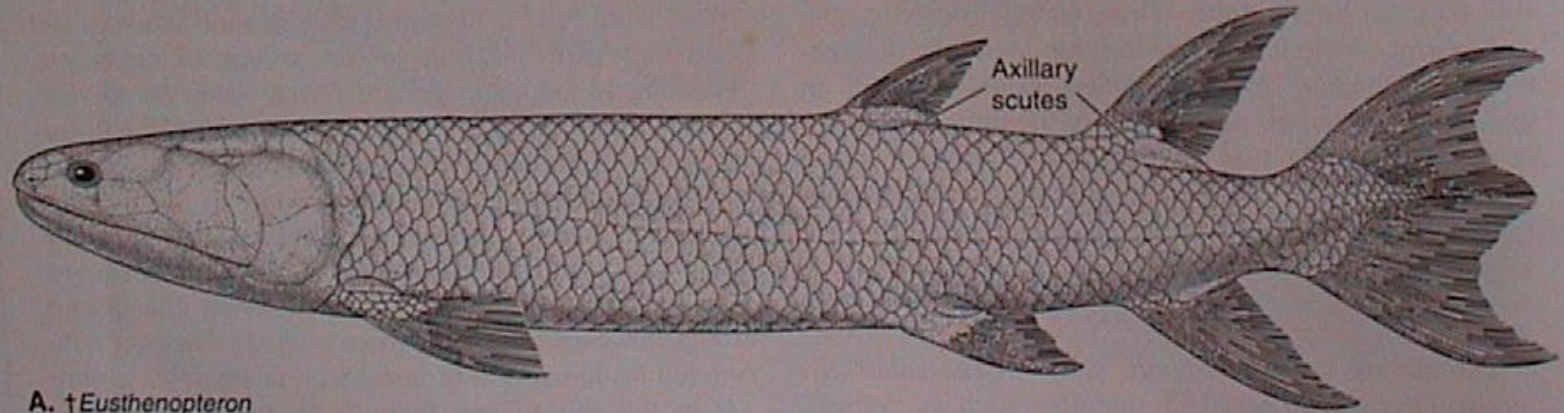
Dipterus - devon Eustenopteron Ichthyostega

Palaeogyrinus (obojž. z karbonu)

parasphenoid

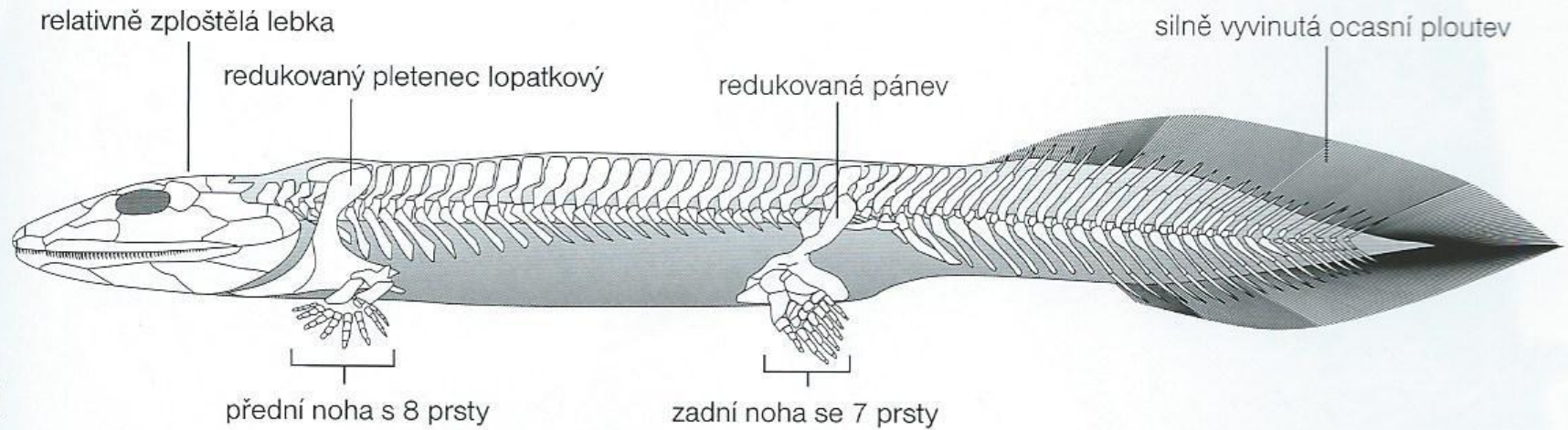


Integument a opěrná soustava



Integument a opěrná soustava

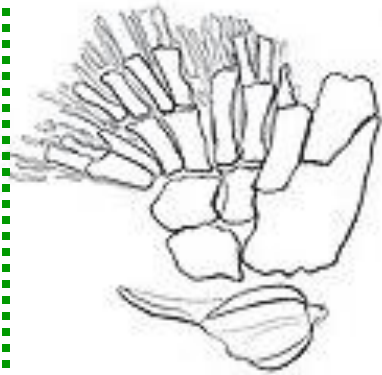
Acanthostega



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



Glyptolepis



Sauripterus



Eusthenopteron



Panderichthys



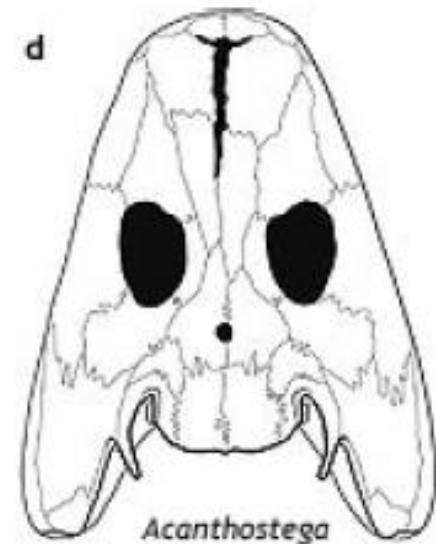
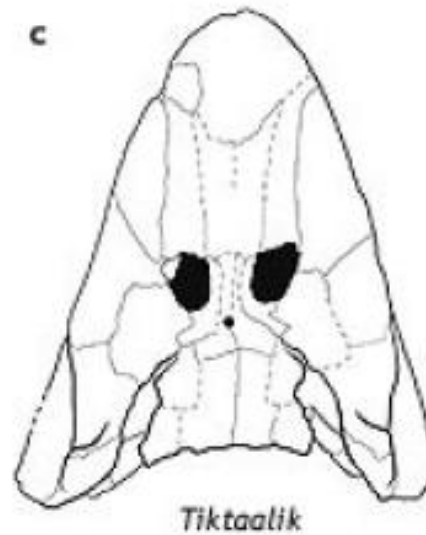
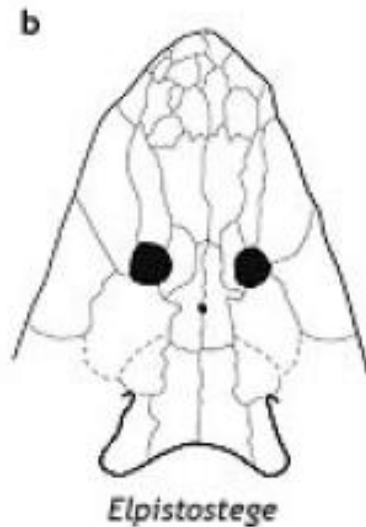
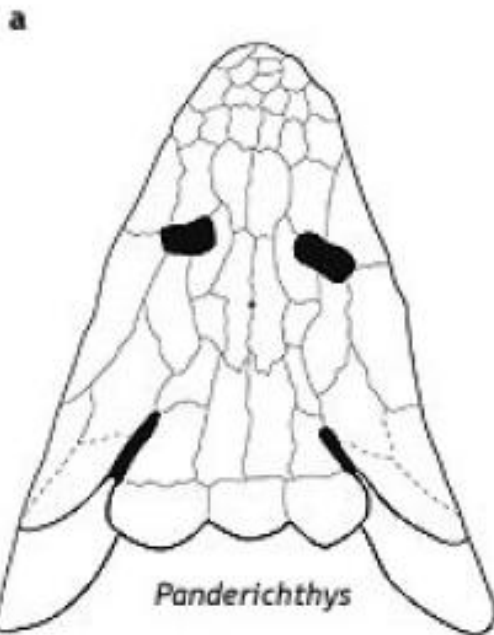
Tiktaalik



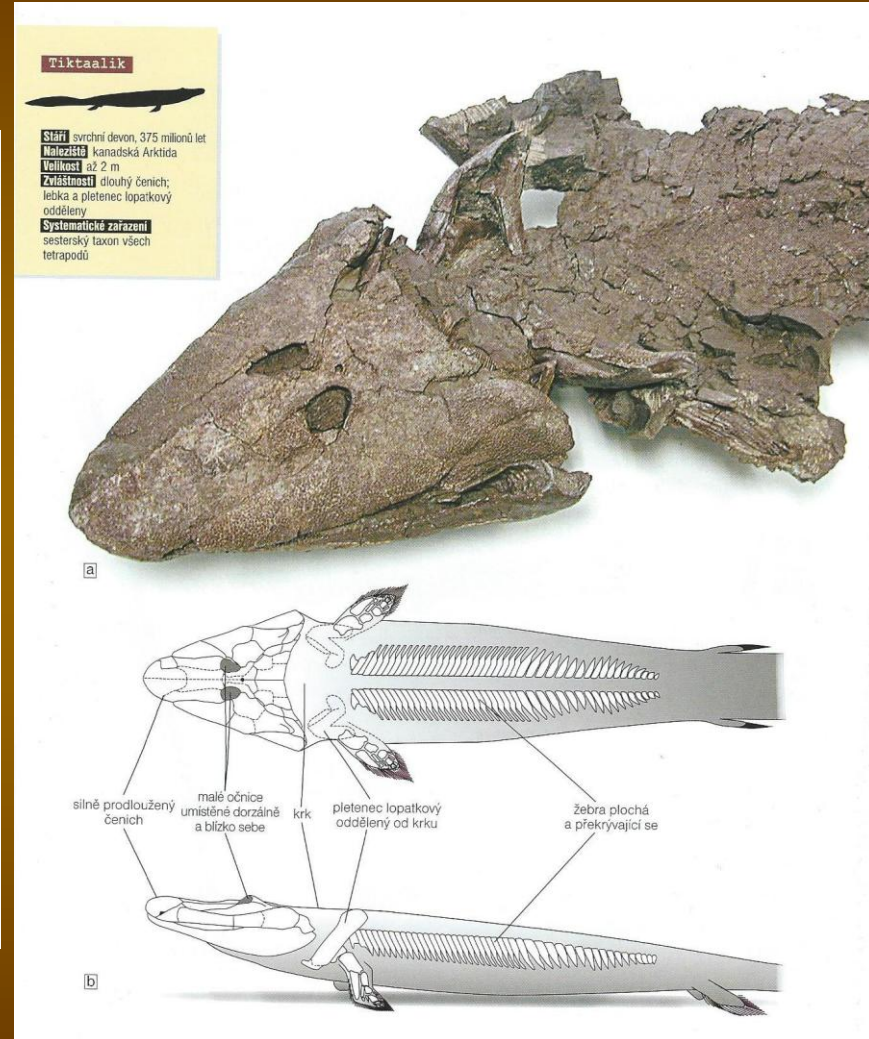
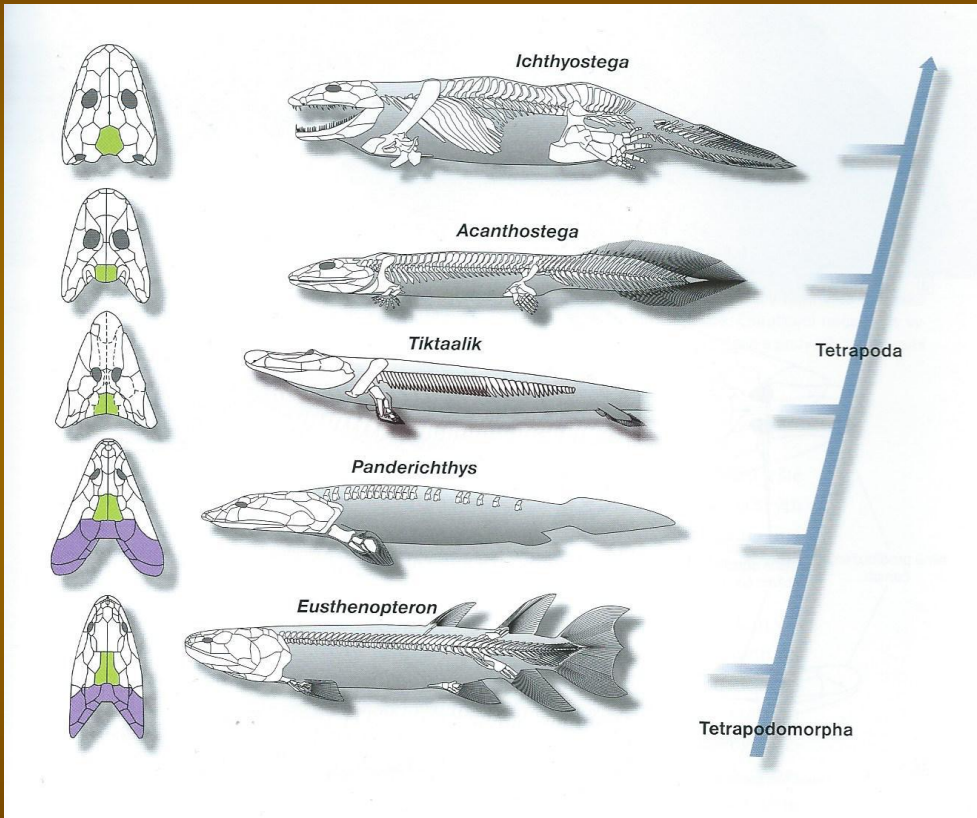
Acanthostega



Tulerpeton



Integument a opěrná soustava



Integument a opěrná soustava



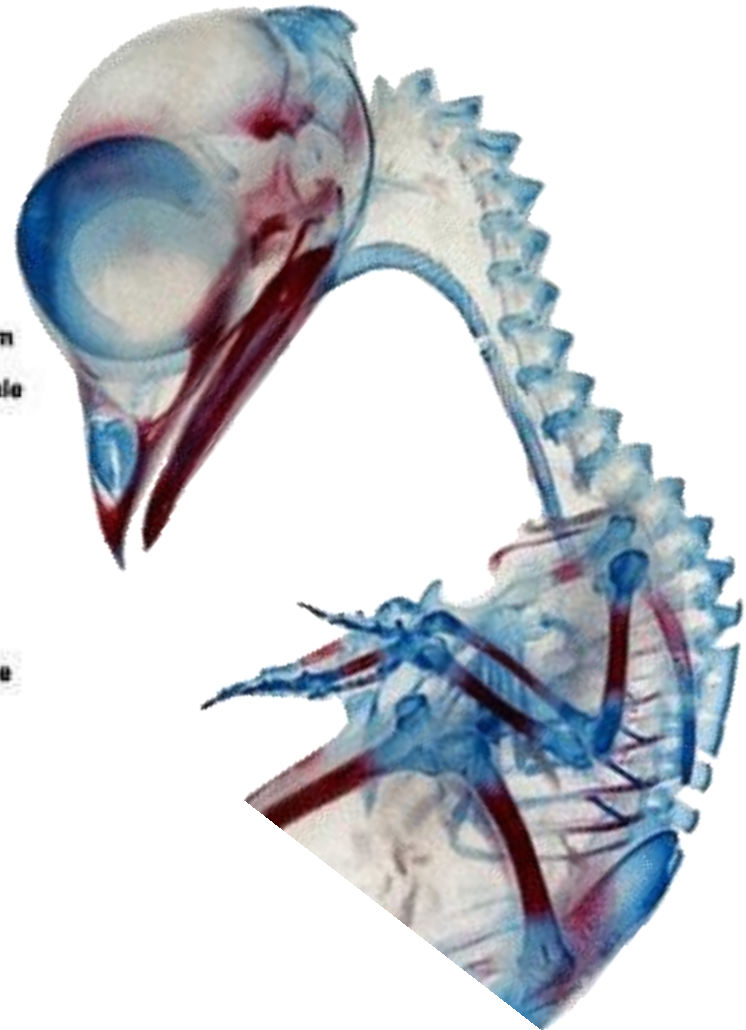
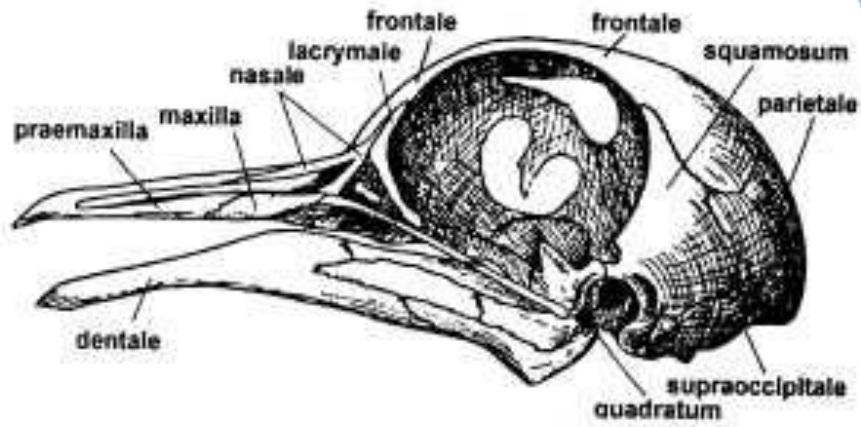
Wetlugasaurus – prim. temnospondylní obojživelník
(Rusko, Grónsko) – spodní trias
Vnitřní zubní oblouk v. otevřené prim. patro

