


## **Základy osteologie obojživelníků a plazů**





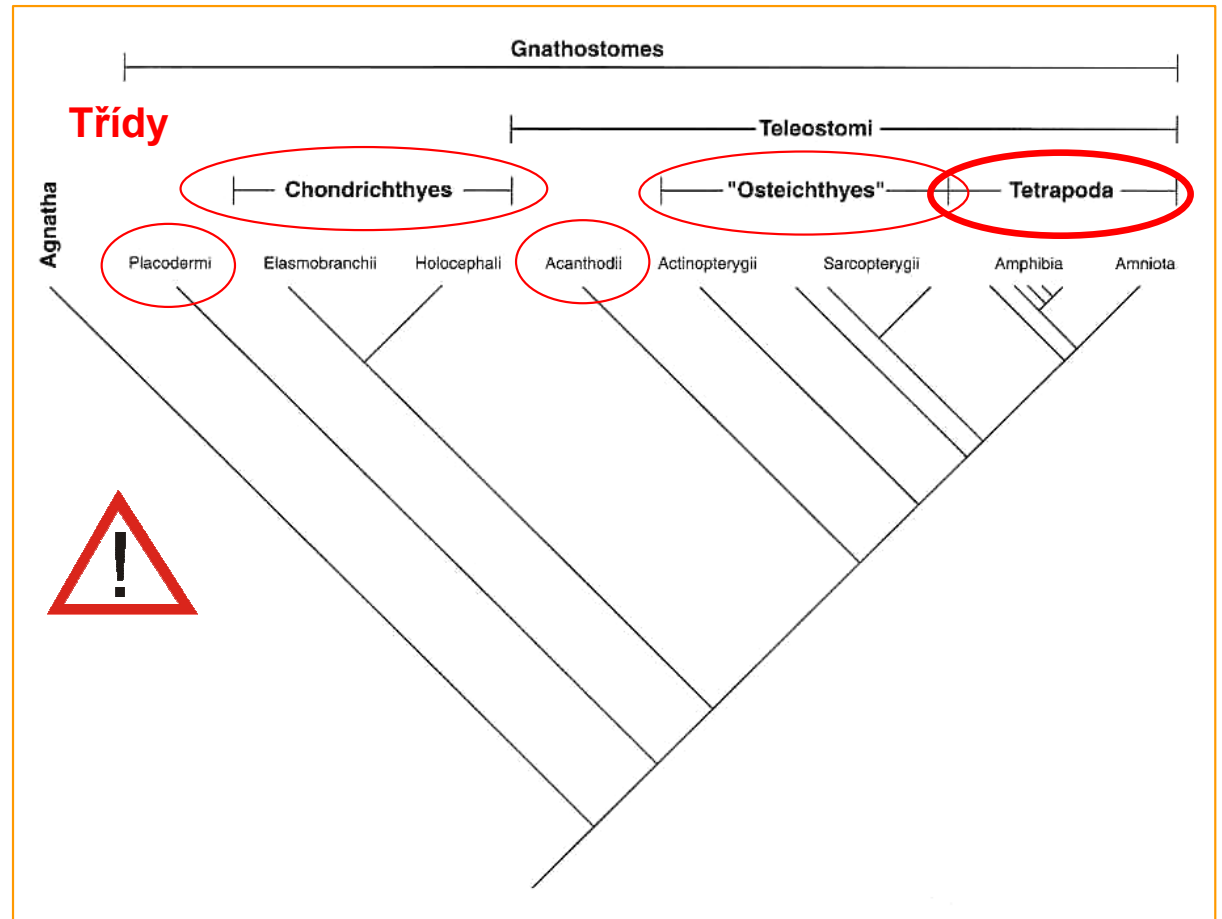
## Nadtřída: Gnathostomata (čelistnatci) (sp. S-R)

**Dobře vyvinuté čelisti** (vznik přeměnou 3. žaberního oblouku). Horní čelist srůstá se spodinou lebeční, dolní čelist je pohyblivá. Chrupavčité základy čelistí se osifikují. 

Obvykle dobře vyvinuty **2 páry končetin**.

Kostra je v různém stupni dokonalosti. Zatlačuje se chorda.

Na kůži – u nižších útvary chránící kůži, u vyšších pak speciální útvary z rohoviny, peří srst...

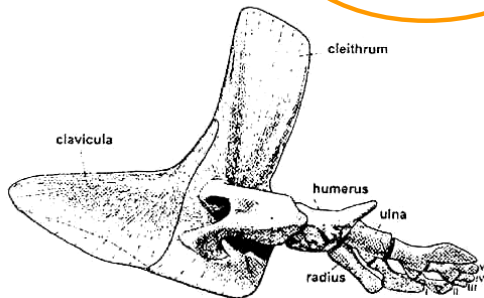
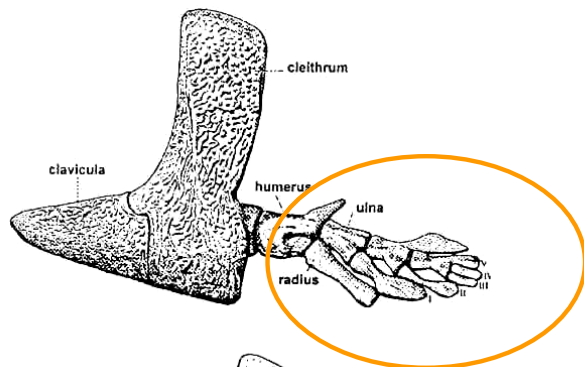


**Třída:** Tetrapoda (sv.D - R) ⚠

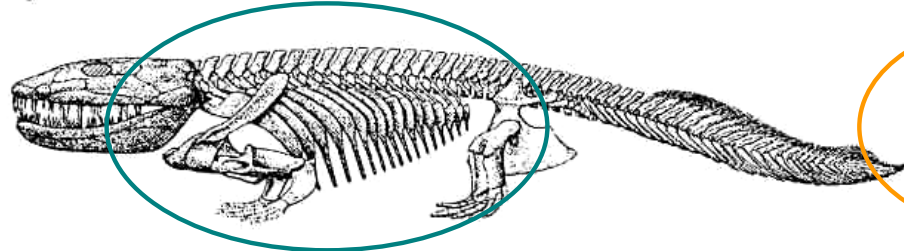
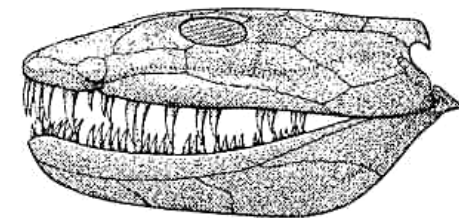
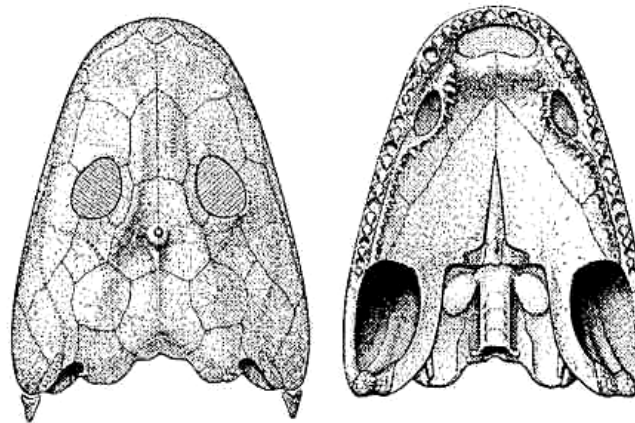
**Podtřída:** Amphibia (obojživelníci) (sv.D - R) ⚠

**Osídlení souše:** *Eusthenopteron* (stř. - sv.D). – výchozí forma; *Panderichthys* – stále ještě lalokoploutvá ryba (ale lebka se znaky obojživelníků). *Ichthyostega* + *Acanthostega* (oba sv.D) – již obojživelníci, ale výrazná adaptace na vodu. ⚠

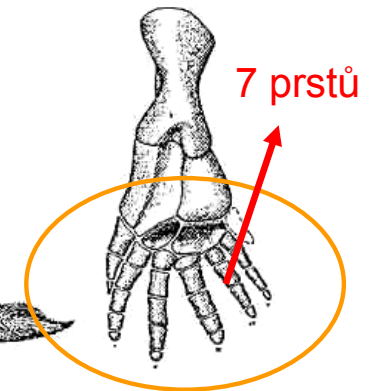
- **Plicní dýchání** – vznik z plynového měchýře - síť vlásečnic - výměna kyslíku. Oddělování tělního a plicního oběhu, rozdělení vnitřních prostor srdce
- **Končetiny** – *Eusthenopteron* – absence karpálních a tarzálních elementů – posouvání těla po podkladu.



*Eusthenopteron*

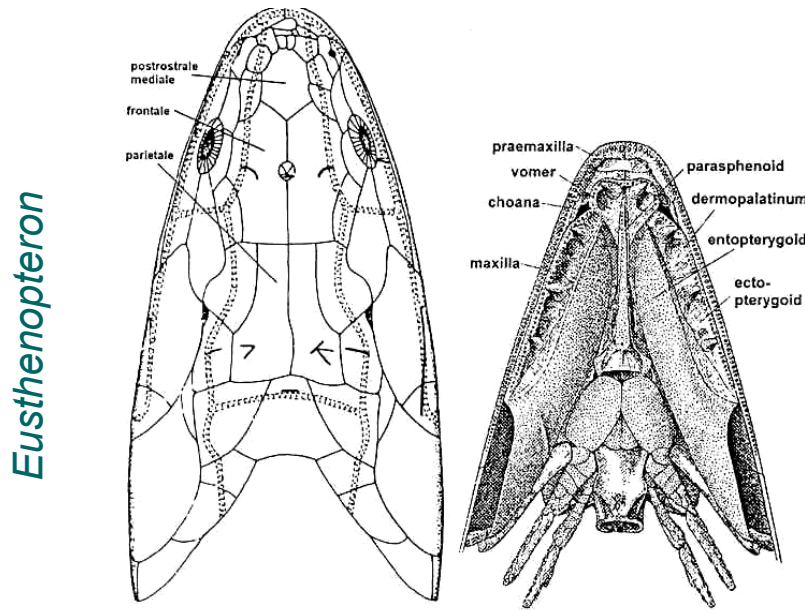


*Ichthyostega*

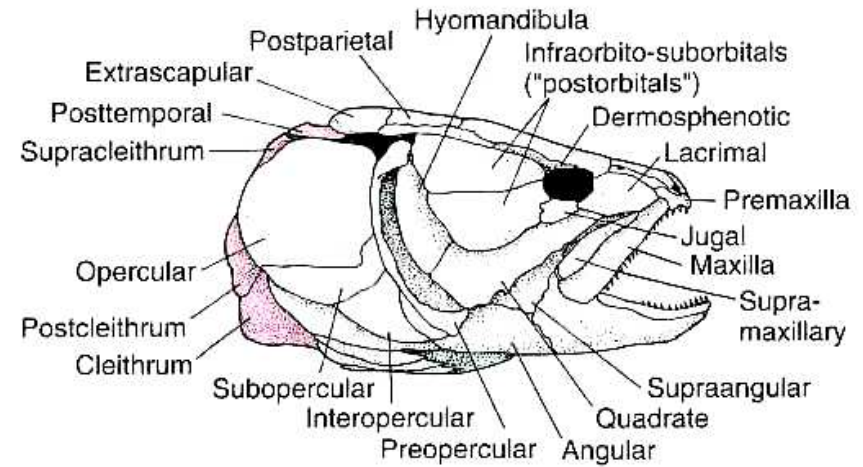




- **Pletenec lopatkový** – vznik oddělením zadních okrajových dermálních kostí od lebky a posun dozadu, poté redukce počtu kostí – u dnešních obojživelníků - základem clavicula a scapula + procoracoid, pokročilejší tetrapodi - složitější.



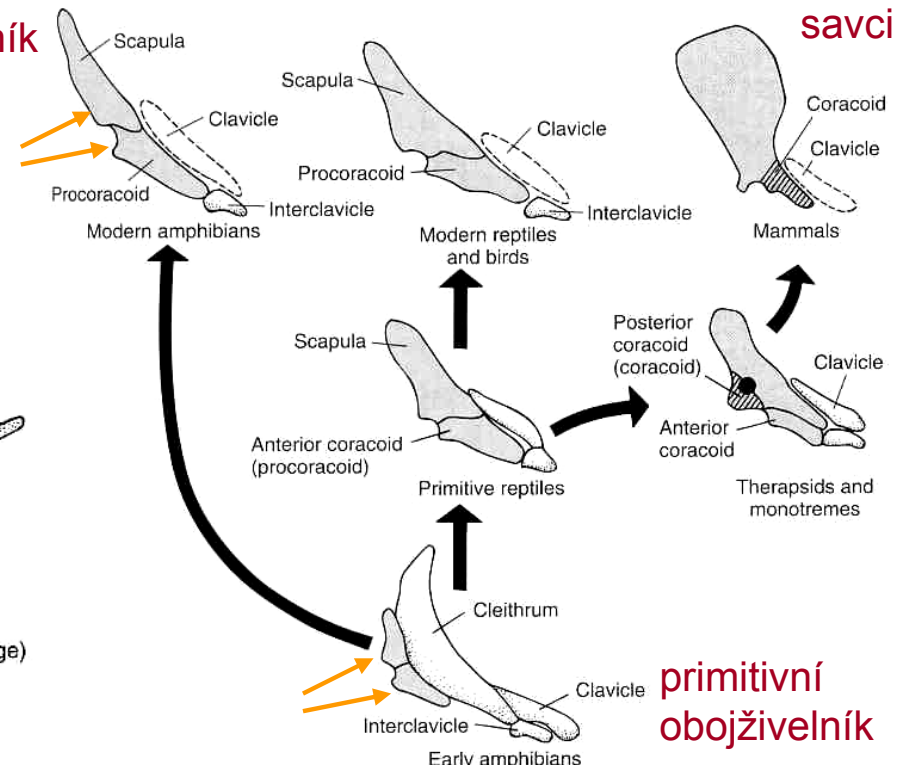
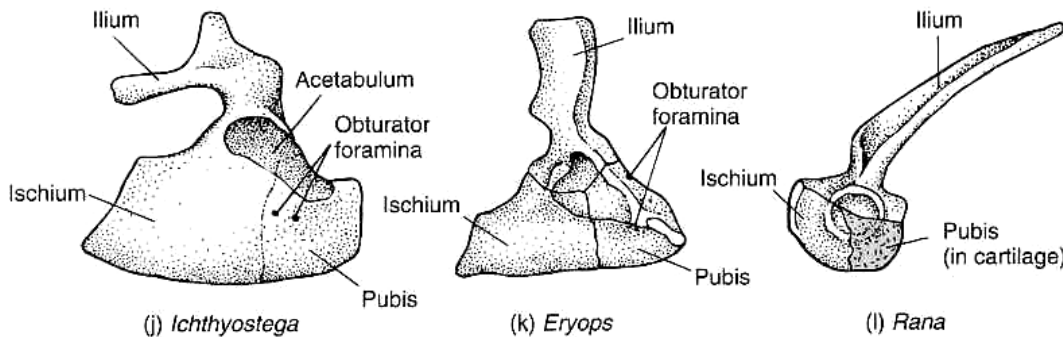
Eusthenopteron



Recentní ryba

recentní obojživelník

- **Páneň** – již *Ichthyostega* - trojúhelníkovitý tvar, u obojživelníků - ilium (fixaci k páteři), ischium (směřuje dozadu), pubis (směřuje dopředu)

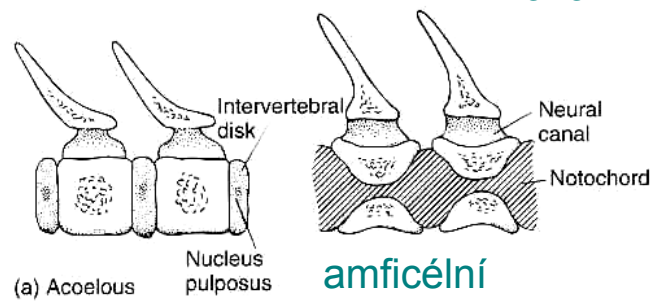


primitivní obojživelník

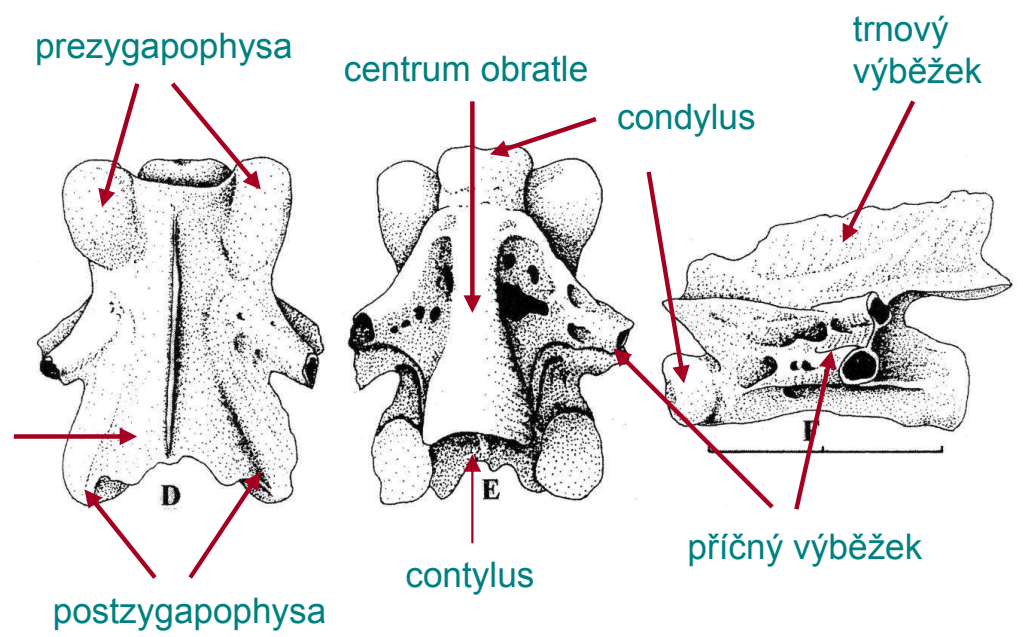
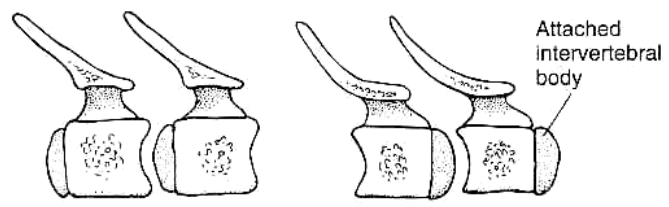


- Obratle** - stávají se složitější – zajištěna pohyblivost a pevnost

ocas → hlava

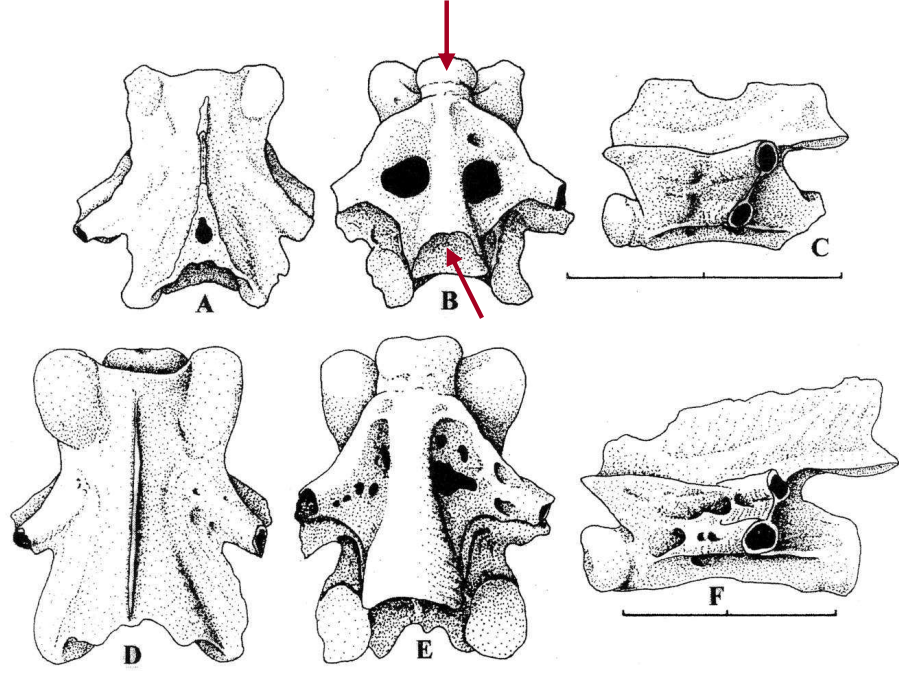


neurální oblouk

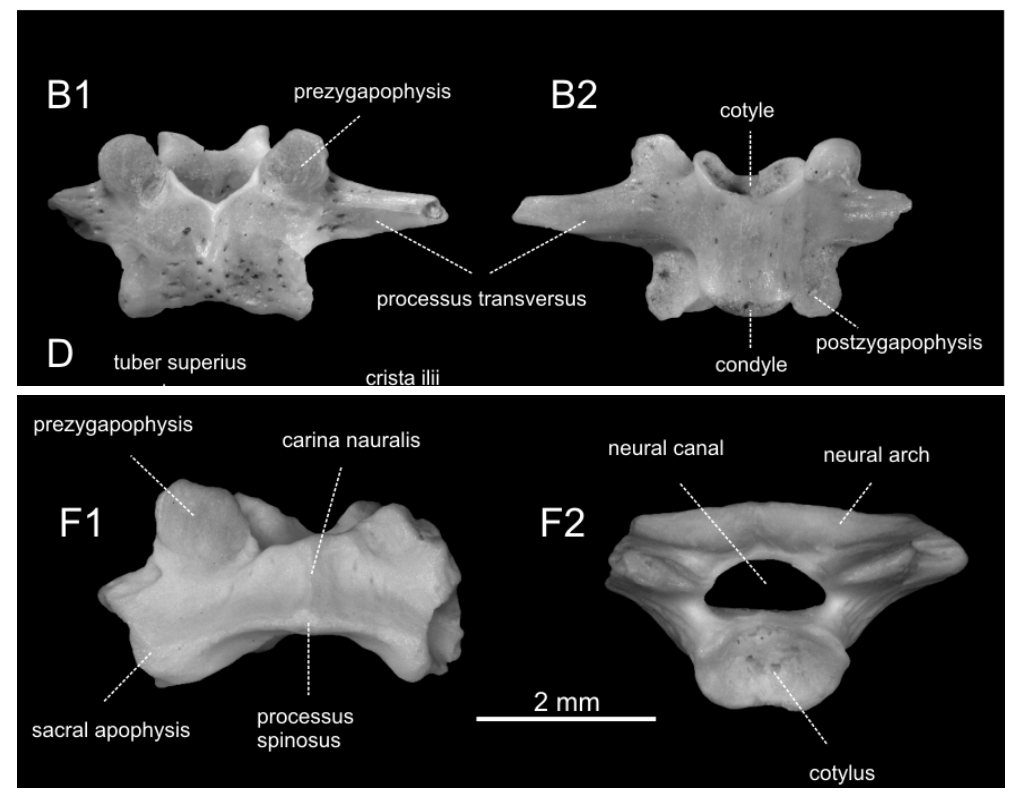


procune

opisthocoelous



Opisthocoelous obratle ocasatého obojživelníka.



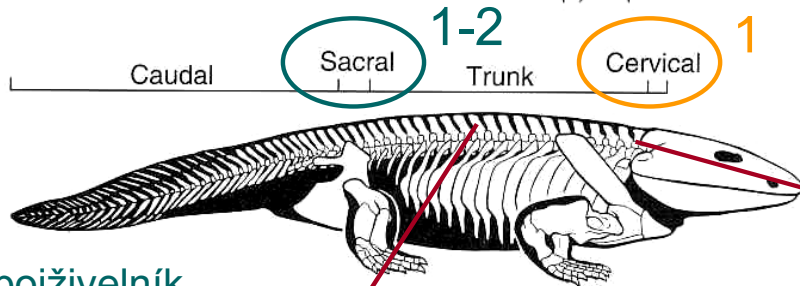
Procune obratle žáby, presakrální (nahore) a sakrální (dole) obratel.



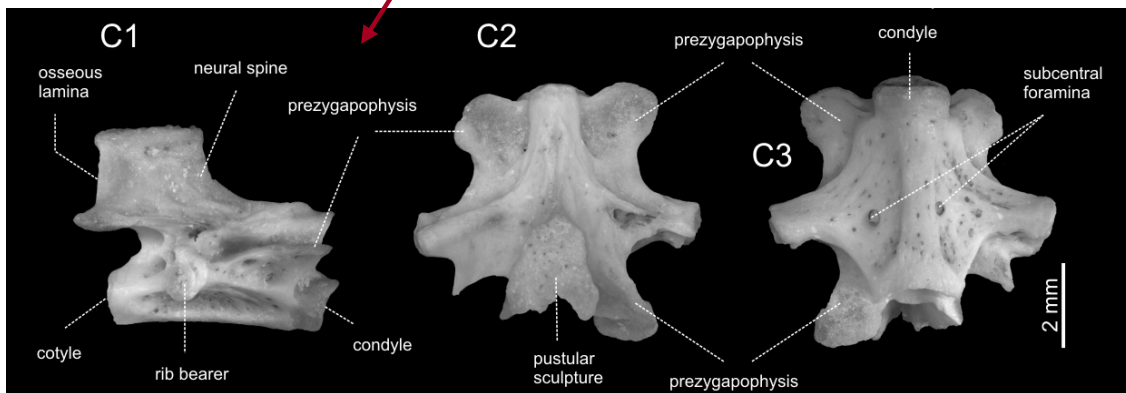
primitivní formy –  
amficélní obratle



(b) Amphicoelous

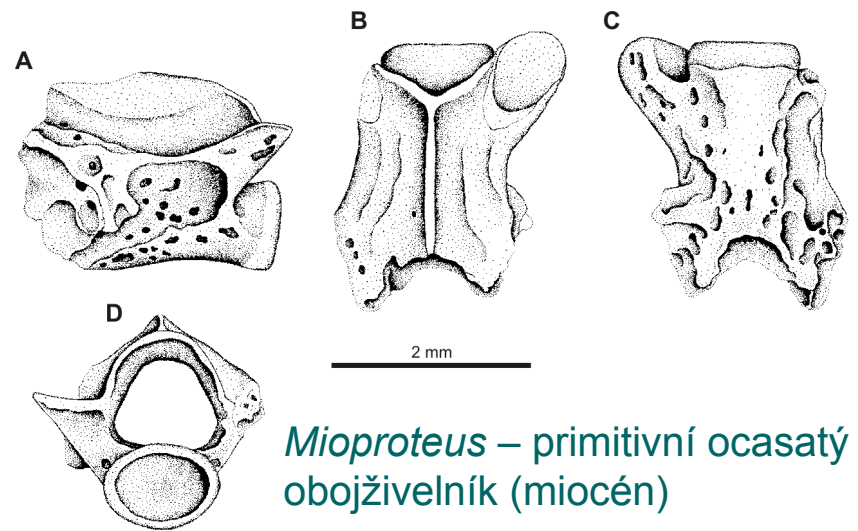
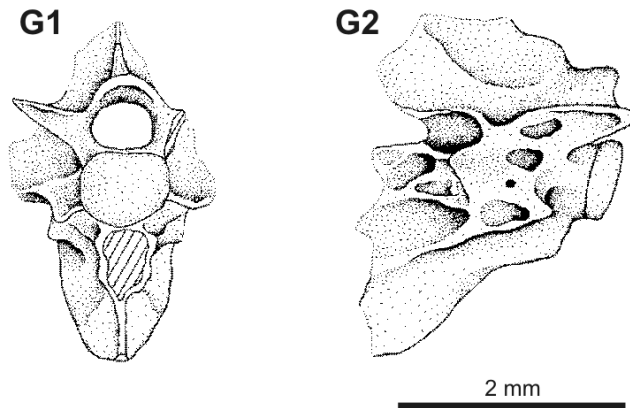


obojživebník

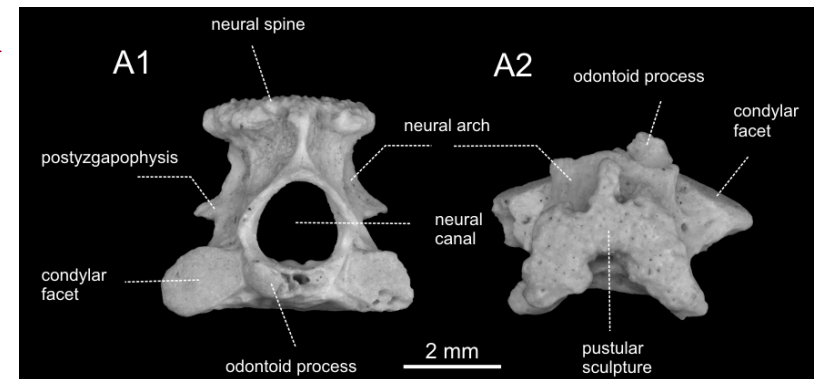


Trupový obratel ocasatého  
obojživebníka.

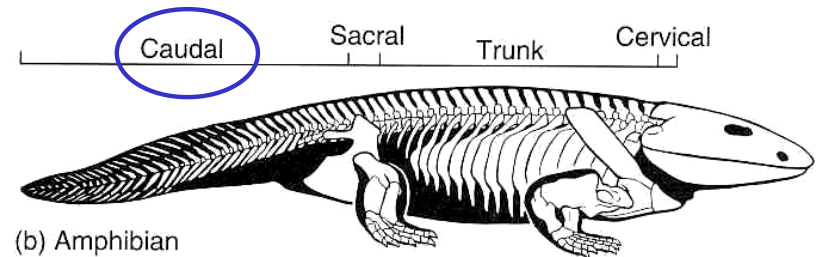
Ocasní obratel ocasatého  
obojživebníka.



*Mioproteus* – primitivní ocasatý  
obojživebník (miocén)



Krční obratel ocasatého obojživebníka.



