

# Mammaliologie

## 1. Úvod:

obsah předmětu, literatura, charakteristika a  
původ savců, vymřelé skupiny, vývoj:  
biogeografické hypotézy



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Mammaliologie = Theriologie

- zabývá se výzkumem savců

Lat. MAMMA = prsa

Eng. Mammal = savec; Mammalogy = nauka o savcích

Lat. Mammalia = savci; Mammaliologie = nauka o savcích

Řec. THERION (θηρίον) = zvíře (savec)

Theriologie = nauka o savcích

# Osnova:

- Co (kdo) je savec?
- Morfologie, ekologie a chování savců
- Vznik a vývoj savců
- Postavení savců v zoologickém systému
- Diverzita savců
- Historický vývoj systematiky savců
- Fylogenetický systém savců

Vejcorodí (Prototheria):

Ptakořitní (Monotremata)

Živorodí (Theria):

Vačnatí (Metatheria)

Vačnatci (Marsupialia)

Placentálové (Eutheria, Placentalia)

Atlantogenata

Afrotheria

Xenarthra

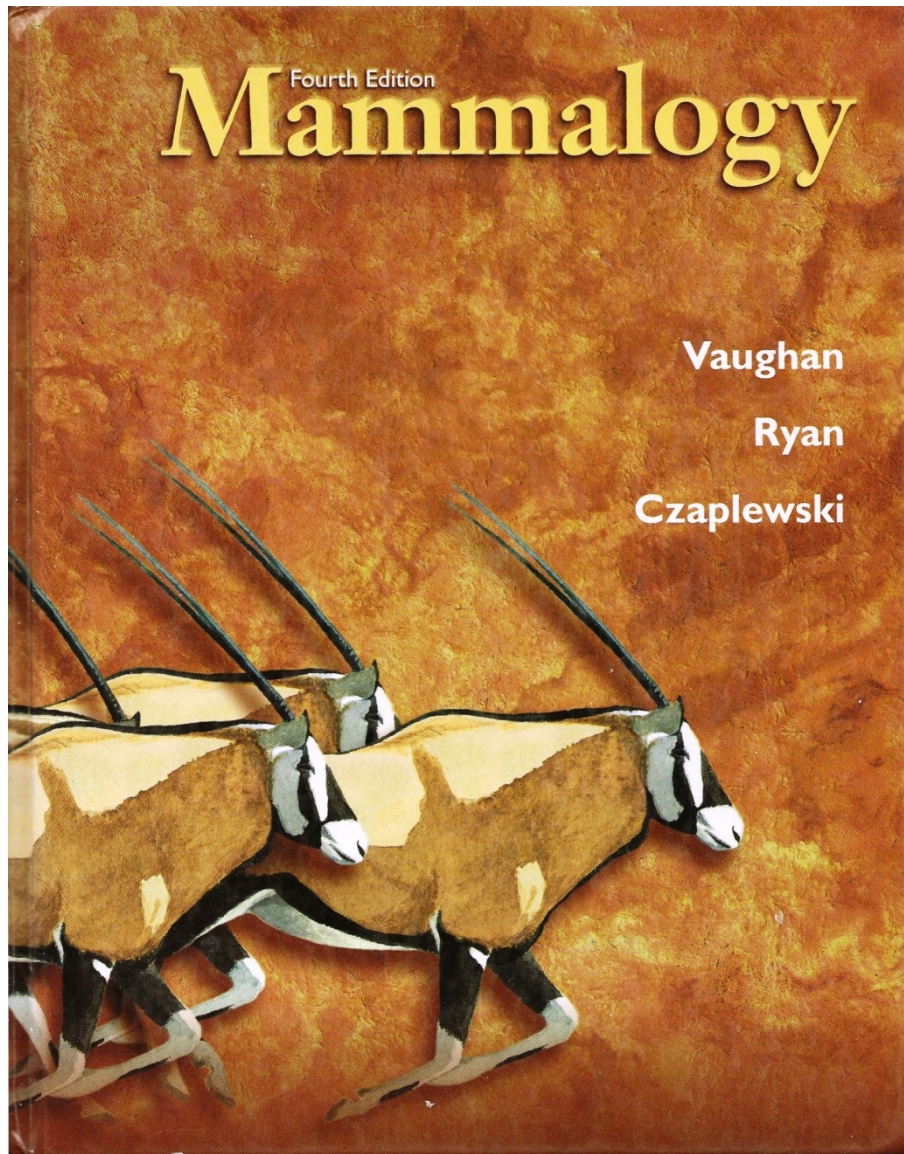
Boreoeutheria

Euarchotheria

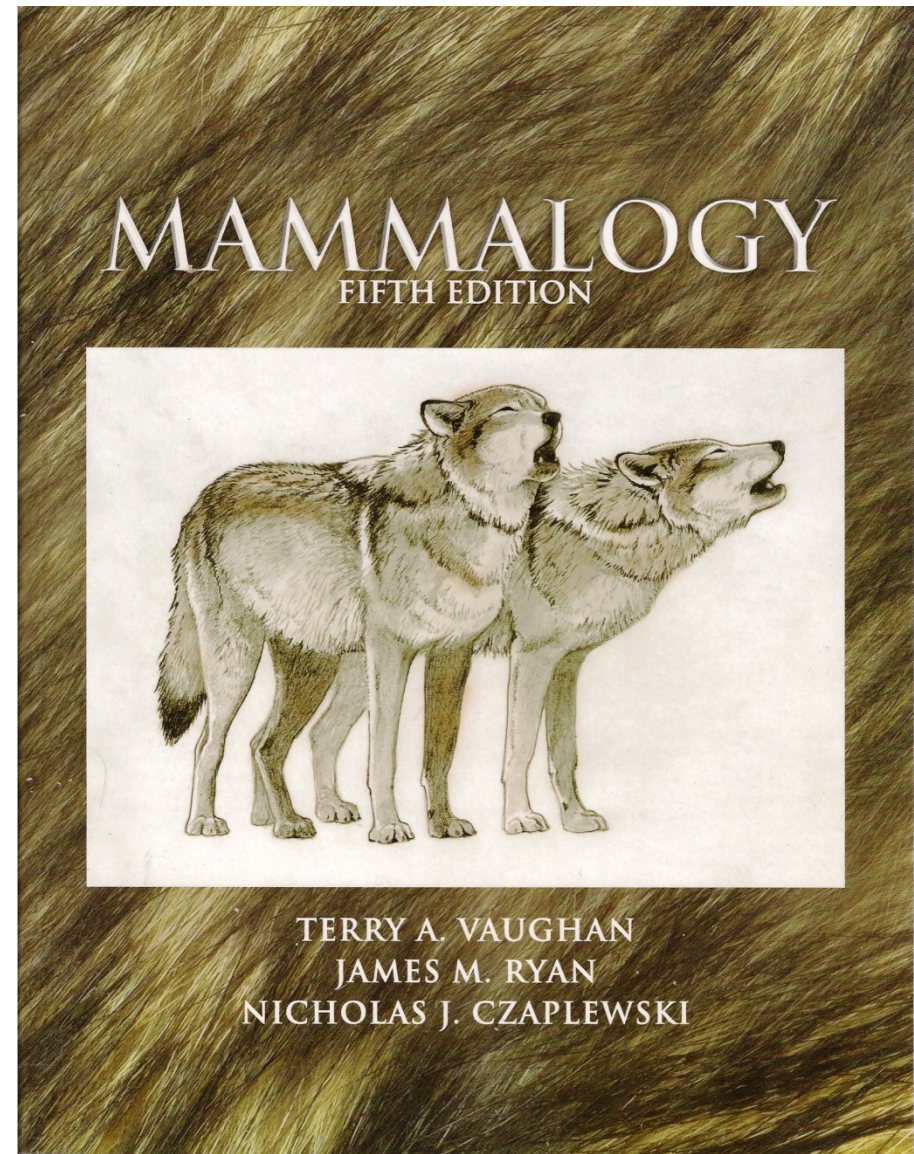
Laurasiatheria



# Literatura



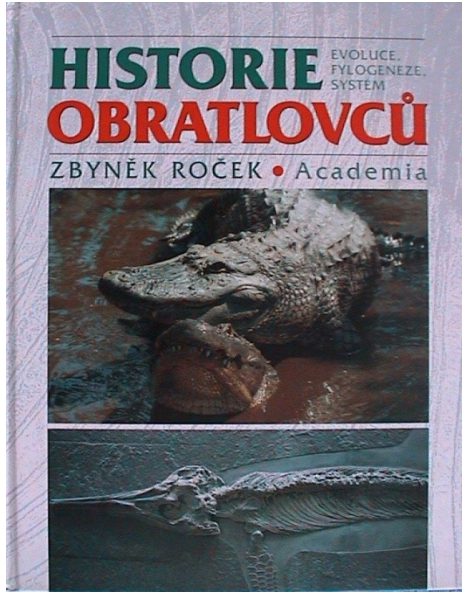
Vaughan T.A., Ryan J.M. & Czaplewski  
N.J., 2000, Saunders College Publishing,  
Orlando, Philadelphia, 565 pp.



Vaughan T.A., Ryan J.M. & Czaplewski  
N.J., 2011, Jones and Bartlett Publishers,  
Sudberry, Massachusetts, 750 pp.



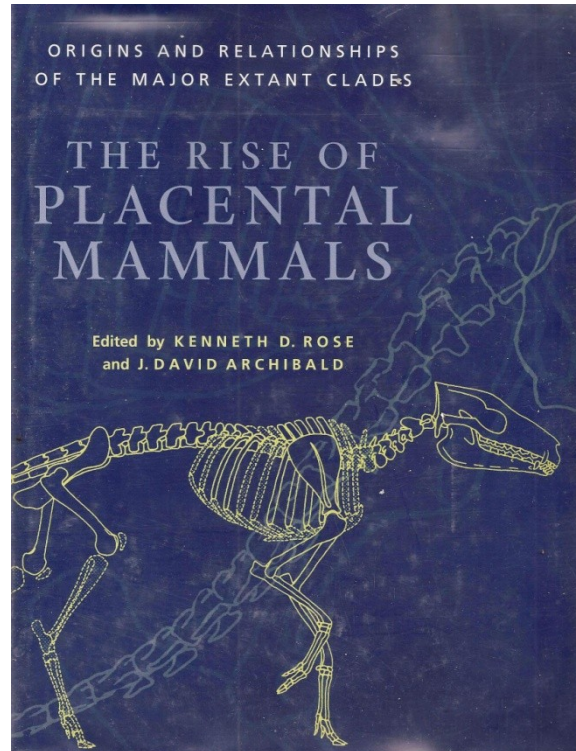
# Literatura



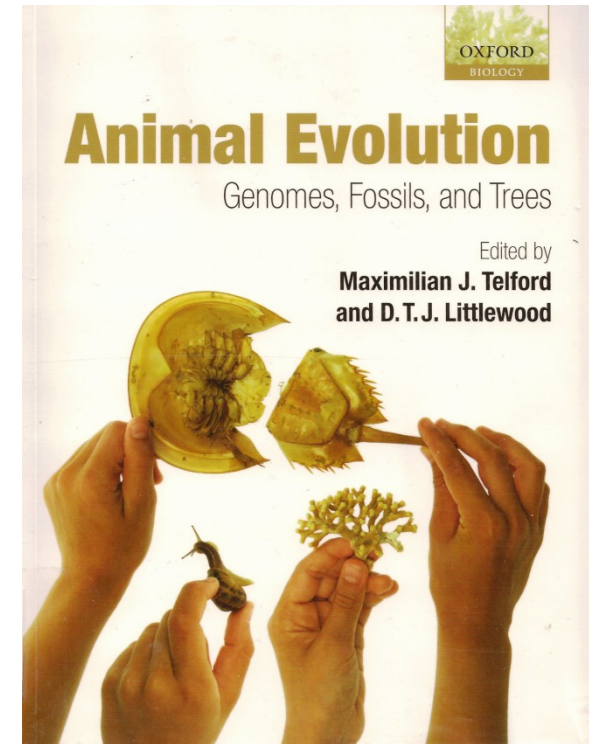
Roček Z., 2002, Academia, Praha, 512 str.



Kolektiv, 2010, DK, Euromedia Group, k.s. – Knižní klub, Praha, 512 str.

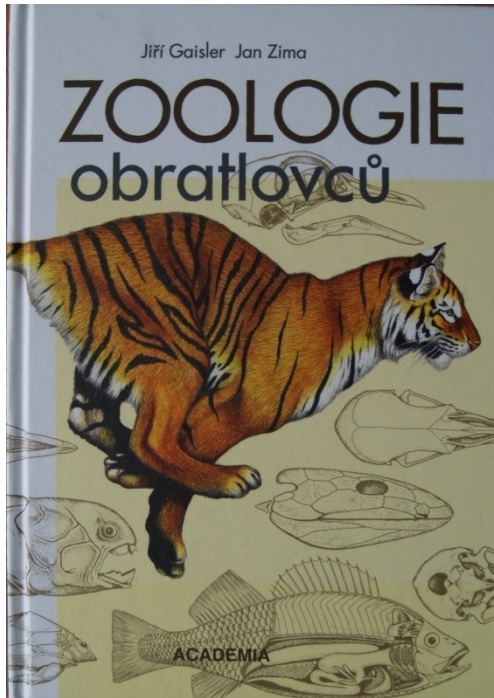


Rose K.D & Archobald J.D, 2005, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, London, 259 pp.

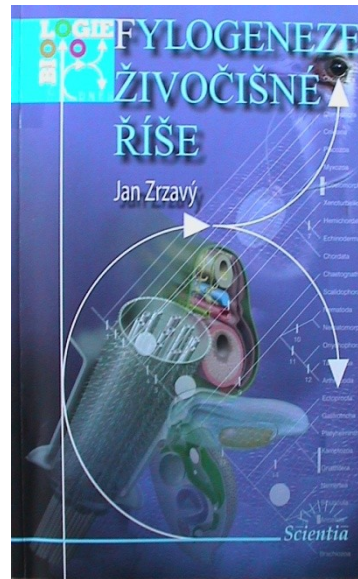


Telford M.J. & Littlewood D.T.J., 2009, Oxford Univ. Press, 245 pp.

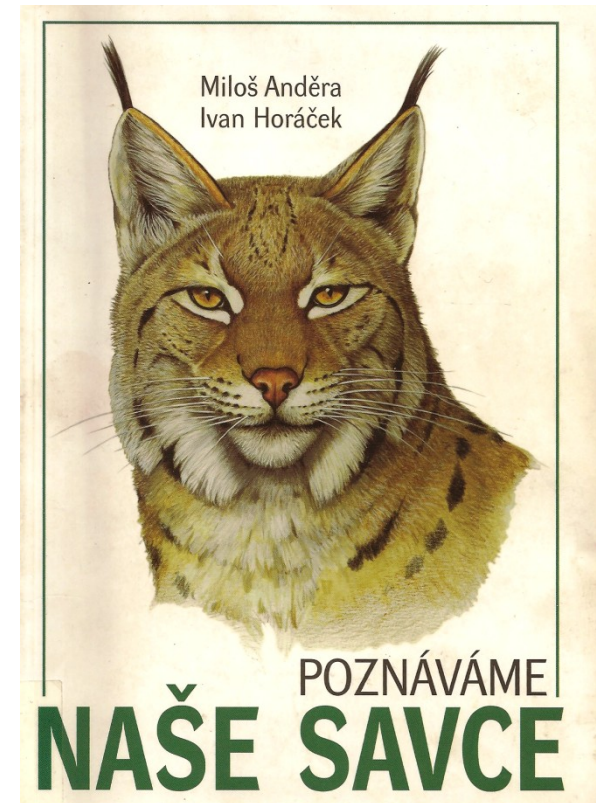
# Literatura



Gaisler J. & Zima J.,  
2007, Academia,  
Praha, 692 str.