Integument a opěrná soustava

Druhotné ústní patro



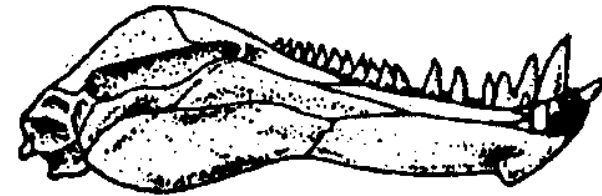
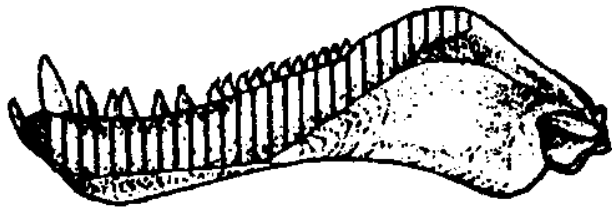
Integument a opěrná soustava



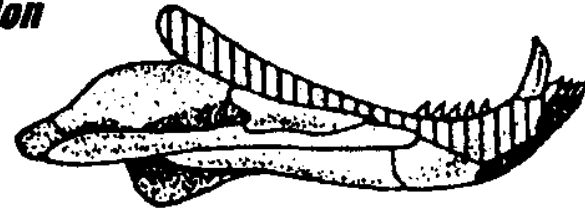
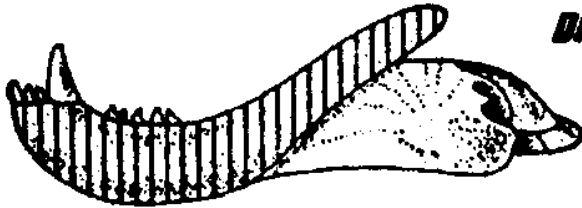
Integument a opěrná soustava



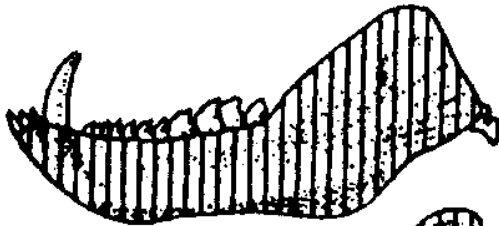
Integument a opěrná soustava



Dimetrodon



Cynarioides



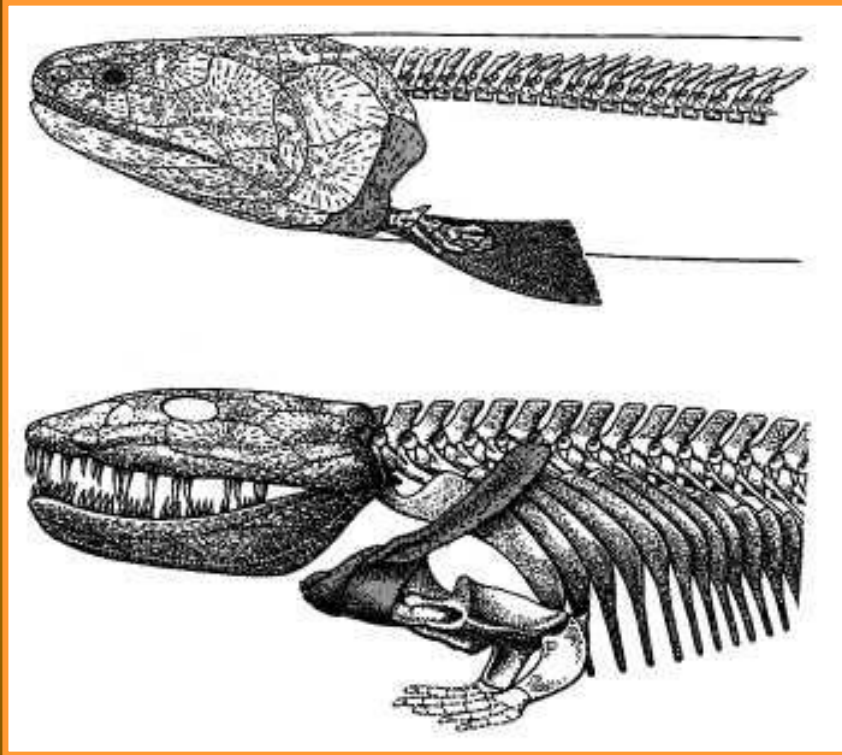
Cynognathus



Canis

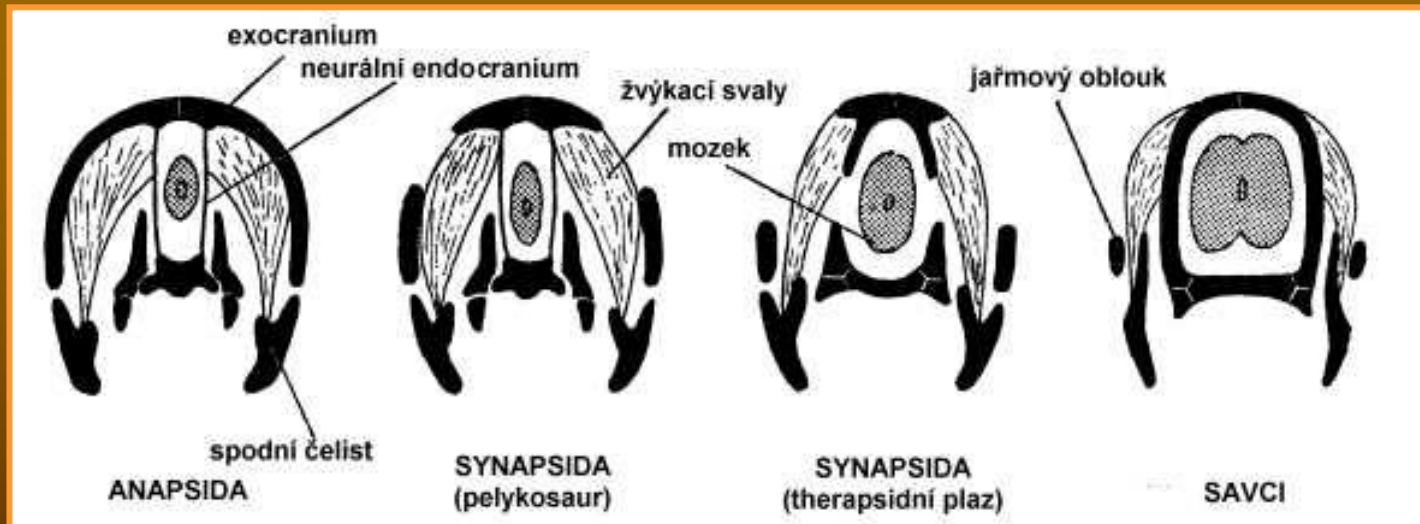
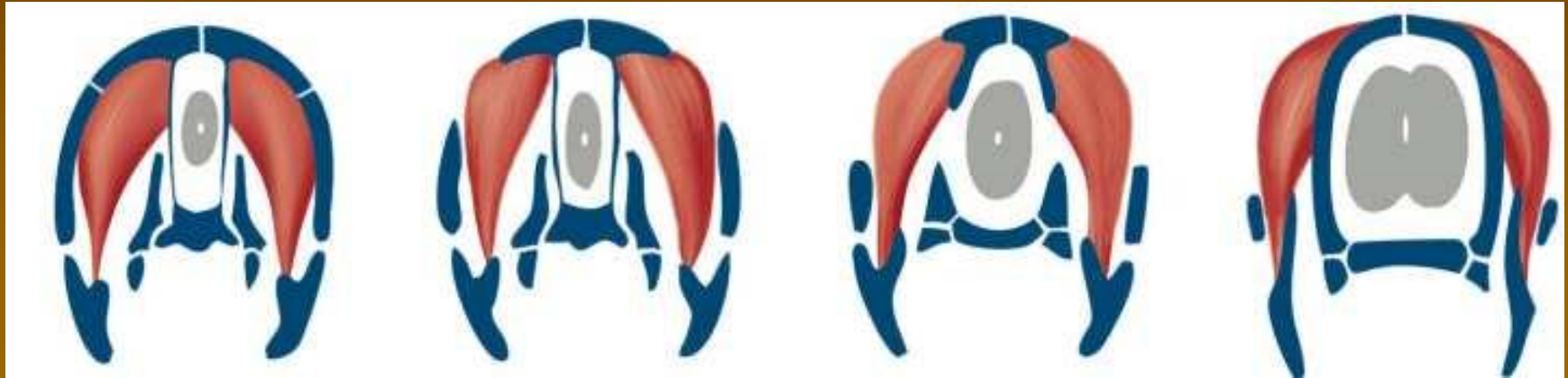
Integument a opěrná soustava

