

Fylogeneze a diverzita živočichů

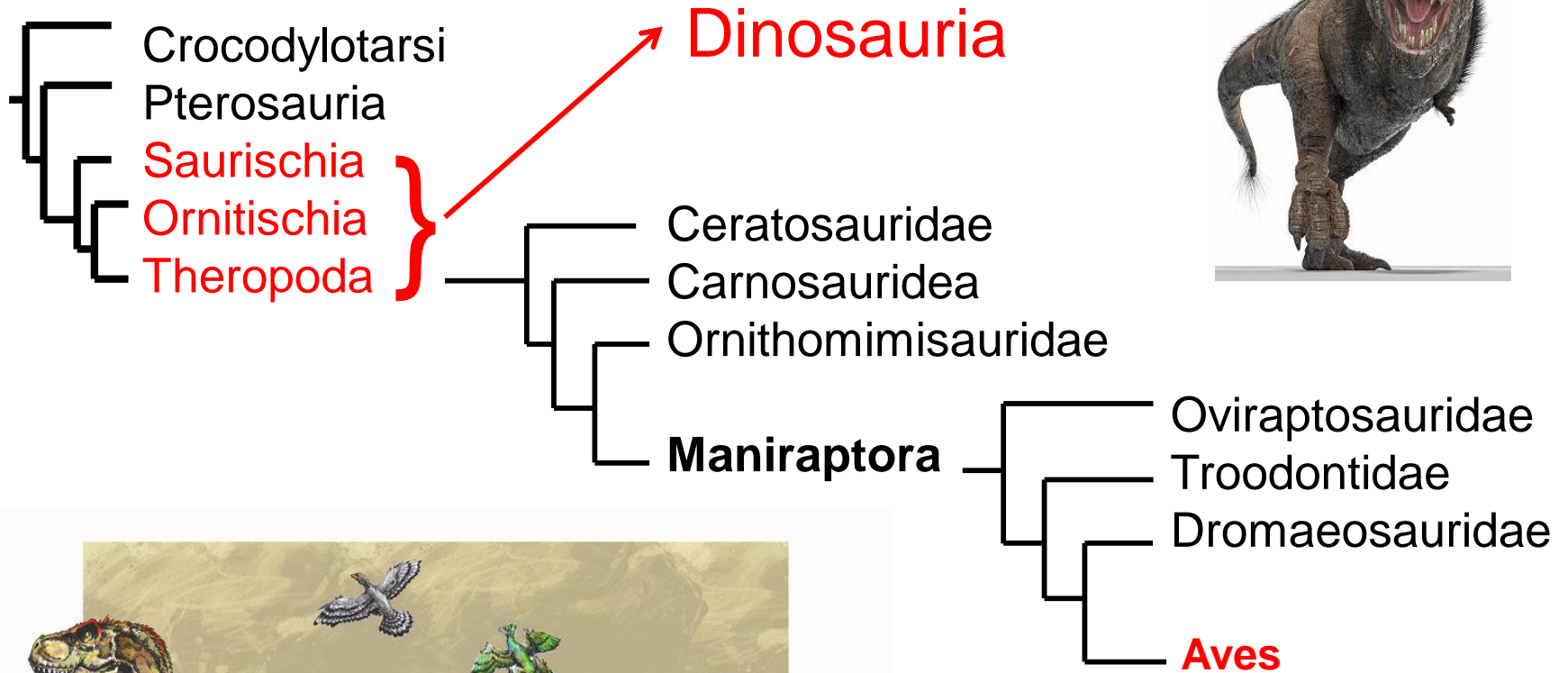
Vertebrata

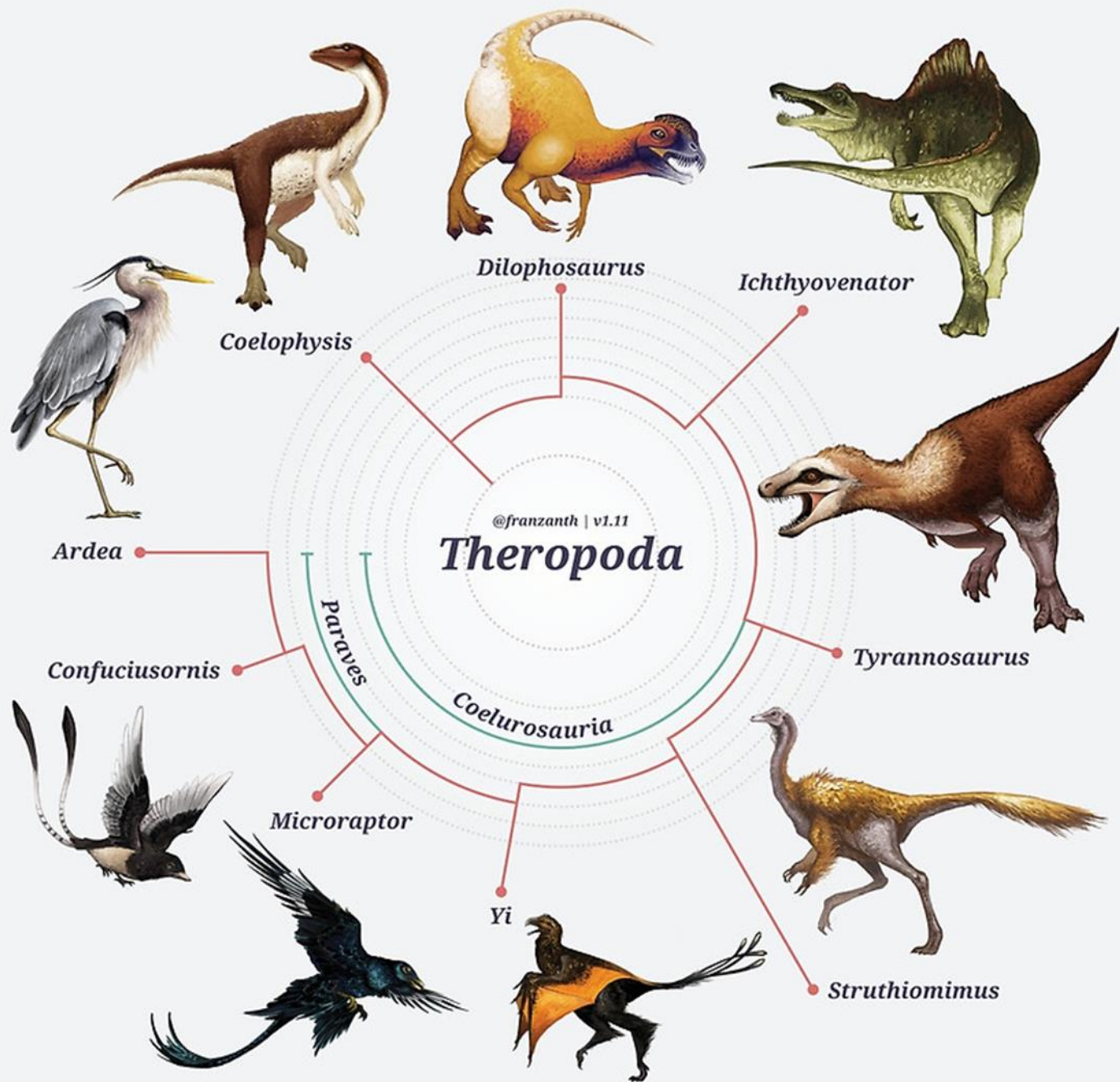
VI.

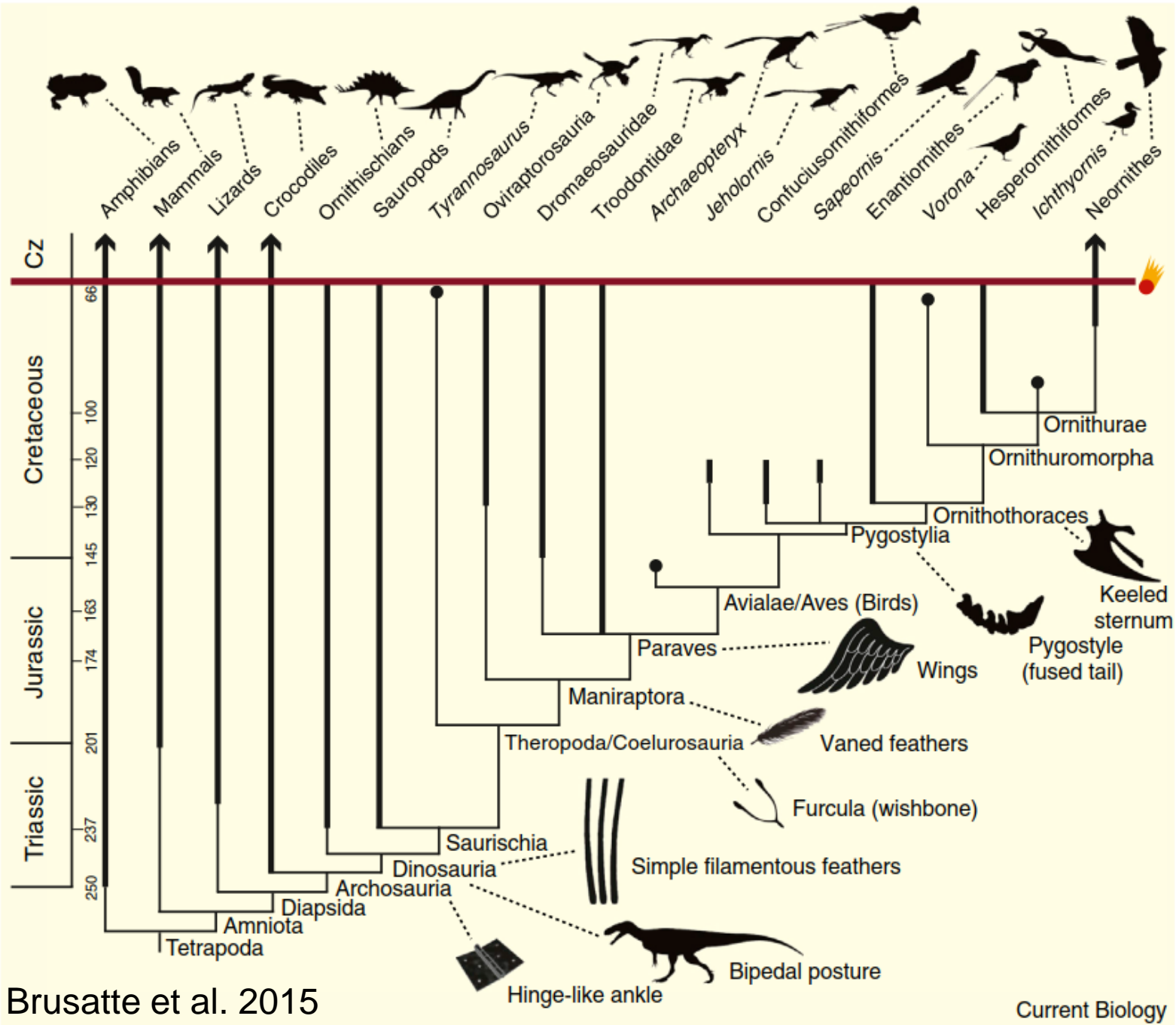
Aves, Mammalia

# Aves

původně bipední theropodní plazi







Brusatte et al. 2015

Current Biology



# Maniraptora

**Prodloužené přední končetiny**, srůst klíčních kostí do vidlice=**furcula**

Bipední pohyb, končetiny bez redukce, srůst tibie a části zánártí=**tibiotarsus**  
**opeření**, různé typy

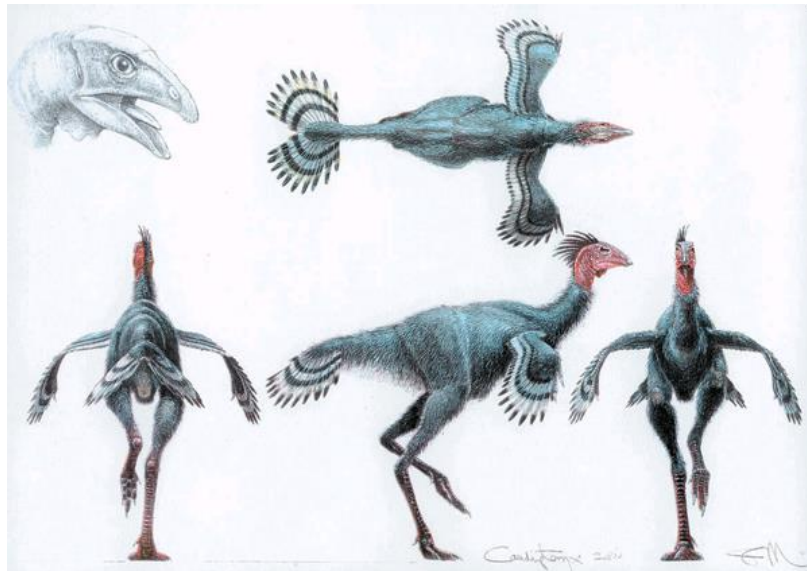
vznik aktivního letu

**Arboreal theory** – z klouzavého letu ze strumů

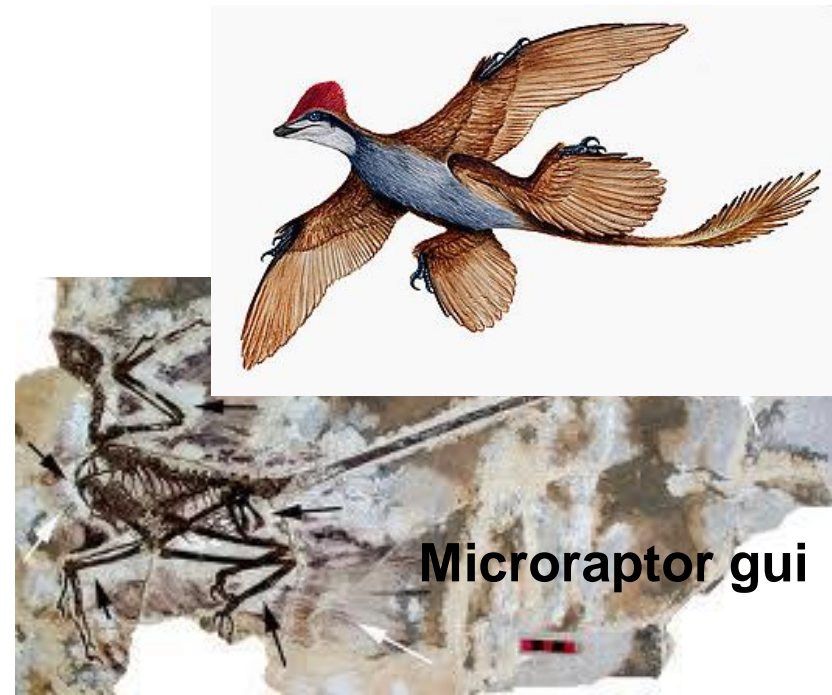
Dromaeosauridae, Microraptor  
opeření na zadních končetinách

úpon přes hlavici kosti  
krkavčí a ramenní kloub na  
kost pažní, zvedá křídlo při  
letu nahoru

**Cursorial theory** – z rychlého běhu, velmi rychlí běžci  
vzlet ze země po úpravě krkavčí kosti (procoracoid) –  
**zdvih křídla nad horizontální polohu**