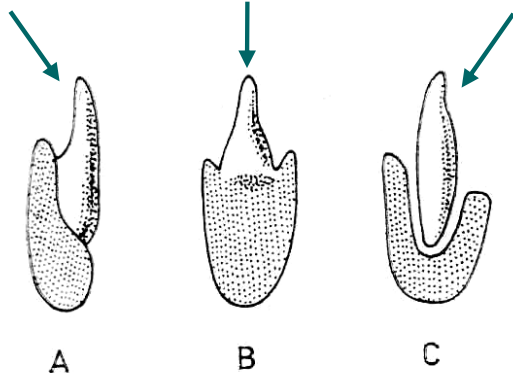
(b) Amphibian



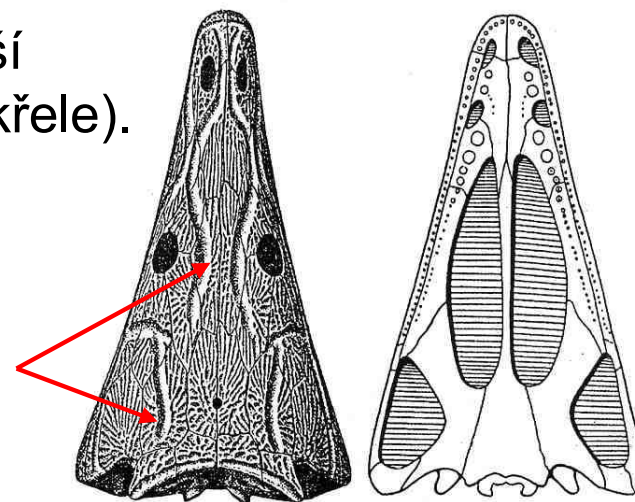
**Lebka** – shora uzavřená, dole široce otevřená, menší počet lebečních kostí než u ryb. Chybí operculum (skřele).

## Typy ozubení

pleurodontní    akrodonní    thekodontní



slizniční kanálky



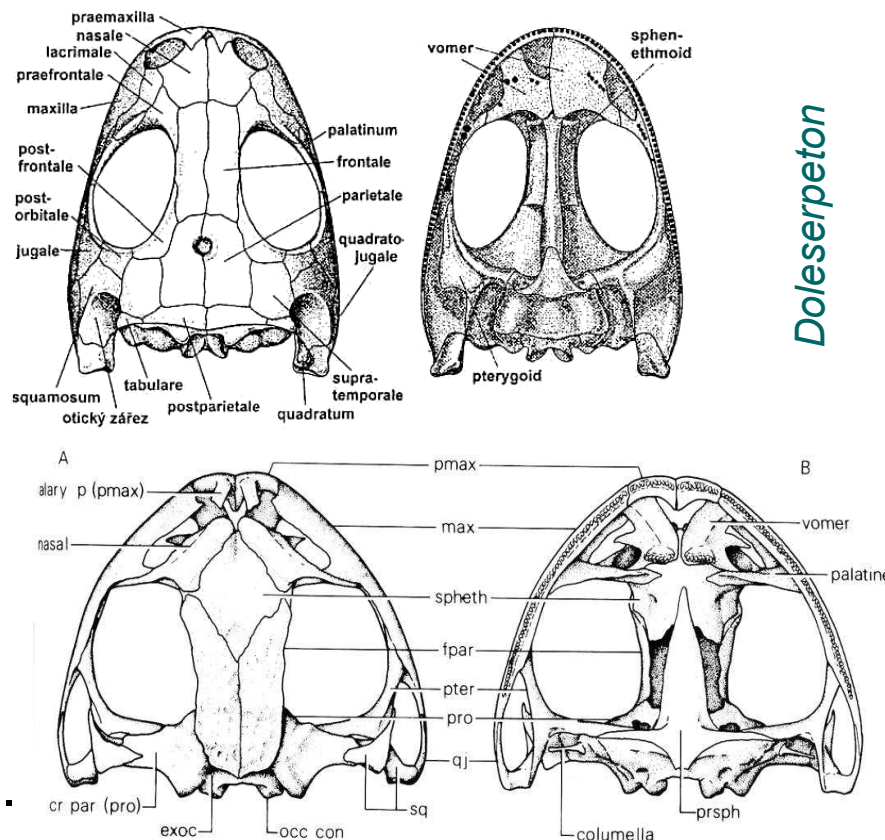
*Trematosaurus brauni* (sp. T, Německo)

Korunka - tvořena dentinem. U některých forem je dentin zprohýbaný (**labyrinthodontní typ**).

**Sluchové ústrojí** - složitější než u ryb. Vyvinuto je vnitřní i střední ucho.

Častá je **neotenie** (zachování larválních znaků do dospělosti).

**Vajíčka** – malá, bez skořápek (vzácně je nalzáme), z nich pulci, pak dospělci.



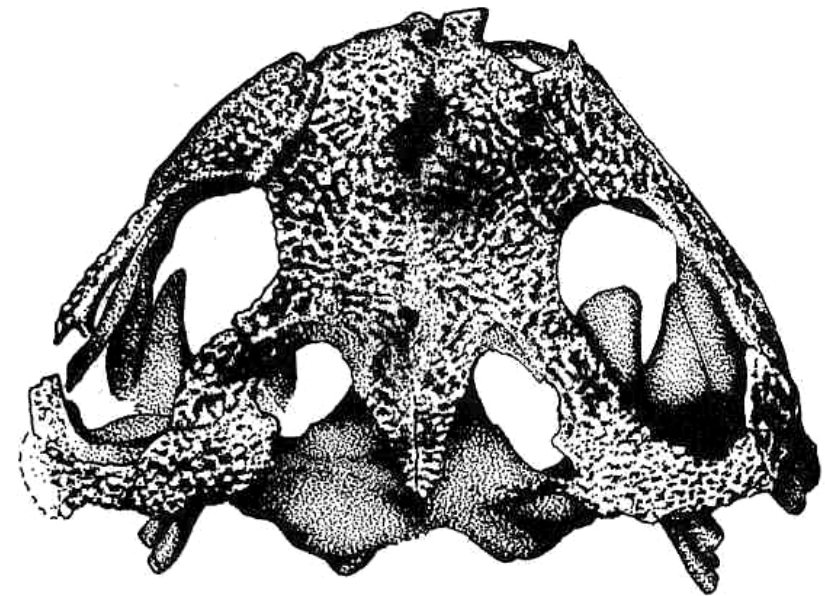
*Doleserpeton*

*Žába - Rana*

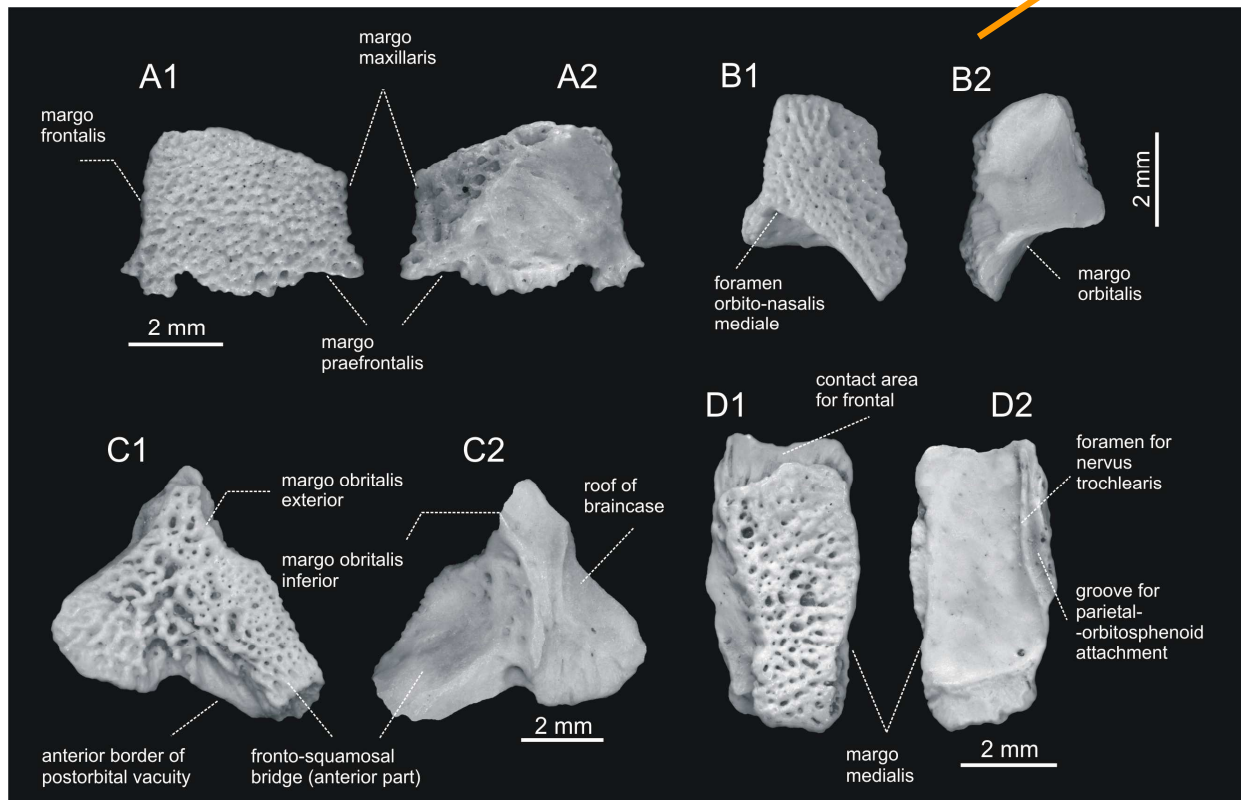


**Infratrřída: Caudata, syn. Urodela**  
(ocasatř) (stř.J - R)

Poměrně protáhlé široké tělo, které je lysé.  
Páteř s vysokým počtem obratlů (až 100).  
Končetiny někdy redukovány a mohou i chybět. Oči většinou dobře vyvinuté. Redukce kostry svědčí nejspíše o jejich vzniku důsledkem pedomorfózy nebo neotenie.



*Chelotriton* (eocén, Německo)

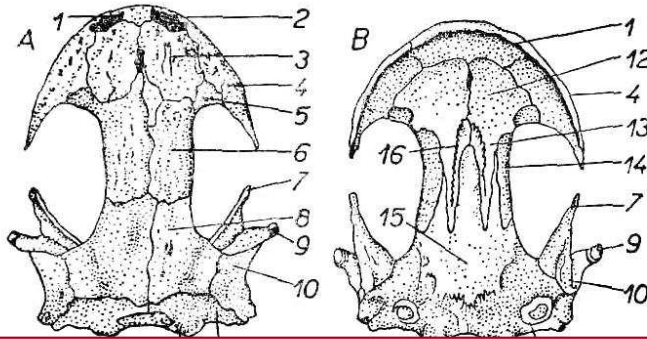


*Chelotriton* (spodní miocén, Česká republika).

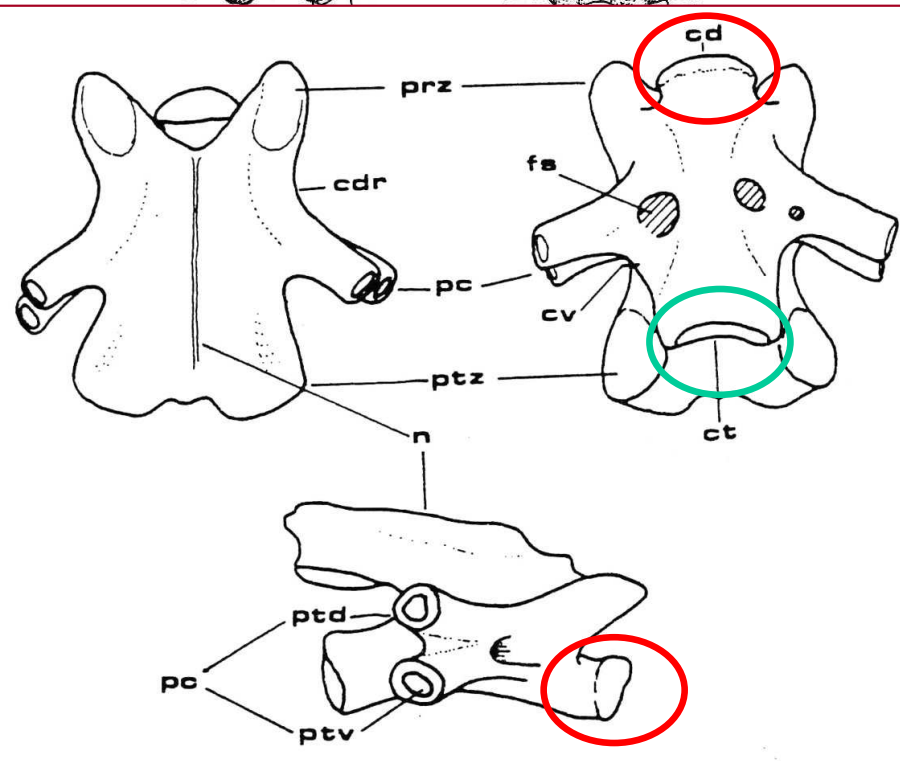


*Andrias scheuchzeri* (moicén, Německo)

## Čeled': Salamandridae Gray, 1825



L  
C — spodní  
maxillare;  
7 — parietalis;  
13 —  
16 — patra



— odspodu,  
; 2 — prae-  
erygoideum;  
tylus occipi-  
rasphenoid;  
ure („angu-

- prakticky veškerý materiál v disartikulovaném stavu
  - většinou omezené nálezy částí kraniálního skeletu
  - znalost recentního srovnávacího materiálu
- vomer – laterálně rozšířen, palatální zubní řada sahá dozadu
  - zuby na kosti vomer nahrazovány z mediální strany angulare, lacrymale, septomaxillare chybí
  - columella je pevně spojená
  - často přítomny fronto-squamosální oblouky
  - obratle opistocélní, tj. konvexní kondyl se nachází na kraniální straně obratlového centra, konkávní kotyl na straně kaudální.



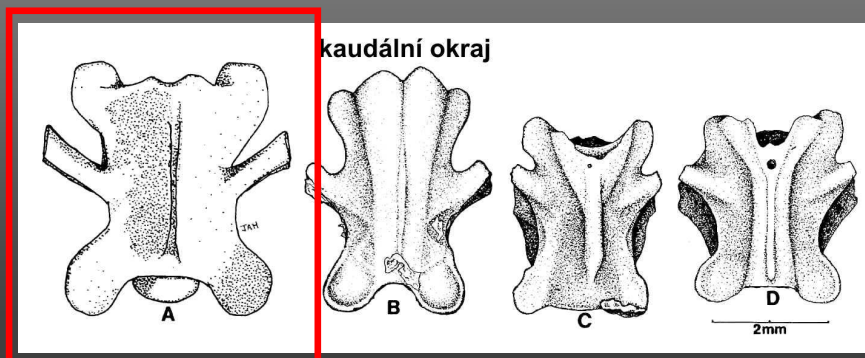
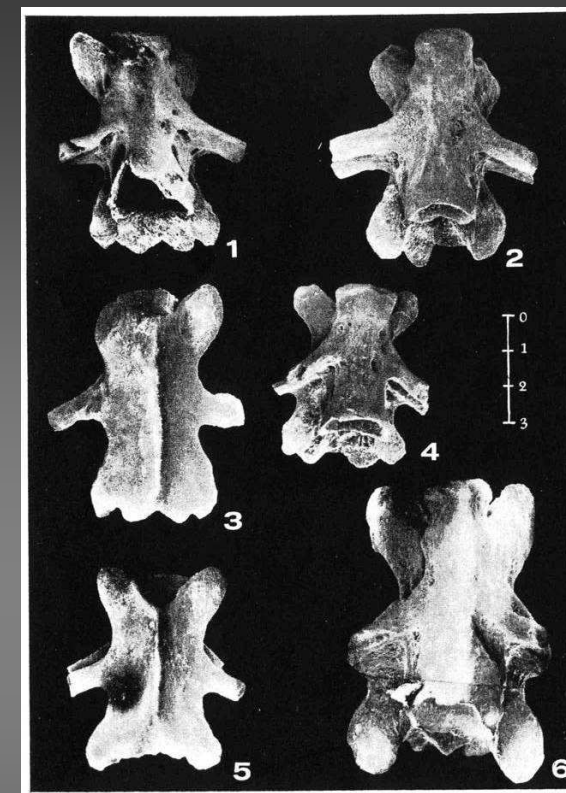
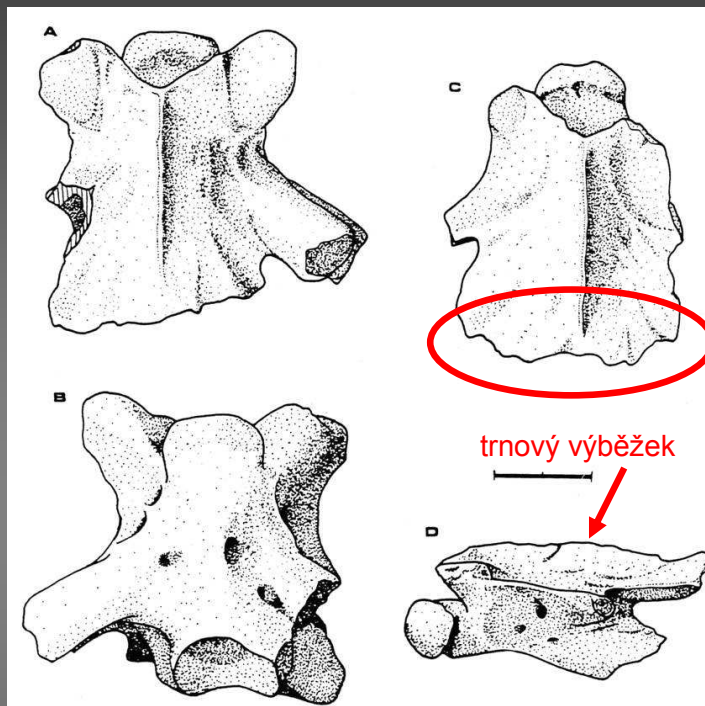
## Rod: *Salamandra* Laurenti, 1768

- absence fronto-squamosálního oblouku
- operculum neosifikované
- absence spojení maxillare-pterygoid
- opitocélní obratle

### *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758)

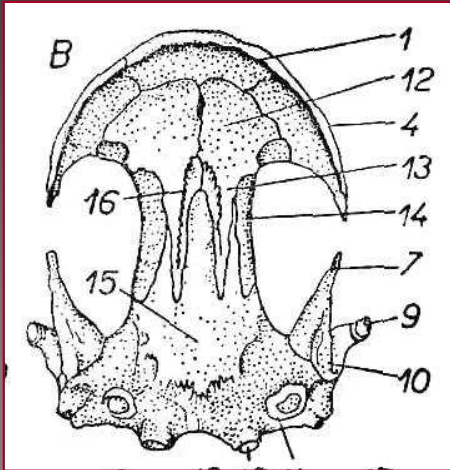
#### Obratle

- opistocélní
- processus spinosus nízký
- condylus robustní
- centrum hladké, bez kýlu
- kaudální okraj centra končí před kaudálním okrajem neurálního oblouku
- obratle poměrně velké

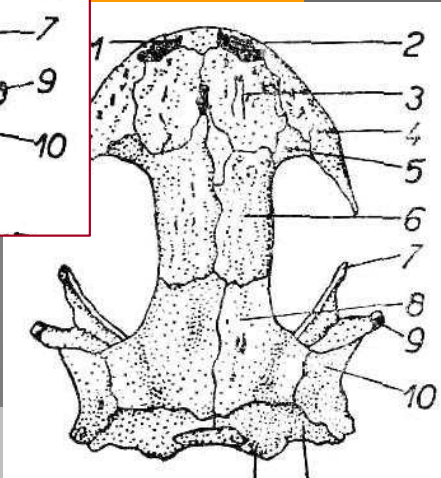


- A – *Salamandra salamandra*  
 B – *Triturus cristatus*  
 C – *Triturus helveticus*  
 D – *Triturus vulgaris*

# Rod: *Triturus* Rafinesque, 1815



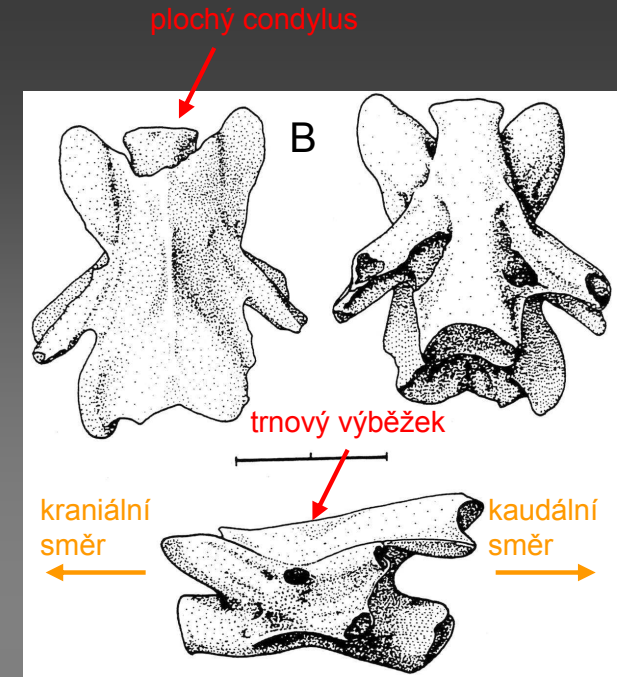
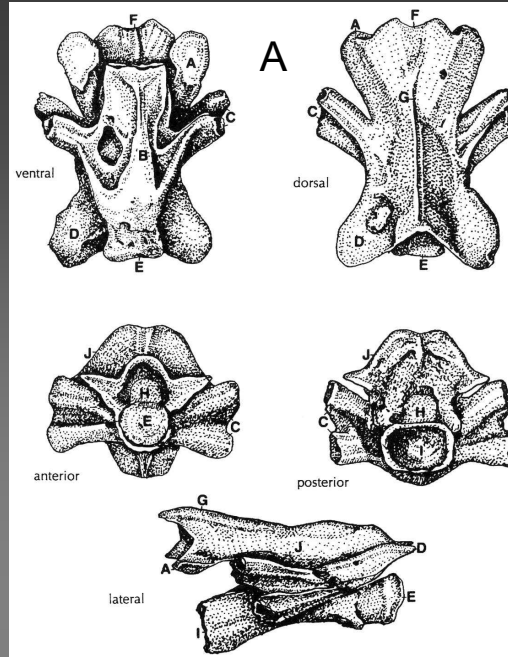
na za  
m oka  
jejsou



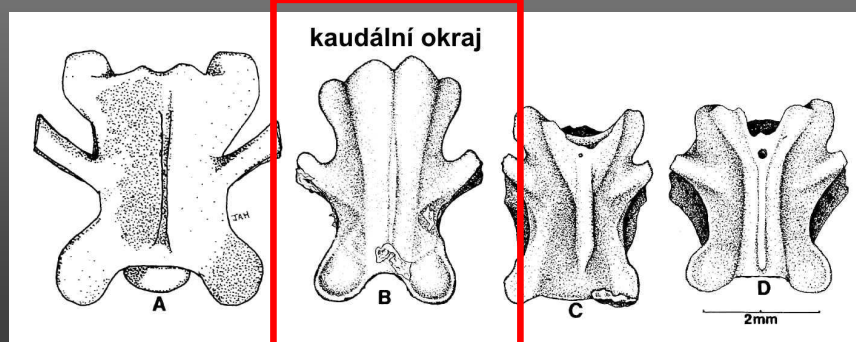
## *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768)

### Obratle

- opistocélní
- processus spinosus nízký
- neurální oblouk klenutý
- směrem ke kranálnímu okraji se obratle zužují
- četné subcentrální otvory
- kaudální okraj neurálního oblouku sahá za zadní okraj postzygapofýz, zářez „V“



Prekaudální obratle recentního zástupce *Triturus cristatus* (A) a téhož druhu ze svrchního pleistocénu Francie (B). Měřítka odpovídá 2 mm



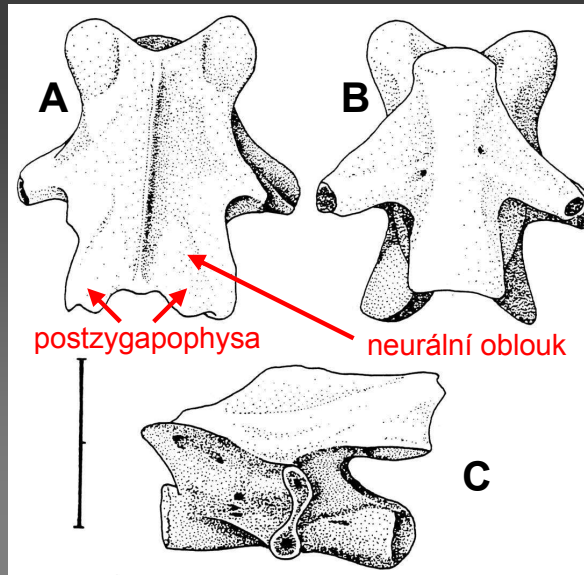
A – *Salamandra salamandra*  
B – *Triturus cristatus*  
C – *Triturus helveticus*  
D – *Triturus vulgaris*



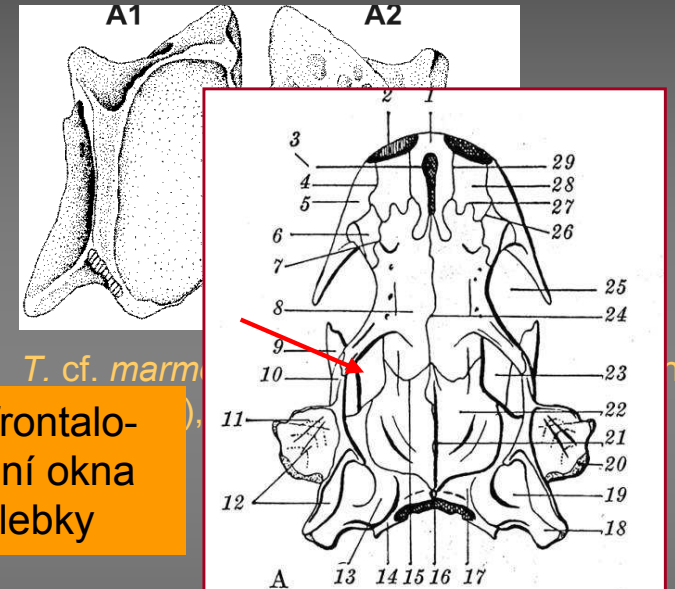
***Triturus marmoratus***  
(Latreille, 1800)

**Obratle**

- opistocélní
- značná podobnost s *Triturus cristatus*
- kaudální okraj neurálního oblouku ukončen před kaudálním okrajem postzygapofýz



*Triturus marmoratus* z francouzské střednoplíocenní lokality Sète (MN 15). A – pohled dorzální, B – pohled ventrální; C – pohled laterální. Měřítka odpovídá 2 mm (Bailon 1991)



*T. cf. marmoratus*

***Triturus helveticus***  
(Razumowsky, 1789)

**Obratle**

- opistocélní
- podobnost s *T. marmoratus*, avšak menší
- processus spinosus vysoký
- široký zářez na kaudálním okraj neurálního oblouku ve tvaru „U“

- zcela uzavřený osifikovaný frontalo-squamosální oblouk - laterální okna na každé straně zadní části lebky

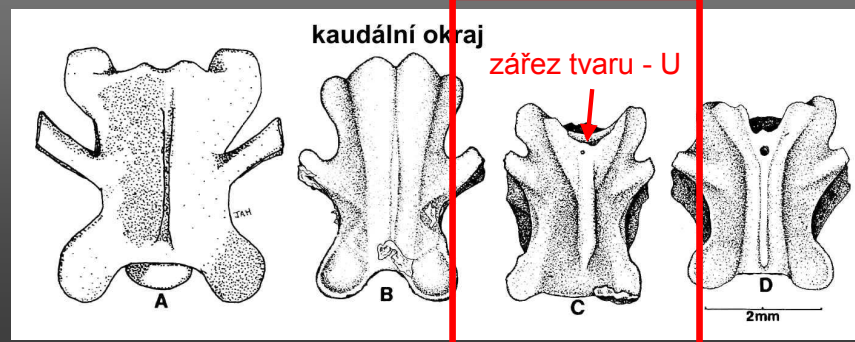


Abb. 1. *Euproctus asper* Dugès. ♀ Torrent de Castel  
B = Schädel von unten. Die Zahlen bedeuten bei Abb. 1  
3 = Cavum intermaxillare s. internasale; 4 = Sutura n

- A – *Salamandra salamandra*
- B – *Triturus cristatus*
- C – *Triturus helveticus*
- D – *Triturus vulgaris*

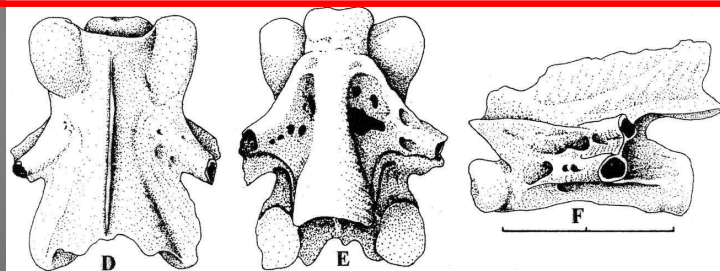
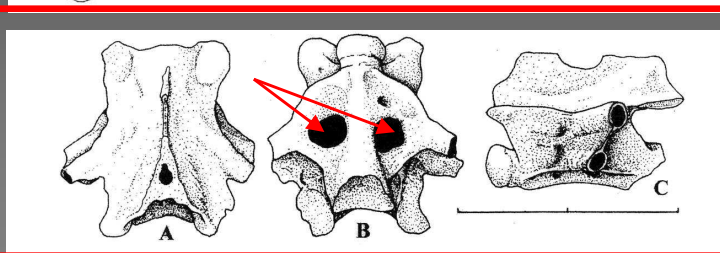
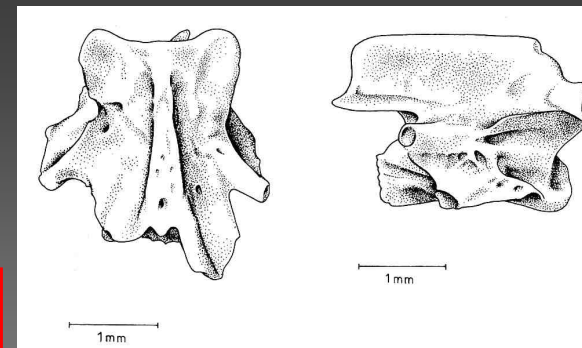
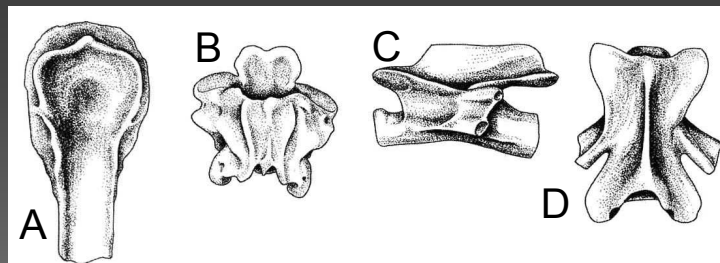
## *Triturus vulgaris*