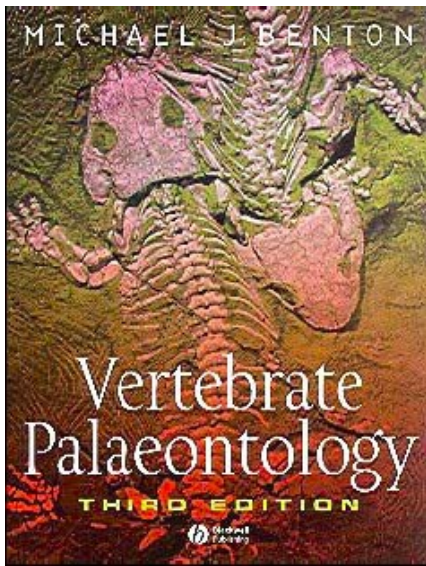
Zrzavý J., 2006,  
Scientia, Praha, 255 str.



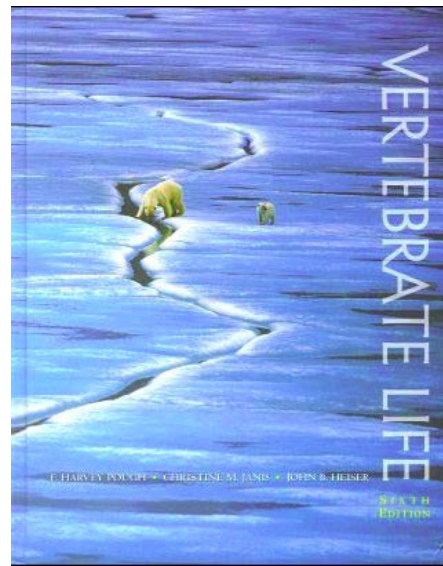
Anděra M. & Horáček I., 2005,  
Sobotáles, Praha, 328 str.



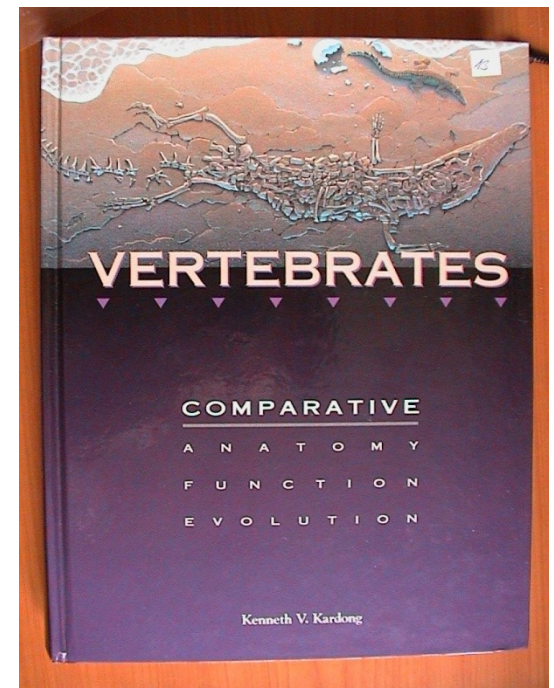
- Anděra M., 1997: Svět zvířat I. Savci (1). Albatros, Praha, 143 str.
- Anděra M., 1999: Svět zvířat II. Savci (2). Albatros, Praha, 147 str.
- Anděra M., 1999: České názvy živočichů II. Savci (Mammalia). Národní muzeum, Praha, 147 str.
- Anděra M. & Červený J., 2000: Svět zvířat III. Savci (3). Albatros, Praha, 153 str.
- Anděra M. & Gaisler J., 2006: Savci České republiky. Academia, Praha 2012, 285 str.
- Dungel J. & Gaisler J., 2002: Atlas savců České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 150 str.
- Gaisler J. & Zejda J., 1997: Savci. Aventinum, Praha, 496 str.
- Vaughan T.A., Ryan J.M. & Czaplewski N.J., 2011: Mammalogy. 5th ed. Jones and Bartlett Publishers, Sudberry, Massachusetts, Boston, Toronto, London, Singapore, 750 pp.**
- Mitchell-Jones A.J., Amori G., Bogdanowicz W., Kryštufek B., Reijnders P.J.H., Spitzenberg F., Stubbe M., Thissen J.B.M., Vohralík V. & Zima J., 1999: The atlas of European mammals. 1st ed. T & A.D. Poyser, Academic Press, London, San Diego, 484 pp.
- Telford M.J. & Littlewood D.T.J., 2009: Animal evolution. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science, Oxford University Press, 245 pp.
- Wilson D.E., Reeder D.M. (eds), 2005: Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3rd ed. The John Hopkins University Press, Baltimore. *Periodika: Nature, Science, Trends in Ecology and Evolution, Molecular Phylogenetics and Evolution*



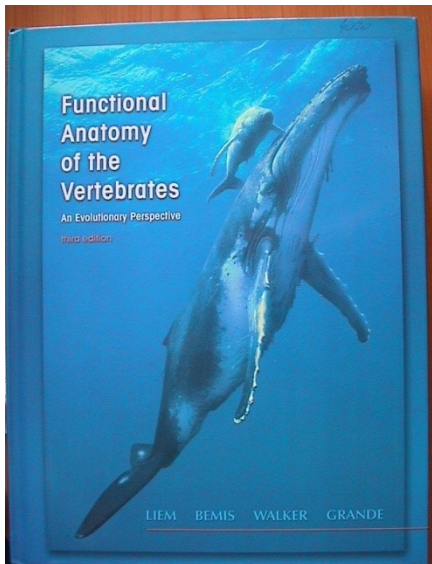
Benton M.J., 2005, 3rd ed.  
Blackwell, Oxford.  
[www.blackwellpublishing.com/benton](http://www.blackwellpublishing.com/benton)



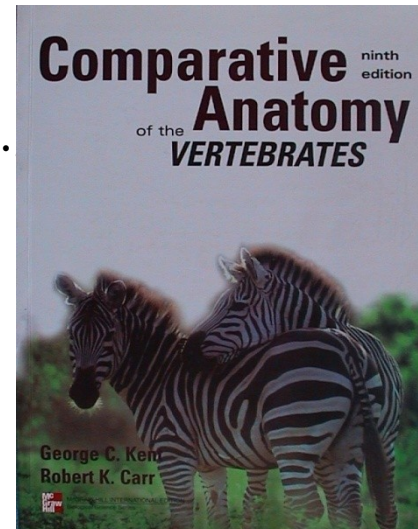
Pough F.H., Janis C.M. & Heiser J.B.,  
2002. 6th ed.  
Prentice - Hall, New  
Jersey.



Kardong K.V., 2002. 3rd ed.  
McGraw - Hill, New York



Liem K.F., Bemis W.E.  
Walker W.F.Jr.  
& Grande L., 2001.  
3rd ed. Harcourt  
College Publishers,  
Philadelphia



Kent G.C. & Carr R.K.,  
2001, 9th ed. McGraw  
- Hill, Singapore.



# Co (kdo) je savec ?

1. Naivní odpověď dítěte:

Chlupaté čtyřnohé zvíře s obličejem

Chlup - unikátní keratinová struktura; srst; línání (1-2x ročně)

Endotermie a homoiotermie (37°C) - vysoká aktivita

Sekundární redukce (někteří vodní savci; podkožní tuk)



Primárně 4 končetiny (Tetrapoda),  
většinou pětiprsté, pod trupem

Lokomoce; velká variabilita

efekty: zpevnění páteře,  
zvětšení hrudníku, bránice



Obličej

Sociální komunikace

Tváře, rty, *vestibulum oris* - příjem

potravy, okružní svalovina úst, svalovina tváří - sací  
reflex



## 2. Odpověď' zoologa:

## Vysoce odvozený amniot

Intenzivní metabolismus, vysoká aktivita, rodičovská péče, sociální život, zvyšující se senzorická kapacita - ekologická přizpůsobivost - adaptace (homoplázie u ptáků)



Synapomorfie amniot:  
embryonální obaly,  
rodičovská investice,  
interní fertilizace,  
rohovinné deriváty,  
metanefros se  
sekundárním močovodem,  
plíce - ventilace,  
převaha dermálních kostí  
lebky

### Apomorfie savců:

1. **Mléčné žlázy**, výživa mlékem
2. Obligatorní živorodost, allantochořiální placenta
3. **Chlupy** (jen melanin); speciální keratinové kožní deriváty - rohy, kopyta, ostny atd.; hojné a diverzifikované kožní žlázy; **potní žlázy**;
4. Pozice končetiny, tvarová variabilita; jednoduchý lopatkový pletenec, srůst kostí pánevního pletence + **symphysis**



## Apomorfie savců:

5. Regionální diferenciace páteře; **7 C** (*atlas, axis*),  
**platycelní obratle**

# Učebnicový omyl o žirafím krku

JAN ROBOVSKÝ



Počet krčních obratlů u savců

<http://www.vesmir.cz> | Vesmír 87, prosinec 2008 **829**

všichni kapustňáci (vodní savci ze skupiny sirén) mají krčních obratlů **šest**. Proměnlivý počet krčních obratlů mají i lenochodi - konkrétně u lenochoda dvouprstého (*Choloepus didactylus*) kolísá **od šesti po osm**, lenochod krátkokrký neboli Hoffmanův (*Choloepus hoffmani*) jich má **šest** a lenochodi tříprstí (rod *Bradypus*) dokonce **devět** (nejvyšší známý počet).

Žirafa (ne okapi) má o 1 krční obratel více (8), ale i o 1 hrudní obratel méně - krk žirafy posazen více dozadu, pletenec lopatkový předsazen, sternum nápadně vyčuhuje

„Téměř všichni savci – tedy třeba i myš, žirafa a člověk – mají sedm krčních obratlů.“

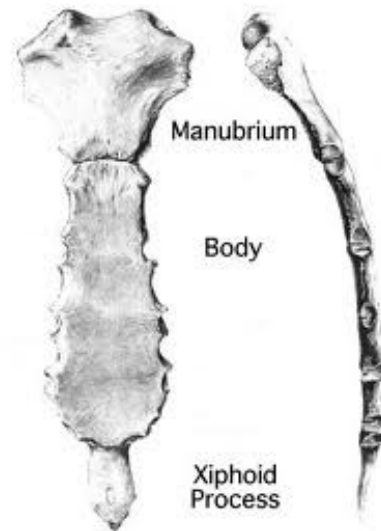
Miloš Anděra,  
Svět zvířat I.,  
Savci (1), 1997

Solounias N.: The remarkable anatomy of the giraffe's neck, *Journal of Zoology* (London) 247, 257–268, 1999

C8~Th1 ???

## Apomorfie savců:

### 6. Trojdílné sternum (manubrium, corpus, processus xiphoideus)



### 7. Páteř chráněna před laterálními pohyby, umožňuje dorzální flexi, na lumbální obratle se nepřipojují žebra





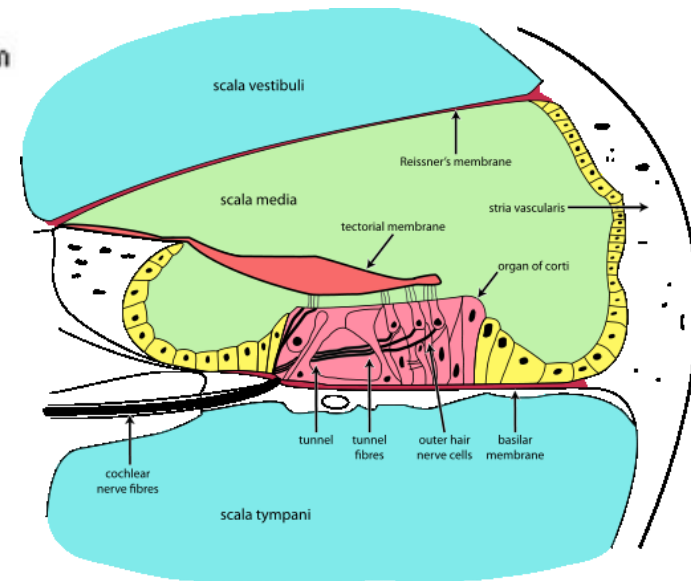
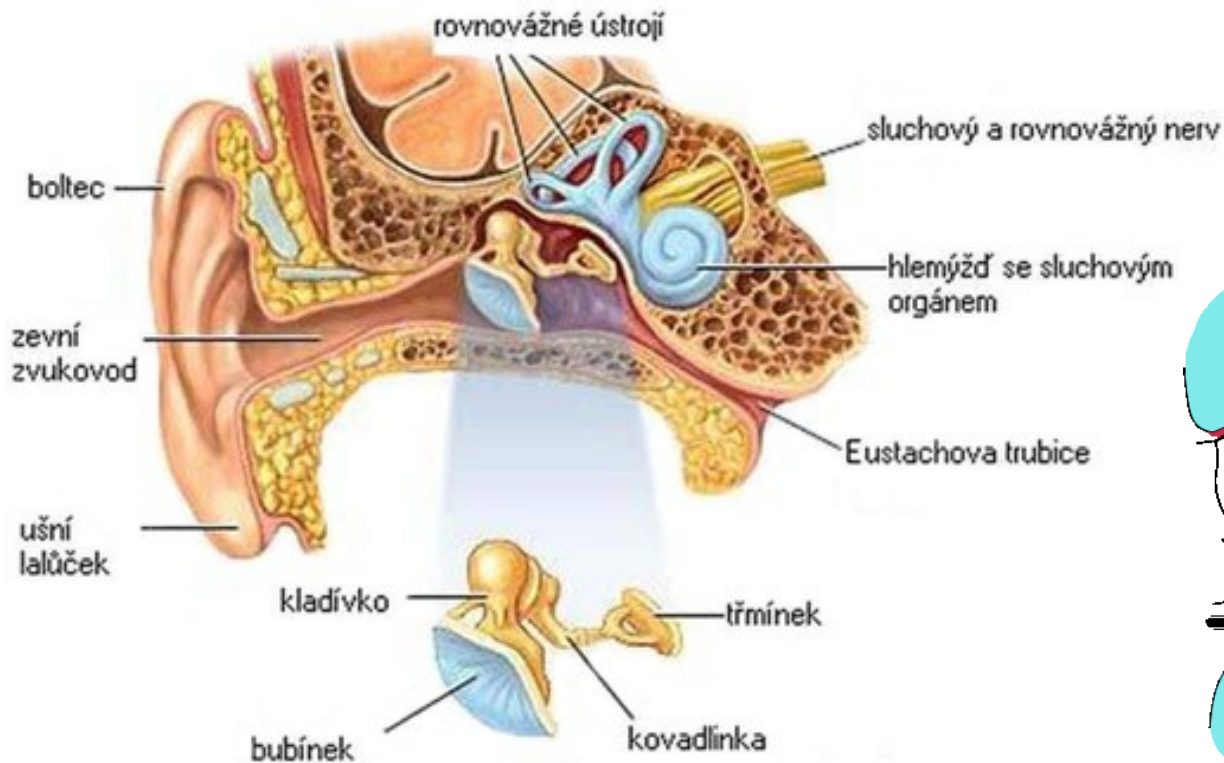
## Apomorfie savců:

8. Bikondylní lebka, okcipitální hrboly; velká mozkovna; silné jařmové oblouky (*jugale - squamosum*); prostorná nosní dutina s **nosními skořepami**; nos (nase) - ancestrální *rhinarium* (lysá kůže okolo vyústění nozder); sekundární tvrdé patro (L a P *maxillare - o. palatina*) - oddělení dýchacích a trávicích cest - sání mléka
9. Čtyřdílné srdce a **levý oblouk aorty; bezjaderné erytrocyty**
10. Alveolární plíce, ventilace 2 nezávislými systémy interkostálních svalů + ***svalnatá diaphragma***
11. Hlasový orgán v hrtanu - **několik párů blanitých hlasivkových svalů**

