

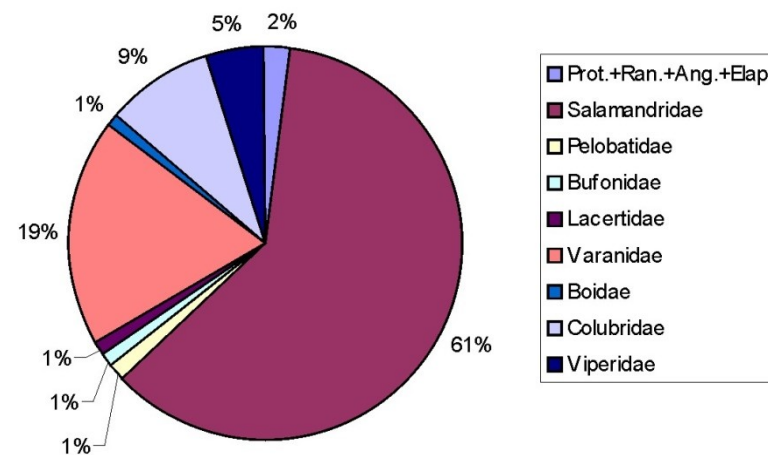


Základy osteologie obojživelníků a plazů






Puklina 2/2003 Plazí



Obr. 2. Zastoupení jednotlivých čeledí herpetofauny ve společenstvu pukliny 2/2003 Plazí v oblasti Západního lomu v Mokré. Prot. - Proteidae, Ran. - Ranidae, Ang. - Anguidae, Elap. - Elapidae.

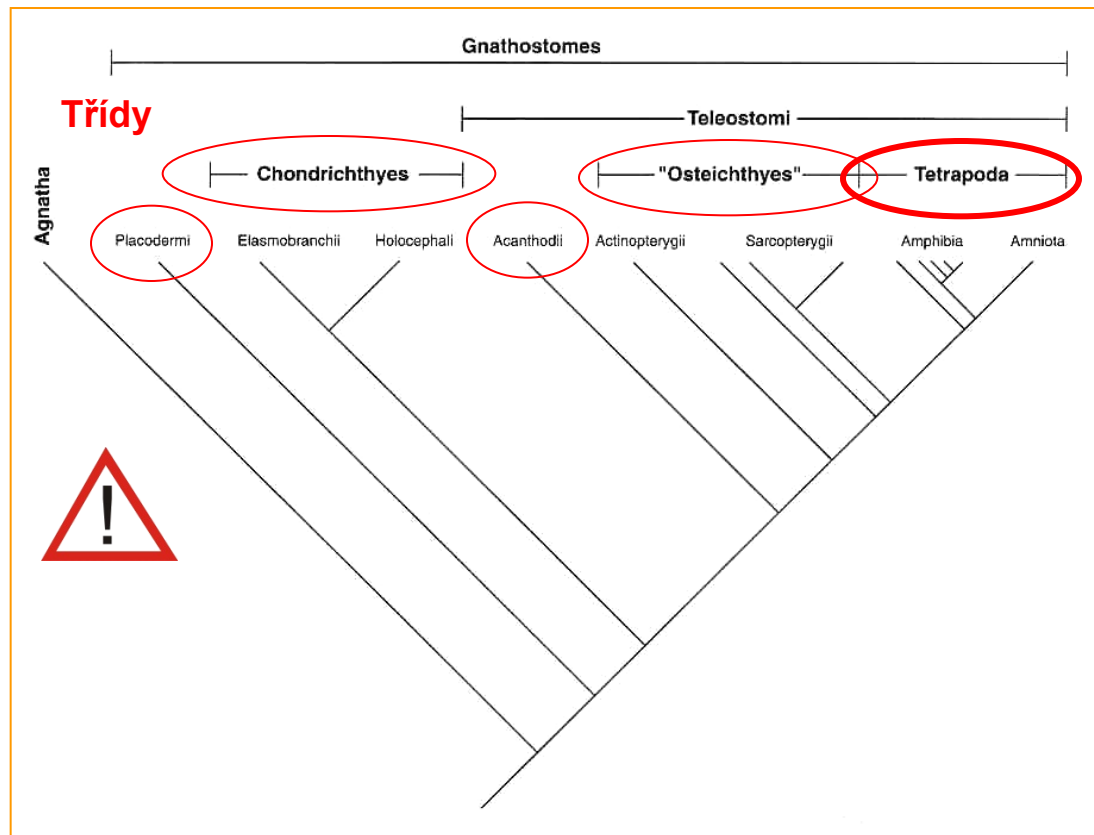
Nadtřída: Gnathostomata (čelistnatci) (sp. S-R)

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...

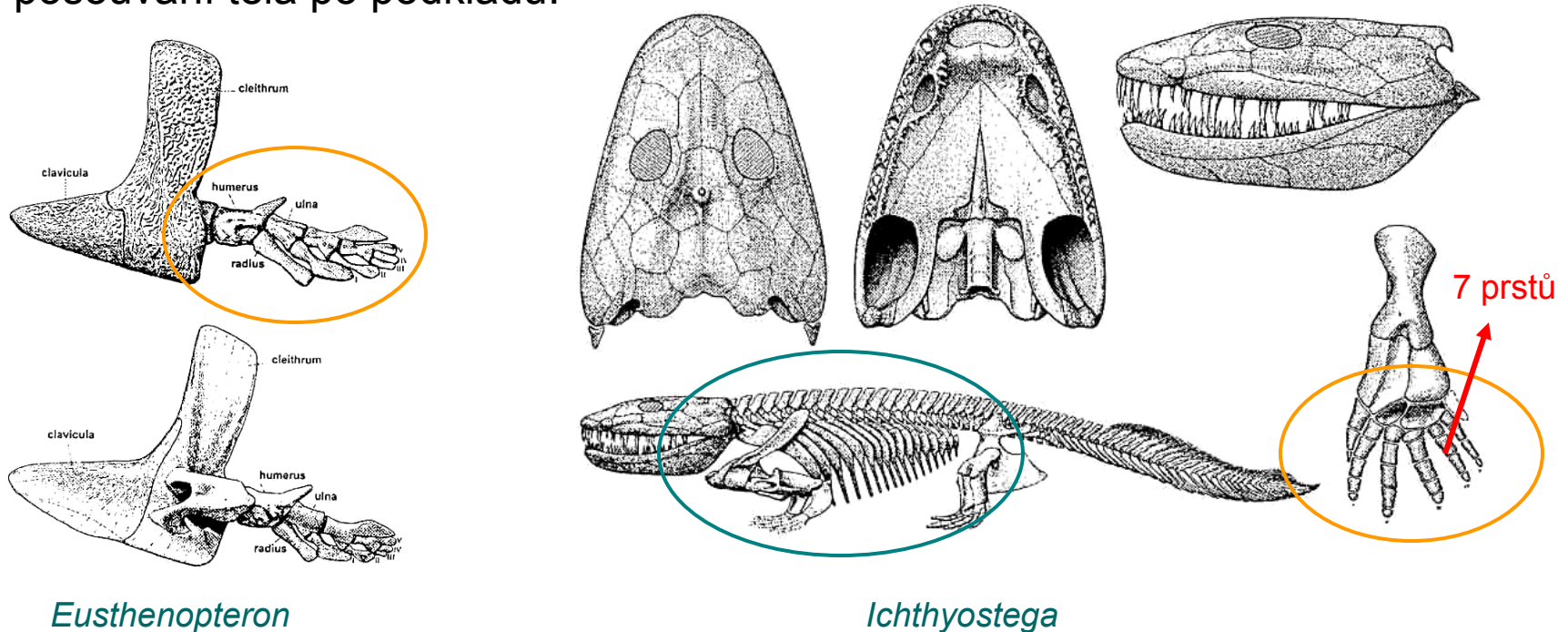


Třída: Tetrapoda (sv.D - R) ⚠

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

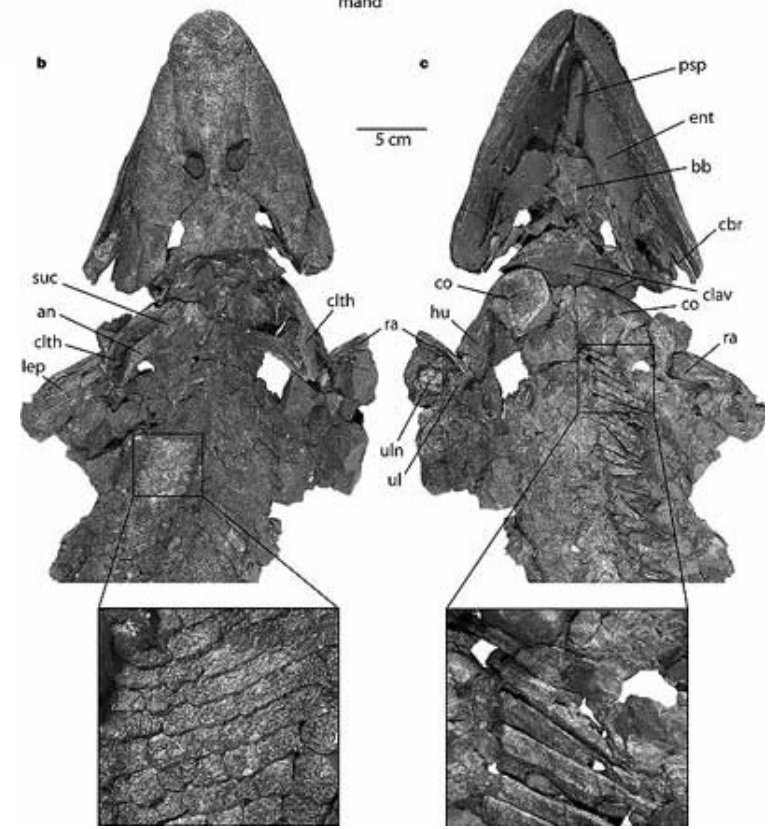
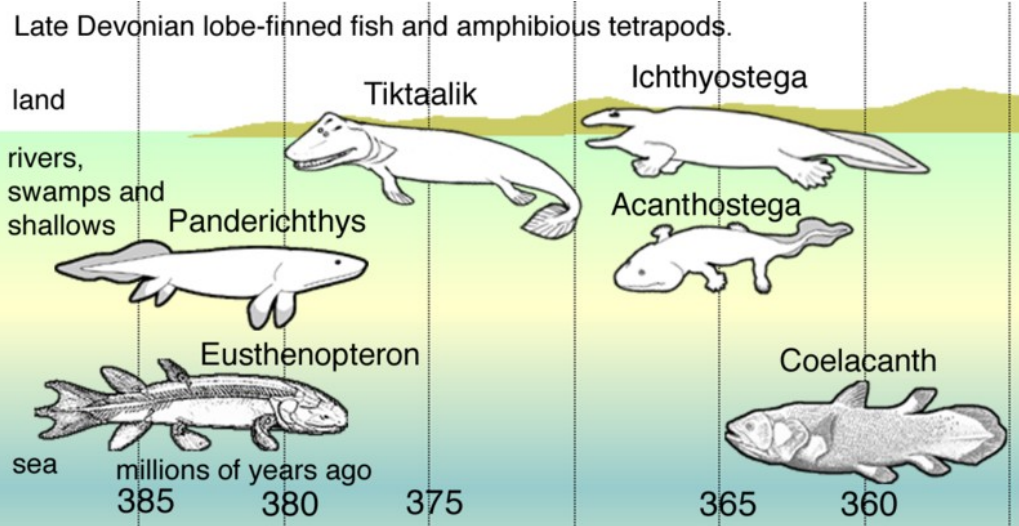
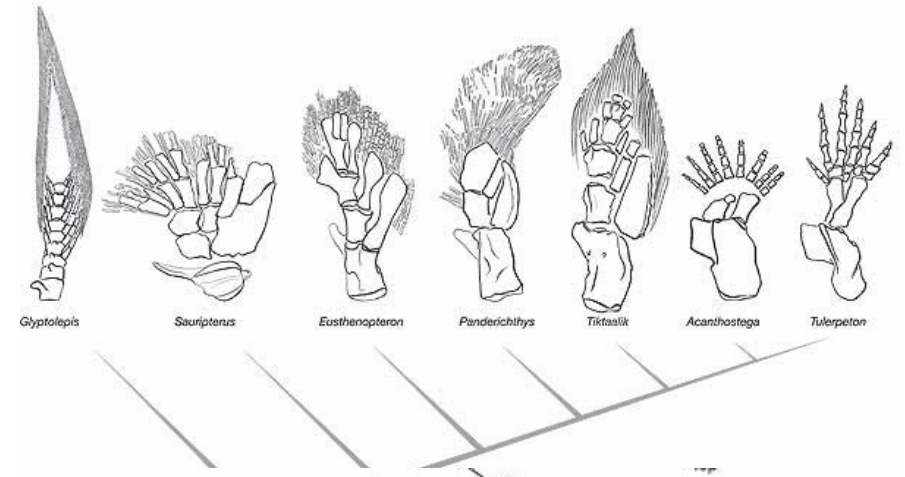
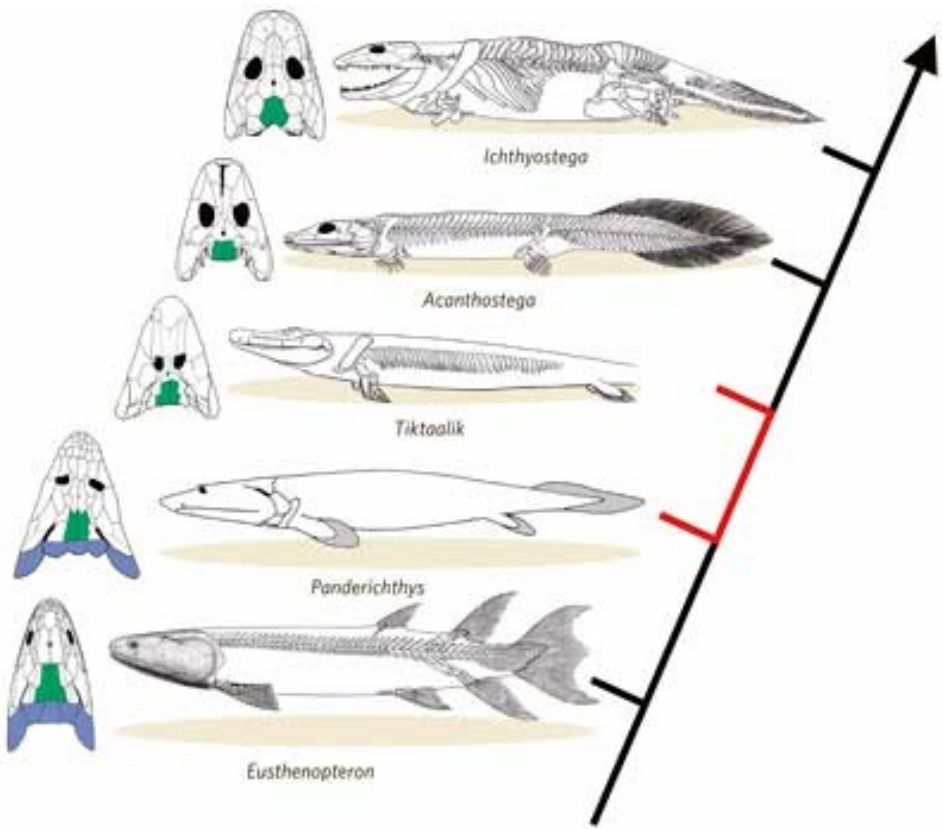
Osídlení souše: *Eusthenopteron* (stř. - sv.D). – výchozí forma; *Panderichthys* – stále ještě lalokoploutvá ryba (ale lebka se znaky obojživelníků). *Ichthyostega* + *Acanthostega* (oba sv.D) – již obojživelníci, ale výrazná adaptace na vodu. ⚠

- **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

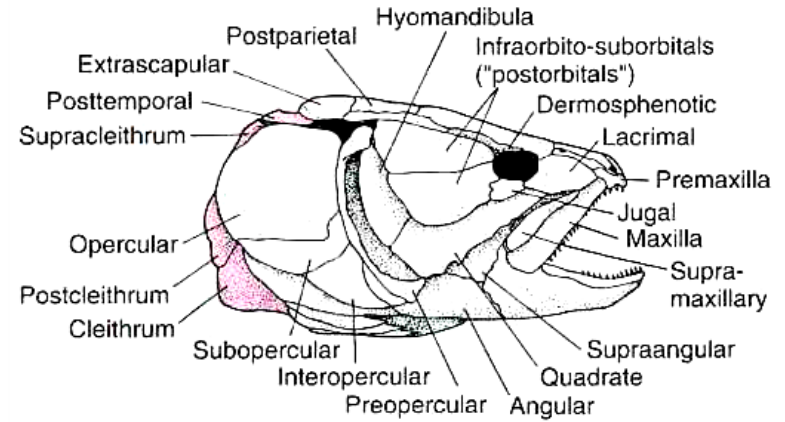
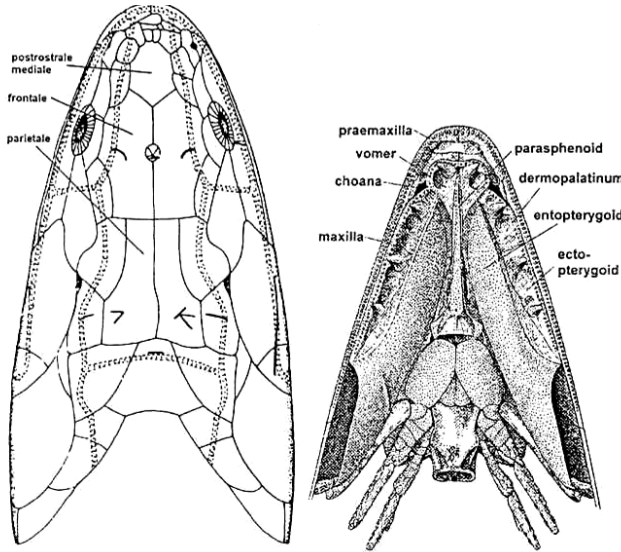
Ichthyostega



Tiktaalik roseae

- **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.

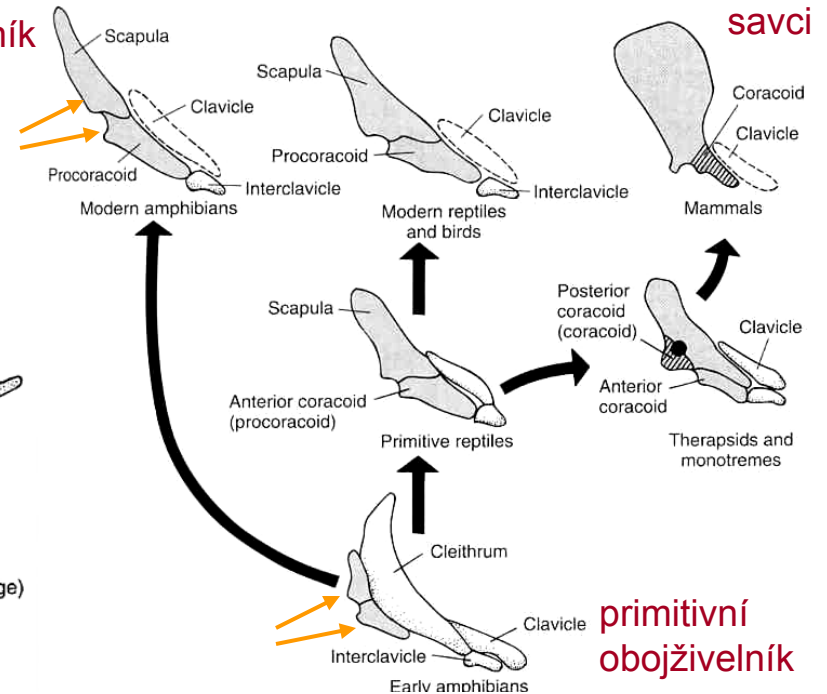
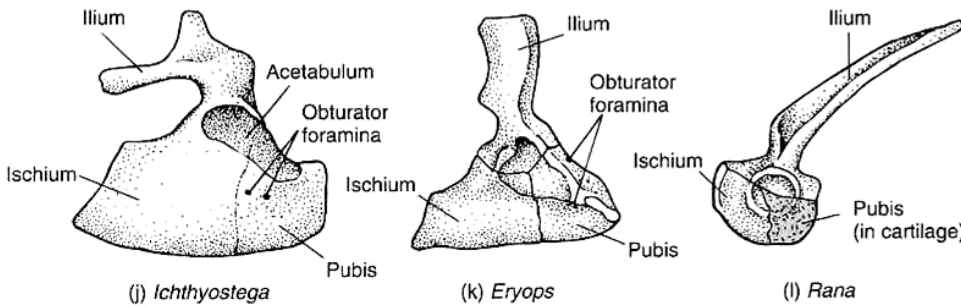
Eusthenopteron



Recentní ryba

recentní obojživelník

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

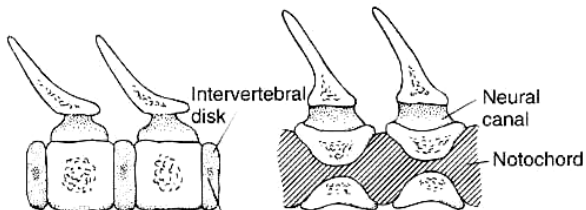


savci

primitivní obojživelník

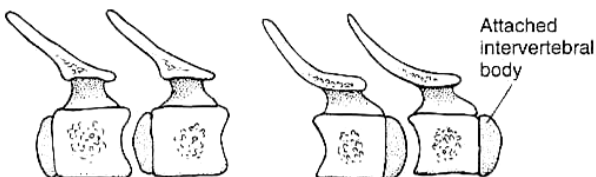
- **Obratle** - stávají se složitější – zajištěna pohyblivost a pevnost

ocas → hlava



(a) Acoelous
Nucleus pulposus

amficélní

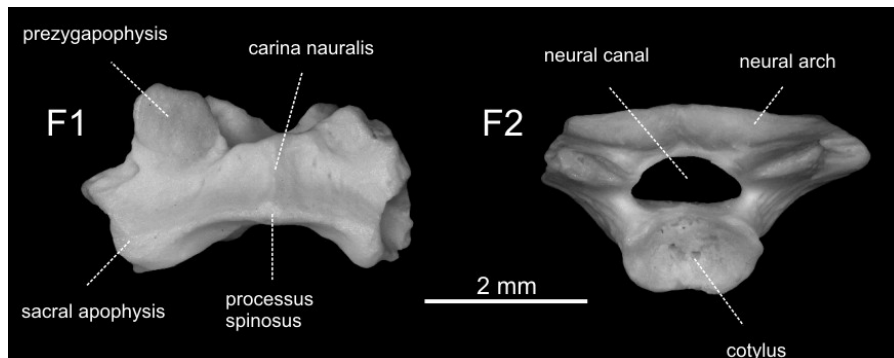
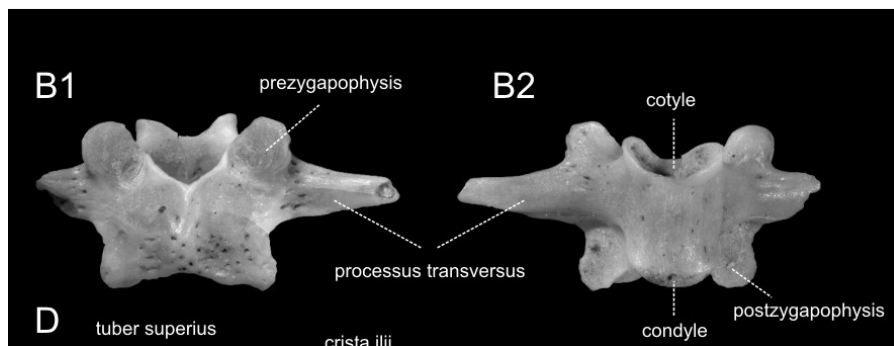
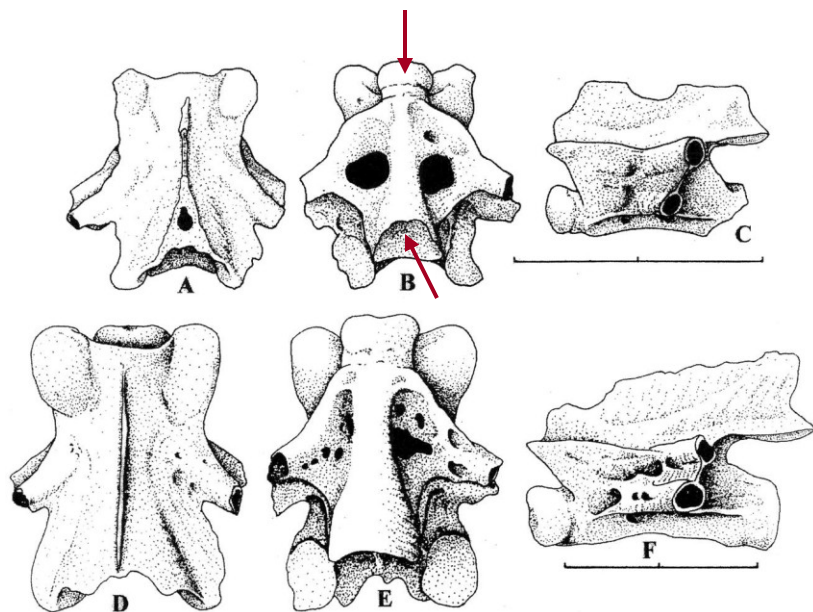
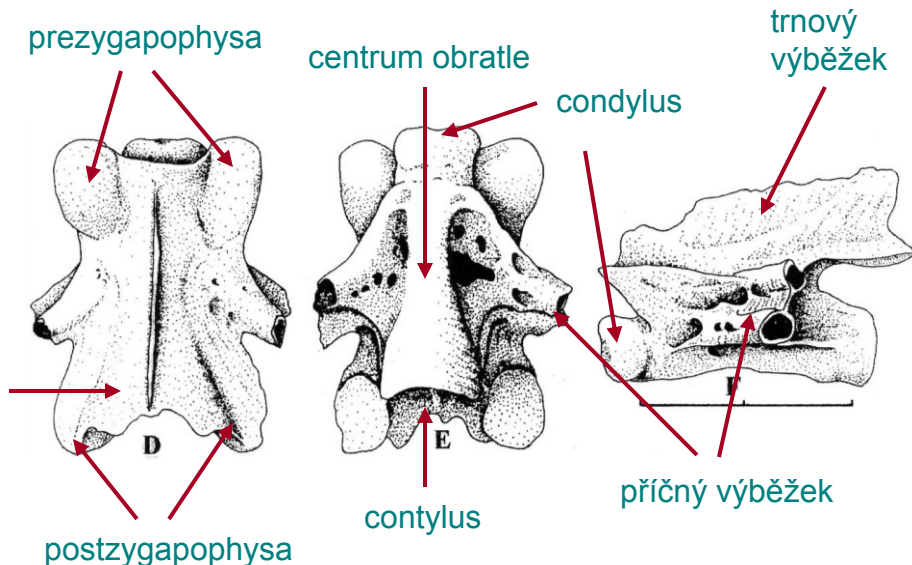


procélní

opistocélní



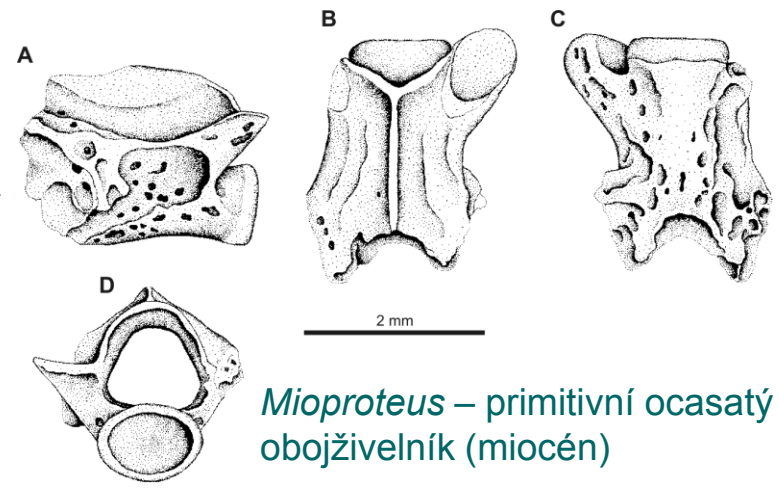
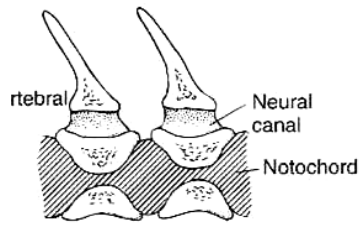
neurální oblouk



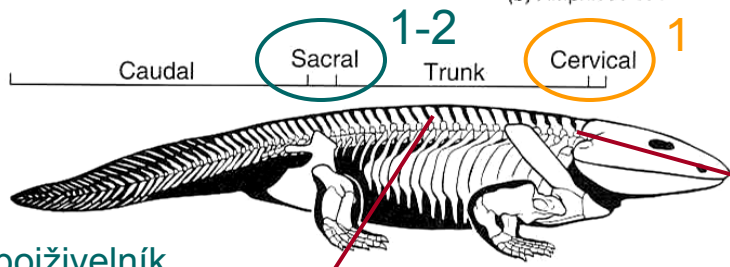
Opisthocélní obratle ocasatého obojživelníka.

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

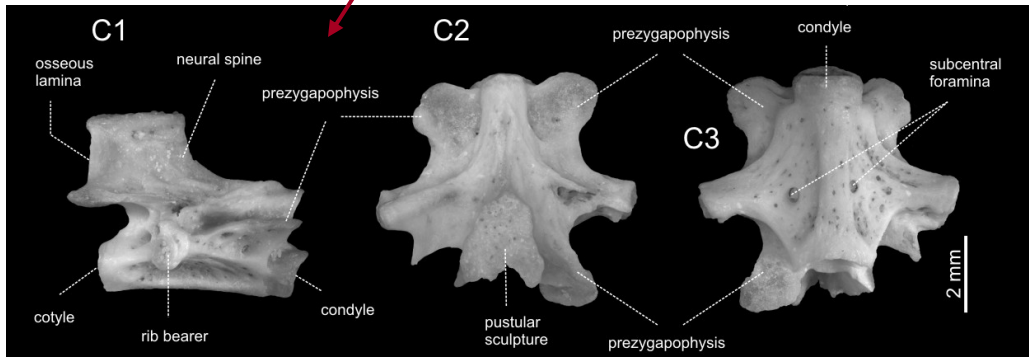
primitivní formy –
amficélní obratle



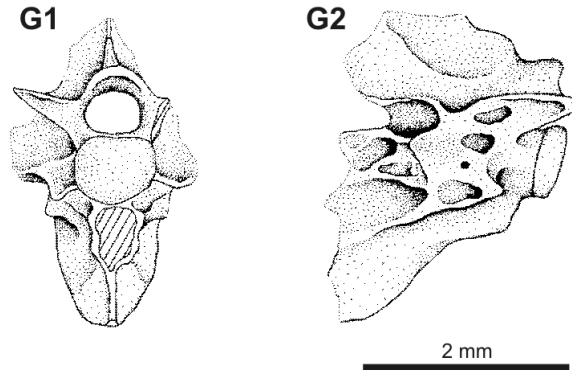
Mioprotesus – primitivní ocasatý
oboživeľník (miocén)



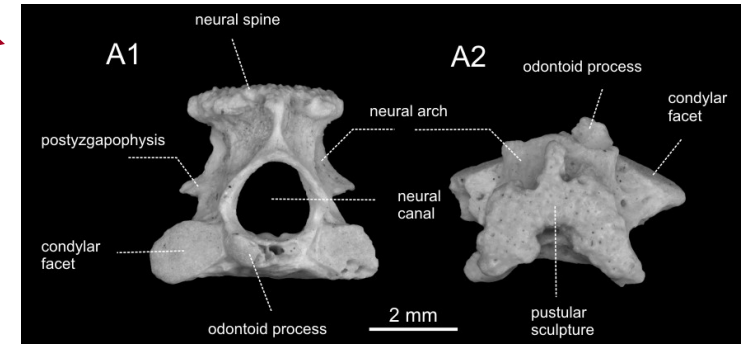
oboživeľník



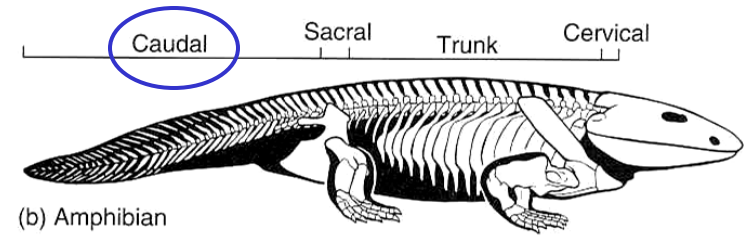
Trupový obratel ocasatého
oboživeľníka.



Ocasní obratel ocasatého
oboživeľníka.



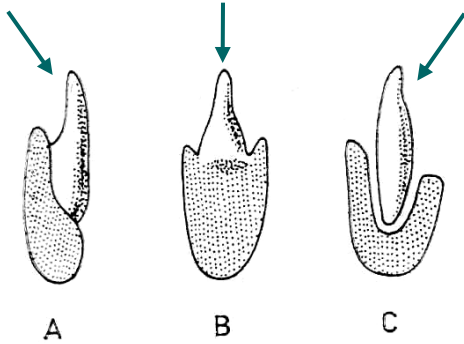
Krčňí obratel ocasatého oboživeľníka.



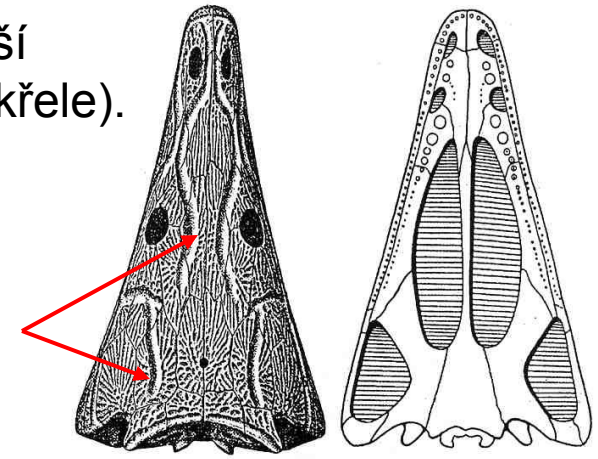
Lebka – shora uzavřená, dole široce otevřená, menší počet lebečních kostí než u ryb. Chybí operculum (skřele).