(Linnaeus, 1758)

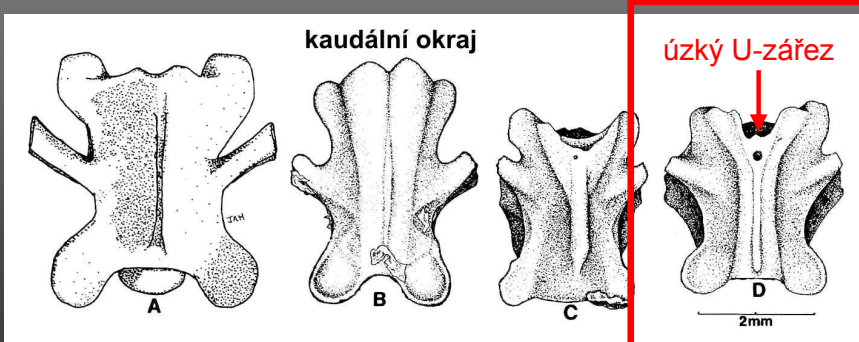
- přerušovaný frontalo-squamosální oblouk – shoda s *T. italicus*

### Obratle

- opistocélní
- processus spinosus vysoký
- často výrazně velké subcentrální otvory na bázi příčných výběžků (nosiče žeber)
- úzký zářez na kaudálním okraj neurálního oblouku ve tvaru „U“ (x *T. helveticus*)



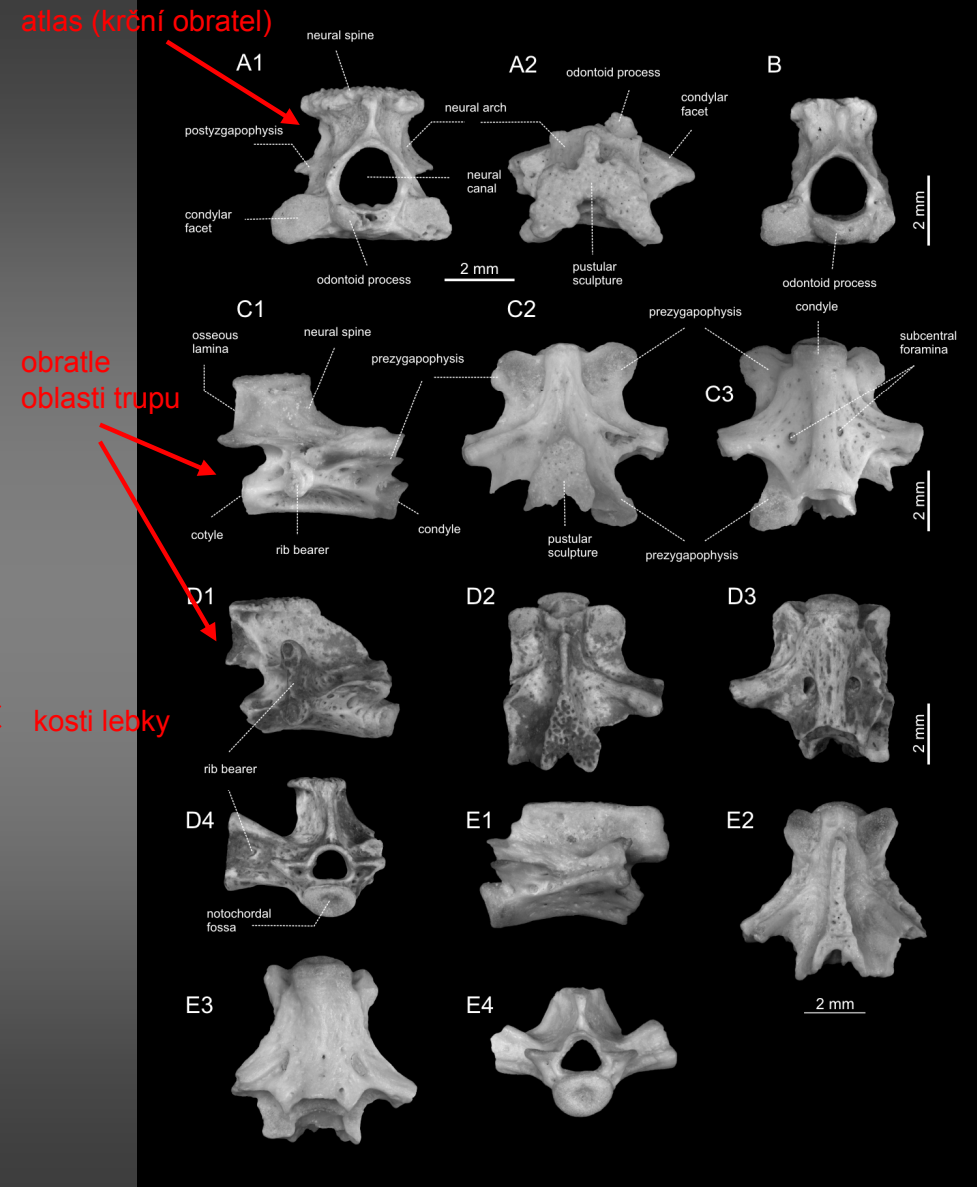
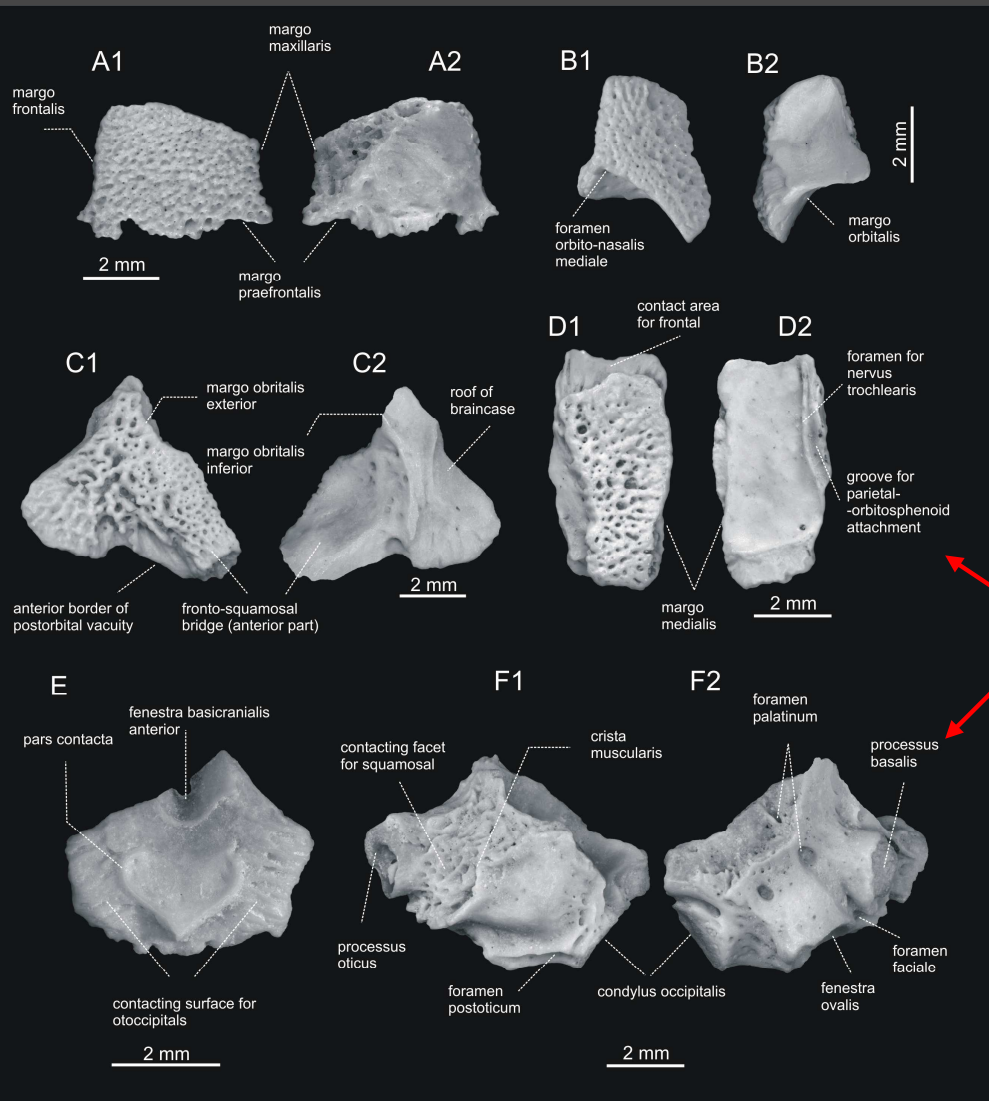
A, B, C - zástupce ze skupiny okolo druhu *Triturus vulgaris*; D, E, F – *Triturus cf. alpestris*. . A, D – pohled dorzální, B, E – pohled ventrální; C, F – pohled laterální. Měřítka odpovídá 2 mm (Delfino, Bailon 2000)



A – *Salamandra salamandra*  
B – *Triturus cristatus*  
C – *Triturus helveticus*  
D – *Triturus vulgaris*



# Chelotriton sp. – kosti lebky výrazně skulpturované



atlas (krční obratel)

obratle oblasti trupu

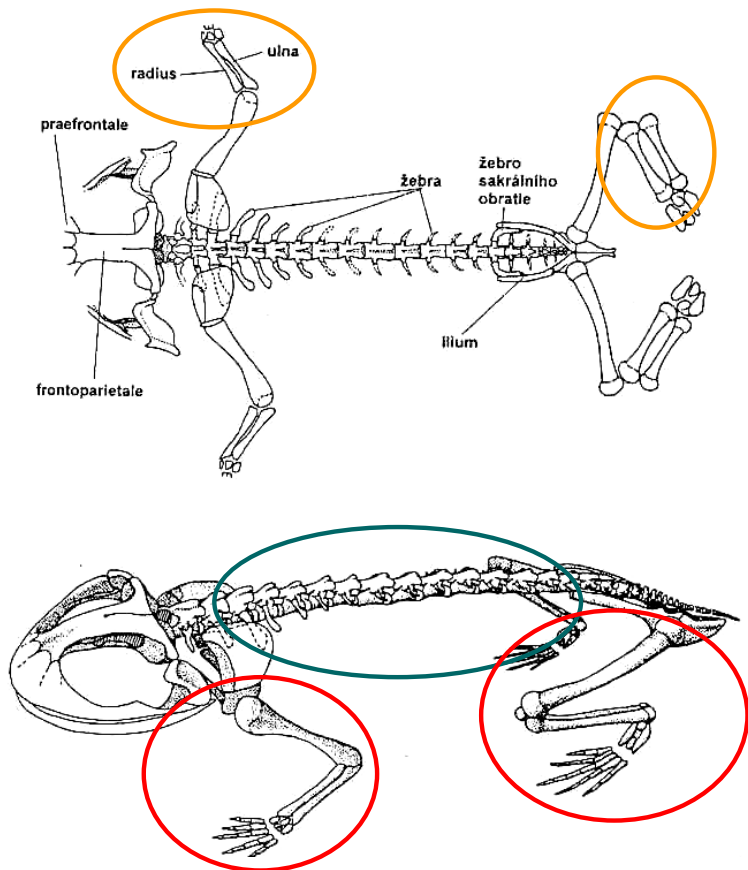
kosti lebky

**Infratřída:** Salientia (žáby; syn. bezocasí) (sp.T - R)

Tělo lysé, bez šupin, krátké, zavalité. Přední končetiny krátké, zadní dlouhé. Redukce počtu obratlů – 5 (urostyl), žebra chybí. Končetiny pětiprsté, Nápadné protažení kyčelních kostí.

**Řád:** Proanura (sp.T)

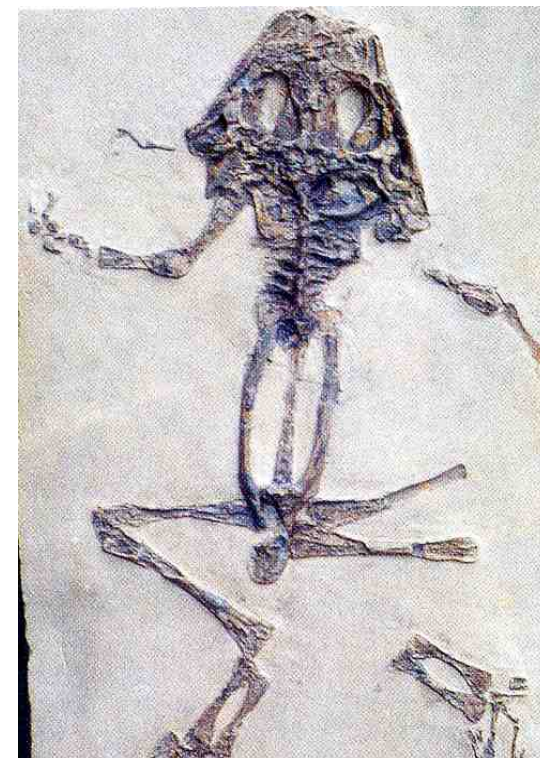
Primitivní a specializované znaky



*Triadobatrachus* (sp.T, Madagaskar)



*Palaeobatrachus* (sv. oligocén, Bechlejevica)



*Latonia* (stř. miocén, Öhningen)

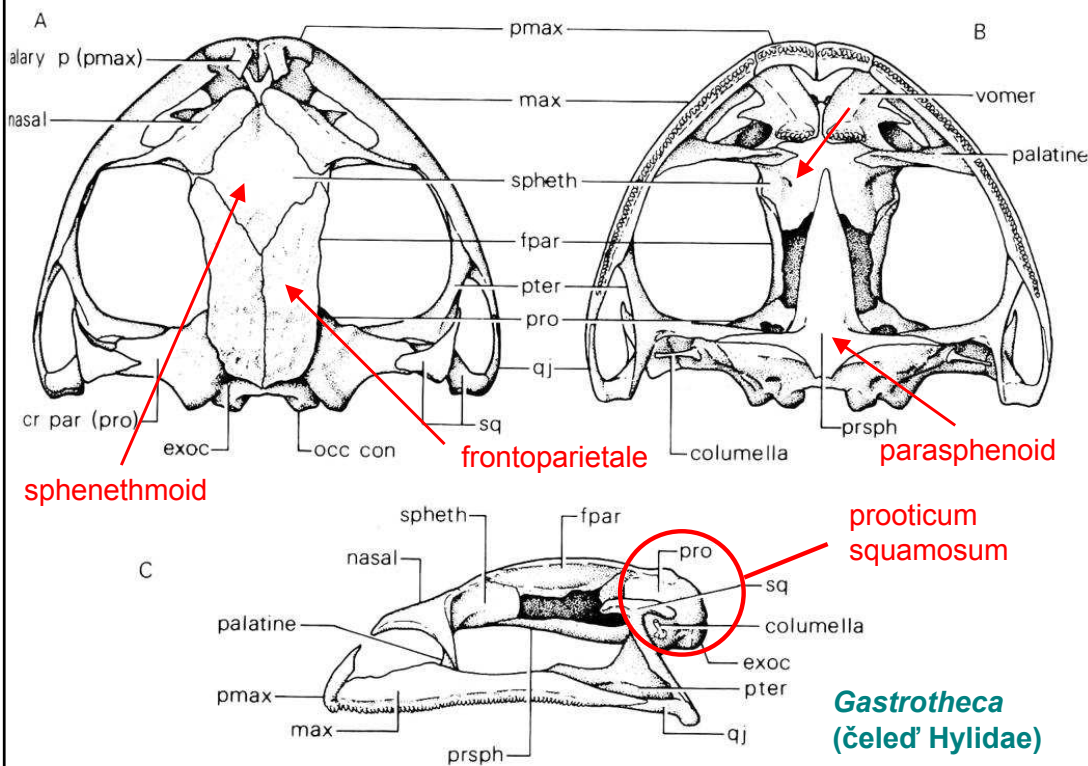
**Řád:** Anura (sp.J - R)

Značná geografická radiace již ve sp.J (Sev. Amerika, Již. Amerika), nejstarší známý zástupce je rod *Prosaliris* (sp.J, Sev. Amerika). Již nejméně 210 mil. let beze výrazných morfologických změn.

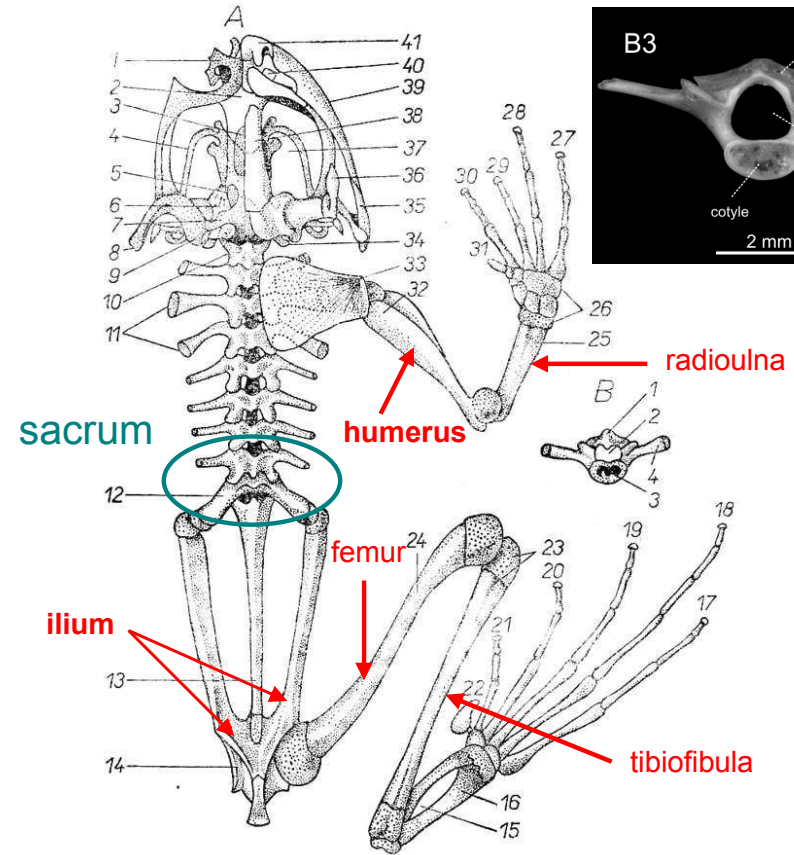


# Řád: Anura Rafinesque, 1815

- jednodušší stavba lebky než u ocasatých obojživelníků - absence lacrimale, praefrontale, postfrontale...
- přítomnost frontoparietale
- absence mandibulárního ozubení

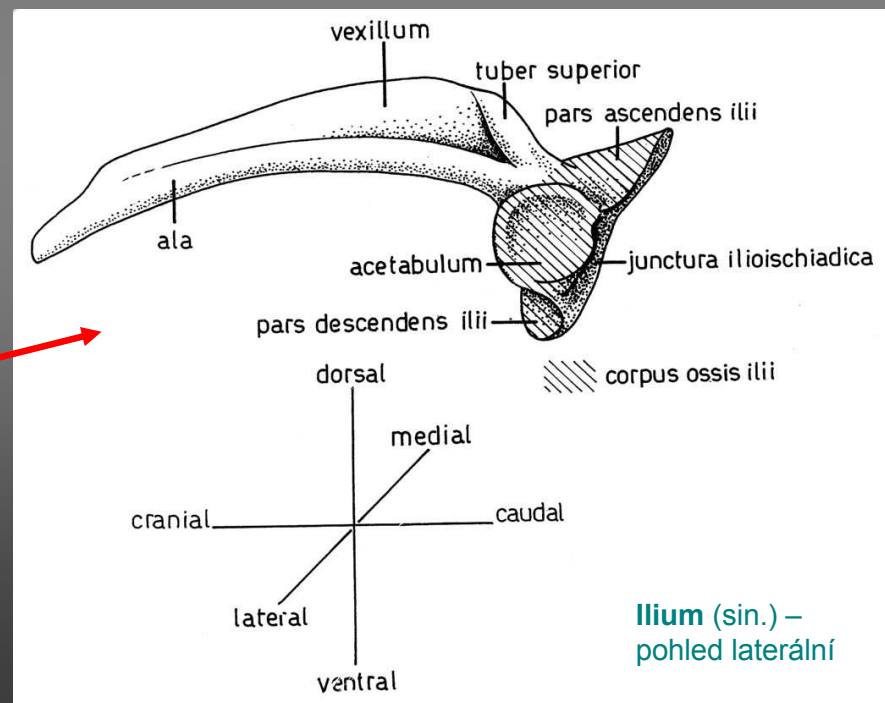
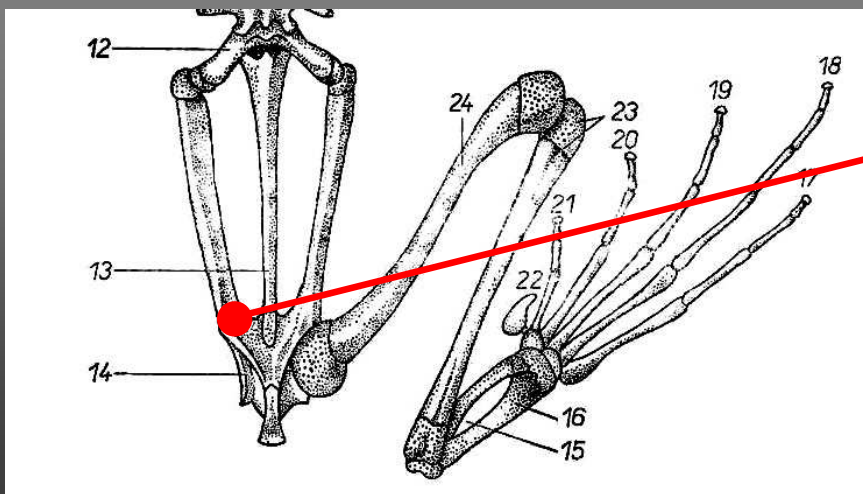
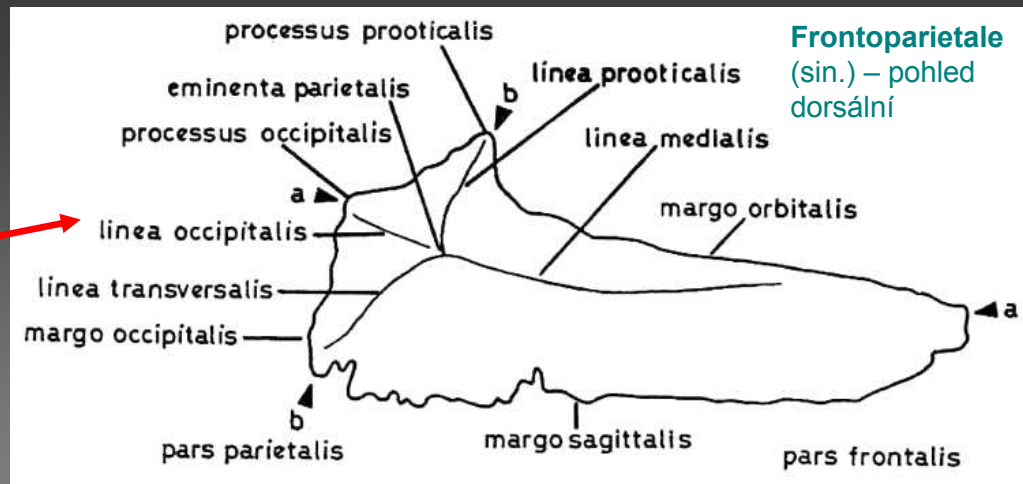
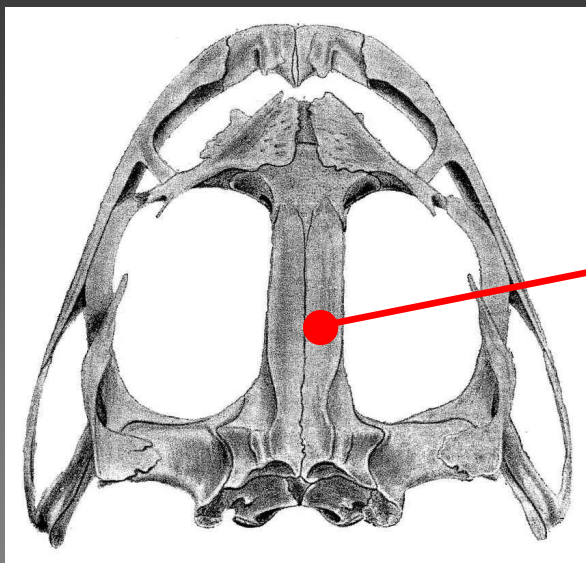


**Gastrotheca**  
(čeled' Hylidae)



Kostra skokana hnědého (*Rana temporaria*) shora. Levá polovina kostí pásla lopatkového a pánevního, jakož i krycí kosti levé poloviny lebeční odstraněny.

Chrupavčité části jsou vytečkovány. A 1 — čichová jamka; 2 — *sphenethmoideum*; 3 — *fontanella*; 4 — přední roh jazyky; 5 — *fontanella*; 6 — *prooticum*; 7 — *processus oticus*; 8 — *suspensorium*; 9 — *exoccipitale*; 10 — *vertebra cervicalis*; 11 — *processi transversi*; 12 — křížový obratel; 13 — *urostyl*; 14 — *acetabulum*; 15 — *astragalus*; 16 — *calcaneum*; 17 až 21 — kosti prstů zadní nohy; 22 — *calcar*; 23 — *tibiofibula (os cruris)*; 24 — *femur*; 25 — *radioulna*; 26 — *carpus*; 27 až 31 — kosti prstů přední nohy; 32 — *humerus*; 33 — *suprascapula*; 34 — zadní roh jazyky; 35 — *quadratojugale*; 36 — *paraquadratum*; 37 — *basihyale*; 38 — *frontoparietale*; 39 — *maxillare*; 40 — *vomer*; 41 — *praemaxilla*. B Čtvrtý obratel, pohled zepředu. 1 — *spina neuralis*; 2 — *pediculum*; část neurálního oblouku; 3 — centrum; 4 — *processus transversus*; 5 — neurální oblouk (*lamina arcus neuralis*). Podle Parkera et Haswella (1947).