## Apomorfie savců:

12. Ve středním uchu *malleus*, *incus* a *stapes* (*articulare - quadratum*);  
*os tympanicum - bulae tympani*

13. Ve vnitřním uchu spiralizovaný helix s Cortiho orgánem; *os petrosum*

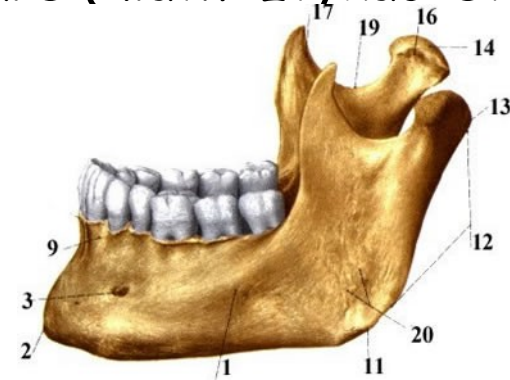


14. Dlouhý zevní zvukovod (rozšířená mozkovna) s pohyblivými boltci

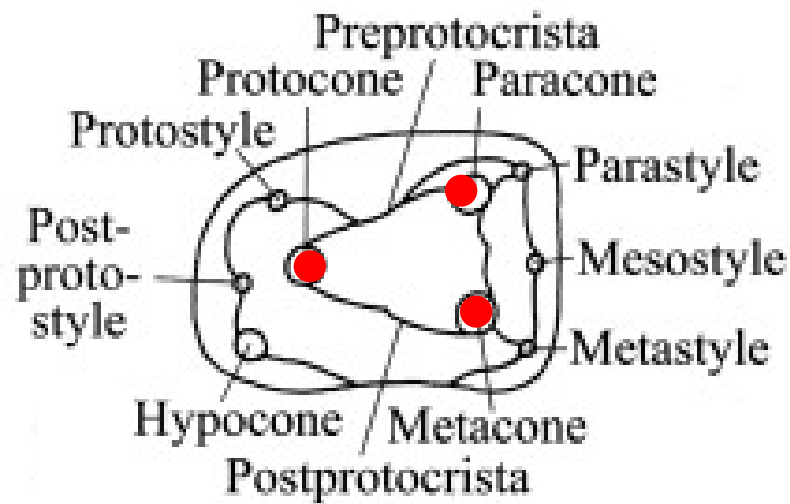


## Apomorfie savců:

15. Dolní čelist z jediné kosti (**mandibula, dentale**); **sekundární čelistní kloub (dentale - squamosum)**; **ramus mandibulae** (rameno)-insertní plocha pro adduktor - m. temporalis (hlavní žvýkácí sval)

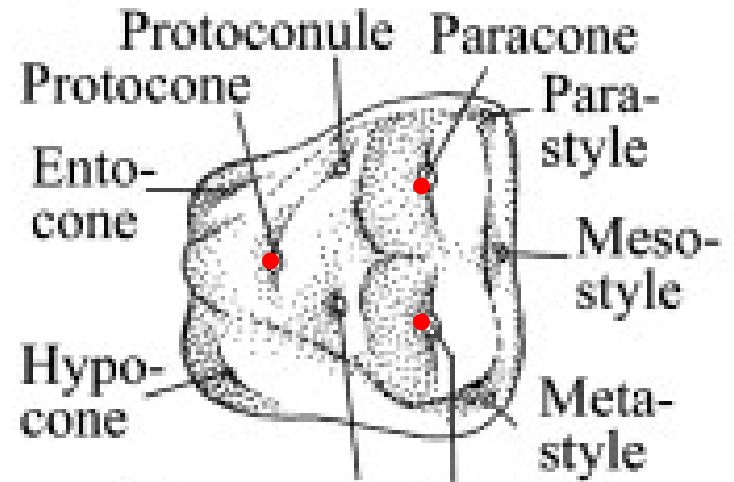


16. Velké zuby zakotvené v hlubokých alveolách, na praemaxile a maxile, resp. dentale
17. **Primárně heterodontní a difyodontní chrup**, velká variabilita, sekundární ztráta zubů (např. myrmekovorní druhy) nebo homodoncie (delfíni); unikuspidní (I a C), mutikuspidní (M), P variabilní podle skupin
18. **Tribosfénická stolička**: 3 ostré hroty spojené ostrými hranami - stříhání měkkých tkání, drcení kutikuly hmyzu - prerekvizita pro velkou diverzitu potravních adaptací



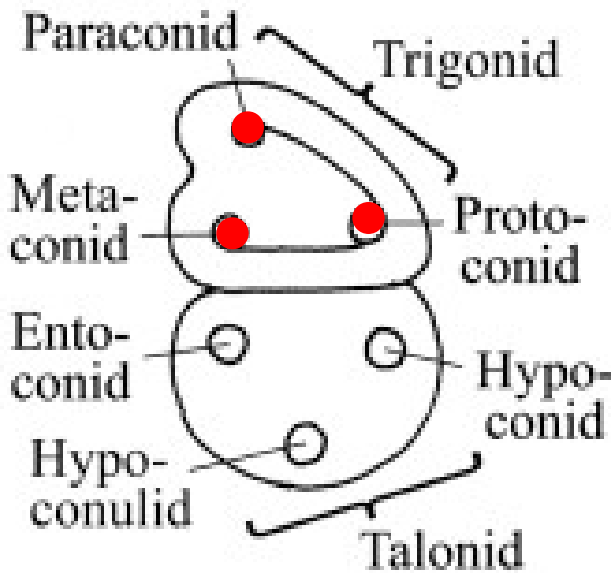
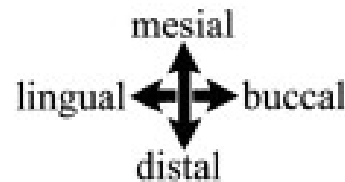
Molar

horní

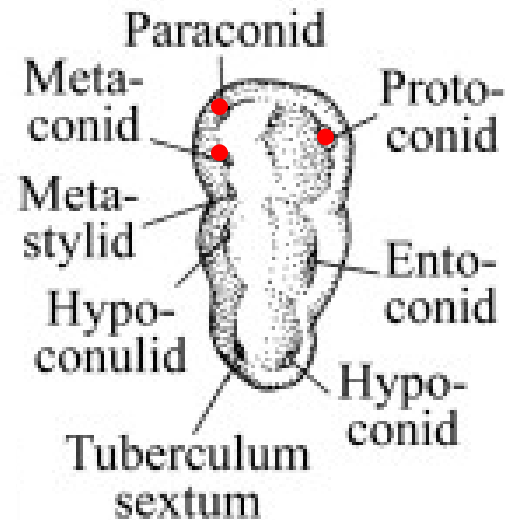


Hypoconule Metacone

Typical upper molar



dolní



Lower molar 3



## Apomorfie savců:

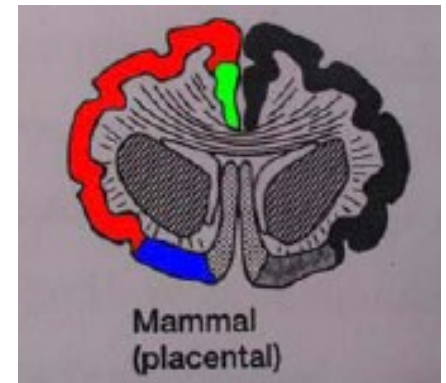
19. **Sekundární jazyk**

20. **Mimické** a žvýkací svaly

21. Zvětšování mozku (dorzální pallium, isocortex - 70% neuronů) - integrace sensorických informací z různých zdrojů, vysoká přizpůsobivost lokomoce, sociální a individuální učení - adaptivní chování; široké spektrum behaviorálních reakcí

### Pallium:

Hippocampus (krátkodobá paměť)	- mediální	■
Isocortex	- dorzální	■
Piriform (čich)	- laterální	■
Striatum (limbický systém - emoce)		■

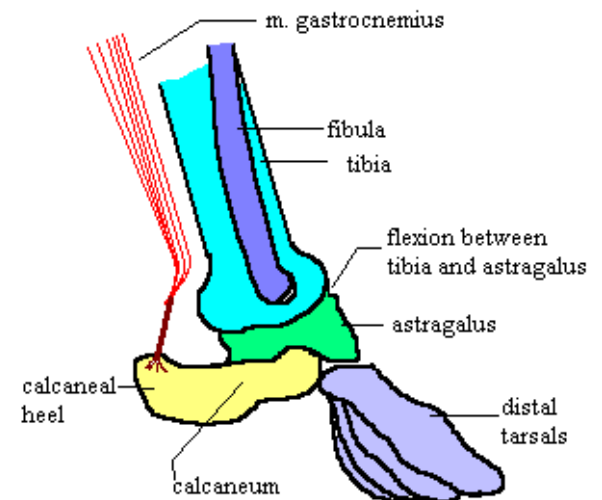


22. **Pons Varoli**

23. Ukončený růst - osifikace růstových chrupavek oddělující epifýzy od diafýzy

## Apomorfie savců:

24. Pohlaví determinováno chromozomálně (XY systém, heterogametickým pohlavím je samec) a geneticky (SRY)
25. Morfologické adaptace také se sociální signalizací, např. reprodukční strategie (rohy, parohy apod. - display behaviour, sexuální selekce, sociální signalizace )
26. Krurotarzální kotníkový kloub mezi tibií a astragalem (nad calcaneem), ploško-, prsto-chodci, kopytníci



Schematic diagram of therian ankle joint

# Srovnání plazů a savců (morfologie)

## Plazi

- Dolní čelist z více kostí, primární čelistní kloub (quadratum - articulare)
- 1 týlní hrbol
- Dlouhé kosti bez epifýz
- Pánevní kosti nesrostlé
- Sekundární tvrdé patro obv. chybí
- Střední ucho s jednou kůstkou (columela - stapes)
- Články prstů 2-3-4-5-3 (4)
- Homodontní a polyfiodontní chrup
- Pokožka kryta šupinami
- Oviparní nebo ovoviviparní
- Srdce třídílné s 1 komorou (většinou)
- Ektotermní s pomalým metabolismem
- Blanitá bránice
- Bez mléčných žláz
- Malý jednoduchý mozek

## Savci

- Dolní čelist tvořena 1 kostí (mandibula), sekundární čelistní kloub (squamosum - dentale)
- 2 týlní hrboly
- Dlouhé kosti s epifýzami (ukonč. růst)
- Pánevní kosti srostlé
- Patro je přítomno
- Ve středním uchu 3 kůstky (malleus, incus, stapes)
- Články prstů obvykle 2-3-3-3
- Heterodontní a difiodontní chrup
- Pokožka kryta chlupy
- Viviparní (vyjma ptakořitných)
- Srdce čtyřdílné se 2 komorami a levým obloukem aorty
- Endotermní s rychlým metabolismem
- Svalnatá bránice
- Mléčné žlázy přítomny
- Velký komplexní mozek



# Srovnání plazů a savců (fyziologie, metabolismus)

## Plazi

- Min. hmotnost < 1g
- Prodloužené tělo
- 50-90 % z anaerobního metabolismu
- Vysoká aktivita jen v krátkých periodách
- Nízký krevní tlak 30-50 mmHg
- Nízký hematokrit
- Velký průměr a světlost krevních kapilár
- Kapacita kyslíku v krvi 25-50 % ve srovnání se savci
- Délka kapilár v 1 mm<sup>3</sup> tkáně 155 mm (žába)
- Denní spotřeba energie (aktivní ještěrka) jen 3-4 % ve srovnání se savcem
- Vysoké využívání dočasných potravních zdrojů (energie získaná za 4 dny může vydržet až 9 měsíců - gekončík kalifornský)
- Méně potravy, ale vyšší tvorba biomasy, ještěrky 90% energie do nové biomasy

## Savci

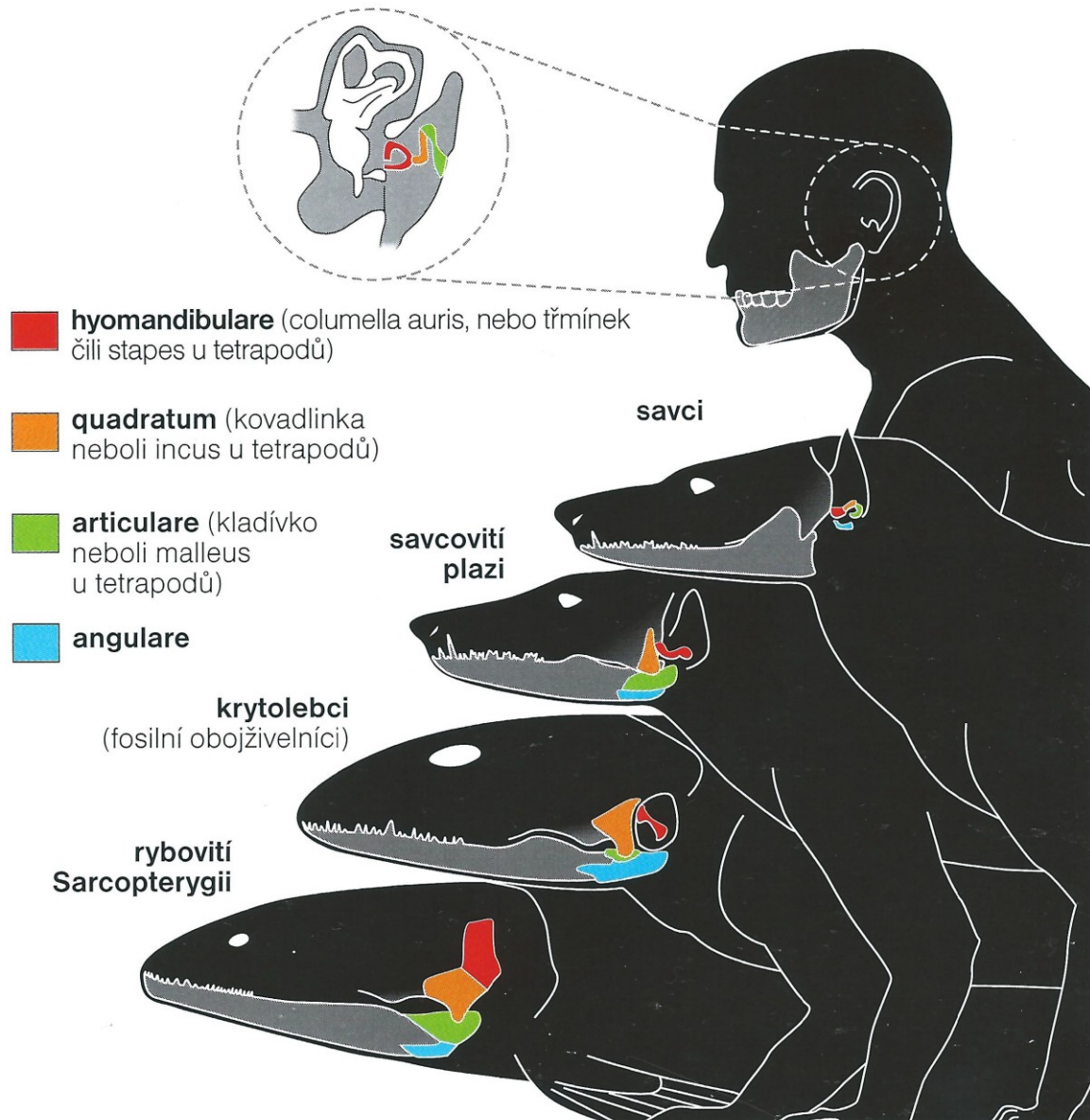
- Min. hmotnost 2 g
- Tělo objemnější
- Vysoká produkce aerobní energie
- Vysoká aktivita v dlouhých periodách
- Krevní tlak 90-200 mmHg
- Vysoký hematokrit
- Nízký průměr a malá světlost krevních kapilár
- Délka kapilár v 1 mm<sup>3</sup> 3 500 mm (myš)
- Savci potřebují více dlouhodobě dostupných zdrojů
- Větší množství potravy, ale nižší tvorba biomasy, 90 % energie na termoregulaci

