

OPORNÁ soustava (kostra)

Vazivo – nejpůvodnější

Chrupavka – ontogenetický předstupeň kosti

Kostní tkáň

Typ skeletu: a) dermální s.

osifikace vaziva ve škáře – krycí kosti

b) endoskelet

chondrogenní osifikace kosti náhradní

endoskelet somatického původu

endoskelet viscerálního původu

Osní kostra (trupu)

páteř (*columna vertebralis*) z obratlů

amficélní

opistocélní

procélní

(heterocélní)

acélní

žebra (*costae*)

Lebka

mozková část (*neurocranium*)

oblast týlní

o. sluchová

o. oční

o. čichová

obličejová část (*viscerocranium*)

opora žaberního aparátu – původně 9 žaberních oblouků

1. a 2. zanikají (retní chrupavky paryb)

3.čelistní (*palatoquadratum + mandibulare*)

4.jazykový (*hyomandibulare + hyoideum*)

5.opora žaber

6.-9. jako 5. u vodních,

6.,7.-chrupavky u tetrapod

8.,9. u tetrapod mizí

- podle připojení horní čelisti (*palatoquadrata*) k neurokraniu:
- amfistylní – kloub v oblasti sluchové a předoční, *hyomandibulare* (primitivní paryby)
- hyostylní – spojení pouze pomocí *hyomandibulare* (paryby, kostnaté ryby)
- autostylní – pevné spojení (srůst) (chiméry, dvojdyšné a lalokoploutvé ryby, tetrapoda)

- **platybazická** – široká, očné daleko od sebe (paryby, ryby násadoploutvé a dvojdyšné, obojživelníci a savci)
- **tropibazická** – úzká, vysoká s úzkou přepážkou mezi očnicemi (kostnaté ryby, ptáci a plazi !)

Kinetická lebka: ■ bazipterygoidní kloub (mezi epipterygoidem a bazisphenoidem) + další kloubní spojení

- volné kosti (až tyčinkovité)

- **vazy spojující obě poloviny** (ještěři ptáci, hadi)

Akinetická lebka (recentní obojživelníci, želvy, haterie, krokodýli, savci)

Monokondylní lebka: jediný týlní hrbol – primitivní obojživelníci, plazi, ptáci

Bikondylní lebka: dva týlní hrboly – recentní obojživelníci, Synapsida, savci

Kostra končetin

nepárové končetiny – z ploutevního lemu

1. ploutev ocasní

2. p. hřbetní

3. p. řitní

heterocerkní

hypocerkní

difycerkní

homocerkní

párové končetiny: ichthyopterygium (ploutev) x chiropterygium (noha)

tři teorie vzniku: Gegenbauerova – proměna žaberních oblouků

metapleurová – rozpad metapleur

Graham-Kerrová – proměna vnějších žaber

Pletenec (I) + volná končetina (II)

ad I. pletenec přední končetiny – lopatkové pásmo

klíční kost (*clavicula*)

lopatka (*scapula*)

cleithrum (u suchozemských mizí)

krkavčí kost (*coracoid*) – pro- → meta-

pletenec zadní končetiny

kost kyčelní (*ilium*)

kost sedací (*ischium*)

kost stydká (*pubis*)

ad II. přední volná končetina

kost ramenní (*humerus*)

kost vřetenní+loketní (*radius+ulna*)

zápěstí (2-3 ř.) (*carpalia*)

záprstí (*meta-*)

články prstů (*phalanges digiti*)

zadní volná končetina

kost stehenní (*femur*)

kost holenní+lýtková (*tibia+fibula*)

zánártí (2-3 ř.) (*tarsalia*)

nárt (*meta-*)

články prstů (*phalanges digiti*)

OPORNÁ soustava (kostra)

Vazivo – nejpůvodnější

Chrupavka – ontogenetický předstupeň kosti

Kostní tkáň

Typ skeletu: a) **dermální s.** – osifik. vaziva ve škáře – krycí k. – chybí chrup.kostru

b) **endoskelet** – chondrogenní osifik. chrup. → kosti náhradní

e. **somatického původu** (obratle, neurokranium, žebra, končetiny)

e. **viscerálního původu** (žaberní oblouky s deriváty)