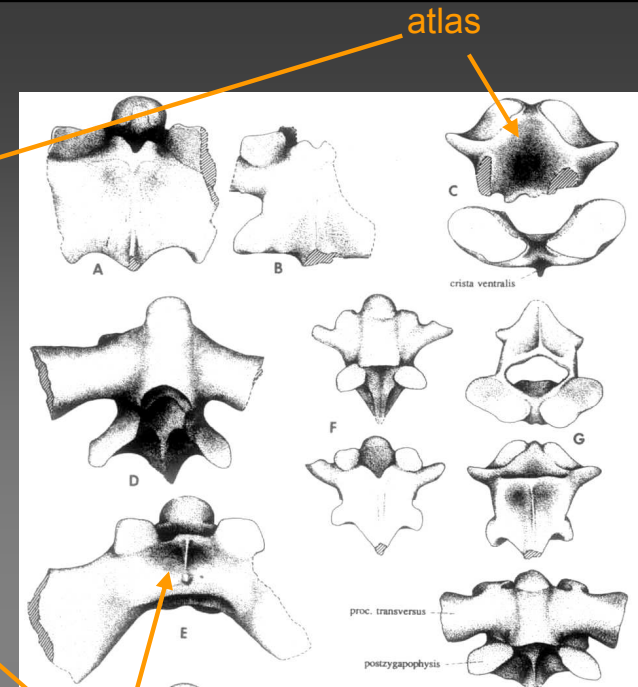
# Čeľeď: Discoglossidae Laurenti, 1768

- absence palatálních zubů
- zuby přítomny jak na maxillare, tak na praemaxillare
- 8 opistocélních presakrálních obratlů, imbrikátně uspořádané neurální oblouky
- křížový obratel s rozšířenými sakrálními diapofýzami
- většinou dva kondyly, které se spojují s urostylem
- ilium jednoduché

## Primitivní žáby

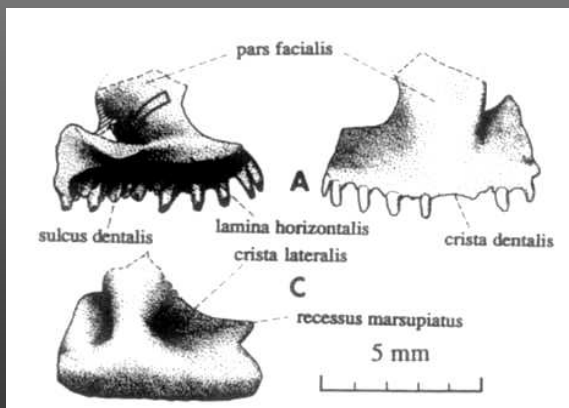


*Discoglossus pictus* - recent



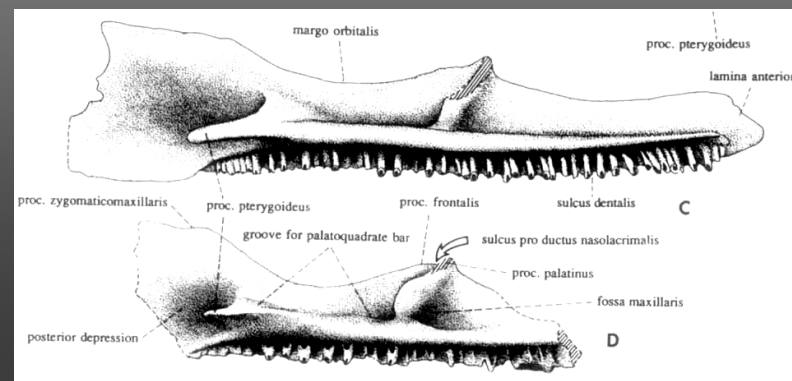
*Latonia gigantea* - miocén

křížový obratel



*Latonia* – premaximaxilla

*Latonia* – ukázka vrchní čelisti (maxily)



## Rod: *Bombina* Oken, 1816

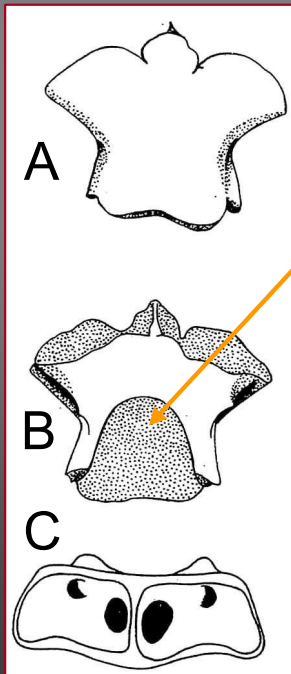
- frontoparietalia většinou rozdělena
- sphenethmoid s malou zaoblenou dorzální jamkou
- ilium s absencí dorzálního hřebínku (vexillum), tuber superior dlouhé, nízké, relativně hladké
- krátké pars ascendens ilii, nevýrazné nebo chybějící
- ventrální acetabulární rozšíření
- křížový obratel s výrazně distálně rozšířenými sakrálními diapofýzami

*Bombina bombina*  
(Linnaeus, 1761)

*Bombina variegata*  
(Linnaeus, 1758)

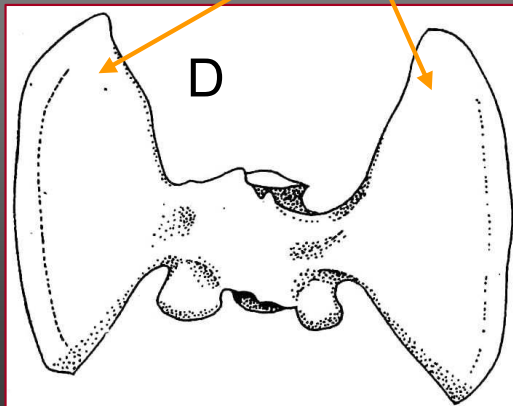


velmi podobné



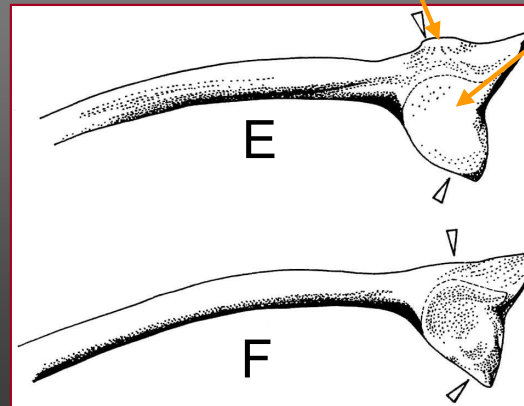
dorzální  
jamka

sakrální apofýzy



tuber superior

acetabulum

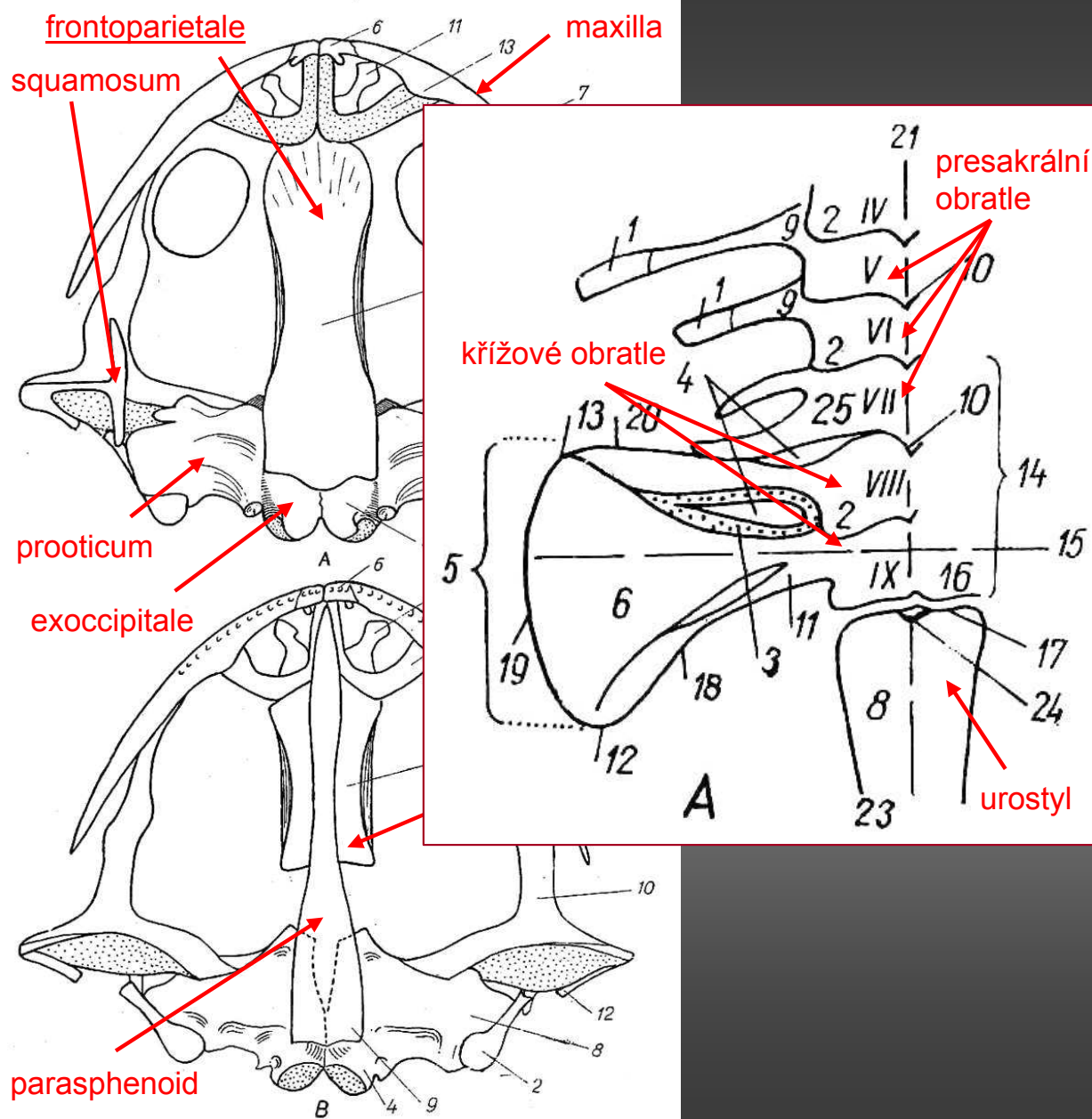


Recentní *Bombina bombina*. A-C – sphenethmoid; D – sakrální obratel; E, F – rozdíl mezi *B. bombina* (E) a *B. variegata* (F) u kosti ilium. A – pohled ventrální; B, D – pohled dorzální; C – pohled rostrální; E, F – pohled laterální (podle Böhmeho, G. 1977).



## Čeď: Palaeobatrachidae Cope, 1865

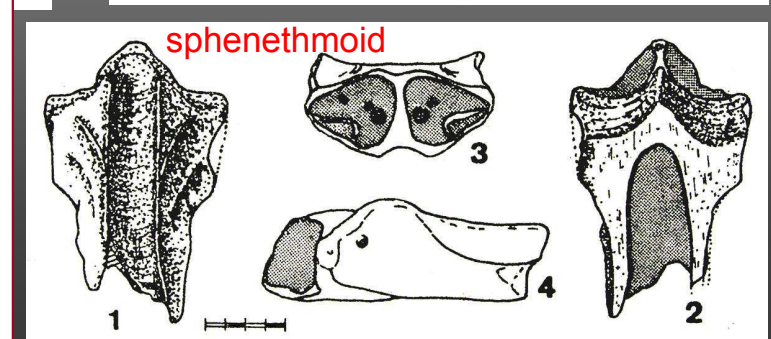
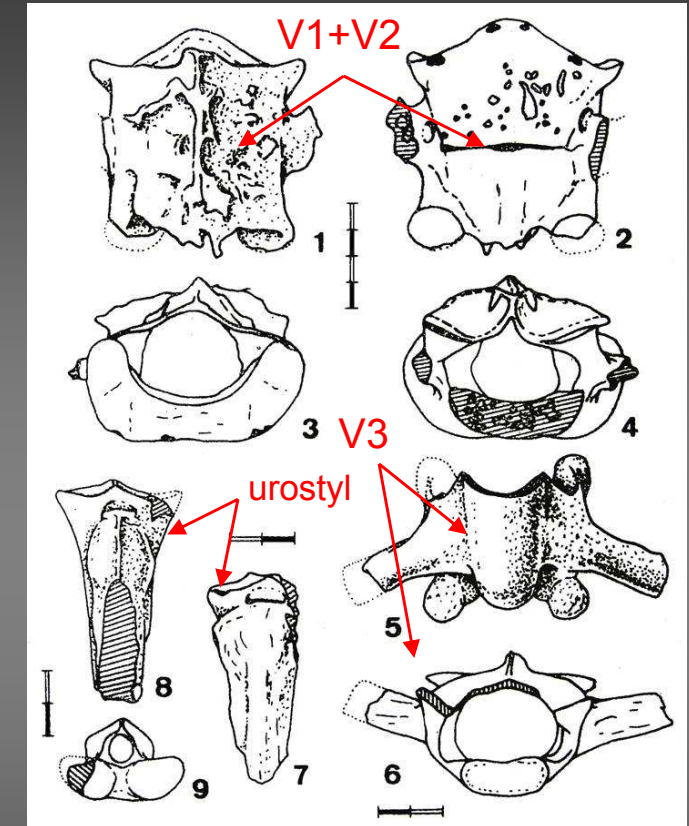
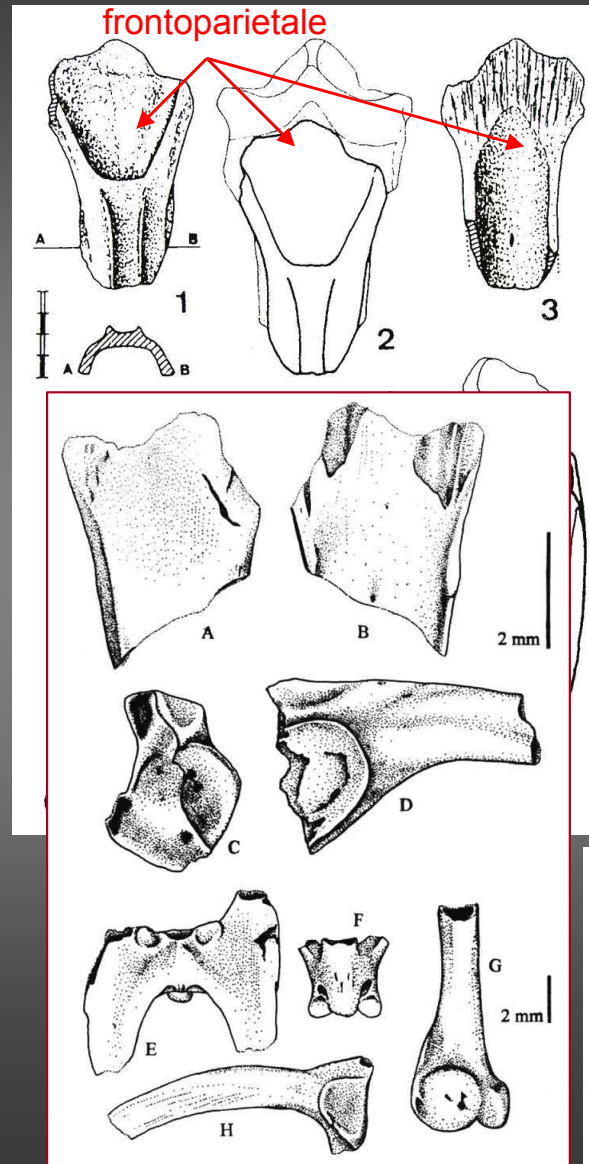
- velké orbity posunuté do přední části lebky
- zuby jak na praemaxillare, tak maxillare
- jediné frontoparietale;
- parasphenoid dýkovitého tvaru s absencí laterálních křídel
- procélní obratle
- dva zadní obratle tvoří sacrum
- sacrum s rozšířenými diapofýzami
- dva kotyly spojující se s urostylem
- obloukovitý pletenec lopatkový s krátkou nerozdělenou lopatkou
- ilium s absencí dorzálního hřebínku (vexillum), dorzální výběžek (tuber superior) dlouhý



Rod: *Pliobatrachus* Fejérváry,  
1917

*Pliobatrachus langhae* Fejérváry, 1917

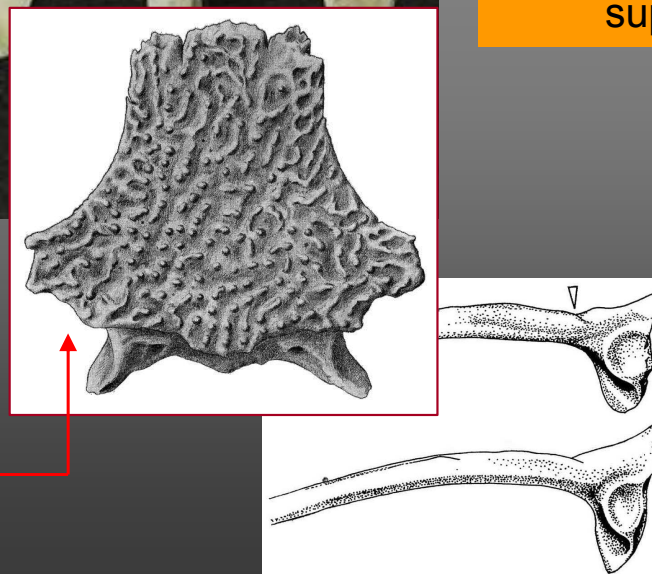
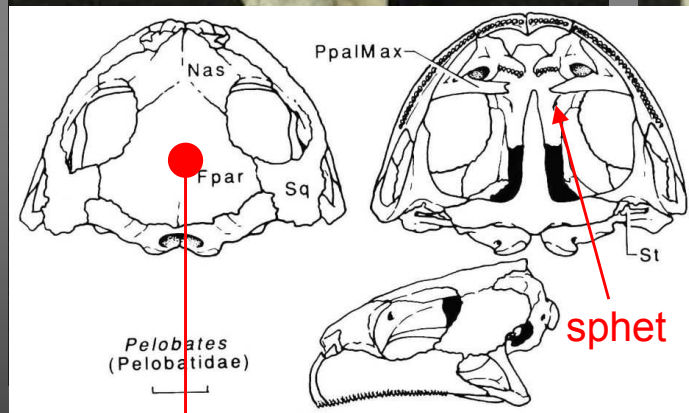
- frontoparietale s dorzálním žlábkem tvaru velkého písmene „U“ ve střední části kosti
- rostrální konec frontoparietale vybíhá ve tři výběžky
- zuby jak na praemaxillare, tak na maxillare, počet zubů redukovaný
- zuby nejsou pleurodontní, ale vyskytují se jako kostěné výrůstky střídající se s alveolami
- koronoidní výběžek na mandibuly vytváří mediálně zploštělou okrouhlou tuberkulu
- ilium má dobře vyvinutý interiliální výběžek





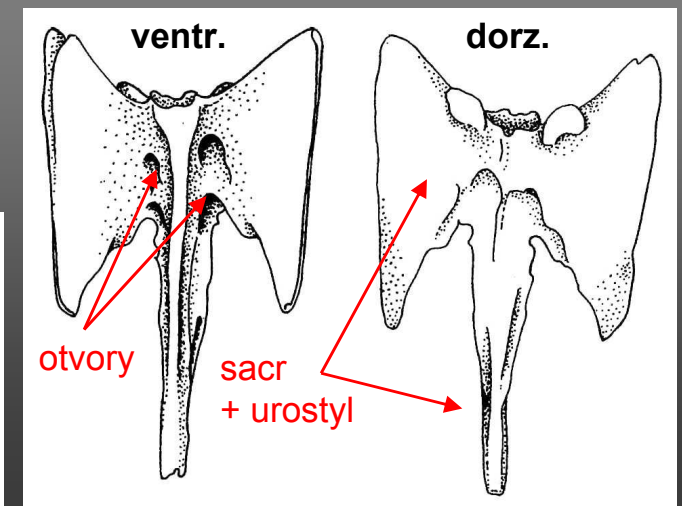
## Rod: *Pelobates* Fejérváry, 1917

- frontoparietalia spojena, silně skulpturovaný dorzální povrch
- sphenethmoid obvykle delší než širší, s relativně úzkými laterálními výběžky a mělkou dorzální jamkou tvaru „U“
- ilium - chybí dorzální hřeben (vexillum), tuber superior nenápadná nebo chybí, dorzální okraj dorzálního acetabulárního rozšíření (pars ascendens ilii) je mírně konkávní
- křížová oblast srostlá s urostylem, sakrální diapofýzy silně rozšířené, obvykle ventrálně perforované



## Čeď: Pelobatidae Bonaparte, 1850

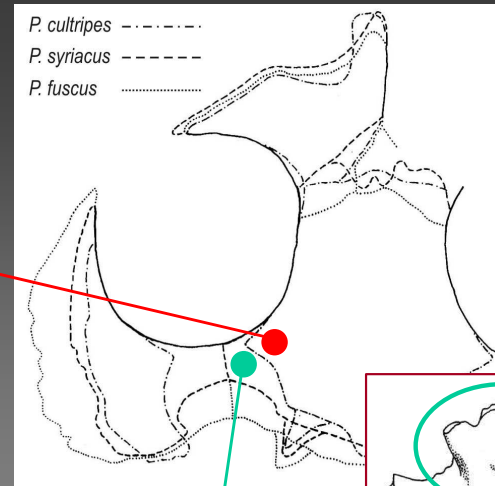
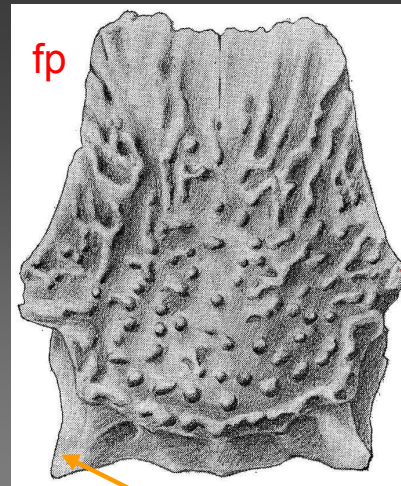
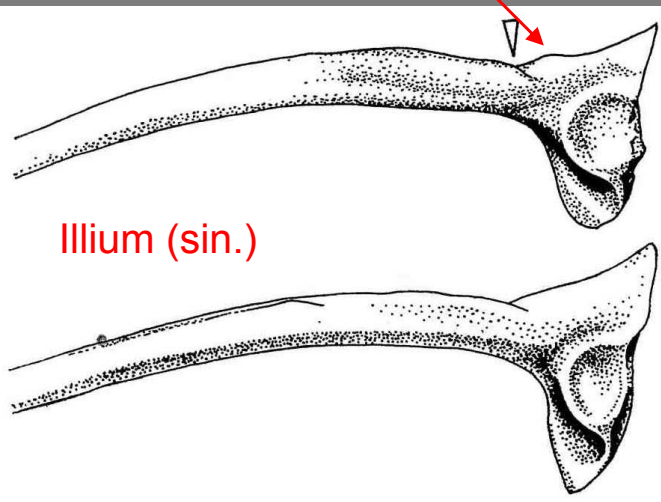
- 8 presakrálních obratlů, imbrikátní uspořádání neurál. oblouků, procélní absence žeber
- sacrum s velmi široce rozšířenými sakrálními diapofýzami
- sacrum pevně spojené s urostylem
- zuby přítomny na praemaxillare a maxillare
- ilium s absencí dorzálního hřebínku (vexillum), dorzální výběžek (tuber superior) je nepatrný, nebo chybí



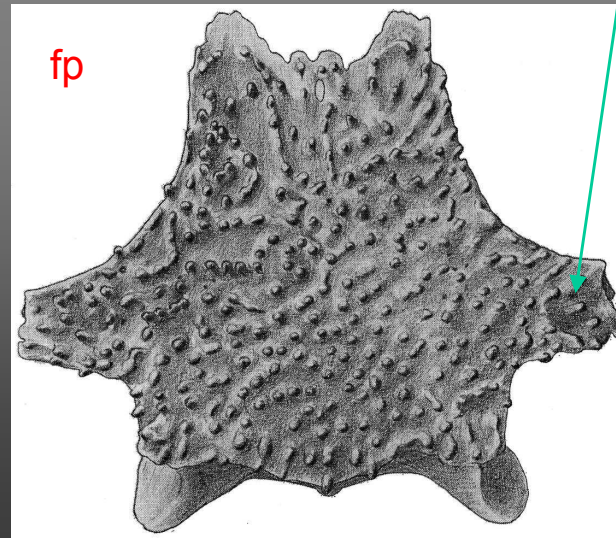
## *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)

- paraoccipitální výběžky jsou relativně úzké
- ventrální prohlubenina na frontoparietálních je výrazná
- sphenethmoid se rostrálně zužuje

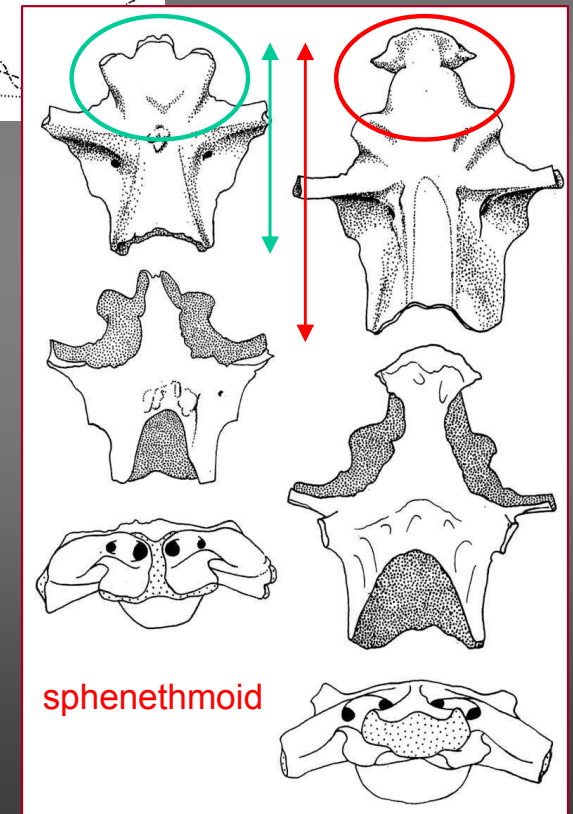
- kost ilium má nepatrný dorzální výčnělek (tuber superior), jenž u *Pelobates syriacus* chybí



paraoccipitální výběžek  
*Pelobates syriacus* (Laurenti, 1768)



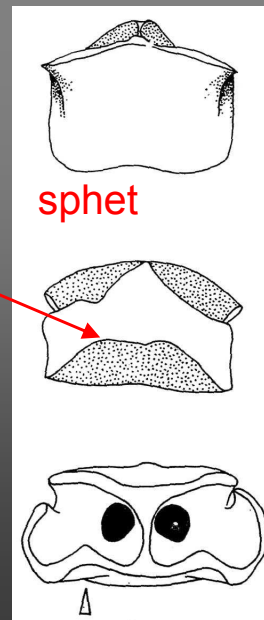
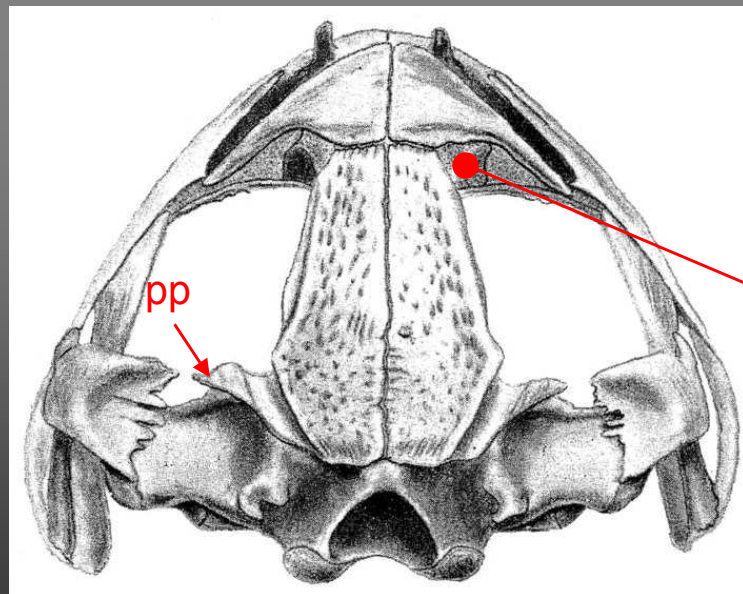
Variabilita průběhu *lamella allaris squamosi* u různých druhů rodu *Pelobates* (dle Ročka 1981)





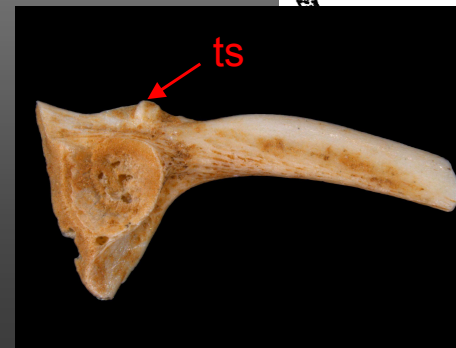
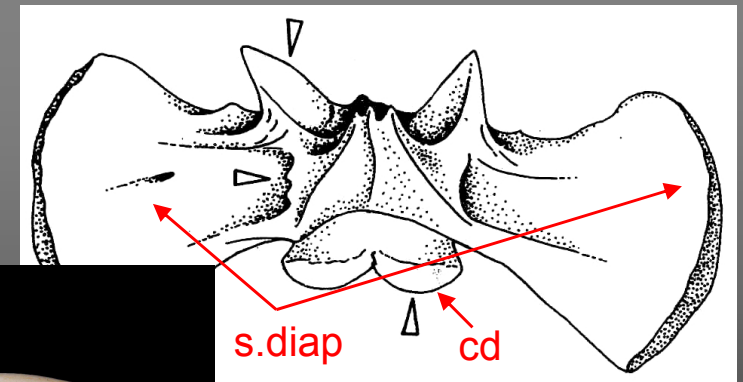
## Rod: *Bufo* Laurenti, 1768

- frontoparietalia nespojená a s výraznými prootikálními výběžky
- zářez na dorzálním povrchu kosti sphenethmoid má tvar širokého „U“ a omezen je na kaudální polovinu kosti
- ilium nemá vyvinut dorzální hřebínek (vexillum), dorzální výběžek (tuber superior) výrazný
- sakrální diapofýzy se rozšiřují, ne však výrazně
- křížový obratel není srostlý s urostylem



## Čeleď: Bufonidae Gray, 1825

- 8 presakrálních procélních obratlů (některé druhy - spojení více obratlů)
- žebra chybí
- křížový obratel s rozšířenými sakrálními diapofýzami (ne extrémně), většinou není srostlý s urostylem
- zuby jen na praemaxillare a maxillare
- ilium - obvykle chybí dorzální hřebínek (vexillum), dorzální výběžek (tuber superior) vyvinut



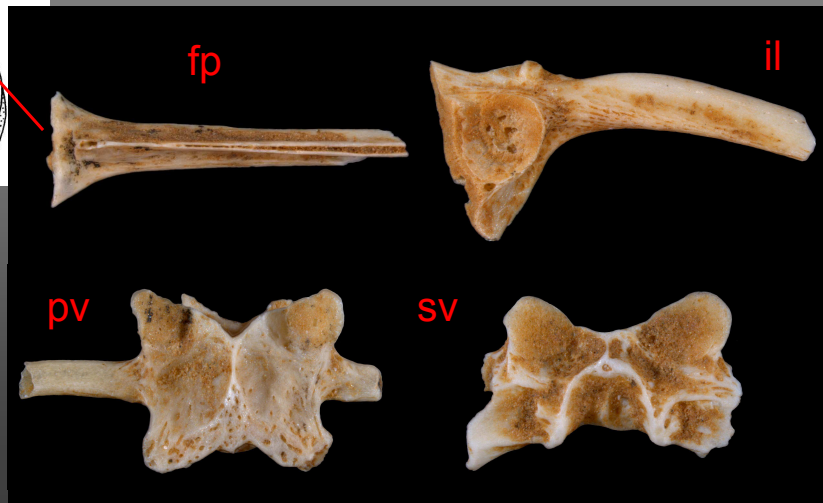
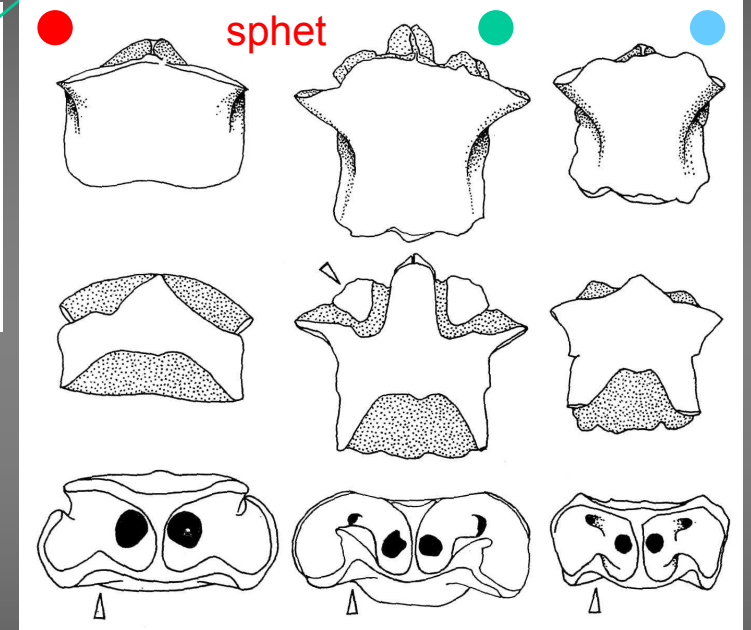
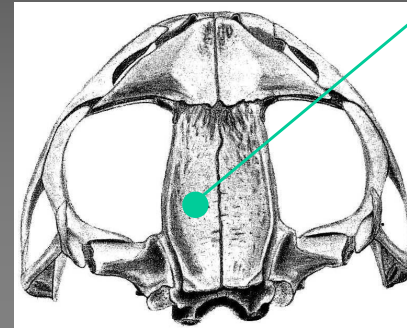
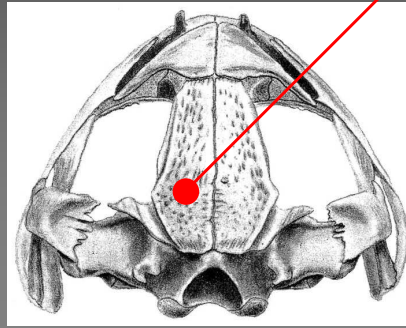
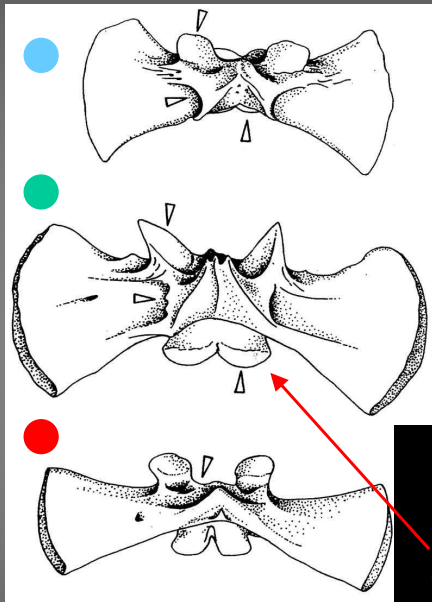
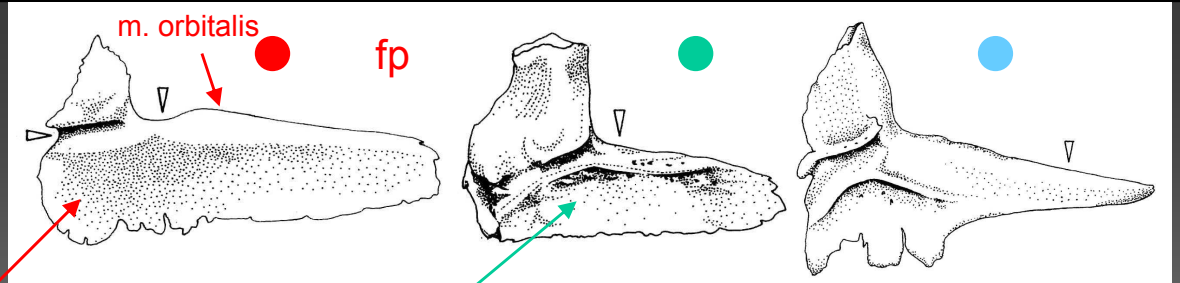
*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)