Typy ozubení

pleurodontní akrodonntní thekodontní



slizniční kanálky



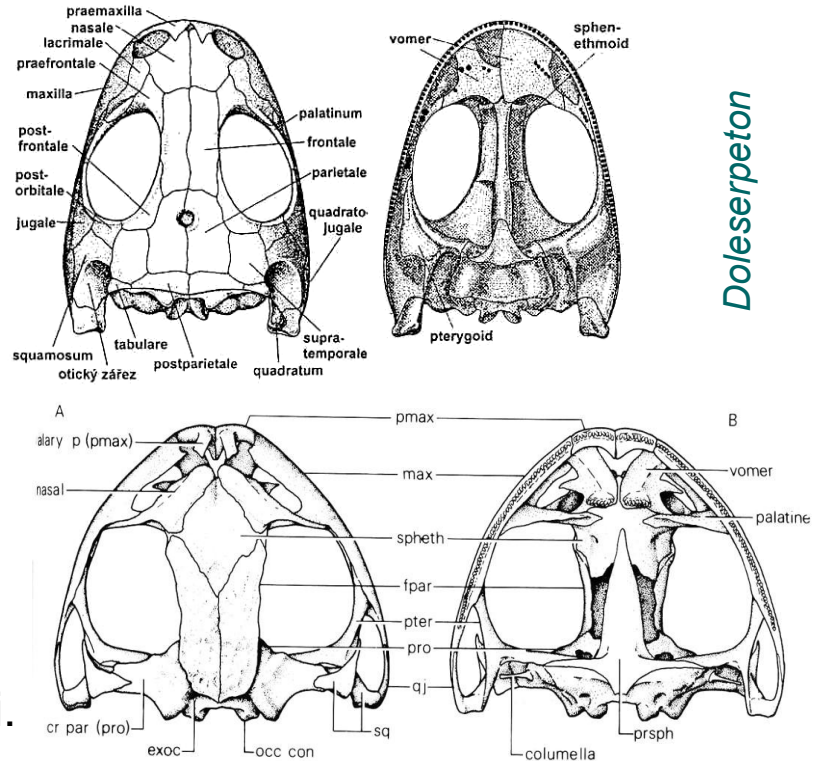
Trematosaurus brauni (sp. T, Německo)

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 nalézáme), z nich pulci, pak dospělci.

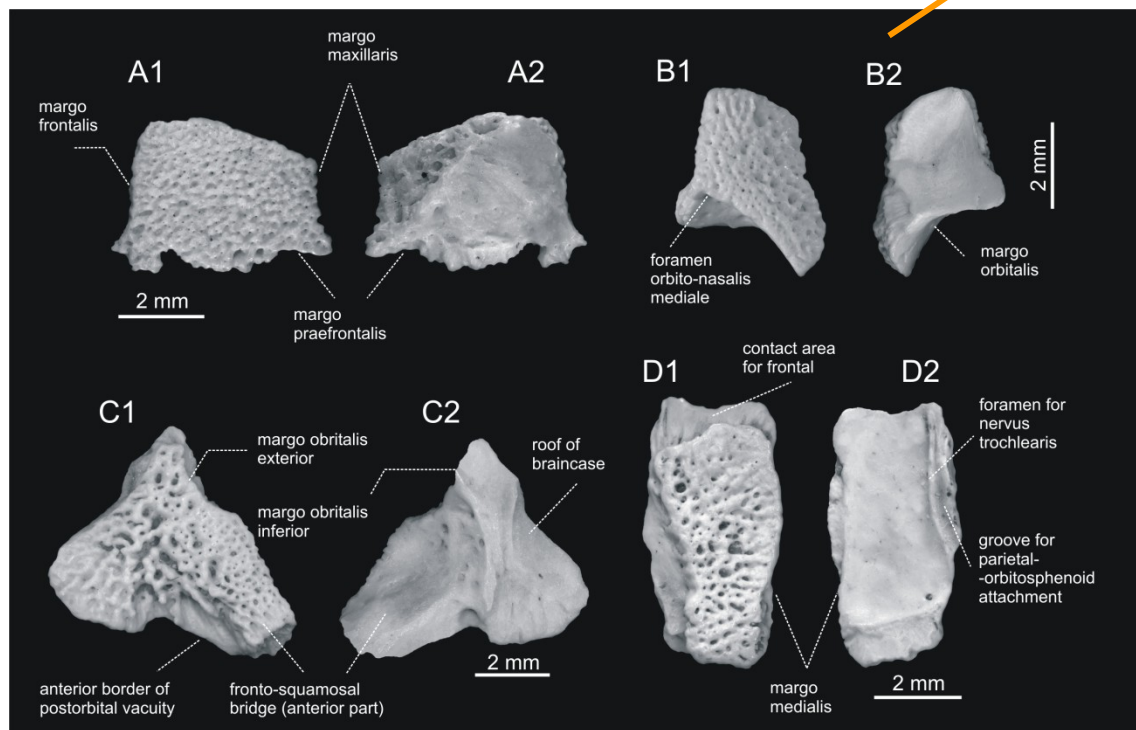
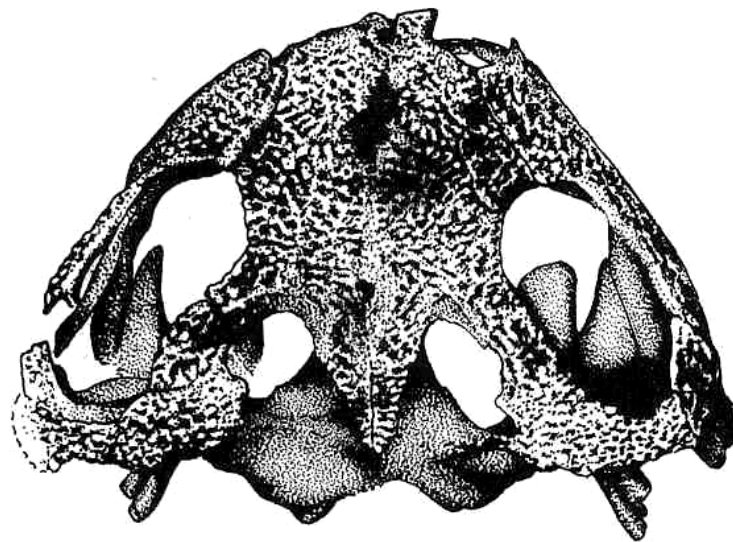


Doleseperpeton

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.



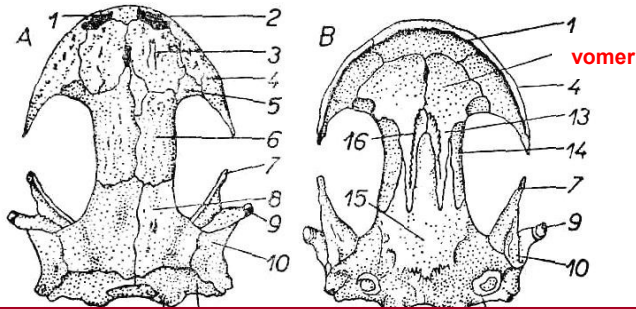
Chelotriton (eocén, Německo)



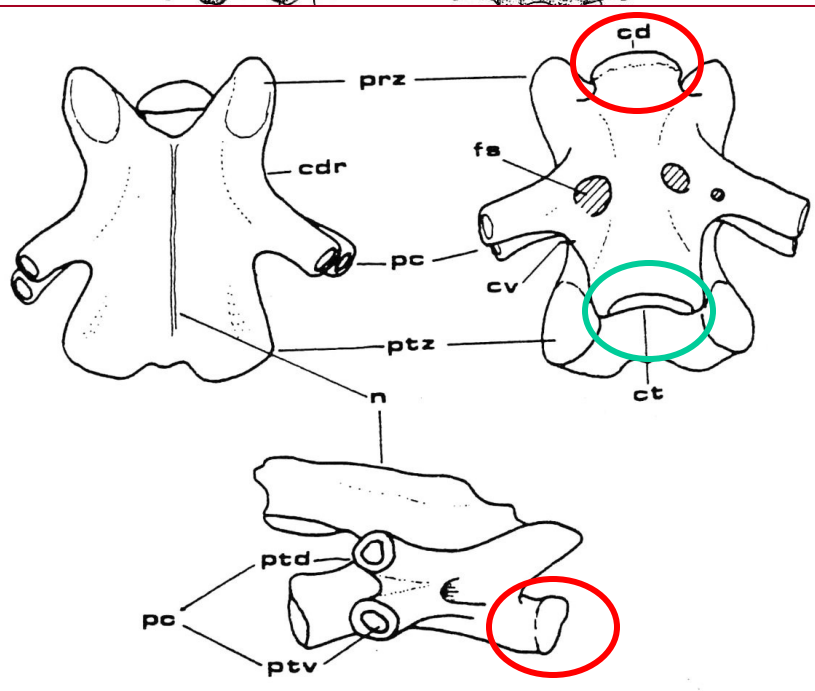
Andrias scheuchzeri (moicén, Německo)

Chelotriton (spodní miocén, Česká republika).

Čeď: Salamandridae Gray, 1825 (mlokovití)



L
C — spodní
maxillare;
7 — parietal-
talís; 13 —
16 — patr



— odspodu,
; 2 — prae-
erygoideum;
ylus occipi-
rasphenoid;
vre („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.

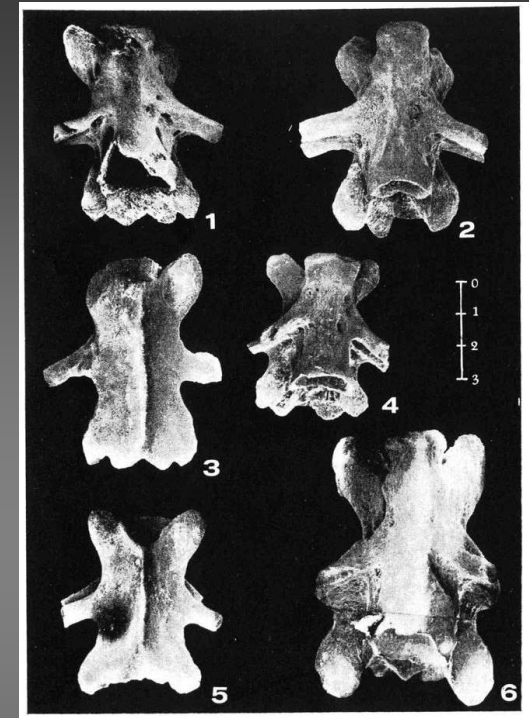
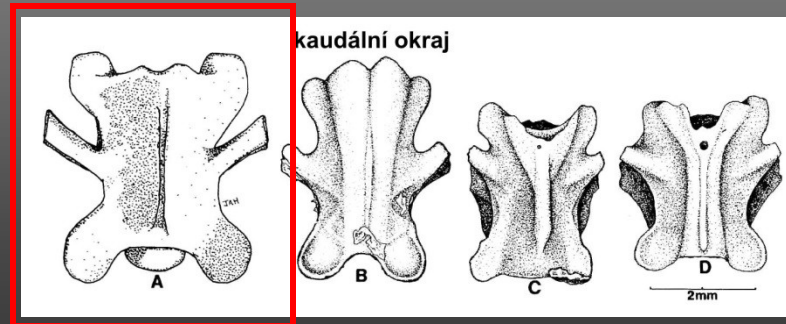
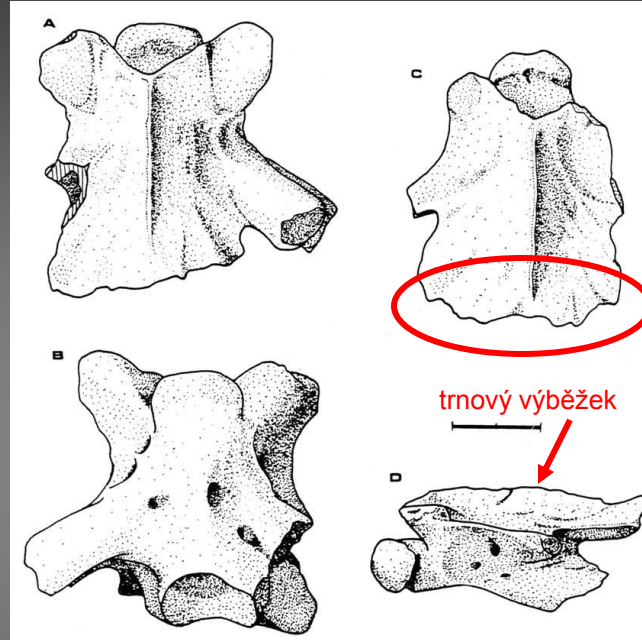
Rod: *Salamandra Laurenti*, 1768 (mlok)

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

Salamandra salamandra (Linnaeus, 1758) (mlok skvrnitý)

Obratle

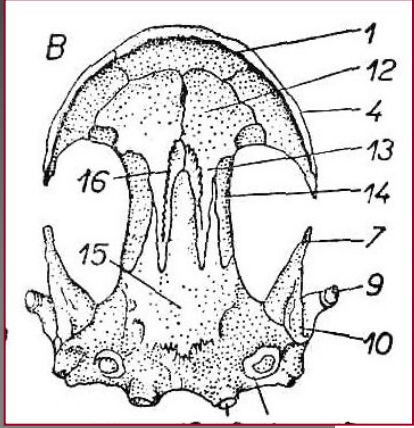
- opistocélní
- processus spinosus nízký
- condylus robustní
- centrum hladké, bez kýlu
- kaudální okraj centra končí před kaudálním okrajem neurálního oblouku
- obratle poměrně velké



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

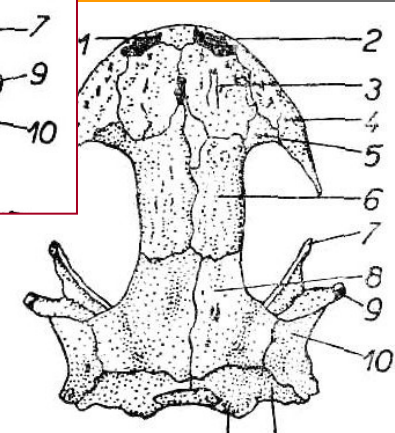
Rod: *Triturus* Rafinesque, 1815 (čolek)

Rod: *Lissotriton* Bell, 1839

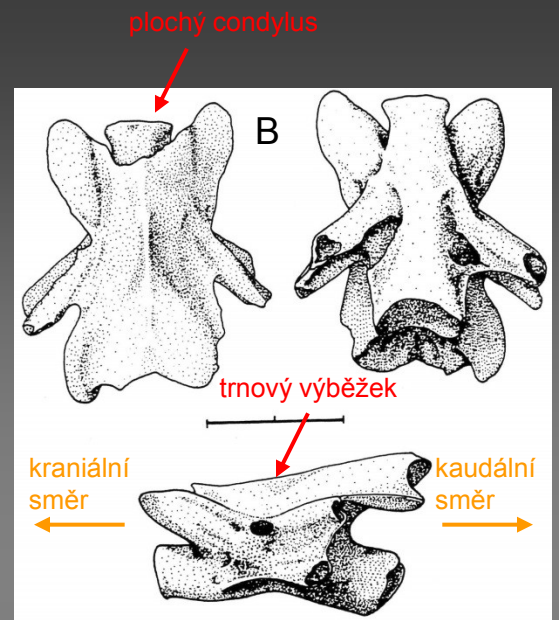
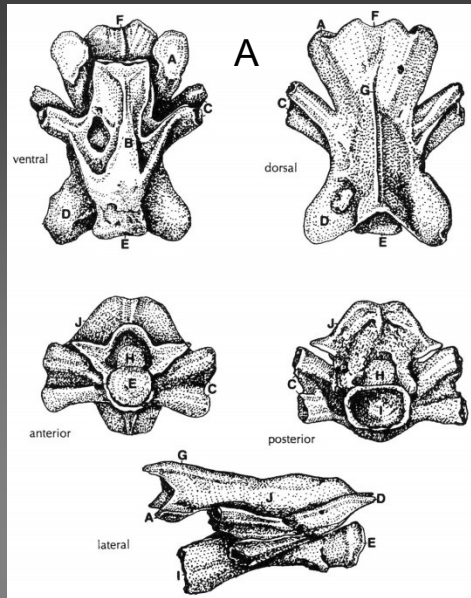


na za
m oka
jejsou

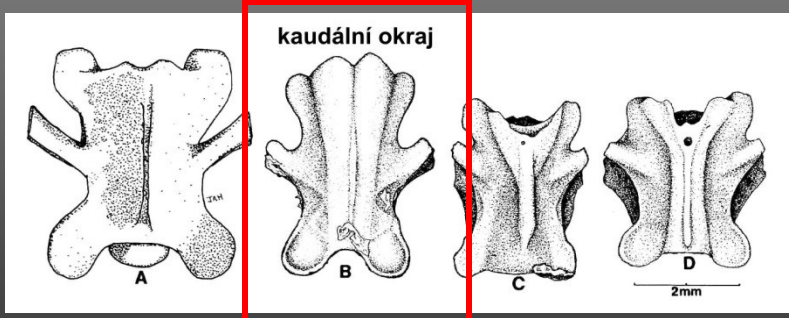
Triturus cristatus (čolek velký)



- Obratle**
- opistocélní
 - processus spinosus nízký
 - neurální oblouk klenutý směrem ke kraniiálnímu 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

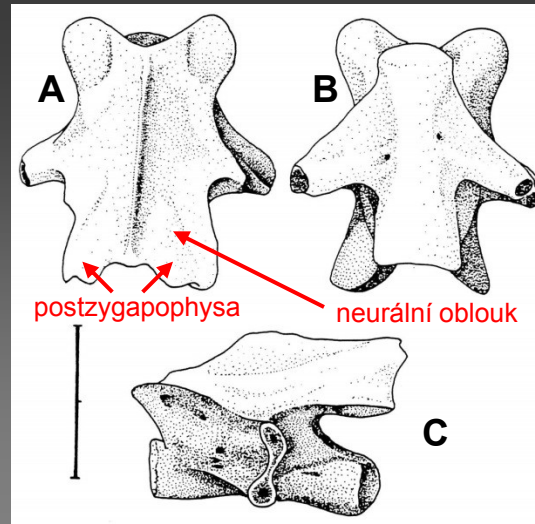


- A – *Salamandra salamandra*
- B – *Triturus cristatus*
- C – *Lissotriton helveticus*
- D – *Lissotriton vulgaris*

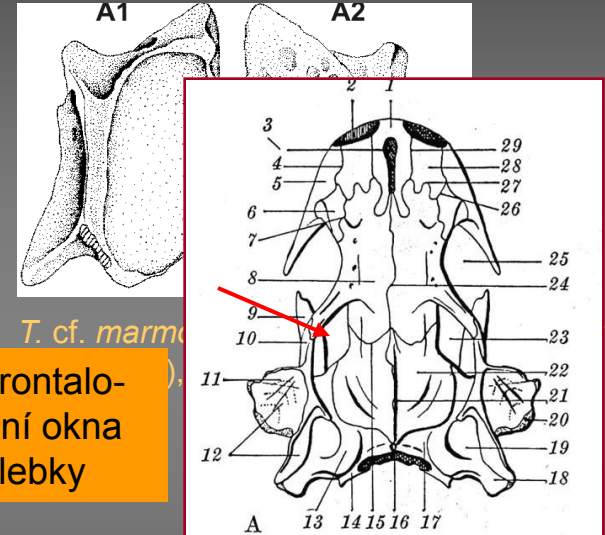
Triturus marmoratus (Latreille, 1800) (čolek mramorovaný)

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

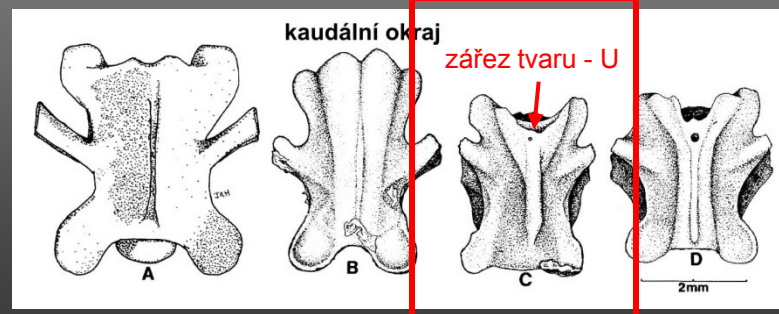
Abb. 1. *Euproctus asper* Dugès. ♀ Torrent de Castel
B = Schädel von unten. Die Zahlen bedeuten bei Abb. 3 = Cavum intermaxillare s. internasale; 4 = Sutura n

Lissotriton helveticus (Razumow., 1789) (čolek hranatý)

Obratle

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

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



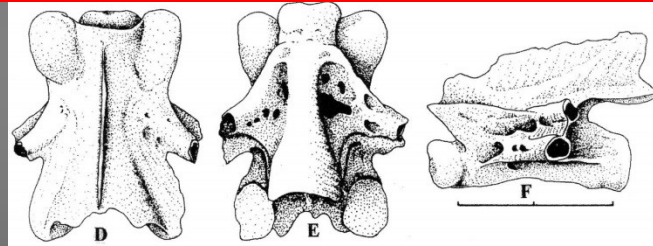
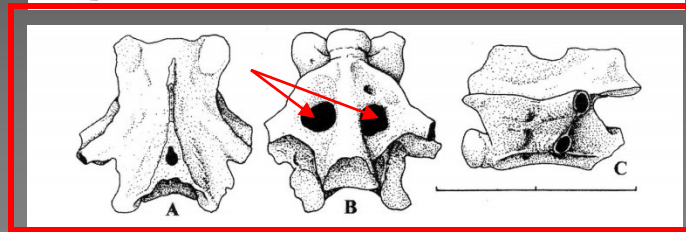
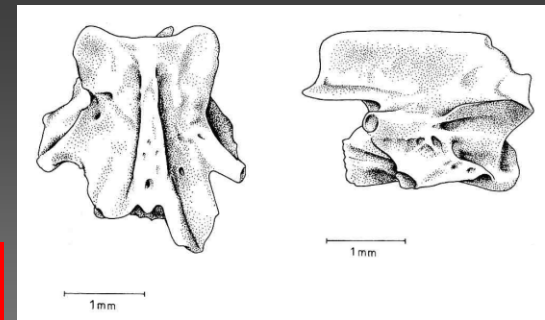
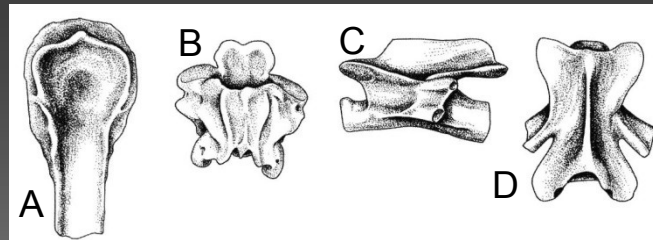
- A – *Salamandra salamandra*
- B – *Triturus cristatus*
- C – *Triturus helveticus*
- D – *Triturus vulgaris*

Lissotriton vulgaris (Linnaeus, 1758) (čolek obecný)

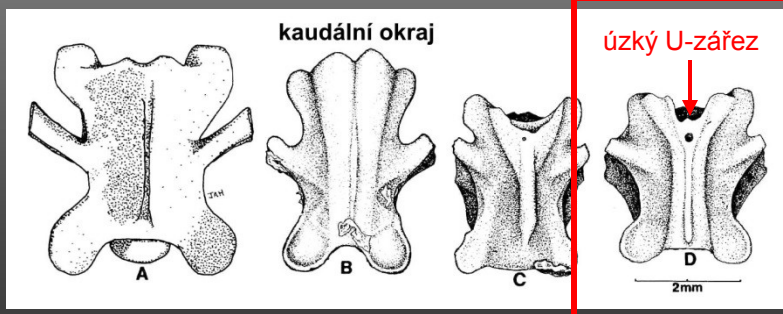
- přerušovaný frontalo-squamosální oblouk – shoda s *Lissotriton italicus*

Obratle

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



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



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

Chelotriton sp. – oligocén a miocén Německa

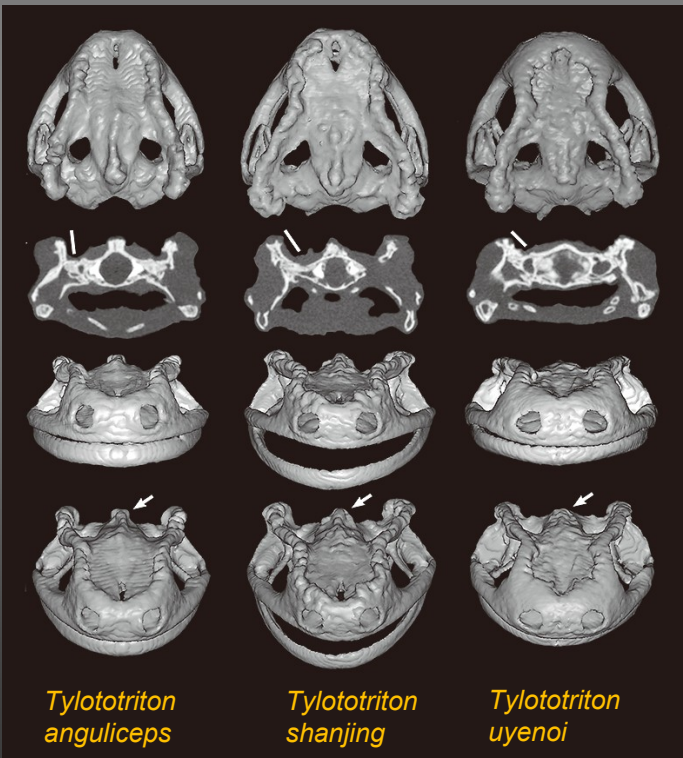


Chelotriton sp. z lokalit Enspel (MP 28) a Randecker Maar (MN 5), Německo (Pogoda et al. 2020).

Micro-CT lebek některých zástupců rodu *Tylotriton*, recent (Le et al. 2015).



Echinotriton andersoni (Boulenger, 1892) (zdroj: Wikipedia)

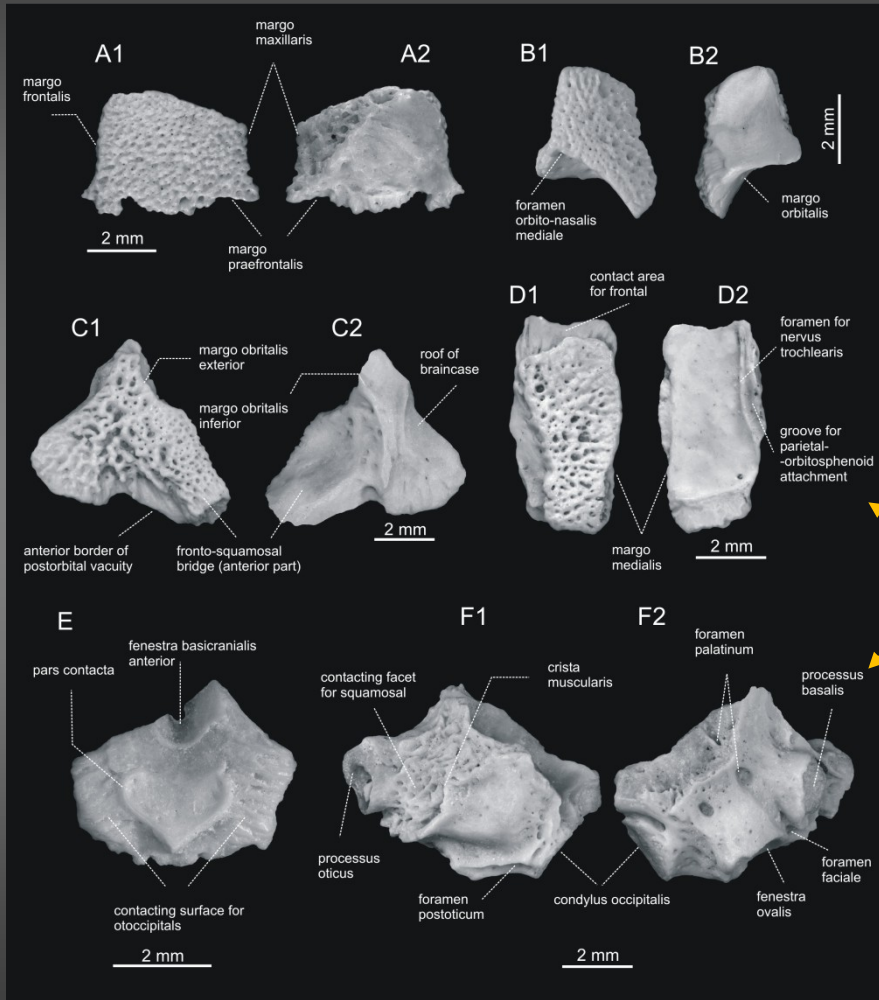


Tylotriton anguliceps

Tylotriton shanjing

Tylotriton uyenoi

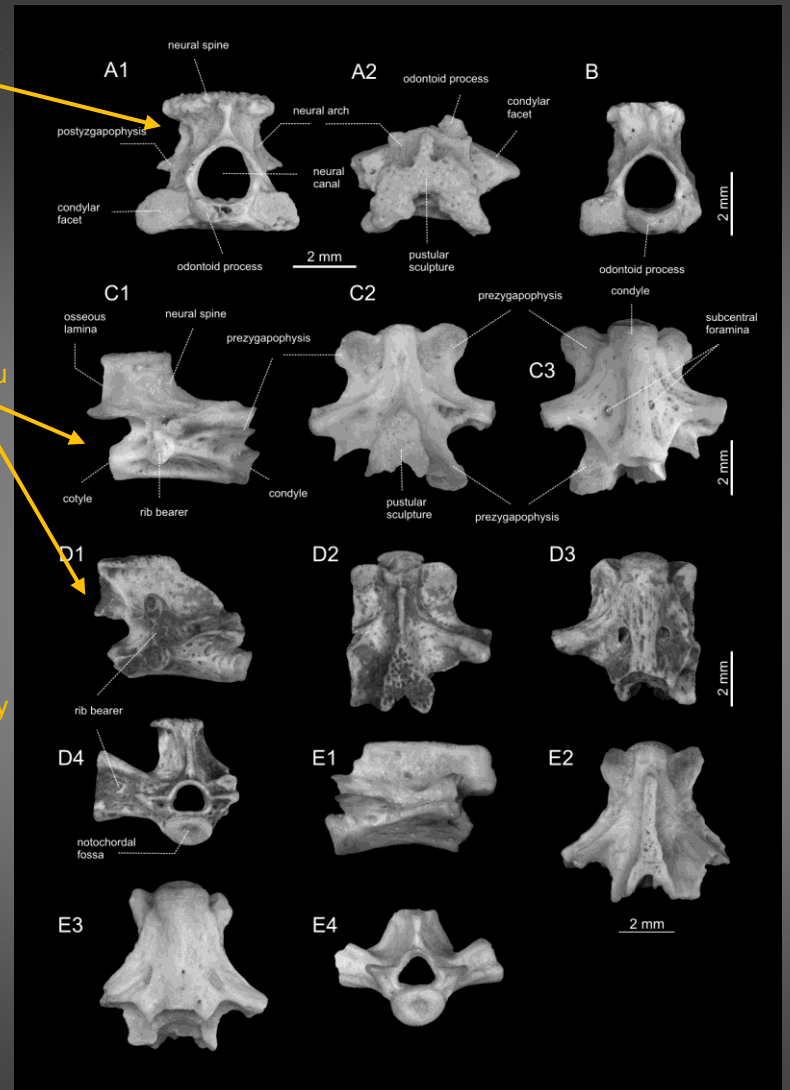
Chelotriton sp. – kosti lebky výrazně skulpturované



atlas (krční obratel)

obratle oblasti trupu

kosti lebky



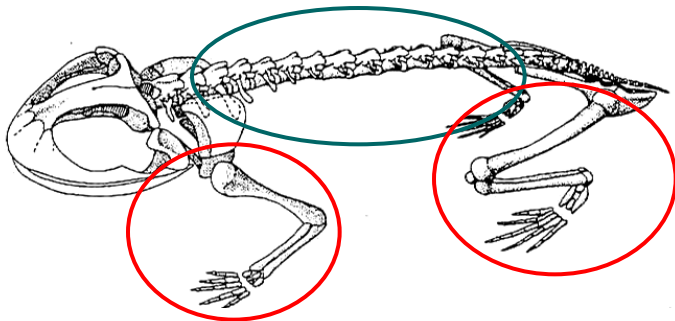
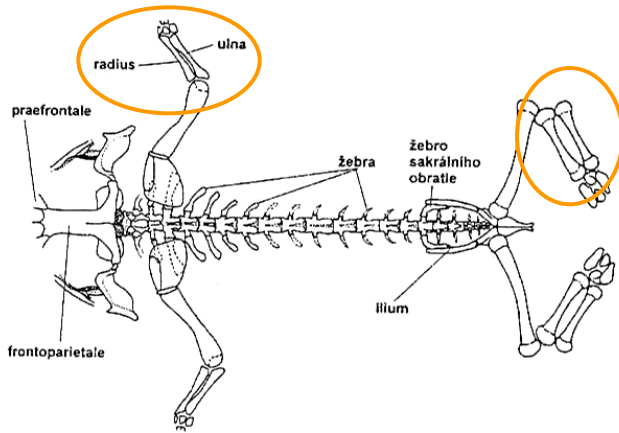
Morfotyp *Chelotriton sp.* I z lokality Mokrá-Západní lom, sp. miocén, MN 4 (Ivanov 2008).