Vznik pletence lopatkového

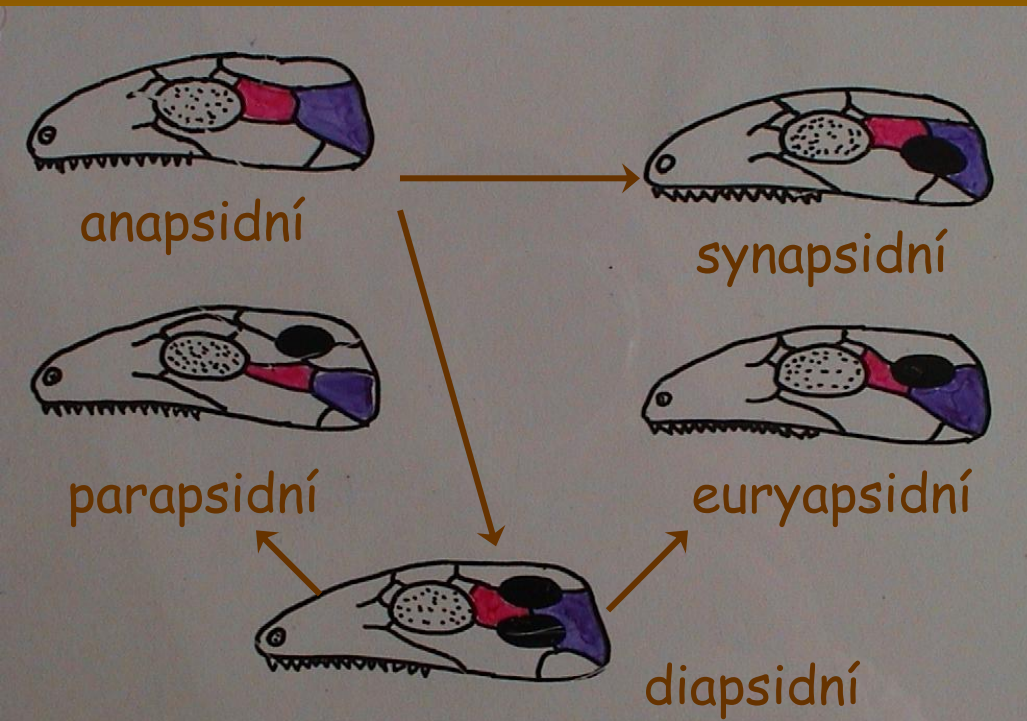


Integument a opěrná soustava

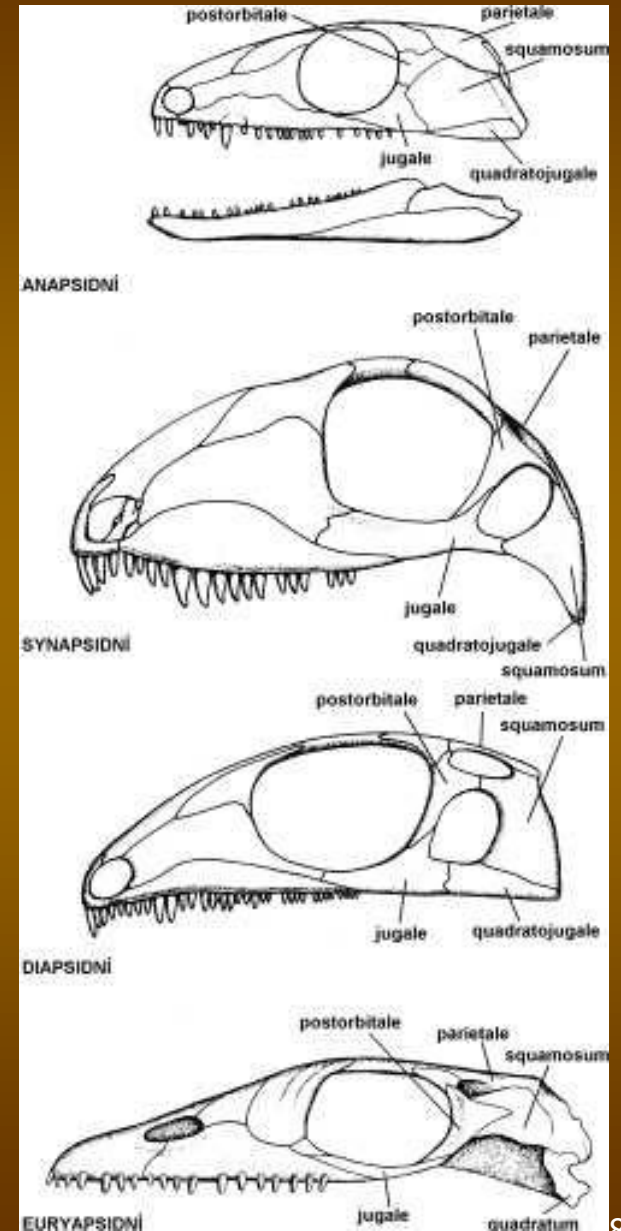
Spánkové jámy



Integument a opěrná soustava



Spánkové jámy



Integument a opěrná soustava



Australopithecus

šimpanz



člověk

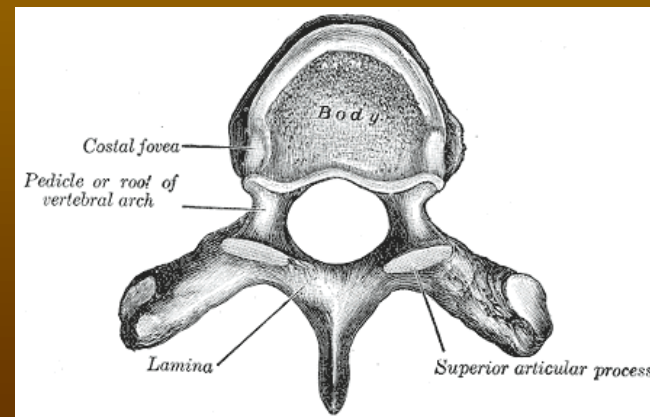
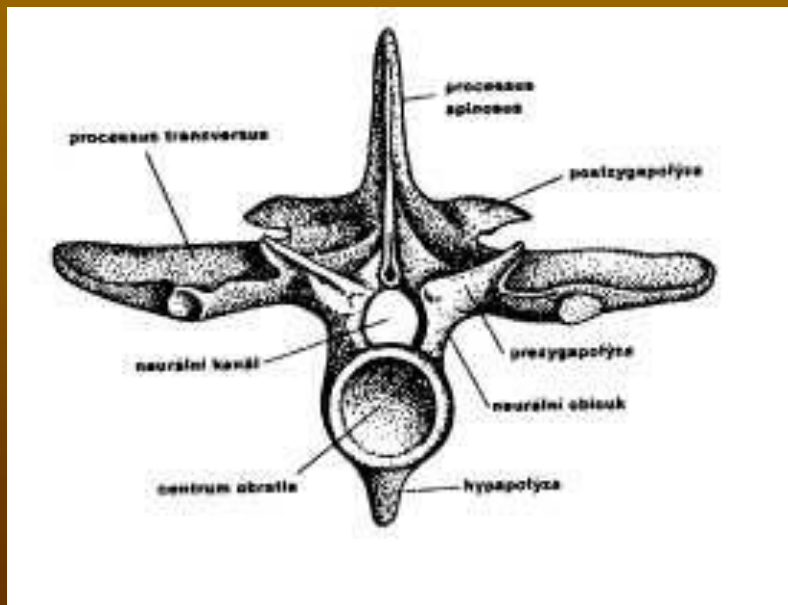
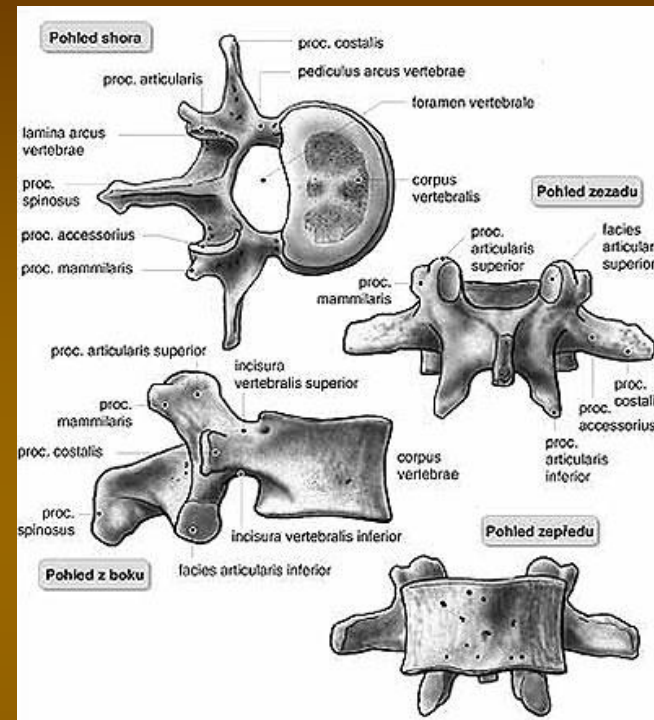
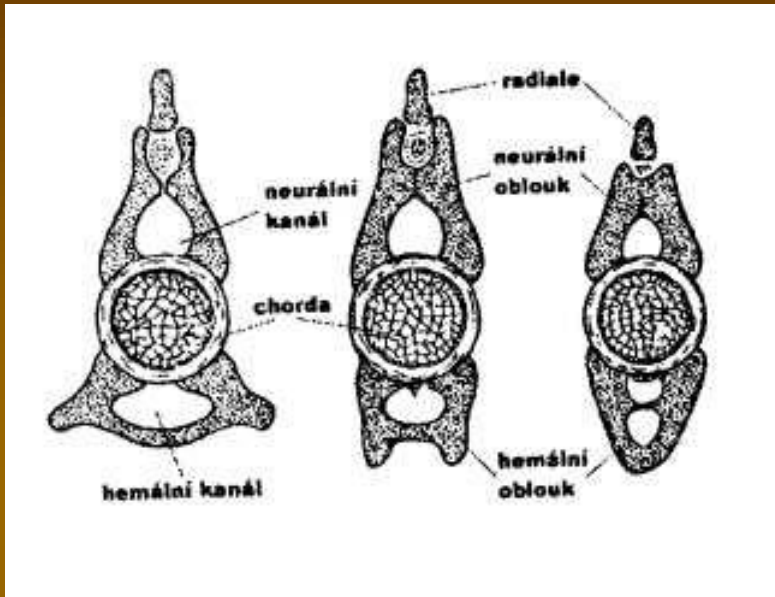


Integument a opěrná soustava

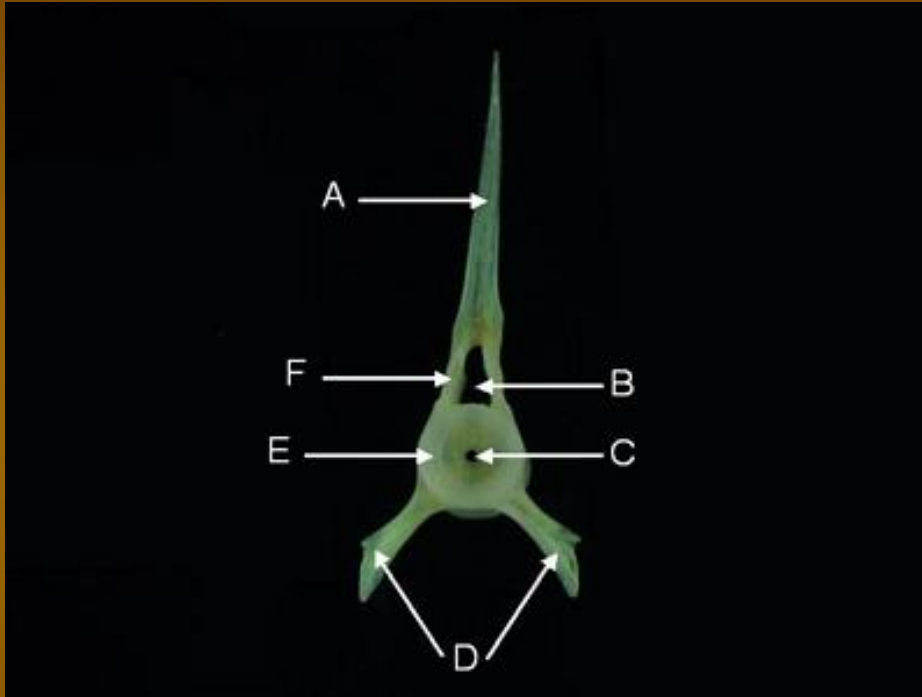


Integument a opěrná soustava

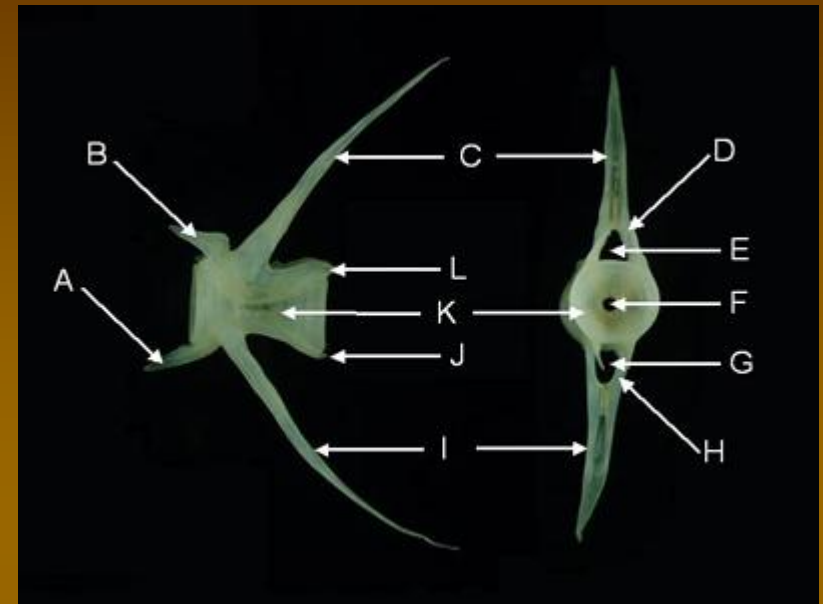
Obratle - vertebrae



Integument a opěrná soustava



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

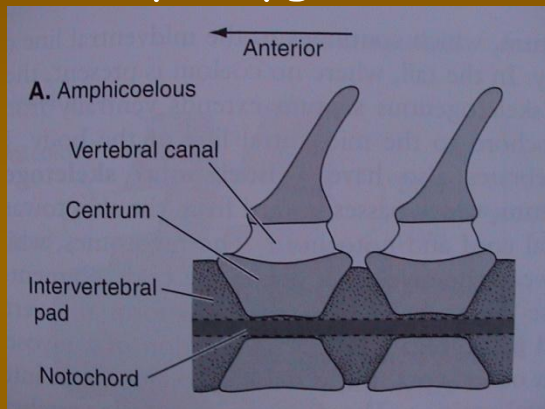


Caudal vertebra . A = ventral praezygapophysis, B = dorsal praezygapophysis, C = neural spine, D = neural arch, E = neural canal, F = notochord canal, G = hemal canal, H = hemal arch, I = hemal spine, J = ventral postzygapophysis, K = centrum, L = dorsal postzygapophysis.

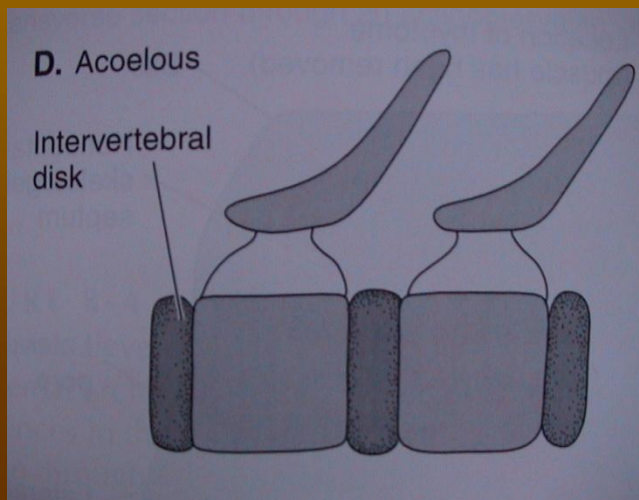
Integument a opěrná soustava

Typy obratlů podle tvaru těl:

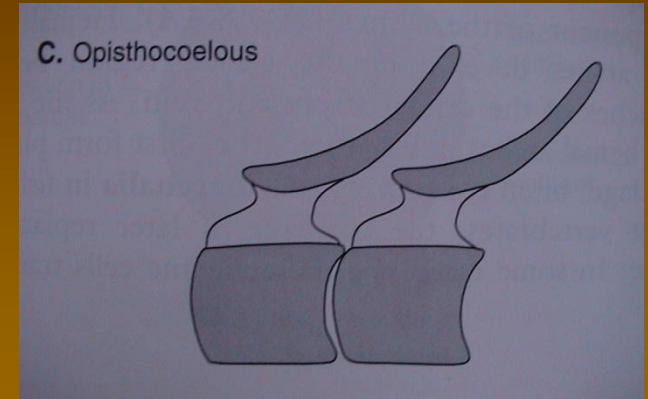
- amficélní (Chondrichthyes, Actinopterygii)



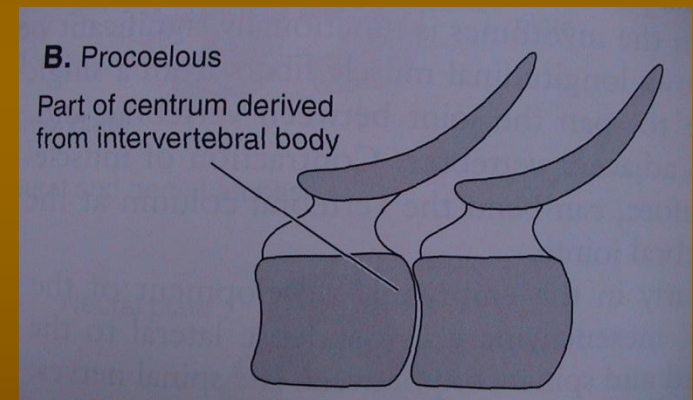
- platycélní (acélní, amfiplatní) (Mammalia)



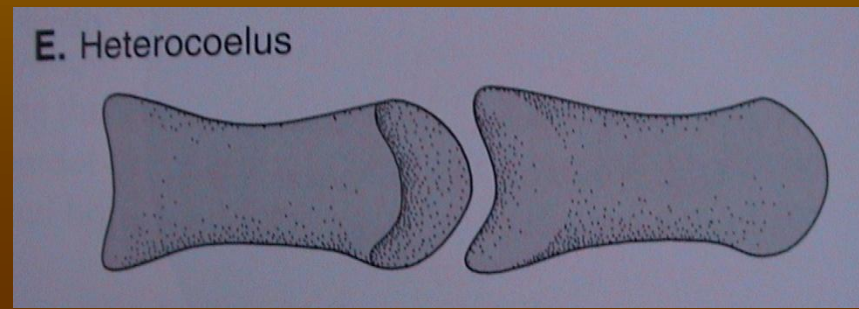
- opistocélní (Caudata)



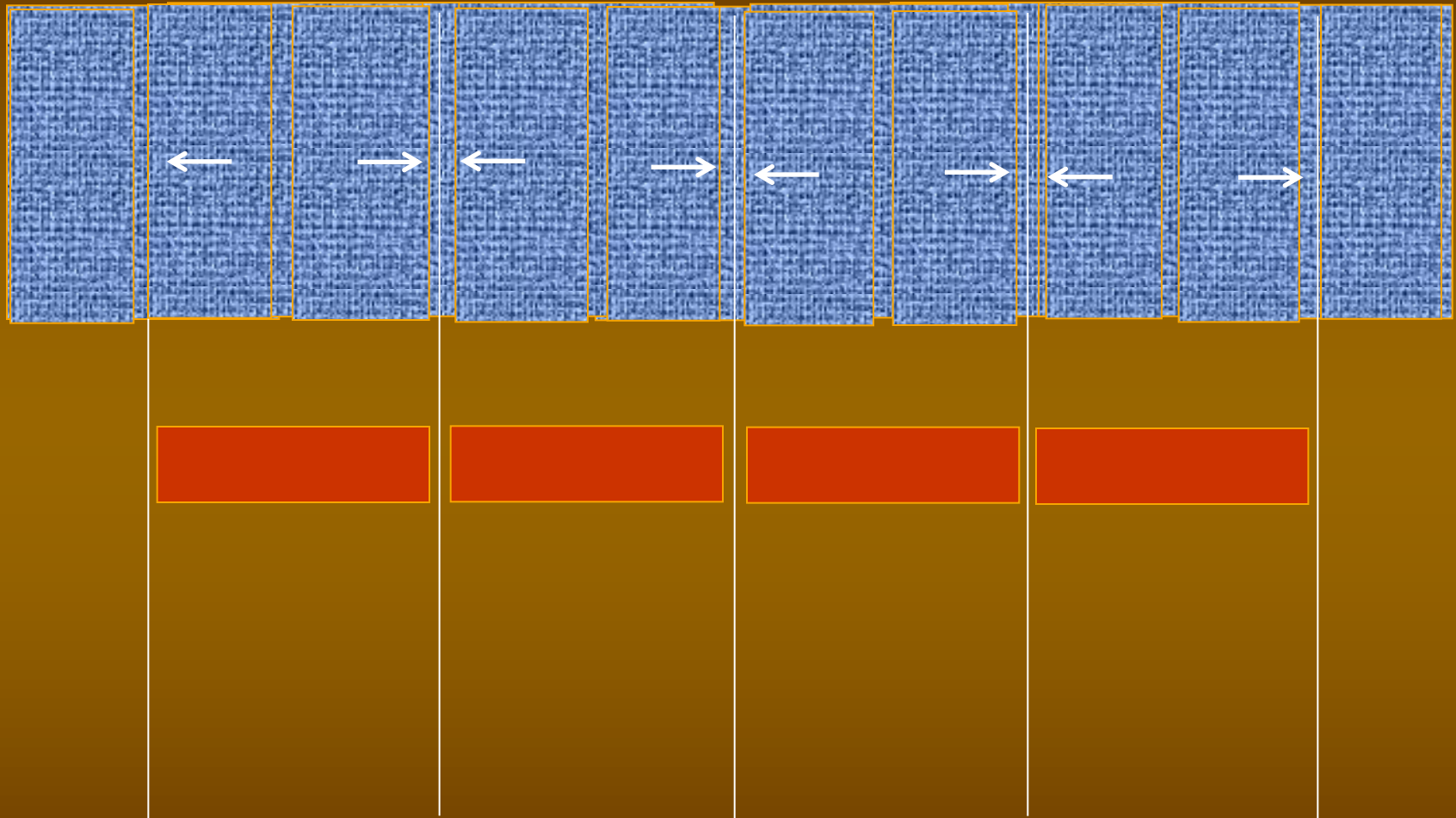
- procélní (Anura, „Reptilia“)