A. Osní kostra (trupu)

páteř (*columna vertebralis*) z obratlů

aspondylní obratle (bez těl – bahníci, jeseteři)

amficélní (vodní čelistn., červoři, haterie)

opistocélní (většina ocasatých)

procélní (většina žab, většina šupinatých)

(heterocélní) (sedlovité) (ptáci)

acélní, platycélní (savci)

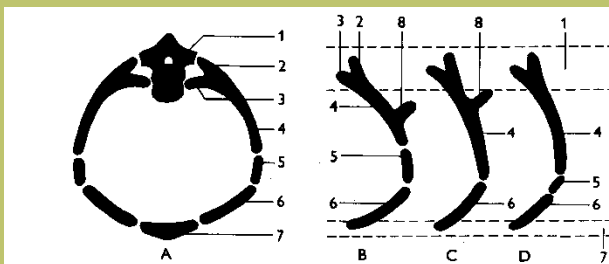
žebra (*costae*)

vodní: horní a dolní

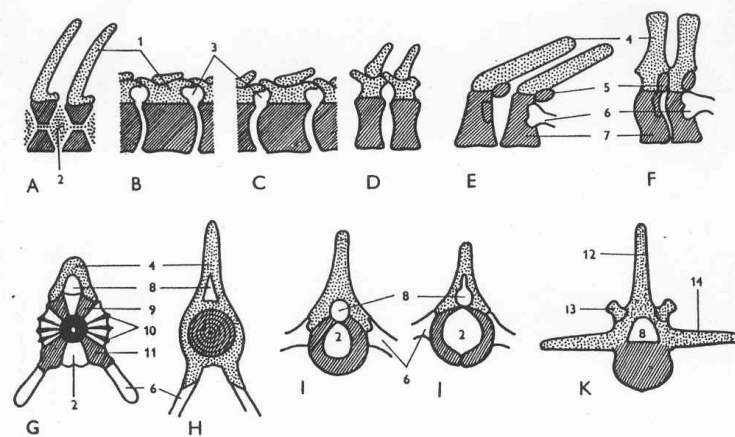
suchozemští:

zánik dolních,

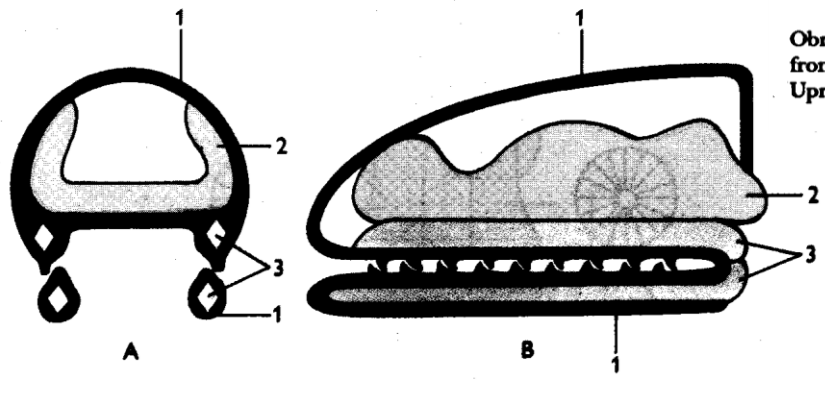
redukce



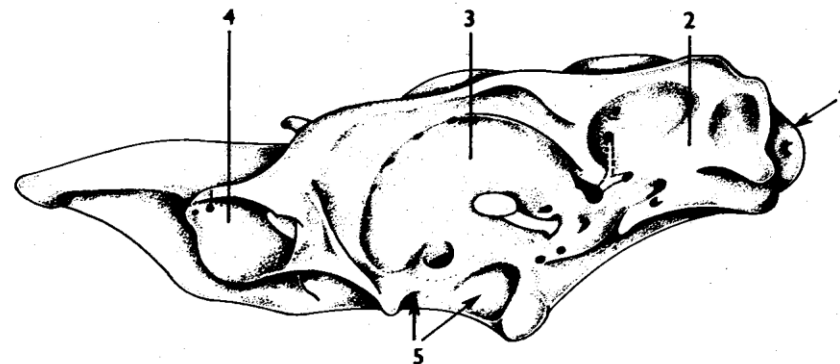
Obr. 23: Schéma organizace žebere amniotů. A - hrudní segment v předozadní projekci, B - třídlínné žebro plazů, C - dvoudílné žebro ptáků, D - třídlínné žebro ptakopyška a mravenečnicka. 1 - topografická poloha obratle, 2 - tuberculum costae, 3 - caput costae, 4 - vertebrocostale, 5 - intercostale, 6 - sternocostale, 7 - topografická poloha sternu, 8 - processus uncinatus. Upraveno podle Portmann, 1965.