Infratrída: 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)

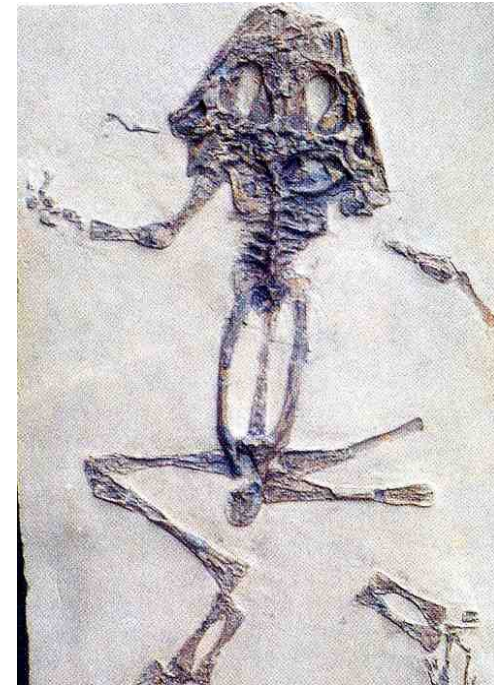
Primitivní a specializované znaky



Triadobatrachus (sp.T, Madagaskar)



Palaeobatrachus (sv. oligocén, Bechlejovice)



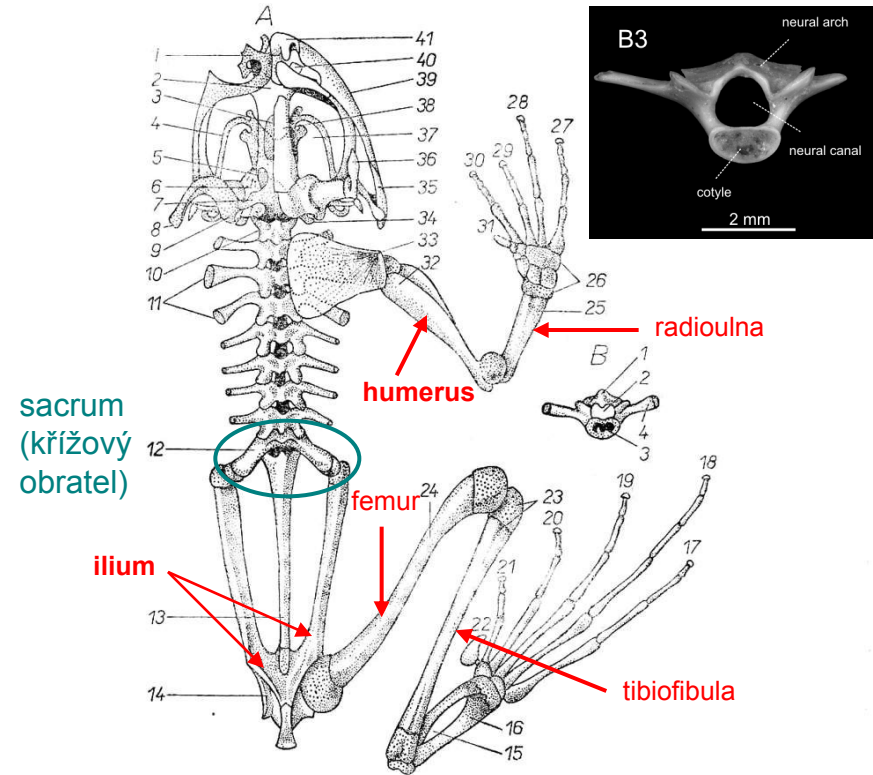
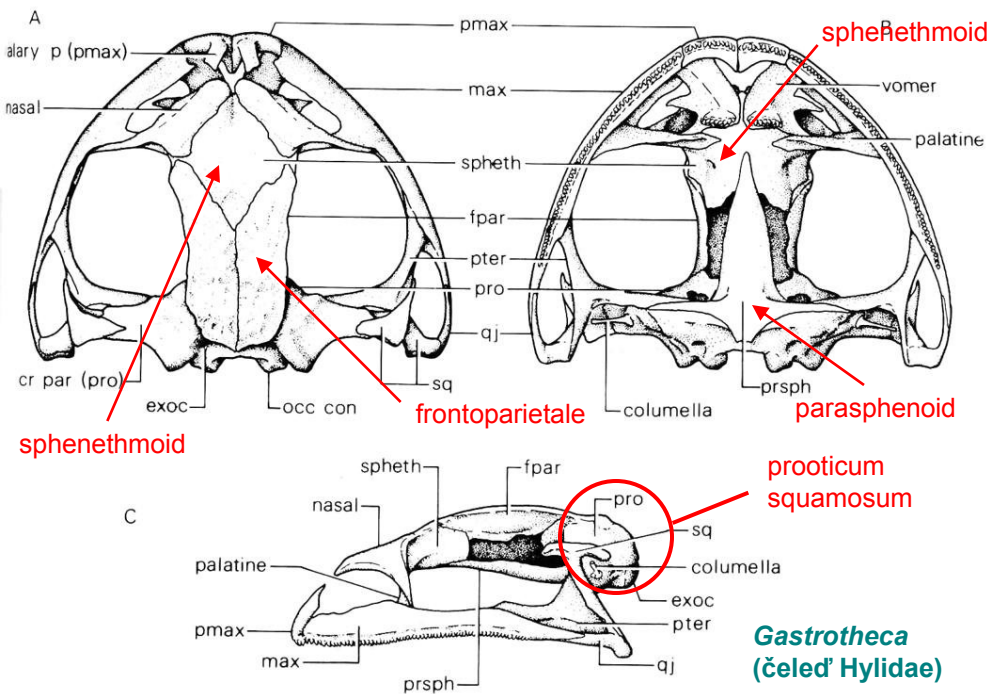
Latonia (stř. miocén, Öhningen)

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.

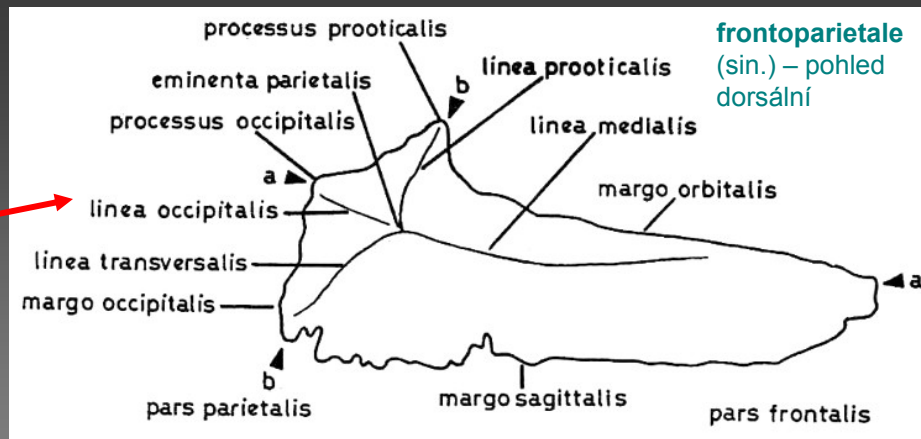
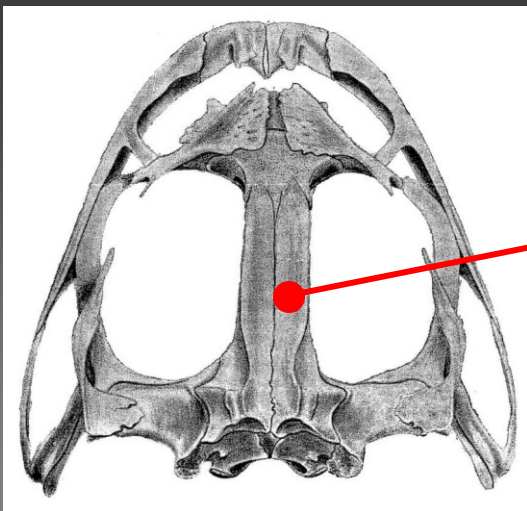
Řád: Anura Rafinesque, 1815 (žáby pravé)

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

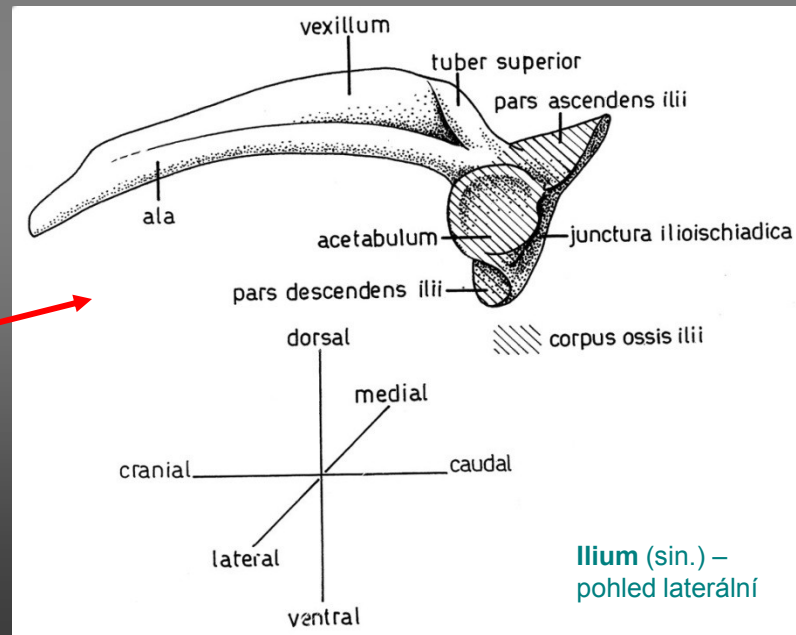
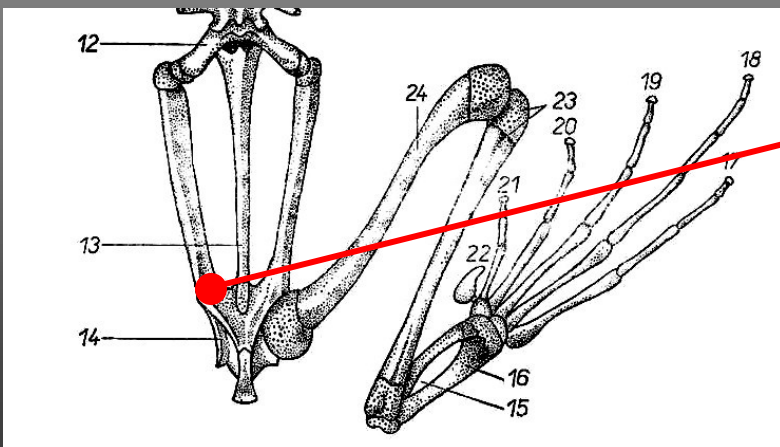


Kostra skokana hnědého (*Rana temporaria*) shora. Levá polovina kostí pásmo lopatkového a pánevního, jakož i krycí kosti levé poloviny lebeční odstraněny.

Chrupavité 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).



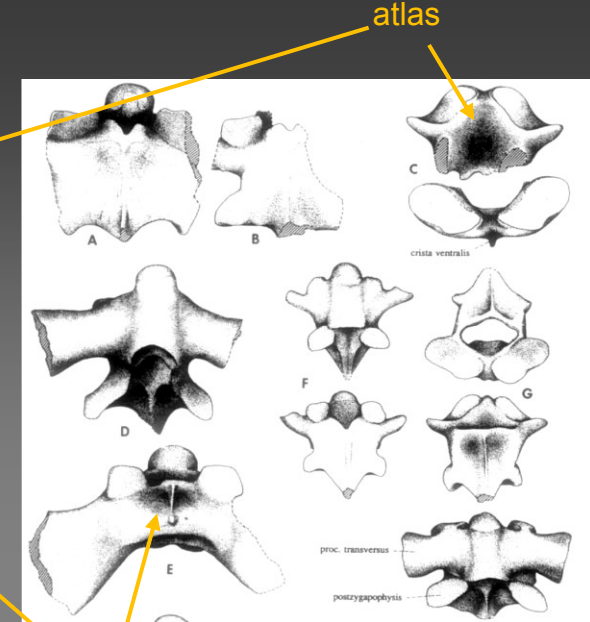
Některé taxonomicky významné elementy – lebka + postkraniální skelet



Primitivní žáby

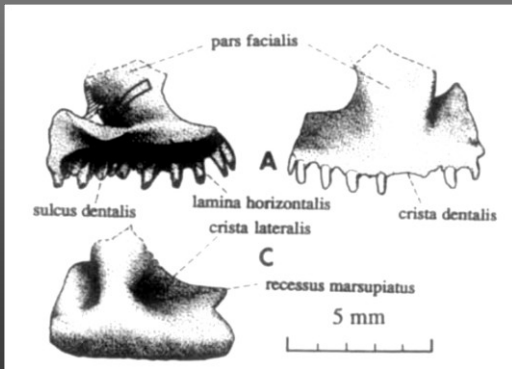
Čeľad': Discoglossidae Laurenti, 1768 (žabkovití)

- 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



Latonia gigantea - miocén

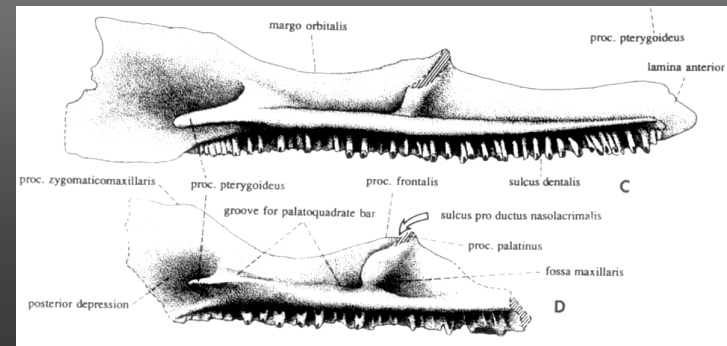
křížový obratel



Discoglossus pictus (žabka pestrá) - recent

Latonia - praemaxilla, miocén

Latonia – ukázka vrchní čelisti (maxily), miocén



Rod: *Bombina* Oken, 1816 (kučka)

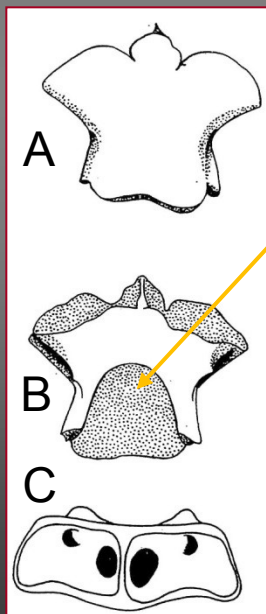
- frontoparietalia většinou rozdělena
- sphenethmoid s malou zaoblenou dorzální jamkou
- ilium s absencí dorzálního hřebínku (vexillum), tuber superior dlouhé, nízké, relativně hladké
- krátké pars ascendens ilii, nevýrazné nebo chybějící
- ventrální acetabulární rozšíření
- křížový obratel s výrazně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

Bombina bombina (kučka obecná)
(Linnaeus, 1761)

Bombina variegata (kučka žlutobřichá)
(Linnaeus, 1758)

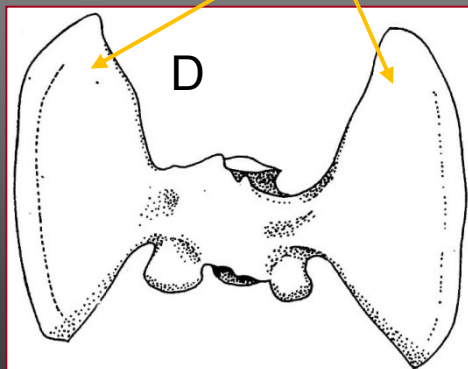


velmi podobné



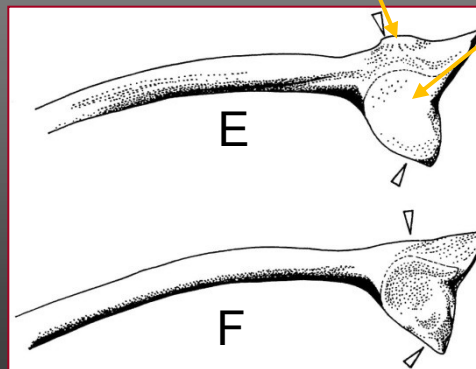
dorzální
jamka

sakrální apofýzy



tuber superior

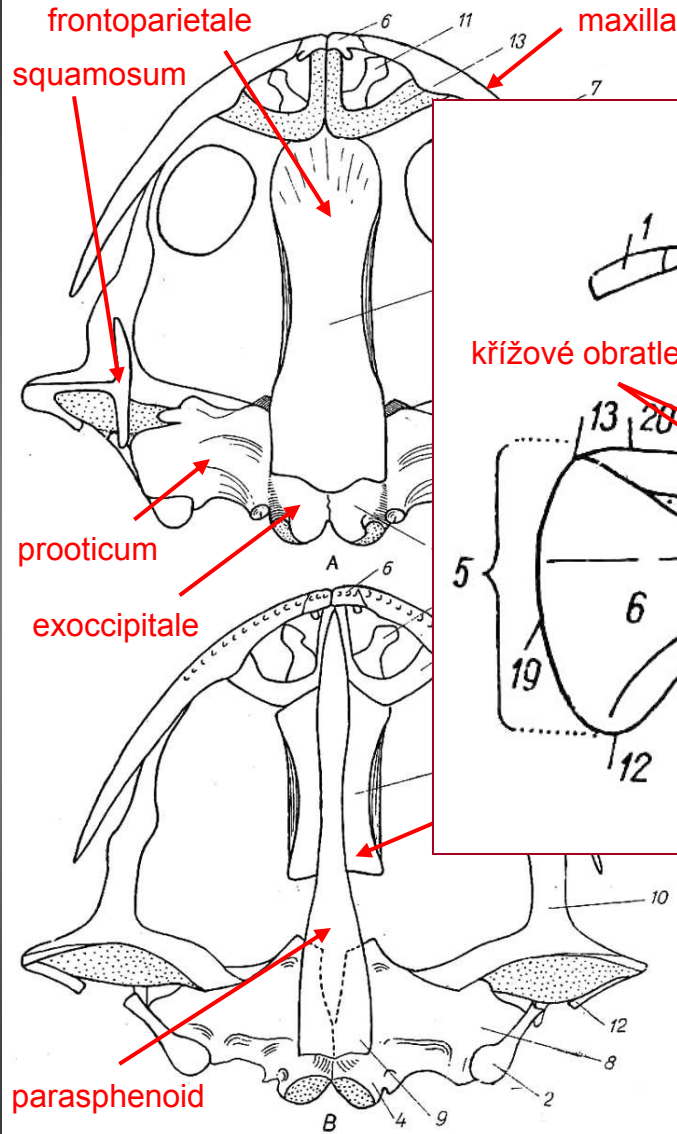
acetabulum



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).

Čeľad': Palaeobatrachidae Cope, 1865 (paleobatrachidi)

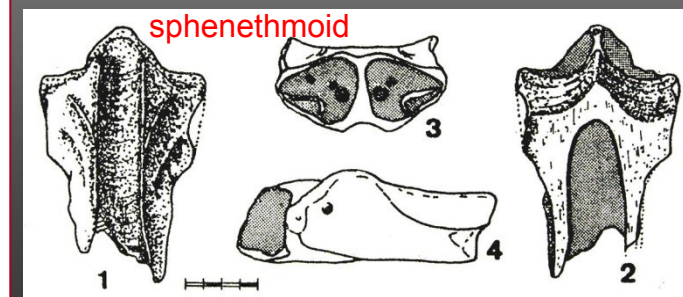
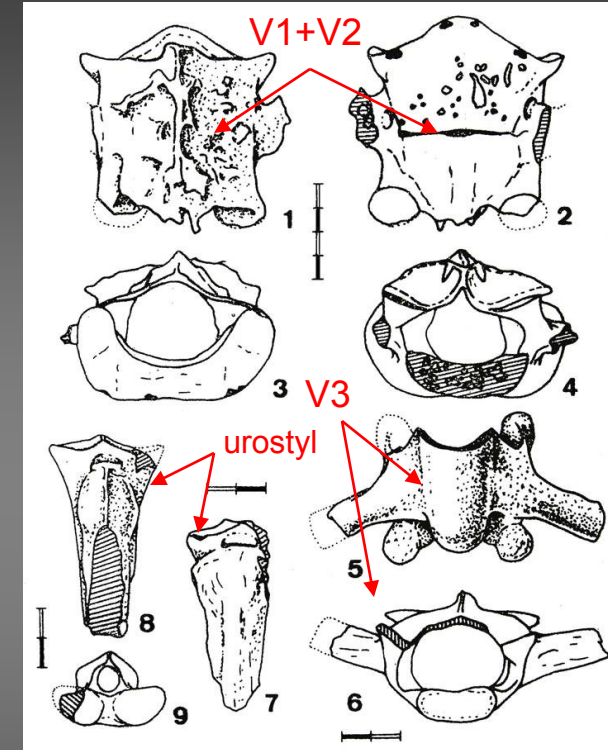
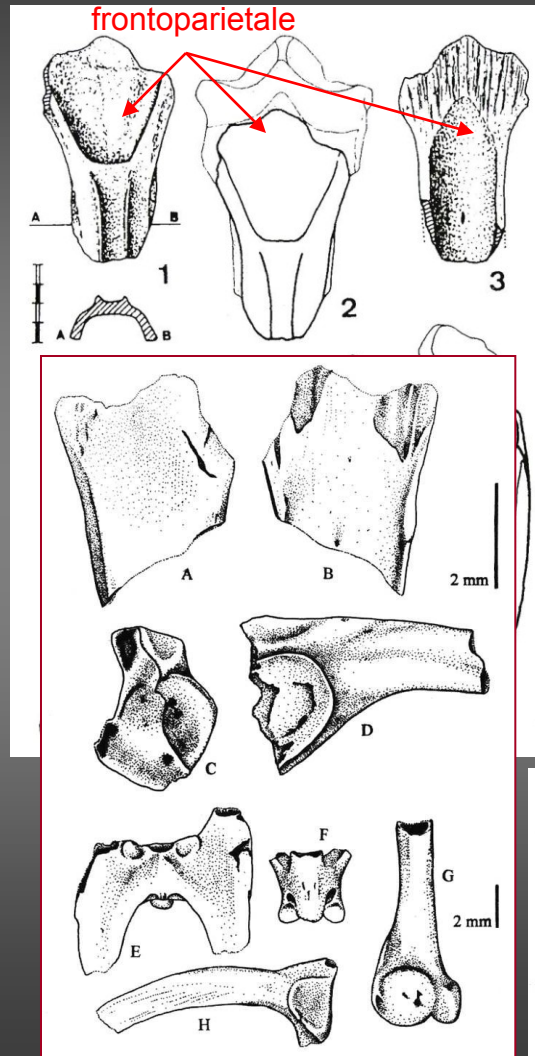
- velké orbity posunuté do přední části lebky
- zuby jak na praemaxillare, tak maxillare
- jediné frontoparietale;
- parasphenoid dýkovitého tvaru s absencí laterálních křídel
- procélní obratle
- dva zadní obratle tvoří sacrum
- sacrum s rozšířenými diapofýzami
- dva kotyly spojující se s urostylem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



Rod: *Pliobatrachus* Fejérváry,
1917

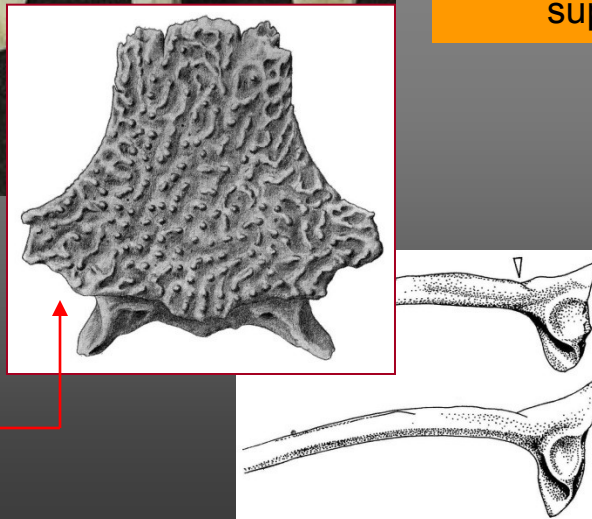
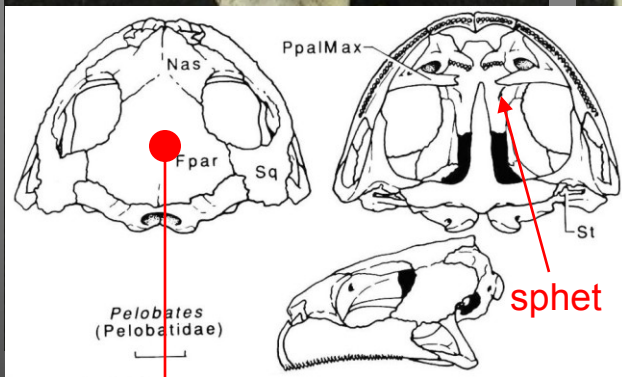
- frontoparietale s dorzálním žlábkem tvaru velkého písmene „U“ ve střední části kosti
- rostrální konec frontoparietale vybíhá ve tři výběžky
- zuby jak na praemaxillare, tak na maxillare, počet zubů redukovaný
- zuby nejsou pleurodontní, ale vyskytují se jako kostěné výrůstky střídající se s alveolami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

Pliobatrachus langhae Fejérváry, 1917



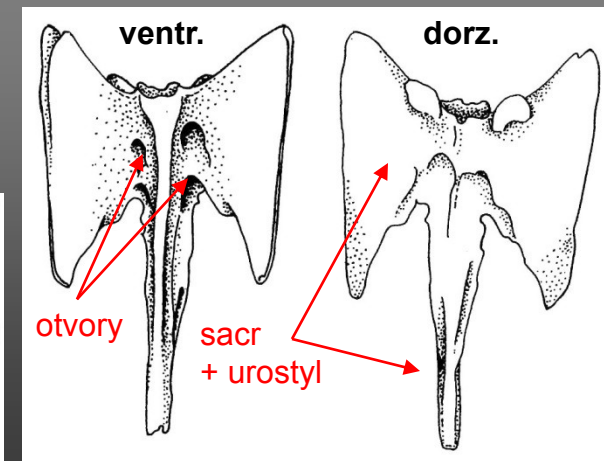
Rod: *Pelobates* Fejérváry, 1917

- 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 apofýzy silně rozšířené, obvykle ventrálně perforované



Čeľad': Pelobatidae Bonaparte, 1850 (blatnicovití)

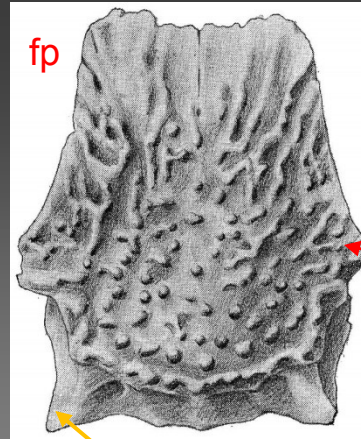
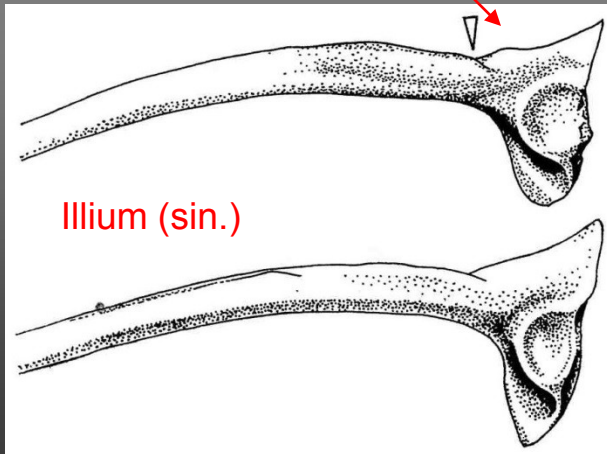
- 8 presakrálních obratlů, imbrikátní uspořádání neurál. oblouků, procélní absence žeber
- sacrum s velmi široce rozšířenými sakrálními apofýzami
- sacrum pevně spojené s urostylem
- zuby přítomny na praemaxillare a maxillare
- ilium s absencí dorzálního hřebínku (vexillum), dorzální výběžek (tuber superior)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



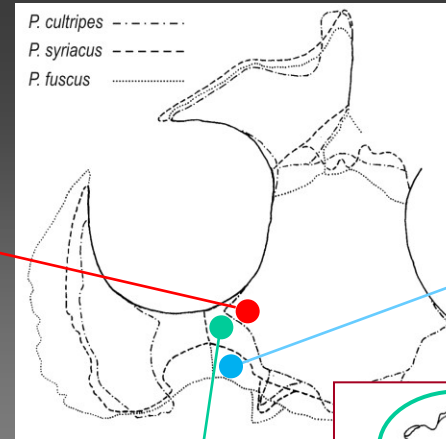
Pelobates fuscus (Laurenti, 1768)
(blatnice skvrnitá)

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

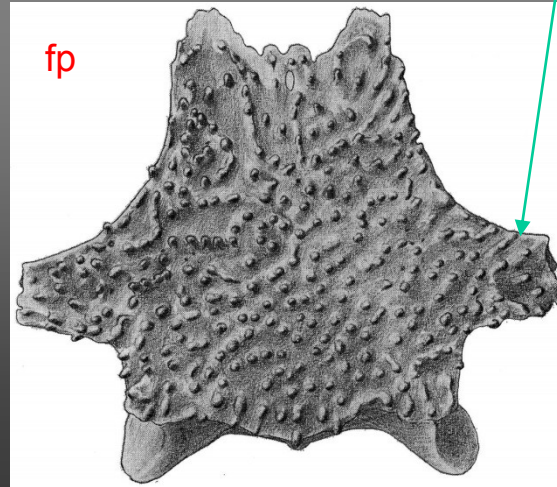
- kost ilium má nepatrný dorzální výčnělek (tuber superior), jenž u *Pelobates syriacus* chybí



paraoccipitální výběžek

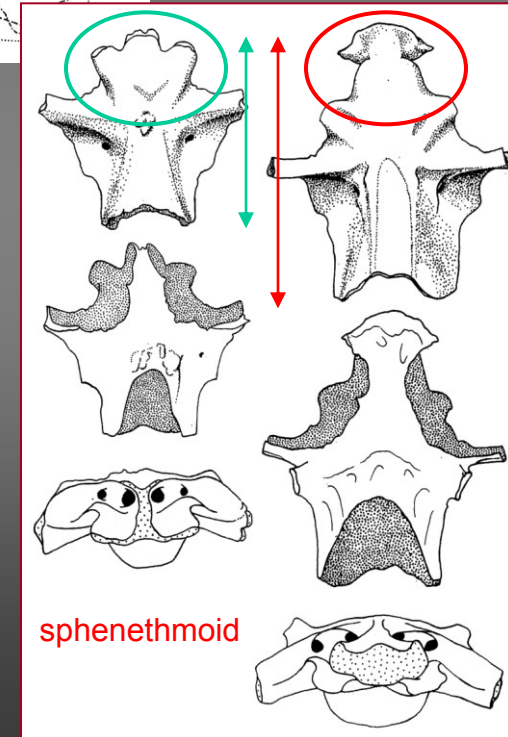


Pelobates syriacus (Laurenti, 1768)
(blatnice syrská)



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

Pelobates cultripes
(blatnice západní)





Pelobates fuscus (blatnice skvrnitá)



Bufotes viridis (ropucha zelená)



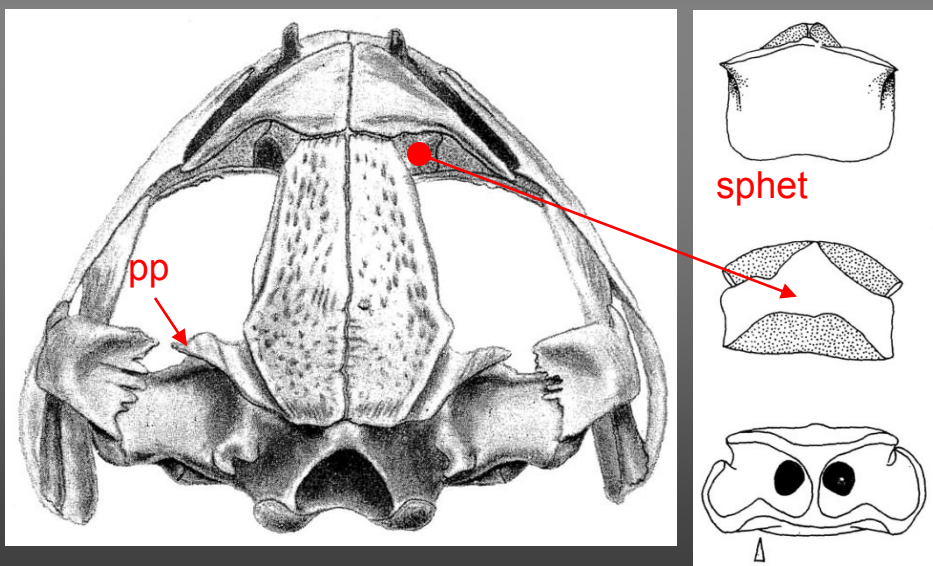
Epidalea calamita (ropucha krátkonohá)



Bufo bufo (ropucha obecná)

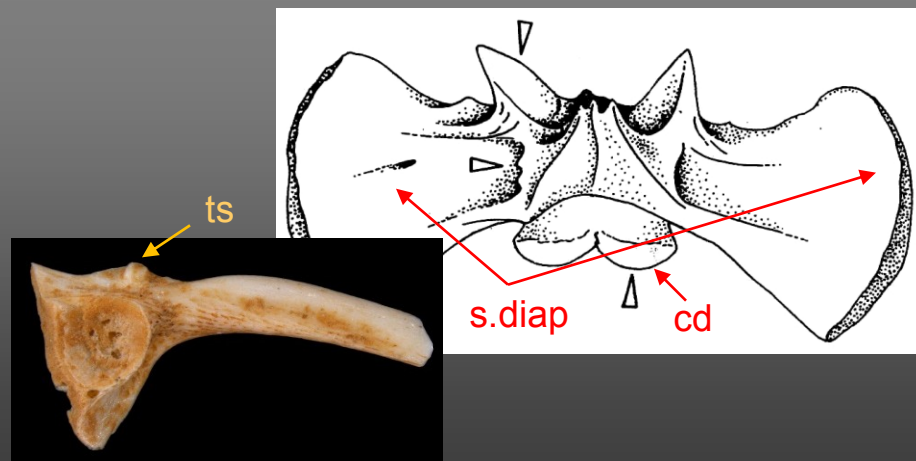
Rod: *Bufo* Laurenti, 1768 (ropucha)

- 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



Čeď: Bufonidae Gray, 1825 (ropuchovití)