- heterocélní (Aves)

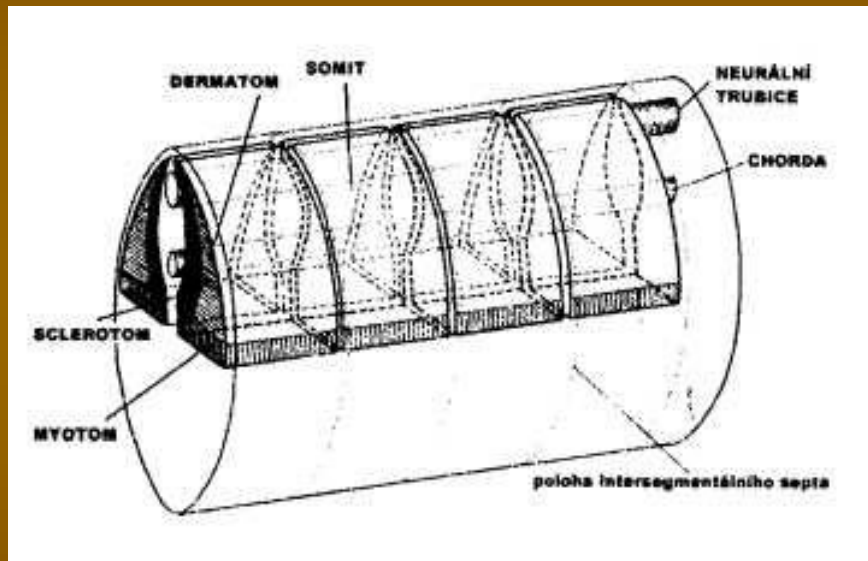


Integument a opěrná soustava

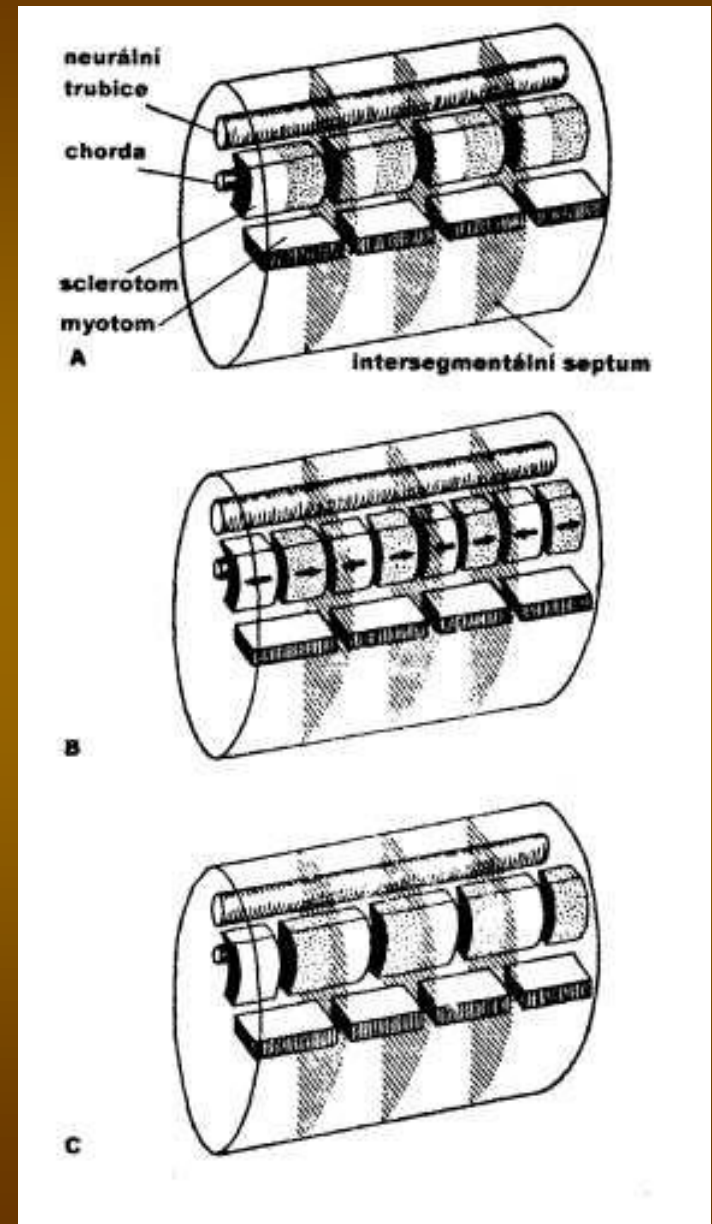


Integument a opěrná soustava

Resegmentace sklerotomu
(a jeho posun vůči myotomu)

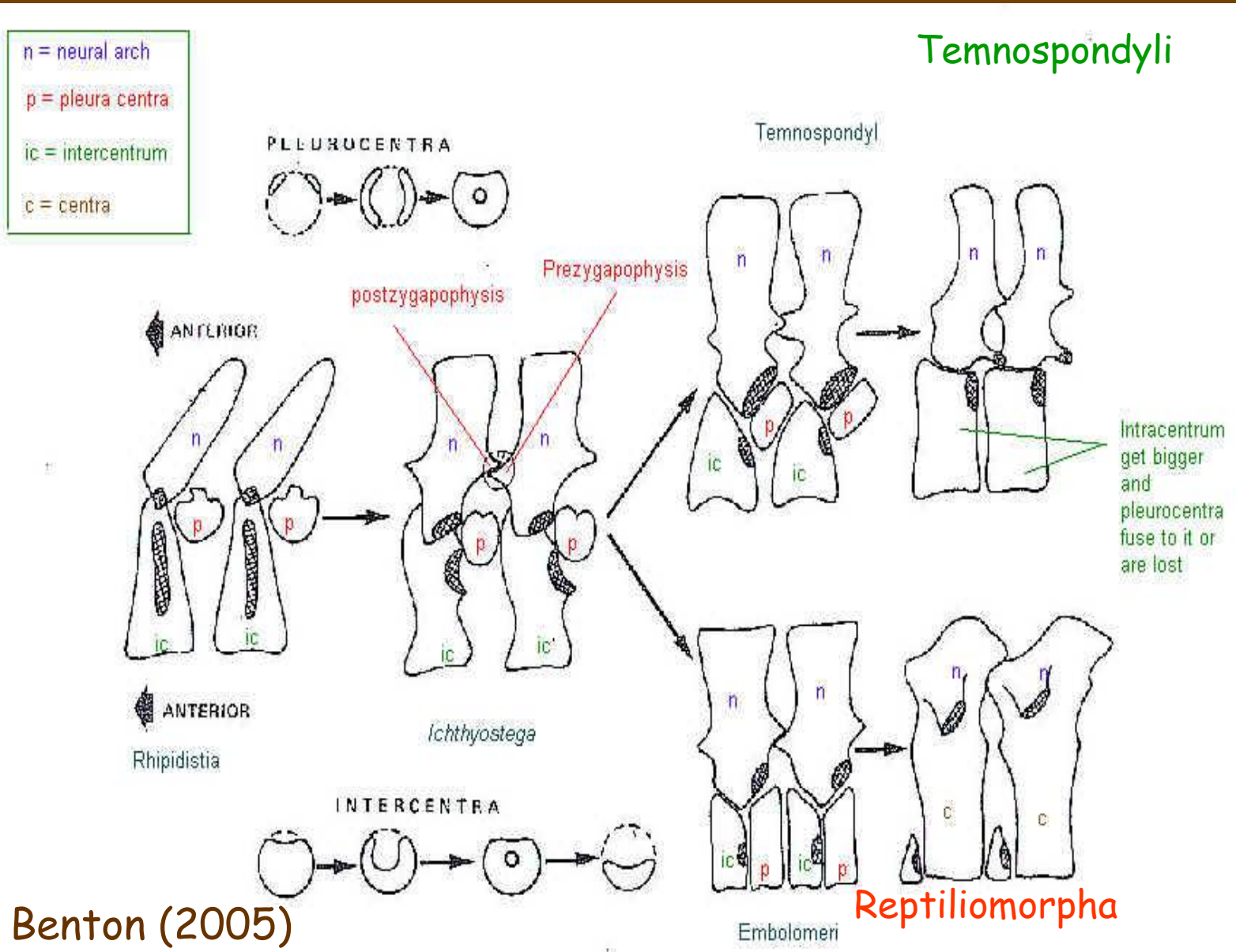


Intersegmentární pozice obratlů
vzhledem k myotomu



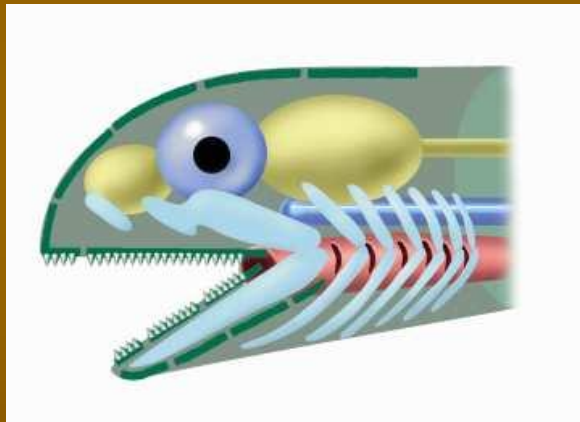
Integument a opěrná soustava

Obratle - vertebrae

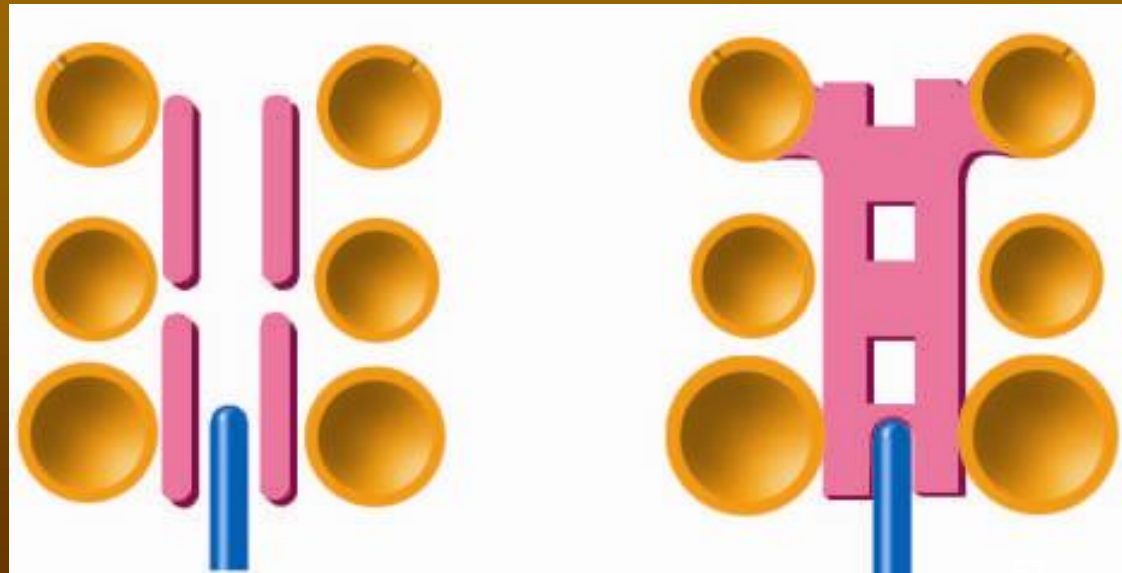
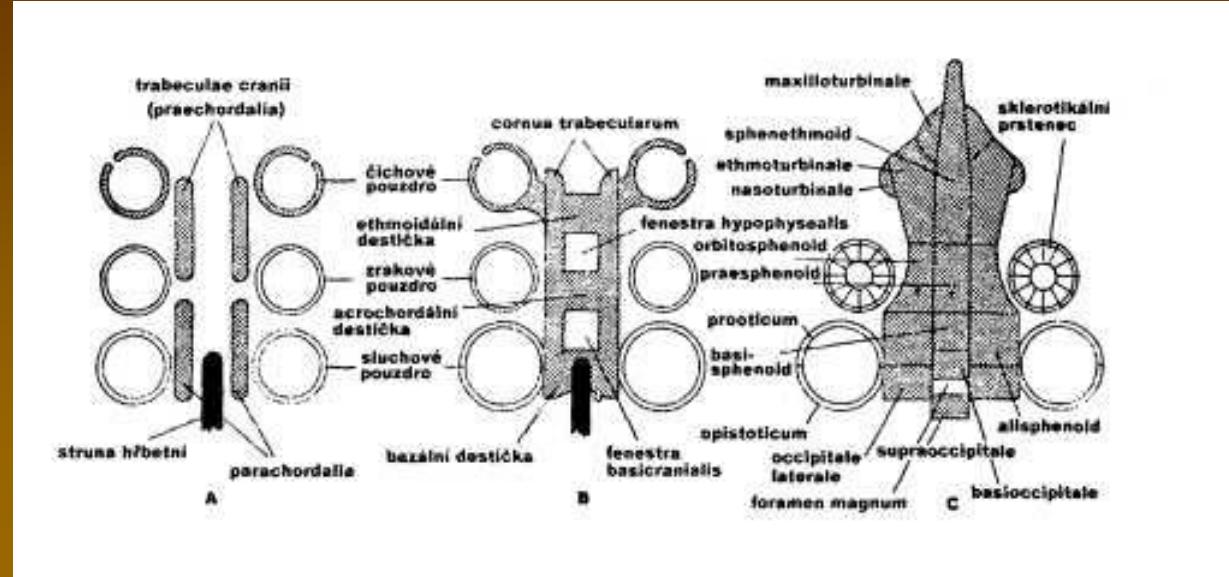


Integument a opěrná soustava

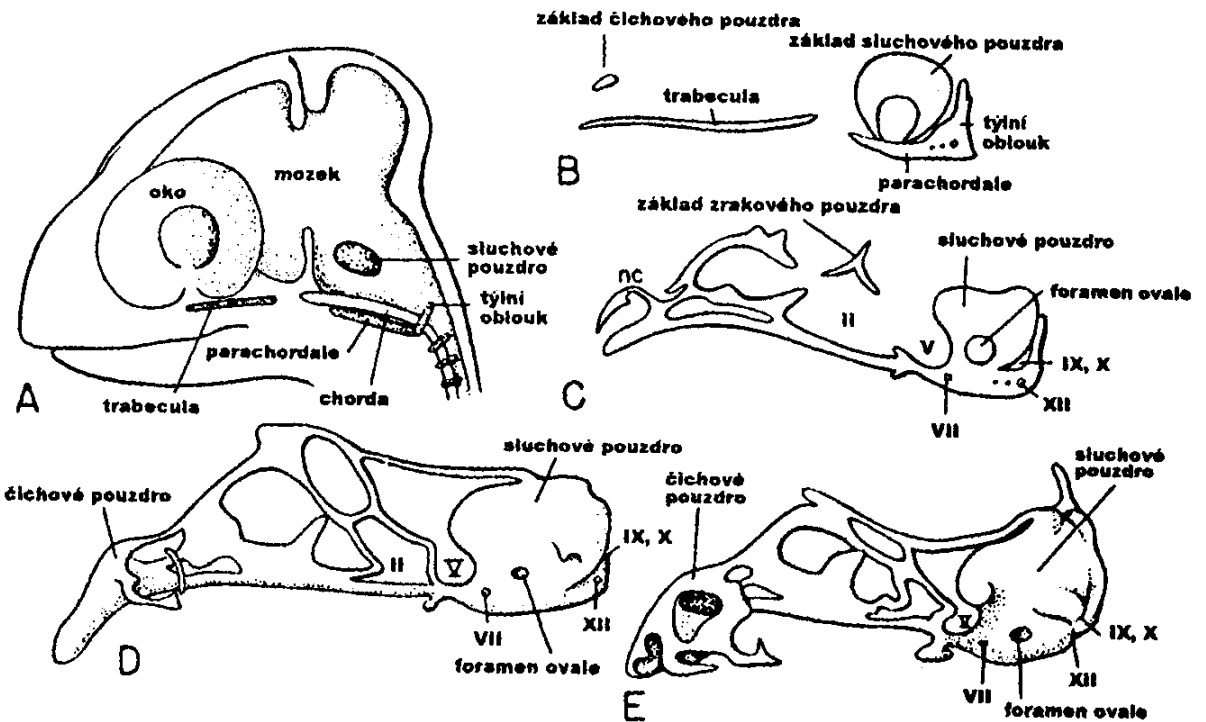
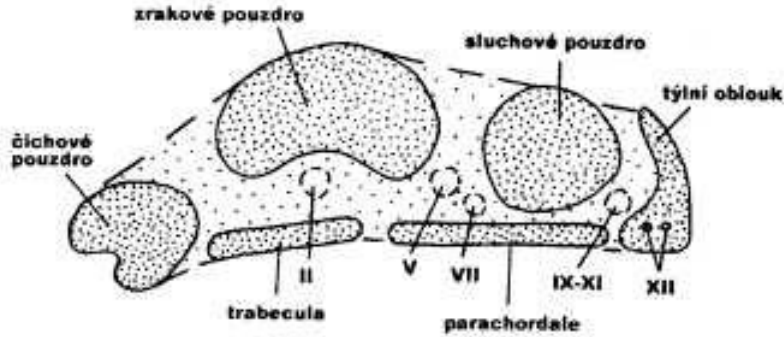
NEUROCRANIUM