*Bufo viridis* Laurenti, 1768



*Bufo calamita* Laurenti, 1768



Frontoparietale: *Bufo bufo*; *Bufo viridis*; *Bufo calamita*. Sphenethmoid: *Bufo bufo*; *Bufo viridis*; *Bufo calamita* (upraveno podle Böhmeho, G. 1977)



## Rod: *Rana* Linnaeus, 1758

- frontoparietalia nespojená, s výraznými prootikálními výběžky, menšími než u rodu *Bufo*
- sphenethmoid delší než širší, na jeho dorzálním povrchu zasahuje asi do 1/2 délky deprese tvaru úzkého „U“
- ilium s dobře vyvinutým dorzálním hřebínkem (*vexillum*) (kromě *Rana temporaria*) a prodlouženým zploštělým dorzálním výběžkem (*tuber superior*)
- křížový obratel není srostlý s urostylem, má cylindrické diapofýzy a jeden kraniální a dva kaudální kondyly

## Čeď: Ranidae Gray, 1825

- 8 procélních presakrálních obratlů s neimbrikátně uspořádanými neurálními oblouky
- křížový obratel s předním rozšířeným konvexním kondylem a dvěma zadními kondyly pro artikulaci s kostrčí
- sakrální diapofýzy jsou cylindrické
- zuby jsou u většiny skupin přítomny na praemaxillare i maxillare
- ilium obvykle s dorzálním hřebínkem (*vexillum*), u mnoha druhů je přítomen prodloužený zploštělý dorzální výběžek

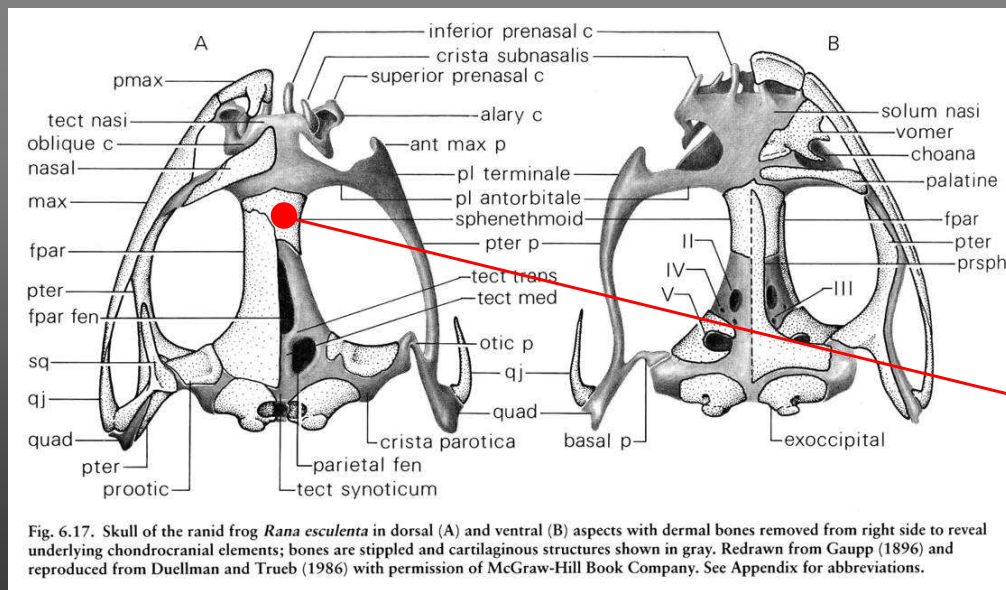
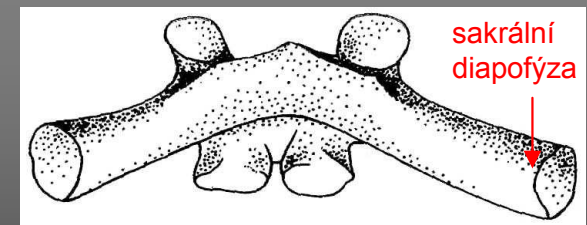
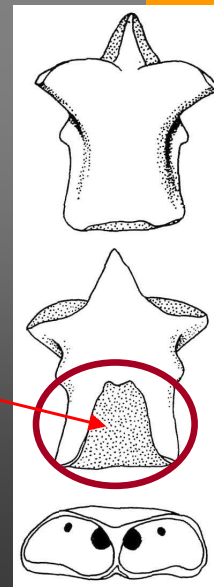
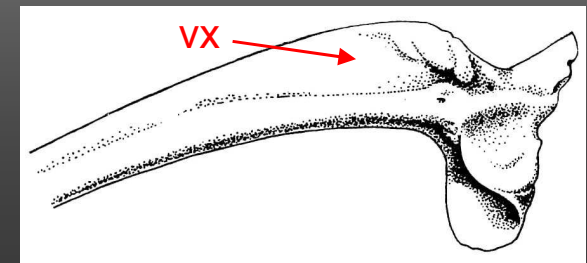


Fig. 6.17. Skull of the ranid frog *Rana esculenta* in dorsal (A) and ventral (B) aspects with dermal bones removed from right side to reveal underlying chondrocranial elements; bones are stippled and cartilaginous structures shown in gray. Redrawn from Gaupp (1896) and reproduced from Duellman and Trueb (1986) with permission of McGraw-Hill Book Company. See Appendix for abbreviations.



*R. dalmatina*



*Rana arvalis*

*R. arvalis*

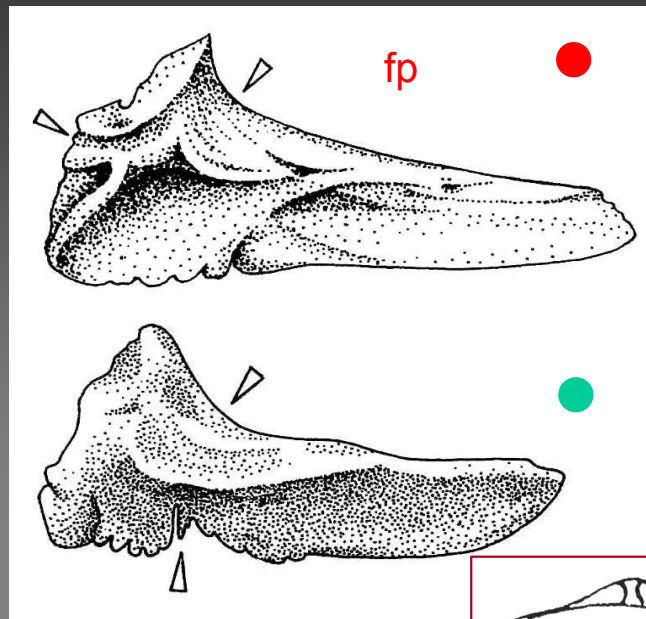
*Rana temporaria*

Linnaeus, 1758)

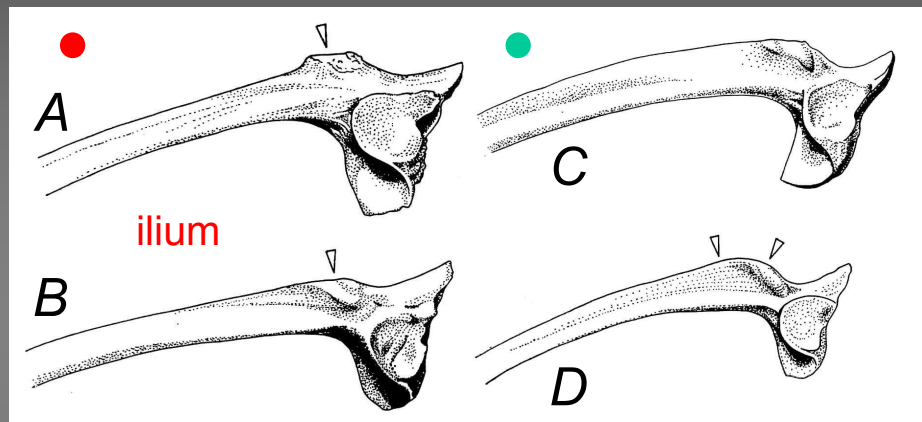
*Rana arvalis*

Nilson, 1842

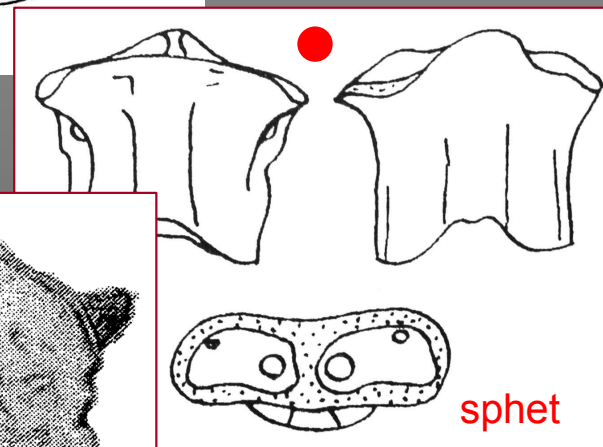
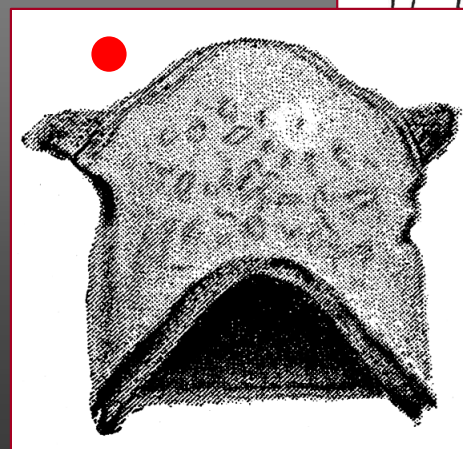
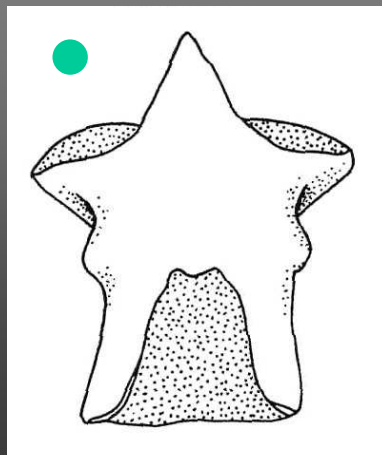
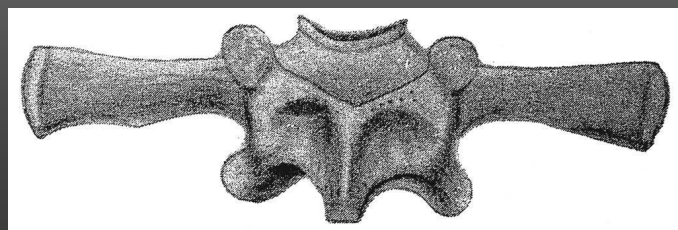
frontoparietale  
ilium



Frontoparietale  
recetniho zástupce  
*Rana temporaria* a  
*Rana arvalis*. Pohled  
dorzální (Böhme  
1977).



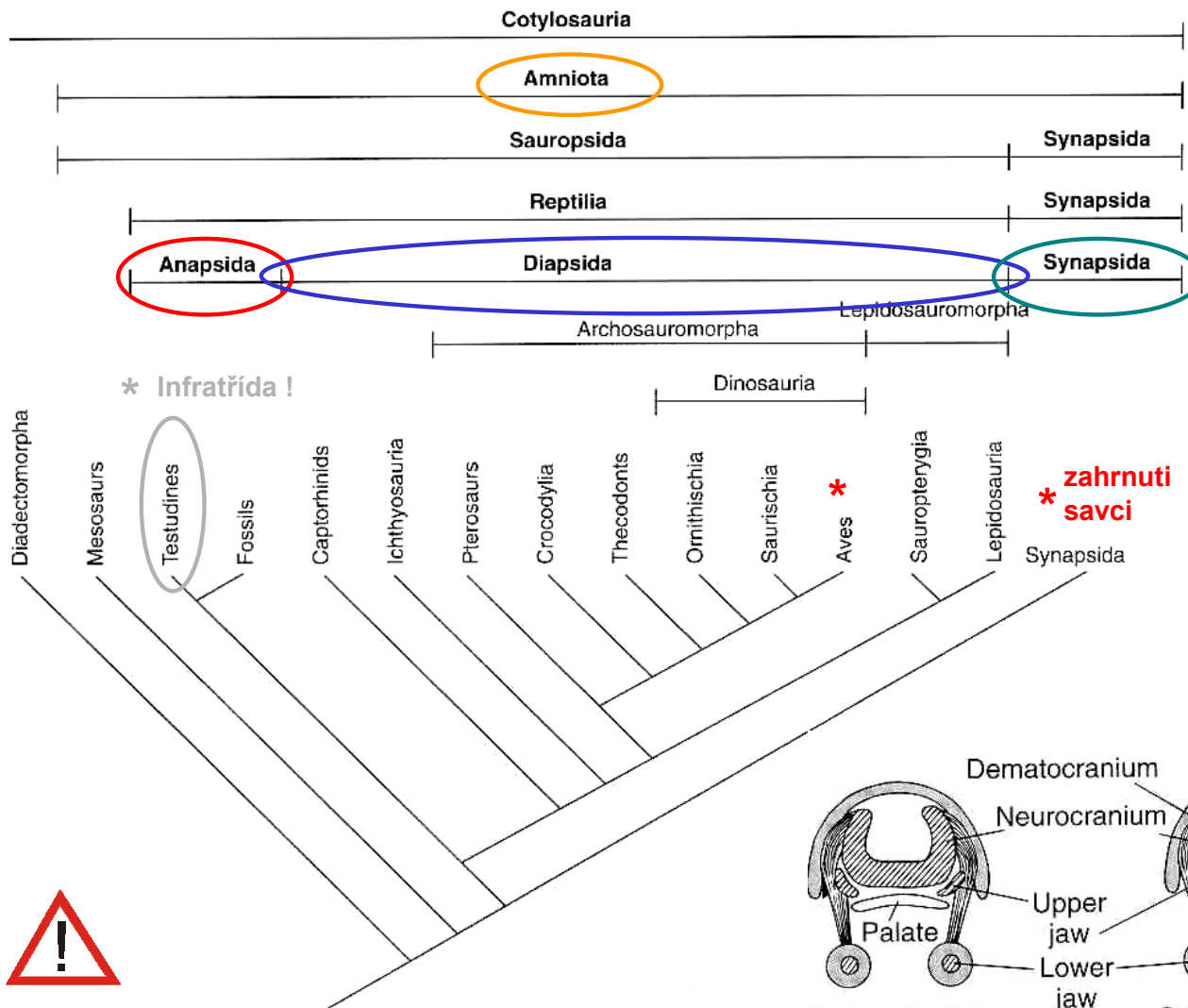
Levé ilium druhů *Rana temporaria* (A, B) a  
*Rana arvalis* (C, D) s ukázkou  
vnitrodruhové variability. A, B – pohled  
dorzální; C, D, E, F – pohled laterální  
(podle Böhmeho, G. 1977).





# Podtřída: Amniota (sv. C - R) ⚠

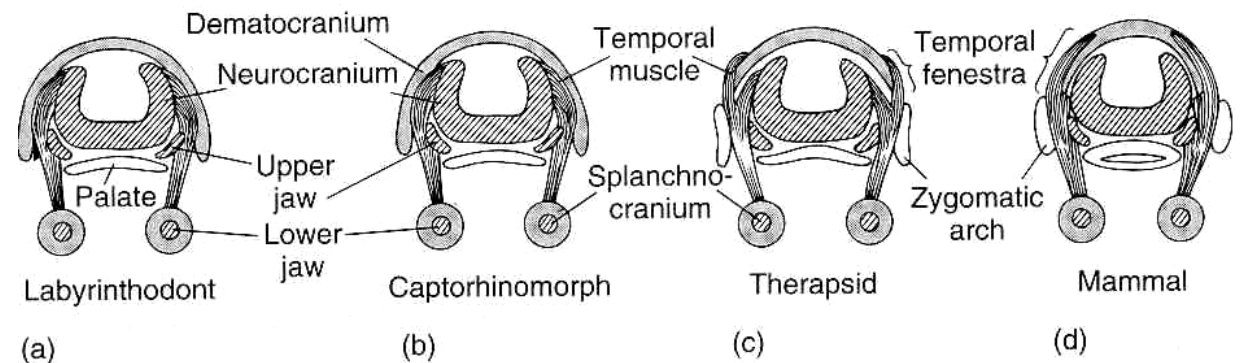
Suchozemští obratlovci, vajíčka - kryta obaly (vnitřní amnion, chorion, vnější allantois) - mohou být kladena na souši. Záradečné obaly - výměna plynů a ostatních látek s vnějším prostředím. Ontogenetický vývoj - bez metamorfózy larvy v dospělé. Nejstarší amniotní vajíčko – nalezeno již ve spodním permu.



## Spánkové jámy - vznik

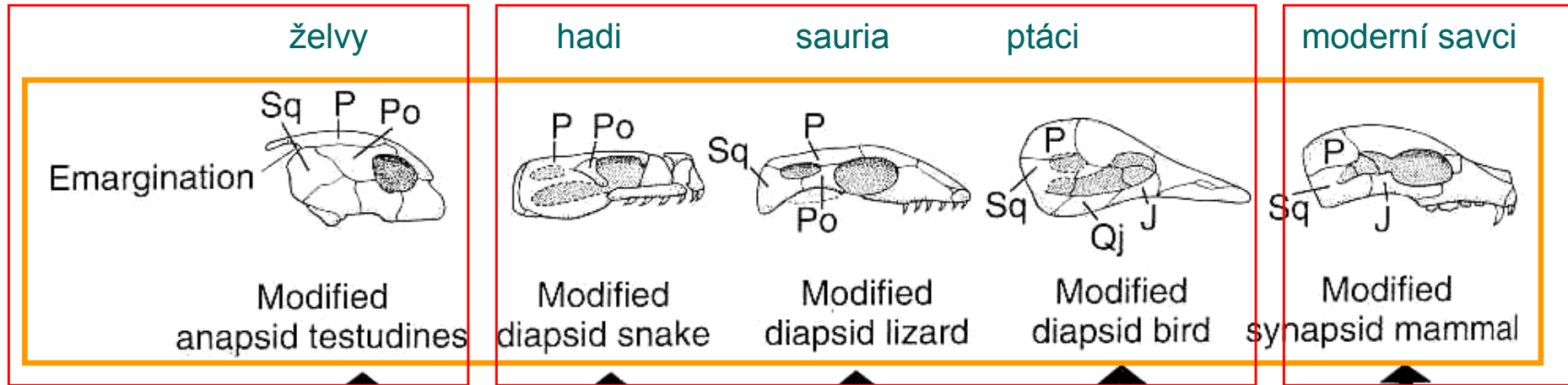
Porcování kořisti – větší nároky na čelistní svaly. Limitující faktor- prostor mezi endokraniem a dermálním krytem v temporální oblasti lebky. Na místech styku tří kostí - otvory (v místě švů) = **spánkové jámy**. ⚠

Infratřídý amniot (vyznačeny oválnými značkami)



Modif. diapsidní typ

modif. synapsidní typ



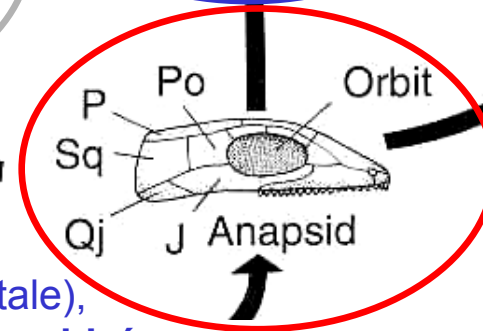
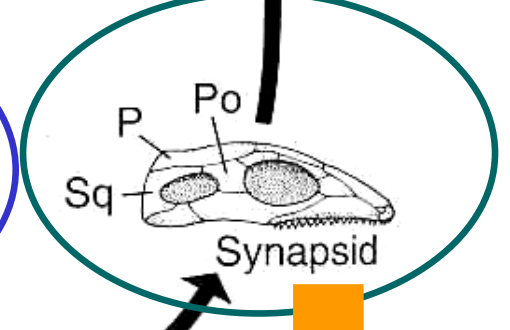
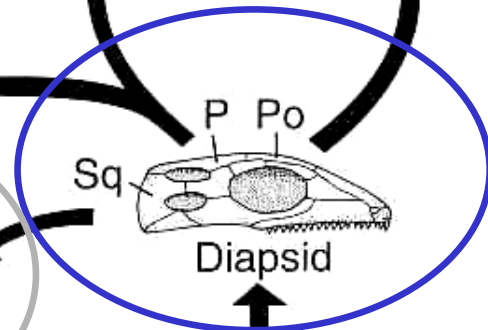
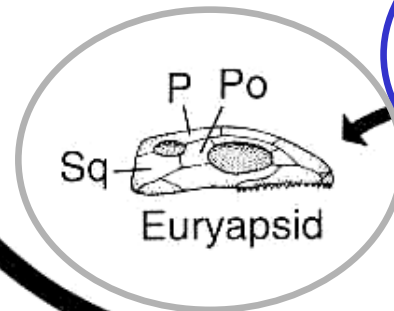
??

● „Euryapsidi“

● Primitivní karbonští amnioti, lebka velmi podobná obojživelníkům – typ **anapsidní**.

● vznik další jámy (styk postorbitale, squamosum, parietale), případně dalších kostí střechy lebeční. Tento typ = **diapsidní**.

● Jedna spánková jáma, vznik úzkého mostu = jařmový oblouk (styk jugale + squamosum), tento typ lebky jako **synapsidní**.



od C do recentu – minimum změn

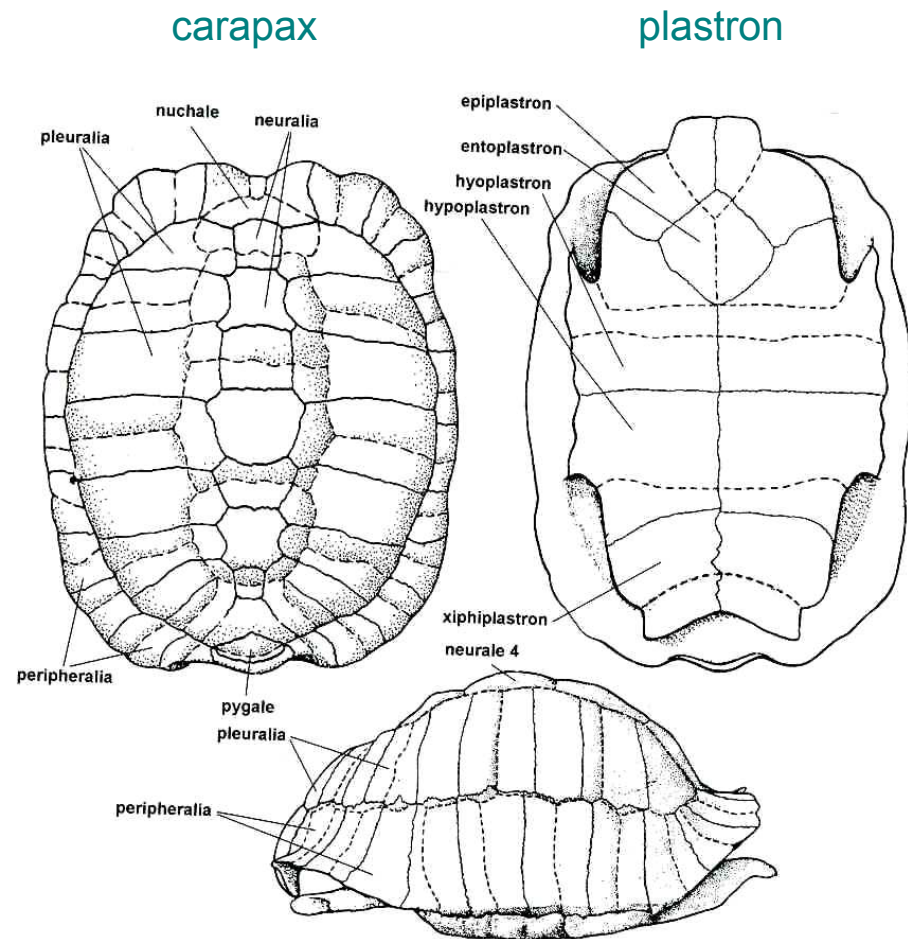




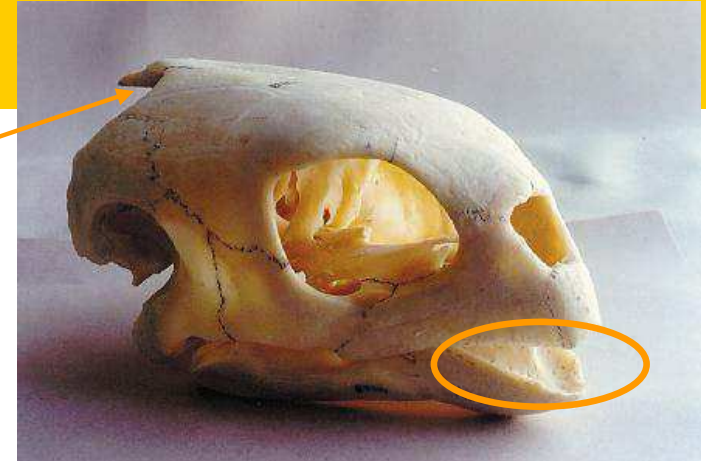
# Infratriída: Testudinata (želvy) (sv. T - R) ⚠

Konzervativní skupina, primárně obývají souš, sekundárně vodu. Nemají spánkovou jámu, pouze spánkový zářez – není odvozením od anapsidního typu. Krunýř složen z vrchního karapaxu (carapax) a spodního plastronu.

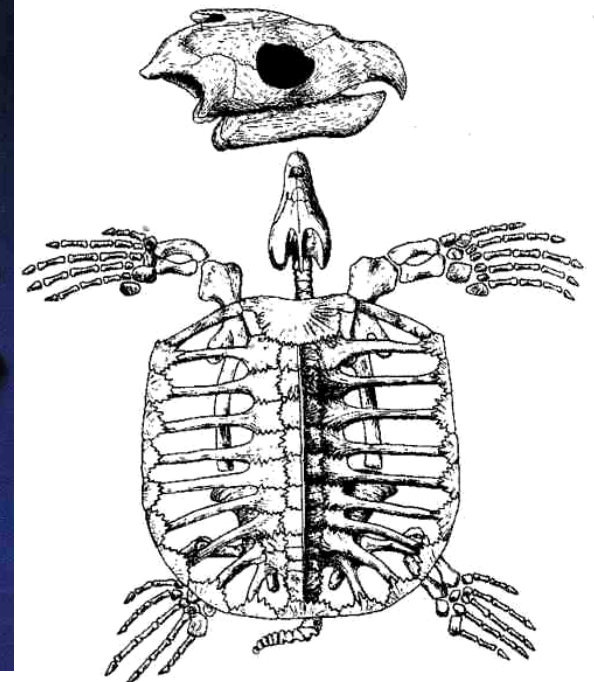
Rod: *Testudo*, oligocén - R) ⚠



spánkový zářez



*Trionyx* (miocén, Německo)



*Archelon* (sv. Kř, USA)

První fáze rozkvětu – sv. T, pak sv. Kř, eocén, R.