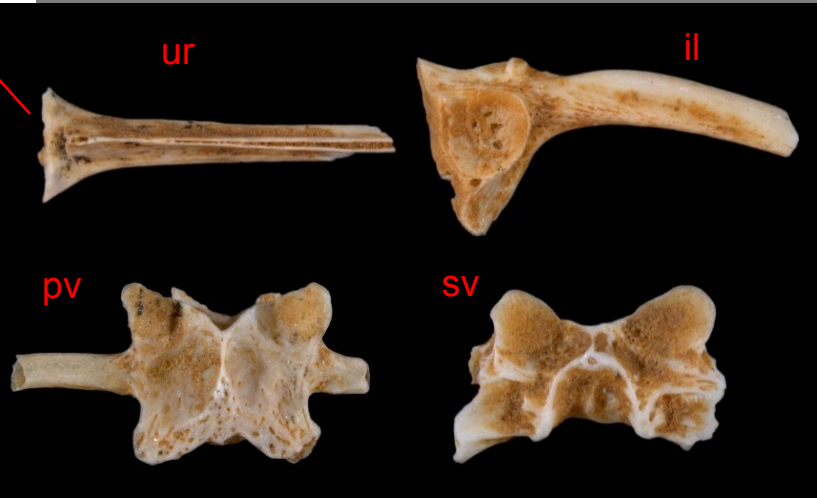
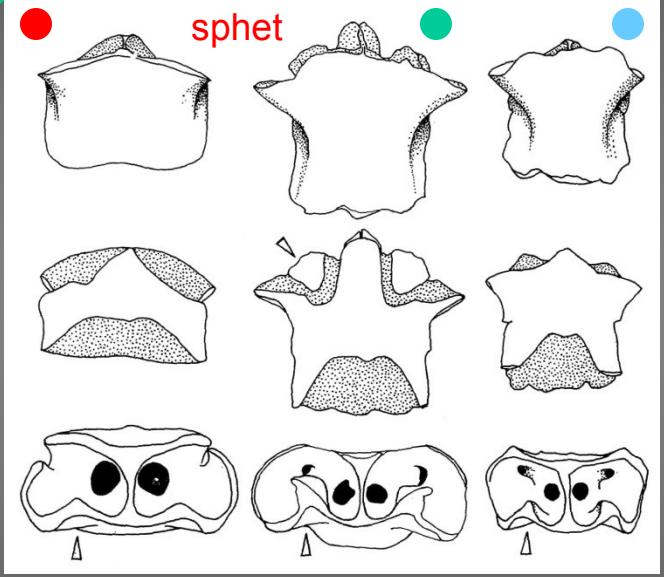
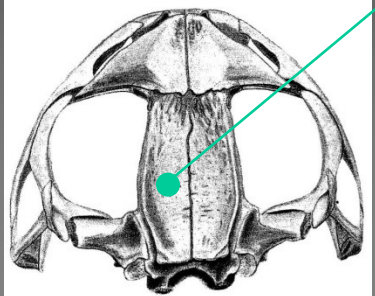
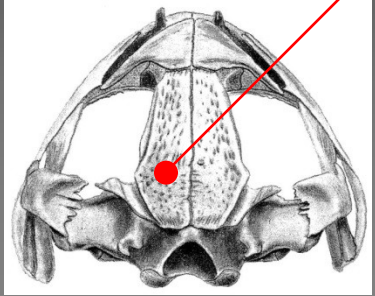
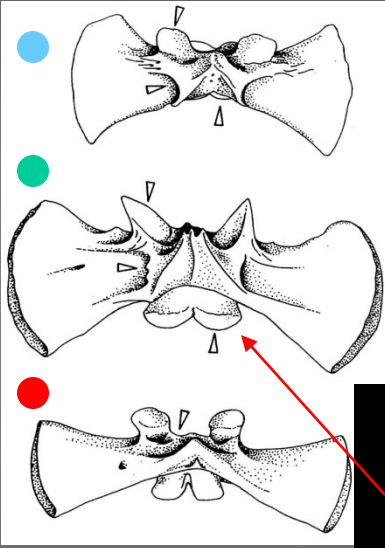
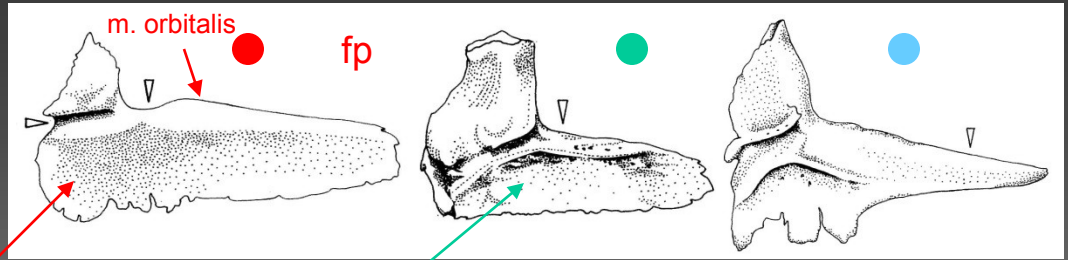
- 8 presakrálních procélních obratlů (některé druhy - spojení více obratlů)
- žebra chybí
- křížový obratel s rozšířenými sakrálními diapofýzami (ne extrémně), většinou není srostlý s urostylem
- zuby jen na praemaxillare a maxillare
- ilium - obvykle chybí dorzální hřebínek (vexillum), dorzální výběžek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



Bufo bufo (Linnaeus, 1758) (r. obecná)

Bufotes viridis Laurenti, 1768 (r. zelená)

Epidalea calamita Laurenti, 1768
(ropucha krátkonohá)



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



Rana temporaria (skokan hnědý)

Rana arvalis (skokan ostronosý)

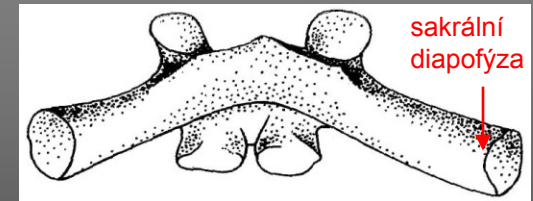
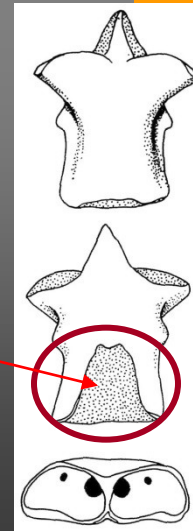
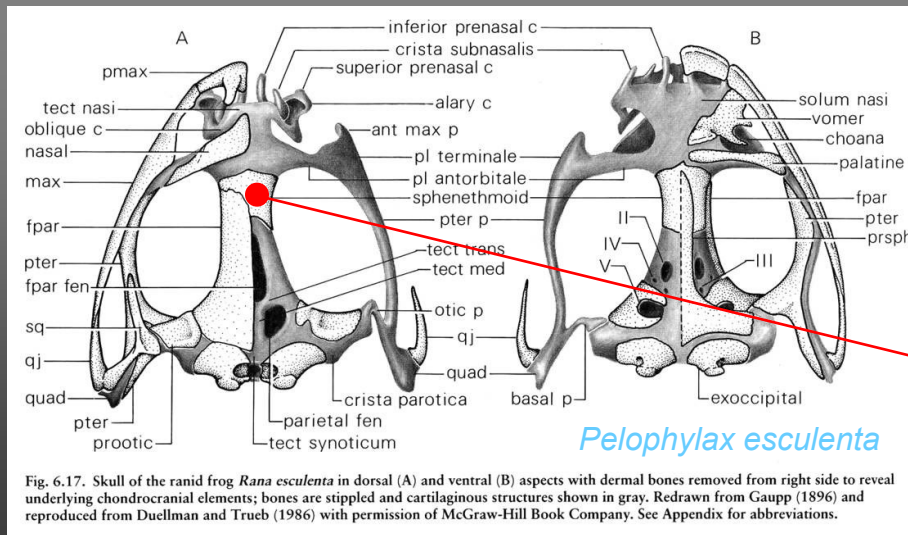


Rod: *Rana* Linnaeus, 1758 (ropucha)

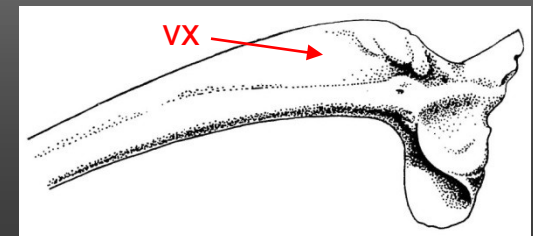
- frontoparietalia nespojená, s výraznými prootikálními výběžky, menšími než u rodu *Bufo*
- sphenethmoid delší než širší, na jeho dorzálním povrchu zasahuje asi do 1/2 délky deprese tvaru úzkého „U“
- ilium s dobře vyvinutým dorzálním hřebínkem (vexillum) (kromě *Rana temporaria*) a prodlouženým zploštělým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

Čeleď: Ranidae Gray, 1825 (ropuchovití)

- 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



R. dalmatina

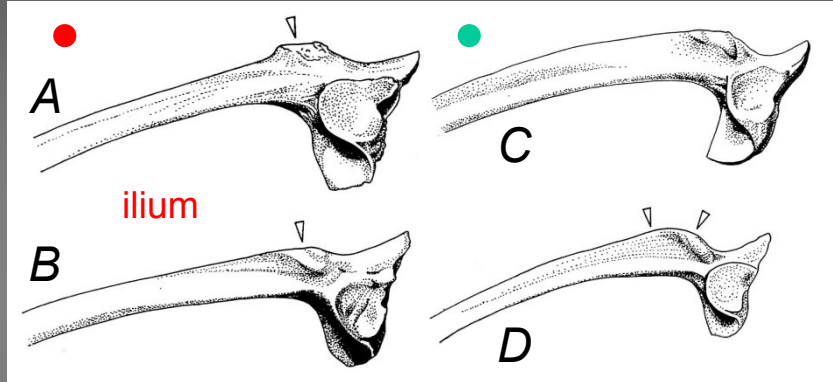


Rana arvalis

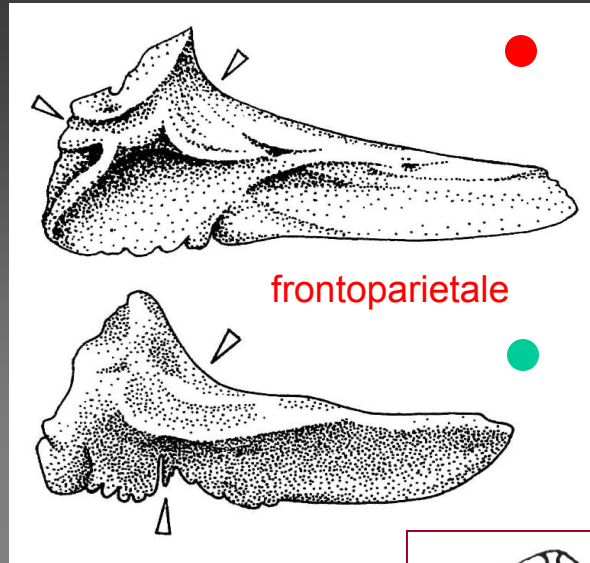
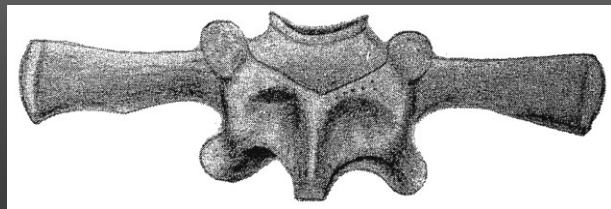
R. arvalis

Rana temporaria (Linnaeus, 1758) (skokan hnědý)

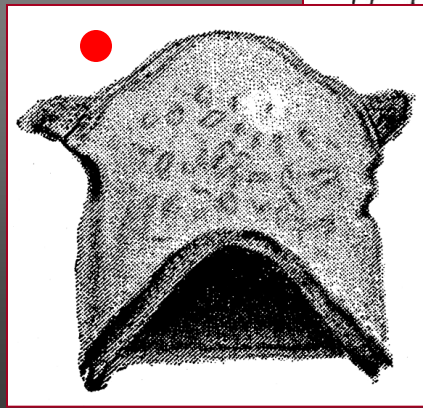
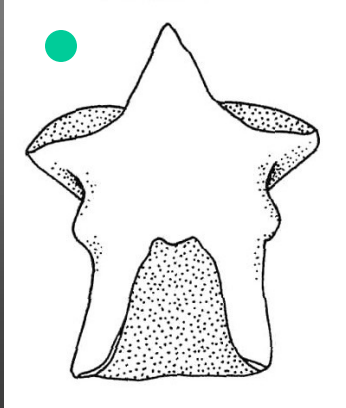
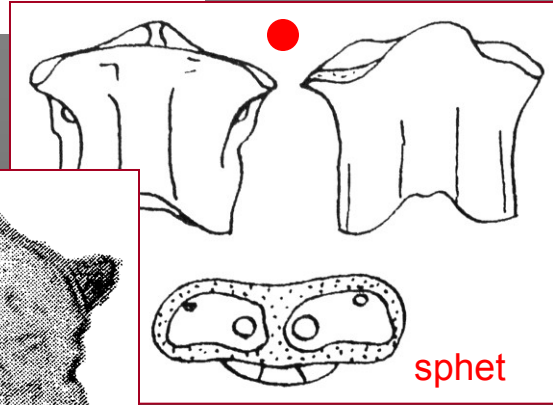
Rana arvalis Nilson, 1842 (skokan ostronosý)



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).

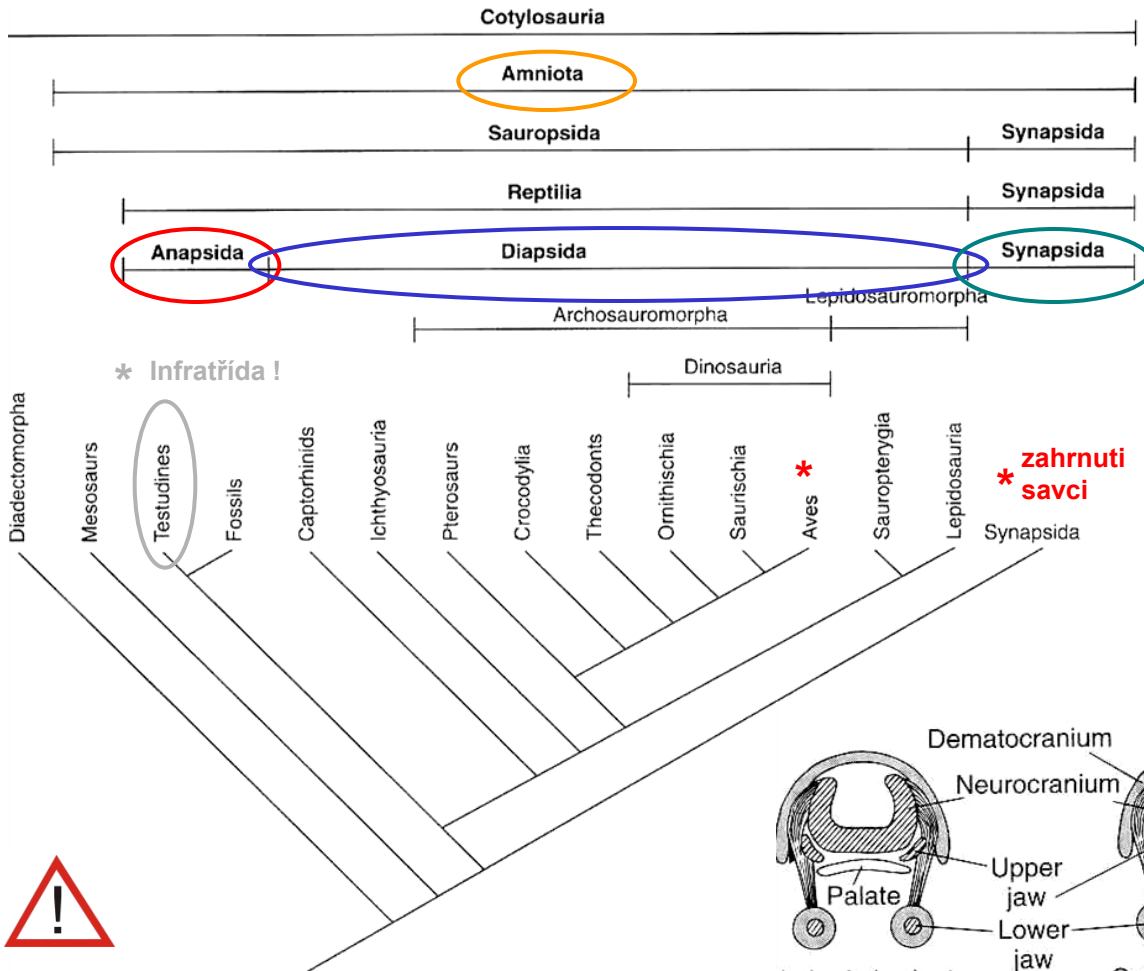


Frontoparietale recetního zástupce *Rana temporaria* a *Rana arvalis*. Strana dorzální (Böhme 1977).



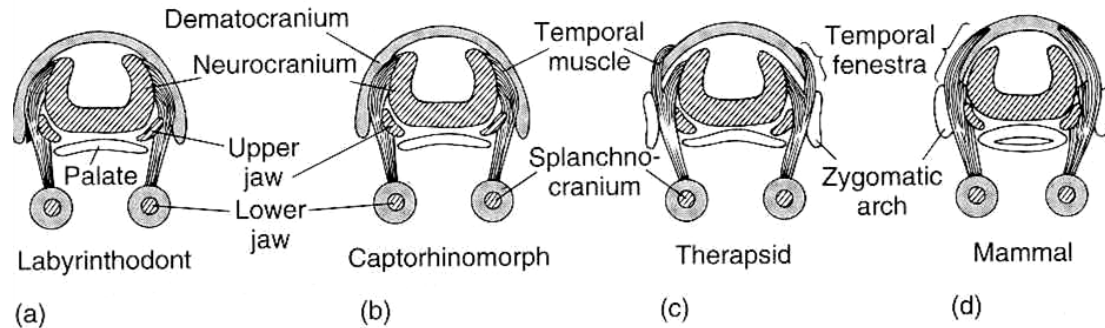
Podtřída: Amniota (sv. C - R) ⚠

Suchozemští obratlovci, vajíčka - kryta obaly (vnitřní amnion, chorion, vnější allantois) - mohou být kladena na souši. Zárodečné 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

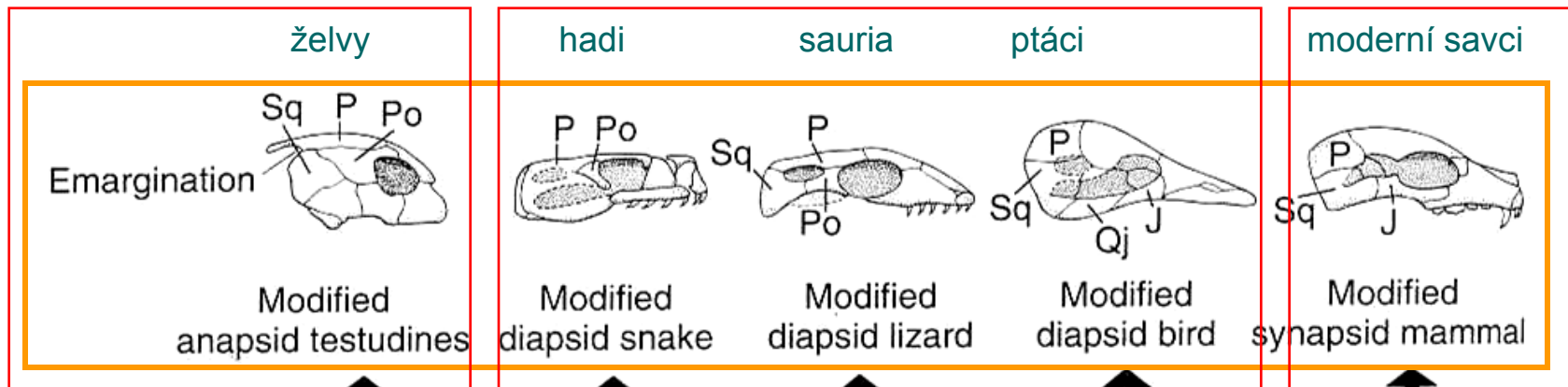
Porcování kořisti – větší nároky na čelistní svaly. Limitující faktor- prostor mezi endokraniem a dermálním krytem v temporální oblasti lebky. Na místech styku tří kostí - otvory (v místě švů) = **spánkové jámy**. ⚠



Infratřídý amniot (vyznačeny oválnými značkami)

Modif. diapsidní typ

modif. synapsidní typ



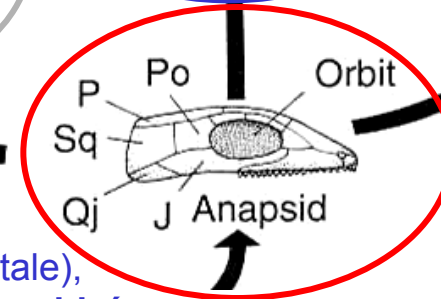
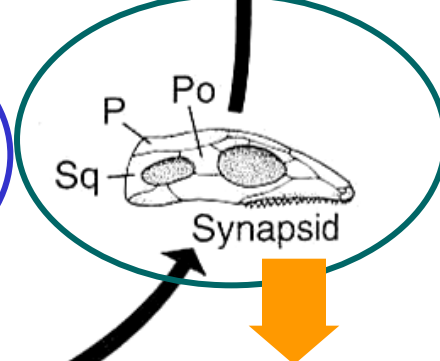
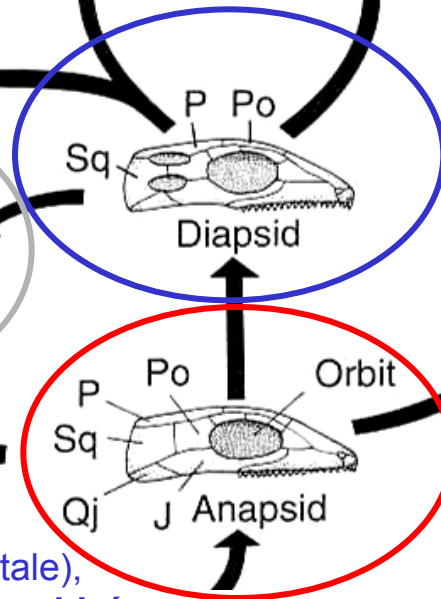
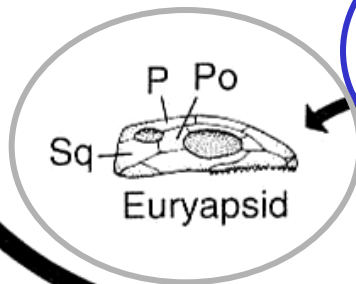
??

● „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**.



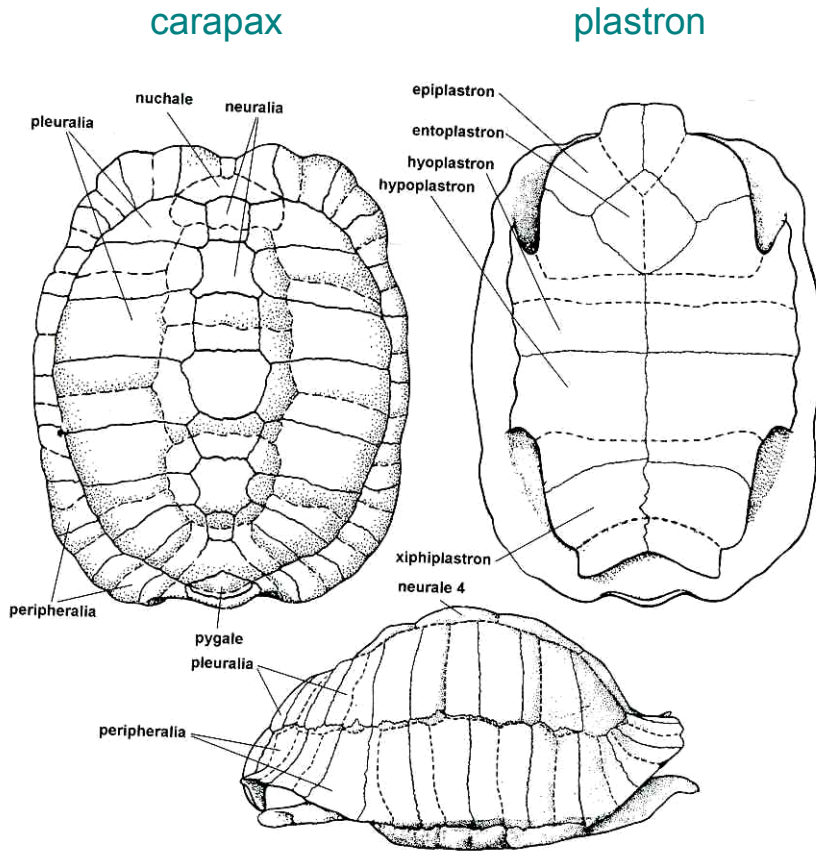
od C do recentu – minimum změn



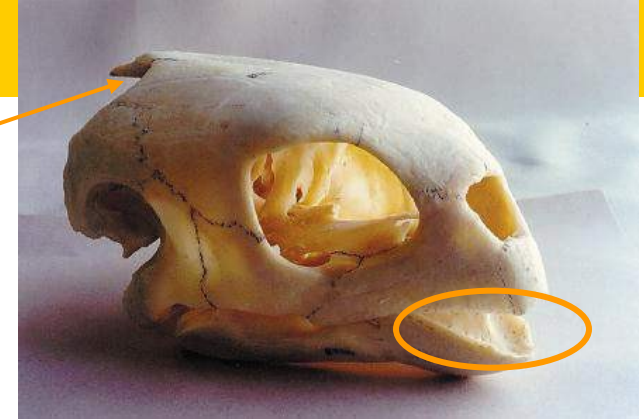
Infratrřída: Testudinata (želvy) (sv. T - R) ⚠

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

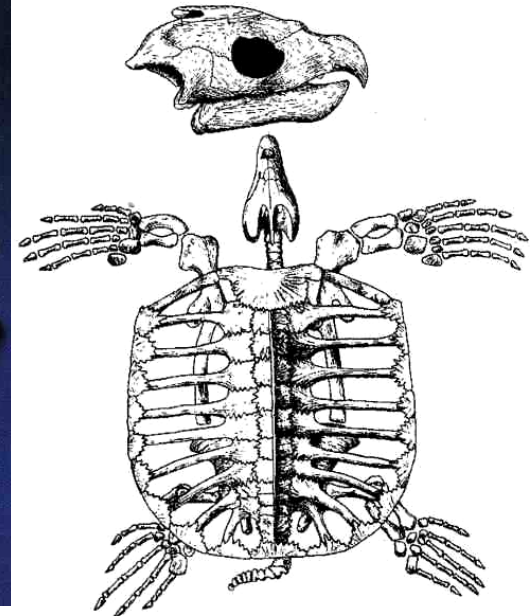
Rod: *Testudo*, oligocén - R) ⚠



spánkový zářez



Trionyx (miocén, Německo)



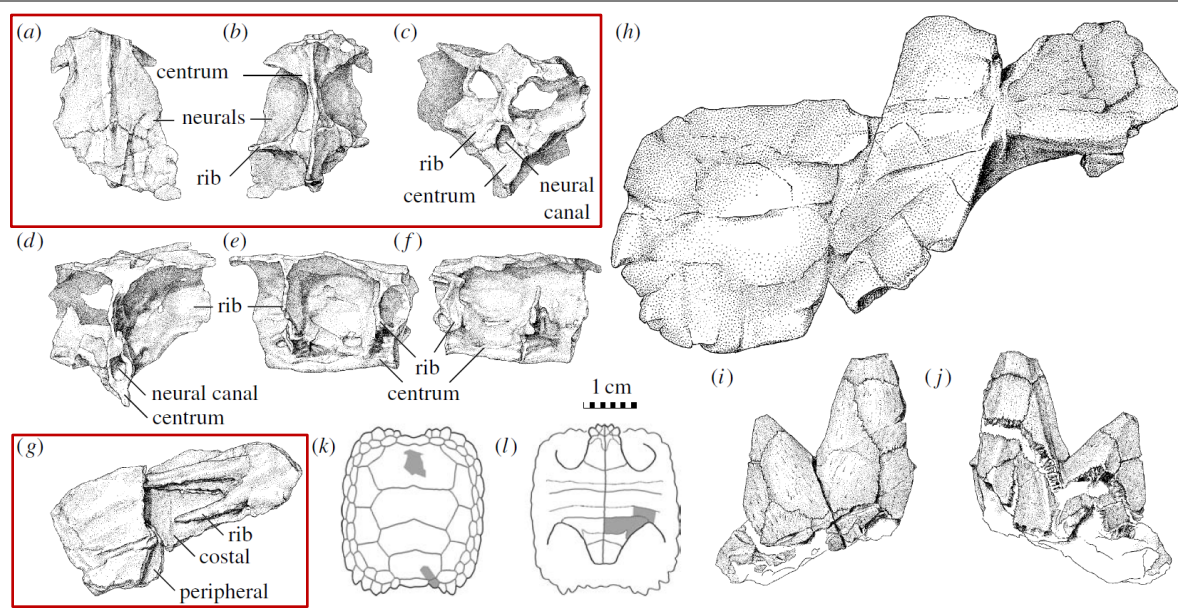
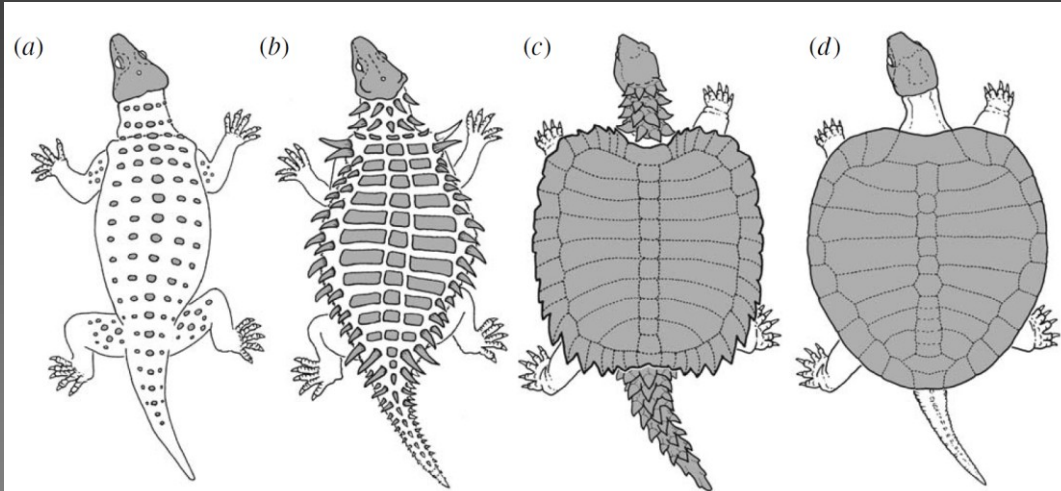
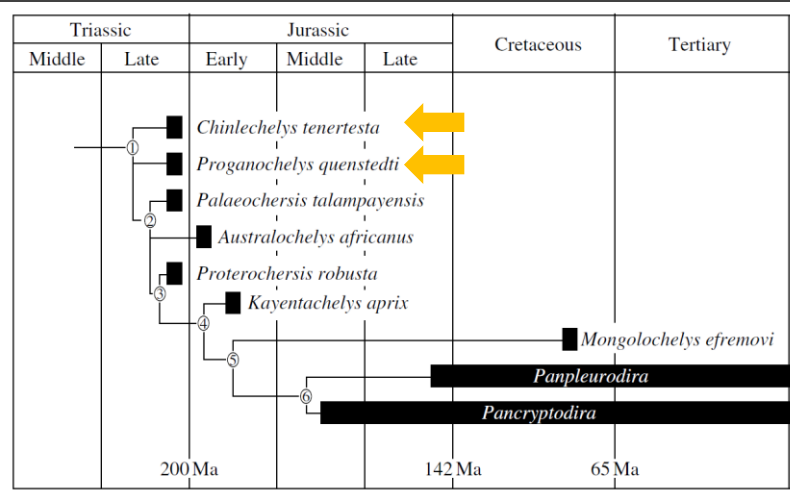
Archelon (sv. Kř, USA)

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

Původ želvího krunýře (Joyce et al. 2008)

hypotetiční předci

Kayentachelys aprix



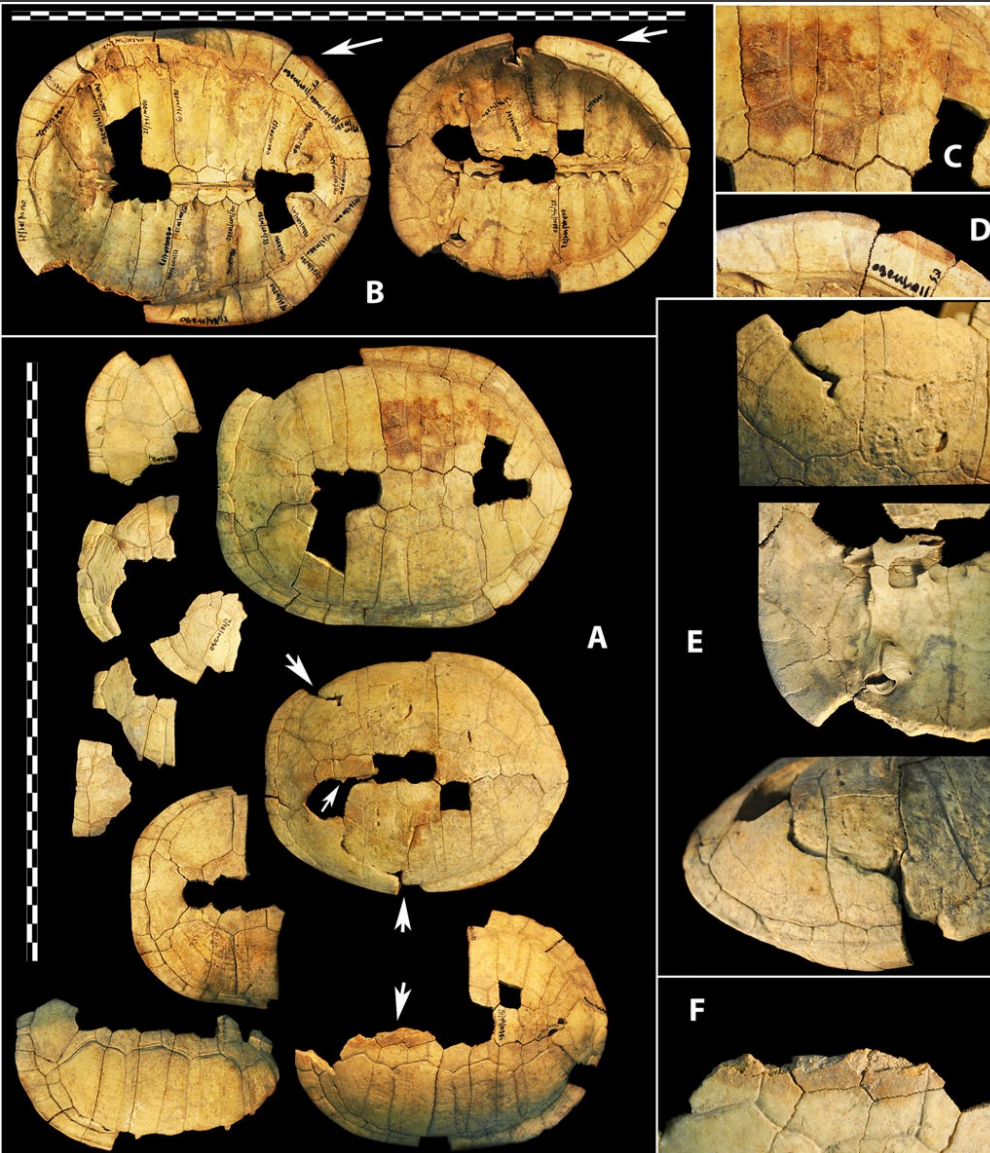
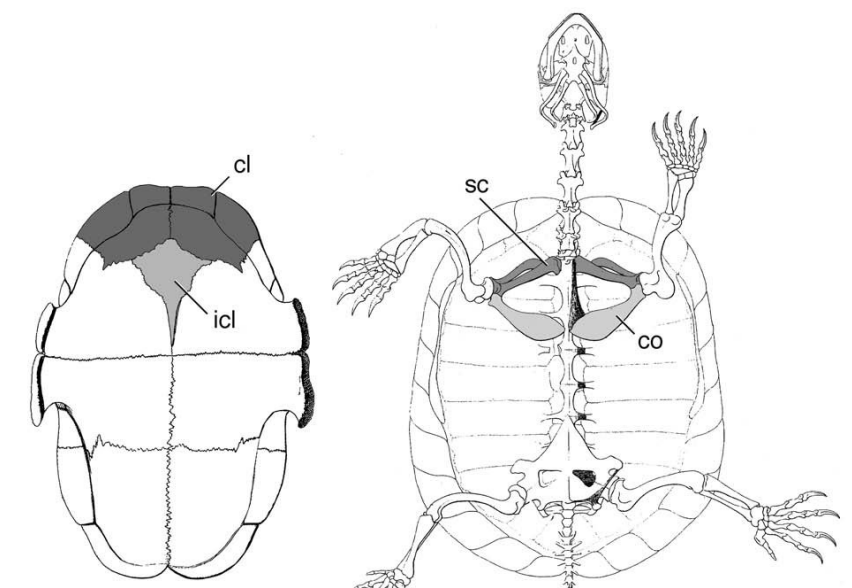
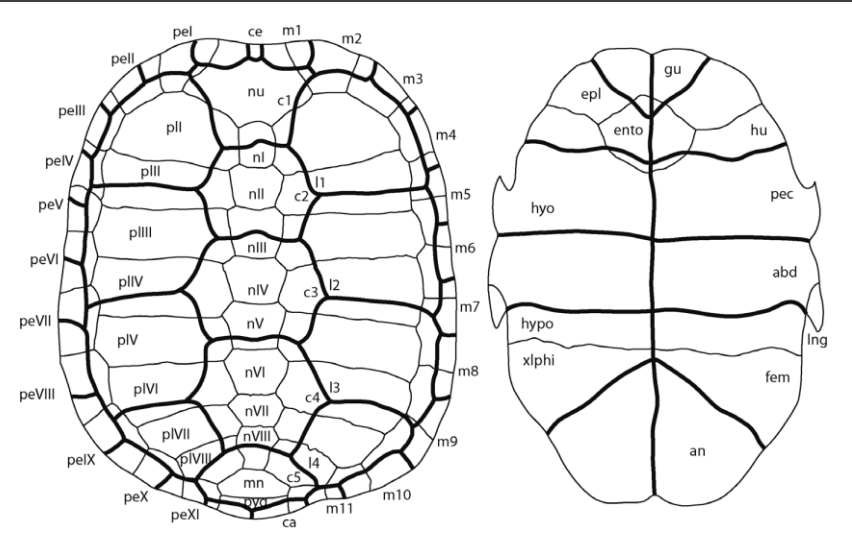
Proganochelys quenstedti

Chinlechelys tenertesta, svrchní trias, Nové Mexiko. Střední část karapaxu. Endoskeletální žebra se vyvíjela odděleně od vznikajícího dermálního štítu (Joyce et al. 2008).