Vznik neurálního endokrania



Integument a opěrná soustava



Integument a opěrná soustava

pololebka (mihule)

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

otica

orbitalis

ethmoidalis

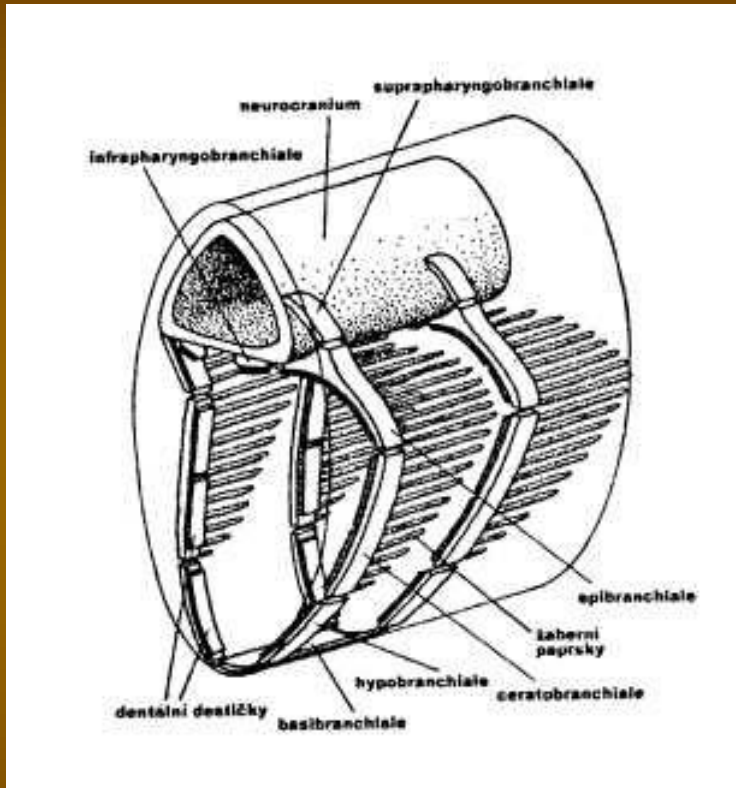
- kostěné neurocranium : v komplexu **sphenoidale** (lebeční báze)
spodina lebeční: ethmosphenoidale, praesphenoid, basisphenoid + basioccipitale
vertikální stěny: turbinalia, orbitosphenoid, alisphenoid, exoccipitale

EXOSKELET

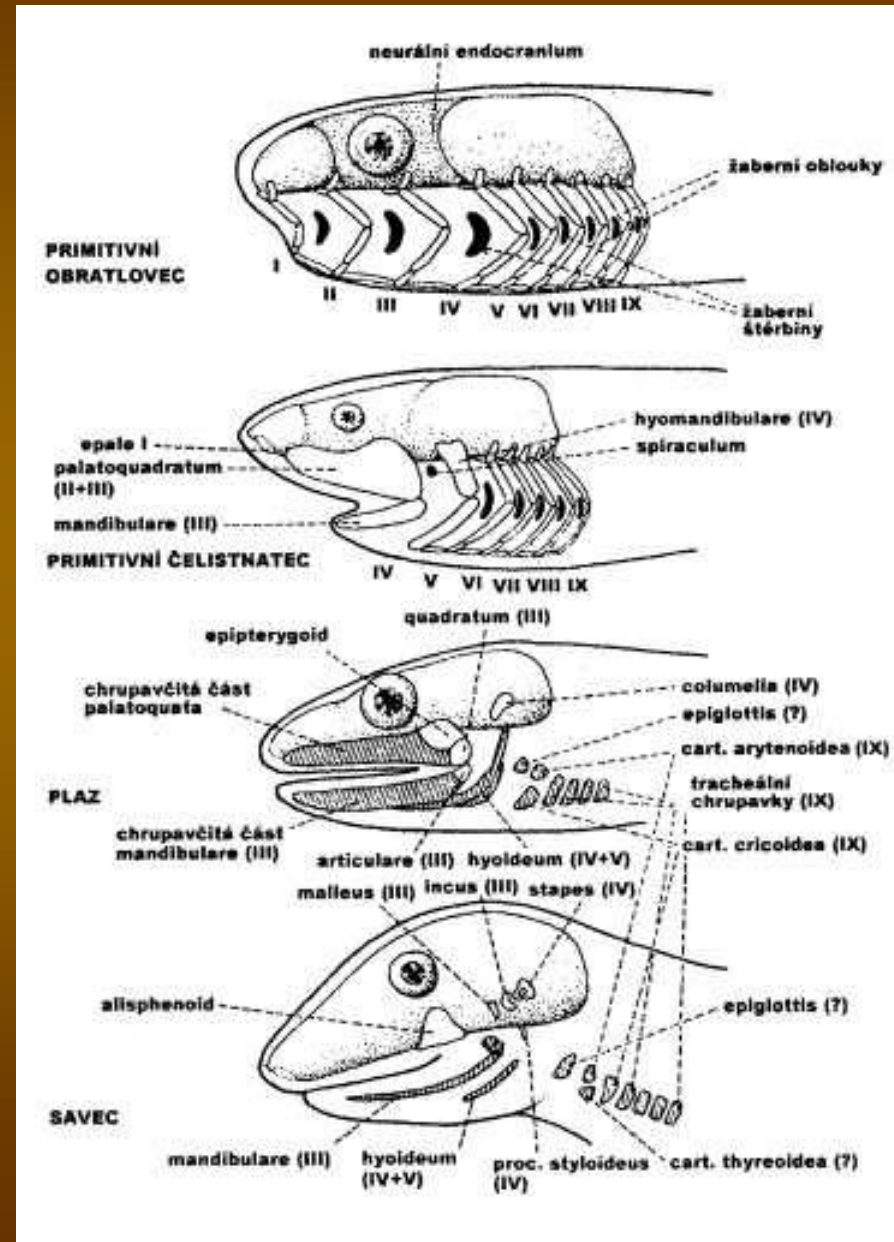
- lebeční klenba: nasale, frontale, parietale, jugale, lacrimale,
intertemporale, supratemporale, squamosum
- patrový komplex: pterygoidy, parasphenoid, vomer, ossa palatina

Integument a opěrná soustava

VISCEROCRANIUM

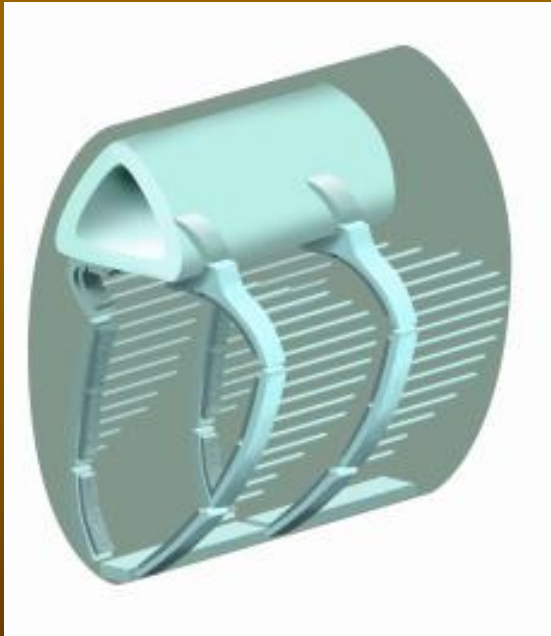


žaberní oblouk:
suprahyngobranchiale,
infrahyngobranchiale, epibranchiale,
ceratobranchiale, hypobranchiale,
basibranchiale



Integument a opěrná soustava

Evoluce lícní části lebky (viscerokrania)

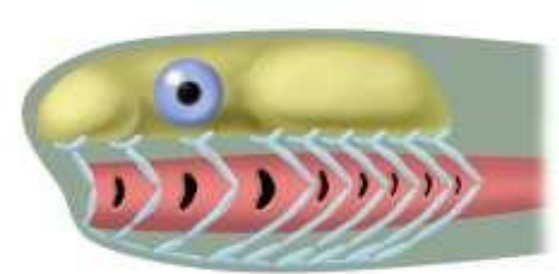


kambrium
-520 mil. let

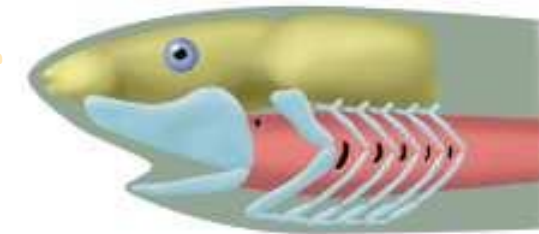
ordovik/silur
-440 mil. let

devon
-360 mil. let

trias
-210 mil. let



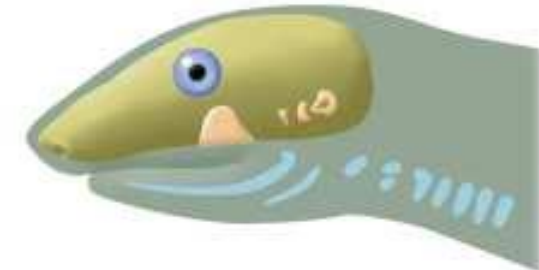
bezčelistní



čelistnatci



tetrapodi



savci

Integument a opěrná soustava

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)

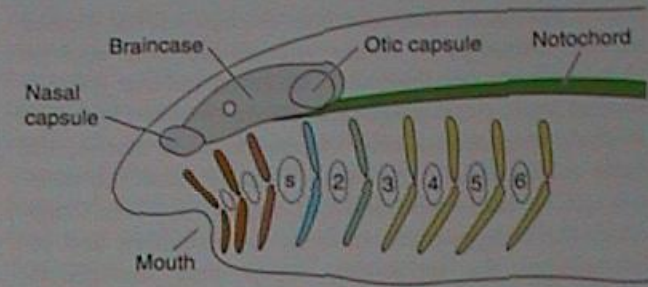
4.-6. opora žaber (vodní) - chrupavky hrtanu
(Tetrapoda)

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

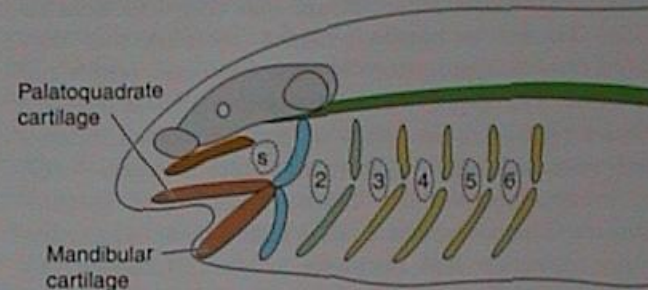
EXOSKELET (dermální) - jen kostěný

horní čelist: praemaxillare, maxillare

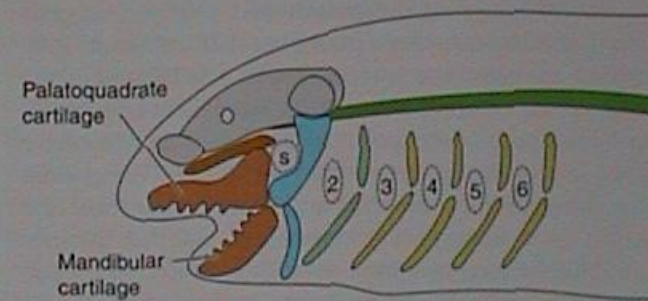
dolní čelist: dentale (mandibula), angulare



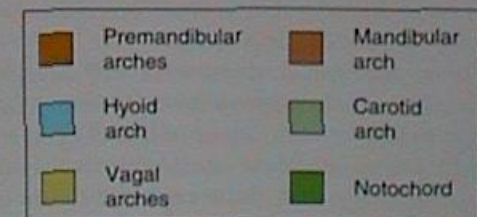
A. Hypothetical jawless condition



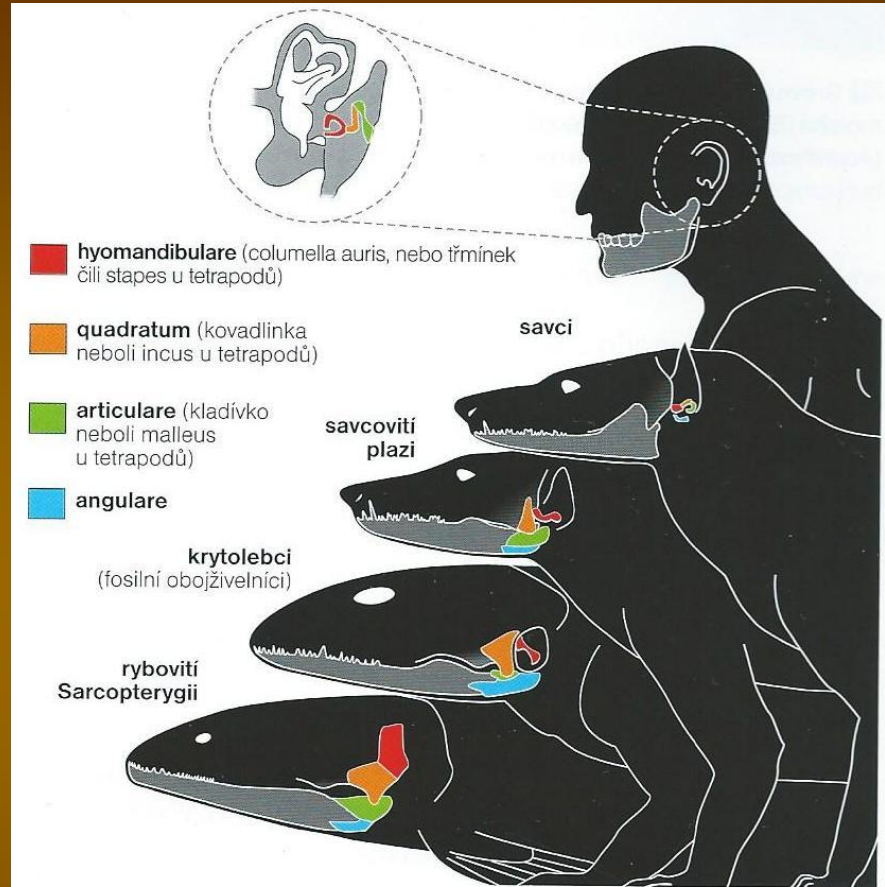
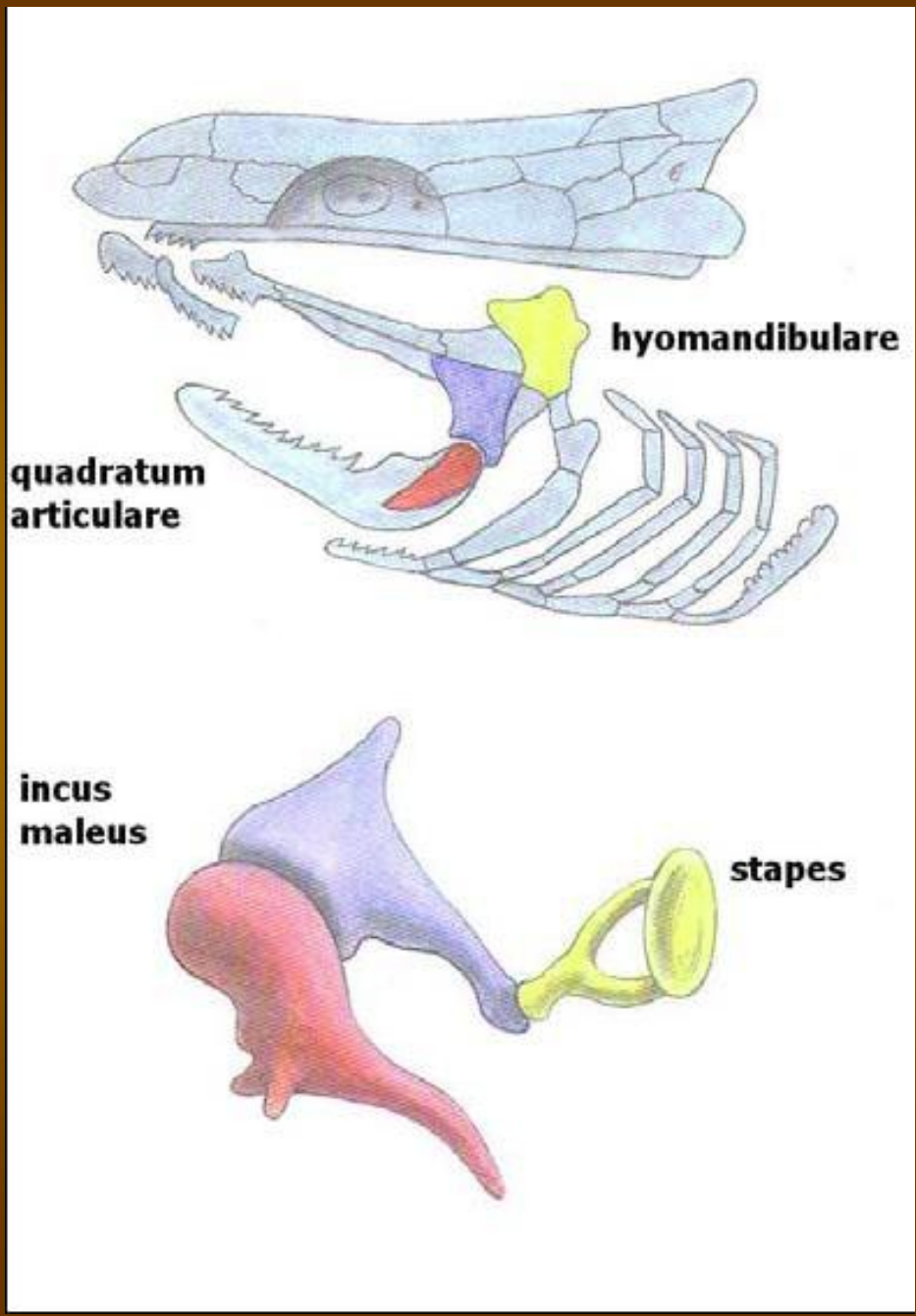
B. Mandibular arch functions as jaws