**Infratrída:** Diapsida (sv. C - R) ⚠

Amniota s diapsidním typem lebky  
(dva otvory ve spánkové oblasti  
exokrania nad sebou). ⚠

Nadřád: Lepidosauromorpha (sv. P - R)

Oddělení: Lepidosauria (sp. T - R)

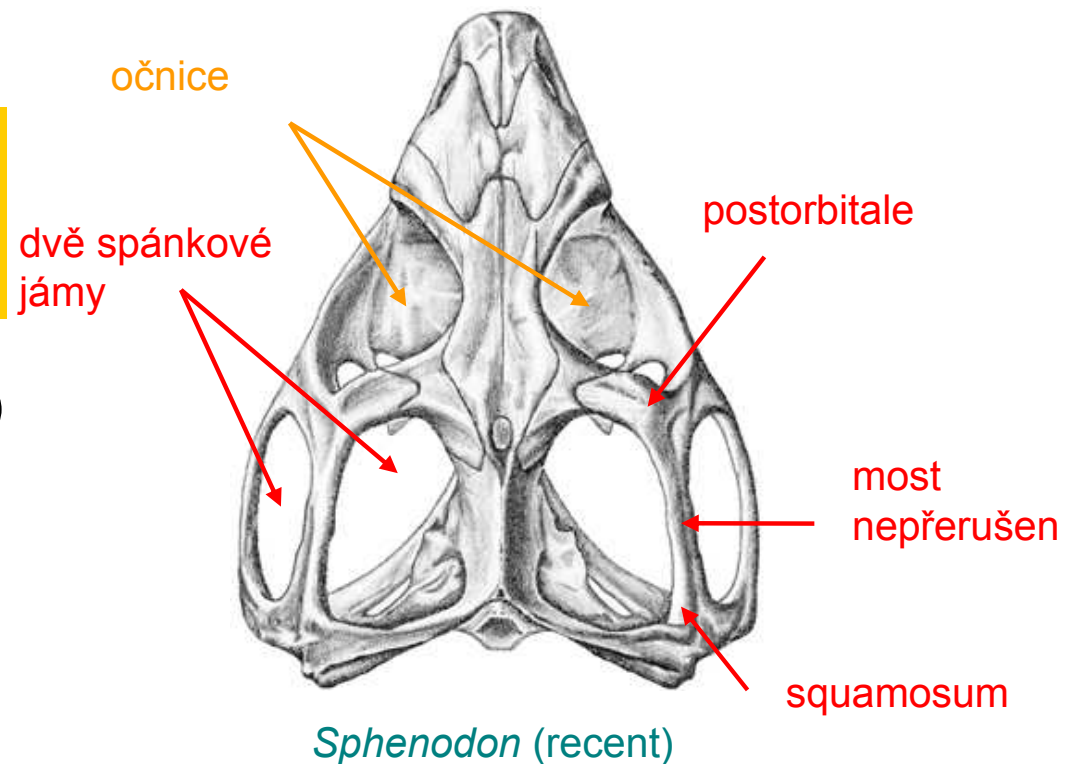
Řád: Sphenodonta (sp. T-R) – dodnes  
skupina přežívá rodem *Sphenodon*  
(hatérie novozélandská). Primitivní.

Řád: Squamata (sv. P - R)

Spodní jařmový oblouk - redukovaný.  
Kost quadratum je streptostylně  
napojená na neurokranium (díky tomu se  
může ústní otvor široce otevírat). Párový  
hemipenis.

Podřád: Sauria (ještěři) (sv. P-R) -  
nejstarší zástupce – rod *Paliguana* (sv. P)

Podřád: Amphisbaenia (kroužkovci) (stř.  
paleocén – R)



*Paliguana* (sv. P, již. Afrika)



*Blanus* sp. (recent)



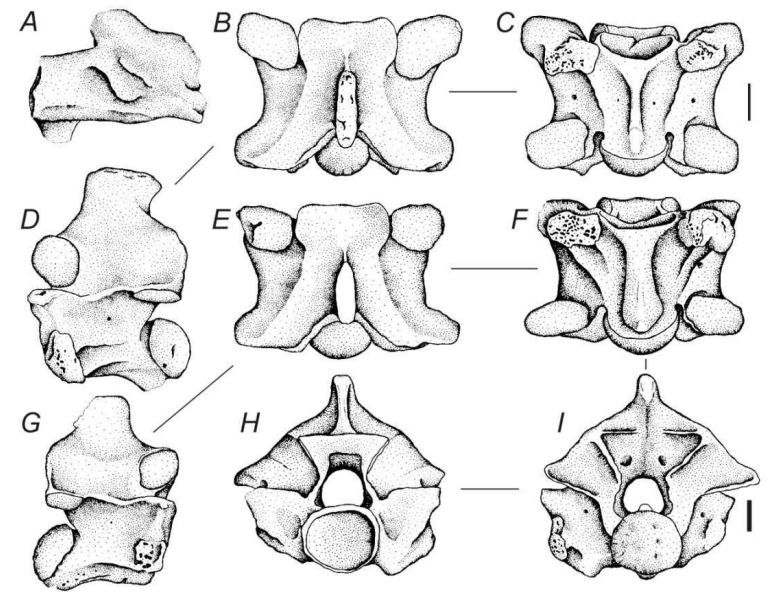
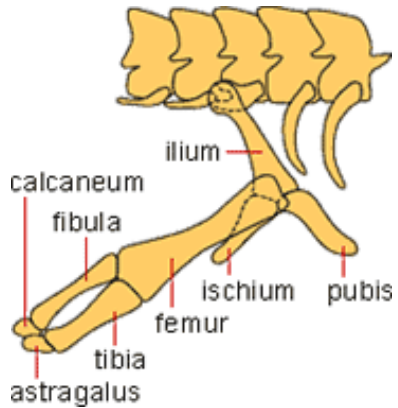
Podřád: Hadi (sp.Kř.-R)

nejstarší zástupce *Lapparentophis*, sp. Kř

Rod: *Python*, eocén – R; *Coluber*, miocén – R; *Vipera*, miocén – R



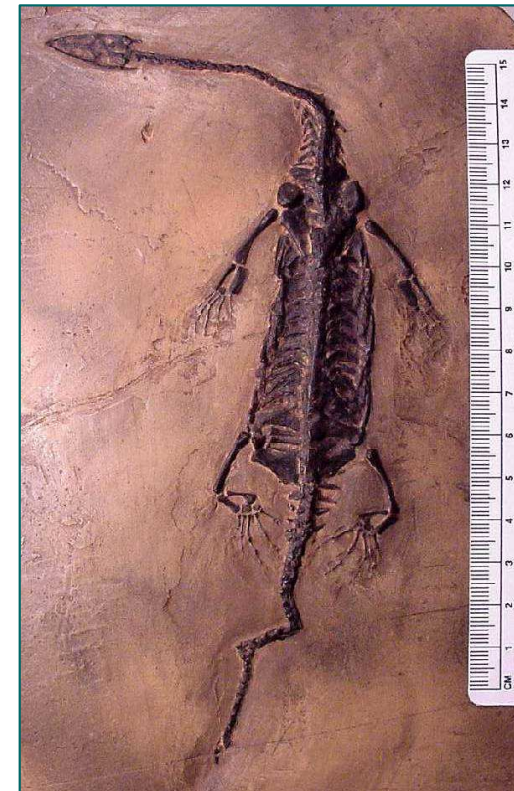
*Pachyrhachis* (sp. Kř, Asie)



*Python europaeus*, sp. miocén, Francie

Oddělení: Sauropterygia (sv.P-sv.Kř)

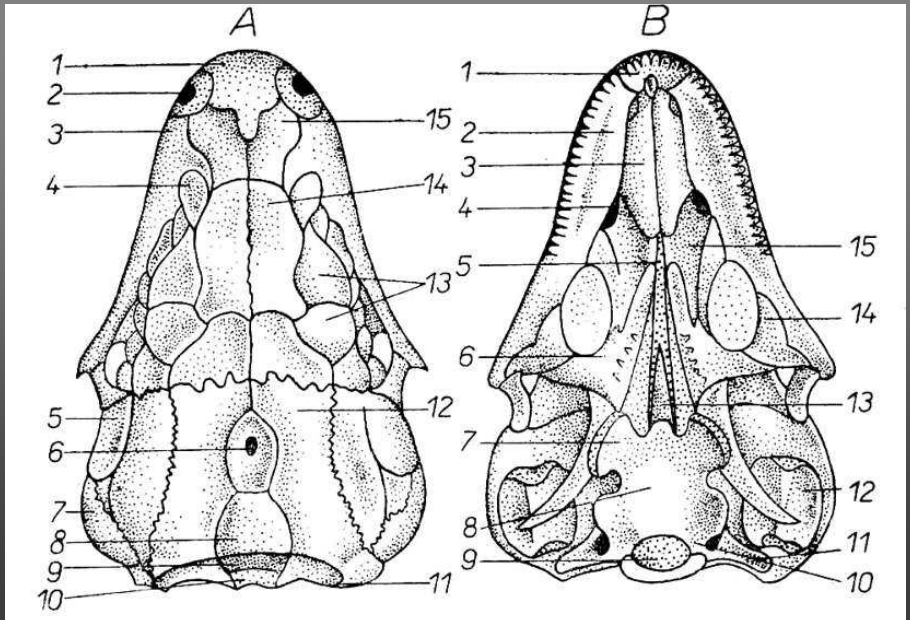
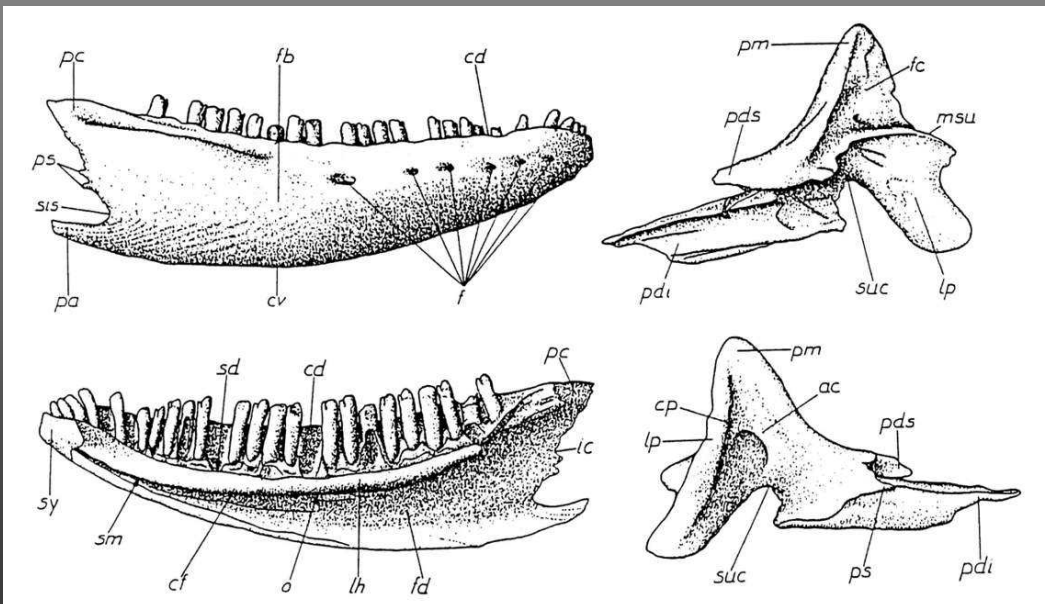
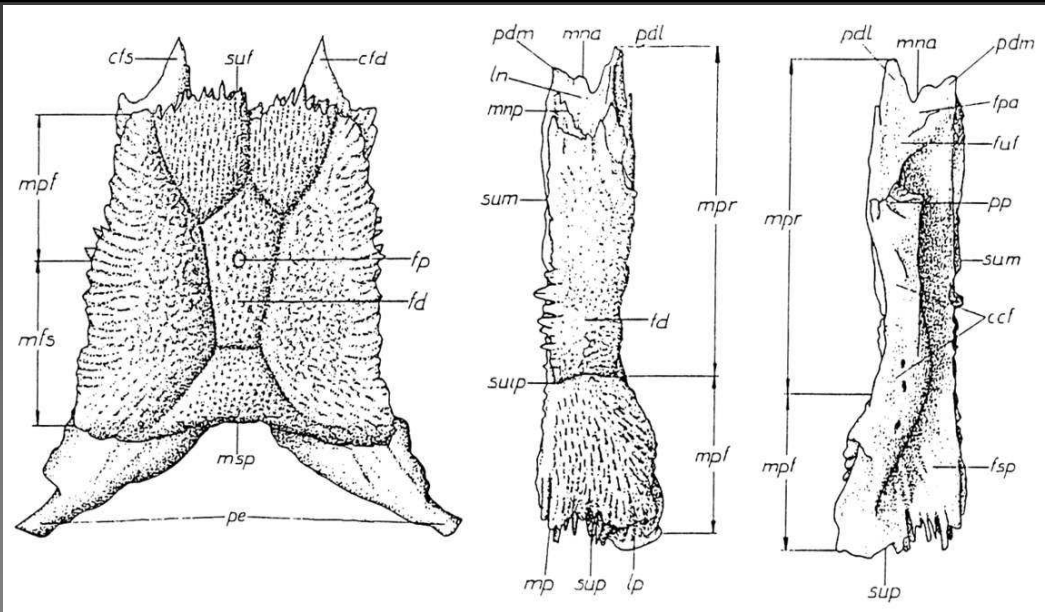
Sekundárně se přizpůsobili životu v moři. Lebka - zanikl spodní jařmový oblouk, proto řazeni k Lepidosauromorpha. Plavání - podobně jak mořské želvy. Nejstarší zástupci – zřejmě pohyb hadovitým pohybem těla. Maximum výskytu ve sv.Kř.



*Nothosaurus*, (T, Německo)

## Čeď: Lacertidae Bonaparte, 1831

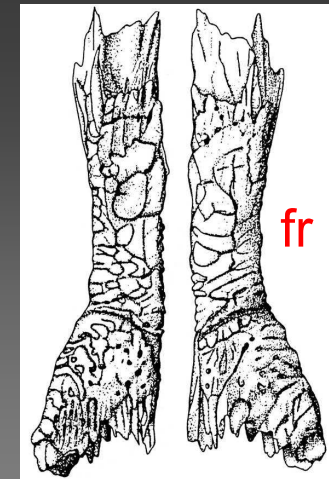
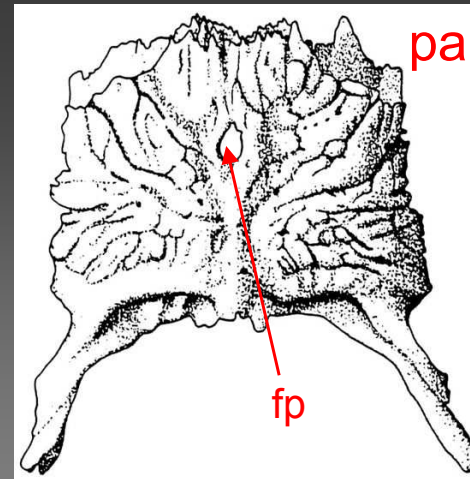
- supratemporální okna částečně nebo zcela vyplněna kostmi postfrontale, jež mohou být spojeny s kostmi postorbitale frontalia ve vzájemném kontaktu
- supratemporale malé nebo spojené s parietale
- coronoid, jenž labiálně překleňuje dentale osteodermu, pokud jsou přítomny, jsou omezeny pouze na oblast lebky





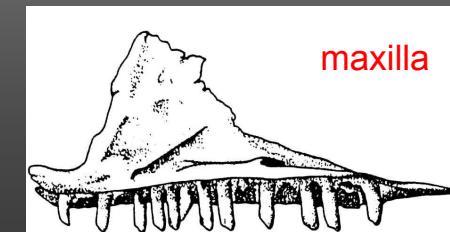
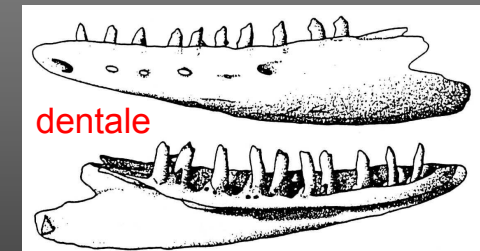
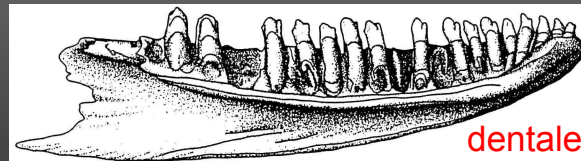
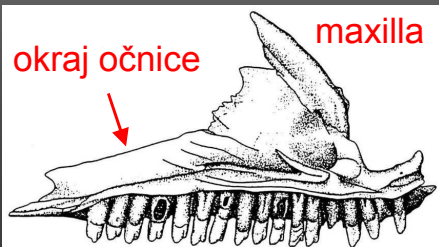
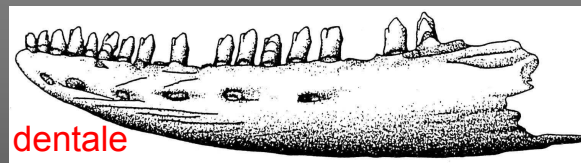
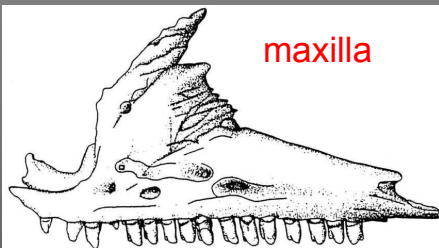
## Rod: *Lacerta* Linnaeus, 1758

- v posterodorzální části lebky se nachází parietální otvor
- frontalia vždy párová
- postorbitalia a postfrontalia téměř vždy oddělena
- žebra u všech presakrálních obratlů s výjimkou prvních tří
- na ventrální straně obratlového centra trupních obratlů se nachází hemální kýl

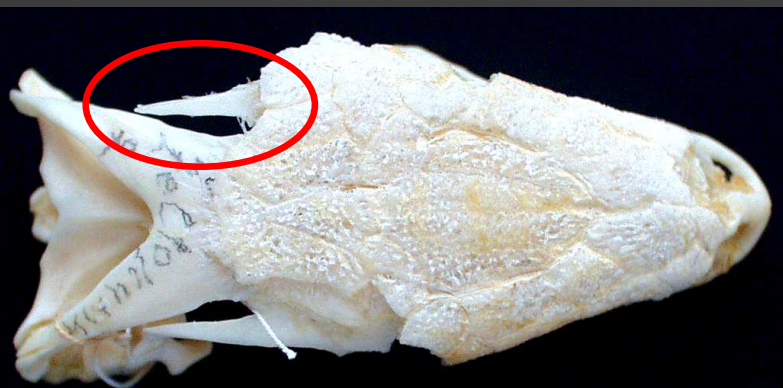


Parietale *Lacerta vivipara* a frontale *Lacerta agilis* z dorzálního pohledu (dle Rauschera 1992)

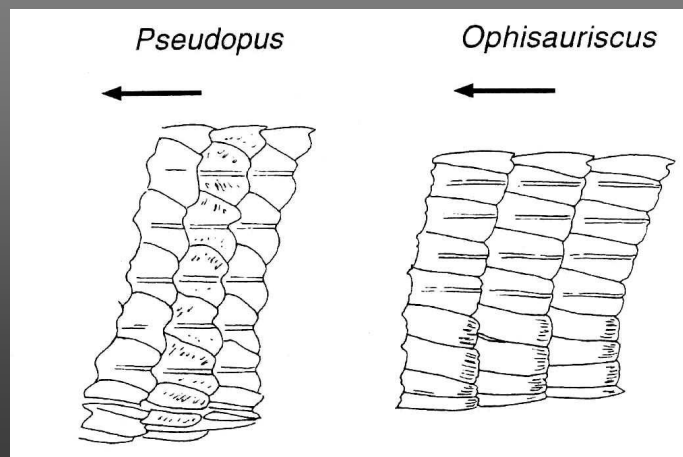
## *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758



## Čeď: Anguidae Gray, 1825



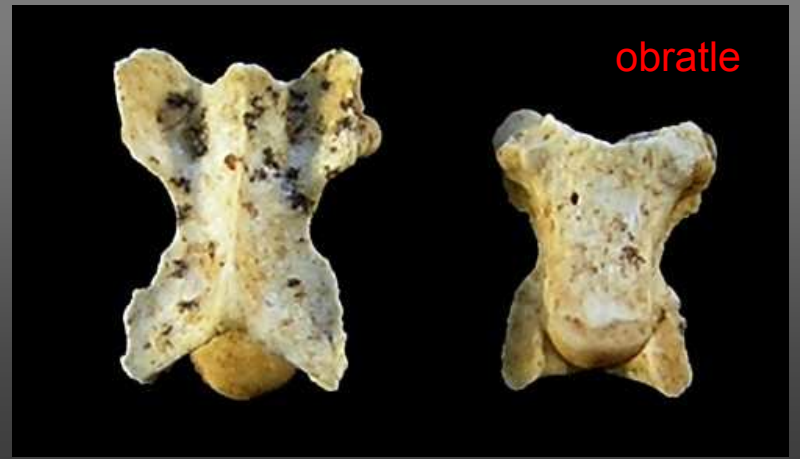
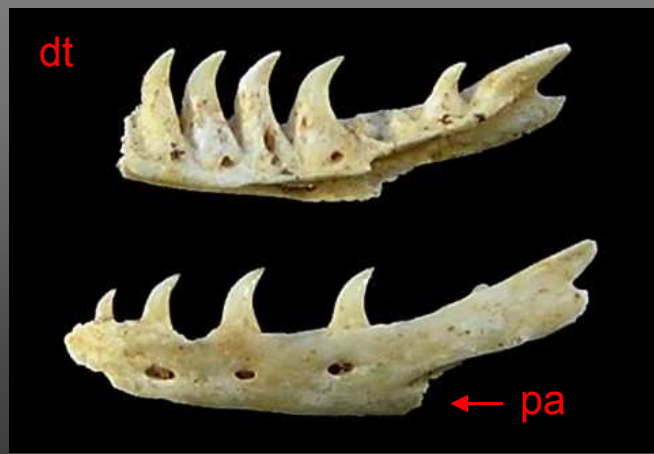
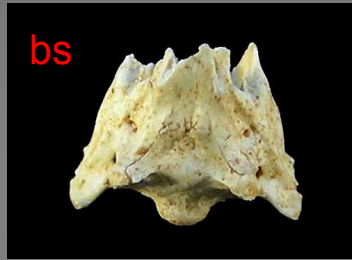
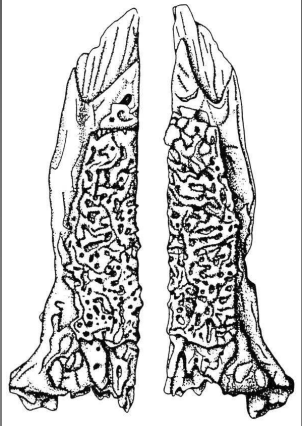
- temporální oblouk i supratemporální okno redukované
- ventrální okraj surangulárního výběžku kosti dentale zapadá do posterodorzál. žlábků laterální strany surangulare
- surangulare sahající k vnitřnímu mentálnímu kanálku dentale
- angulární výběžek dentale je redukovaný
- retroartikulární výběžek plochý, zaoblený
- špičky zubů často zahnuté
- kaudální obratle umožňující autotomii
- osteodermu výrazně imbrikátní v kranio-kaudálním směru, avšak laterálně se jen málo překrývají





# Rod: *Anguis* Linnaeus, 1758

*Anguis fragilis* Linnaeus, 1758



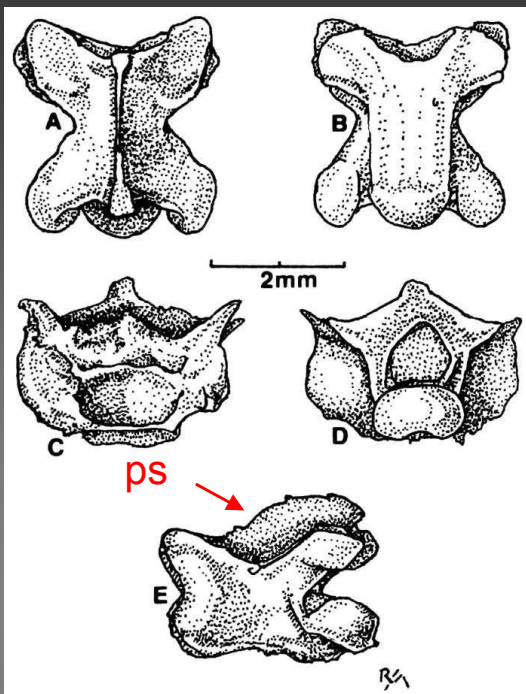
Rod: *Pseudopus* Merrem, 1870

*Pseudopus apodus* (Pallas, 1775)

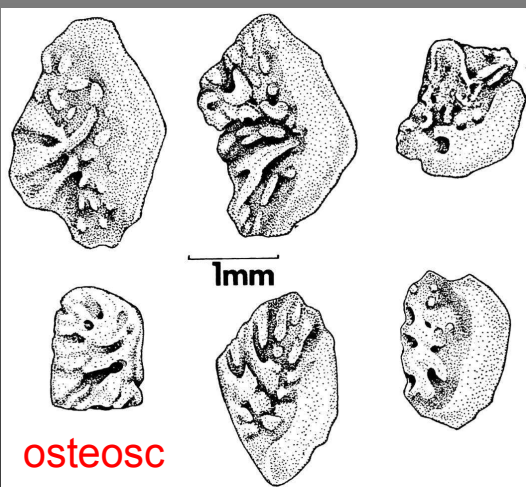
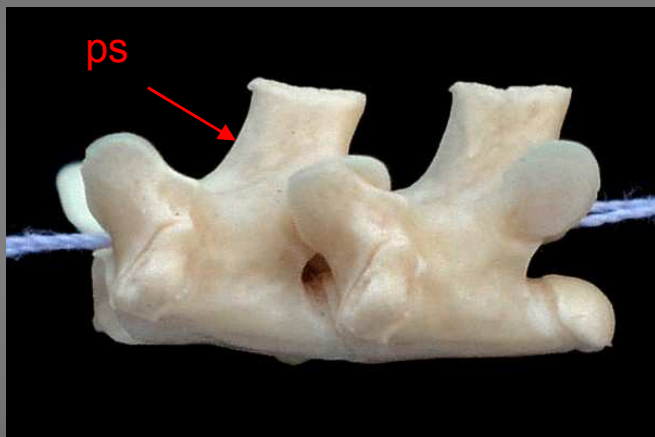
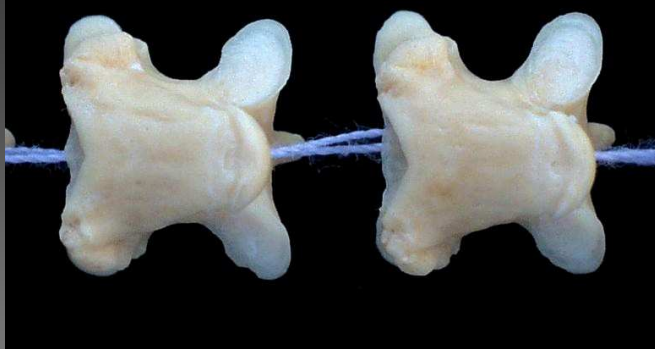
† *Pseudopus pannonicus* (Kormos, 1911)







prekaud. vert.



osteosc



## *Anguis fragilis* vs. *Pseudopus apodus*

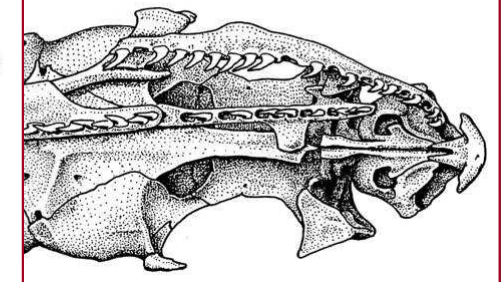
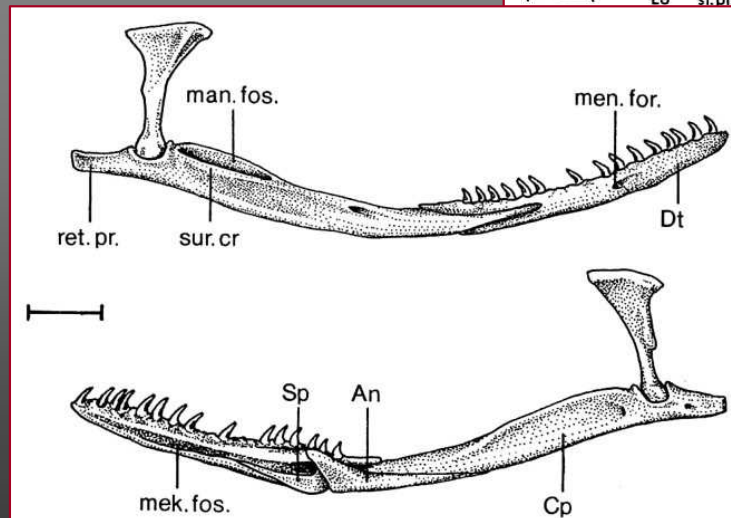
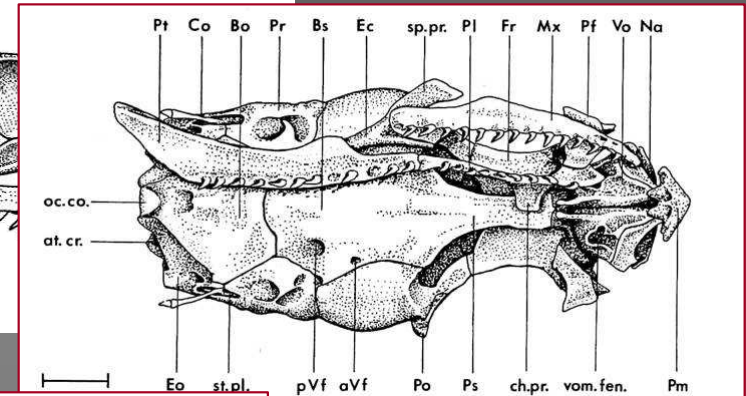
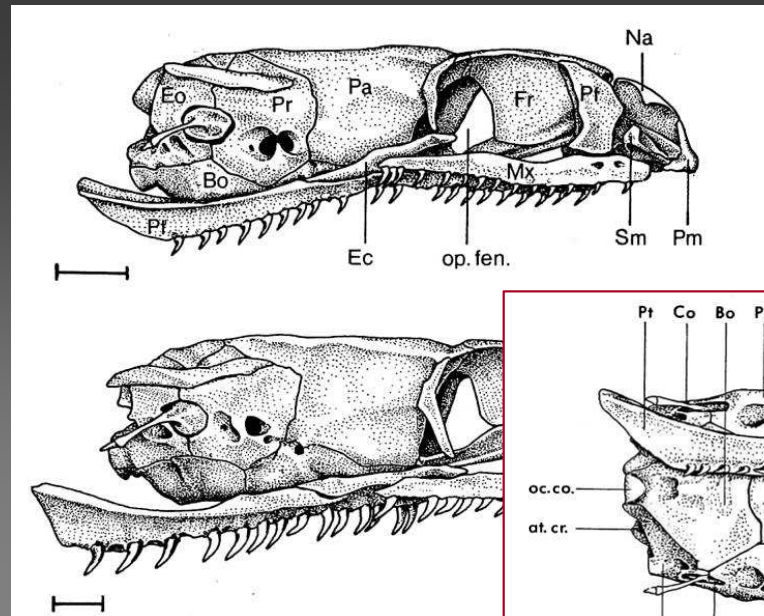
- prekaudální obratle *Anguis fragilis* i *Pseudopus apodus* - jednoduchá stavba, plochým ventrální okraj obratlového centra
- obratle druhu *Anguis fragilis* jsou mnohem menší než obratle *Pseudopus apodus*, jejich ventrální povrch je zaoblenější, laterální spodní okraje centra obratle jsou přibližně paralelní
- trnové výběžky druhu *Anguis fragilis* jsou obecně nižší než u *Pseudopus apodus* a jejich přední okraj je spíše konvexní než konkávní
- osteodermu druhu *Anguis fragilis* jsou menší a tenčí než u *Pseudopus apodus*