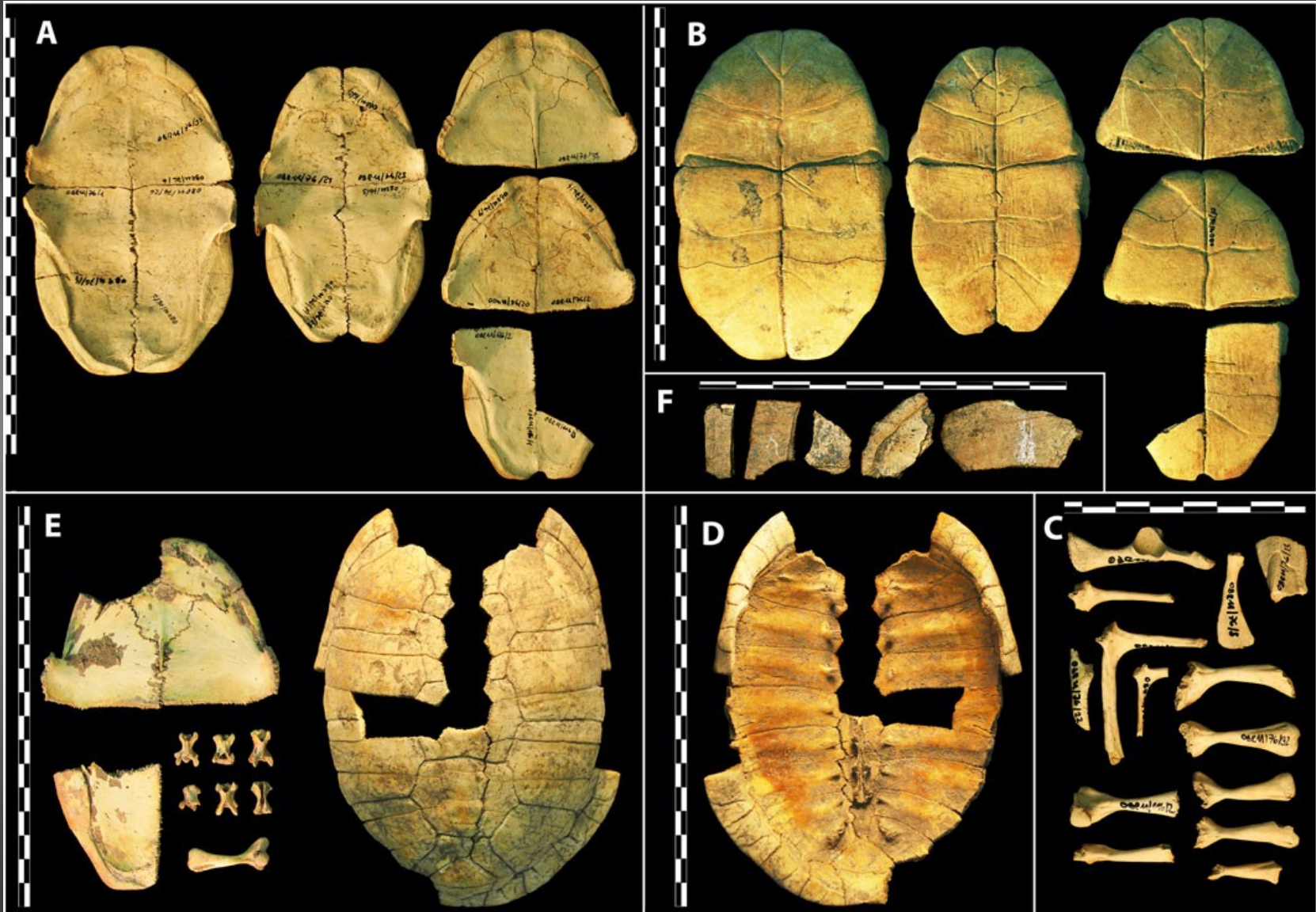
Emys orbiculata (želva bahenní)

Emys orbicularis (Linnaeus, 1758) (želva bahenní)



Emys orbicularis z lokality Obříství (Čechy), pozdní doba bronzová nebo halštát (Kyselý et al. 2016).

Emys orbicularis (Linnaeus, 1758) (želva bahenní)



Infratřída: Diapsida (sv. C - R) ⚠

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

Nadřád: Lepidosauromorpha (sv. P - R)

Nejstarší - rod *Paliguana* (sp. T)

Oddělení: Lepidosauria (sp. T - R)

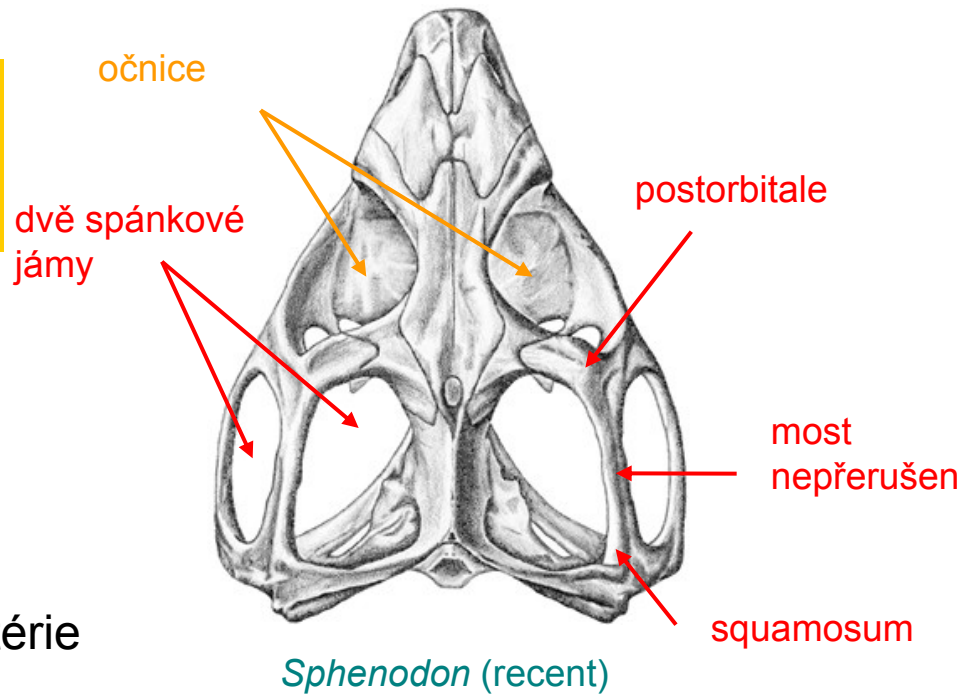
Nejstarší - rod *Sophineta* (sp. T)

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

Řád: Squamata (? sp. J; stř. J - 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) (sp. Kř - R) -

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



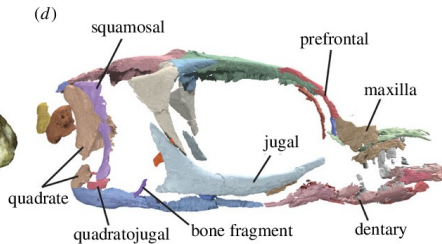
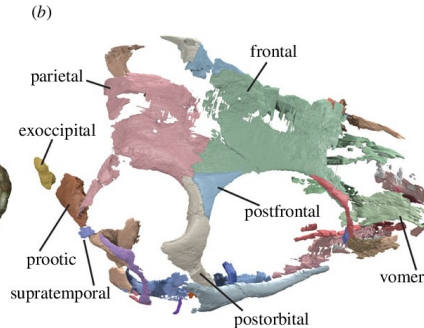
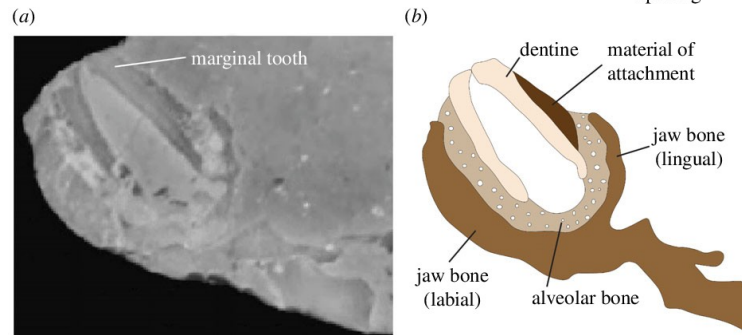
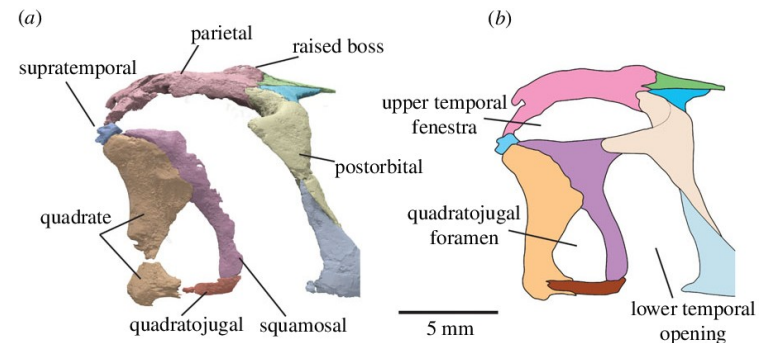
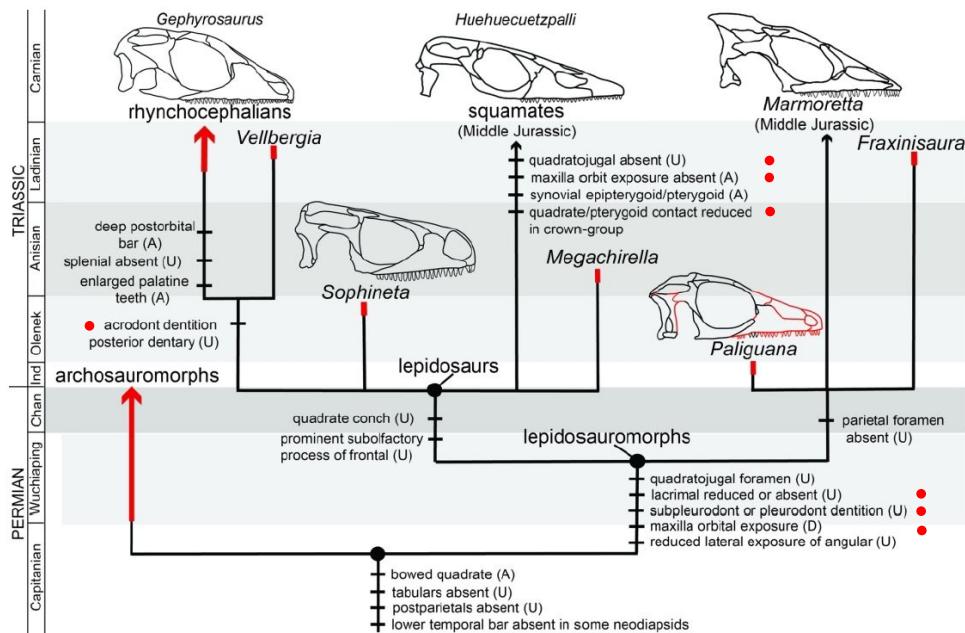
Sphenodon (recent)



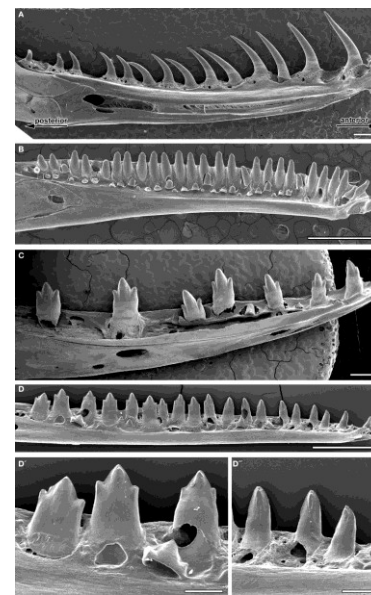
Paliguana (sp. T, již. Afrika)



Blanus sp. (recent)



(sub-) pleurodontní dentice - juvenilní



Python molurus (krajta)

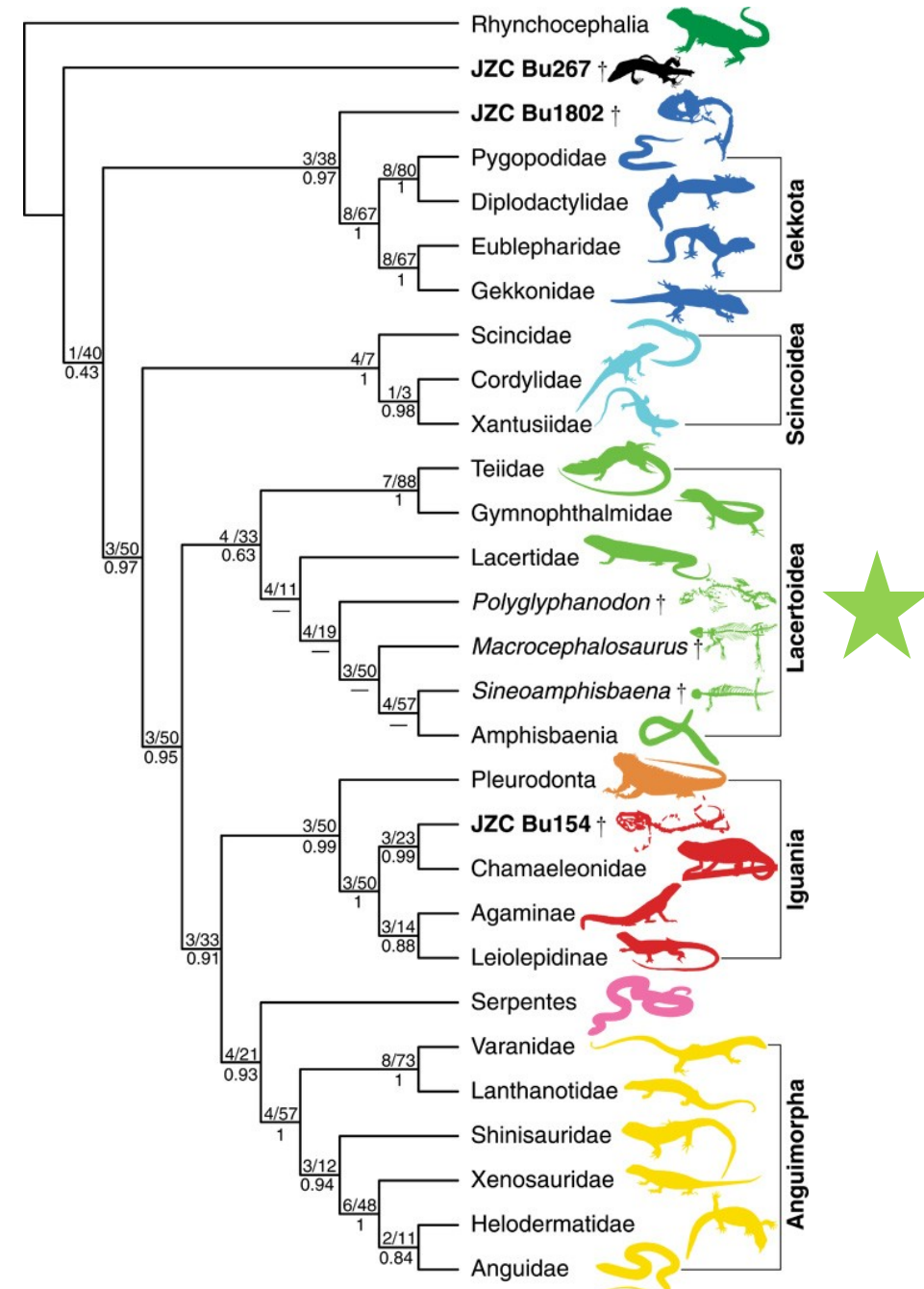
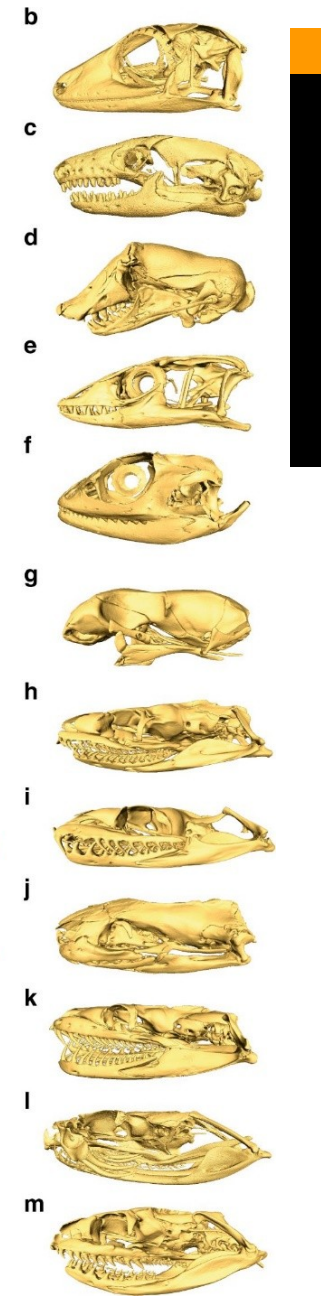
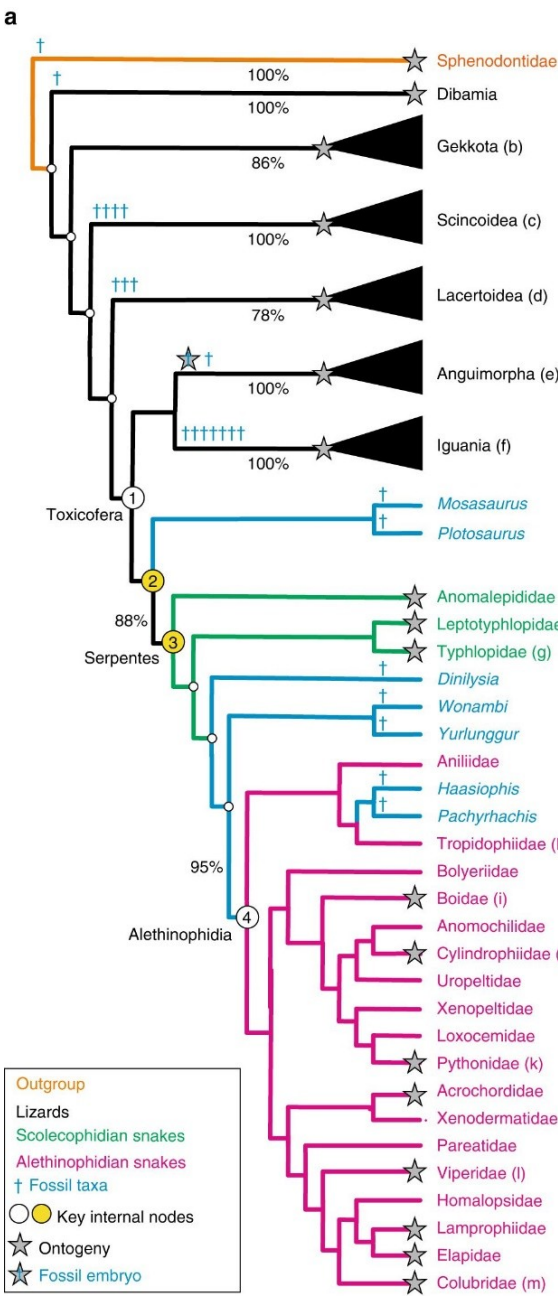
Paroedura picta (gekon)

Varanus niloticus (varan)

Anolis allisoni (anolis)

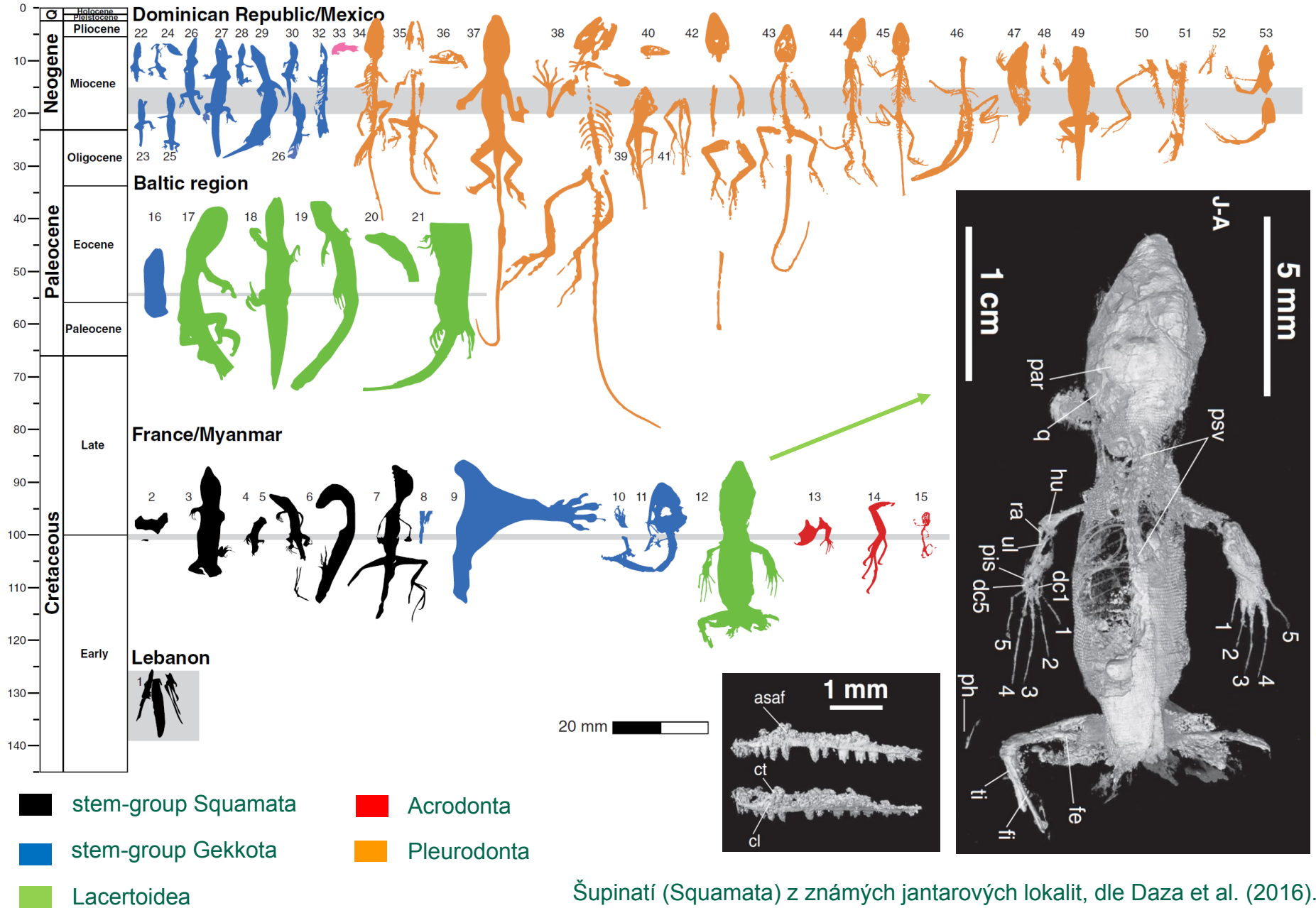
Paliguana whitei ze sp. triasu již. Afriky (podle Ford et al. (2021).

Zahradníček et al. (2014).



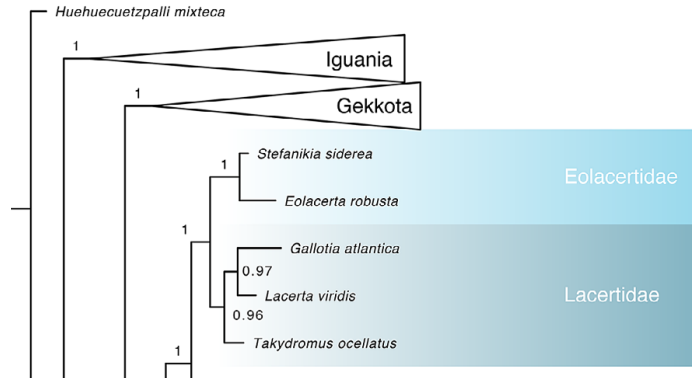
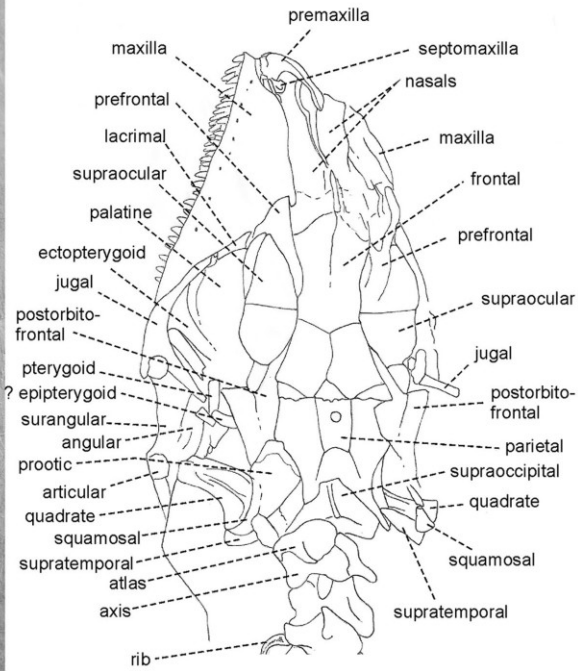
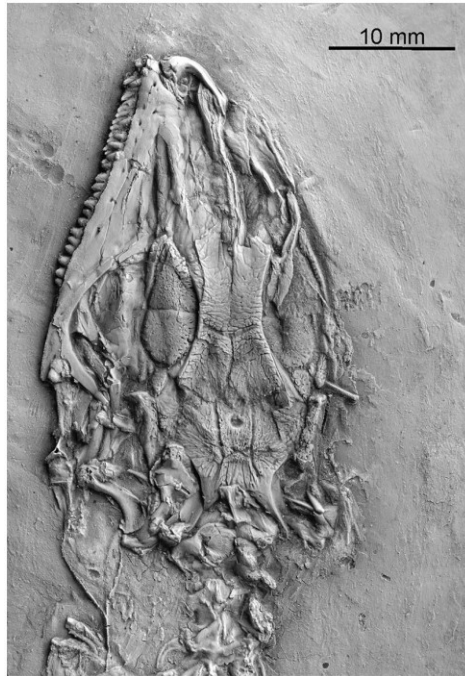
Anolis allisoni (anolis)

Křídloví a paleogenní šupinatí

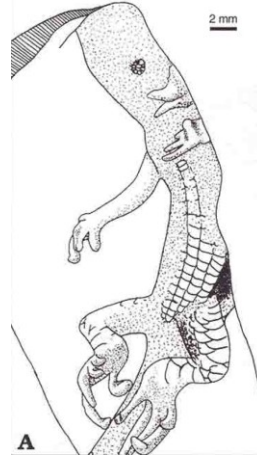
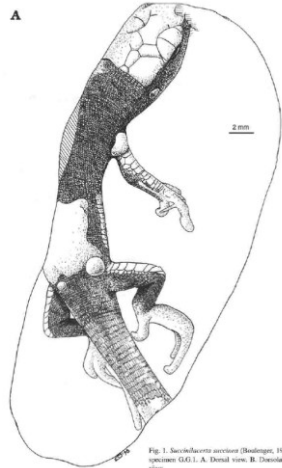
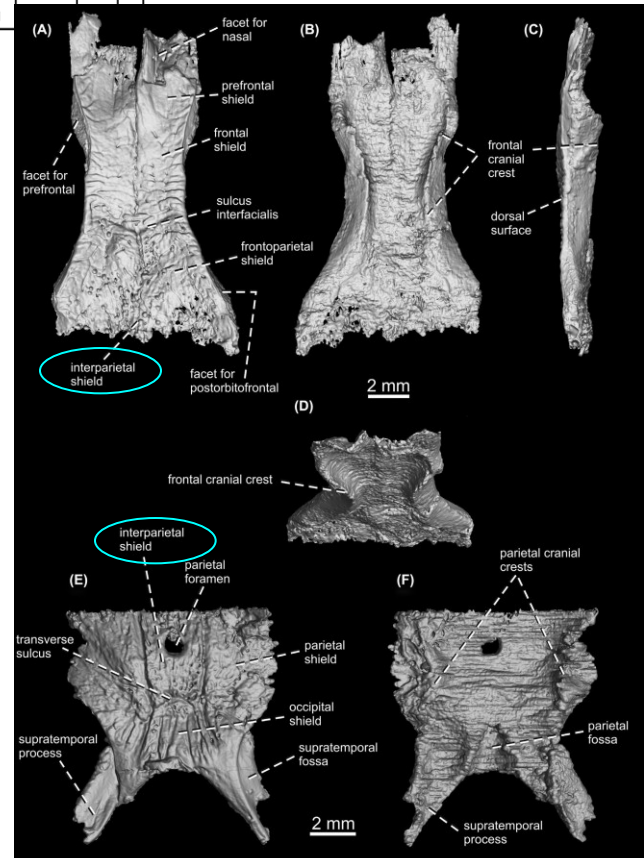


Šupinatí (Squamata) z známých jantarových lokalit, dle Daza et al. (2016).