Obr. 12. Zjednodušené schéma stavby a typů obratlů: A – obratle amficélní, B – procélní, C – opistocélní, D – platycélní, E – obratle předků obojživelníků (lalokoploutvá ryba rodu *Eusthenopteron*), F – obratle nejstarších čtvernožců (obojživelník rodu *Ichthyostega*), G – obratle žraloka (*Selachiformes*), H – obratle ryby nadřádu kostnatí (*Teleostei*), I – čelní pohled na obratle E (lalokoploutvá ryba), J – totéž obratle F (obojživelník), K – totéž obratle D (savec). 1 – oblouk obratle (arcus vertebrae), 2 – chorda, 3 – meziobratlový otvor (foramen intervertebrale), 4 – neurální oblouk, 5 – pleurocentrum, 6 – žebro, 7 – hypocentrum (5 a 7 jsou vývojově důležité součásti těla obratle), 8 – obratlový otvor (foramen vertebrale), jímž probíhá mícha, 9 – basiodorsale, 10 – vápenitě inkrustace chordy, 11 – basiventrale (9 a 11 jsou různé složky těla obratle), 12 – obratlový trn (processus spinosus), 13 – kloubní výběžek (processus articularis), 14 – příčný výběžek (processus transversus); na všech kresbách je šikmým srafováním vyznačeno tělo obratle (corpus vertebrae). Podle Romera a Sigmunda.



Obr. 25: Schéma topografických vztahů základních komponent lebky idealizovaného obratlovce na frontálním (A) a sagitálním řezu (B). 1 - dermatocranium, 2 - neurocranium, 3 - viscerocranium. Upraveno podle Remancho et al., 1972.



Obr. 26: Lebka žraloka rodu *Squalus* při pohledu zleva. 1 - regio occipitalis, 2 - regio otica, 3 - r. orbitalis, 4 - r. ethmoidea, 5 - kloubní jamka pro skloubení palatoquadrata s lebku. Podle Jolicho, 1962.

Lebka

mozková část (*neurocranium*)

oblast týlní

o. sluchová

o. očnicová

o. čichová

obličejová část (*viscerocranium*)

opora žaberního aparátu – původně 9 žaberních oblouků

1. a 2. zanikají (retní chrupavky paryb)

3. čelistní (*palatoquadratum* + *mandibulare*)

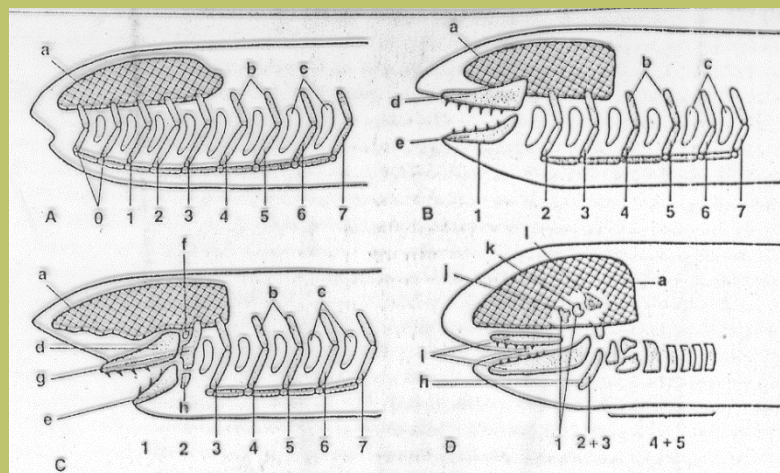
4. jazykový (*hyomandibulare* + *hyoideum*)