Caudipteryx zoyi



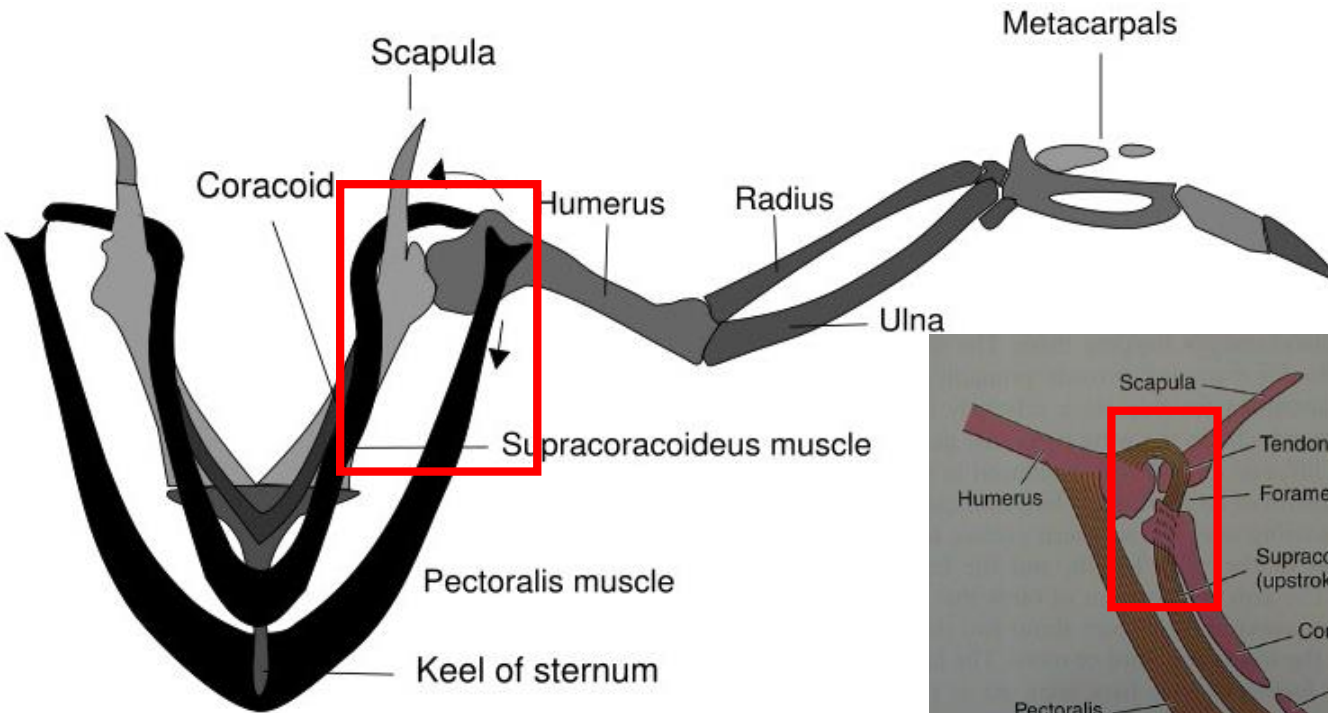
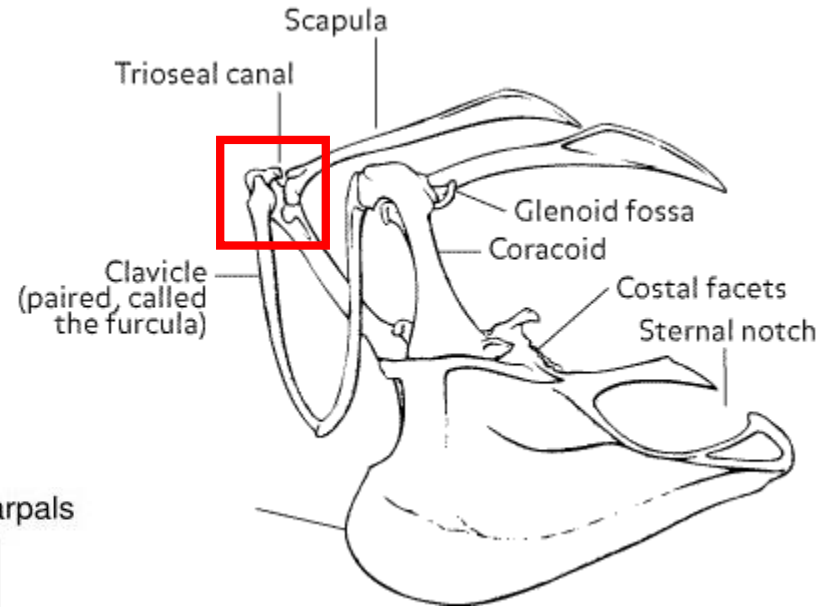
Microraptor gui

# Foramen triosseum – kladka

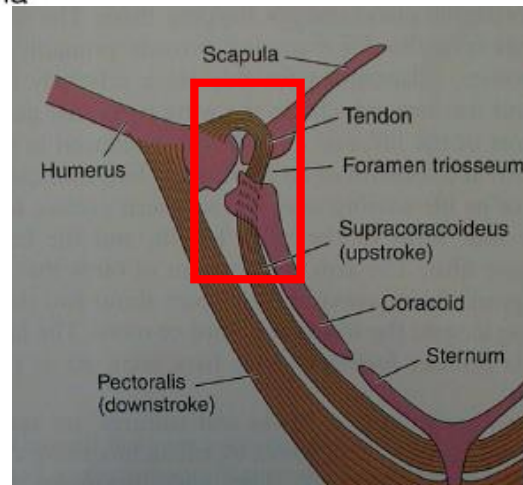
## Mezera mezi

- coracoid
- clavicle
- scapula

Prochází tudy šlacha malého prsního svalu  
Ten zvedá křídlo a nepřekáží na zádech.



**Prsní svaly**  
m. pectoralis major  
m. supracoracoideus



# A New Troodontid Dinosaur from the Lower Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, China

## *Daliansaurus liaoningensis*

Shen, Lü, Liu, Kundrát, Brusatte & Gao, 2017

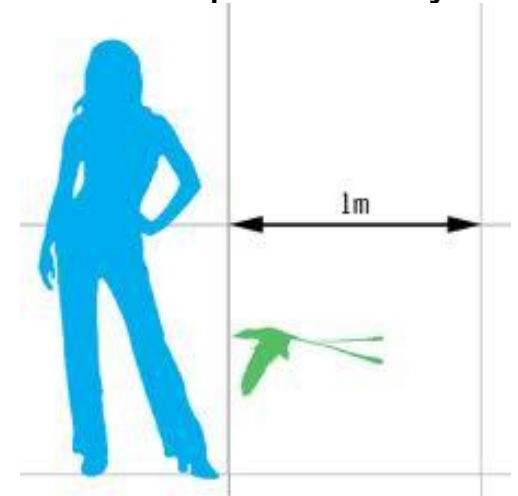






## Confuciusornis sanctus

pohlavní dimorfismus, 125 mil. let  
vznik peří – orgán sociální signalizace  
epigamní funkce – pohlavní výběr



## Oviraptor

přímé doklady inkubace vajec v hnízdech  
dříve jako predace  
peří k ochlazování



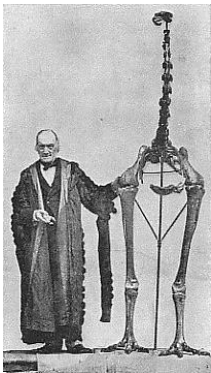
[http://www.youtube.com/watch?v=L54bxmZy\\_NE](http://www.youtube.com/watch?v=L54bxmZy_NE)



min. *Calypte helenae* - kalypta (kolibřík) kubánská, 1,5 g, 6 cm  
max. *Struthio camellus* - pštros dvouprstý, 100 kg, 2 m  
*Dinornis (Moa)*, *Aepyornis* - 500 kg, 3 m, vejce 10 kg



- 9000 spp., 120-175 čeledí
- Pěvci (Passeriformes) 5000 spp.
- Ostatní (ca 28 řádů) 4000 spp.
- U nás: 220 hnízdících spp. + 150 sezonně protahuje



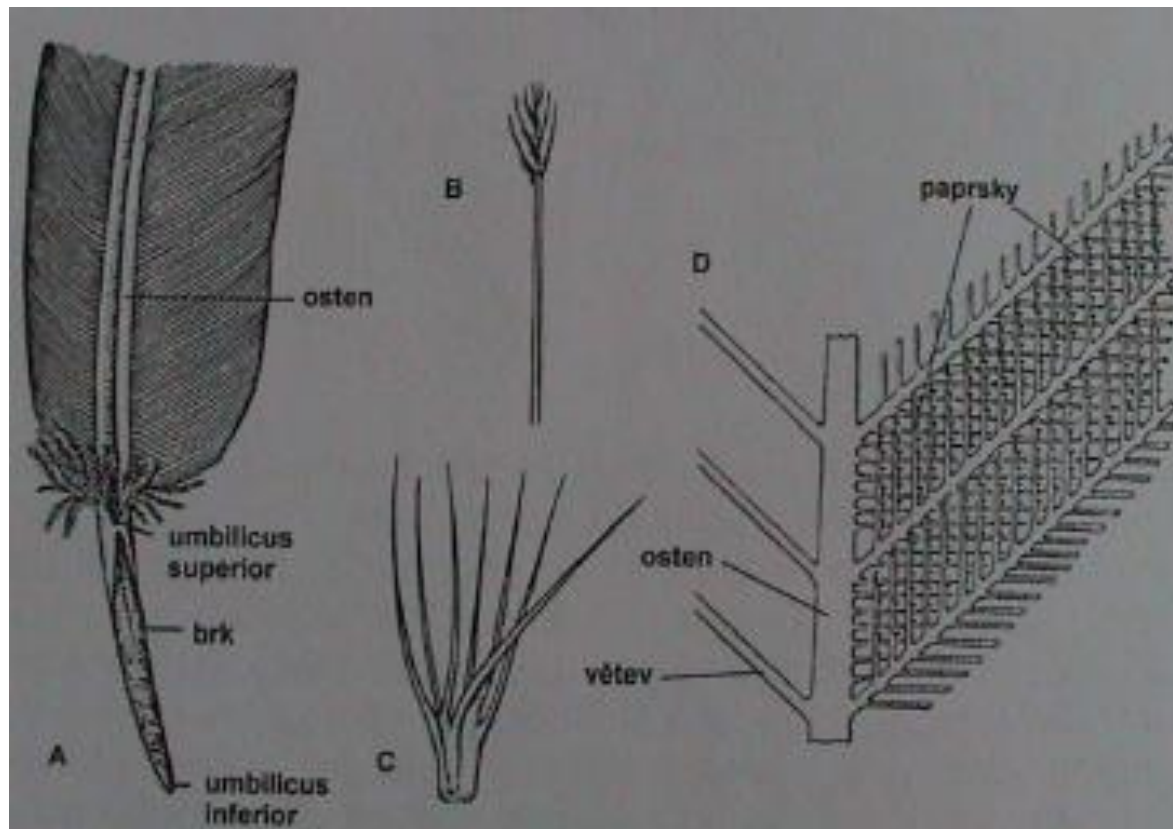
**homeotermní Archosauria, tělní  
pokryv peří  
tělesná organizace – adaptace k  
letu**

tenká suchá kůže, ramfotéka (zobák) a podotéka (běhák), peří

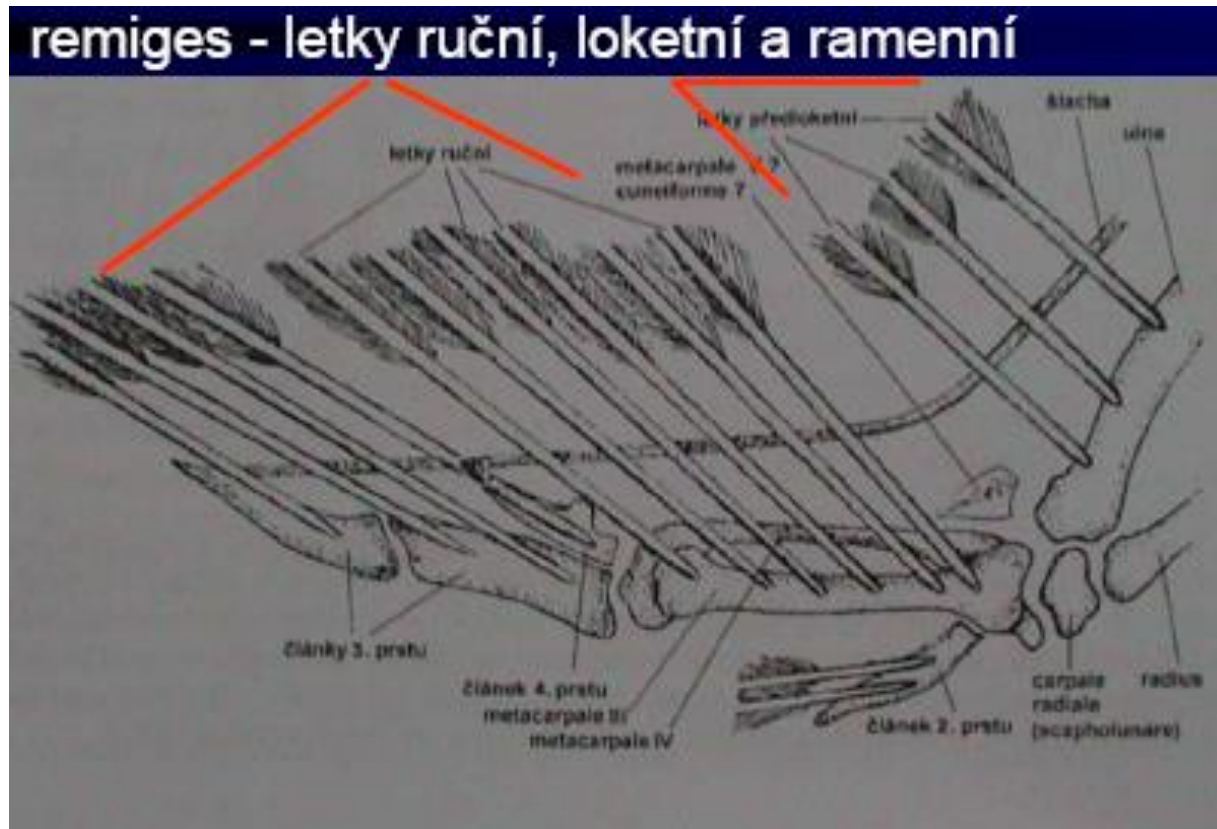
- pero = scapus (stvol) + vexillum (prapor)

calamus (brk)  
rhachis (osten)

rami (větve)  
radii (paprsky)  
hamuli (háčky)



typy per: obrysová = tectrices (hlava), letky, rýdováky  
prachová, vlasová, vibrisy (hmatová)



opeření: neoptile (mláďata) - jen na pterylae = pernice (+ apteriae = nažiny)