Křídoví a paleogenní Lacertoidea – předchůdci ještěrkovitých (Lacertidae)

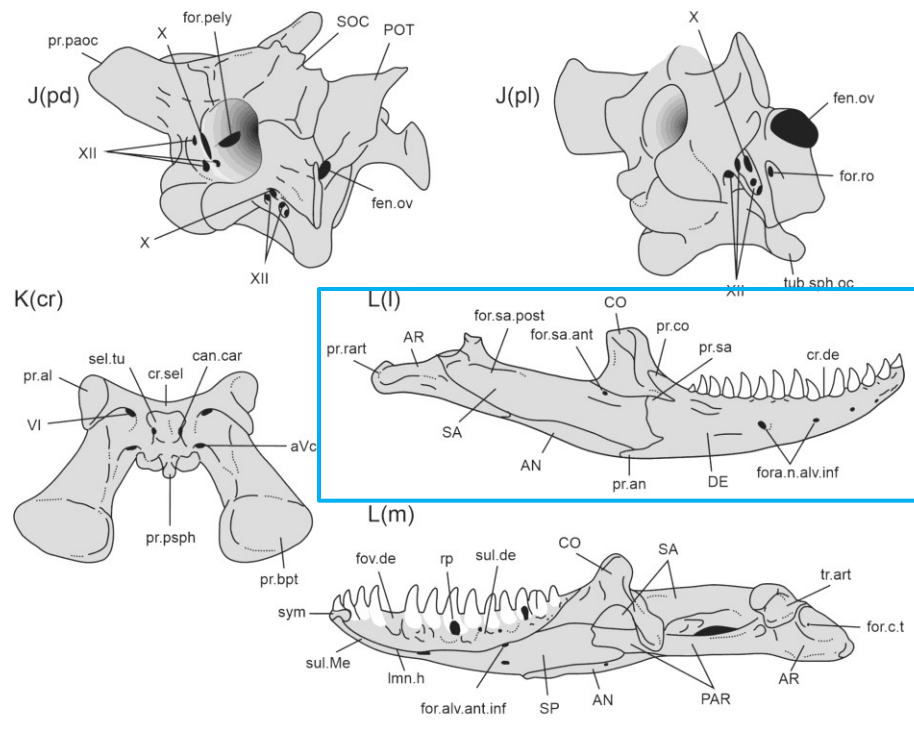
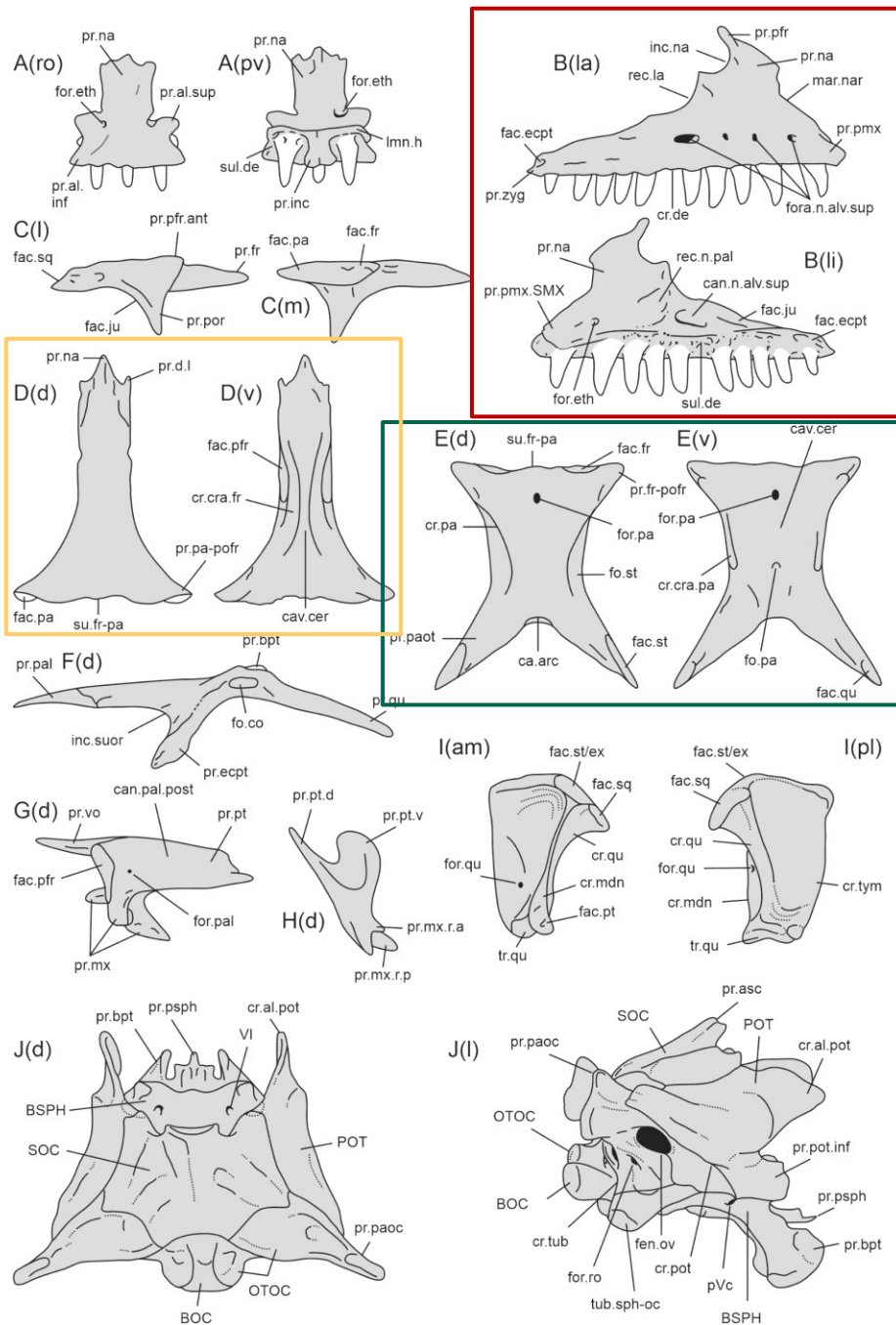


Stefanikia siderea (Eolacertidae), sp. stf. eocén, Messel, Německo (dle Čerňanský, Smith 2017)

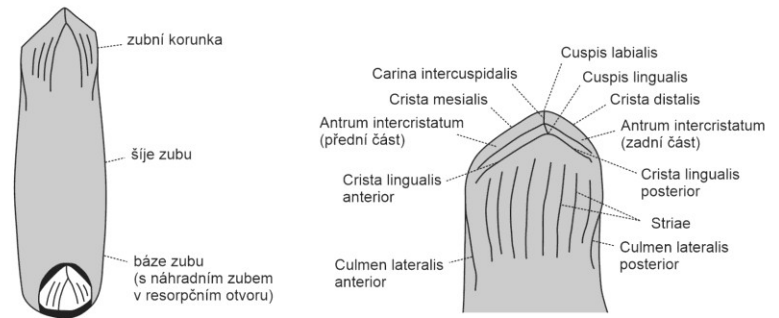


Succinilacerta succinea (Lacertidae) z baltského jantaru, dle Borsuk-Bialynicka et al. 1999).

Lebka ještěřů (Sauria) - terminologie



Terminologie použitá pro popis zubů



Anatomická nomenklatura používaná u ještěřů na příkladu druhu *Shinisaurus crocodilurus* (Ivanov 2010, upraveno dle Conrada 2004).



Lacerta agilis (ještěrka obecná)



Lacerta viridis (ještěrka zelená)



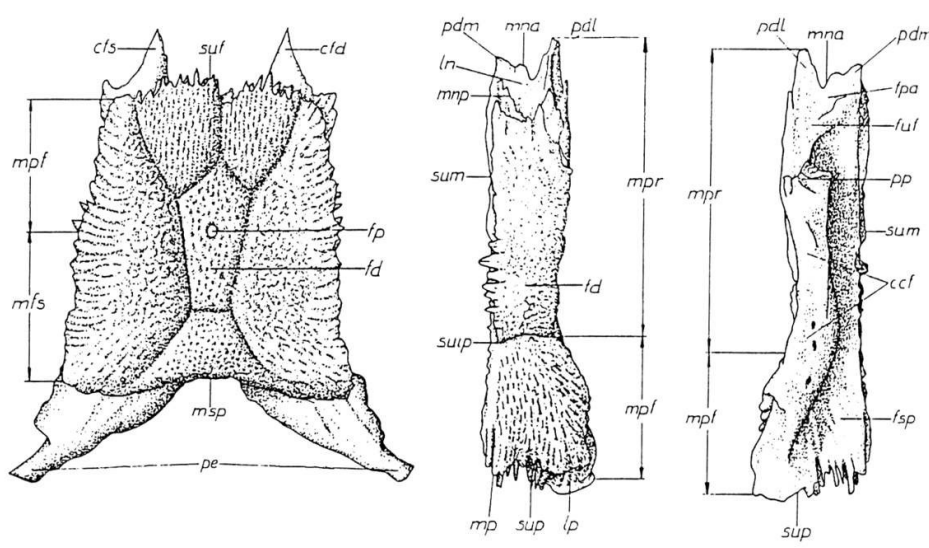
Zootoca vivipara (ještěrka živorodá)



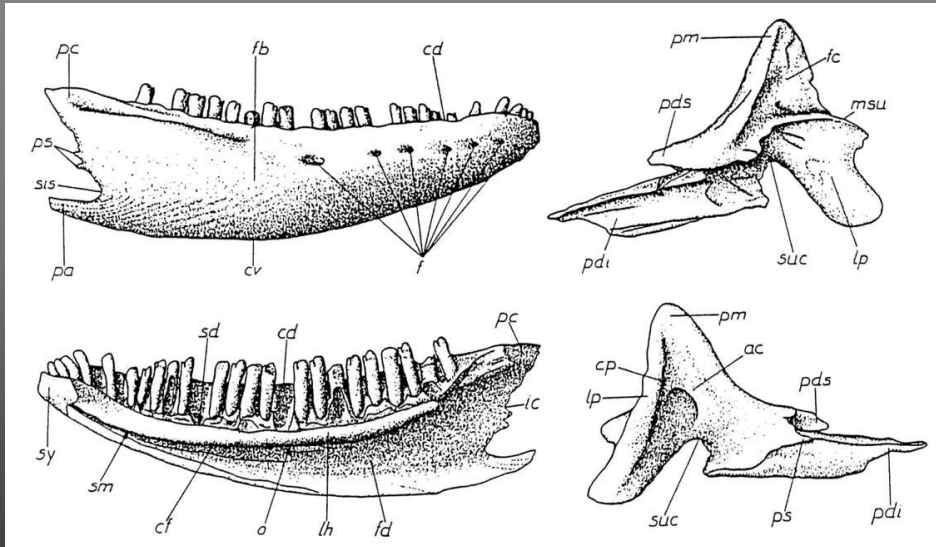
Podarcis siculus (ještěrka italská)

Čeľeď: Lacertidae Bonaparte, 1831

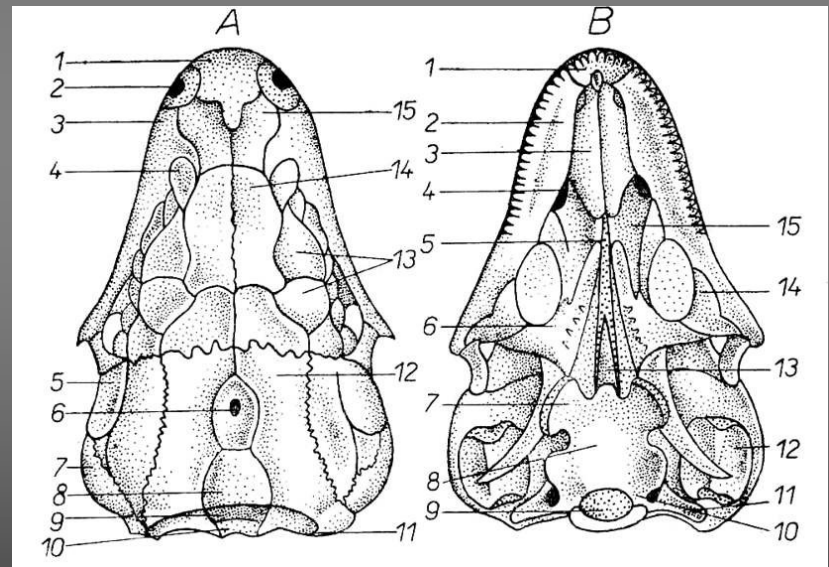
- supratemporální okna částečně nebo zcela vyplněna kostmi postfrontale, jež mohou být spojeny s kostmi postorbitale frontalia ve vzájemném kontaktu
- supratemporale malé nebo spojené s parietale
- coronoid, jenž labiálně překleňuje dentale
- osteodermy, pokud jsou přítomny, jsou omezeny pouze na oblast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



Lacerta viridis (ještěrka zelená) – parietale a frontale dext. (dle Rauscher 1992).



Lacerta viridis (ještěrka zelená) – dentale dext. a *Lacerta agilis* (ještěrka obecná) - coronoid sin. (dle Rauscher 1992).



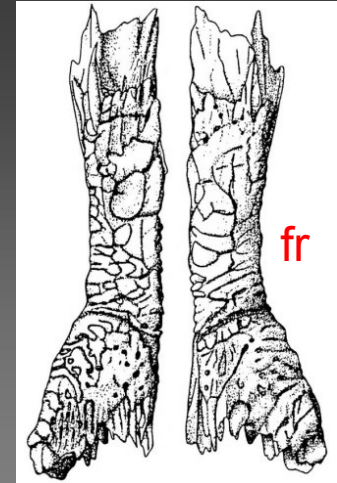
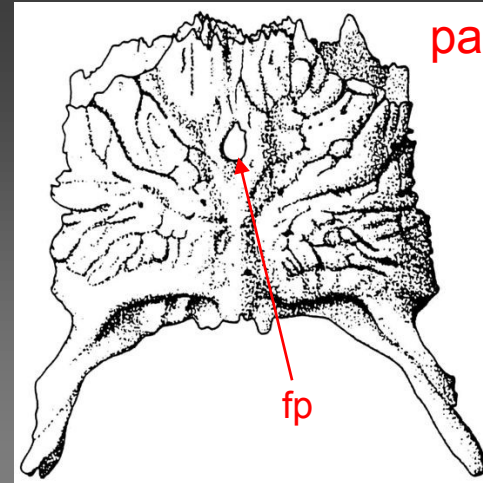
Lebka ještěrky. A: 1, praemaxillare; 3, maxillare; 5, postorbitale; 7, supratemporale; 8, supraoccipitale; 12, parietale; 13, supraorbitale; 14, frontale; 15, nasale. B: 1, praemaxillare; 2, maxillare; 3, vomer; 6, pterygoid; 7, basipterygoid; 8, basisphenoid (Baruš, Oliva et al. 1992)

Rod: *Lacerta* Linnaeus, 1758 (ještěrka)

Rod: *Zootoca* Wagler, 1830 (ještěrka)

Rod: *Podarcis* Wagler, 1830 (ještěrka)

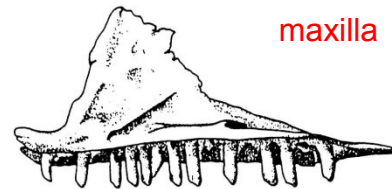
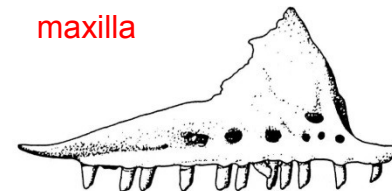
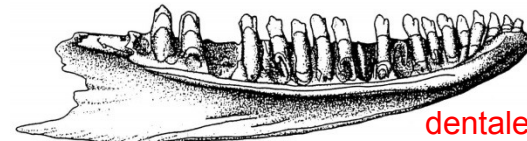
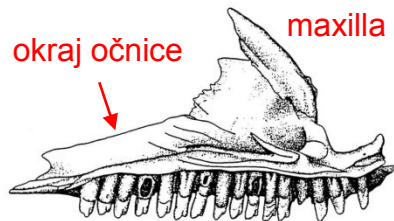
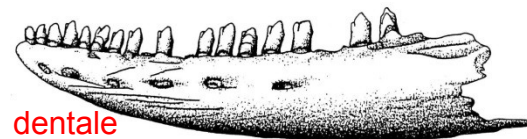
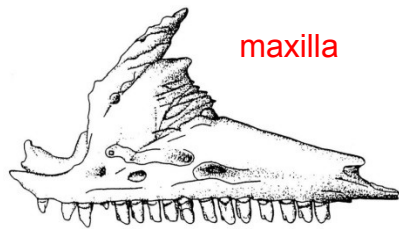
- v posterodorzální části lebky se nachází parietální otvor
- frontalia vždy párová
- postorbitalia a postfrontalia téměř vždy oddělena
- žebra u všech presakrálních obratlů s výjimkou prvních tří
- na ventrální straně obratlového centra trupových obratlů se nachází hemální kýl



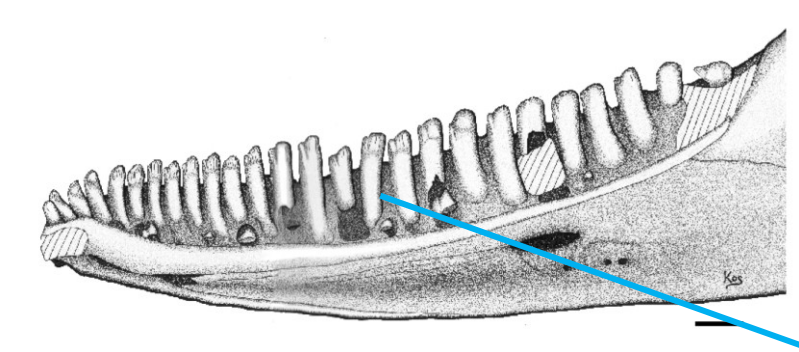
Parietale *Zootoca vivipara* a frontale *Lacerta agilis* z dorzální strany (dle Rauschera 1992)

Lacerta agilis Linnaeus, 1758 (ještěrka obecná)

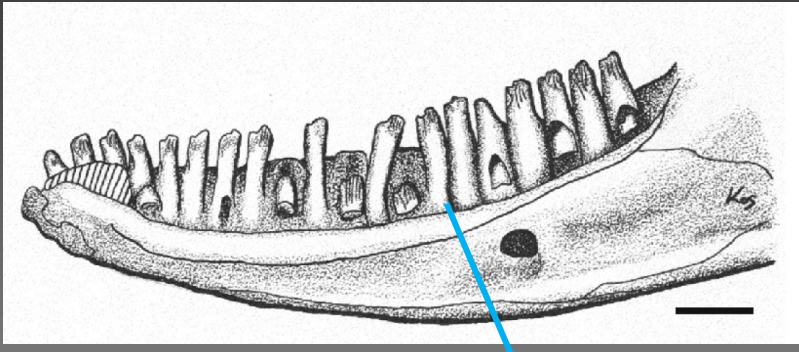
Zootoca vivipara (Jacquin, 1887) (ještěrka živorodá)



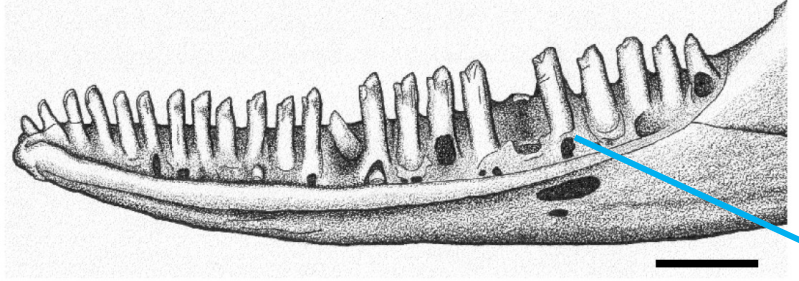
Lacerta viridis Laurenti, 1768 (ještěrka zelená)



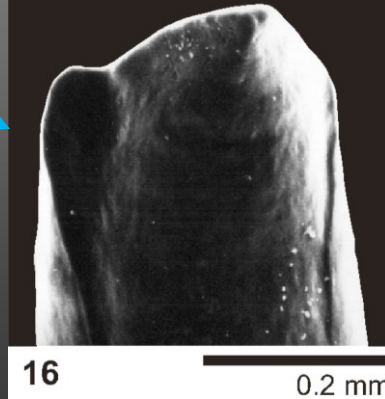
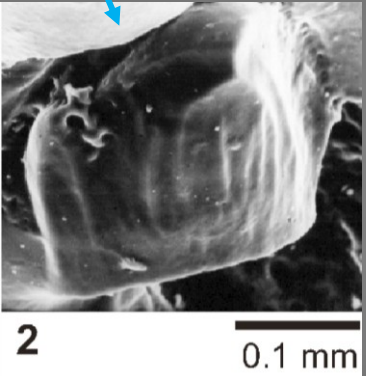
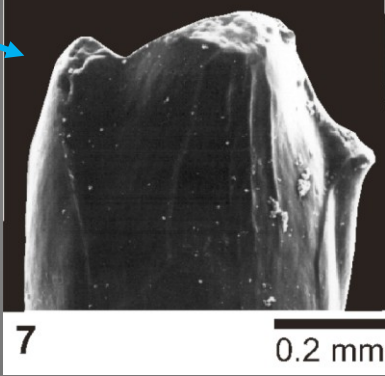
Lacerta agilis Linnaeus, 1758 (ještěrka obecná)



Podarcis siculus (Rafinesque-Schmalz, 1810)
(ještěrka italská)



(dle Kosma 2004)



(dle Kosma 2004)



Pseudopus apodus (blavor žlutý)

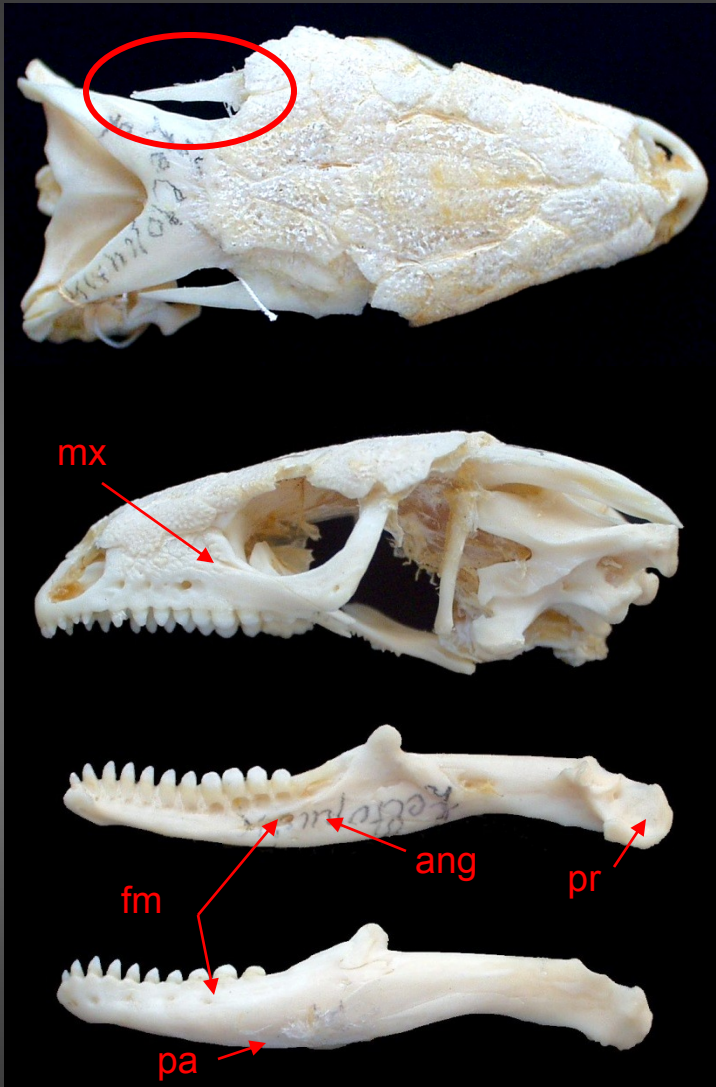


Anguis fragilis (slepýš křehký)

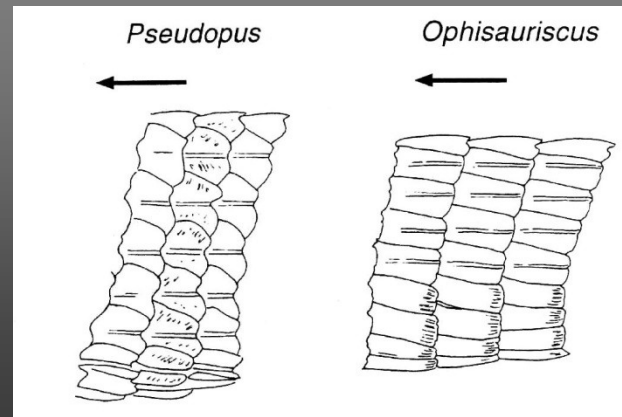
© Miloš Anděra

www.naturfoto.cz

Čeled': Anguidae Gray, 1825

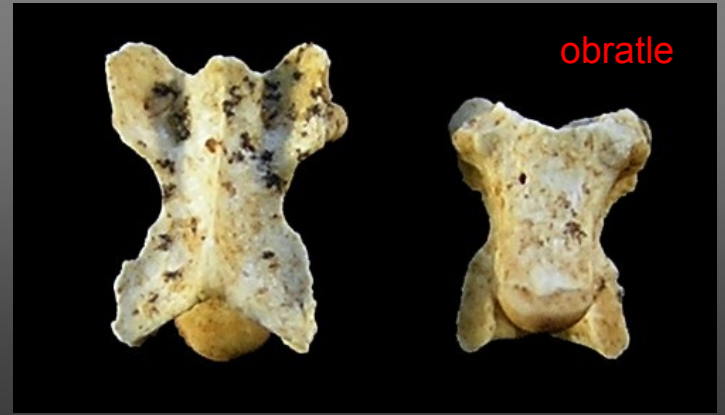
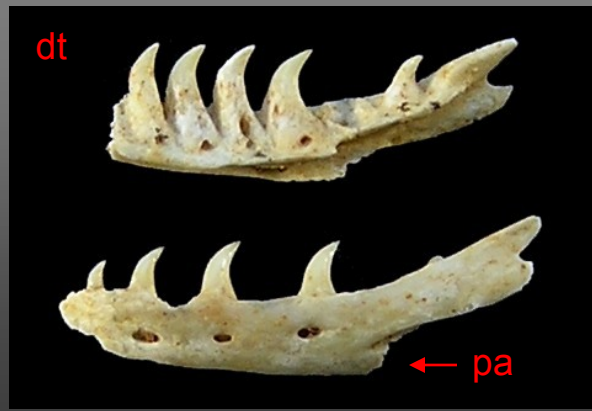
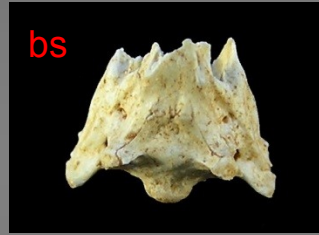
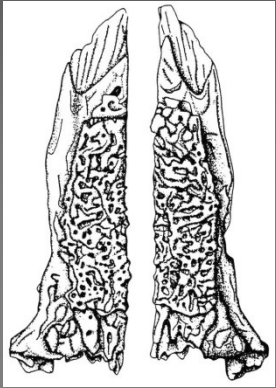


- temporální oblouk i supratemporální okno redukované
- ventrální okraj surangulárního výběžku kosti dentale zapadá do posterodorzál. žlábků laterální strany surangulare
- surangulare sahající k vnitřnímu mentálnímu kanálku dentale
- angulární výběžek dentale je redukovaný
- retroartikulární výběžek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



Rod: *Anguis* Linnaeus, 1758

Anguis fragilis Linnaeus, 1758

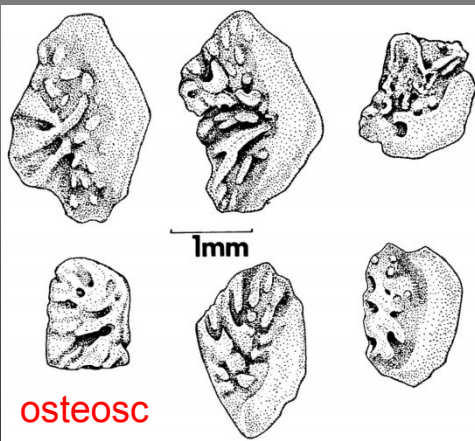
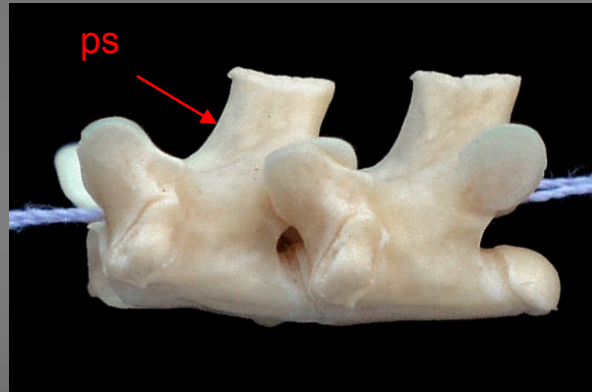
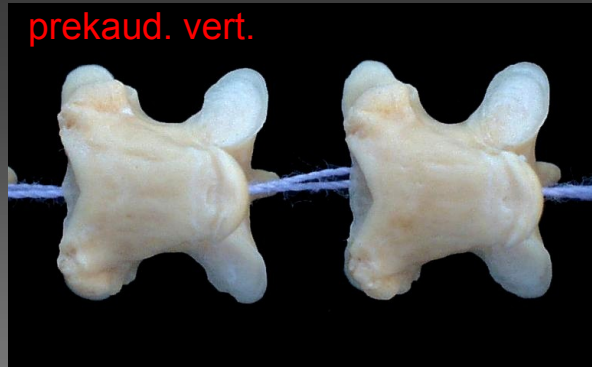
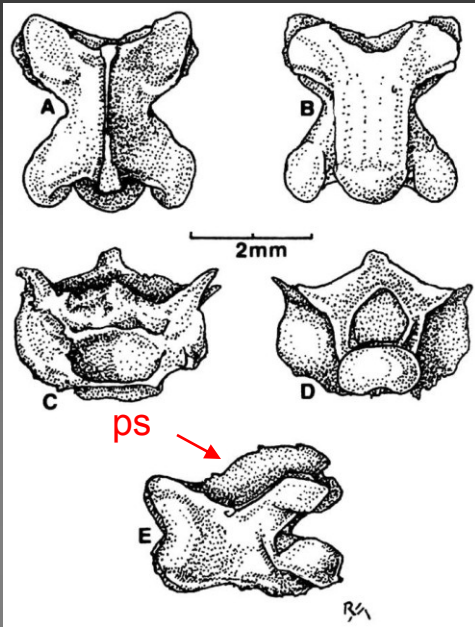


Rod: *Pseudopus* Merrem, 1870

Pseudopus apodus (Pallas, 1775)

† *Pseudopus pannonicus* (Kormos, 1911)





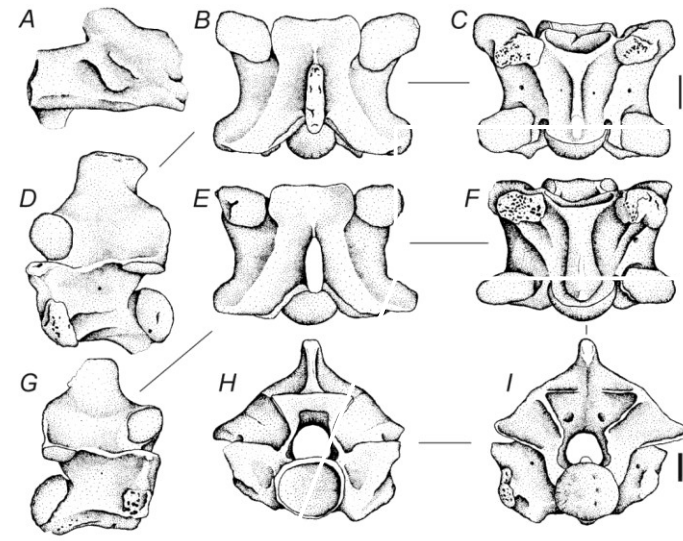
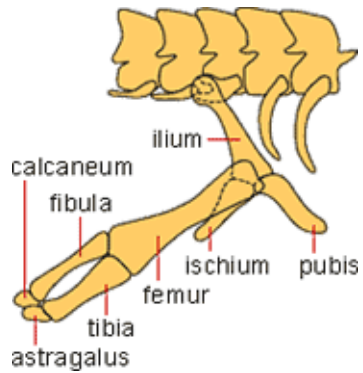
Anguis fragilis vs. *Pseudopus apodus*

- prekaudální obratle *Anguis fragilis* i *Pseudopus apodus* - jednoduchá stavba s plochým ventrálním 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*

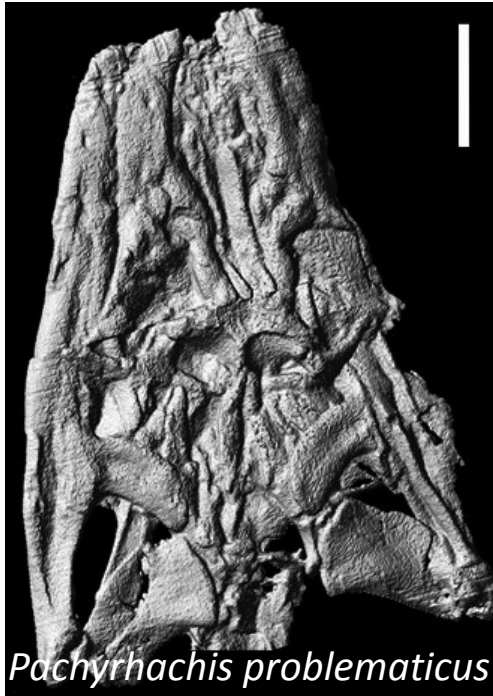
Podřád: Hadi (sp.Kř.-R)

nejstarší *Najash*, *Haasiophis*, *Coniophis*, báze sv. Kř

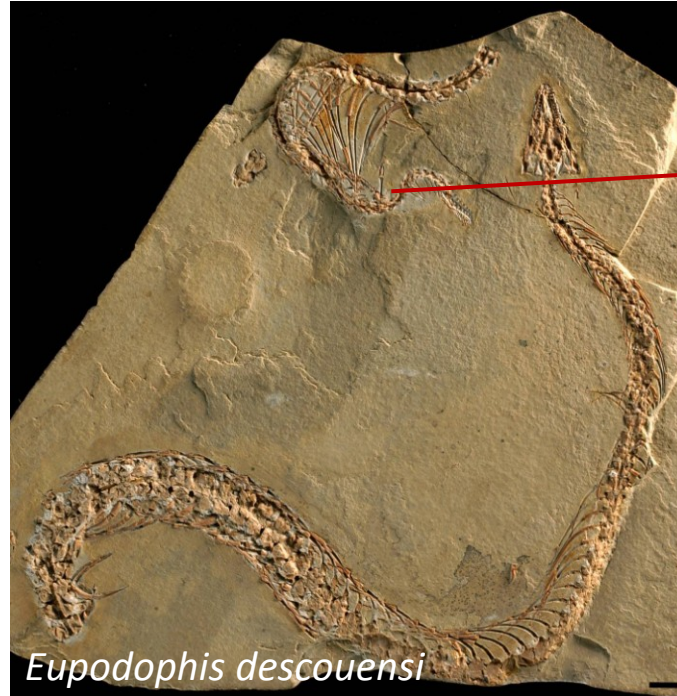
Rod: *Python*, eocén – R; '*Coluber*', miocén – R; *Vipera*, miocén – R