# Apomorfie savcū

**TABLE 2-2** Characters Diagnosing Mammalia

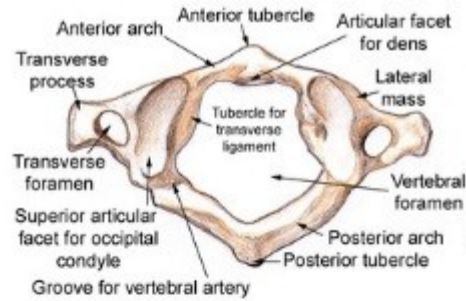
1. Accessory jaw bones shifted away from the cranio-mandibular joint in adults to become associated with the cranium alone. These include the middle ear bones, the stapes (columnella auris of nonmammals), incus (quadrate), and malleus (articular), as well as other bones formerly associated with the jaw.
2. Stapes very small relative to skull size
3. Atlas intercentrum and neural arches fused to form single, ring-shaped osseous structure
4. Epiphyses on the long bones and girdles
5. Heart completely divided into four chambers with a thick, compact myocardium (muscular wall)
6. Heart with atrioventricular node ("pace-maker") and Purkinje fibers
7. Single aortic trunk
8. Pulmonary artery with three semilunar valves
9. Erythrocytes lack nuclei at maturity
10. Endothermy
11. Central nervous system covered by three meninges
12. Cerebellum folded
13. Nerve filaments with three polypeptides
14. Brain with divided optic lobes
15. Strong representation of the facial nerve field in the motor cortex of the brain
16. Superficial musculature expanded onto the face and differentiated into muscle groups associated with the eye, ear, and snout
17. Muscular diaphragm encloses pleural (lung) cavities, and consequent development of diaphragmatic breathing
18. Complex lung structure with division of the lungs into lobes, bronchioles, and alveoli
19. Epiglottis
20. Skin with erector muscles and dermal papillae
21. Hair
22. Sebaceous glands
23. Sweat glands
24. Mammary glands
25. Loop of Henle in the kidney

# Středoušní kůstky (ad 1, 2)

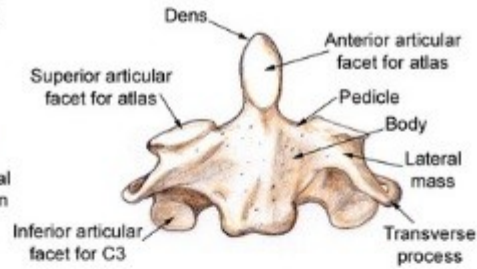




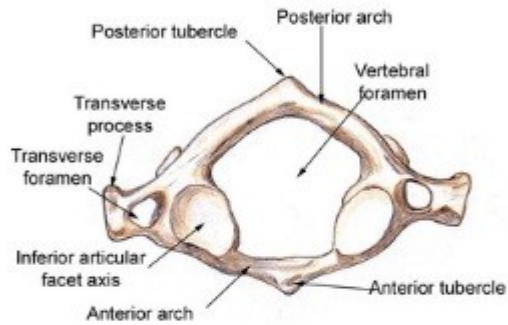
# Atlas – axis (ad 3)



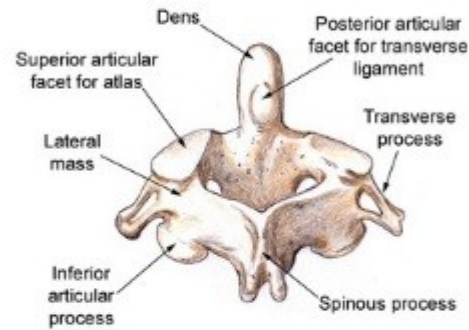
Atlas (C1): superior view



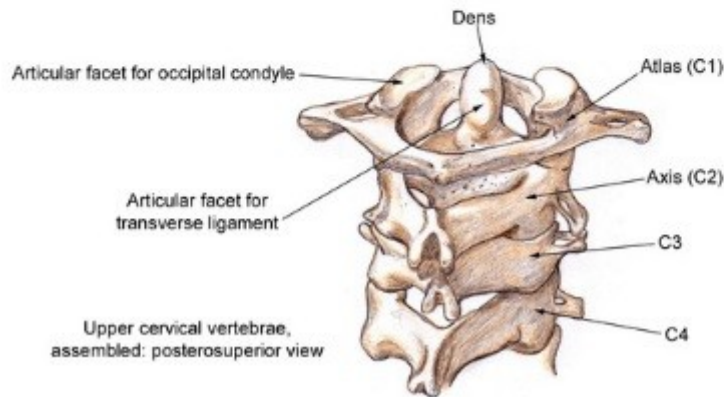
Axis (C2): anterior view



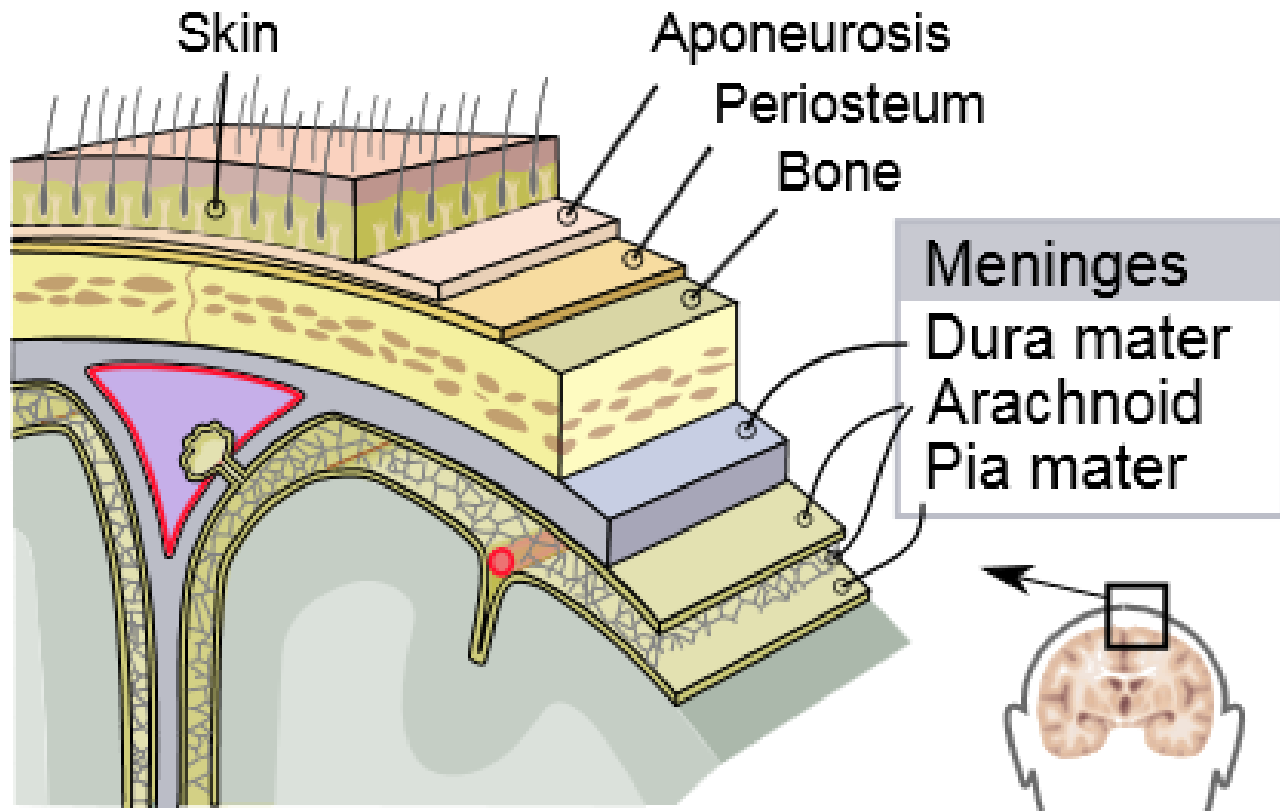
Atlas (C1): inferior view



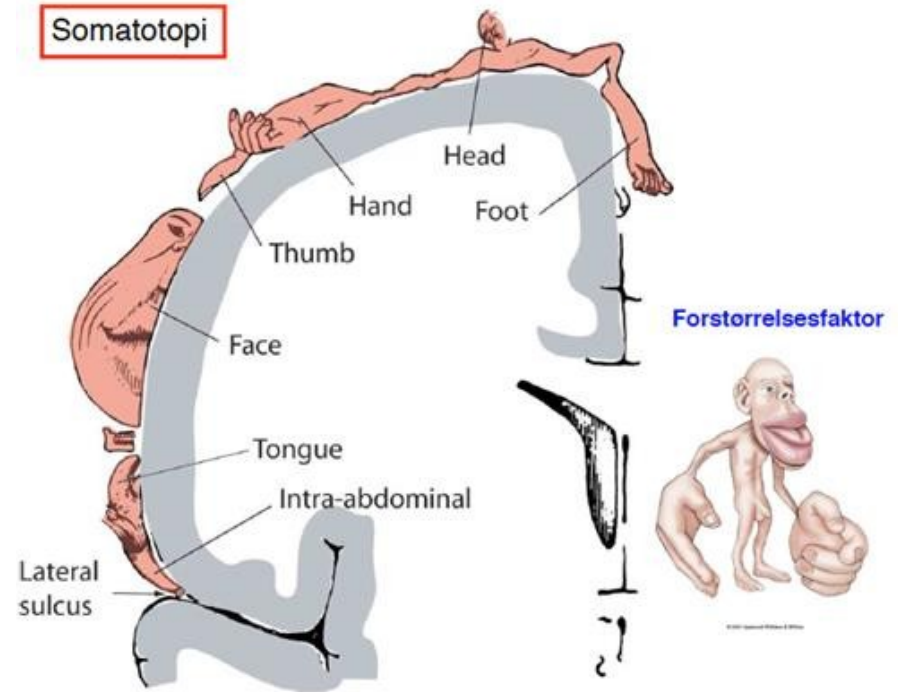
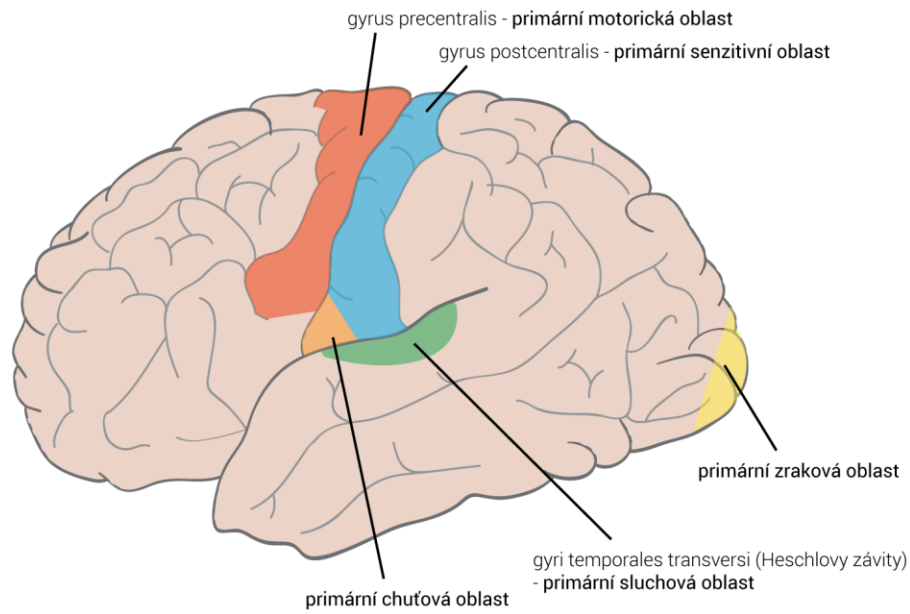
Axis (C2): posterosuperior view