5. opora žaber

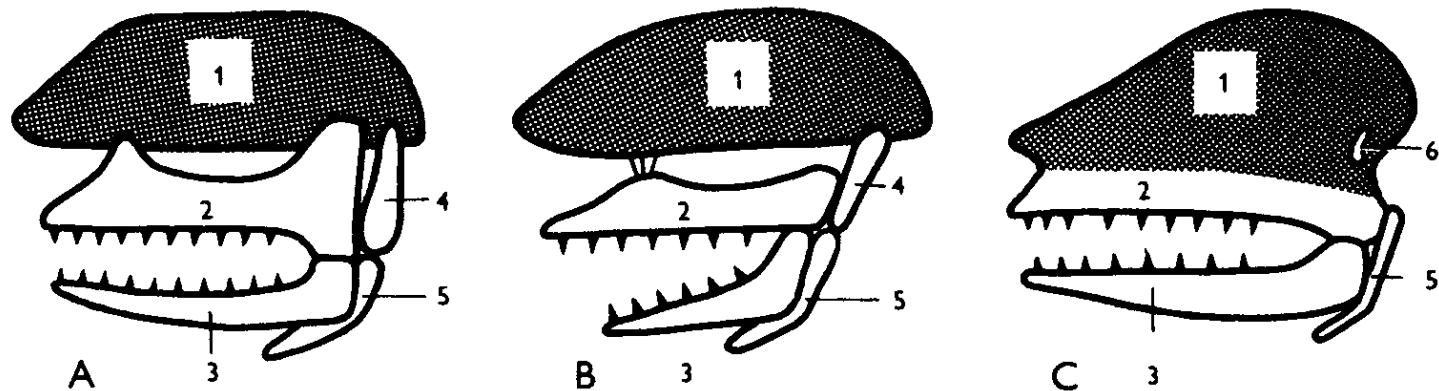
6.-9. jako 5. u vodních,

- 6., 7. chrupavky u tetrapod

- 8., 9. u tetrapod mizí



- podle připojení horní čelisti (palatoquadrata) k neurokraniu:
- **amfistylní** – kloub v oblasti sluchové a předočnicové, hyomandibulare (primitivní paryby)
- **hyostylní** – spojení pouze pomocí hyomandibulare (paryby, kostnaté ryby)
- **autostylní** – pevné spojení (srůst) (dvojdyšné a lalokoploutvé ryby, tetrapoda, chiméry – holostylie – jiný vznik)



Obr. 22 Schéma způsobů připojení čelistí k mozkové části lebky. A – amfistylie, B – hyostylie, C – odvozená autostylie, 1 – *neurocranium*, 2 – horní čelist (různé složky), 3 – dolní čelist (různé složky), 4 – *hyomandibulare*, 5 – *hyoideum*, 6 – *columella* (= *stapes*).

- **platybazická** – široká, očné daleko od sebe (**paryby, ryby násadoploutvé a dvojdyšné, obojživelníci a savci**)
- **tropibazická** – úzká, vysoká s úzkou přepážkou mezi očnicemi (**kostnaté ryby, ptáci a plazi!**)

Kinetická lebka:

- ▣ bazipterygoidní kloub (mezi epipterygoidem a bazisphenoidem) + další kloubní spojení
- ▣ volné kosti (až tyčinkovité)
- ▣ **vazy spojující obě poloviny** (ještěři ptáci, hadi)

Akinetická lebka (recentní obojživelníci, želvy, haterie, krokodýli, savci)

Monokondylní lebka: jediný týlní hrbol – primitivní obojživelníci, plazi, ptáci
Bikondylní lebka: dva týlní hrboly – recentní obojživelníci, Synapsida, savci