Python europaeus, sp. miocén, Francie



Pachyrhachis problematicus

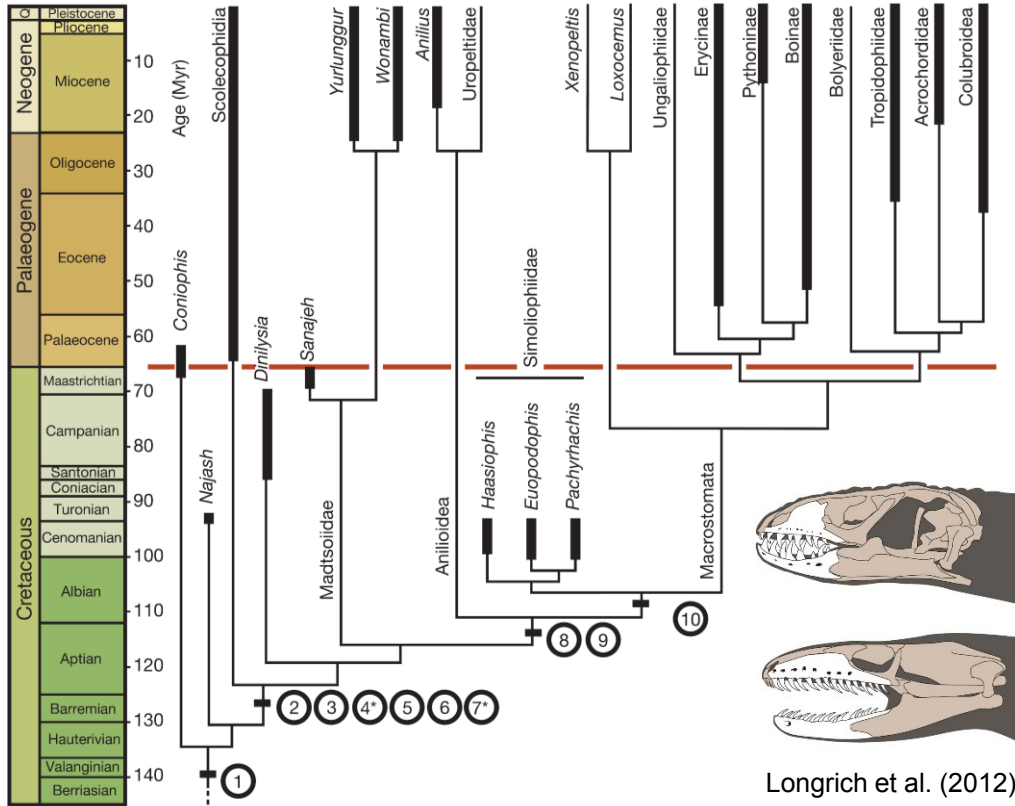


Eupodophis descouensi

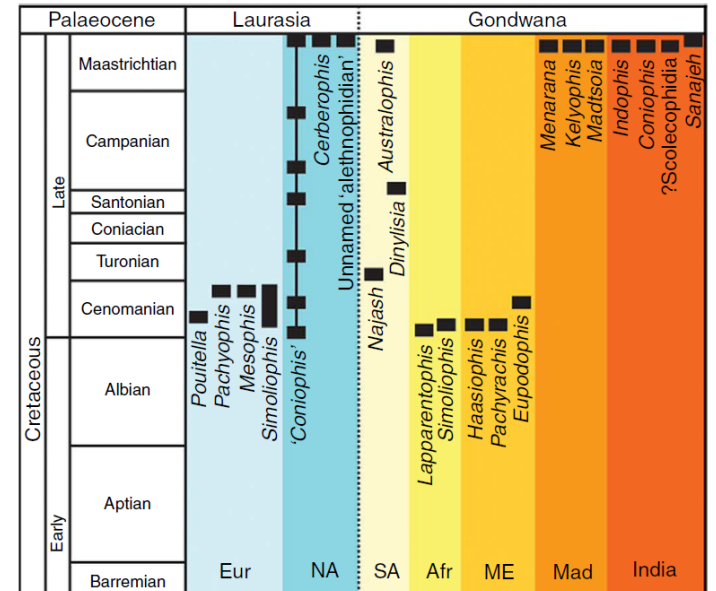
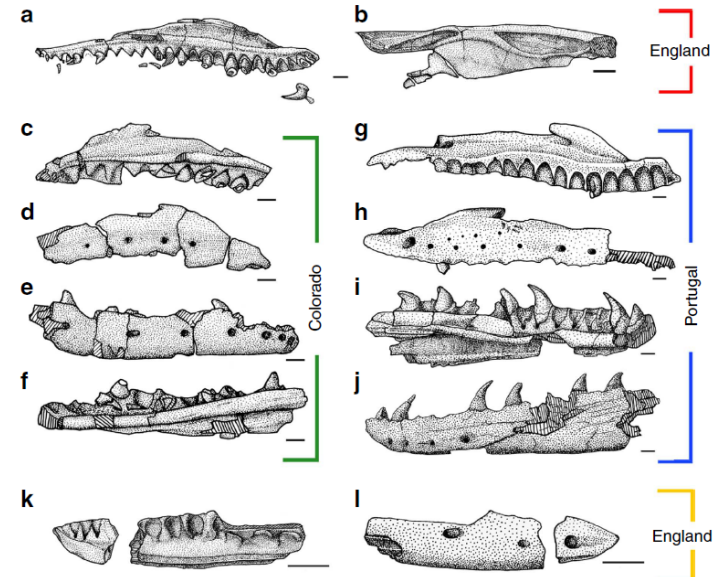


Haasiophis terrasanctus

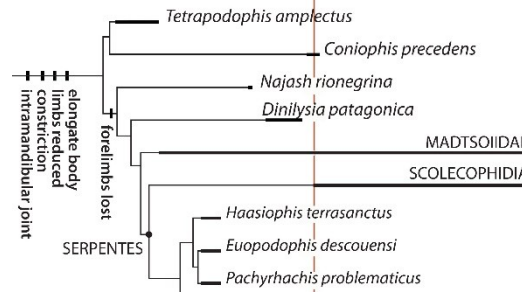
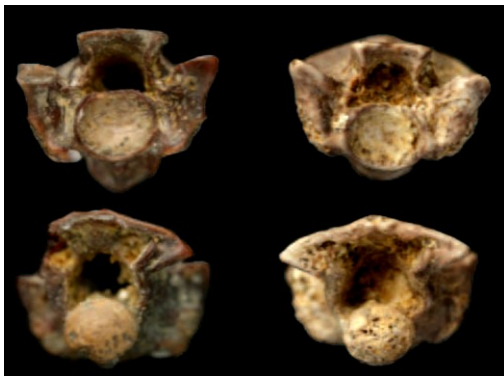
Mesozoční hadi Gondwany – stručný přehled



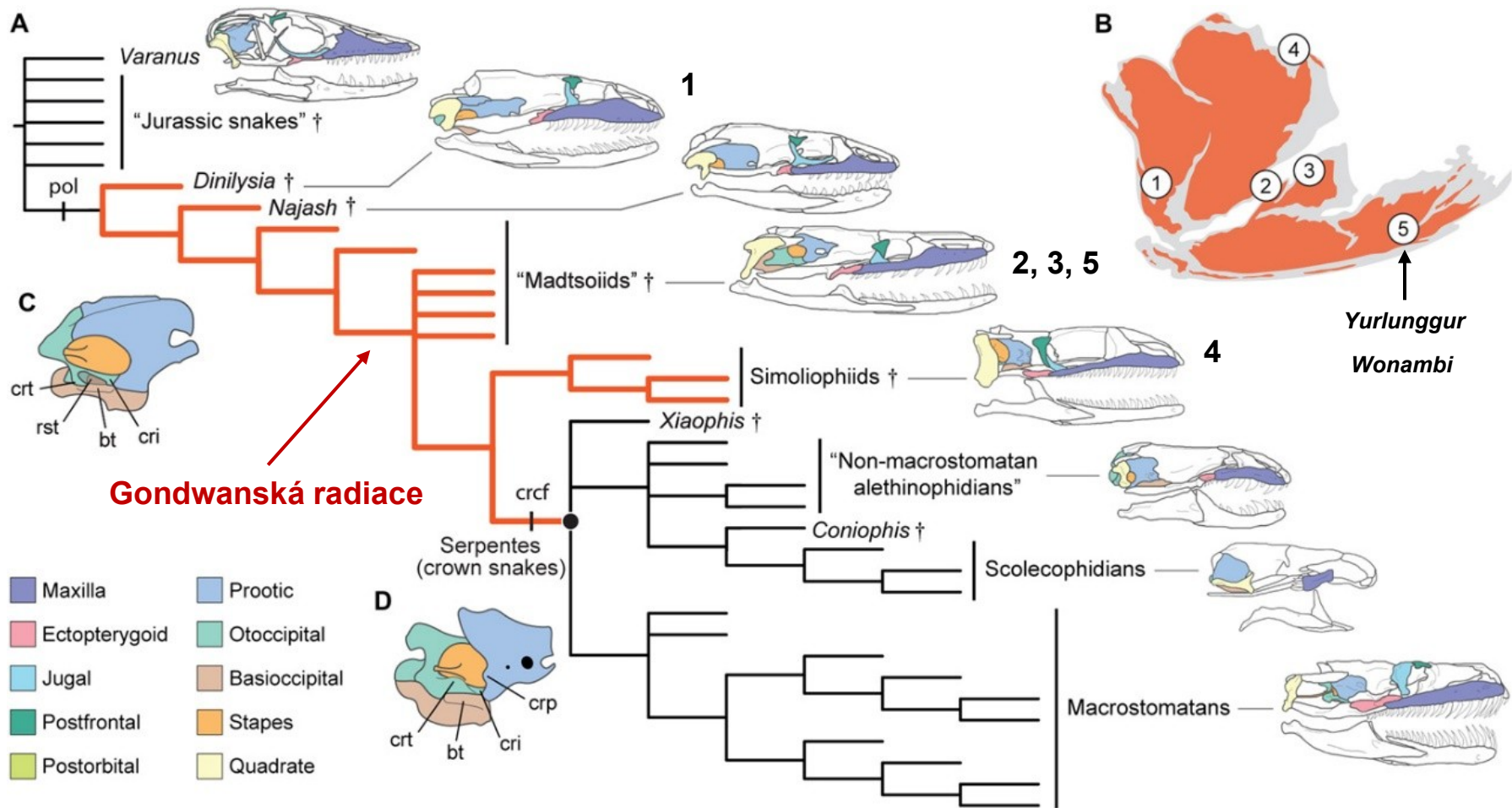
Longrich et al. (2012)



(Caldwell et al. 2015, upraveno)

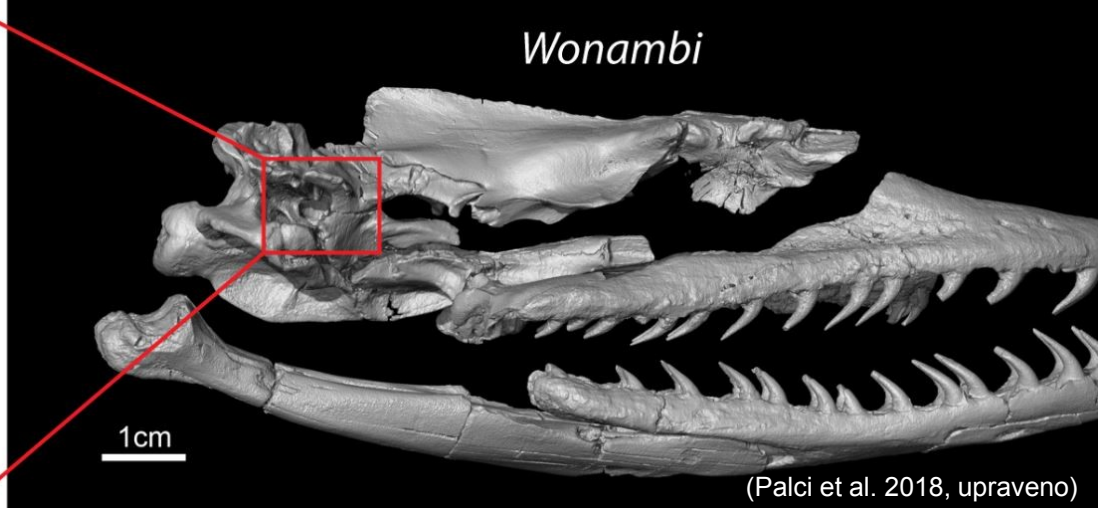
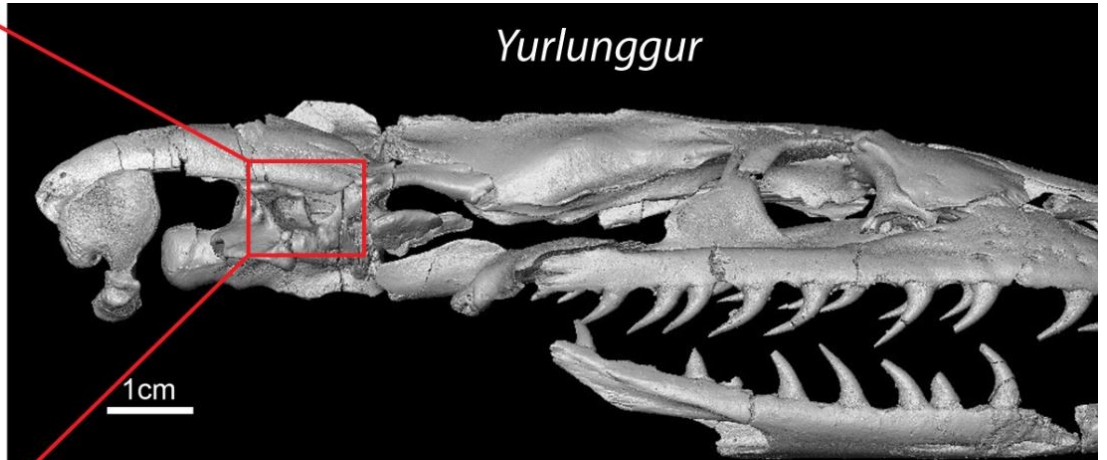
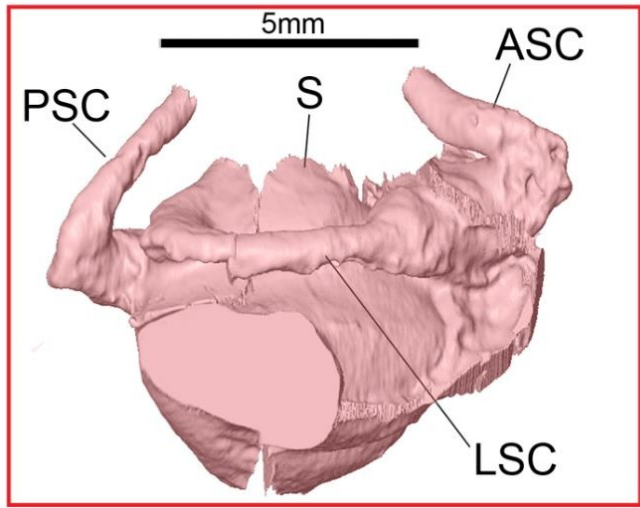
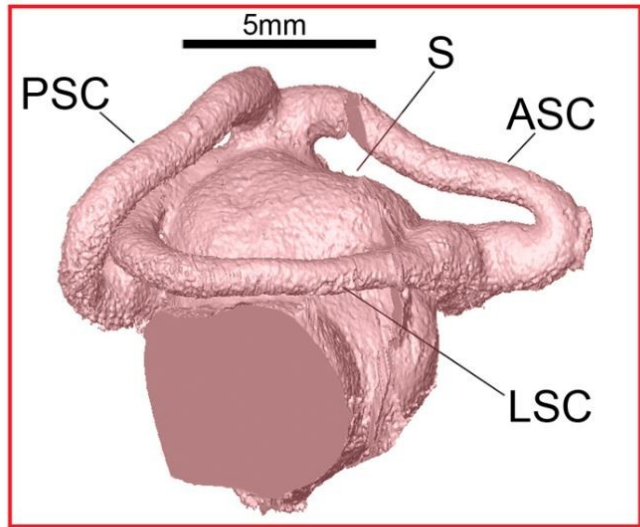


(Martill et al. 2015, upraveno)



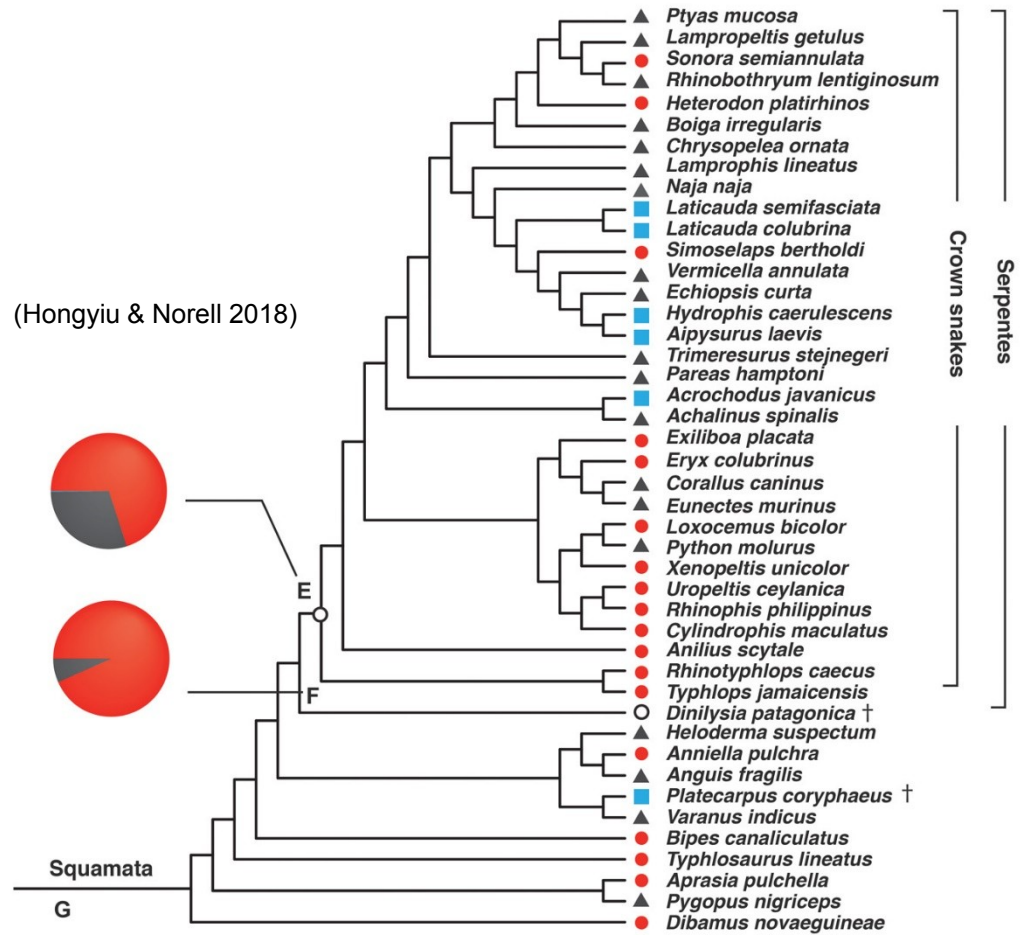
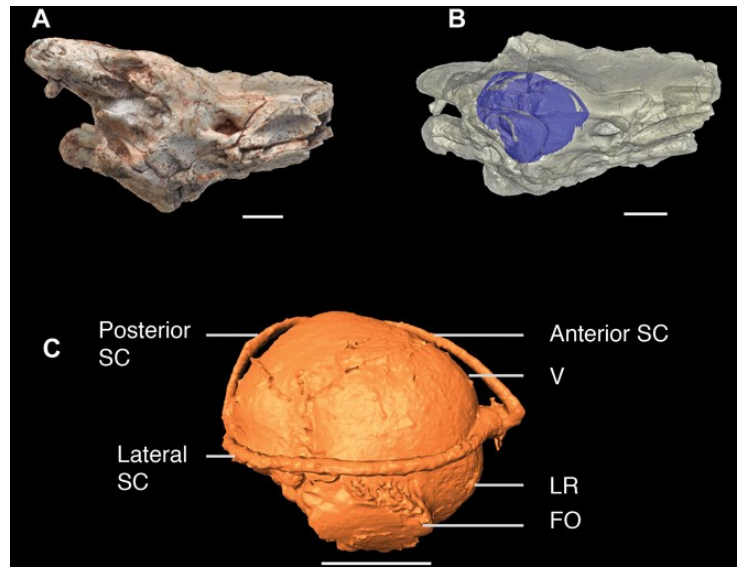
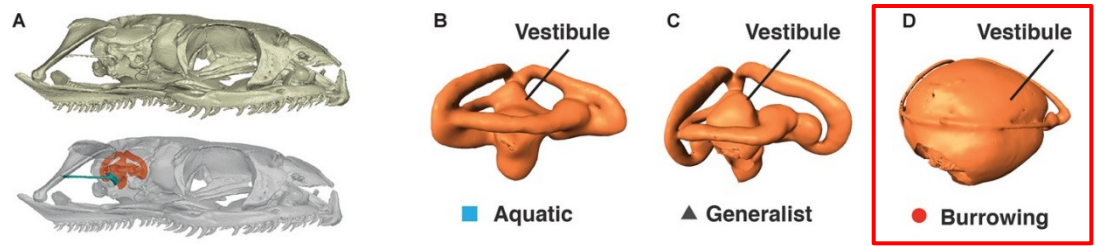
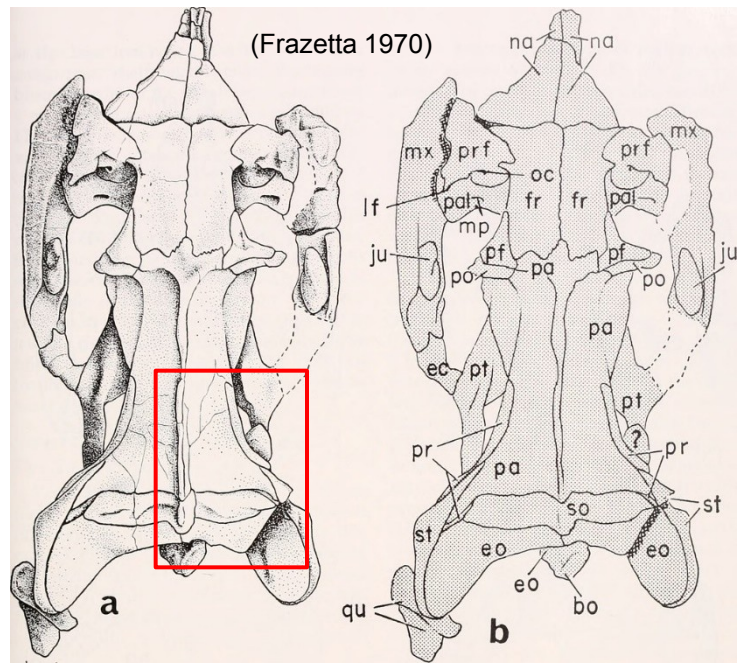
(A) Bayesovská analýza (majority-rule consensus) založená na morfologii. pol, ztráta postorbitale; crcf, přítomnost crista circumfenestralis (hřebínek okolo fenestra ovalis a laterálního výběžku recessus scalae tympani, tvořeného kostmi prooticum a otoccipitale). (B) Gondwana během mesozoika, s distribucí fosilních taxonů zahrnutých do analýzy [1: *Najash* a *Dinilyisia* (Patagonie, Argentina); 2: *Menarana* (Madagaskar); 3: *Sanajeh* (Indie); 4: Simoliophiidae (Střední Východ); 5: Kenozoičtí Madtsoiidae křídového původu (Austrálie)]; (C) otické oblast u rodu *Najash*, absence crista circumfenestralis u bazálních hadů; (D) otická oblast u rodu *Anilius*, přítomnost crista circumfenestralis u Serpentes (moderní hadi) obsahující crista interfenestralis (cri), crista prootica (crp), a crista tuberalis (crt). bt, basal tubera; rst, laterální výběžek recessus scalae tympani (Gerberoglio et al. 2019).

Fosoriální původ hadů – *Dinilysia patagonica* + *Yurlungur* vs. *Wonambi*



(Palci et al. 2018, upraveno)

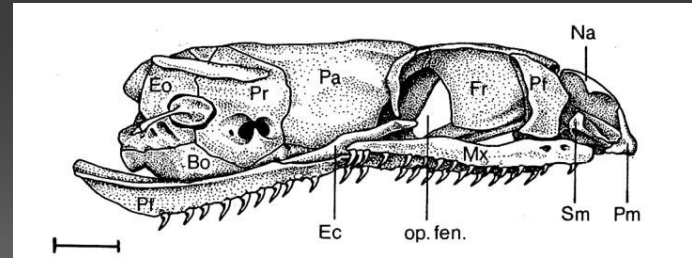
Fosoriální původ hadů – *Dinilysia patagonica* + *Yurlungur* vs. *Wonambi*



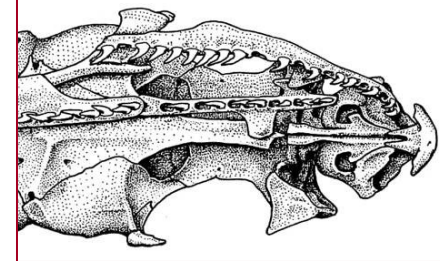
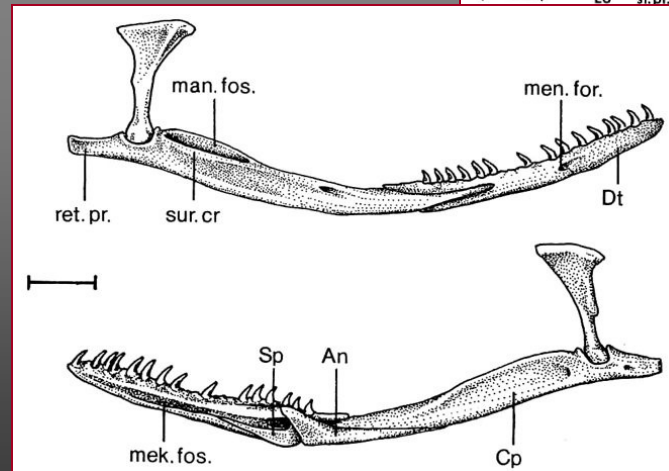
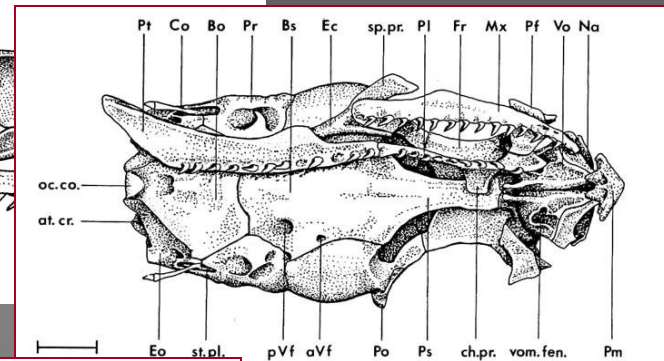
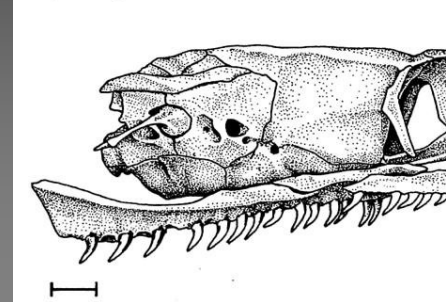
Řád: *Serpentes* Linnaeus, 1758

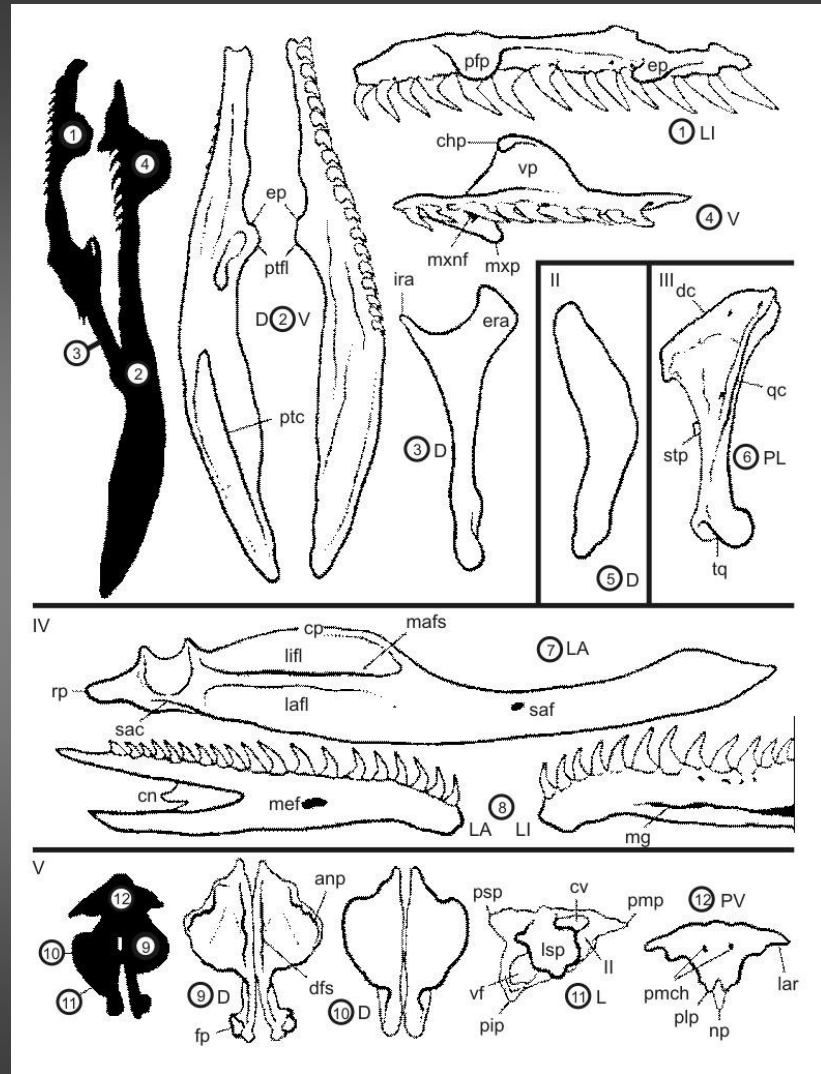
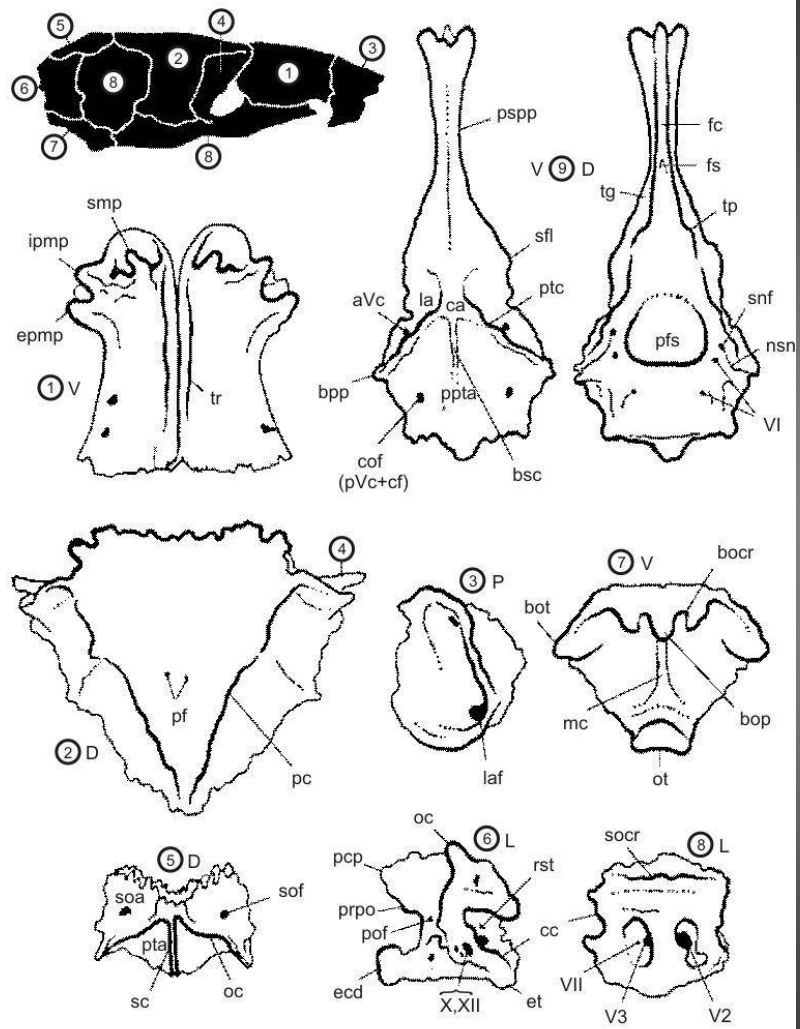
Čeleď: *Colubridae* Oppel, 1811

- 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)
- trupové obratle většinou nemají hypapofýzy na ventrálním okraji, s výjimkou *Natricinae*
- na každé straně kotyly se objevují výrazné parakotylární otvory

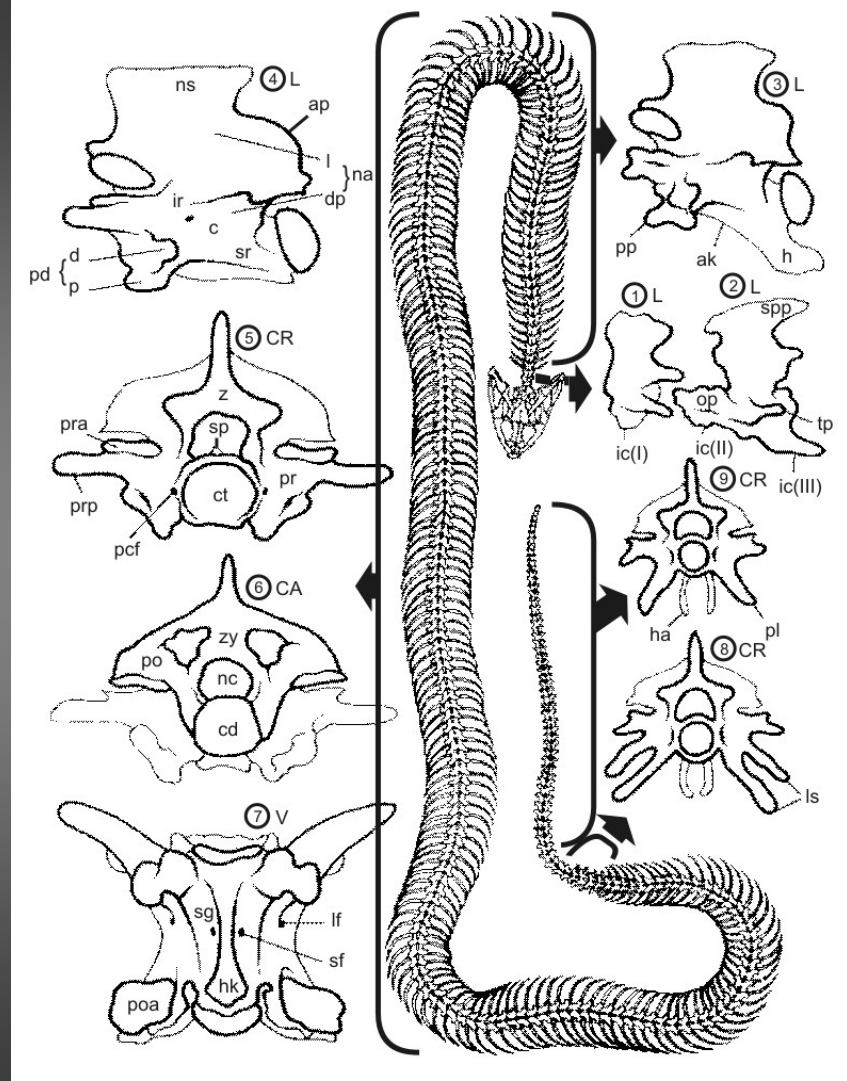
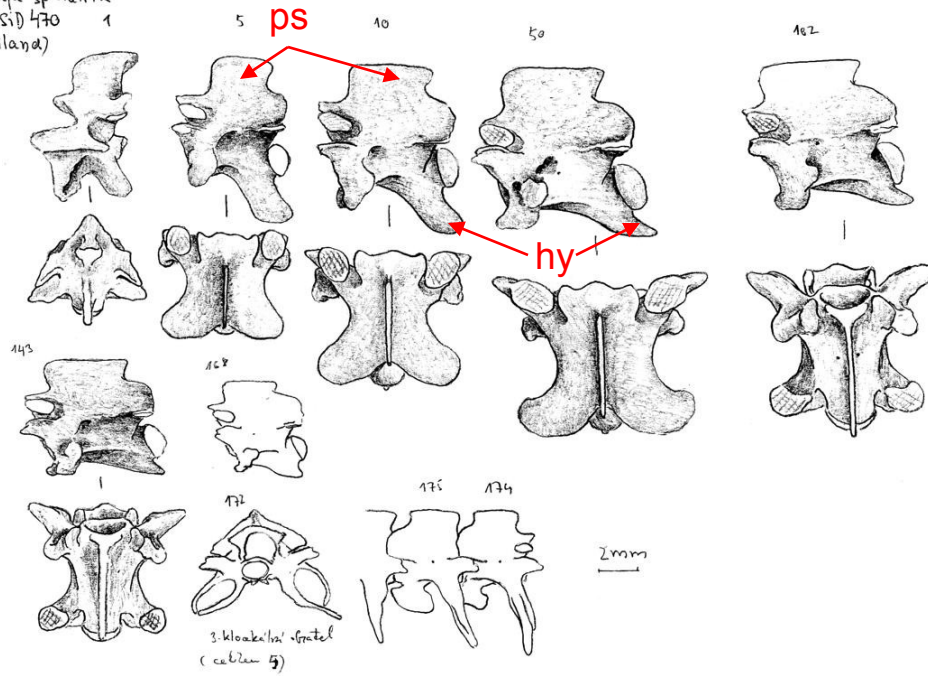


Lebka recentního rodu *Opheodrys* (Colubridae) (dle Cundalla 1981)

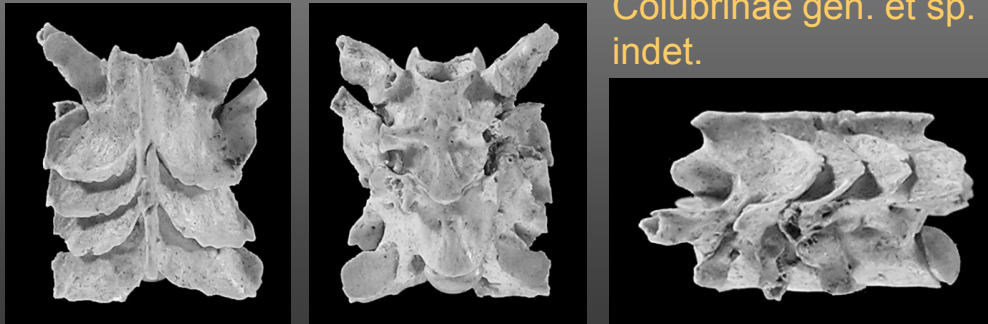




Naja sputatrix
 ZZSID 470 1
 (Thailand)



Colubrinae gen. et sp.
 indet.