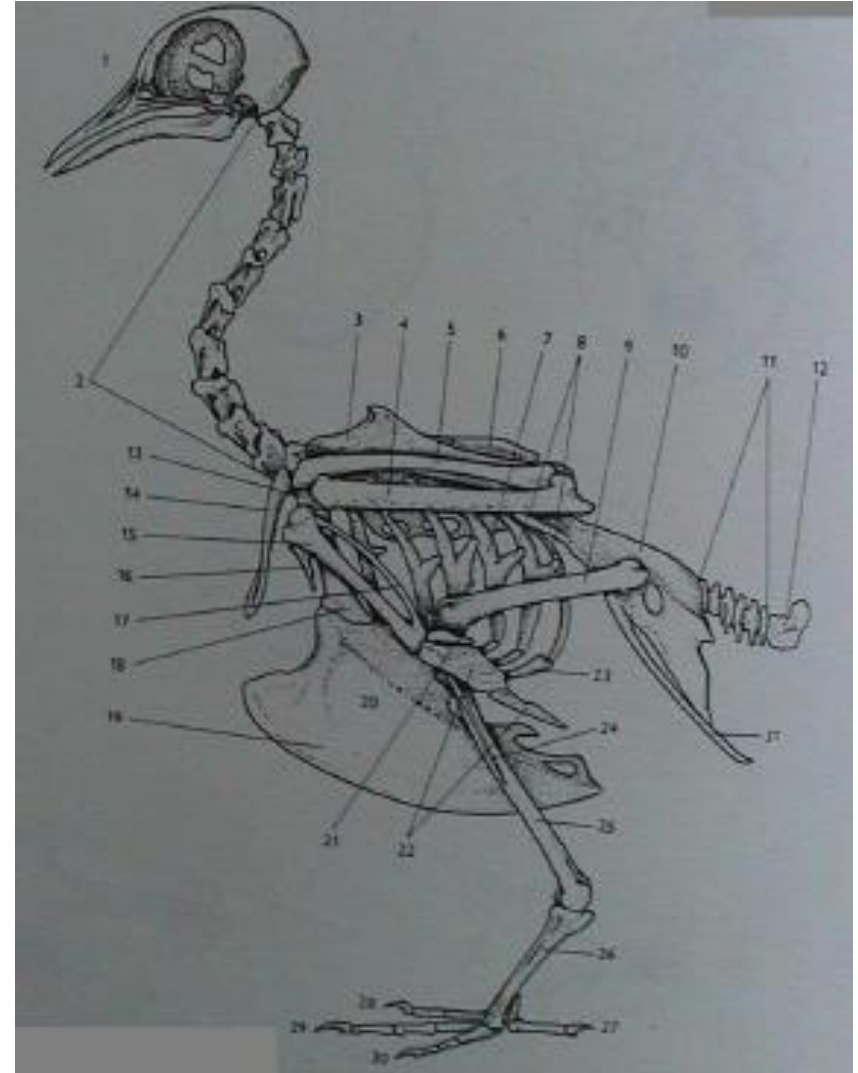
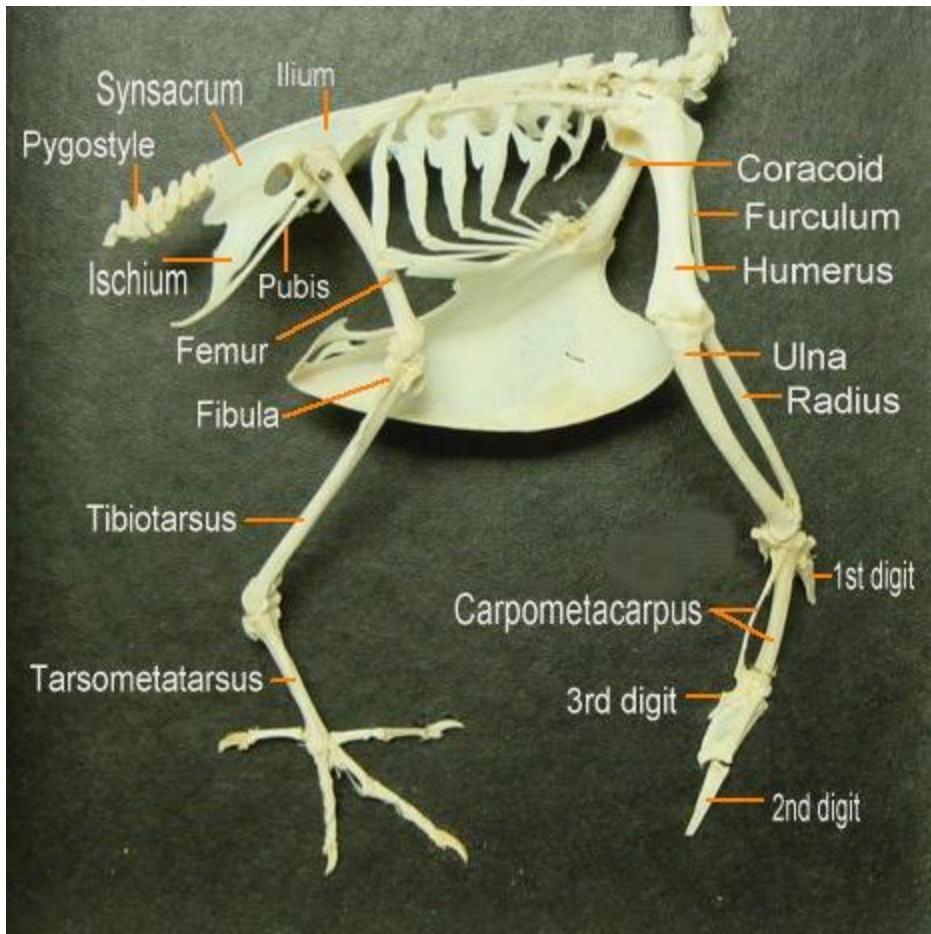
teleoptile (obrysová pera dospělců)- na pterylae, pennae, plumae i na apteriae

- pelichání = ecdysis (ztráta starého) + endysis (tvorba nového), 1-3 x do roka



kostra - pevnost - srůsty, lehkost (chybí ocasní páteř)- **pneumatizace kostí**

- heterocoelní obratle (4 výběžky a sedlovitá zakloubení), krční o. (10-26, 14-15), hrudní (3-10) málo pohyblivé a u kurů, holubů, jeřábů srůst 2-5 **notarium**, **synsacrum** (křížová k., 11-23, srůst s pánví), volné o. (5-8), **pygostyl**=srůst ocasních obratlů
- žebra (3-9) = 2díly, **vertebrocostalia** s **processi uncinati** (výběžky dozadu) + sternocostalia (spoj se sternem)
- sternum s **crista sterni**





# Páteř – srůsty obratlů

## Obratle

Krční z některých laterálně žeberní výběžky

Hrudní

Bederní

Křížové

Ocasní střední ocasní pohyblivé

## Notarium - zádová

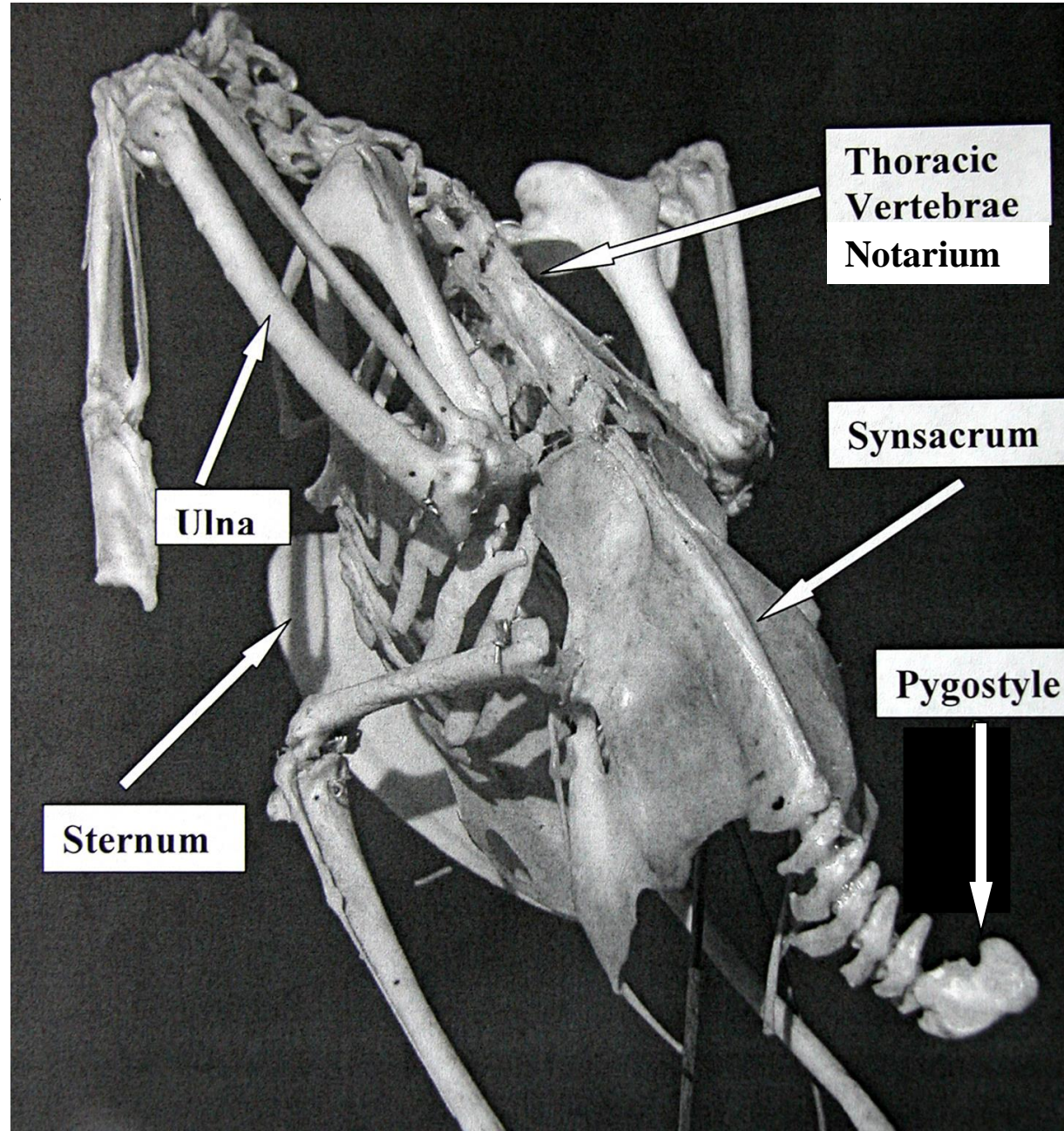
2.-5. hrudní obratle

## Synsacrum - bedrokřížová

poslední hrudní + bederní + křížové + několik  
ocasných obratlů

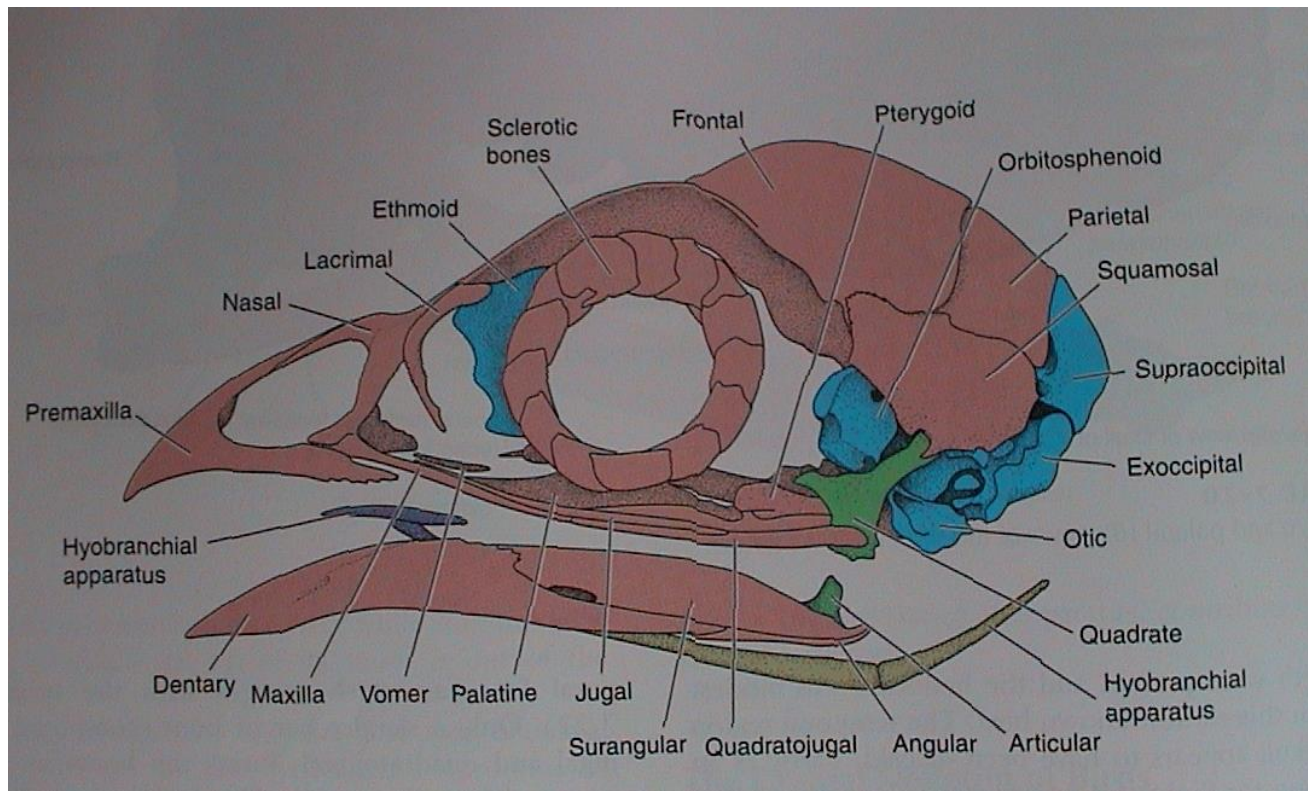
## Pygostyl - kostrč

poslední ocasní obratle





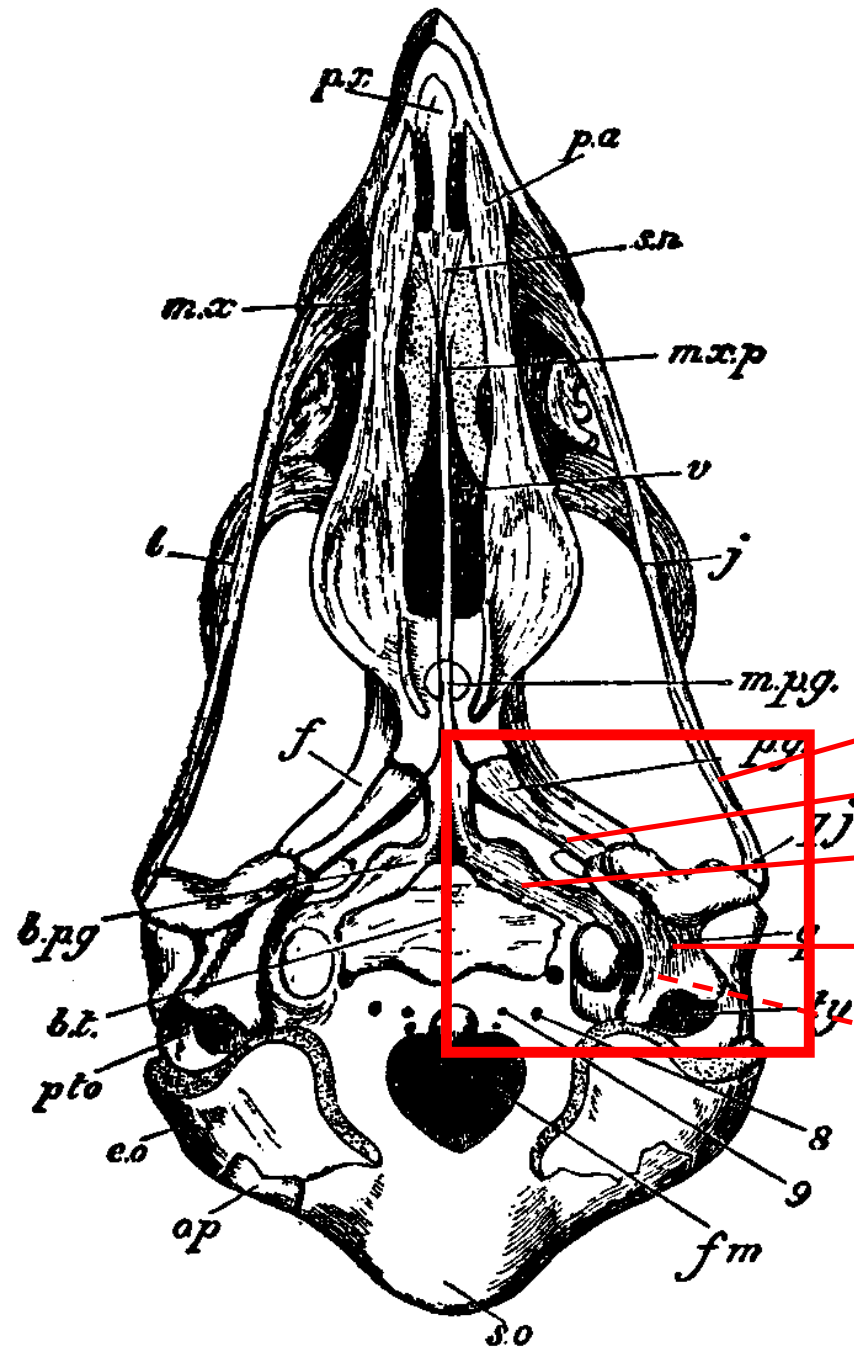
- cranium: velká mozkovna a očníce; diapsidní, **kinetická - kloub čelistní** = articulare-quadratum (čtvercová kost) - squamosum; **basipterygoidní kloub** = palatina(patro)-pterygoidy (křídlaté k.) - praesphenoid (klínová k.); **mizí švy**, vnitřní nozdry v nepárovou choanu