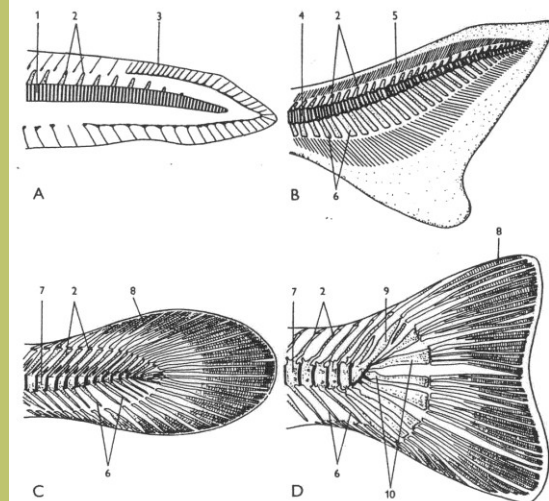
Kostra končetin

nepárové končetiny – z ploutevního lemu
ploutev ocasní

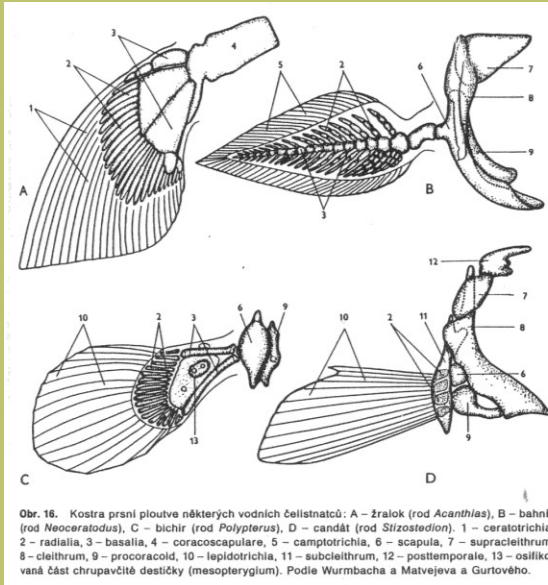
- heterocerkní
- hypocerkní
- difycerkní
- homocerkní

p. hřbetní
p. řitní

párové končetiny
ichthyopterygium (ploutev)
chiropterygium (noha)