### 3 mozkové pleny (ad 11)

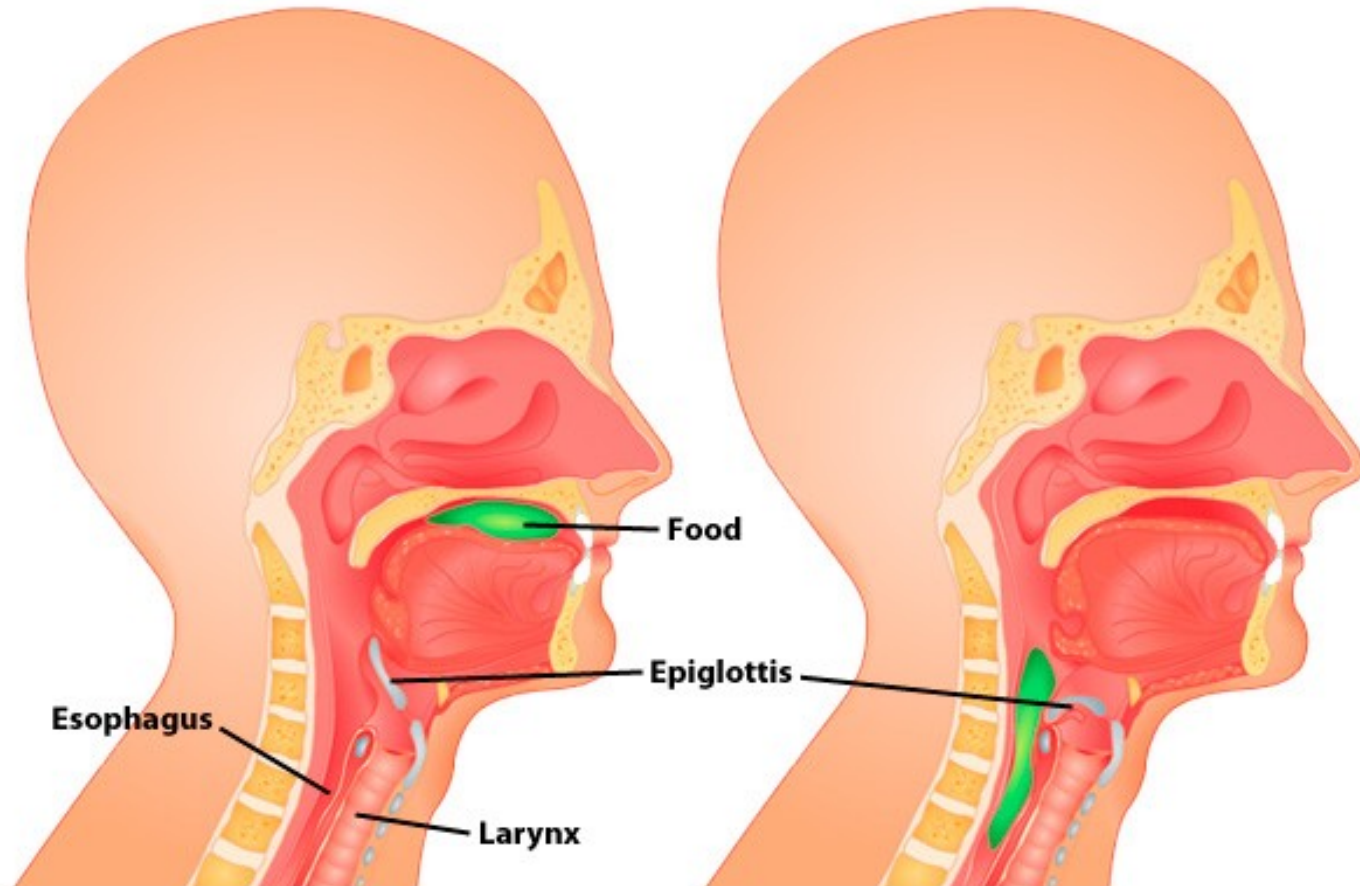


# Motorická centra v mozkové kůře (ad 15)



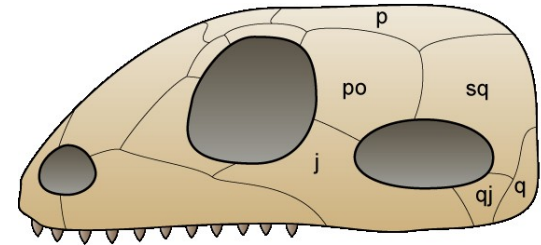


## Hrtanová záklopka - epiglottis (ad 19)

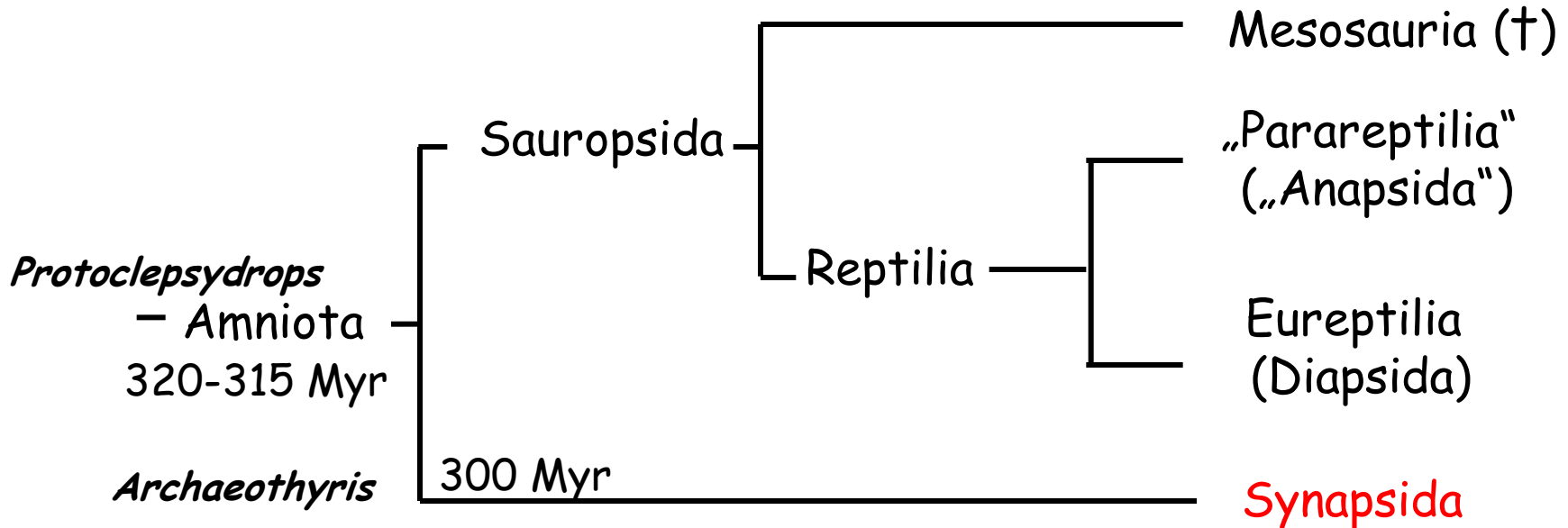


### 3. Odpověď paleontologa: Produkt rané divergence Amniot v druhohorách

- Potomek Synapsidů (první Amniota - karbon - 320 Myr, dominantní fosilie ve spodním triasu), spodní spanková jáma za orbitou, spodní jařmový oblouk: jugale-squamosum



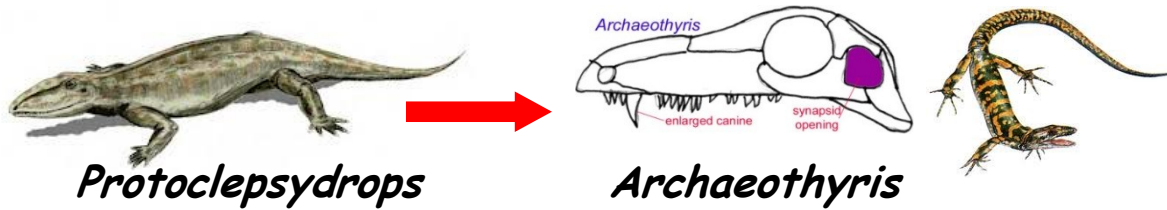
- Vývoj Synapsidů nezávisle na vývoji ostatních Amniot



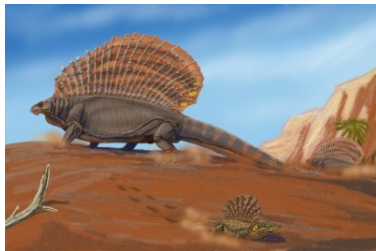
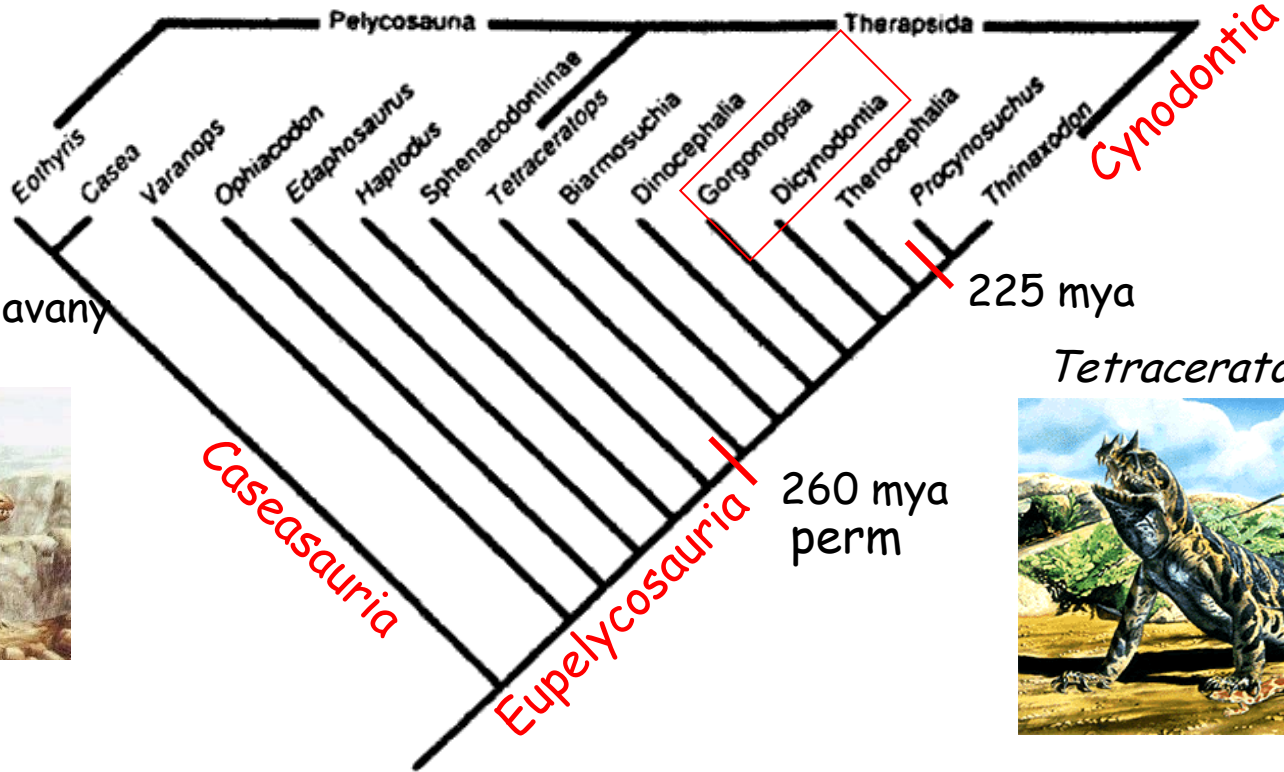
*Protoclepsydraps* ? - svrchní karbon (Pennsylvánie) - 320 Myr ?

*Archaeothyris* - pozdní karbon (300 mil. let), Nýřany (Plzeňská pánev)

# Fylogeneze synapsidních amniot



- 2 linie: a) *Eupelycosauria* - velcí karnivoři; b) *Caseasauria* - malí a střední generalizovaní omnivoři



*Edaphosaurus* - Oslavany



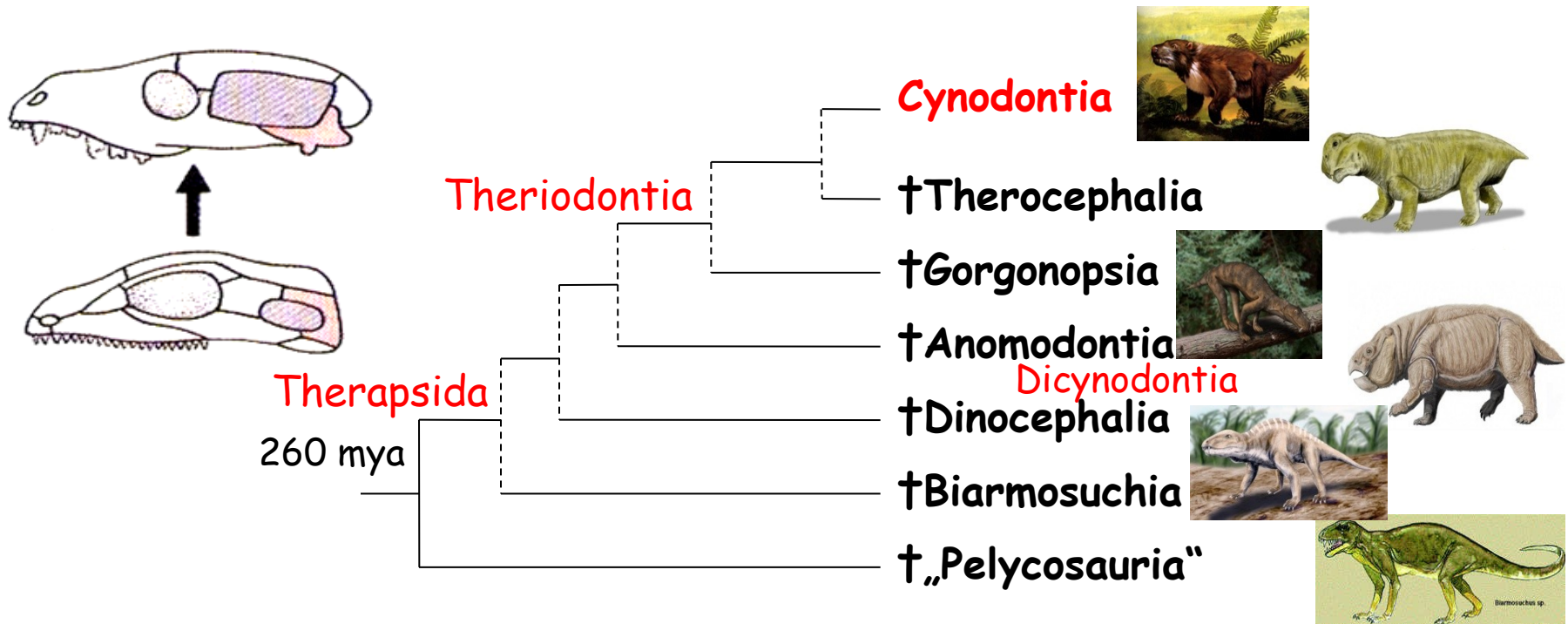
*Dimetrodon*



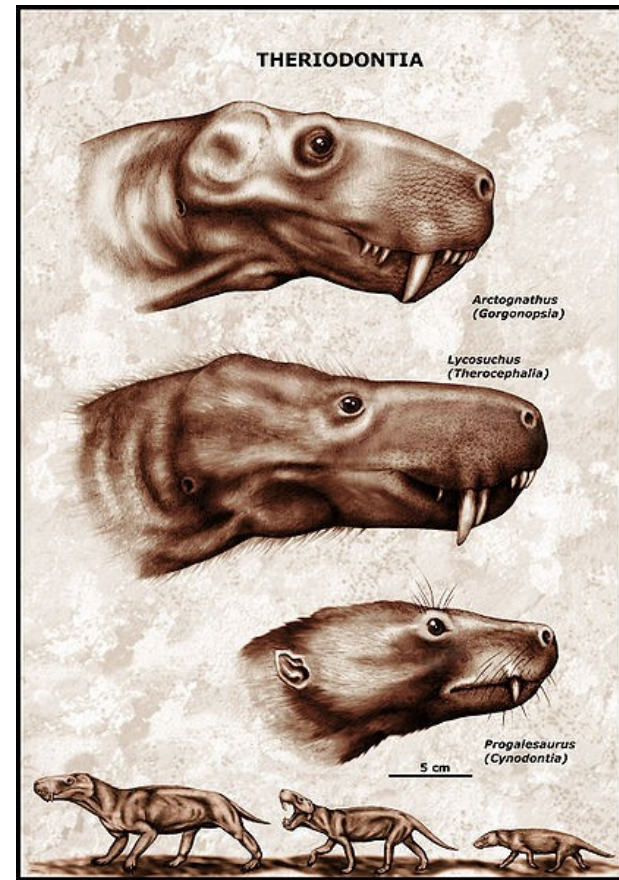
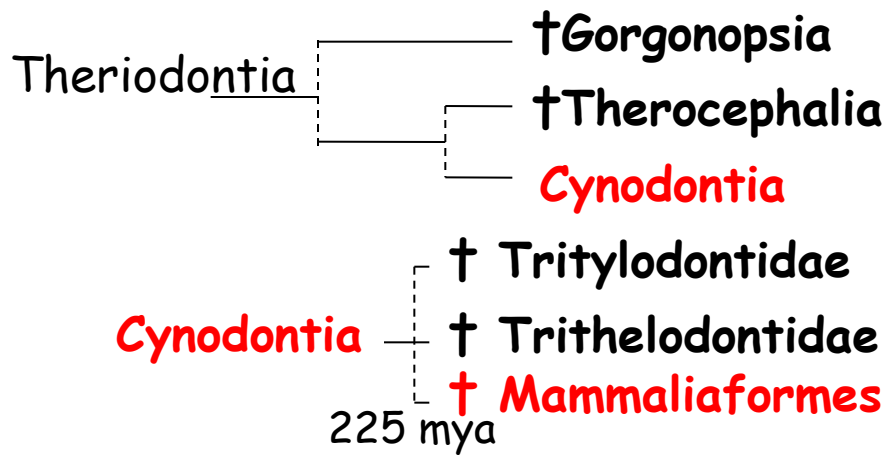
*Tetraceratops*



- *Therapsida* - od středního permu (260 mya) - větší spánkové jámy, jednoduché velké špičáky, velké tvarové a funkční rozdíly mezi předními a zadními zuby



- Adaptivní radiace v permu
- („Pelycosauria“ ve svrchním karbonu a v permu 70% Amniot)
- Během perm/trias extinkce (248 mya) přežily jen 2 linie:
  - a) *Dicyodontia*; b) *Cynodontia*

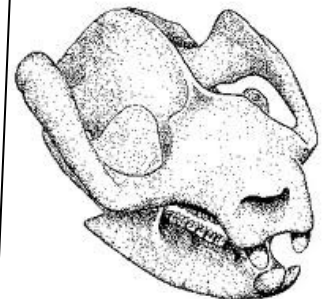
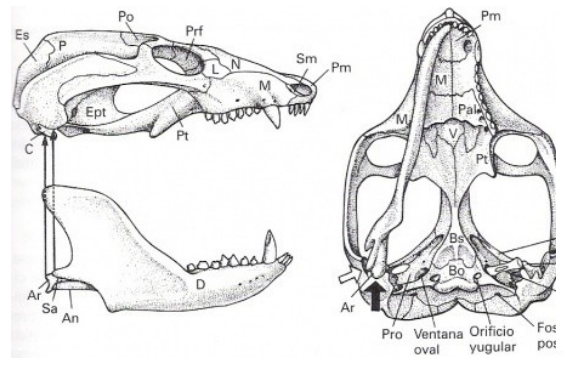


- Předek savců: *Tritylodontia* n. *Trithelodontia* (svrchní trias - spodní jura)
- Savci a jejich předci měli přídatné kuspidy na zadní části stoličky, vyvinuté rameno mandibuly a úplné tvrdé patro

Trithelodontidae:

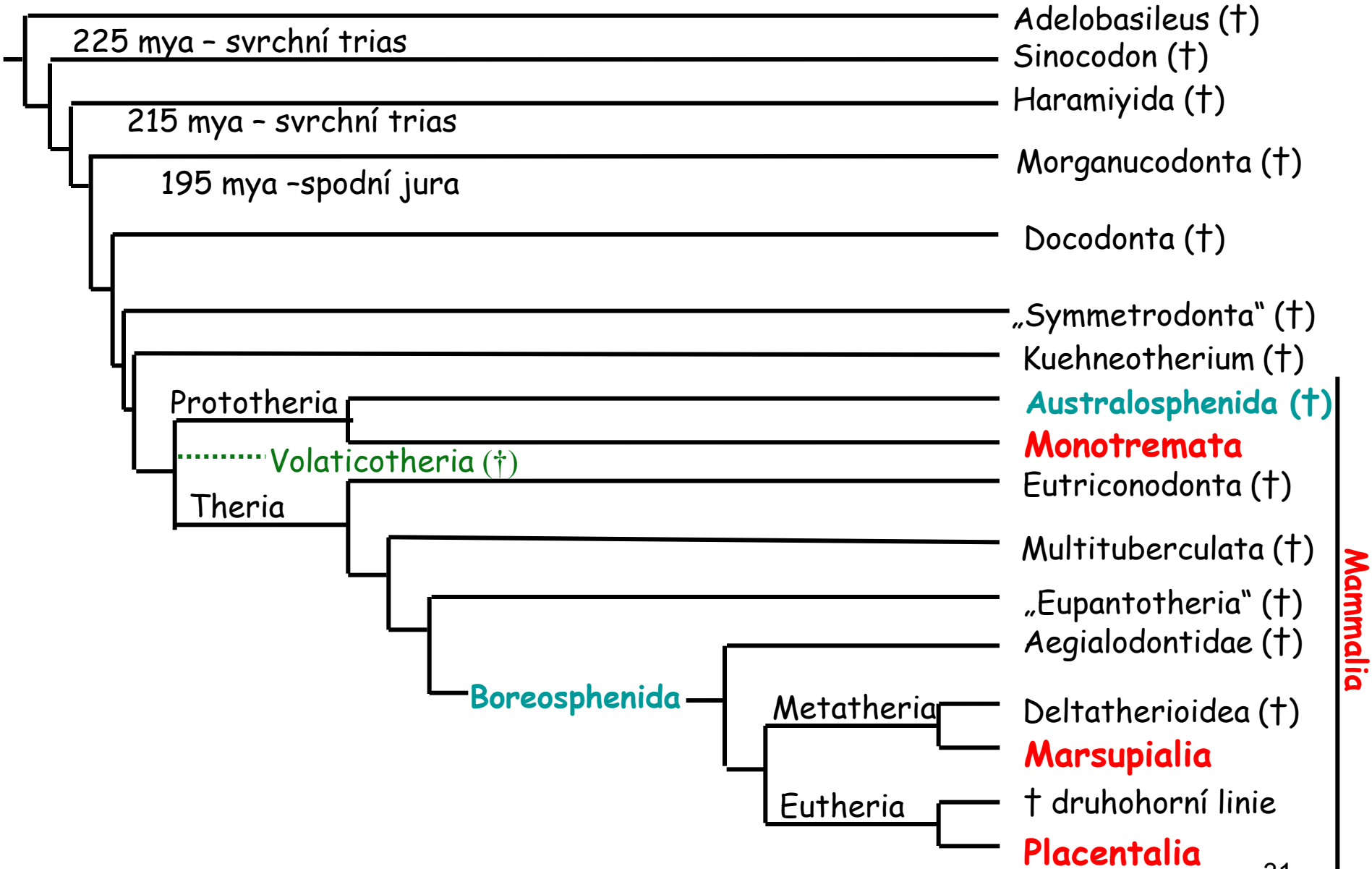


***Diarthrognathus*** - svrchní trias J Afriky, dvojitý čelistní kloub: articulare-quadratum, dentale-squamosum

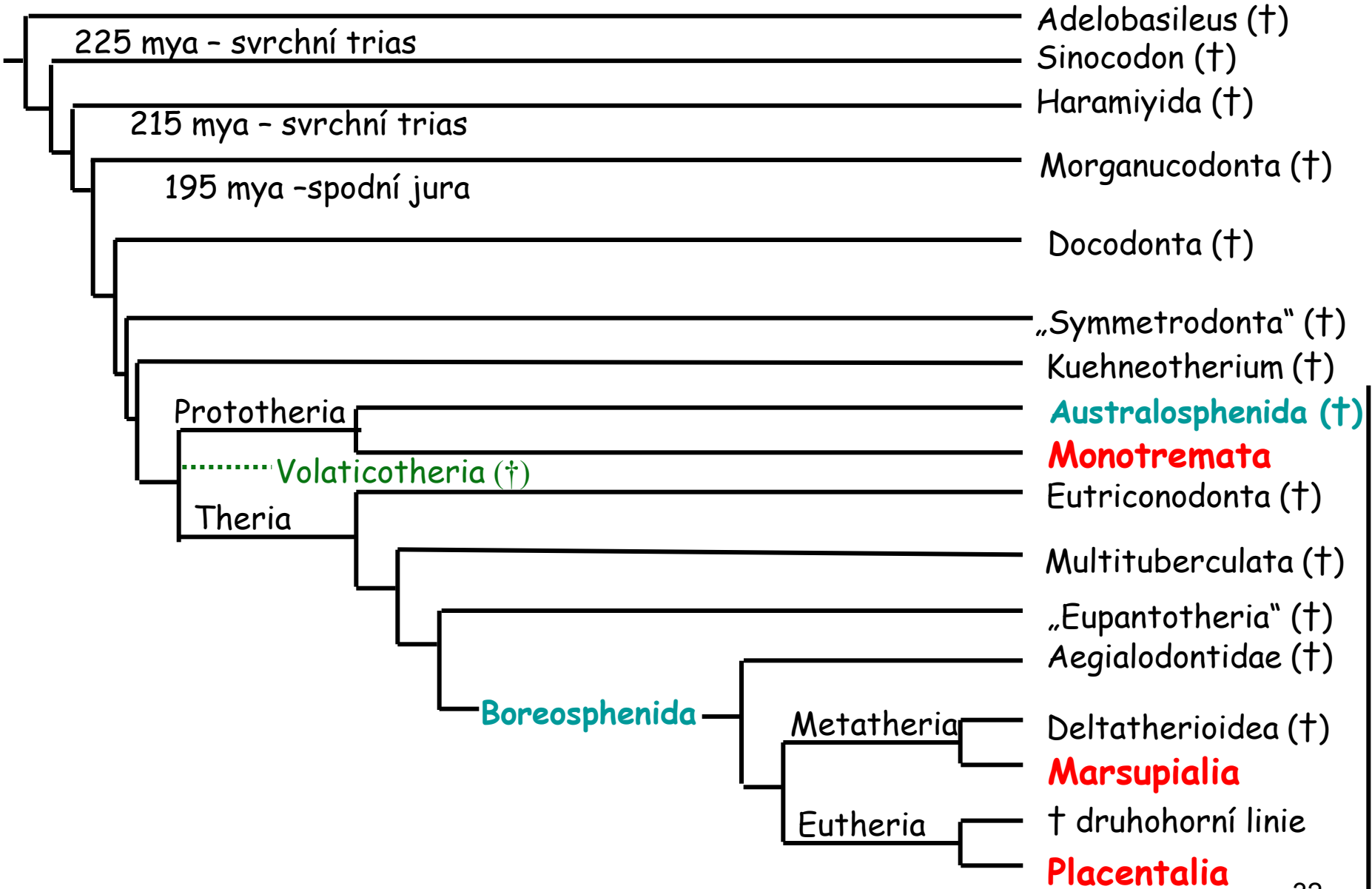


Tritylodontidae: svrchní trias, specializovaní herbivoři, bez špičáků, s diastemou.

# System Mammaliaformes



# System Mammaliaformes



Mammalia



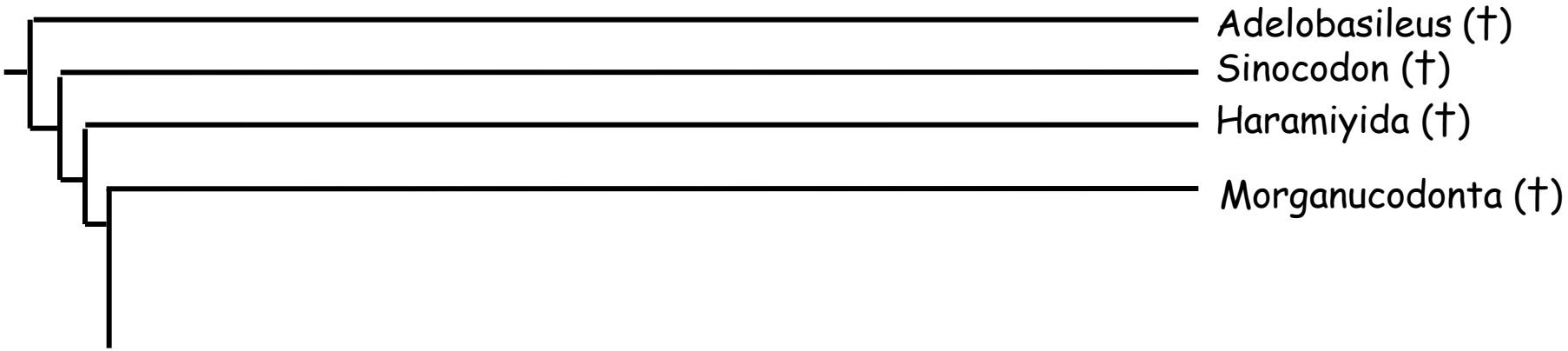
*Adelobasileus* (†) - svrchní trias 225 Myr, Texas, noční, 5-20 g, chybí čelist a zuby

*Sinocodon* (†) - spodní jura, Čína, všežravci

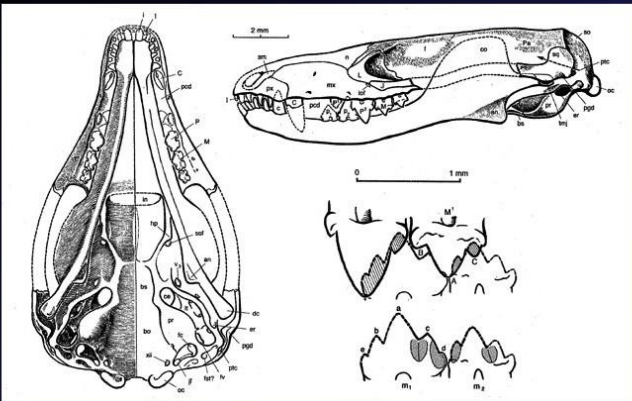
Haramiyida (†) - svrchní trias 215 Myr, starobylé znaky, *Haramiya* - Egypt, listí, kůra

*Volaticotherium antiquus* - stř. jura, spodní křída, Čína, >125 Myr, 14 cm, 70 g,

1. létající savec, noční, Nature 2006



## Morganuconodonta

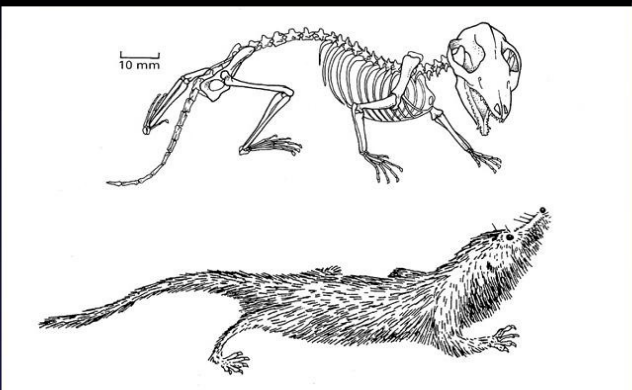


*Hadrocodium*, described in May 2001 from the Early Jurassic of Yunnan, China, is the closest animal so far known to the common ancestor of all living mammals.

10-15 cm, podobní dnešním rejskům, hmyzožraví, velké špičáky, stoličky s 1 velkým a 2 menšími hroty v řadě (horní trigon a spodní trigonid), svr. trias - svrchní křída

*Morganucodon* (trias/jura, USA, Čína, Anglie, Wales),  
*Hadrocodium* (spodní jura, 195 mil. let, Čína) - 2 g  
*Megazostrodon* (180 mil. let, Afr.)

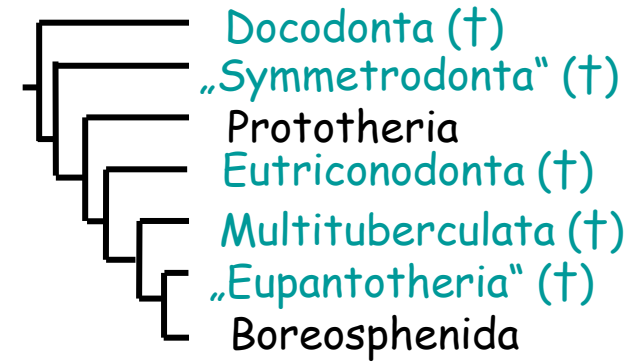
*Hadrocodium* (†)



triconodontní M

# Docodonta

střední a svrchní jura - býložravci, specializovaný chrup, čtvercovitá oklusní plocha stoliček



## „Symmetrodonata“



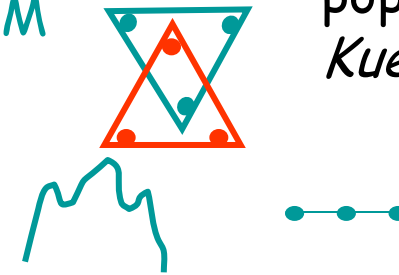
sběrná skupina, svrchní trias - spodní křída, triangulární M

poprvé u *Kuehneotherium*

## Eutriconodonta

střední jura

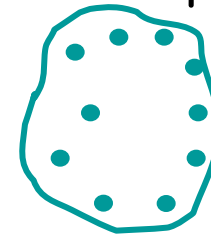
triconodontní M



## Multituberculata

jura, podobní dnešním hlodavcům, býložraví nebo všežraví, unikátní chrup: P a M - 10 hrbolků na M, jura až svrchní eocén, úspěšná skupina