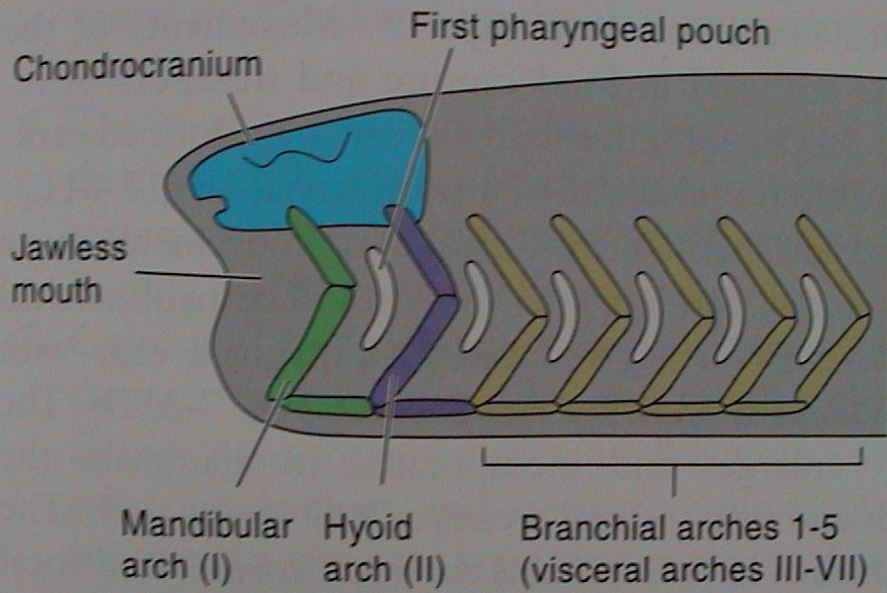
C. Jaws associated with braincase



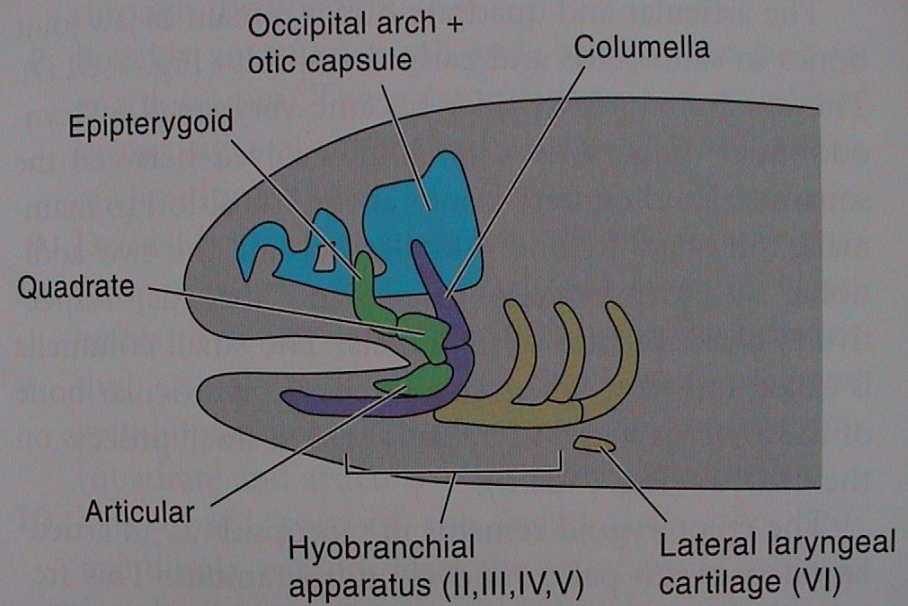
Integument a opěrná soustava



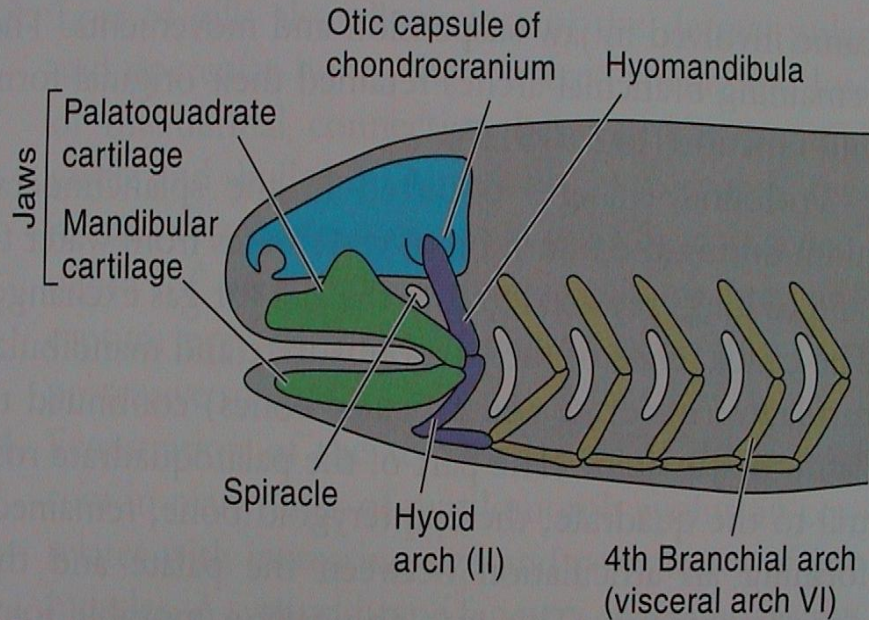
původ sluchových kůstek savců
(Gaupp - Reichertova teorie)