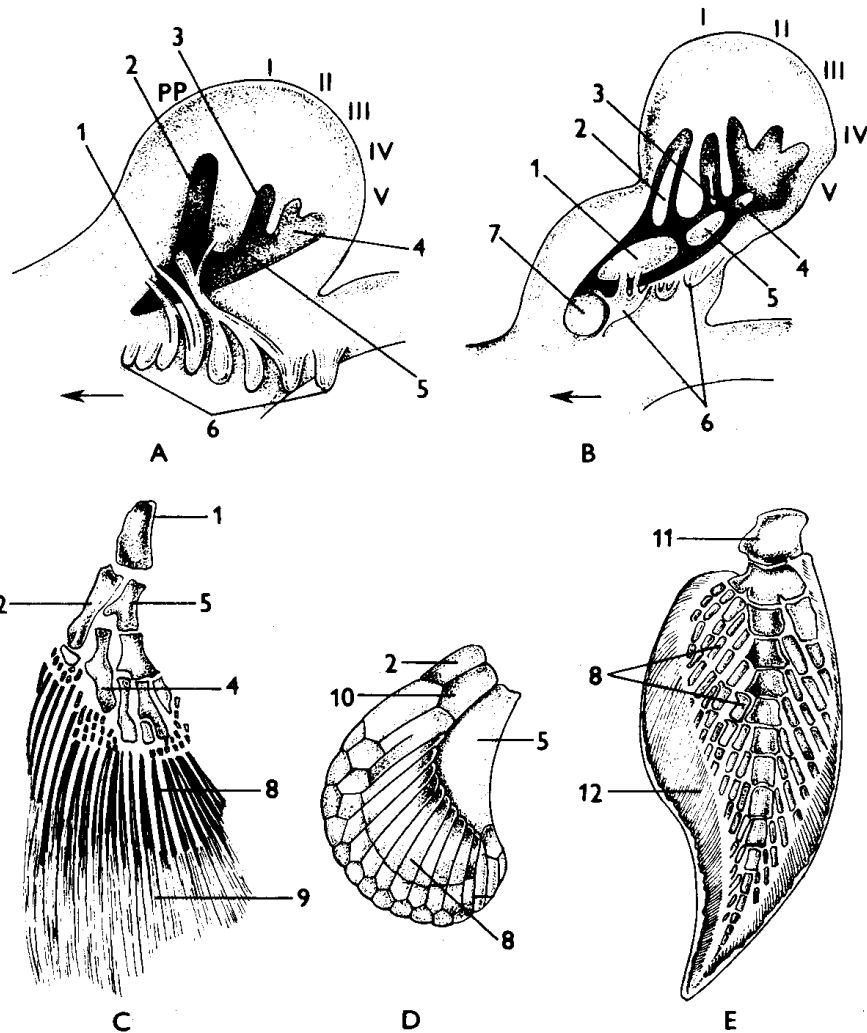


Obr. 15. Typy ocasní ploutve vodních obratlovců: A – ploutevní lem mihulí (Petromyzones), B – heterocerkní, C – difycerkní, D – homocerkní ploutev. 1 – chorda, 2 – horní (neurální) oblouky obratlů, 3 – paprsky ploutevního lemu kruhoustých, 4 – těla obratlů páryb (vysvětlení v textu), 5 – ceratotrichia, 6 – dolní (hemální) oblouky obratlů, 7 – kostěná těla obratlů, 8 – lepidotrichia, 9 – urostyl, 10 – hypuralia. Podle Grassého (A), Romera (B, C) a orig. podle preparátu kostry krapa (D).



Obr. 16. Kostra prsní ploutve některých vodních čelístnatců: A – žralok (rod Acanthias), B – bahňák (rod Neoceratodus), C – bichir (rod Polypterus), D – candát (rod Stizostedion). 1 – ceratotrichia, 2 – radia, 3 – basalia, 4 – coracoscapulare, 5 – camptotrichia, 6 – scapula, 7 – supracleithrum, 8 – cleithrum, 9 – procoracoid, 10 – lepidotrichia, 11 – subcleithrum, 12 – posttemporale, 13 – osifikovaná část chrupavčité destičky (mesopterygium). Podle Wurmacha a Matvejeva a Gurtového.

tři teorie vzniku: **Gegenbauerova** – pásma z skeletu žaberních oblouků, skelet ploutevního lemu (Rd) z žaberních plátků – spor o svalovinu
metapleurová – volná končetina *in loco*, druhotný vznik pásem
Graham-Kerrová – 1+2: pásma ze skeletu oblouků, volná končetina z vnějších žaber



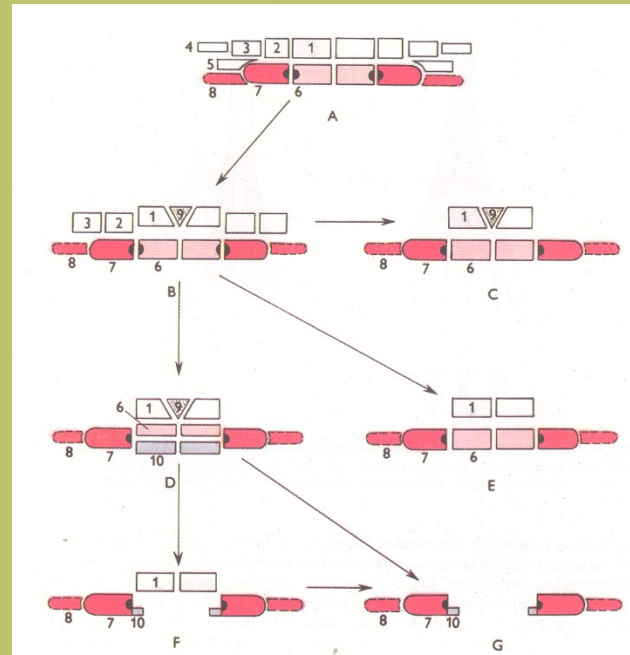
Obr. 35: Pokus o ontogenetickou rekapitulaci evuce savčího chiropterygia z rybšho ichthyopterygia. A - časné, tzv. paletové, vývojové stadium přední končetiny savců, B - pozdější vývojové stadium se základy kosterních elementů přední končetiny, C - hrudní ploutev (uniseriální archipterygium) vymřelé lalokoploutvé ryby rodu *Eusthenopteron*, pravděpodobného předka suchozemských obratlovců, D - levá hrudní ploutev žraloka s dobře vyvinutým metapterygiem (5), jako další příklad ichthyopterygia, ze kterého mohl probíhat vývoj chiropterygia, E - specializované biseriální archipterygium bahňáka rodu *Neoceratodus*, které stojí stranou hlavního směru evuce pětiprsté končetiny. 1 - humerus, 2 - radius (protopterygium), 3 - zápěstní kůstka intermedium, 4 - zápěstní kůstka ulnare, 5 - ulna (metapterygium D), 6 - nervy, 7 - základ lopatkového pásma, I až V - poloha budoucích prstů, pp - praepollex, prst vyvinutý u nižších suchozemských obratlovců před palcem, 8 - radialia, 9 - lepidotrichia, 10 - mesopterygium, 11 - basalia, 12 - ceratotrichia. Modifikováno podle Starcka, 1979.