## Basipterigoidní kloub

Díky většímu počtu kloubů mají ptáci kinetickou (tvárnou) lebku.

Kromě kloubního spojení spodní čelisti s mozkovnou (neurocraniem) přes čtvercovou kost (quadratum), jsou také klouby mezi výběžkem kosti klínové (basisphenoid) a kostmi křídlatou (pterygoid) a patrovou (palatinum).



jugale

pterygoid

basisphenoid

quadratum

odsud nasedá spodní čelist  
(není zakreslena)

**palaeognathní** (u běžců, velký vomer)

**neognathní** (u létavých, vomer úzký dlouhý  
nebo krátký široký)

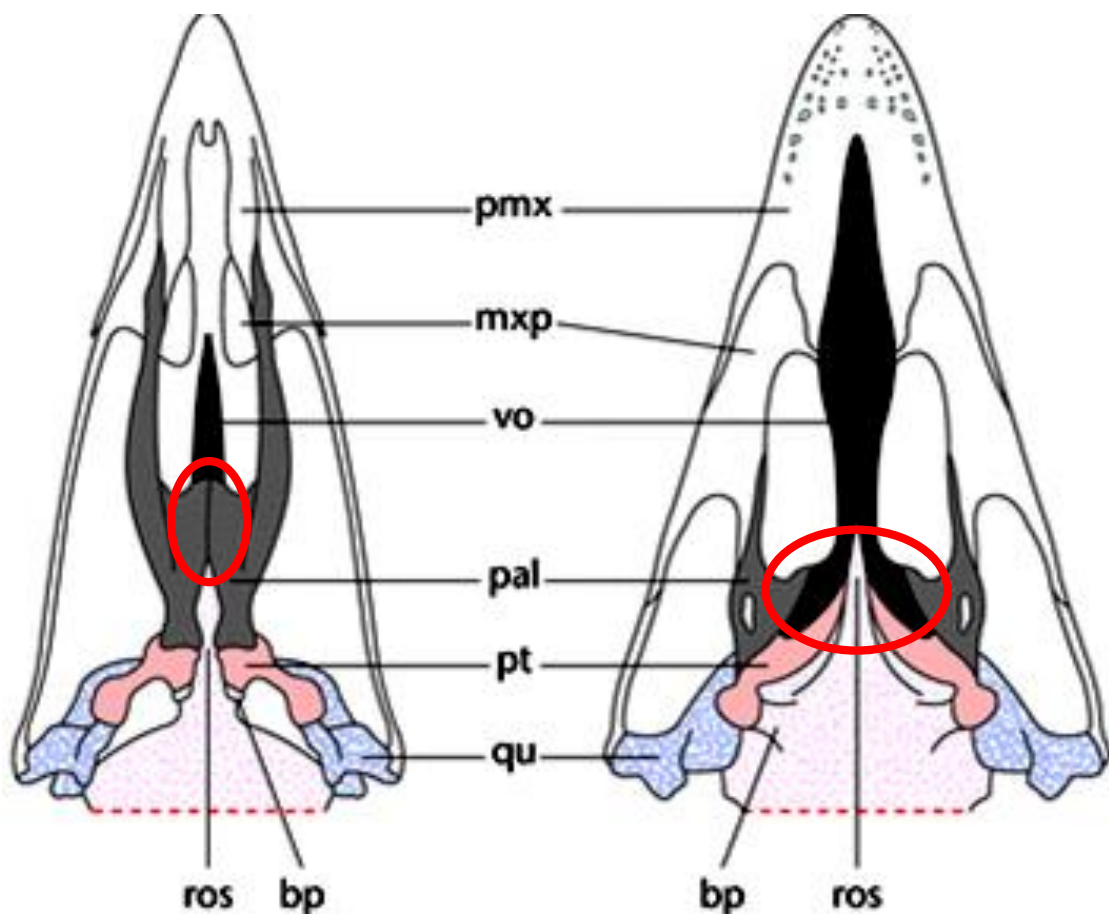
## Uspořádání kostí v patře

**rhinokineze**

**prokineze**

**Neognathae** (Gallus)

**Palaeognathae** (Dromaius)



**bp** – basipterygoid process

**mxp** – maxillopalatine

**pal** – palatine

**pmx** – premaxilla

**pt** – pterygoid

**qu** – quadrate

**ros** – parasphenoid rostrum

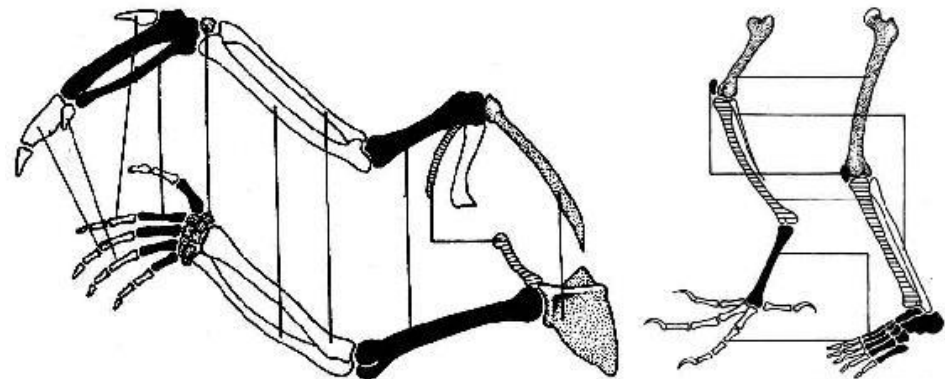
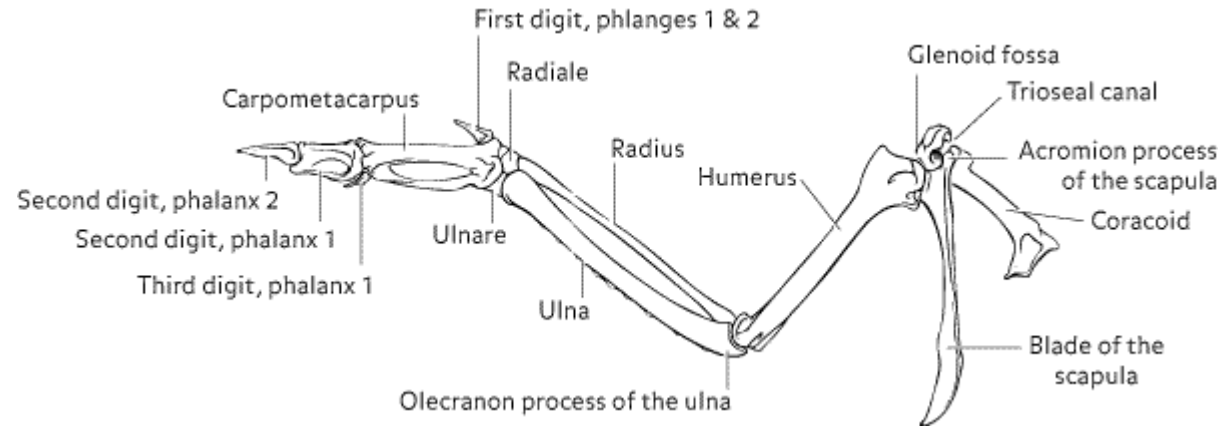
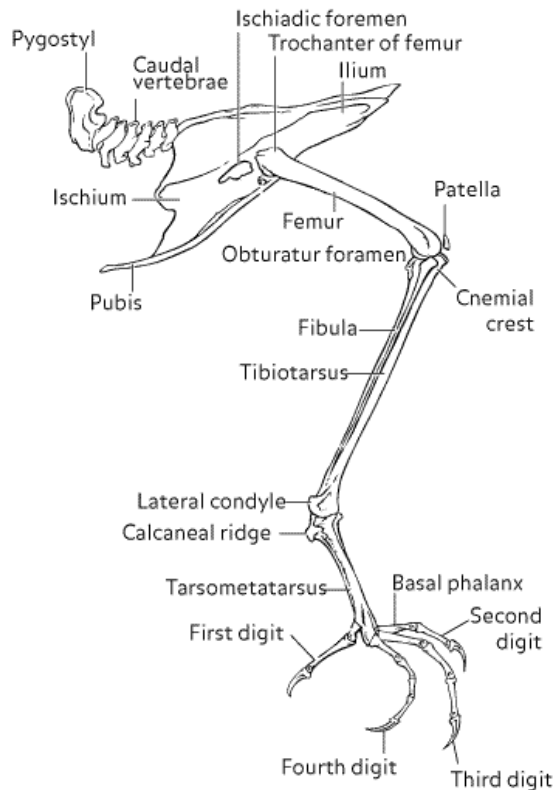
**vo** – vomer

Jde především o velikost vomeru  
a vzájemné postavení palatin.

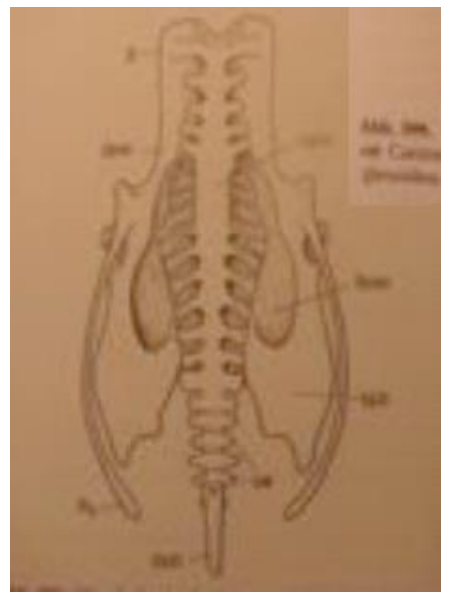
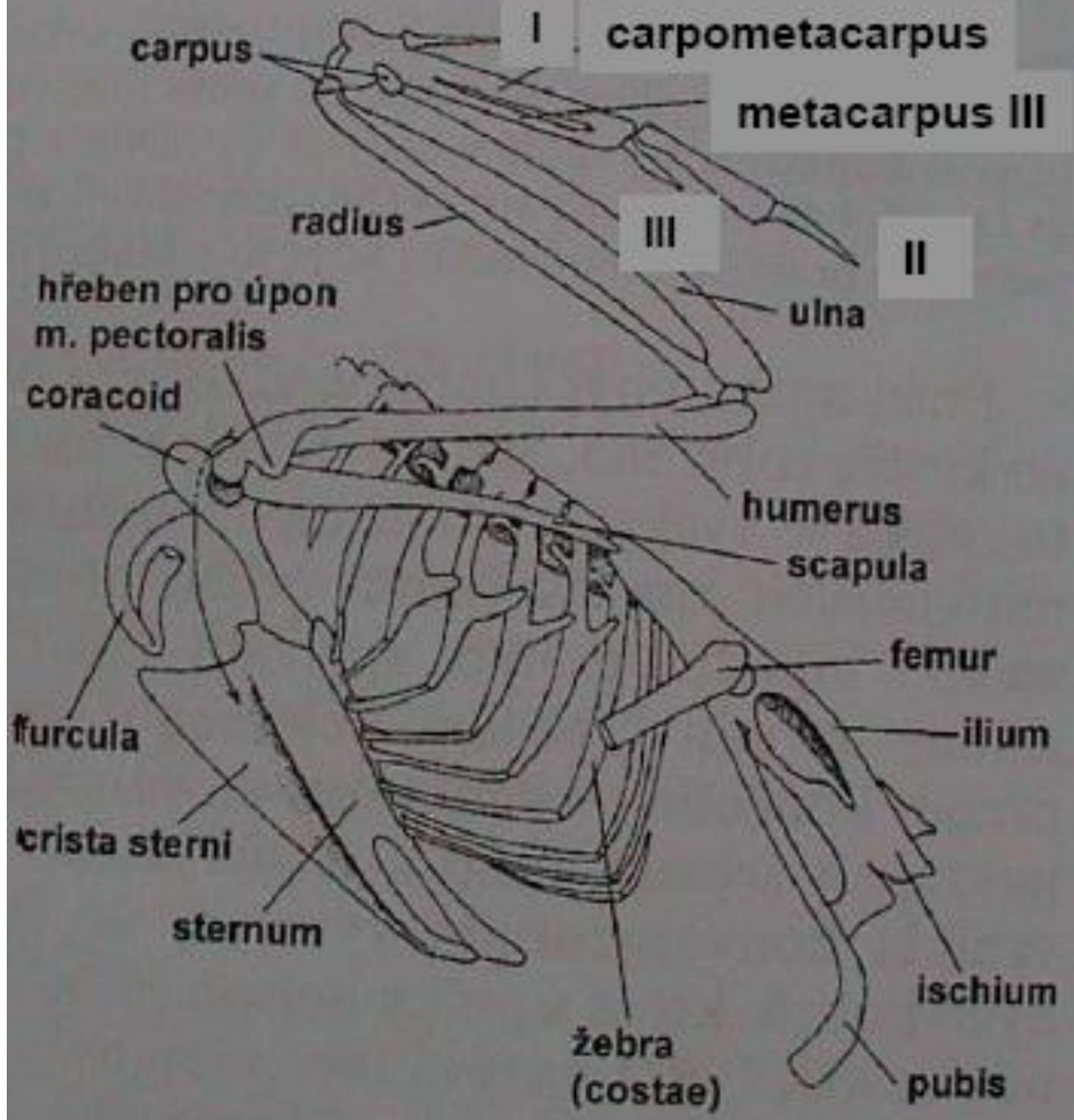
Palatina paleognátních jsou  
oddělena velkým vomerem.