Coronella austriaca (užovka hladká)



Hierophis viridiflavus (štíhlovka žlutozelená)



Dolichophis caspius (štíhlovka kaspická)



Zamenis longissimus (užovka stromová)

Rod: *Coronella* Laurenti, 1768

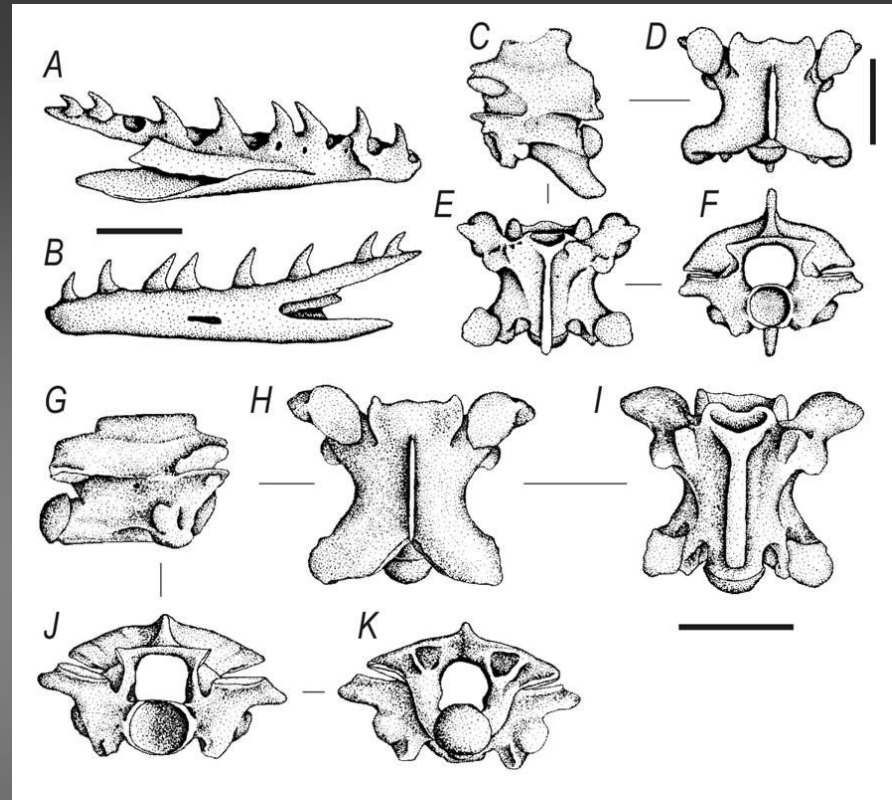
Coronella austriaca Laurenti, 1768

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.



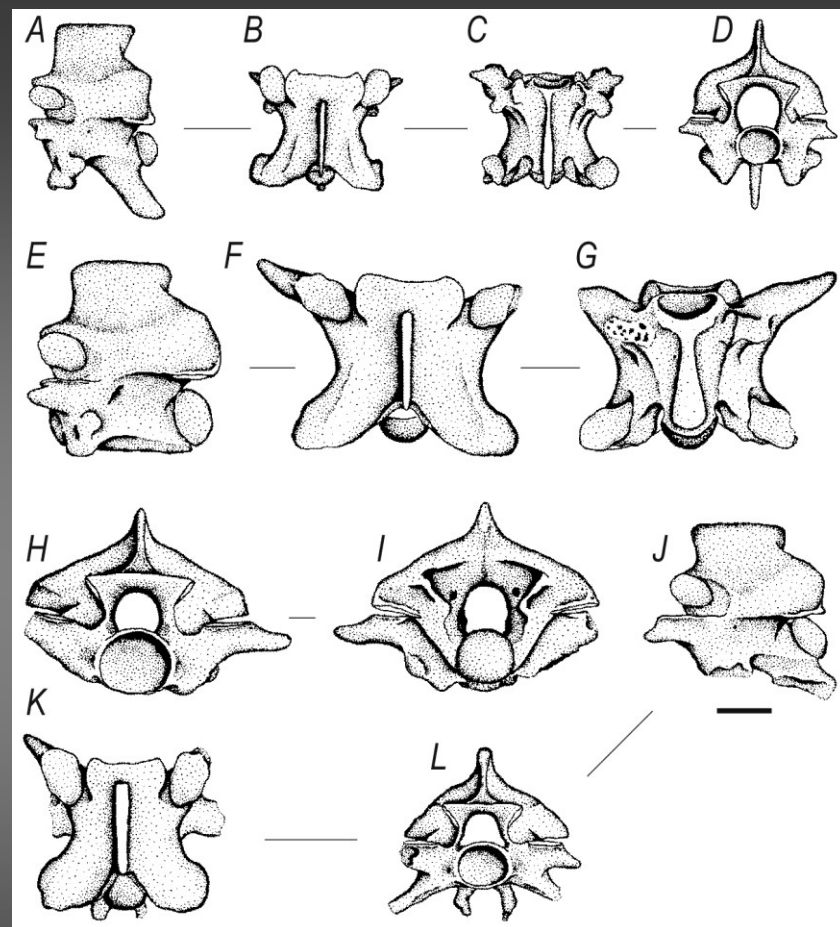
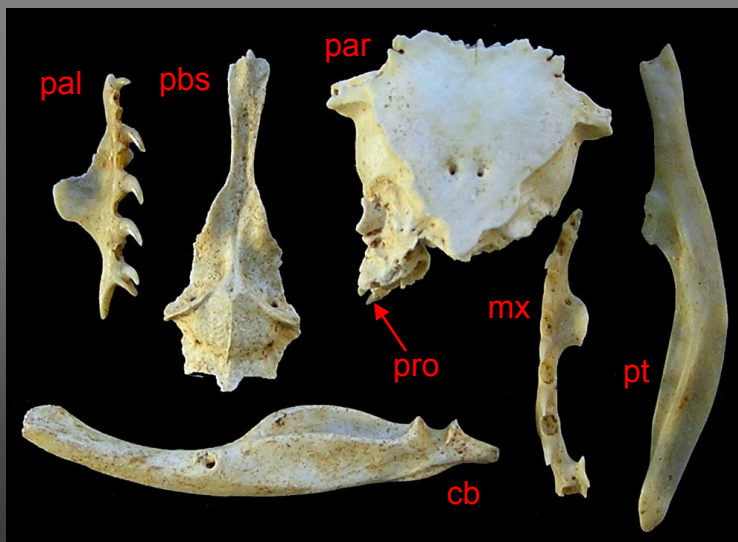
Coronella austriaca LAURENTI, 1768 z lokalit BR, FU a JZ. A-B: pravé dentale (BR 233), C-F: krční obratel (FU 21), G-K: trupní obratel (JZ 15 61). A - pohled lingvální; B - pohled labiální; C, G - pohled laterální; D, H - pohled dorzální; E, I - pohled ventrální; F, J - pohled kraniální; K - pohled kaudální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

Rod: *Hierophis* Fitzinger, 1834

Hierophis 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 artikulární plošky
- trnový výběžek je mírně delší než vyšší

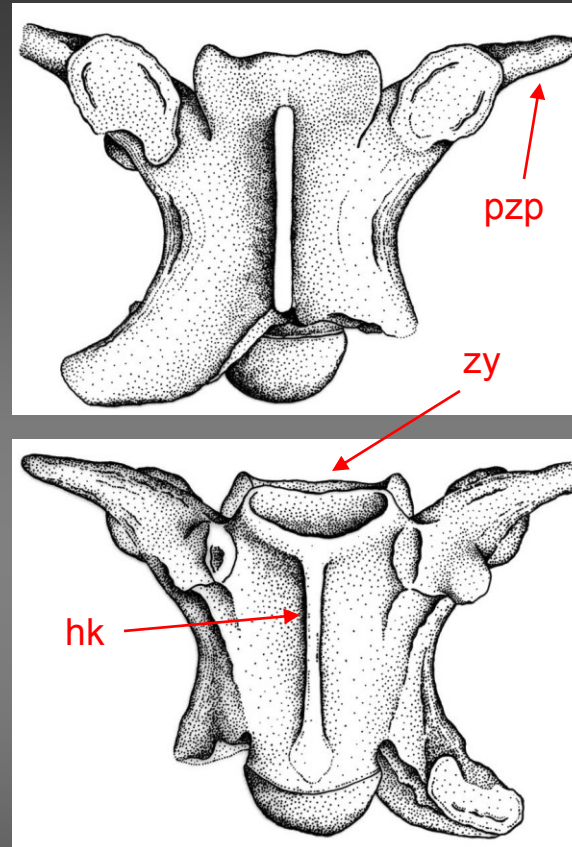


Hierophis viridiflavus z lokalit DA2A a DA2C1. A-D: krční obratle (DA 474), E-I: trupní obratle (DA2C1 1051), J-L: přední kaudální obratle (DA2A 981). A, E, J - pohled laterální; B, F, K - pohled dorzální; C, G - pohled ventrální; D, H, L - pohled kraniální; I - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm).

Dolichophis caspius (Gmelin, 1789)

Obratle

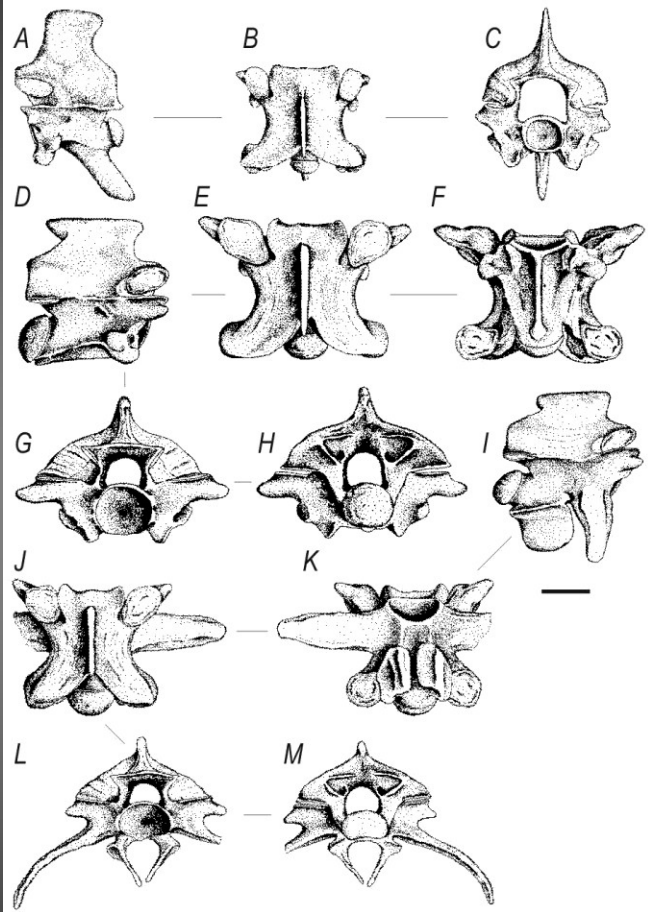
- obratle jsou delší než širší
- zygosphen z dorzálního pohledu konkávní
- hemální kýl je výrazný a ostrý po celé své délce
- výška hemálního kýlu se snižuje hned za okrajem kotyly, těsně před kraniálním okrajem kondylu se hemální kýl rozšiřuje
- prezygapofyzální výběžky jsou špičaté a dlouhé, stejně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



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

Rod: *Zamenis* Wagler, 1830

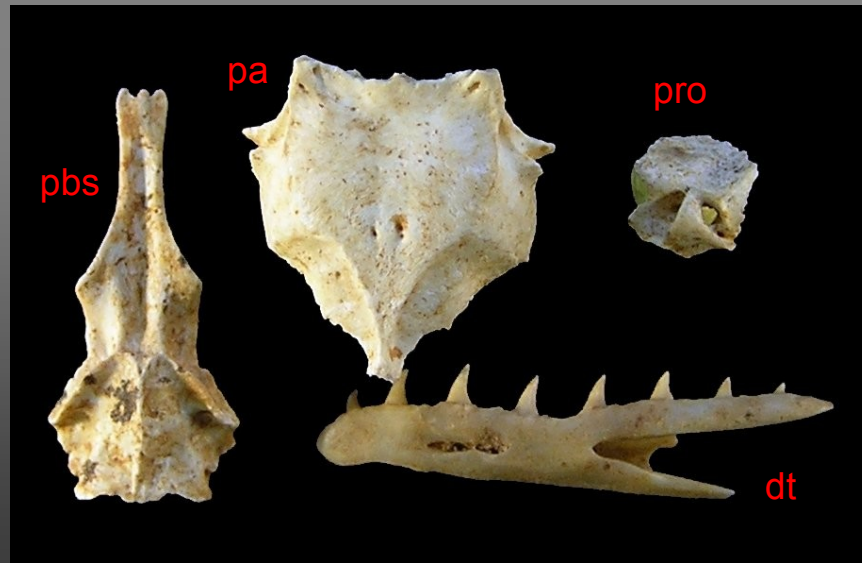
Zamenis longissimus (Laurenti, 1768)



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

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



Z. longissimus z lokality Mladeč.

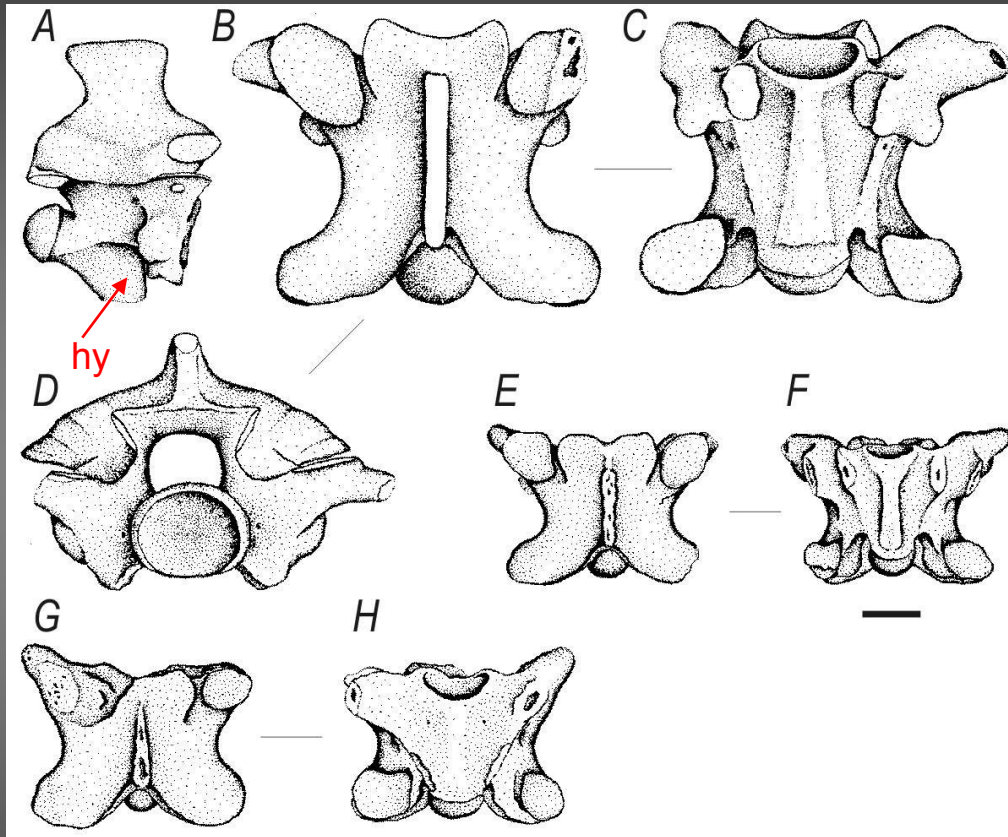


Natrix natrix (užovka obojková)



Elaphe quatuorlineata (užovka pardálí)

Rod: *Elaphe* Fitzinger in Wagler, 1833



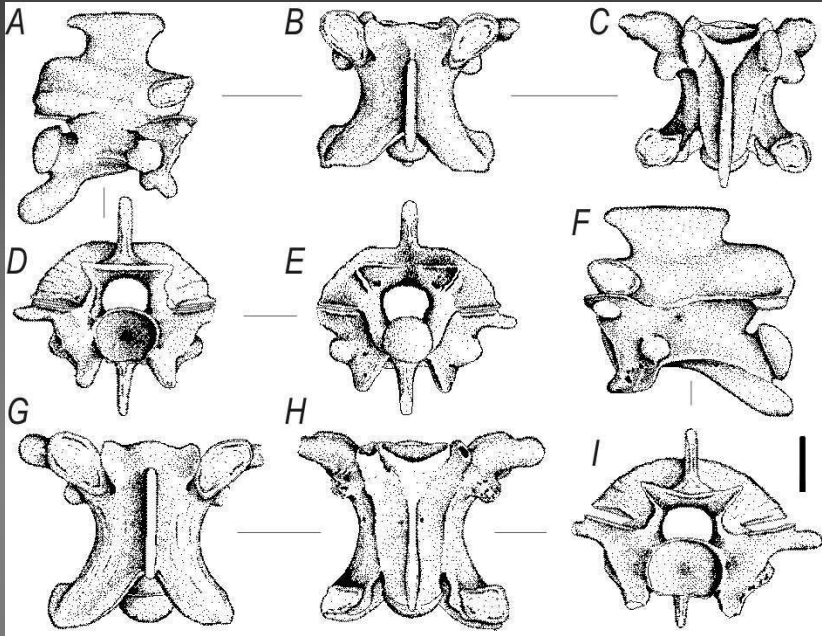
Elaphe quatuorlineata (Lacépède, 1789)

Obratle

- hemální kýl trupních obratlů je silně zploštělý, směrem ke kondylu se obvykle nerozšiřuje, kraniální okraj zygosfenu je slabě konkávní
- prezygapofyzální výběžky jsou špičaté, masivní a relativně krátké (asi 1/2 délky prezygapofyzálních artikulárních 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 kranální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).

Rod: *Natrix Laurenti*, 1768



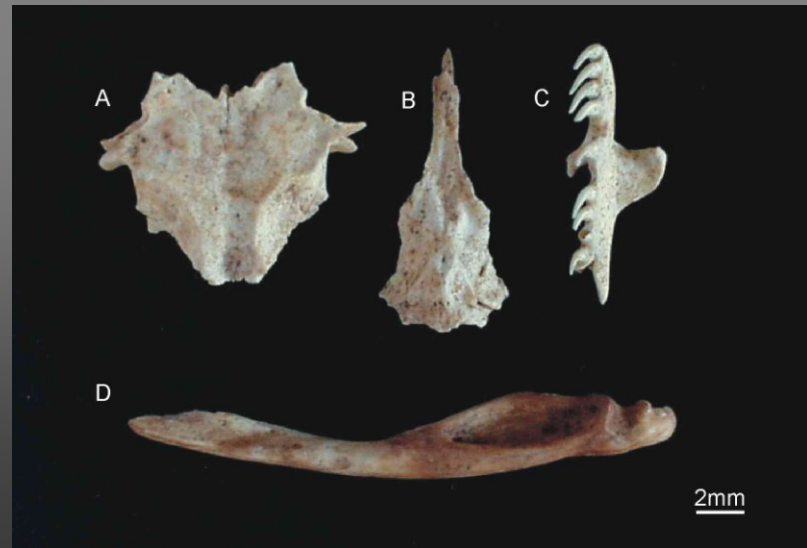
Natrix natrix z lokality BR. A-E: krční obratel (BR 11), F-I: trupní obratel (BR 23). A, F - pohled laterální; B, G - pohled dorzální; C, H - pohled ventrální; D, I - pohled kraniální; E - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).

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

Natrix natrix (Linnaeus, 1758)

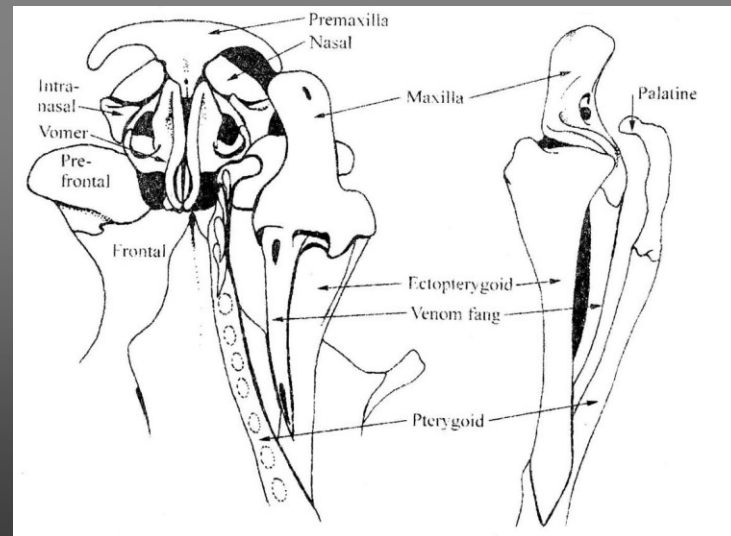
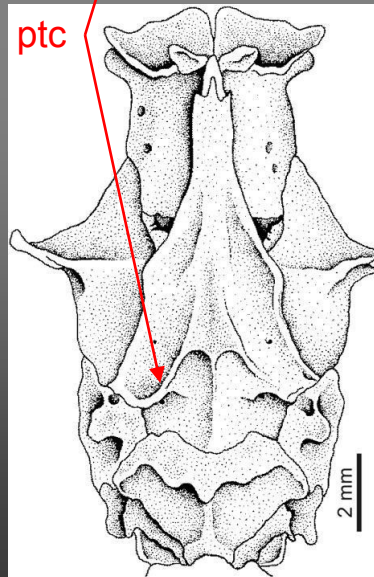
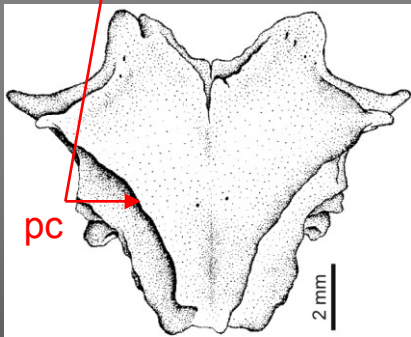
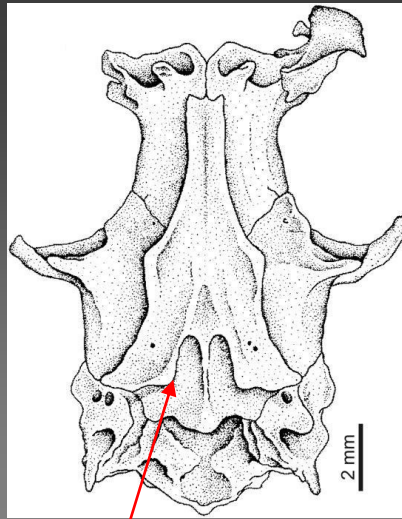
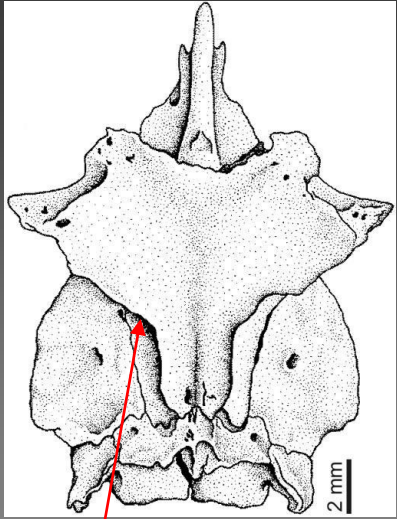
Obratle

- prekaudální obratle mají vyvinut posteroventrálně namířený výběžek - hypapofýzu
- kraniální okraj zygosfenu má u menších jedinců vyvinuty tři výrazné laloky, u větší jedinců bývá často víceméně přímý
- prezygapofyzální výběžky jsou kratší než prezygapofyzální artikulární plošky, distální konce často zaoblené, někdy mírně rozšířené
- trnový výběžek je delší než vyšší



Čeľeď: Viperidae Opper, 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.





Vipera berus (zmiije obecná)

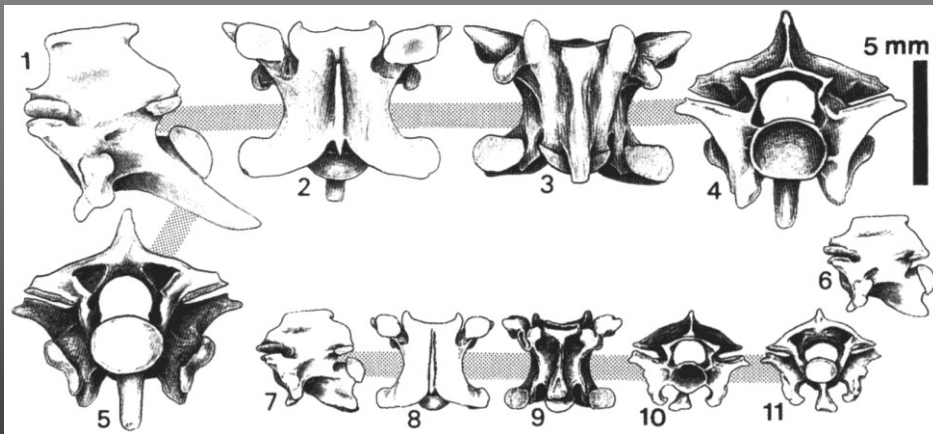


Vipera ammodytes (zmiije růžkatá)

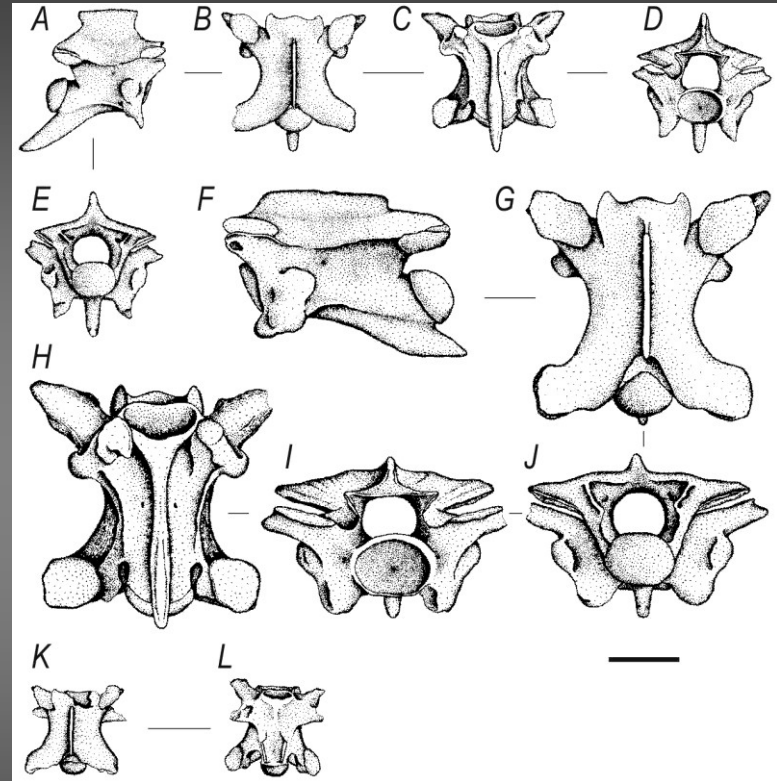
Rod: *Vipera Laurenti*, 1768

Obratle

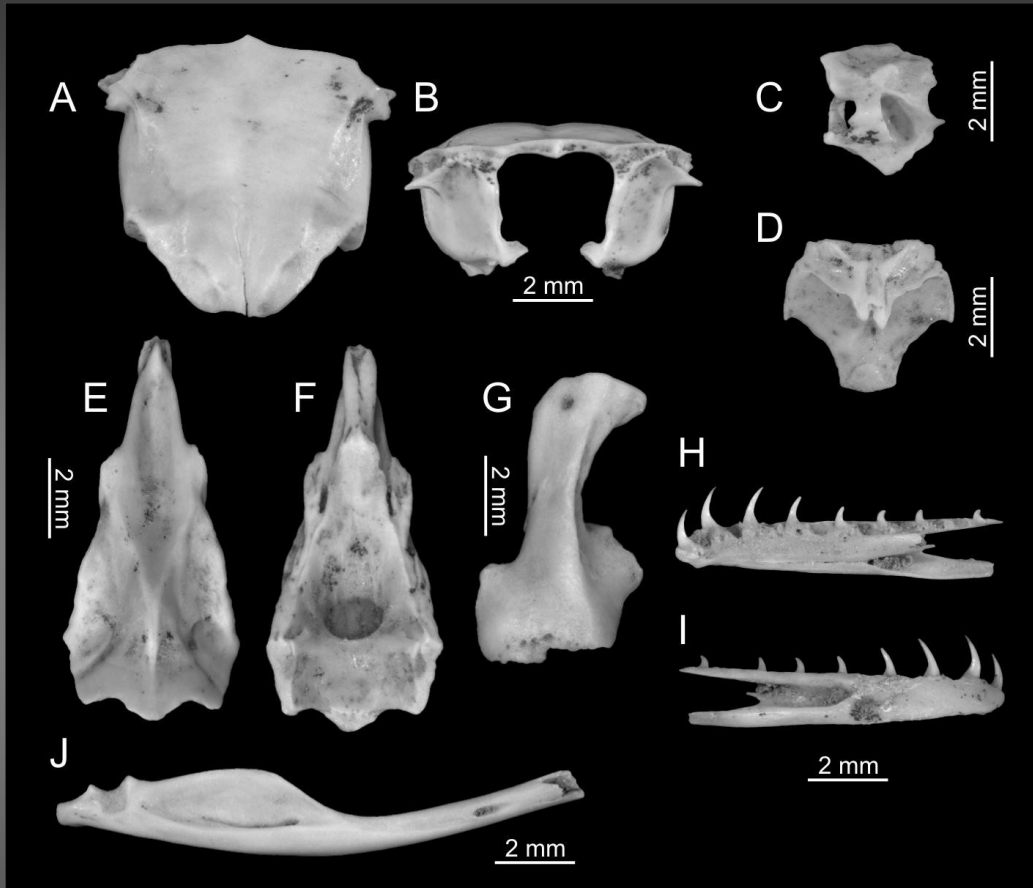
- na základě obratlů lze zmijs snadno rozčlenit do jednotlivých komplexů druhů rodu *Vipera* (sensu Groombridge 1986)
- „orientální zmijs“ mají obratle větší, kratší a masivnější než „evropské zmijs“
- zmijs ze skupiny okolo druhu *Vipera berus* se odlišují od zmijs z komplexu okolo druhu *Vipera aspis*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



Vipera berus (Linnaeus, 1758)

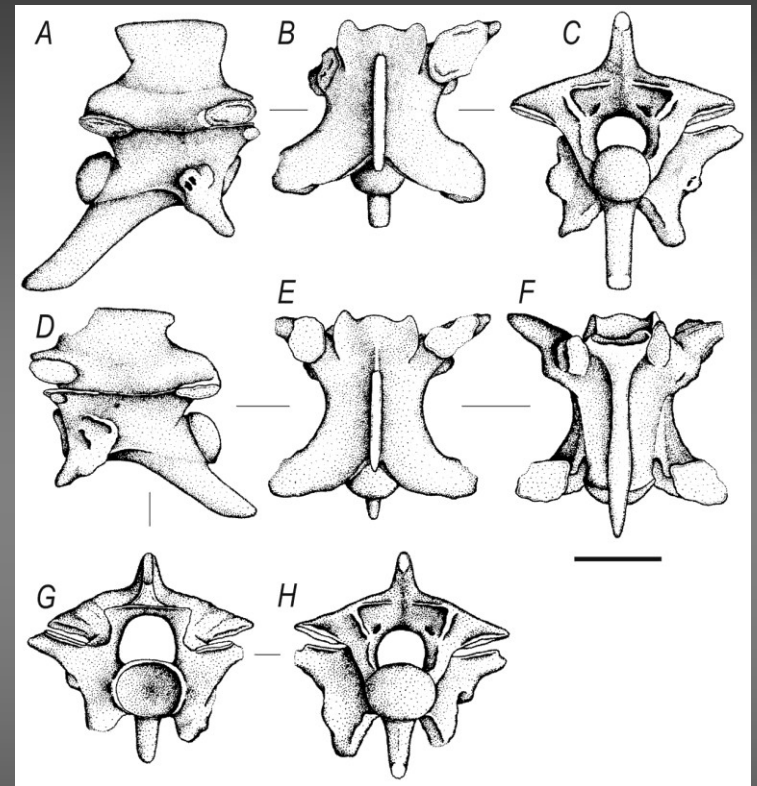


Vipera berus z lokality FU. A-E: krční obratel (FU 7), F-J: trupní obratel (FU 121), K-L: přední kaudální obratel (FU 288). A, F - pohled laterální; B, G, K - pohled dorzální; C, H, L - pohled ventrální; D, I - pohled kraniální; E, J - pohled kaudální (měřítko odpovídá 2 mm) (Ivanov 1997a).



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 kranální (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 (inédite), 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 Europas 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 : Wellnhöfer, P. (Ed.), *Handbuch der Paläoherpetologie (Encyclopedia of Paleoherpertology)*, 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.
- Špínar, 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.