Párová končetina:

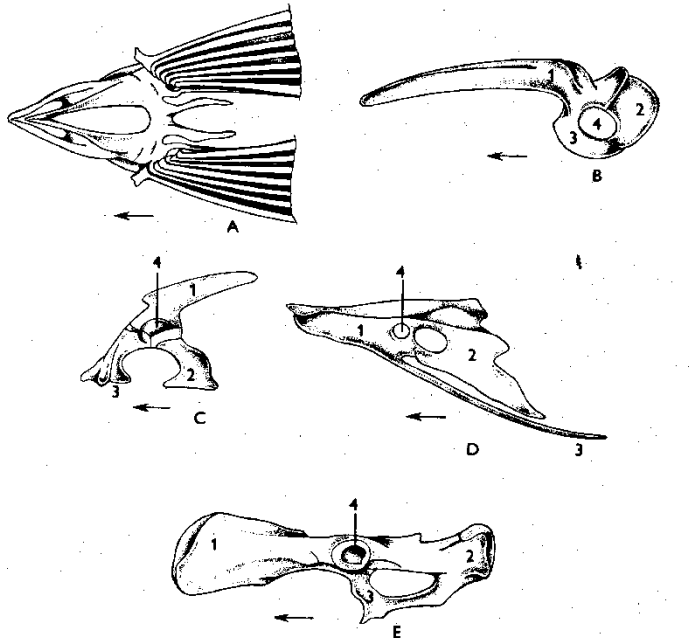
I. pletenec + II. volná končetina

ad I.

pletenec přední končetiny – lopatkové pásmo
clavicula (klíční kost)
scapula (lopatka)
cleithrum (u suchozemských mizí)
coracoid (krkavčí k. – pro- → meta-)



Obr. 37: Schéma evoluce lopatkového pásmo. Šipky naznačují předpokládaný směr vývoje. A - ryby, B - primitivní obojživelníci, C - žáby, D - plazi a vejcorodí savci, E - moderní plazi a ptáci, F - zivorodí savci, G - specializovaní savci. 1 - clavicula, 2 - cleithrum, 3 - supracleithrum, 4 - posttemporale, 5 - postcleithrum, 6 - procoracoid, 7 - scapula, 8 - suprascapula, 9 - interclavicula, 10 - metacoracoid (processus coracoideus), černě je vyznačena kloubní jamka pro humerus. Upraveno podle Remaneho et al., 1972.



Obr. 38: Nástin evoluce pánevního pásmo obratlovců. A - kapr shora, B - skokan zleva, C - varan zleva, D - hotub zleva, E - králík zleva. Šipky vyznačují směr k hlavě. 1 - os ilium, 2 - os ischiū, 3 - os pubis, 4 - acetabulum (kloubní jamka pro femur). C.) podle Ihleho et al., 1971, ostatní jsou originály.

pletenec zadní končetiny
ilium (kost kyčelní)
ischium (kost sedací)
pubis (kost stydká)

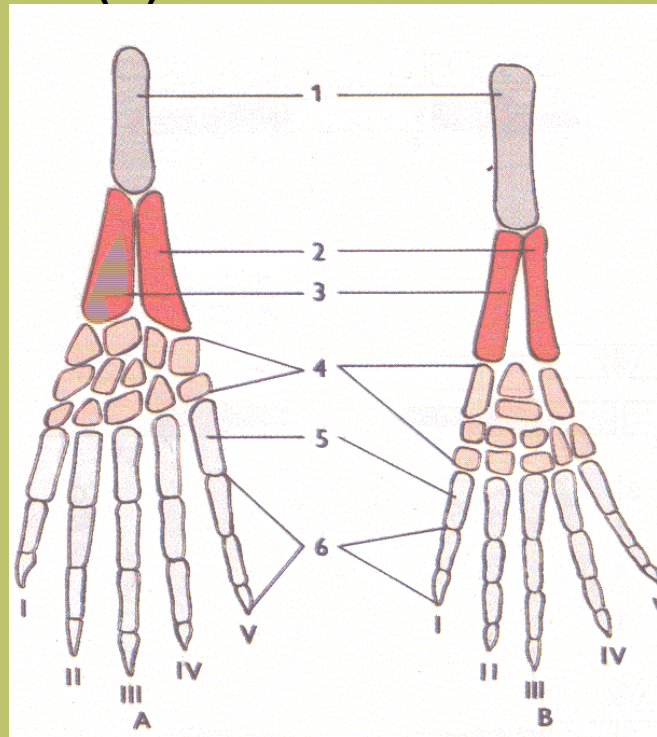
ad II. přední volná končetina (A)