Řád: *Serpentes* Linnaeus, 1758

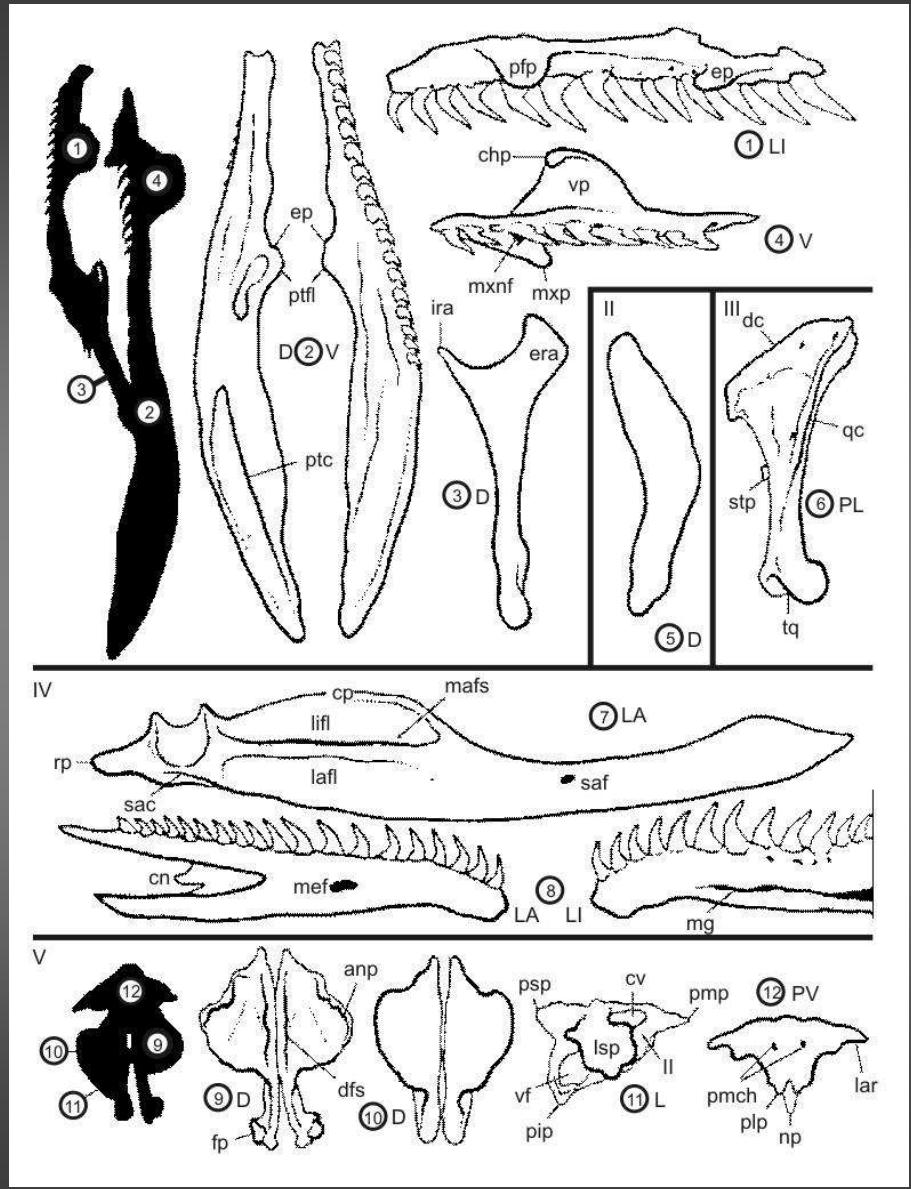
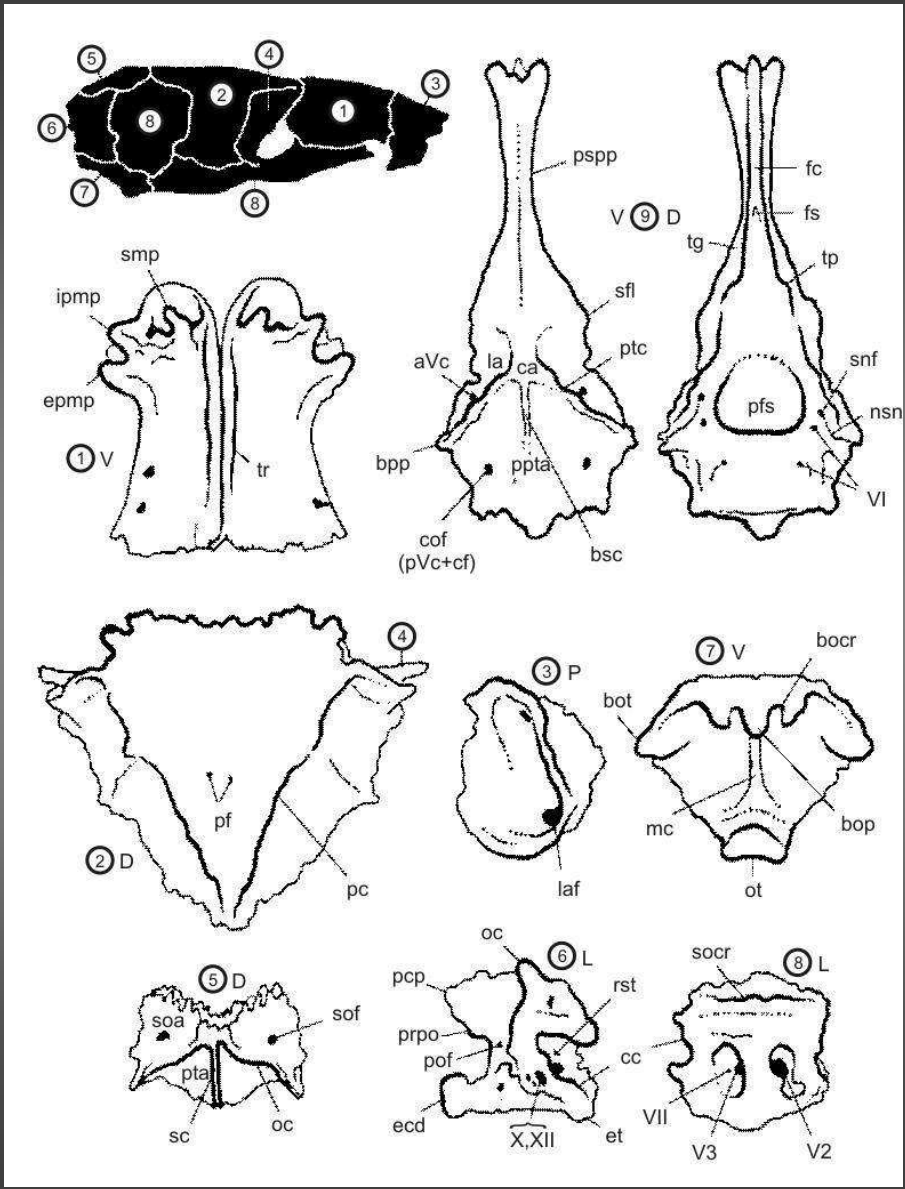
Čeleď: *Colubridae* Oppel, 1811

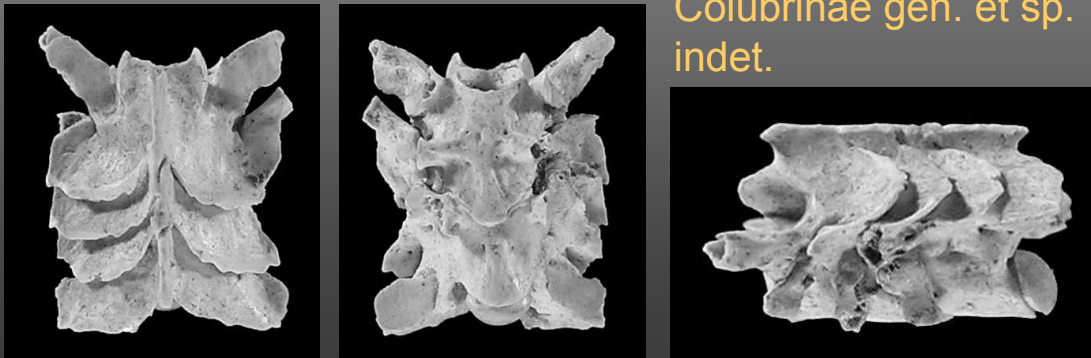
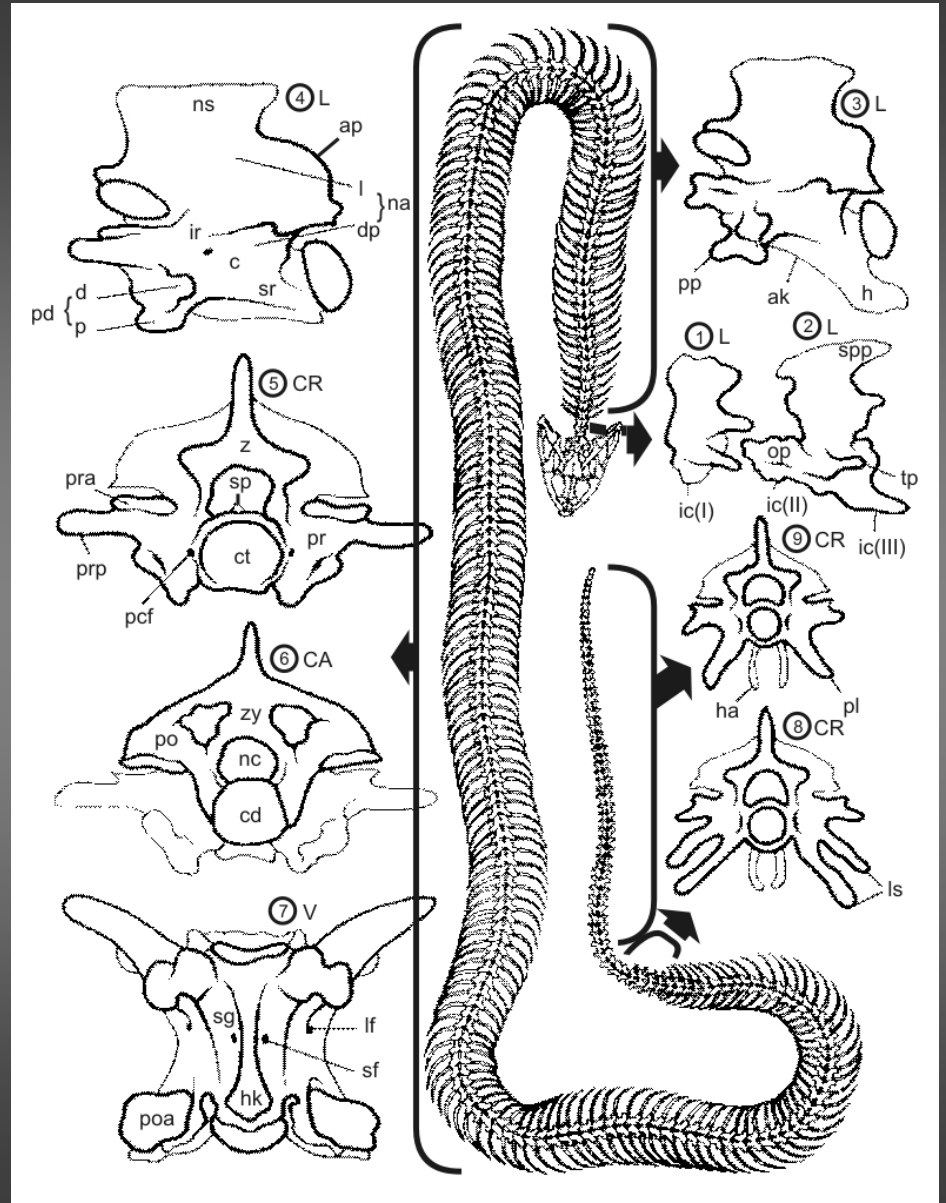
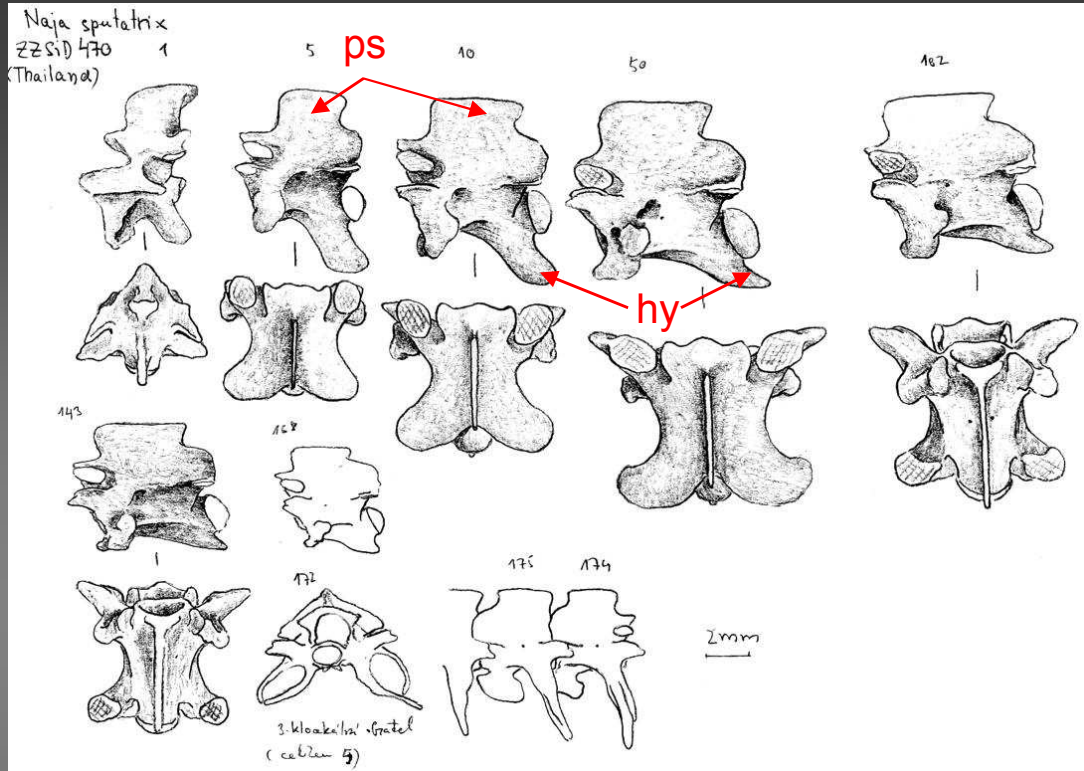
- obratle jsou lehce stavěné, obvykle delší než širší nebo stejně dlouhé jako široké
- trnový výběžek relativně tenký, často delší než vyšší nebo stejně dlouhý jako vysoký
- centrum s obvykle výraznými subcentrálními hřbety a relativně tenkým ventrálním kýlem (= hemální kýl)
- trupní obratle většinou nemají hypapofýzy na ventrálním okraji, s výjimkou *Natricinae*
- na každé straně kotylu se objevují výrazné parakotylární otvory

Lebka recentního rodu *Opheodrys* (*Colubridae*) (dle Cundalla 1981)











## Rod: *Coronella* Laurenti, 1768

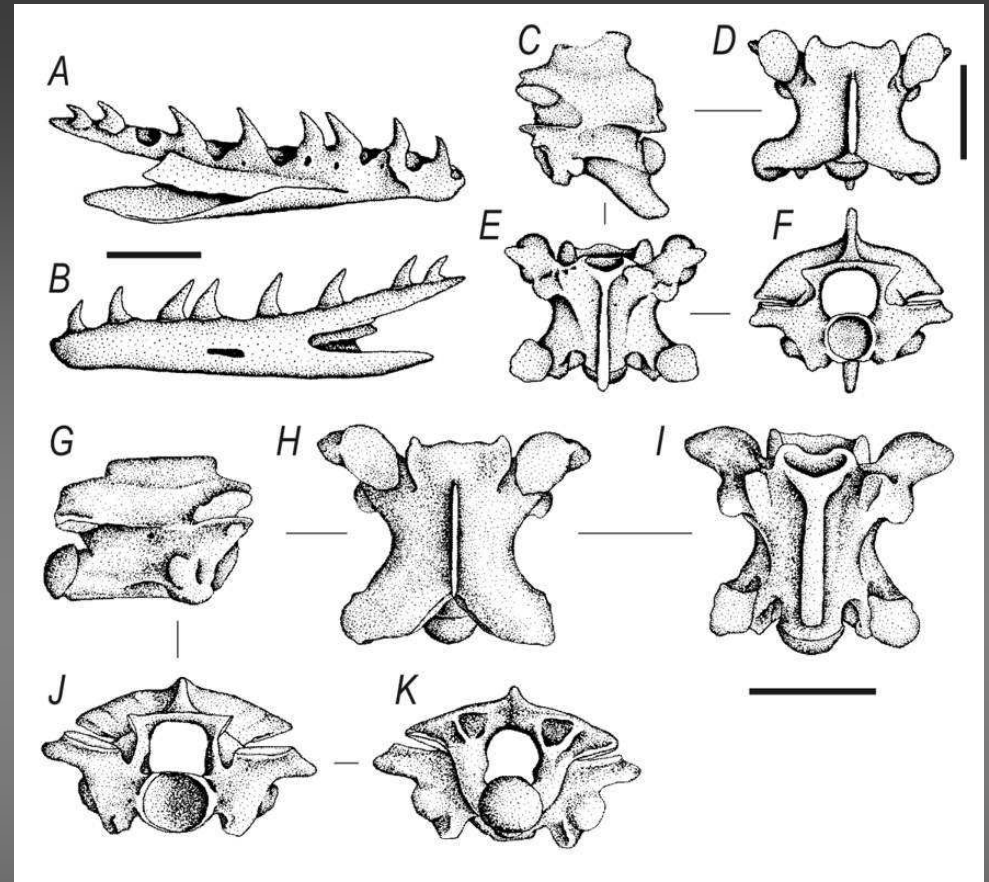
### *Coronella austriaca* Laurenti, 1768

#### Obratle

- absence hypapofýz
- trnový výběžek je nízký
- neurální oblouk je dorzoventrálně zploštělý
- hemální kýl je široký, nevýrazný. Výraznější hemální kýl se vyskytuje u zadních trupních obratlů
- parapofyzální výběžky delší než u *Coronella girondica*



*Coronella austriaca* z lokality Za Hájovnou, trupní obratel.



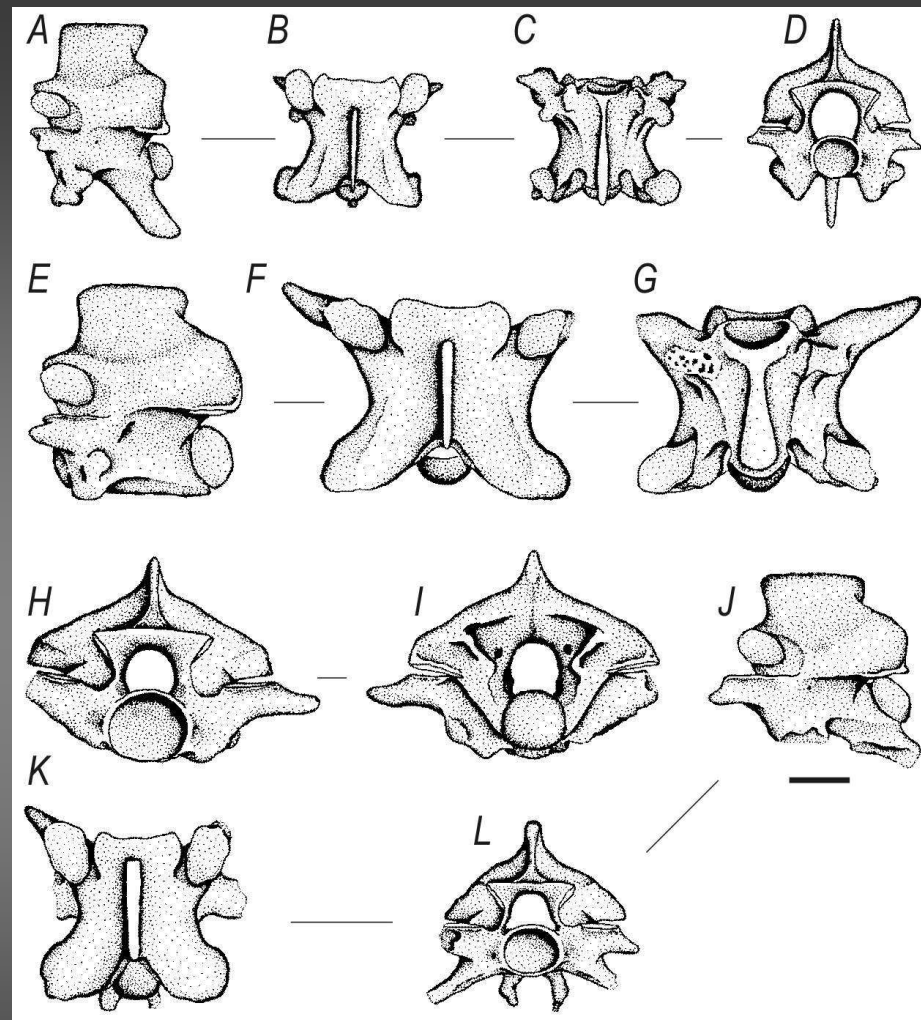
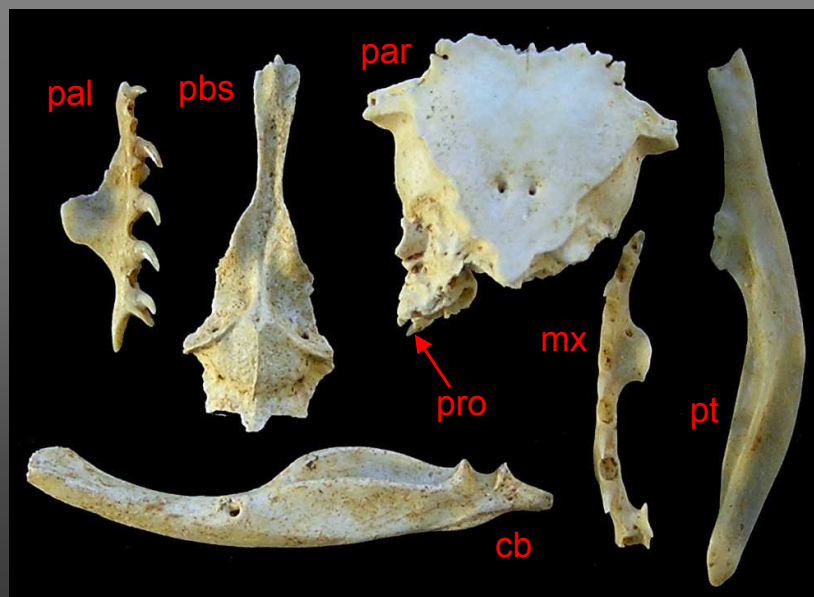
*Coronella austriaca* LAURENTI, 1768 z lokalit BR, FU a JZ. A-B: pravé dentale (BR 233), C-F: krční obratel (FU 21), G-K: trupní obratel (JZ 15 61). A - pohled lingvální; B - pohled labiální; C, G - pohled laterální; D, H - pohled dorzální; E, I - pohled ventrální; F, J - pohled kraniální; K - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm).

## Rod: *Coluber* Linnaeus, 1758

*Coluber viridiflavus* Lacépède, 1789

### Obratle

- jasně zploštělý hemální kýl, který se kaudálně rozšiřuje
- kraniální okraj zygosfenu je z dorzálního pohledu přímý, u velmi velkých jedinců konkávní
- prezygapofyzální výběžky jsou téměř stejně dlouhé jako prezygapofyzální artikulační plošky
- trnový výběžek je mírně delší než vyšší



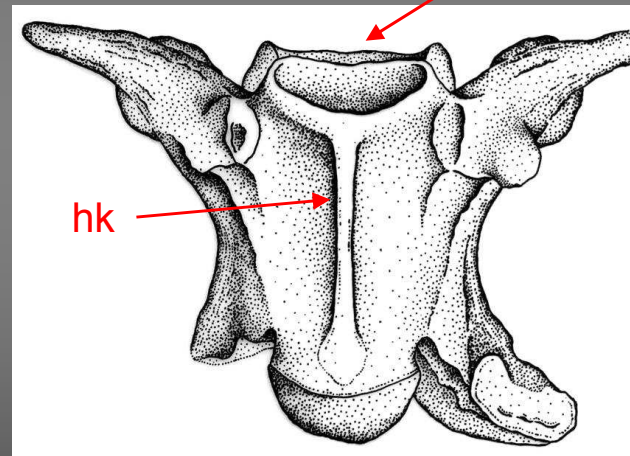
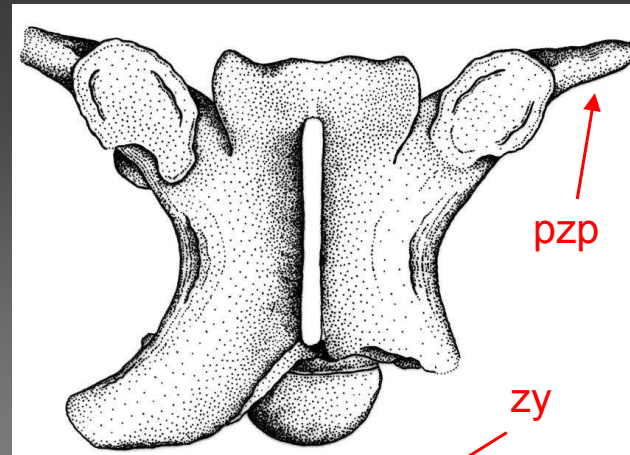
*Coluber viridiflavus* z lokalit DA2A a DA2C1. A-D: krční obratle (DA 474), E-I: trupní obratle (DA2C1 1051), J-L: přední kaudální obratle (DA2A 981). A, E, J - pohled laterální; B, F, K - pohled dorzální; C, G - pohled ventrální; D, H, L - pohled kraniální; I - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm).



## *Coluber caspius* Gmelin, 1789

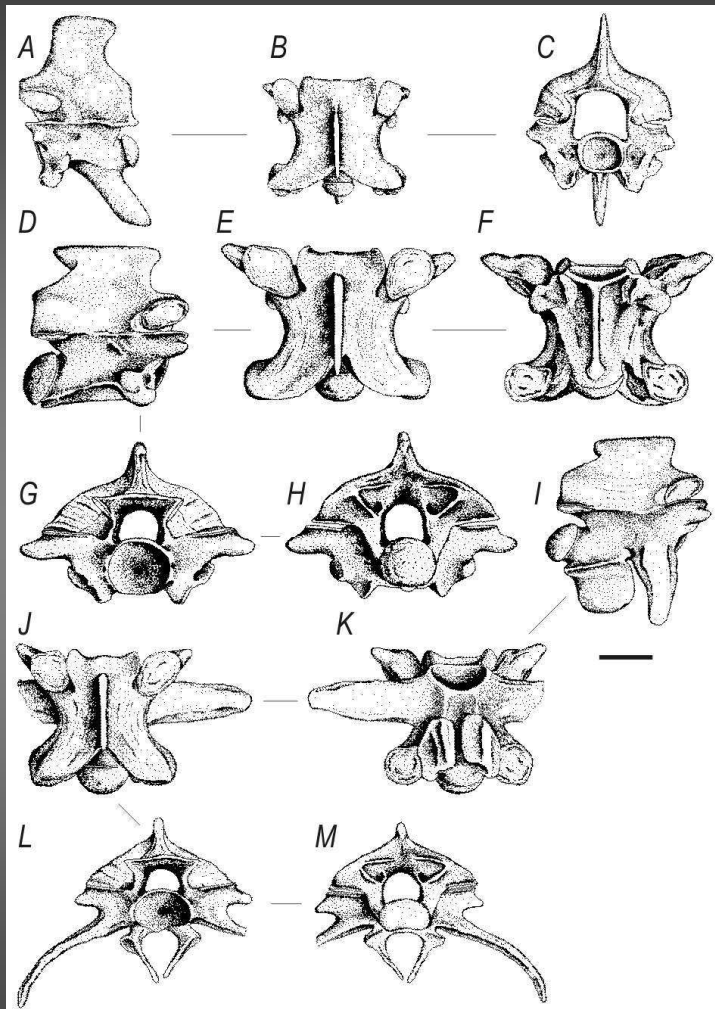
### Obratle

- obratle jsou delší než širší
- zygosphen z dorzálního pohledu konkávní
- hemální kýl je výrazný a ostrý po celé své délce
- výška hemálního kýlu se snižuje hned za okrajem kotyly, těsně před kraniálním okrajem kondylu se hemální kýl rozšiřuje
- prezygapofyzální výběžky jsou špičaté a dlouhé, stejně dlouhé jako prezygapofyzální artikulární plošky. Většinou jsou tyto výběžky u největších obratlů namířeny výrazně laterálně



*Coluber caspius* z lokality Malá Dohoda – lom. Nahoře pohled dorzální, dole pohled ventrální. Délka obratlového centra je cca 5 mm (podle Ivanova 1994).