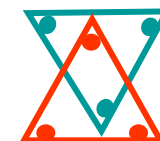
multikuspidní M



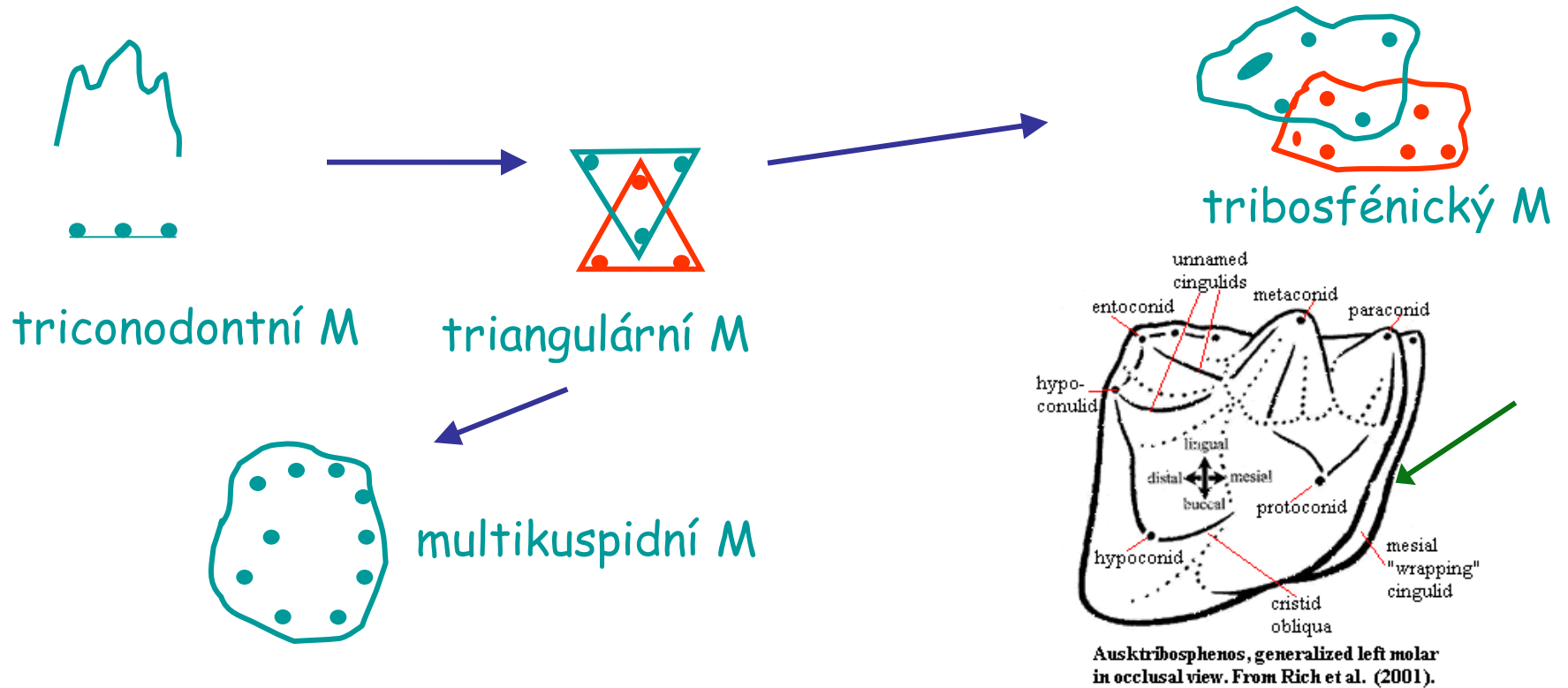
## „Eupantotheria“

sběrná skupina, svrchní trias - spodní křída, velký spodní talonid - přechod k tribosfénické M, Dryolestoidea, Peramura

triangulární M



# Cesta k tribosfenické stoličce





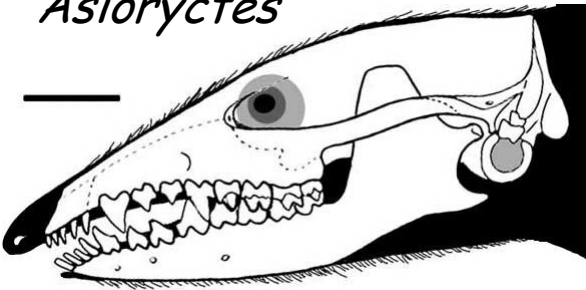
# Cesta k tribosfenické stoličce

Pretribosfenický M („Eupantotheria“ - *Peramus*, *Henkelotherium*)

**Tribosfenický M** - od spodní křídy, ze severní polokoule u **Boreoshenida**, poprvé u *Aegialodontidae*, *Kielantherium*, *Montalestes*, *Metatheria* - *Deltatheridium*, *Didelphis*, *Eutheria* - recentní (např. *Afrosoricida*, ježek) - **stoličky bez cingulidu** (Luo et al. 2001, *Nature*)

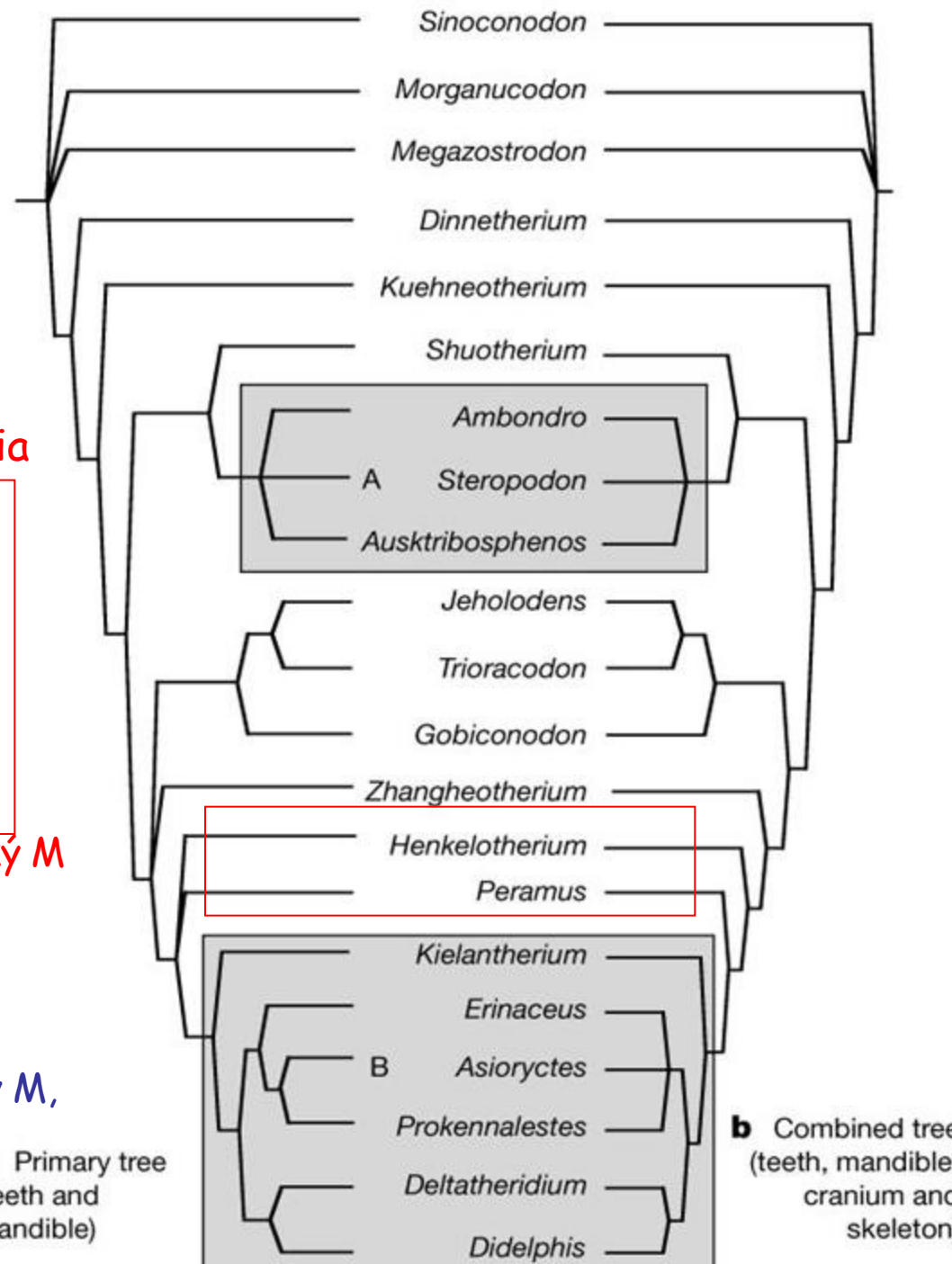
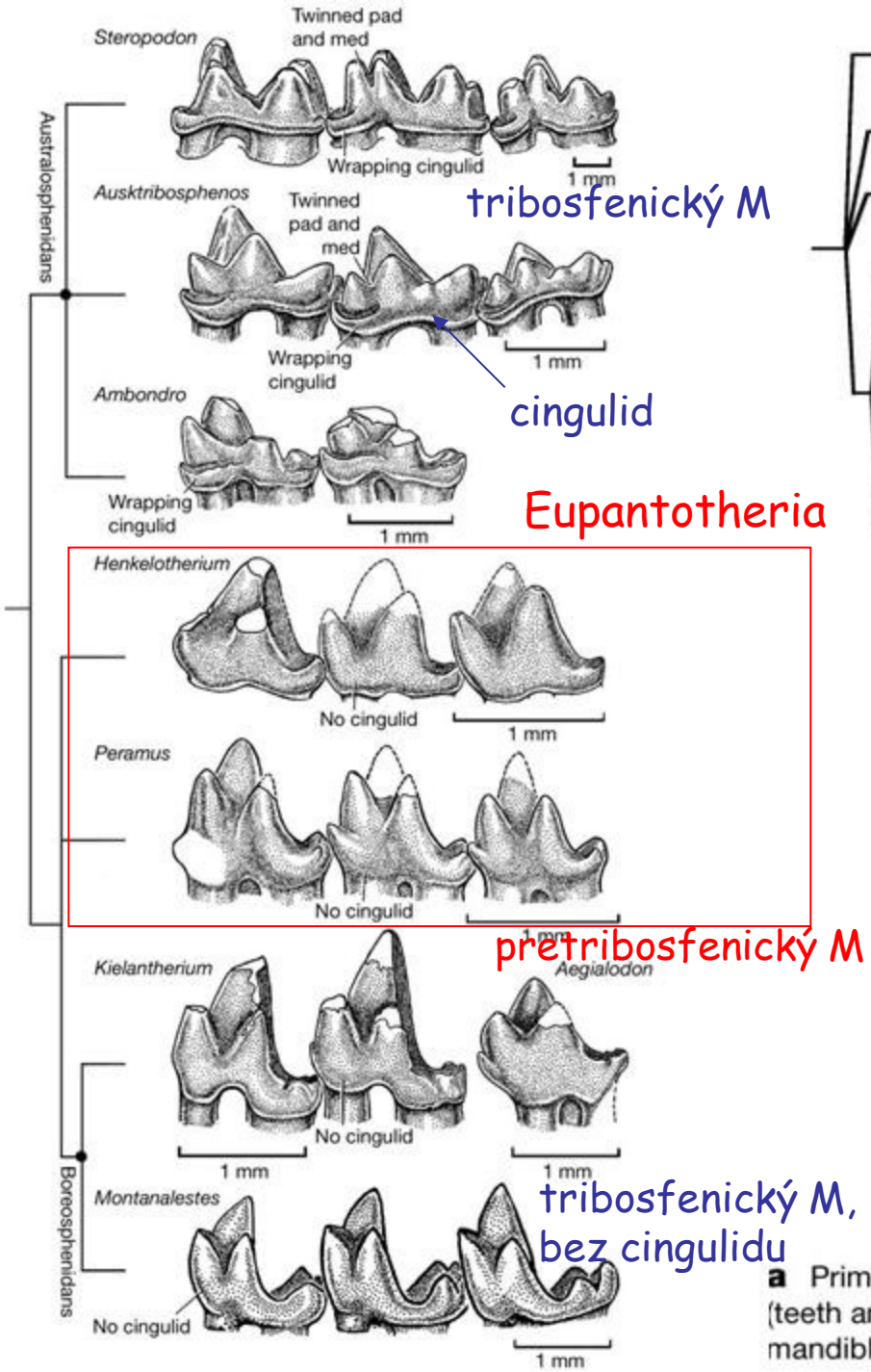
ale i fosilní *Prototheria* - **Australosphenida** ze spodní křídy - *Teinolophos*- 123 Myr, *Steropodon* (98-113 Myr, Aus), *Ambondro* (167 Myr, Mad.), *Ausktribosphenos* (120 Myr, Aus)- jiná stavba - **s cingulidem** na linguální straně paraconidu (*Nature*, 409/4, 2001)

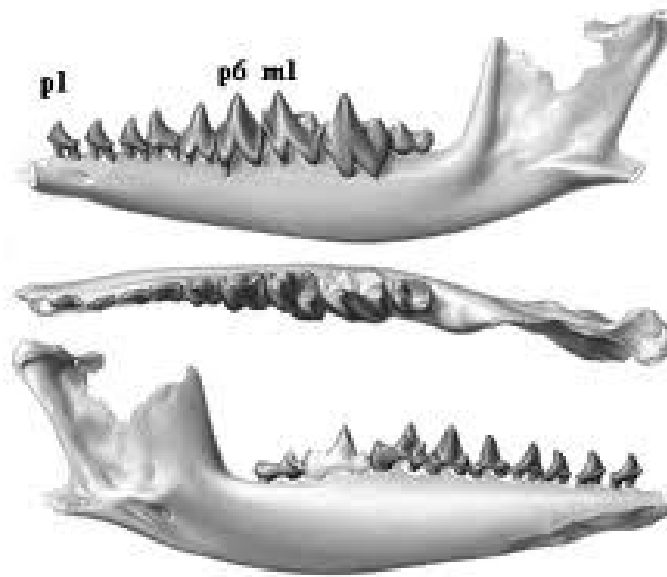
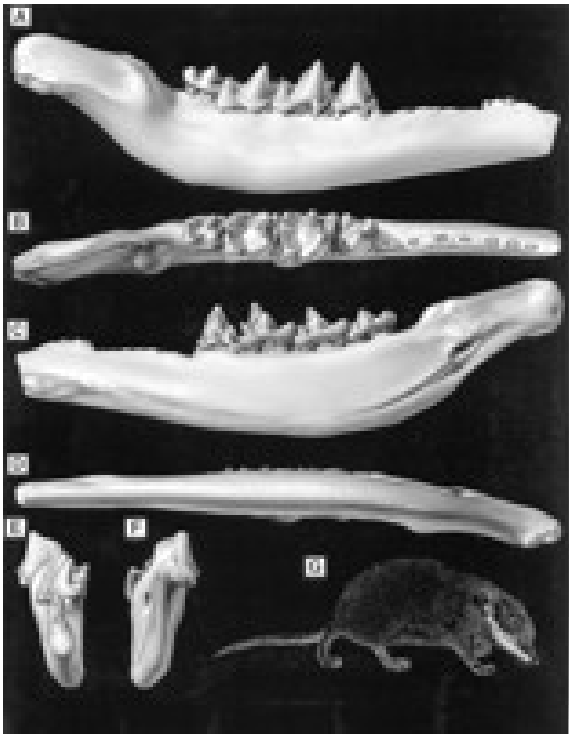
*Asioryctes*



*Ambondro*

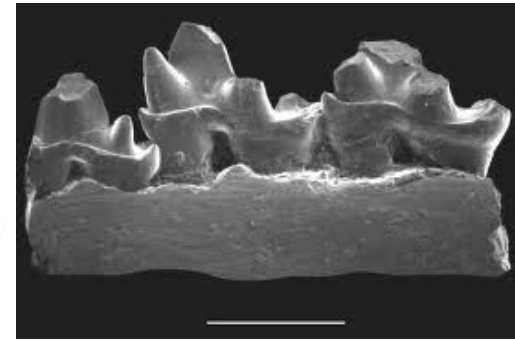






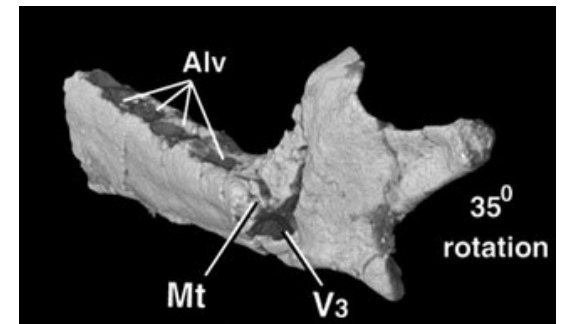
Bisops, left lower jaw in buccal, occlusal & lingual views. From Rich et al. (2001). Note that the curvature of the jaw has been reversed by crushing.