humerus (1)
(k. ramenní)

radius (2) + ulna (3)
(vřetenní+loketní)

carpalia (zápěstí 2-3 ř.)
meta- (záprstí) (5)

phalanges digiti (6)
(články prstů)



zadní volná končetina (B)

femur (1)
(k. stehenní)

tibia (2) + fibula (3)
(k.holenní+lýtková)

tarsalia (zánártí 2-3ř.)

meta- (nárt) (5)
phalanges digiti (6)
(články prstů)

ad ichtyopterygium IIA i B)

basalia (3)+radialia (moc)+ceratotrichia (paryby)

basalia (řada)+ radialia (větve)+c(k)amptotrichia (bahníci)

basalia (2) + radialia (moc) + lepidotrichia (bichir)

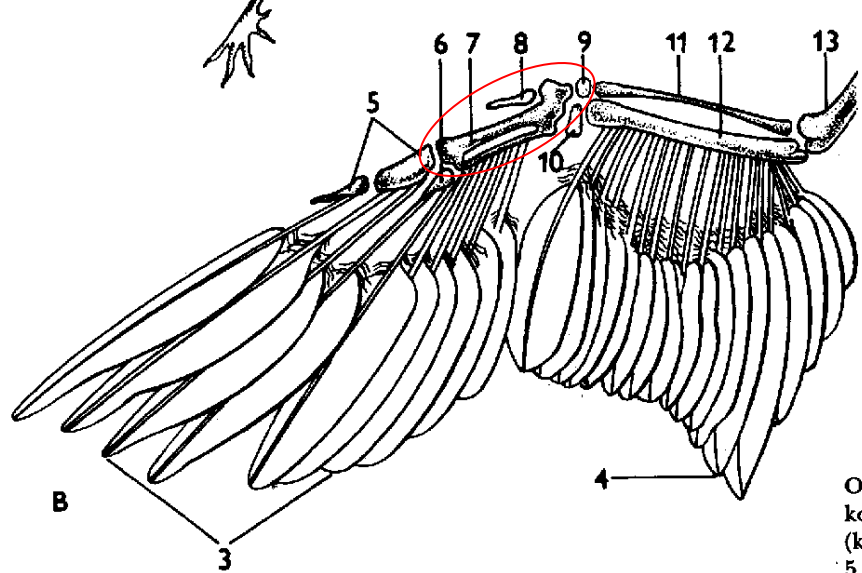
radialia (málo) + lepidotrichia (tvrdé,měkké) (paprskoploutvé ryby)

Ad chiropterygium IIA)

ptakoještěři – prodloužení 4. prstu přední končetiny

ptáci – 2. prstu

letouni – 2. – 5. prstu



Obr. 139: Perní povrch ptáka a nažin na těle kura domácího (*Gallus gallus* f. *domesticus*), pernice jsou vyznačeny tečkovaně, B - inzerce letek na křídle ptáka. 1 - pernice, 2 - nažiny, 3 - ruční letky, 4 - loketní letky, 5 - články druhého prstu, 6 - článek třetího prstu, 7 - karpometacarpus, 8 - článek prvního prstu, 9 - radiale, 10 - ulnare, 11 - radius, 12 - ulna, 13 - humerus. Podle různých autorů.



Obr. 175: Stavba kostry končetin u různých savců. A - zadní končetina plaskochodce (opice), B - zadní končetina prstochodce (pes), C - zadní končetina kopytníka (kůň), D - kostra končetin u letounů (kaloň), E - kostra přední končetiny delfína (*Tursiops*). 1 - femur, 2 - tibia, 3 - fibula, 4 - tarsalia, 5 - metatarsalia, 6 - phalanges, 7 - scapula, 8 - humerus, 9 - radius, 10 - ulna, 11 - carpalia, 12 - metacarpalia. Upraveno podle Ziswillera, 1976.