# kostra - končetiny:

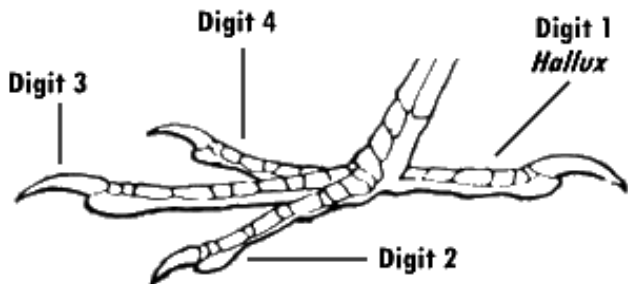
- a) křídlo - **scapula + procoracoid** (krkavčí k. - spoj se sternem)+ **furkula** (srostlé clavicyly); /humerus/ - /ulna + radius/ - srůsty a krácení/radiale- + ulnare/ - /**carpometacarpus** - C1-4, M1,2,4 + M3/ - prsty: 1. (2, prox.), 2. (2-3, dist.), 3. (1, dist.)
- b) noha - **synsacrum** (illium, ischium, os pubis =pánev srostlá a kříž. kostí páteře); /femur/ - **intertarzální kloub** - /**tibiotarsus** (tibia + 2 tarzální kůstky) + fibula, redukce/ - /**tarsometatarsus**=běhák (dist. T + M2-5)/ - prsty: 1. (M1+2 čl.), 2. (3 čl.), 3. (4 čl.), 4. (5 čl.)











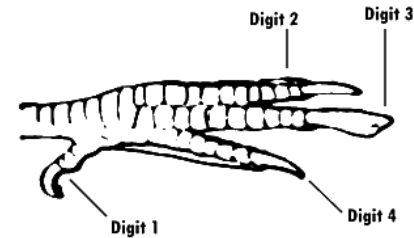
## ANISODACTYL

všichni



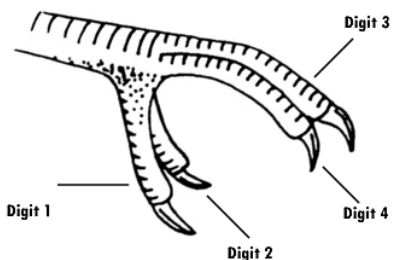
## ZYGODACTYL

palec a prsteníček dozadu  
kukačky, papoušci, sovy, šplhavci,  
někteří pěvci, fakultativně orlovec



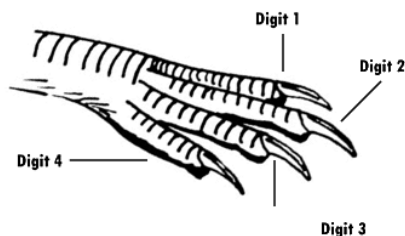
## SYNDACTYL

srostloprstí



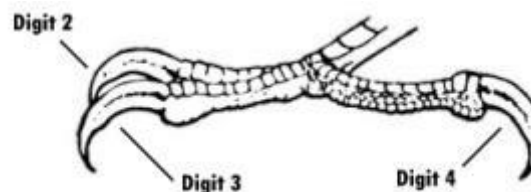
## HETERODACTYL

palec a ukazováček  
dozadu, trogoni



## PAMPRODACTYL

svišťouni



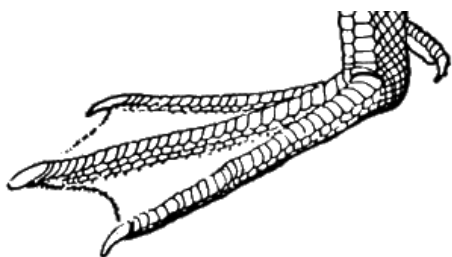
## TRIDACTYL

chybí palec, u chodících  
jespáci



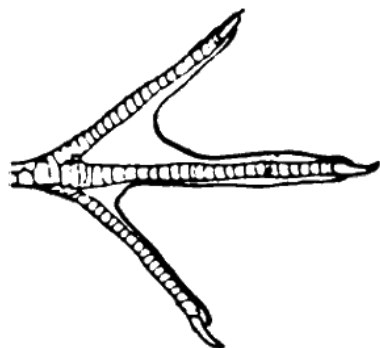
## DIDACTYL

ztratil palec a  
prsteníček



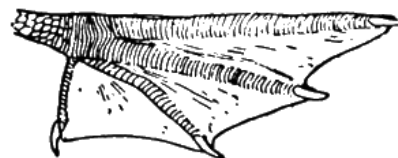
## PALMAT

ztrácí se palec...  
kachny, potáplice



## SEMIPALMAT

bahňáci, rackové



## TOTIPALMAT

jediná, která používá  
palec v bláně  
veslonoží

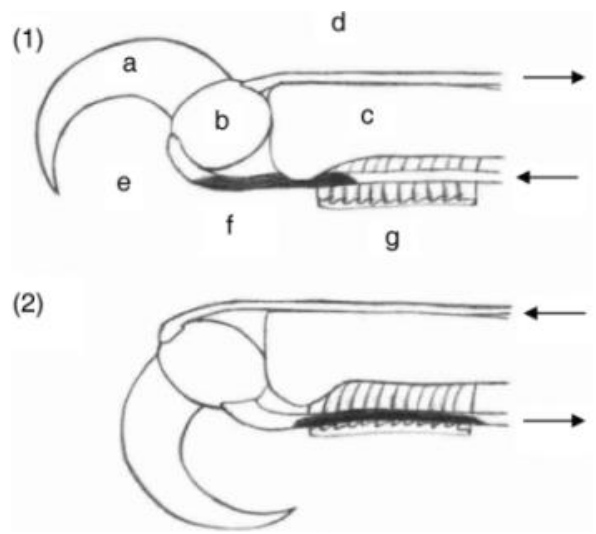


## LOBAT

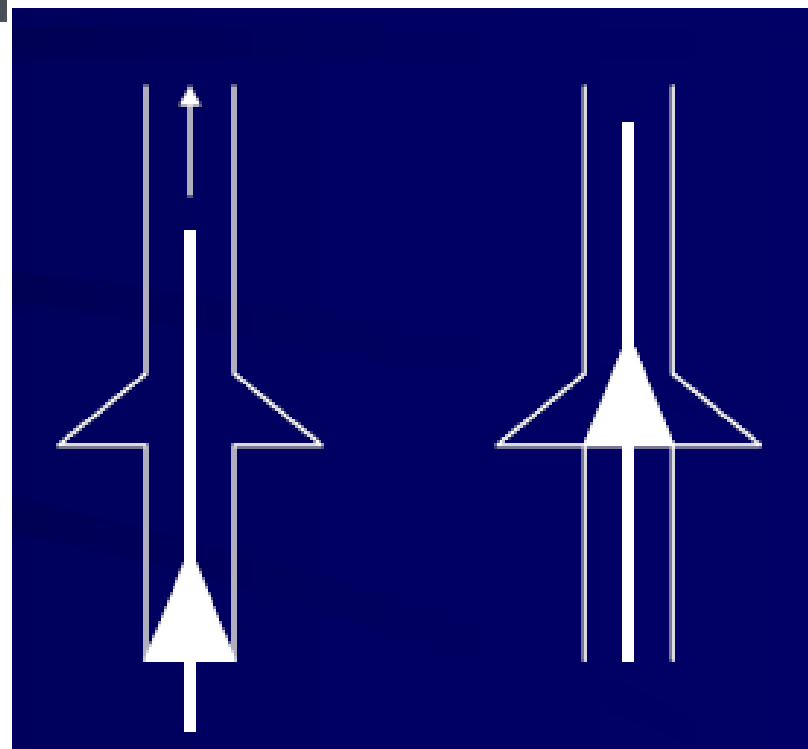
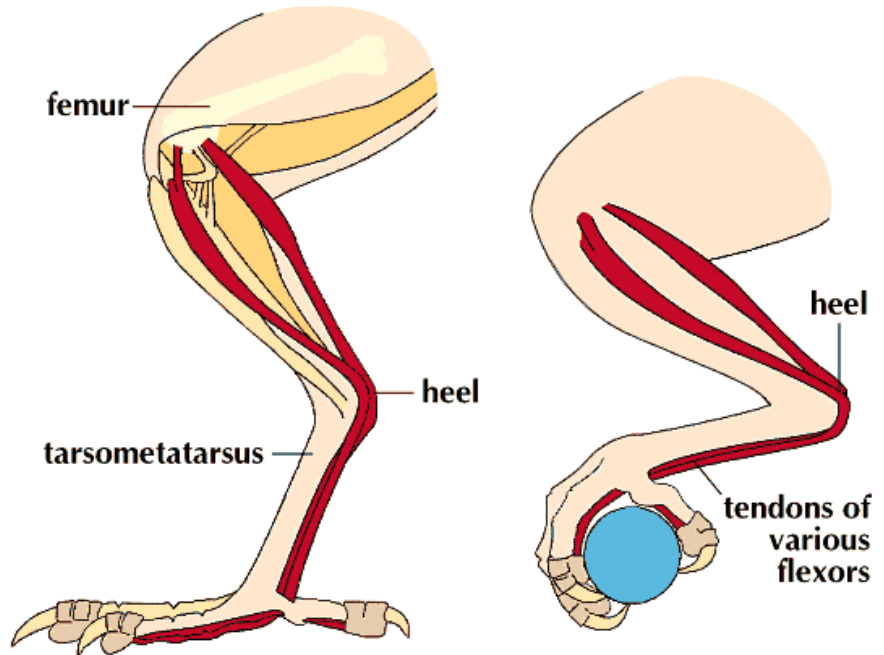
potápky, chřástali



Automatic sevření prstů ve spánku - šlachy



Perching Mechanism of a Bird



**CNS** - rozvoj koncového mozku (kromě zrakového všechna vyšší asociační centra) a mozečku, (neo)pallium – větší než plazi, menší než savci

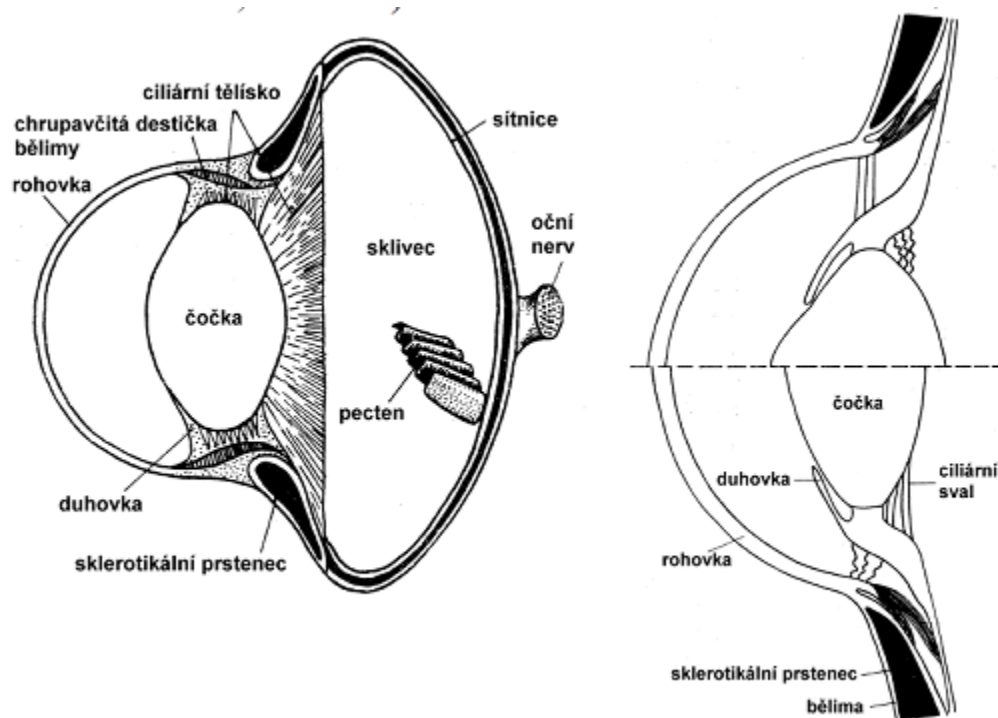
## Smysly

- Zrak - dominantní

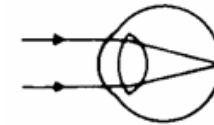
- oči málo pohyblivé, tři víčka (mžurka a 2 vnější víčka), velká kulovitá čočka, duhovka s příčně pruhovaným svalstvem,

-výrůstek cévnatky vějířek (pecten) - ↑ostrost stínu na očním pozadí

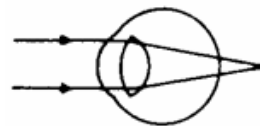
nepohyblivé oko - sovy, pohyblivé - tučňáci, pelikáni, kormoráni, rackové  
akomodace 12-20D, sovy jen 2-4D, potápějící se ptáci až 50D



Suchozemské oko

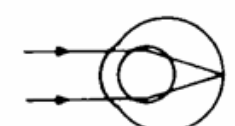
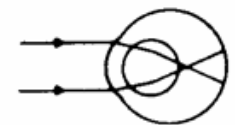


Vzduch



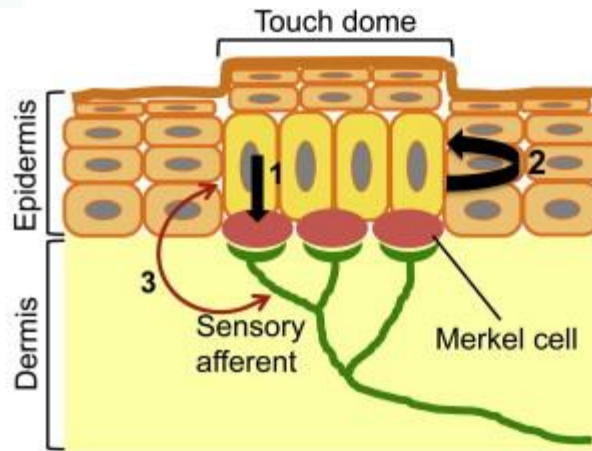
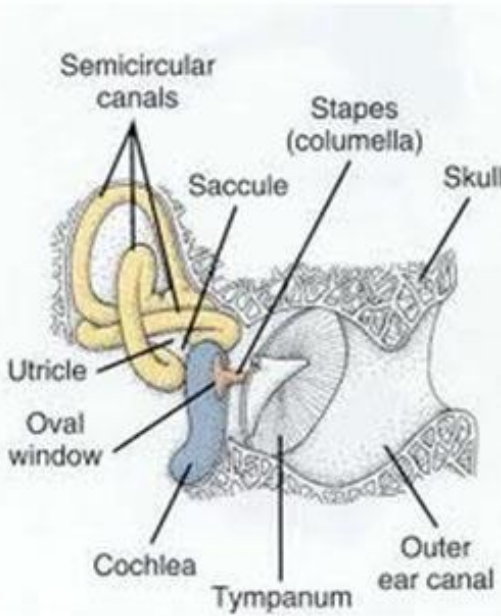
Voda