## Rod: *Elaphe* Fitzinger, 1833

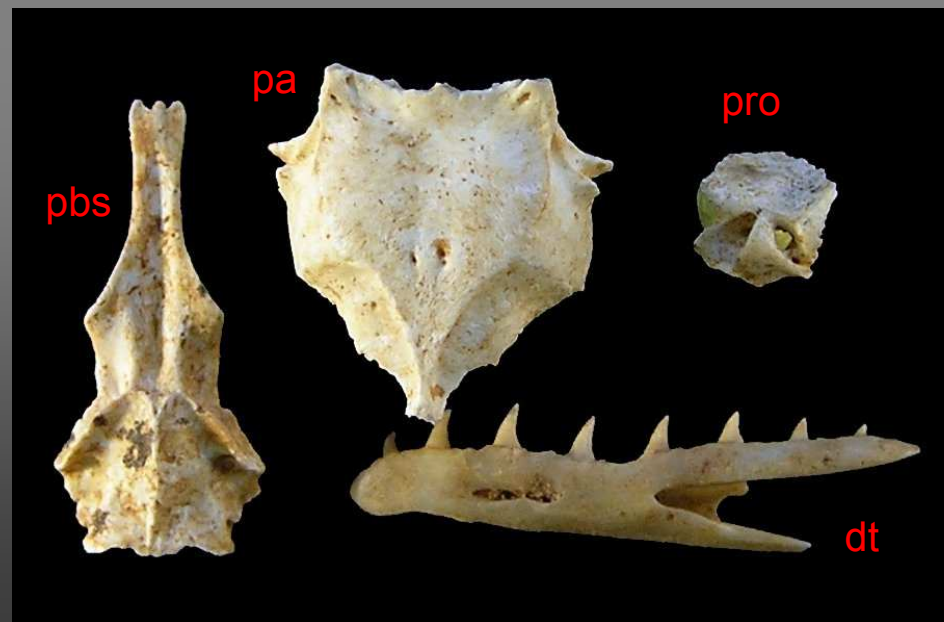


*Elaphe longissima* z lokalit BR a JZ. A-C: krční obratel, D-H: obratel ze střední části trupního oddílu, I-M: přední kaudální obratel (BR 284)

## *Elaphe longissima* (Laurenti, 1768)

### Obratle

- trupní obratle mají vyvinut jasný lopatkovitý hemální kýl, jenž je na ventrálním okraji spíše zaoblený než ostrý nebo zploštělý
- kraniální okraj zygosfenu má u menších jedinců vyvinuty tři výrazné laloky, u větší jedinců bývá často víceméně přímý
- prezygapofyzální výběžky jsou poněkud kratší než prezygapofyzální artikulární plošky
- trnový výběžek je téměř stejně dlouhý jako vysoký



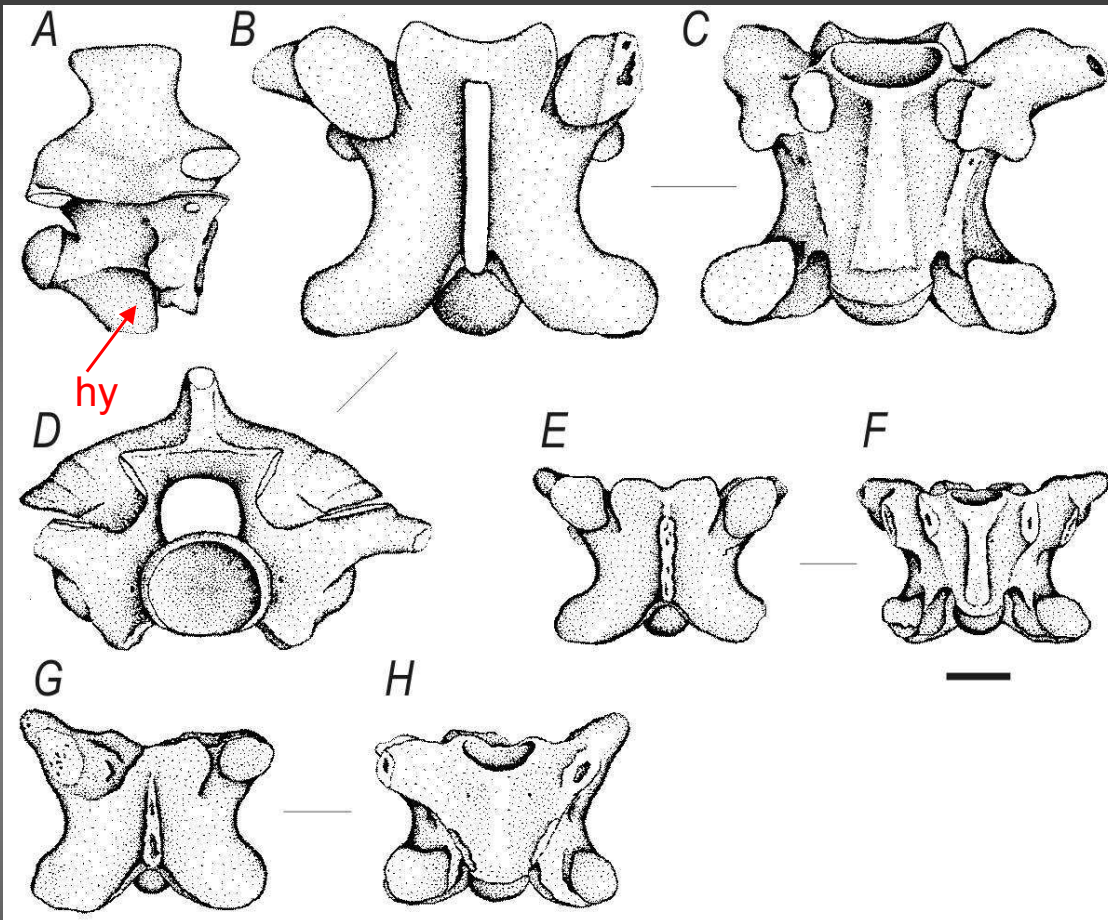
*E. longissima* z lokalit Mladeč



## *Elaphe quatuorlineata* (Lacépède, 1789)

### Obratle

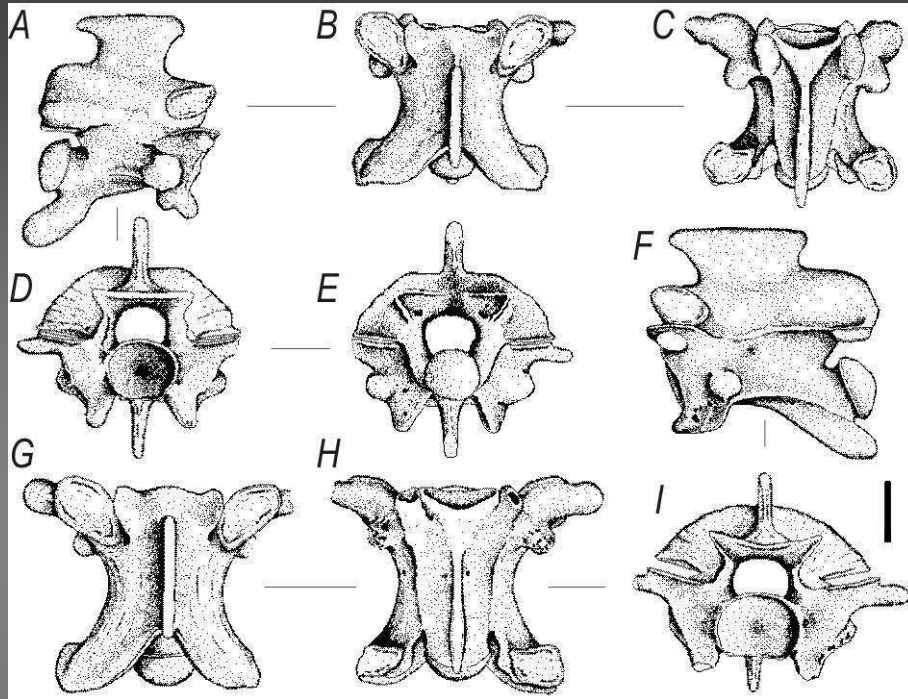
- hemální kýl trupních obratlů je silně zploštělý, směrem ke kondylu se obvykle nerozšiřuje, kraniální okraj zygospenu je slabě konkávní
- prezygapofyzální výběžky jsou špičaté, masivní a relativně krátké (asi  $\frac{1}{2}$  délky prezygapofyzálních artikulačních plošek)
- poměr délky centra obratle a jeho šířky ukazuje, že se jedná o relativně nejkratší obratle mezi evropskými zástupci podčeledi Colubrinae
- hypapofýzy krčních obratlů jsou ukloněny dopředu, čímž se druh odlišuje od všech ostatních evropských zástupců hadů



*Elaphe quatuorlineata* z lokalit DA2C1 a MD. A: krční obratel (MD 358), B-D: trupní obratel (MD 375), E-F: kloakální obratel (DA2C1 2873), G-H: kaudální obratel (DA2C1 2874). A - pohled laterální; B, E, G - pohled dorzální; C, F, H - pohled ventrální; D - pohled kraniální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).

## Rod: *Natrix* Laurenti, 1768

## *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)

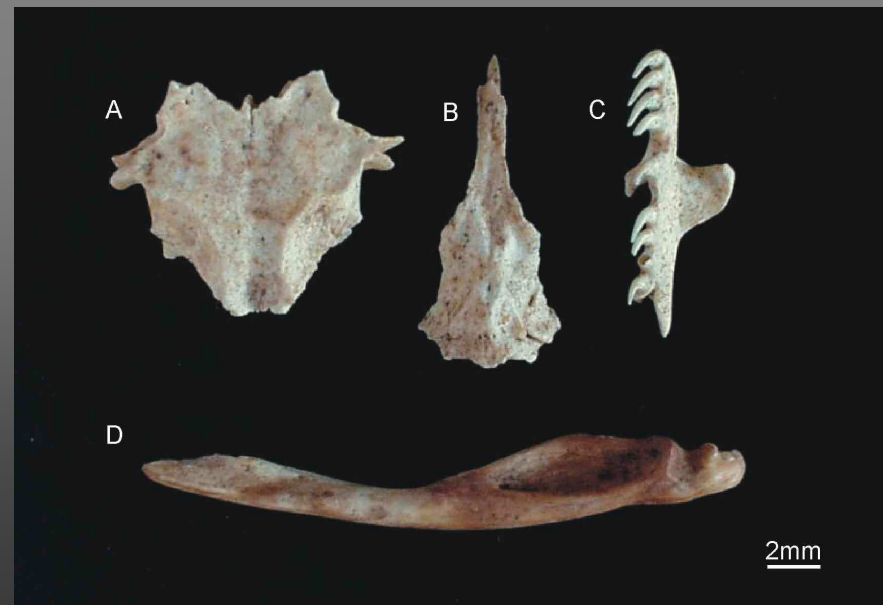


### Obratle

- trupní obratle mají vyvinut jasný lopatkovitý hemální kýl, jenž je na ventrálním okraji spíše zaoblený než ostrý nebo zploštělý
- kraniální okraj zygosfenu má u menších jedinců vyvinuty tři výrazné laloky, u větší jedinců bývá často víceméně přímý
- prezygapofyzální výběžky jsou poněkud kratší než prezygapofyzální artikulární plošky
- trnový výběžek je téměř stejně dlouhý jako vysoký

*Natrix natrix* z lokality BR. A-E: krční obratel (BR 11), F-I: trupní obratel (BR 23). A, F - pohled laterální; B, G - pohled dorzální; C, H - pohled ventrální; D, I - pohled kraniální; E - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).

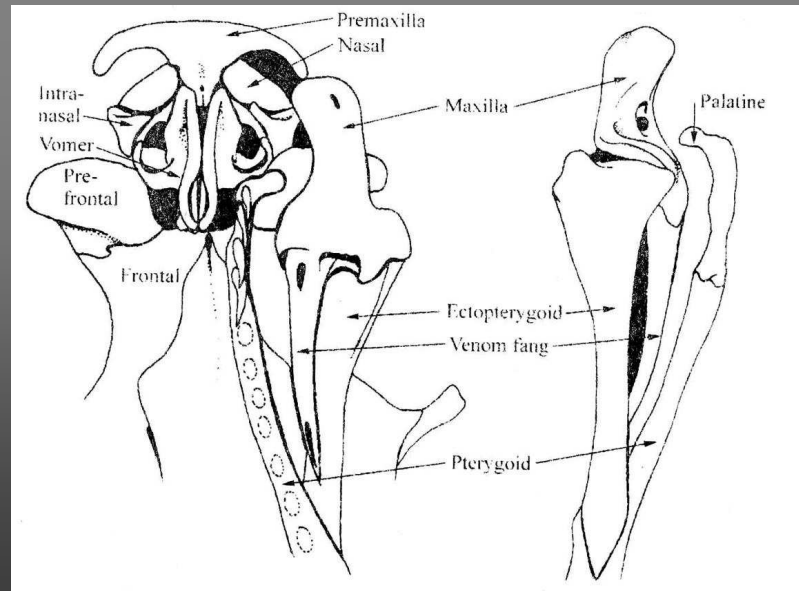
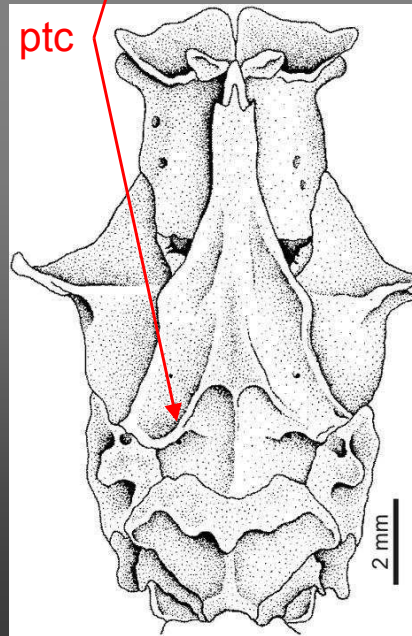
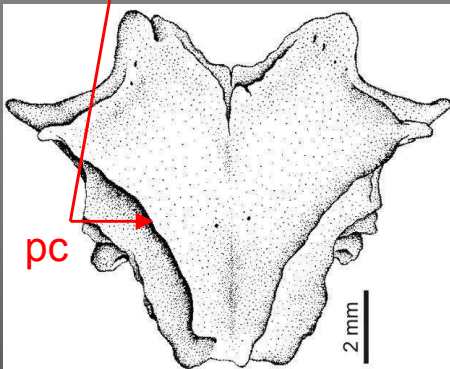
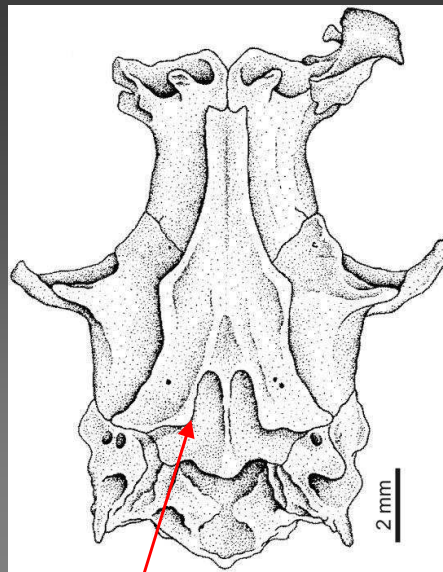
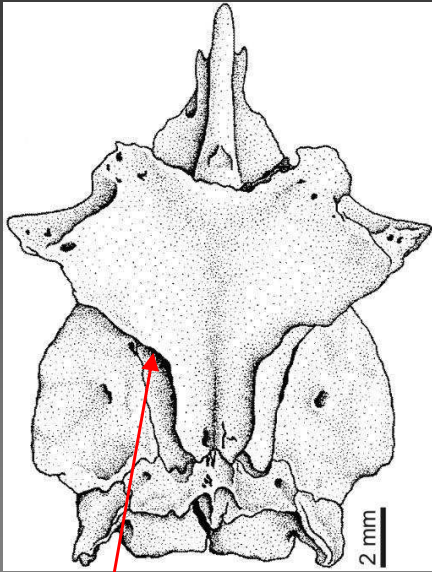
*Natrix natrix* z lokality Mladeč: A - parietale; B - parabasisphenoid; C - pravé palatinum; D - levá složená kost. A - pohled dorzální; B, C - pohled ventrální; D - pohled labiální





## Čeľeď: Viperidae Oppel, 1811

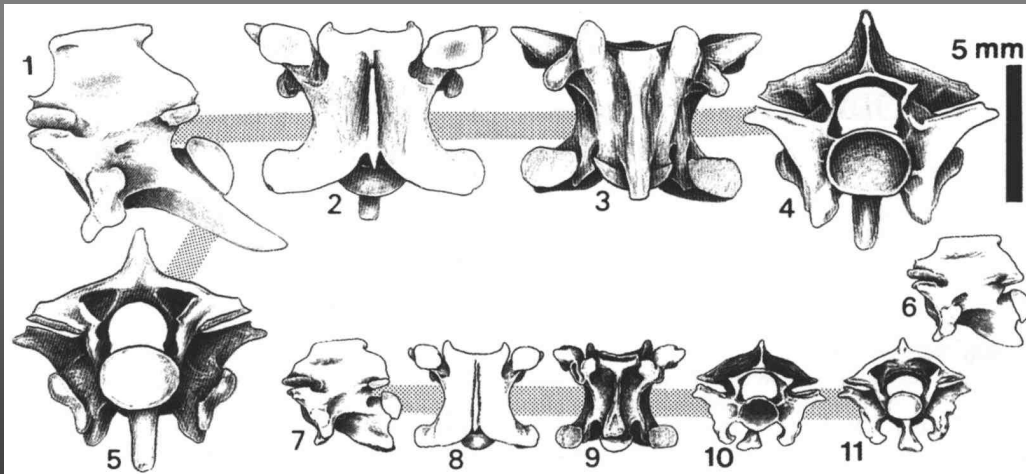
- kost maxillare je předo-zadně zkrácená a dorzo-ventrálně protažená a nese pouze kanálkovité jedové zuby
- ectopterygoid je prodloužený a snižuje se směrem dozadu
- na prekaudálních obratlích je přítomna hypapofýza
- všechny obratle mají vyvinuty poměrně velké kotly a kondyly.



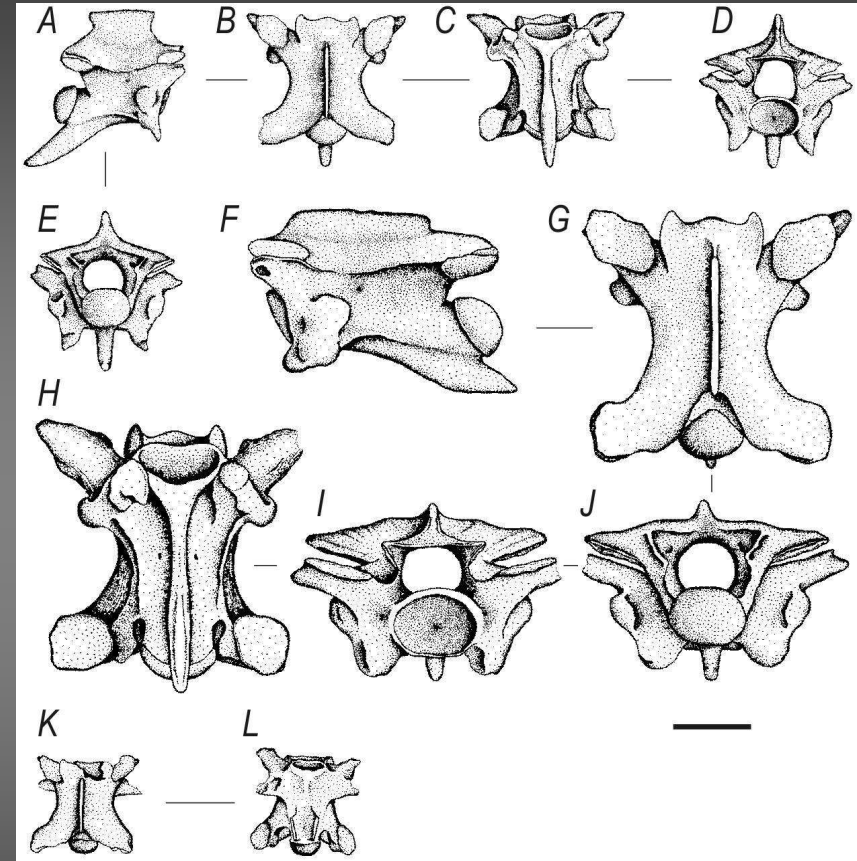
## Rod: *Vipera Laurenti*, 1768

### Obratle

- na základě obratlů lze zmijs snadno rozčlenit do jednotlivých komplexů druhů rodu *Vipera* (sensu Groombridge 1986)
- „orientální zmijs“ mají obratle větší, kratší a masivnější než „evropské zmijs“
- zmijs ze skupiny okolo druhu *Vipera berus* se odlišují od zmijs z komplexu okolo druhu *Vipera aspis* delšími krčními obratli s nižšími trnovými výběžky a kratšími hypapofýzami

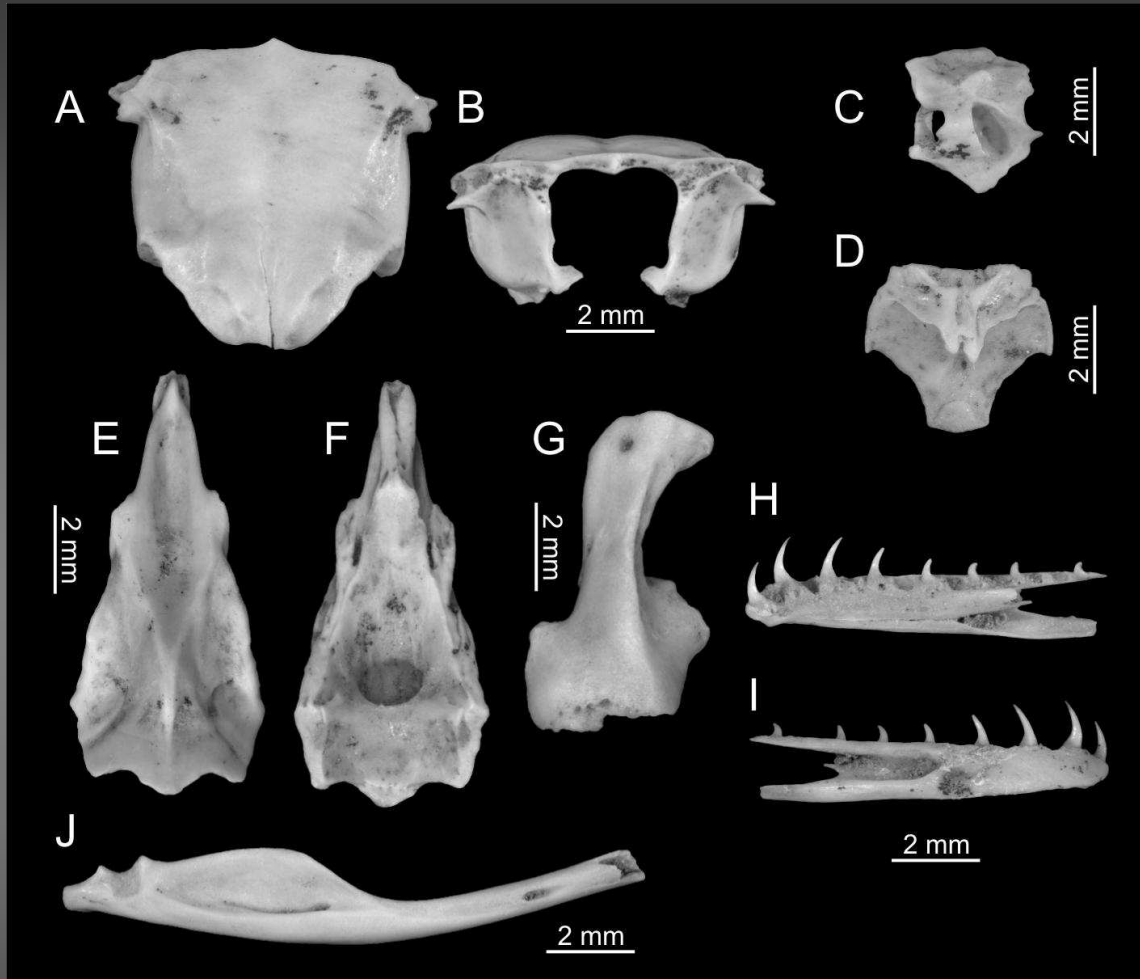


## *Vipera berus* (Linnaeus, 1758)



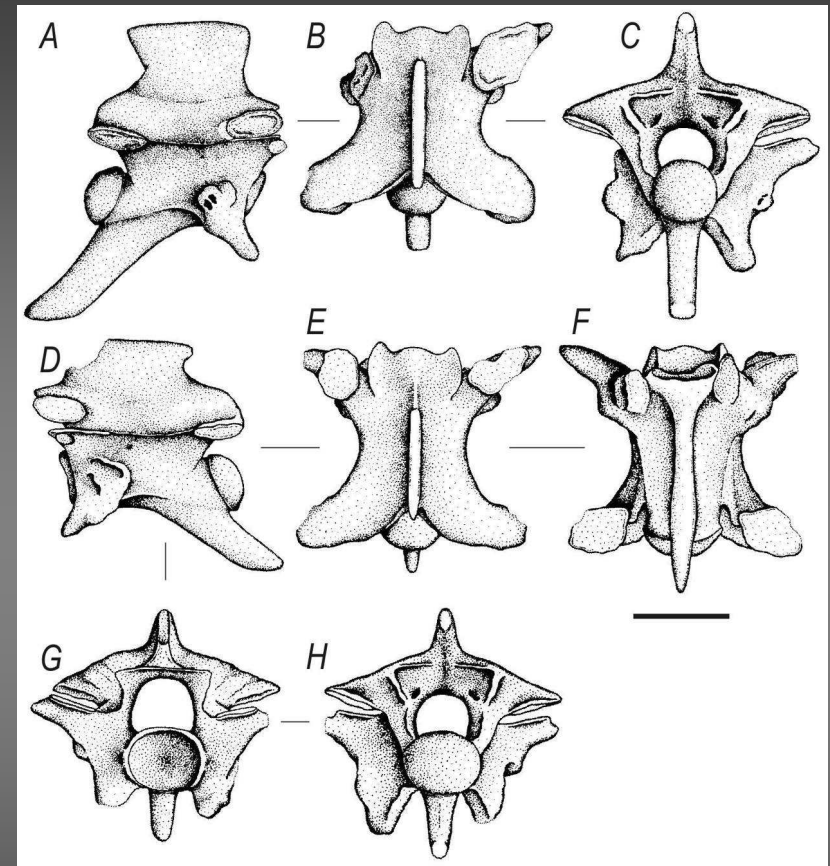
*Vipera berus* z lokality FU. A-E: krční obratle (FU 7), F-J: trupní obratle (FU 121), K-L: přední kaudální obratle (FU 288). A, F - pohled laterální; B, G, K - pohled dorzální; C, H, L - pohled ventrální; D, I - pohled kraniální; E, J - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).





*Vipera berus* z lokality Za hájovnou: A, B – parietale (ZHMI-16); C – prooticum (sin.) (ZHMI-20); D – basioccipitale (ZHMI-21); E, F – basisphenoid (ZHMI-22); G – maxillare (dex.) (ZHMI-189); H, I – dentale (dex.) (ZHMI-190); J – složená kost (dex.) (ZHMI-27).

### *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758)



*Vipera ammodytes* z lokality MD. A-C: krční obratel (MD 557); D-H: přední prekaudální obratel (MD 574). A, D - pohled laterální; B, E - pohled dorzální; C, H - pohled kaudální; F - pohled ventrální; G - pohled kraniální (měřítko 2 mm).

## Výběr použité literatury

- Bailon, S. 1991. Amphibiens et Reptiles du Pliocène et du Quaternaire de France et d'Espagne: mise en place et évolution des faunes. Thèse Université Paris 7 (inéдите), 1 vol. texte, 1-499, 1 vol. illustr. 89 fig. Paris.
- Hodrová, M., 1984. Salamandridae of the Upper Pliocene Ivanovce locality (Czechoslovakia). Acta Universitatis Carolinae, Geologica, 1984 (4), 331-352.
- Ivanov, M. 1997. Hadi evropského kenozoika. Unpublished thesis, Masaryk Univerzity, Brno, 217 p.
- Ivanov, M. 2006. Obojživelníci a plazi z lokality „Za Hájovnou“, Javoříčský kras. Přírodovědné studie Muzea Prostějovska 8: 89-108.
- Roček, Z. 1981. Cranial anatomy of frogs of the family Pelobatidae Stannius, 1856, with outlines of their phylogeny and systematics. Acta Universitatis Carolinae, Biologica, 1980 (3), 1-164.
- Roček, Z., 1994a. Taxonomy and distribution of Tertiary discoglossids (Anura) of the genus Latonia v. Meyer, 1843. Geobios 27, 717-751.
- Roček, Z. 2002. Historie obratlovců – evoluce, fylogeneze, systém. Academia, Praha, 512 pp.
- Böhme, G. 1977. Zur Bestimmung quartärer Anuren Europeas an Hand von Skelettelementen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe 26, 283-300.
- Rauscher, K. L. 1992. Die Echsen (Lacertilia, Reptilia) aus dem Plio-Pleistozän von Bad Deutsch-Altenburg, Niederösterreich. Beiträge zur Paläontologie von Österreich 17: 81-177.
- Sanchíz, B. 1998. Salientia. In : Wellnhofer, P. (Ed.), Handbuch der Paläoherpetologie (Encyclopedia of Paleoherpetology), Part 4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, xii + 275 pp.
- Szyndlar, Z. 1984. — Fossil snakes from Poland. Acta Zoologica Cracoviensia 28, 1: 3-156.
- Špinar, Z.V. 1972. Tertiary frogs from Central Europe. Academia, Praha, 286 pp.
- Venczel, M. 1998. — Late Miocene snakes (Reptilia: Serpentes) from Polgárdi (Hungary): a second contribution. Acta Zoologica Cracoviensia 41, 1: 1-22.