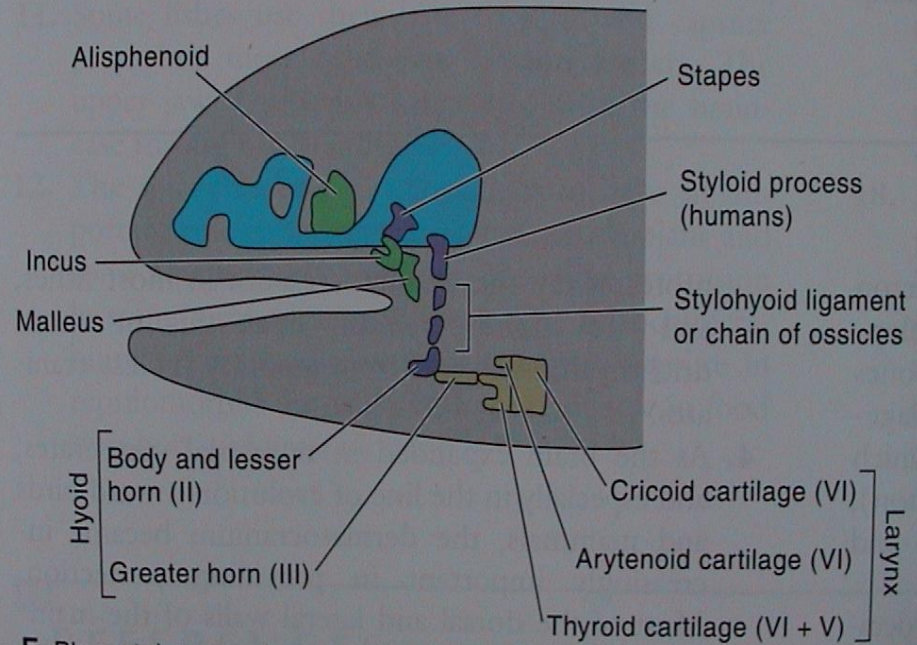
A. Hypothetical jawless condition



C. Hypothetical early tetrapod

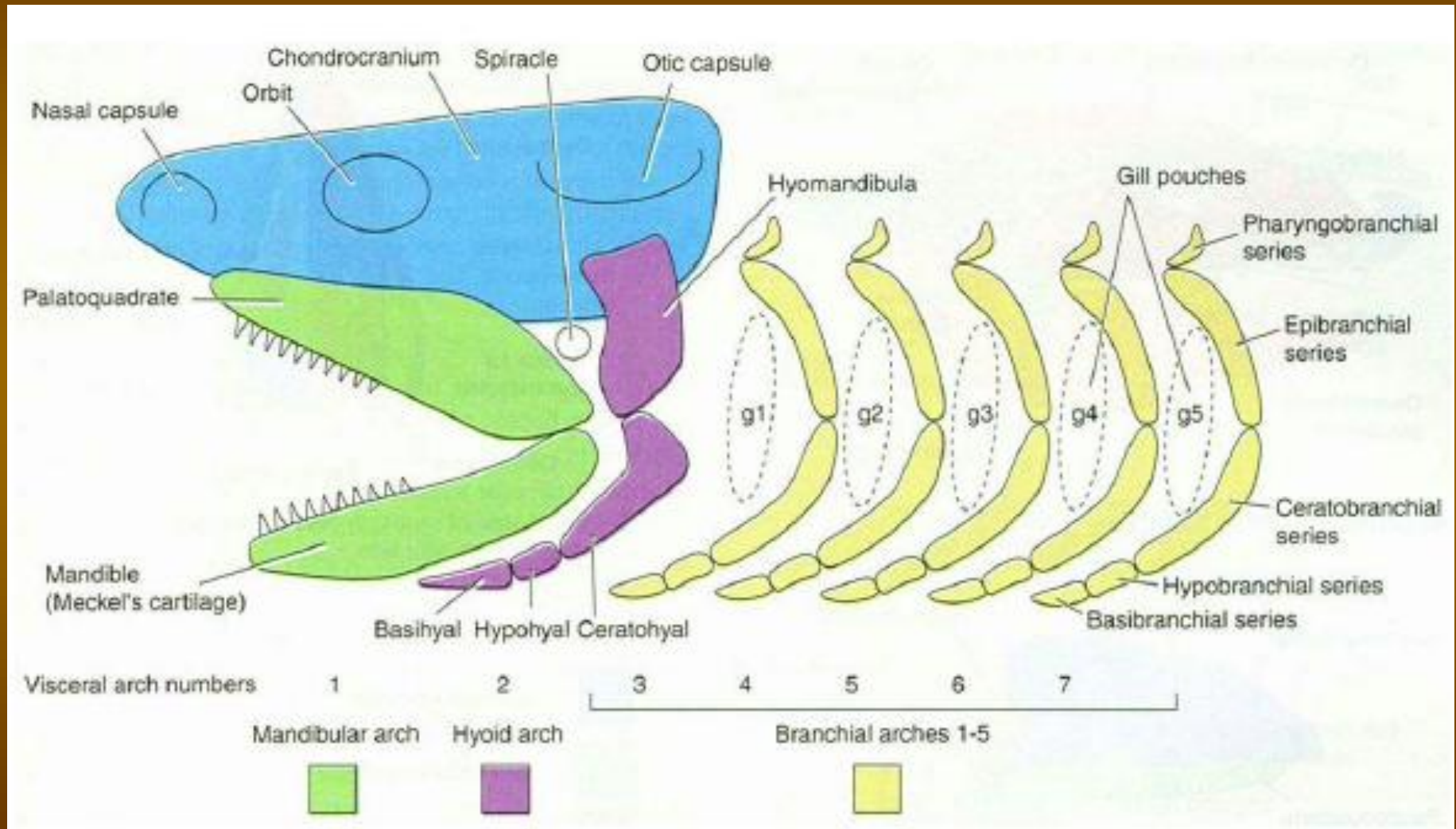


B. Gnathostome



E. Placental mammal

Integument a opěrná soustava

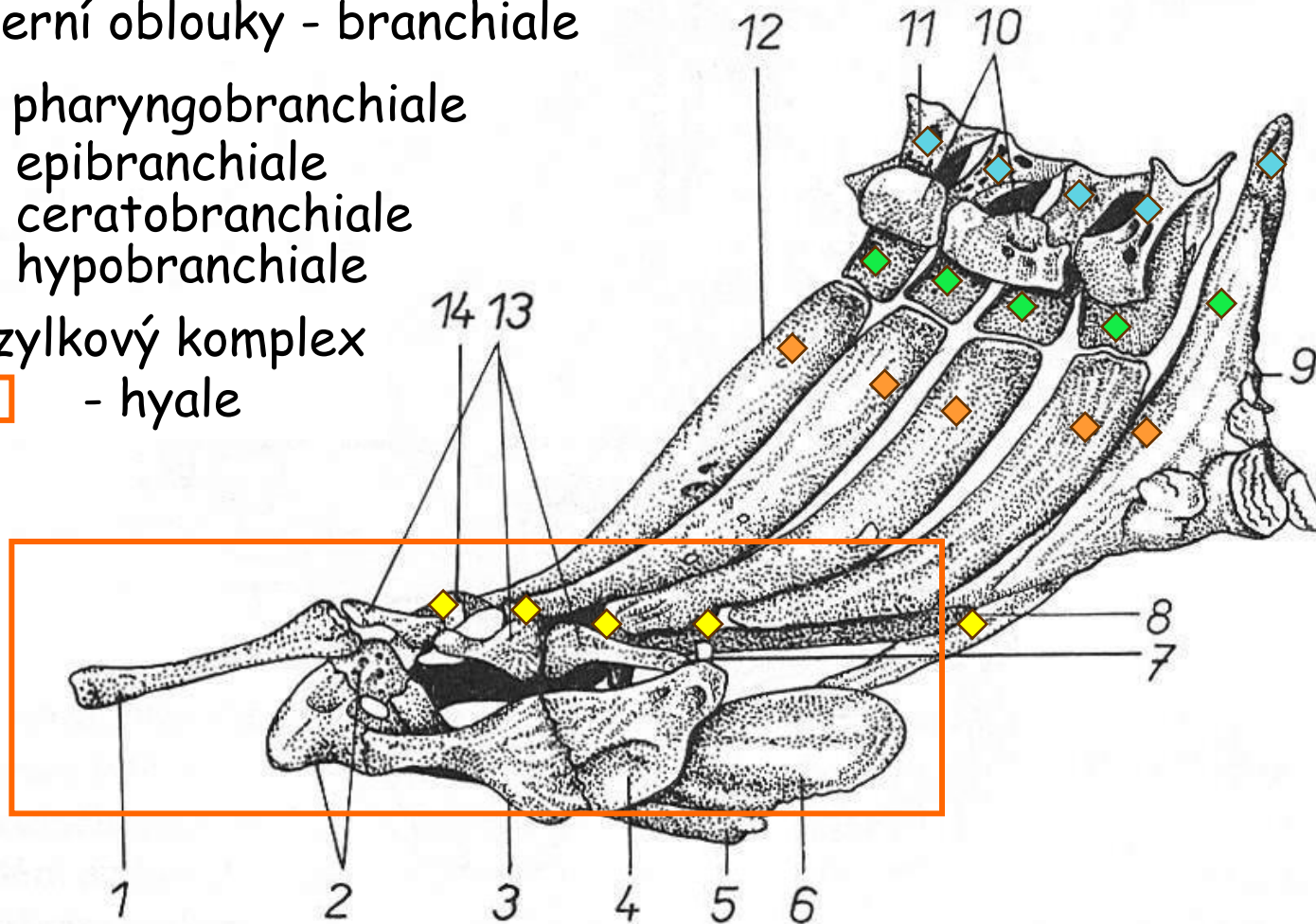


Integument a opěrná soustava

žaberní oblouky - branchiale

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

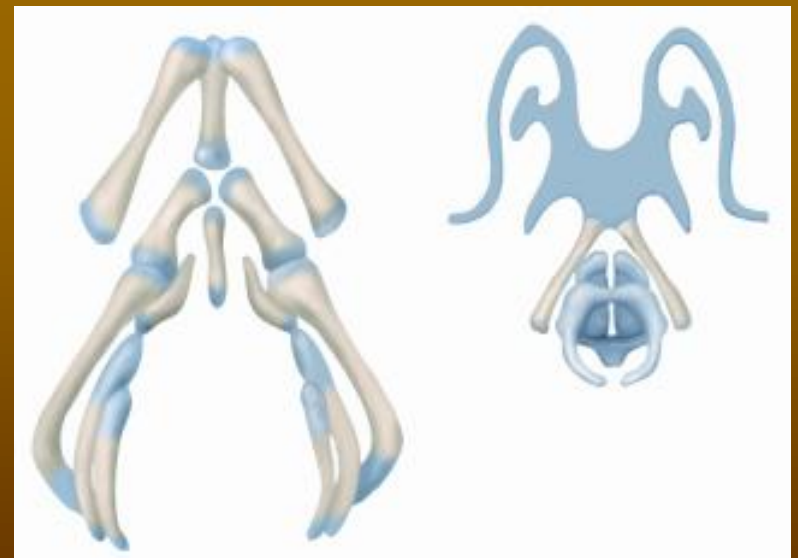
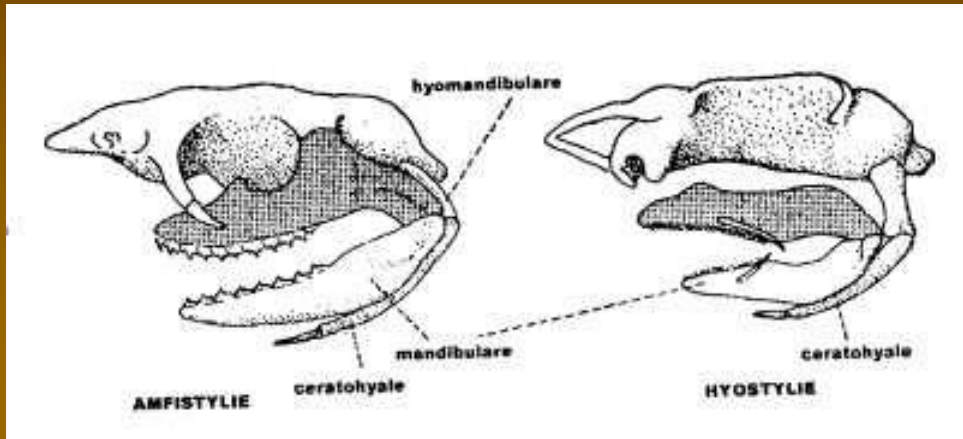
jazykový komplex
- hyale



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

Integument a opěrná soustava

Modifikace viscerokrania



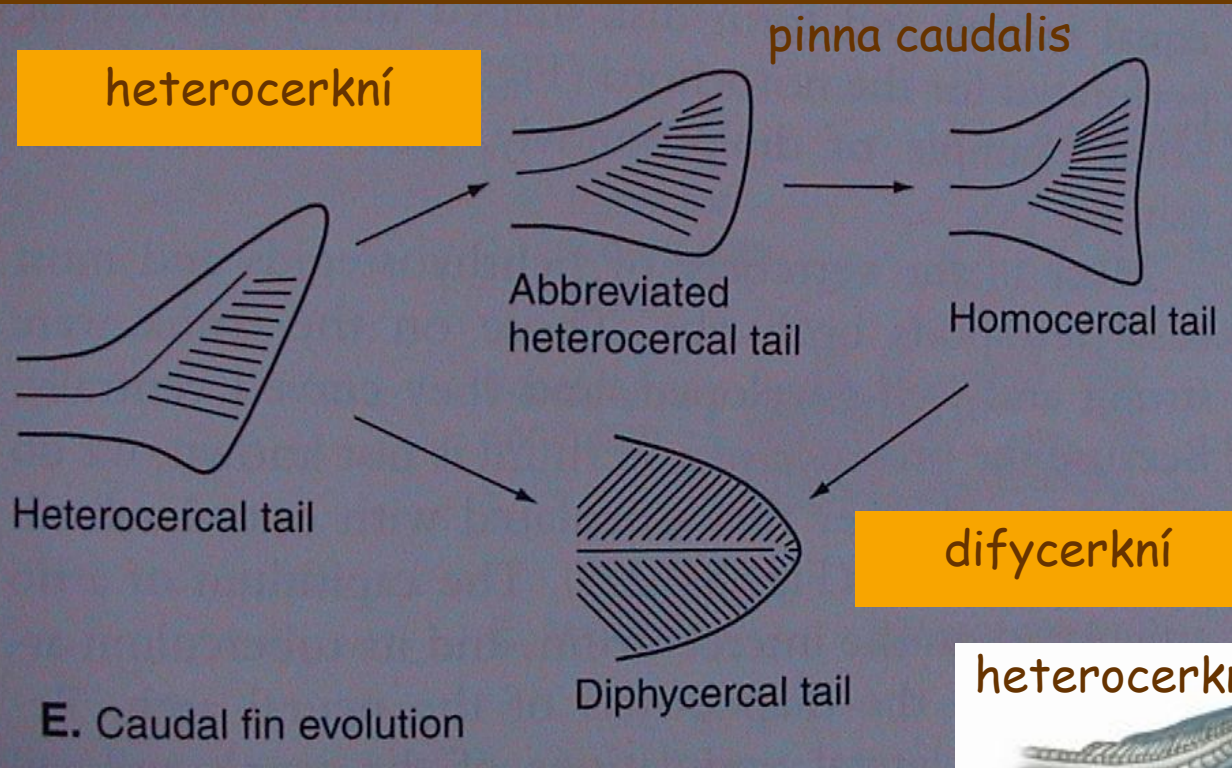
Obojživelník

- larva (macarát): žaberní aparát (vlevo);
- adult (skokan): jazyk (vpravo)

Integument a opěrná soustava

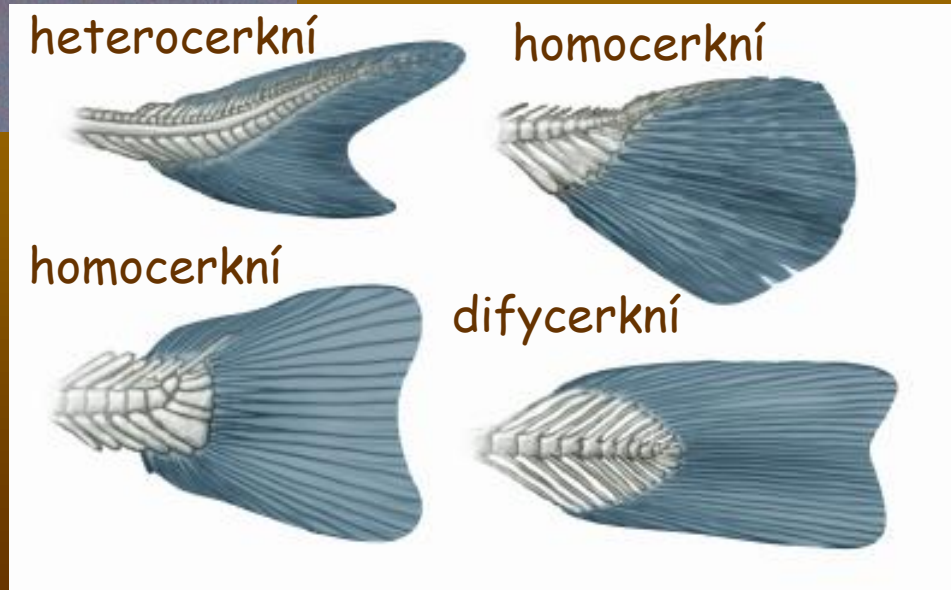


Integument a opěrná soustava



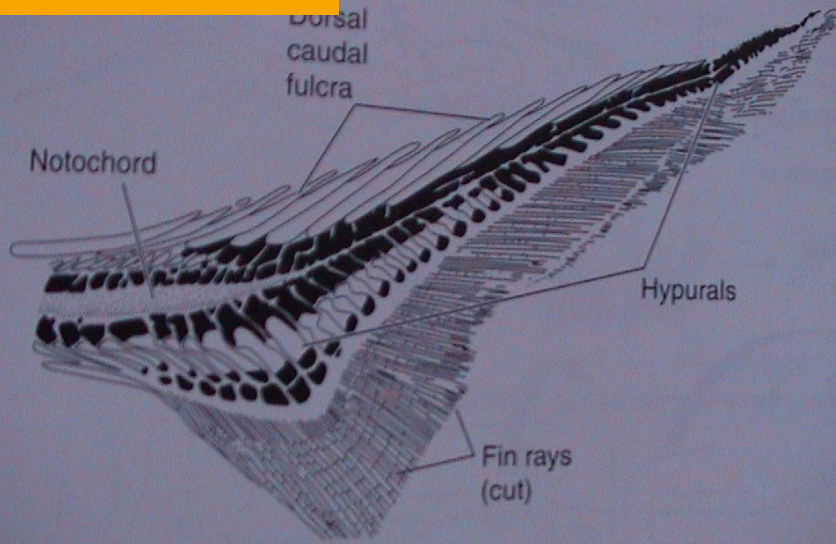
homoceršní

difyceršní



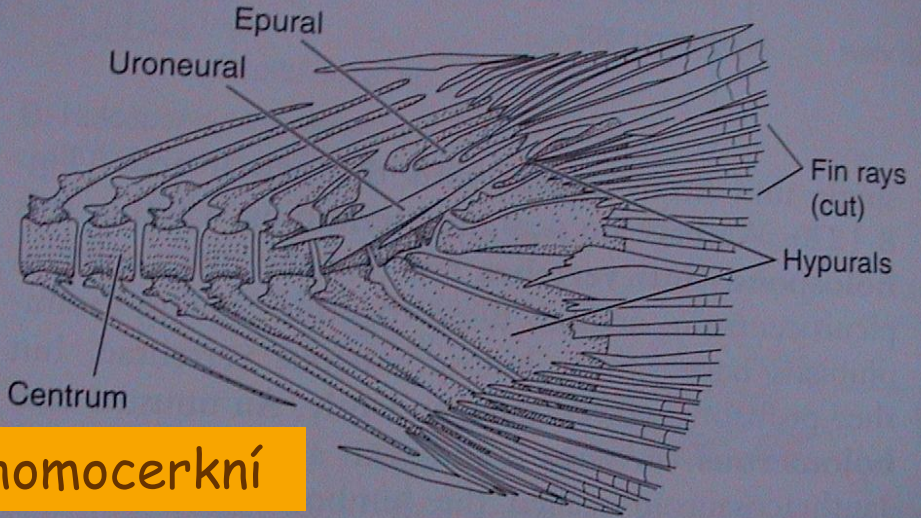
Integument a opěrná soustava

heterocerkní

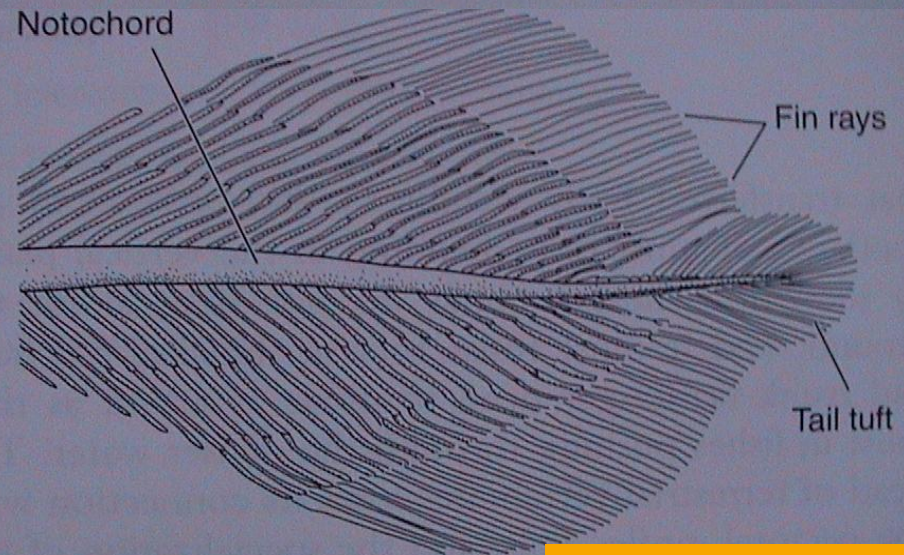


A. Caudal skeleton of *Polyodon* (heterocercal)

urostyl
hypuralia



homocerkní



D. Caudal skeleton of *Latimeria* (difycerkní)

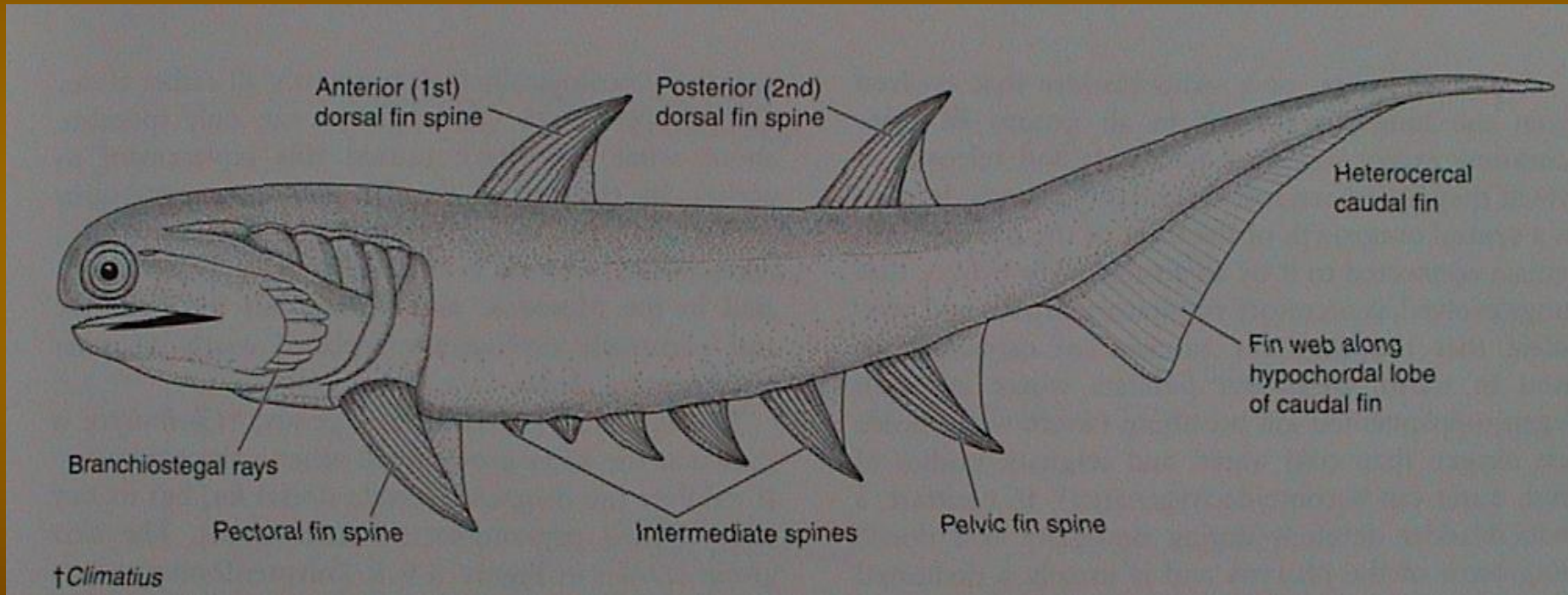
difycerkní

Integument a opěrná soustava

Vznik párových ploutví

metapleurová teorie:

rozpad párového ploutevního lemu (metapleur)