Vodní oko

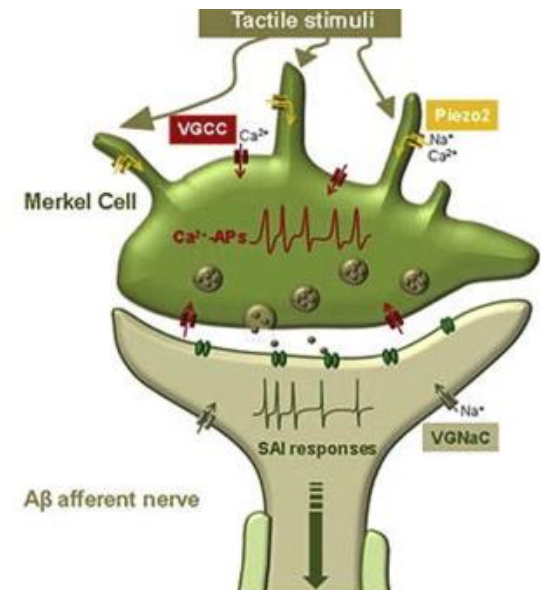




Merkelovy buňky - na/v zobáku, na patře  
 chuť málo, čich slabě (kivi, kondor, kachny)  
 ucho - až 30kHz, obvykle 1-3kHz  
 vnitřní - spiralizace lageny v hlemýždě, Cortiho org.  
 střední - columella  
 zevní - krátký zvukovod, val se vztyčenými peříčky (sovy  
 echolokace)



1. Merkel cells are genetic descendants of Krt17<sup>+</sup> touch dome keratinocytes
2. The touch dome defines a self-replenishing stem cell niche
3. Touch dome stem cells also maintain innervation by sensory afferents



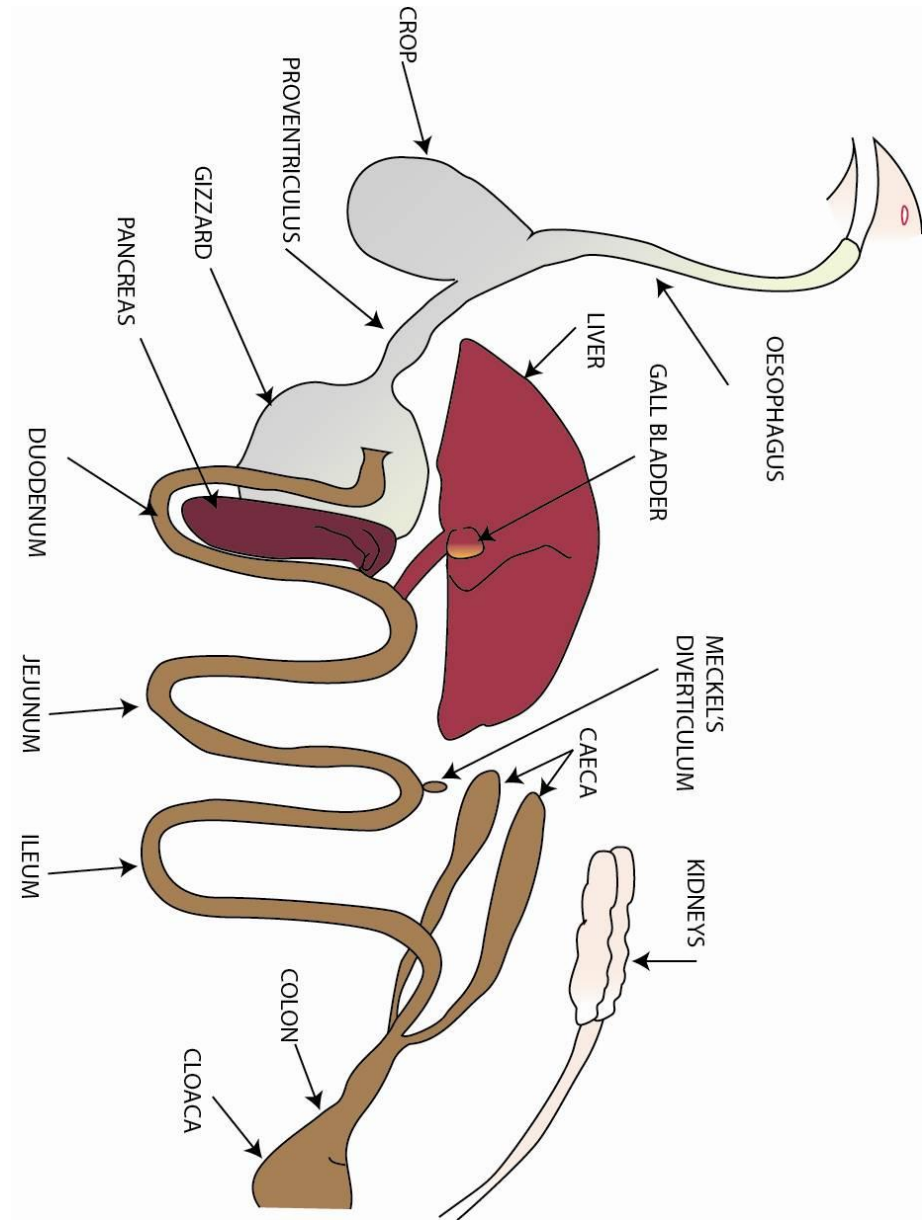
# Trávicí soustava

Zobák, bezzubé čelisti, patro i jazyk pokryty rohovinou, jazyk lepkavý, háčky (datlovití), trubičkovitý (kolibřík)

slinné žlázy u suchozemských (datlovití, salangány), ne vodní

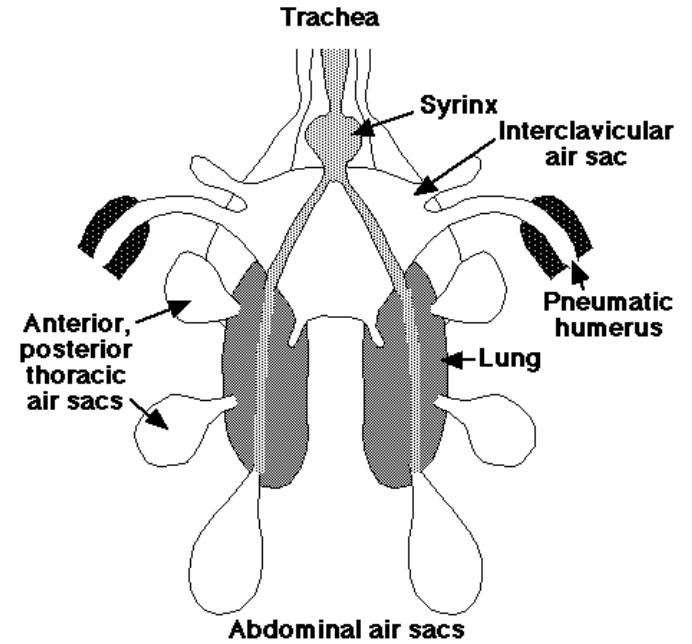
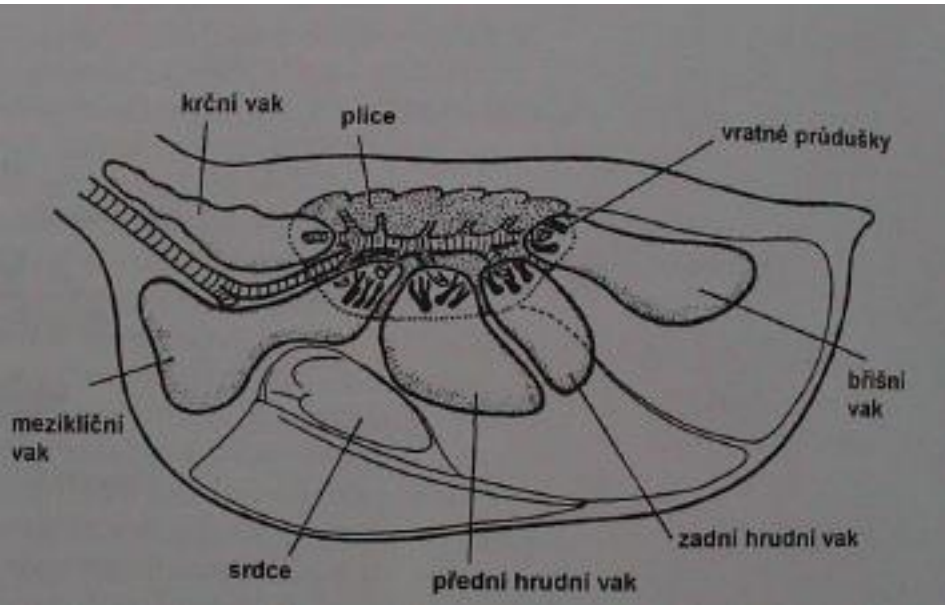
na konci jícnu vole (semenožraví, rybožraví), zpětná peristaltika

žaludek žlaznatý (proventriculus)  
svalnatý (gizzard), tvorba vývržků  
tenké a tlusté střevo, slepé střevo  
kloaka, koprodeum  
velká játra

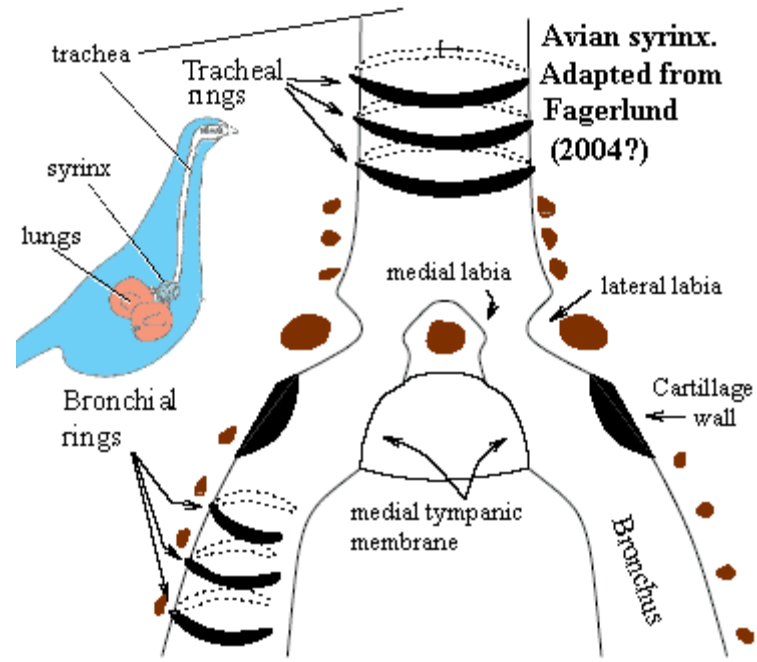
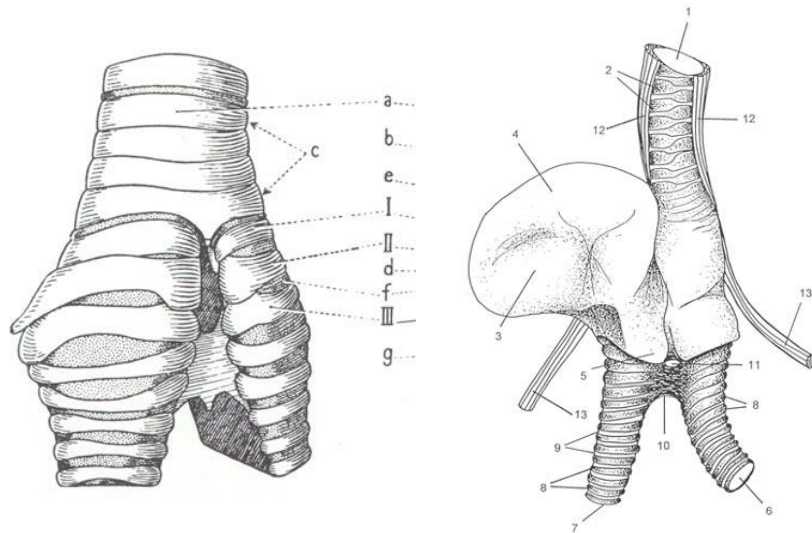




# Dýchací soustava, parabronchiální plíce a vzdušné vaky



V místě rozdvojení průdušnice do průdušek zesílení kostěným bubínkem - **syrinx**



## Cévní soustava

- čtyřdílné srdce
- pravá aorta
- vrátnicový oběh v ledvinách
- relativně největší srdce a rychlost tepu, těl. teplota

pštros 6% váhy těla (120 tepů/min, 40°C

kolibřík 24%, 615 tepů/min, 41°C

úplná přepážka mezi komorami, odkysličená krev v P  
chybí žilný splav, srdeční násadec

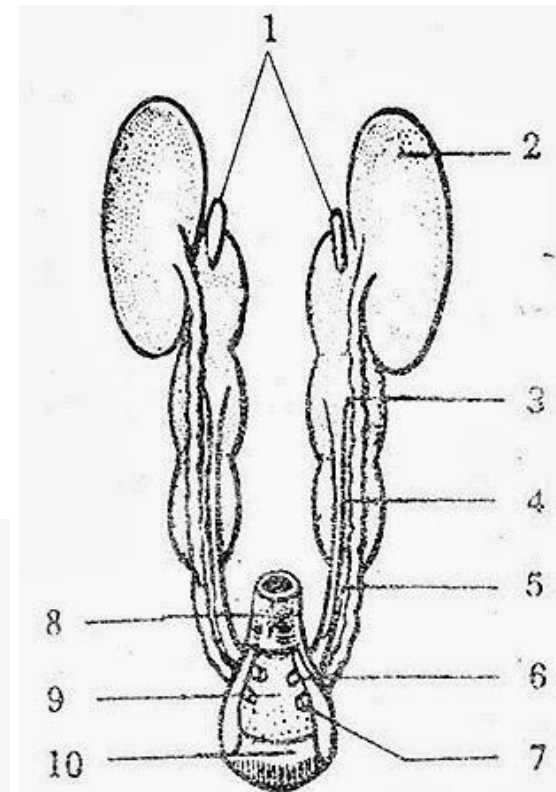
## Vylučovací soustava

metanefros, vnitřní nefron s Henleovou kličkou  
resorbce vody v kloace

### urikotélní (kyselina močová)

zahušťování moči v bílou suspenzi  
chybí močový měchýř (je jen u běžců)

- 1) ADRENAL GLAND
- 2) TESTIS
- 3) KIDNEY
- 4) VAS DEFERENS
- 5) URETER
- 6) OPEN LING OF URETER
- 7) OPENING OF VAS DEFERENS
- 8) RECTUM
- 9) CLOACA
- 10) OPENING OF CLOACA



## Pohlavní soustava

úspornost, rozvoj jen v době hnízdění



malá fazolovitá varlata (až 360x zvětšení)  
chánovody se před vstupem do kloaky  
rozšiřují na semenné váčky



samice jen levý vaječník a vejcovod  
části vejcovodu:

nálevka, tubus (tvorba bílku),

isthmus (papírová blána),

uterus, děloha

vápenné žlázy (skořápka)

vagína (tvorba hlenu, vypuzování vajec)

vždy oviparní, péče o snůšku

Endokrinní soustava:

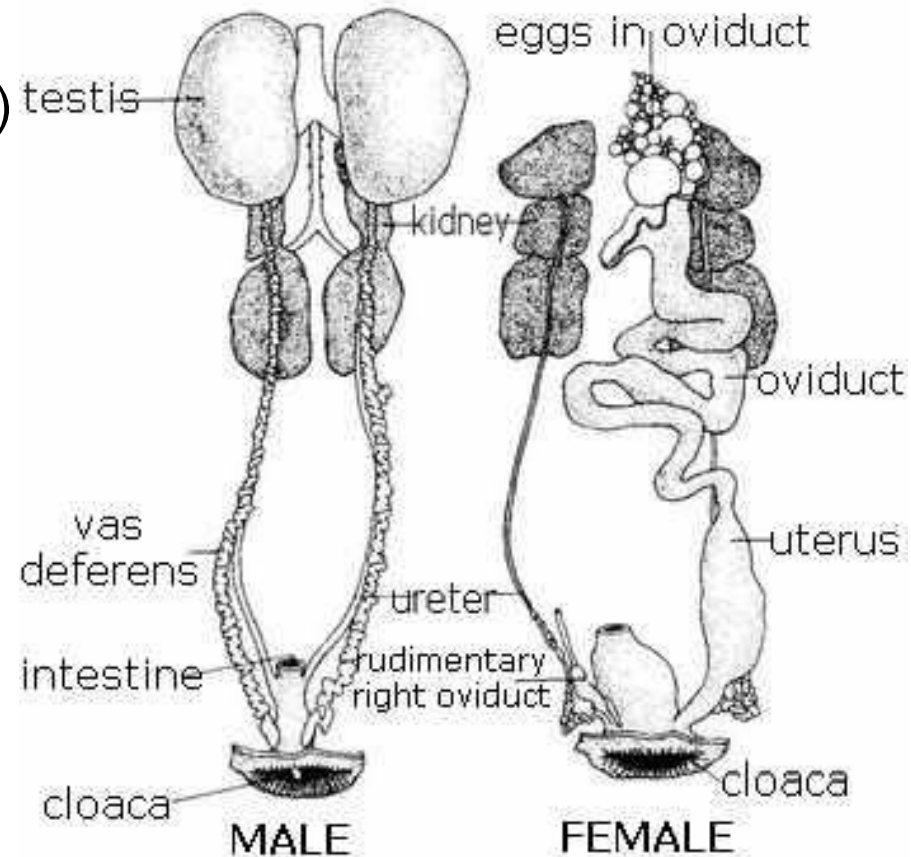
**luteinizační h.** (i svatební opeření samců),

**prolaktin** (hnízdění pud),

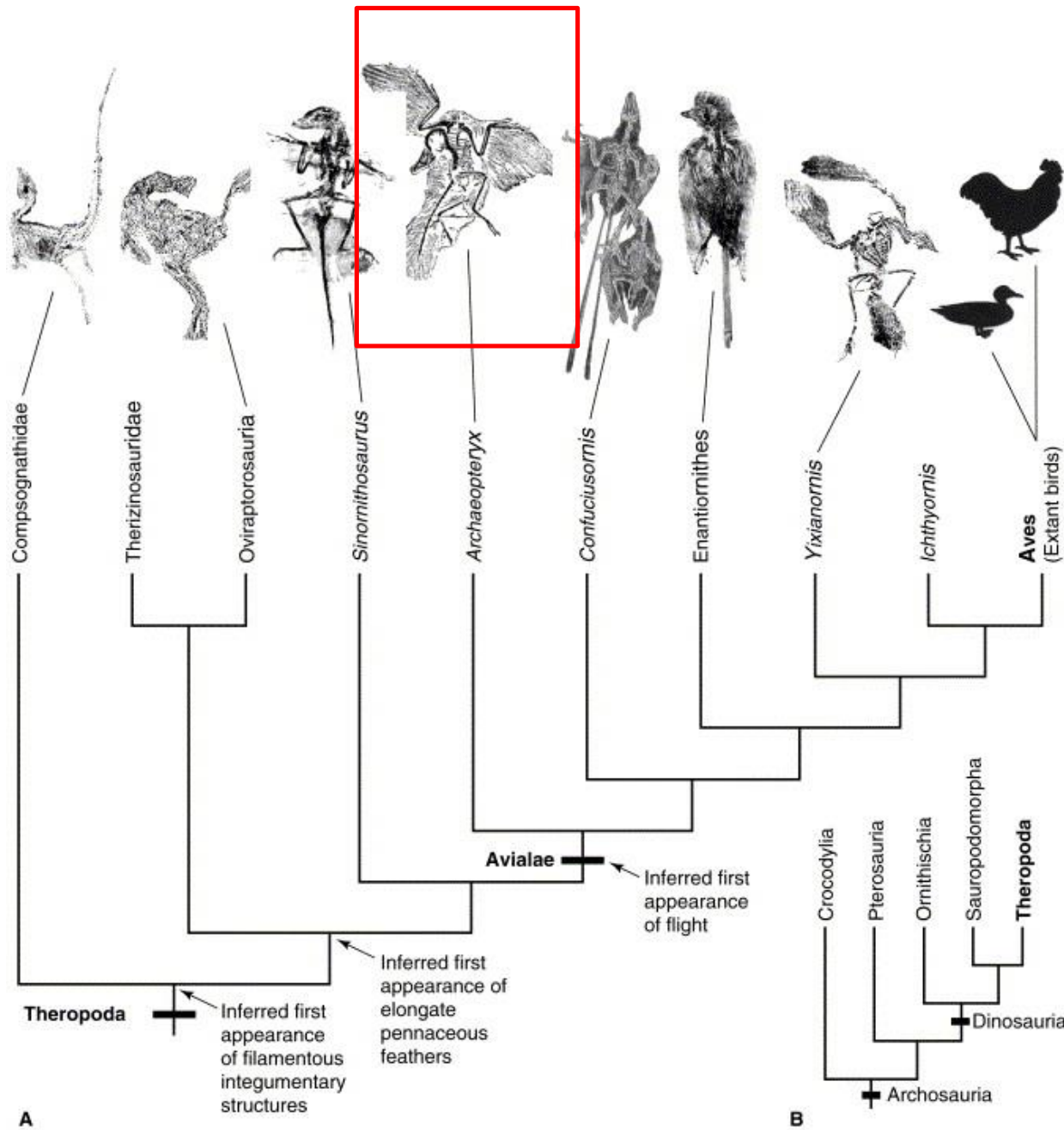
**oxytocin** (vypuzování vajec),

**tyroxin** (tah a pelichání)

## Reproductive & Excretory Systems







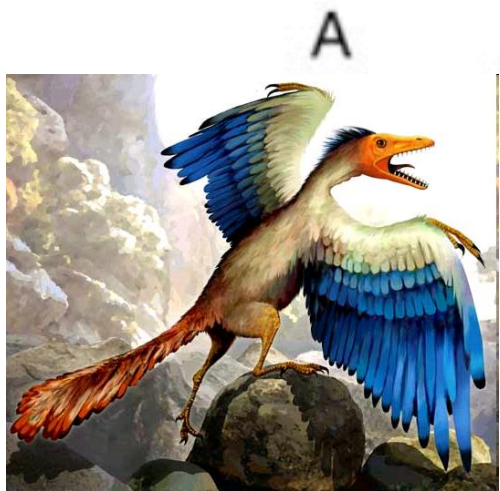
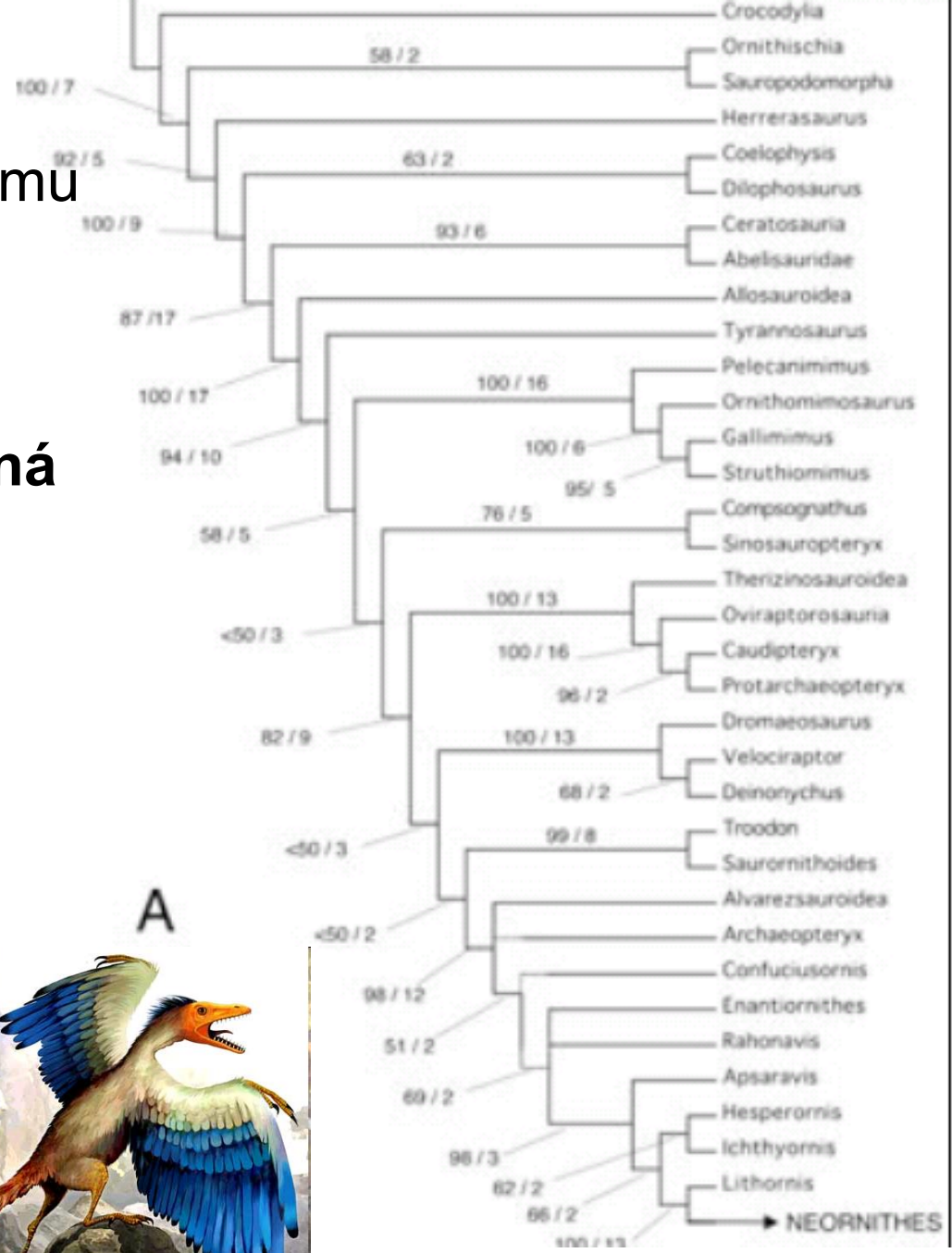
Palaeognathae (Ratitae),  
bežci

Neognathae, létaví

velké rozšíření fosilního záznamu  
v posledních letech

*Hesperornis*, *Confuciosornis*

**fylogeneze je tradičně nejasná**  
převaha adaptivních znaků  
paralelismy  
slabý fylogenetický signál



## *Archaeopteryx lithographica*

- je nejznámější fosilní prapták nebo spíše ptákům podobný neptačí dinosaur
- Jura 151-148 miliony let na území dnešního jihovýchodního Německa Eichstätt a Solnhofen
- ryby, kraby, bezobratlé a snad i drobní savci.
- 40-50 cm
- měl shodně znaky ptáků i teropodních dinosaurů. Jeho peří bylo velmi podobné peří holubímu, klouzavý let
- 1861 a brzy se stal oporou Darwinova evolučního učení (jako chybějící článek mezi ptáky a plazy).





# Další druhohorní praptáci

svrchní trias

*Protoavis texensis* – Texas

svrchní jura

## kombinace plazích a ptačích znaků

*Protoarcheopteryx* (Čína), *Rahonavis*

(Madagaskar) - slepá větev

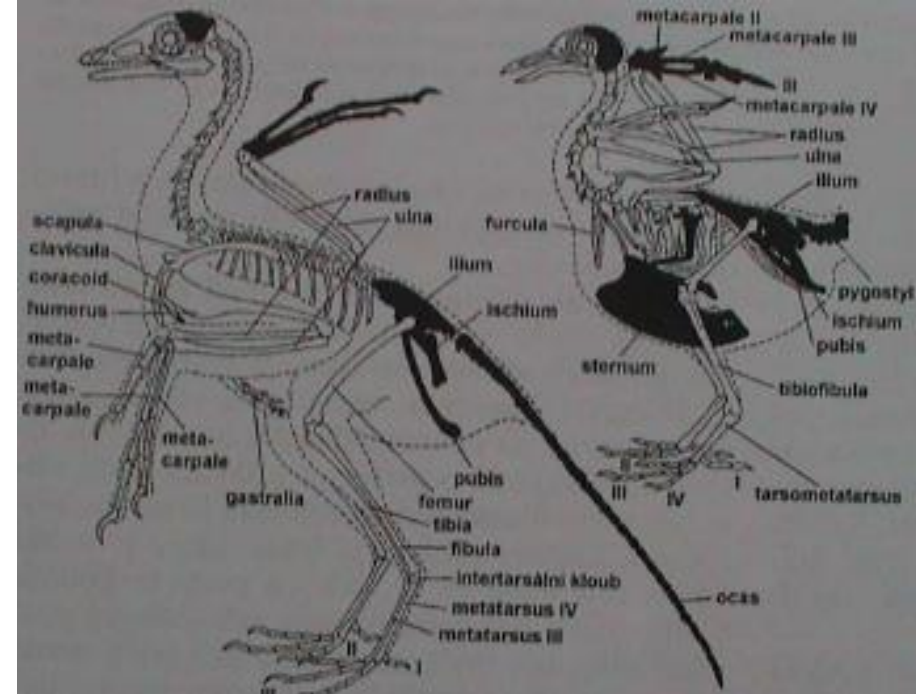
*Sinornis*, *Jeholornis* (Čína)

*Iberomesornis* (Španělsko), pygostyl

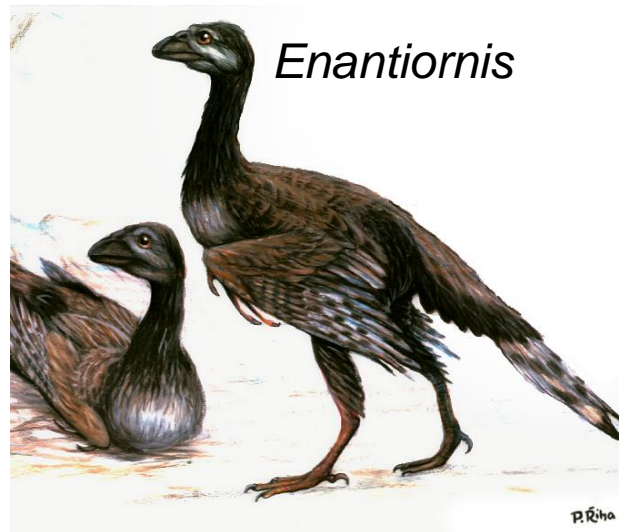
Enantiornithes

*Enantiornis*, *Concornis*, velikost vrabce až

jestřába, kompetice s pterosaury



*Jeholornis*



*Enantiornis*

Plesiomorfie

zuby, amficoelní obratle, malé sternum, žebra bez výběžků, nesrostlé zápěstí a zánártí 3 volné prsty s drápy, ocas

Apomorfie

ptačí pera, křídla, furkula, redukovaná fibula, tibiotarsus, částečná pneumatizace již u Maniraptorů