## Ambondro



linguální strana mandibuly cingulid

## Ausktribosphenos

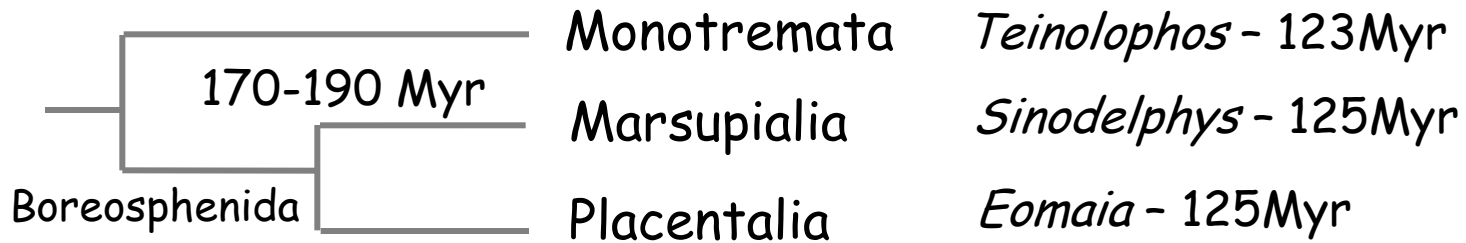


## Teinolophos

Steropodon (opalizovaná mandibula, New South Wales, Aus)



# Korunové taxony savců (s recentními zástupci)



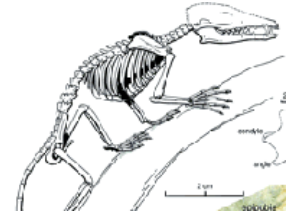
Za společného předka vačnatců a placentálů považováni *Aegialodontidae*

Oddělení vačnatců od placentálů již na konci jury až začátku křídy (před 170-190 Myr), jeholské vrstvy v SV Číně (*Eomaia*, *Jeholodens*, *Montanalestes*)



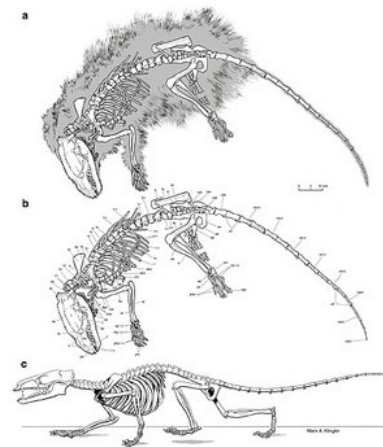
*Sinodelphys*

Liaoning, Čína



*Eomaia scansoria* Ji et al. 2002

(= šplhavá matka úsvitu) - před 125 mil. lety - nejstarší placentální savec, ale asi bez placentace (úzké boky neumožňovaly porod vyvinutějšího zárodku), Liao-ning (SV Čína), arborikolní, insektivorní, 16 cm, 50 Myr před dalšími Eutherií! Li et al. 2002



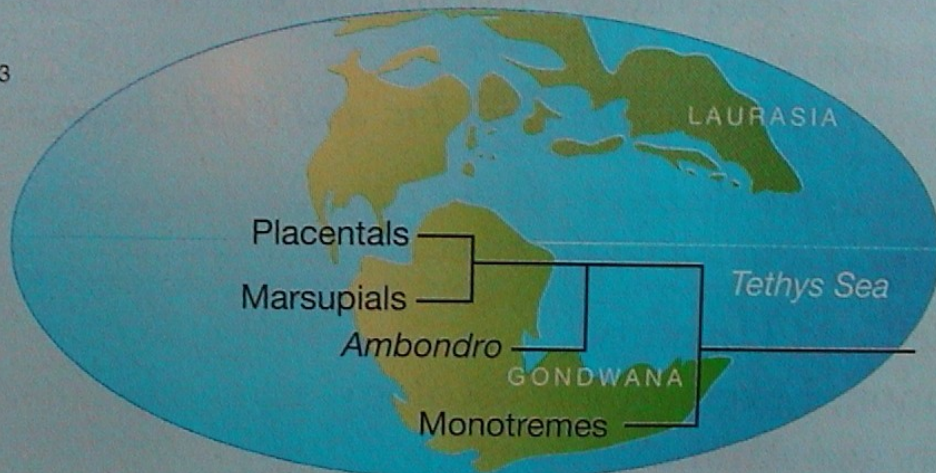


a Luo et al.<sup>1</sup>  
2001

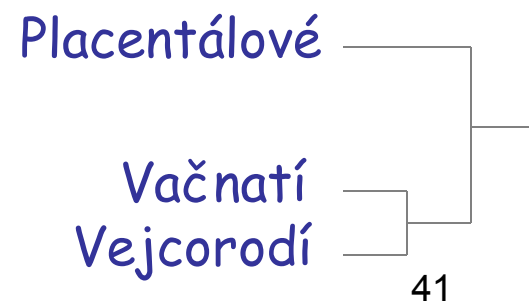


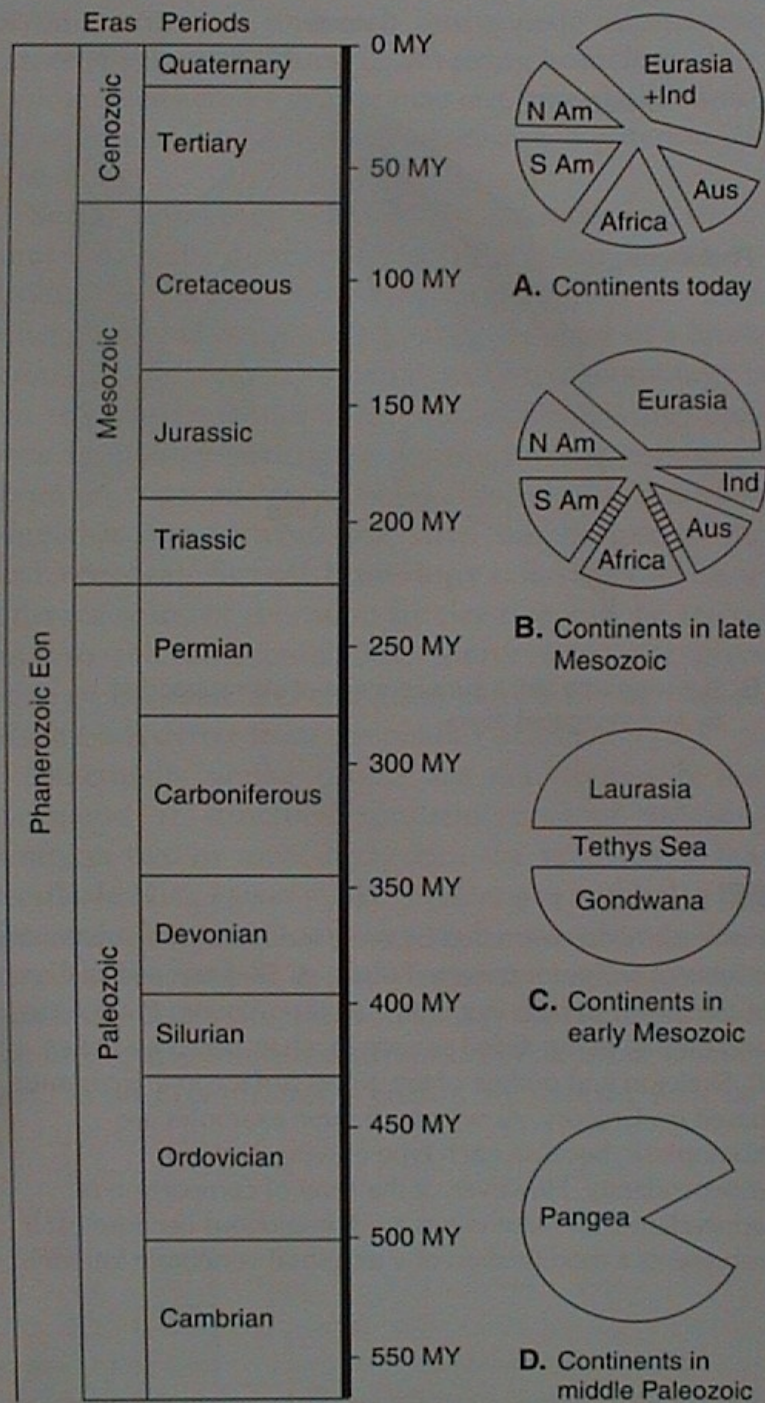
Vejcorodí  
Živorodí  
Vačnatí  
Placentálové

b Rich et al.<sup>2</sup>  
and Flynn et al.<sup>3</sup>  
1997,  
1999



c Penny and Hasegawa<sup>4</sup>  
1997







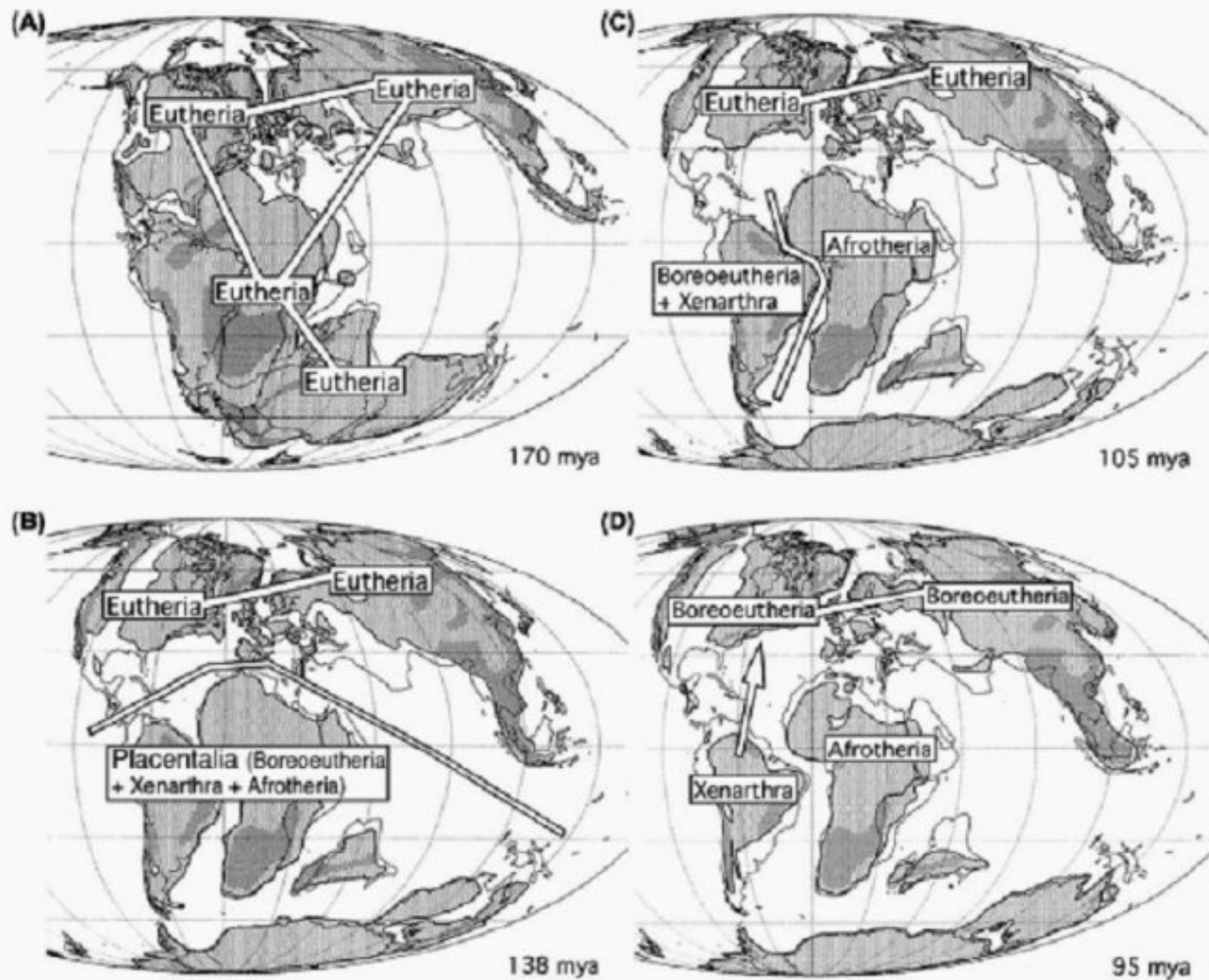


Fig. 3. Gondwanan biogeographic hypothesis for the origin of Eutheria and Placentalia following Murphy et al. (2003). See text for explanation. Maps modified after Smith et al. (1994).

Původ placentálů - Gondwana

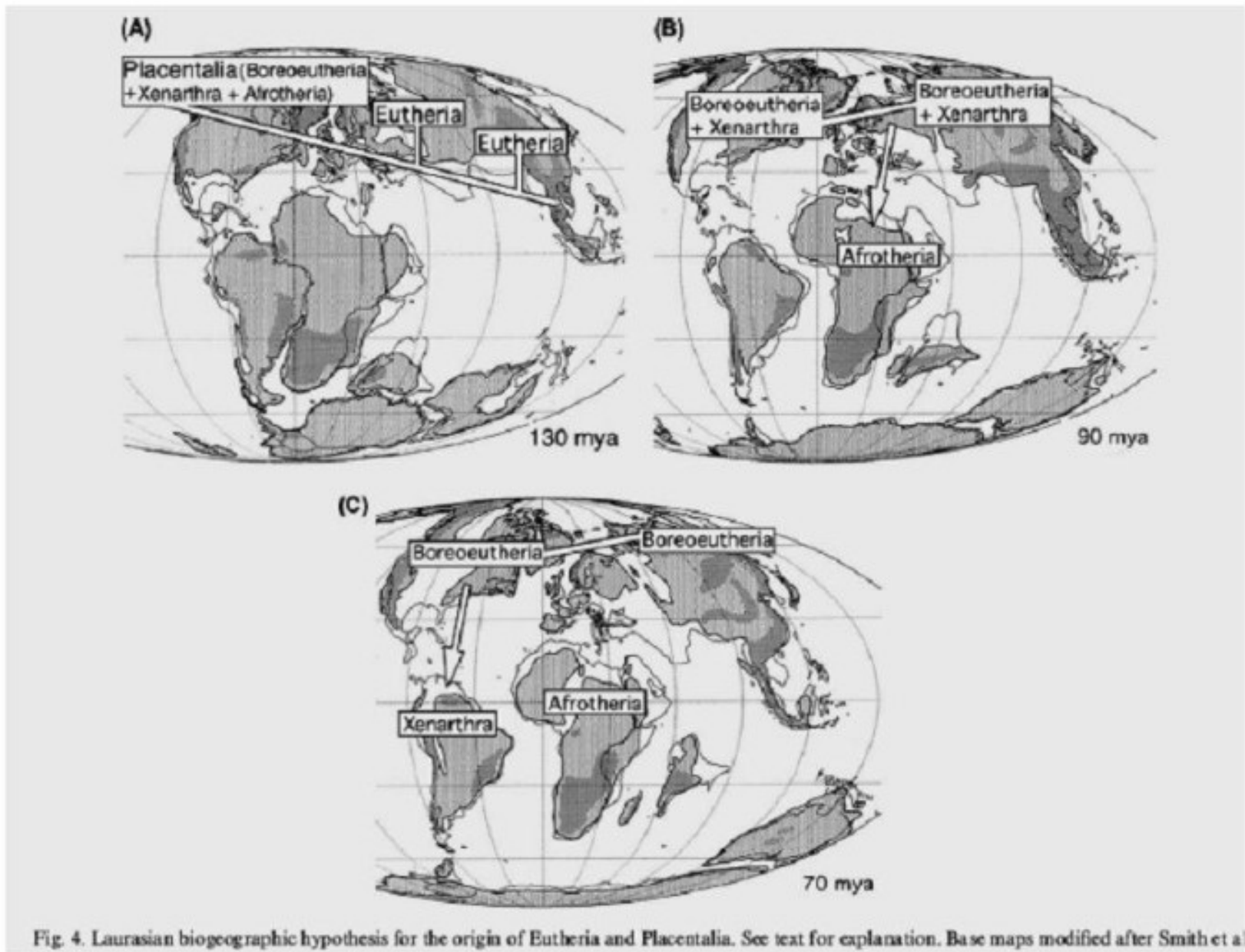


Fig. 4. Laurasian biogeographic hypothesis for the origin of Eutheria and Placentalia. See text for explanation. Base maps modified after Smith et al.

Původ placentálů - Laurasie