Integument a opěrná soustava

Chondrichthyes

pinnae pectorales

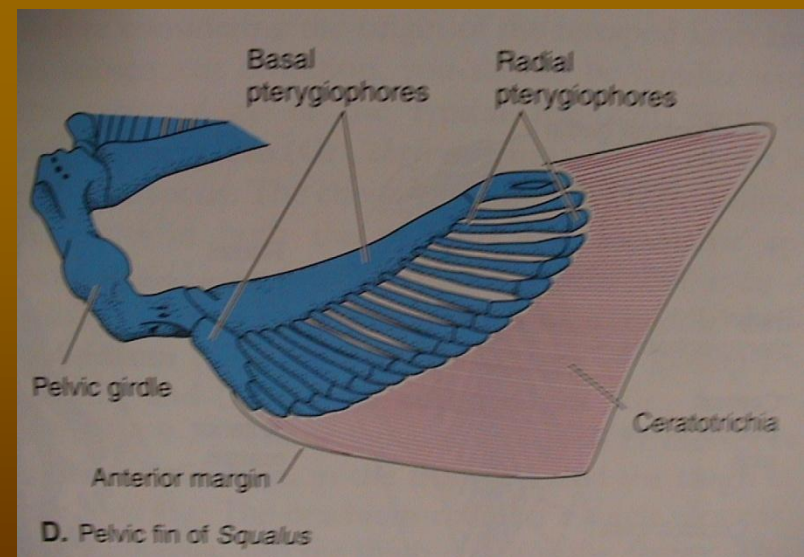
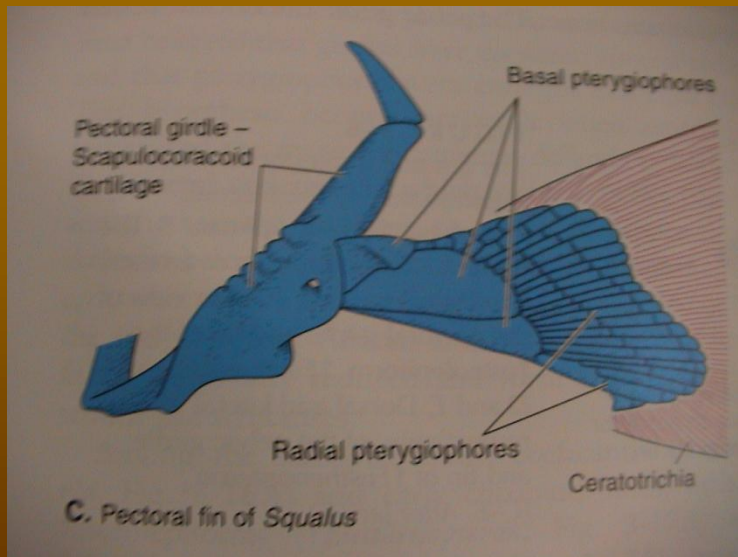
pásmo: coracoscapulare = scapulocoracoid
(k lebeční bázi)

volná končetina:

basalia, radialia
ceratotrichia

pinnae ventrales

ischiopubicum (k páteři)
= puboischiadicum



Integument a opěrná soustava

Sarcopterygii (archipterygium)

pinnae pectorales

pinnae ventrales

pásmo: scapulocoracoid („Rhipidistia“)
scapula + coracoid (Dipnoi)

pelvis (ilium, pubis)

clavicula, (interclavicula)
komplex cleithrum

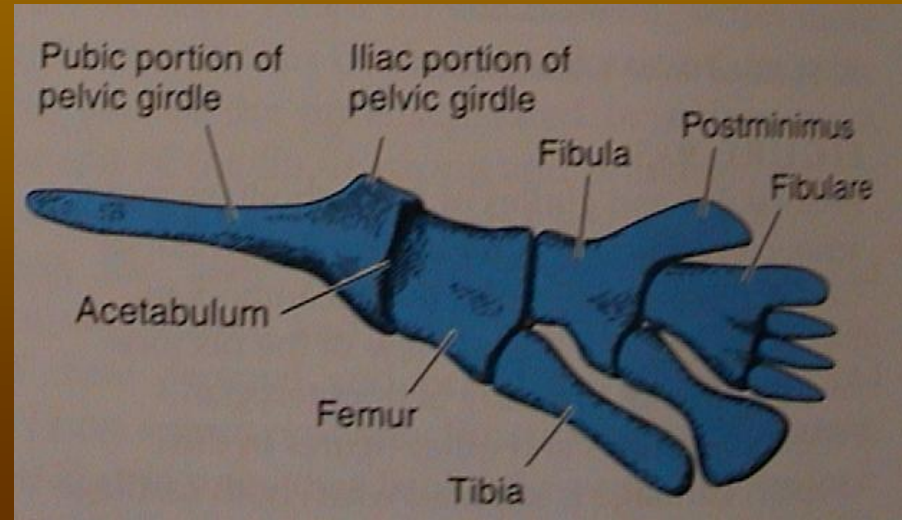
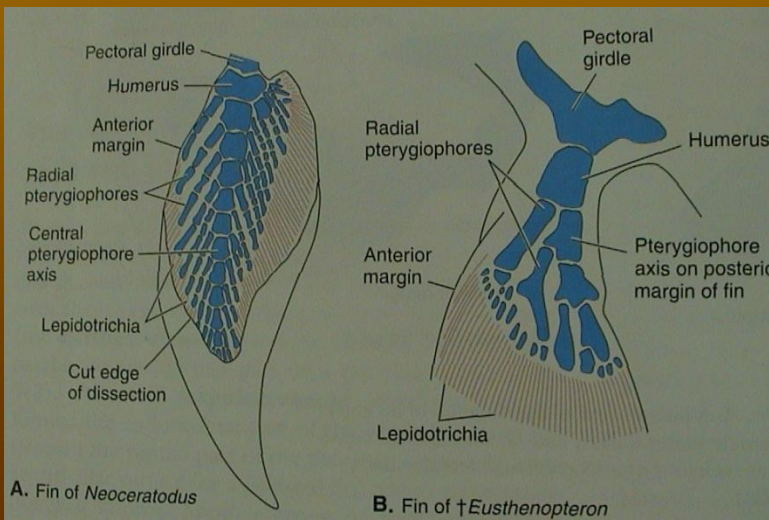
volná končetina:

basalia, radialia
lepidotrichia (camptotrichia)

biseriální

uniseriální

uniseriální



Integument a opěrná soustava

Actinopterygii

pinnae pectorales

pásmo: scapulocoracoid

clavicula (jen u starobylých)
komplex cleithrum

volná končetina:

jen zkrácená radialis
prodloužená lepidotrichia

pinnae ventrales

basipterygium

jen prodloužená lepidotrichia

Integument a opěrná soustava 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?)

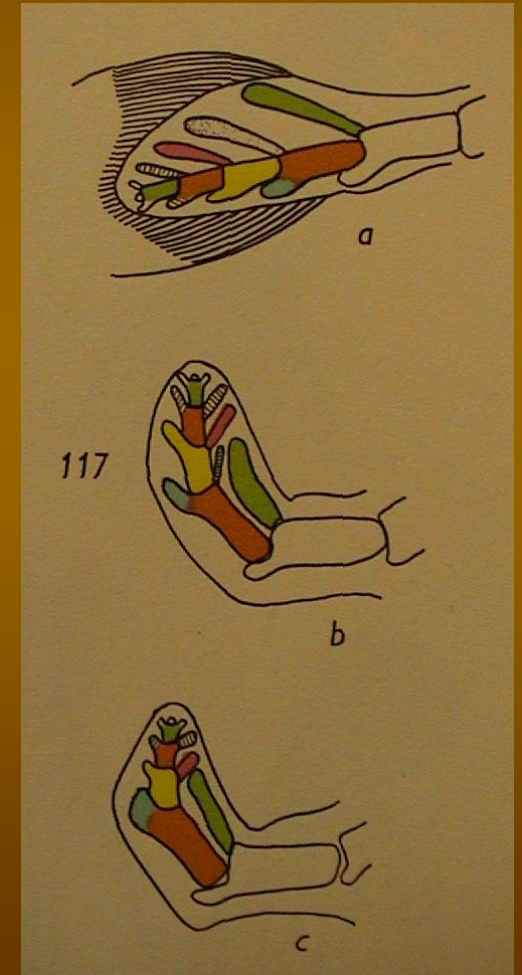
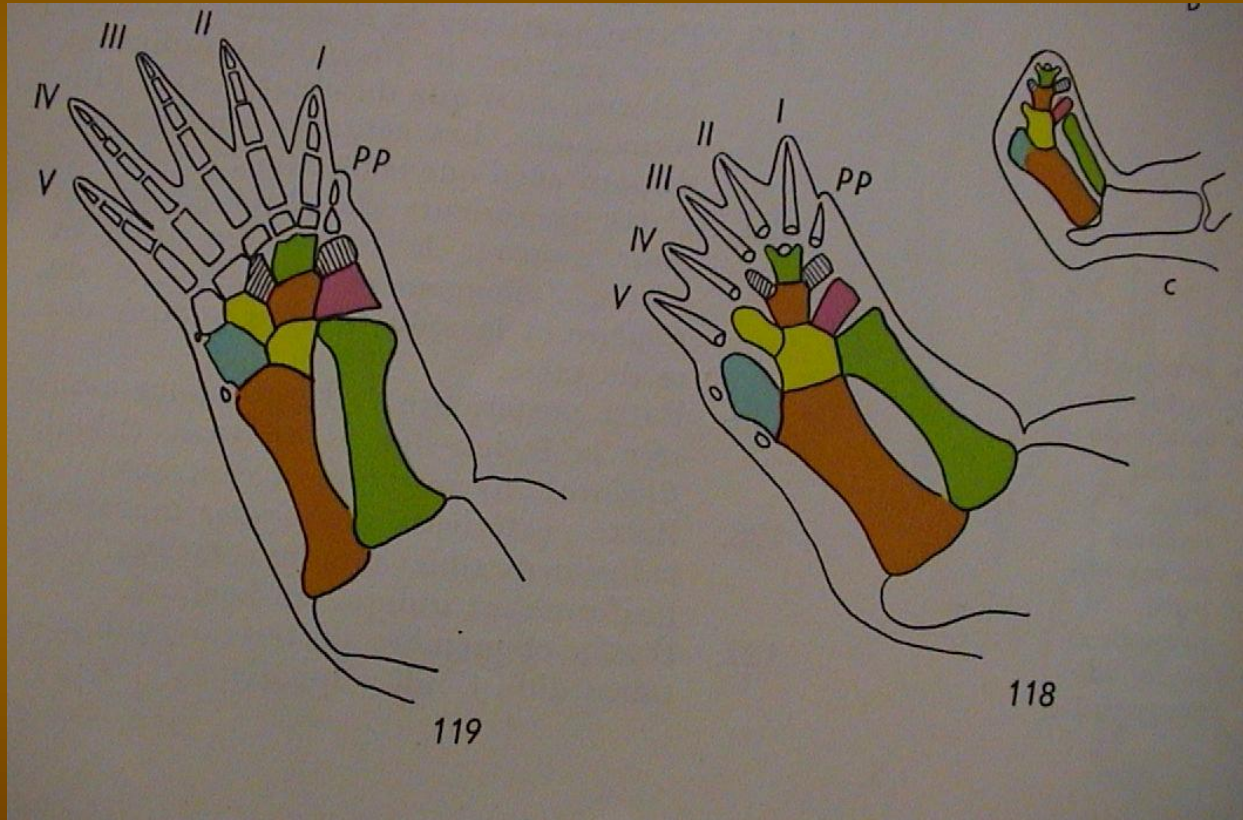
digiti (5?)

2-3-4-5-3

2-3-4-5-4

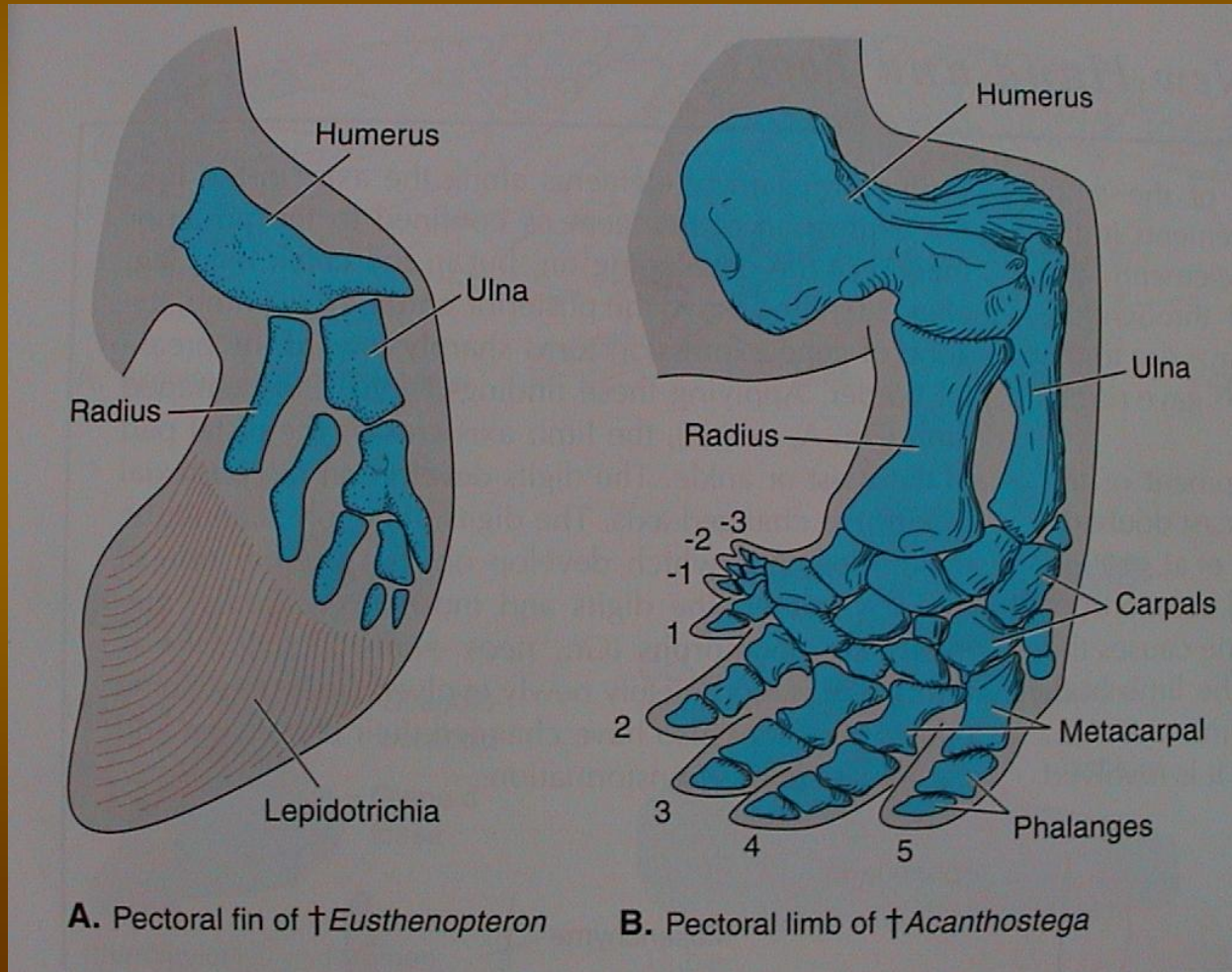
Integument a opěrná soustava

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



Integument a opěrná soustava

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



Integument a opěrná soustava

Tetrapoda

přední (anterior)

zadní (posterior)