# Druhohorní praví ptáci

Odontognathidae, Carinatae

S-Amerika, ze svrchní křídy

endotermní, crista sterni, ocas ptačího typu

zuby v alveolách nebo brázdách čelistí

- *Hesperornis* – neschopný letu, potápivý

- *Ichthyornis* - letec



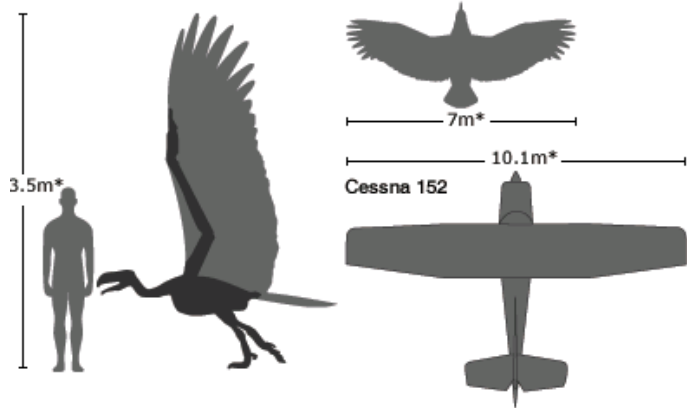


# Neognathae, třetihorní ptáci

## *Argentavis magnificens*

rozpětí 8m, 80 kg

THE BIGGEST KNOWN FLYING BIRD - ARGENTAVIS MAGNIFICENS



\* approx

SOURCE: Chatterjee et al



## *Diatryma gigantea*

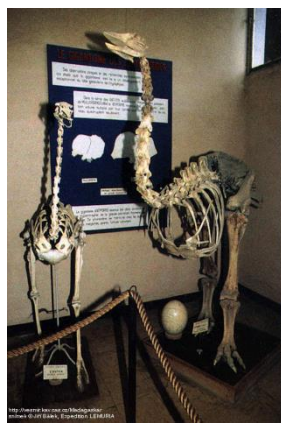


# Palaeognathae, třetihorní ptáci

## *Aepyornis, Moa*

býložraví, Madag., N.Zeland

vyhubeni člověkem





# Neognathae

druhotně nelétaví

*Raphus cucullatus* - dronte mauricijský

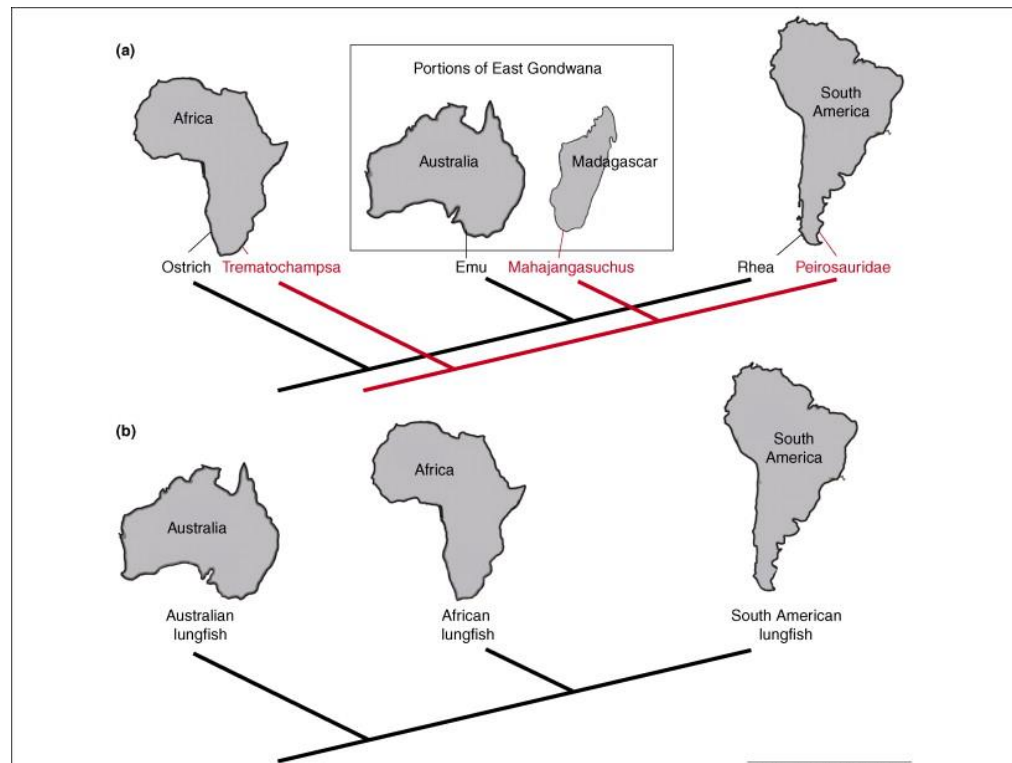
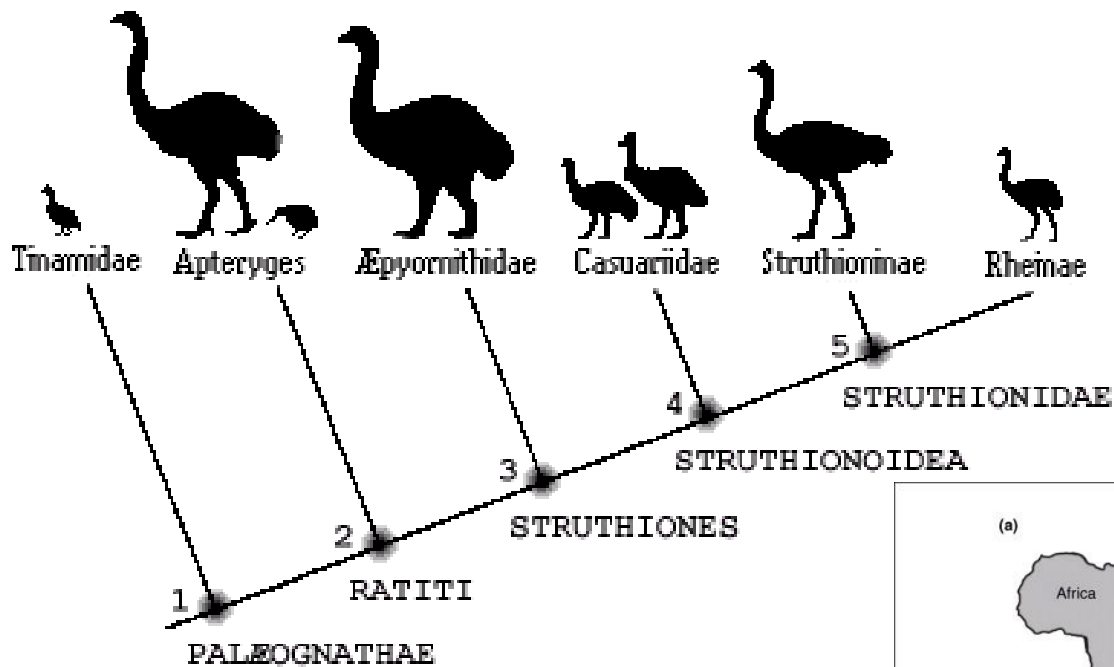
= *Didus ineptus* - blboun nejapný

vyhuben v 17.st, asi 100 let po svém objevu



# recentní zástupci

Eoaves 14/57 druhů, Palaeognathae, Ratitae, běžci





## Struthioniformes - pštrosi

- největší recentní, neschopni letu, velká křídla, zachované letky
- jen dva prsty – silný 3. a slabší 2.
- na hrudní kosti nemají hřeben, chybějí klíční kosti
- mají velká slepá střeva
- moč a trus vylučovány samostatně
- samec má penis, obstarává hlavní péči o mláďata

### *Struthio camelus* – pštros dvouprstý





# Rheiformes - nanduové

- zachované letky, ale bez ocasních rýdovacích per
- nelétaví
- tři prsty
- hřeben hrudní kosti chybí, zachovaná pneumatizace
- polygamní
- M pečuje o snůšky

*Rhea americana* –  
nandu pampový





# Casuariiformes - kasuáři

kasuár přilbový

- *Casuarius casuarius*

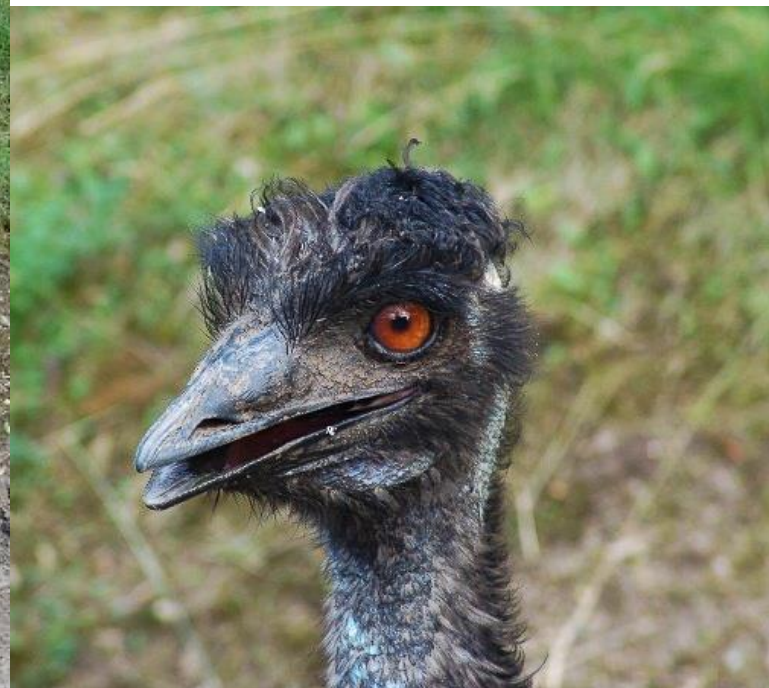


Redukovaná křídla, bez letek a rýdováků,  
slabá pneumatizace, Austrálie a N. Guinea  
nehtovitý dráp - obrana



# Dromaiidae - emuovití

emu australský - *Dromaius novaehollandiae*



2. největší žijící pták, Austrálie



## **Apterygiformes – kiviové NZel 3 spp.**

1-4 kg pralesní, nelétaví, krátký krk,  
max red. křídel (jen 1 prst), srůst coracoid  
–scapula), bez clavicul a crista sterni, 4  
prsty, peří – chybějí paprsky (vzhled srsti),  
tenký zobák, nozdry na špičce,  
hmyzožraví, noční, max. vel. vaječ (až  
25% váhy těla), 1-2 ve snůšce, inkubuje  
samec (78-82 dní!), juv. extrémně nidifugní

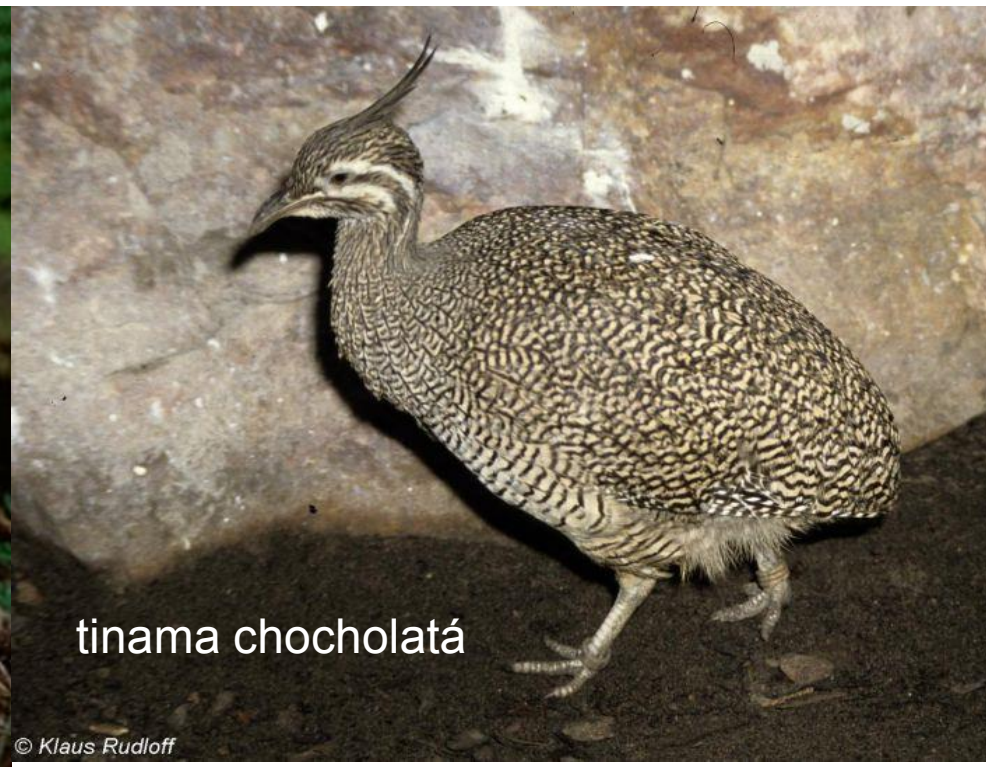


kivi jižní

## **Tinamiformes – Tinamy 47 spp.**

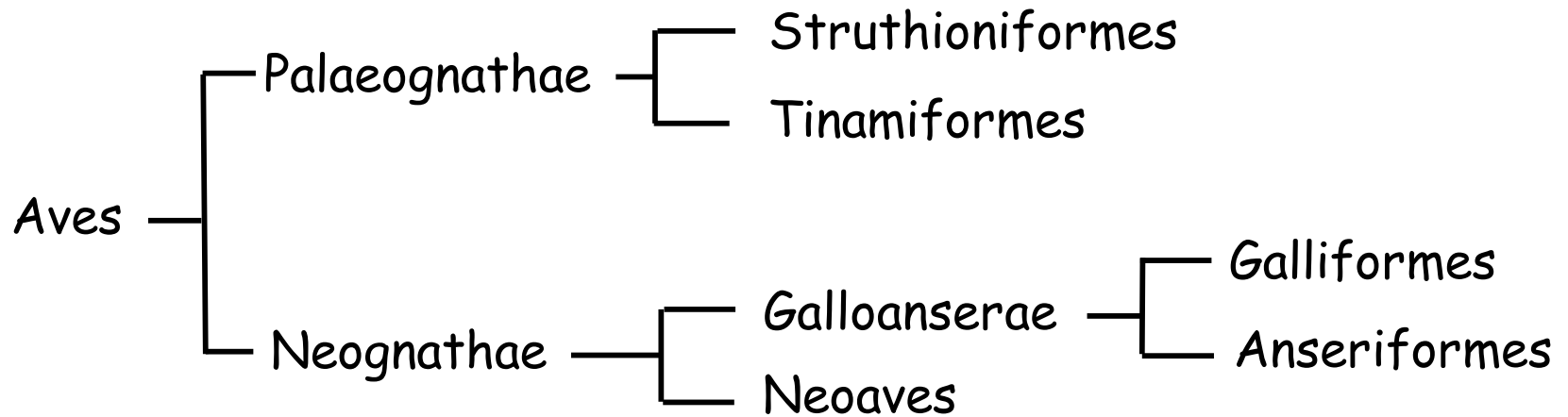
SAm

- Podobni kurům, pozemní, špatně létají, 3 prsty, red.pygostyl, mají crista sterni, furcula, pneumatisovaná kostra, chybí proc. uncinati, polygynní, inkubuje samec
- rostlinná potrava, pralesní-stepni,
- fosilní Pa-Eo NAm, Eu (*Lithornis*)

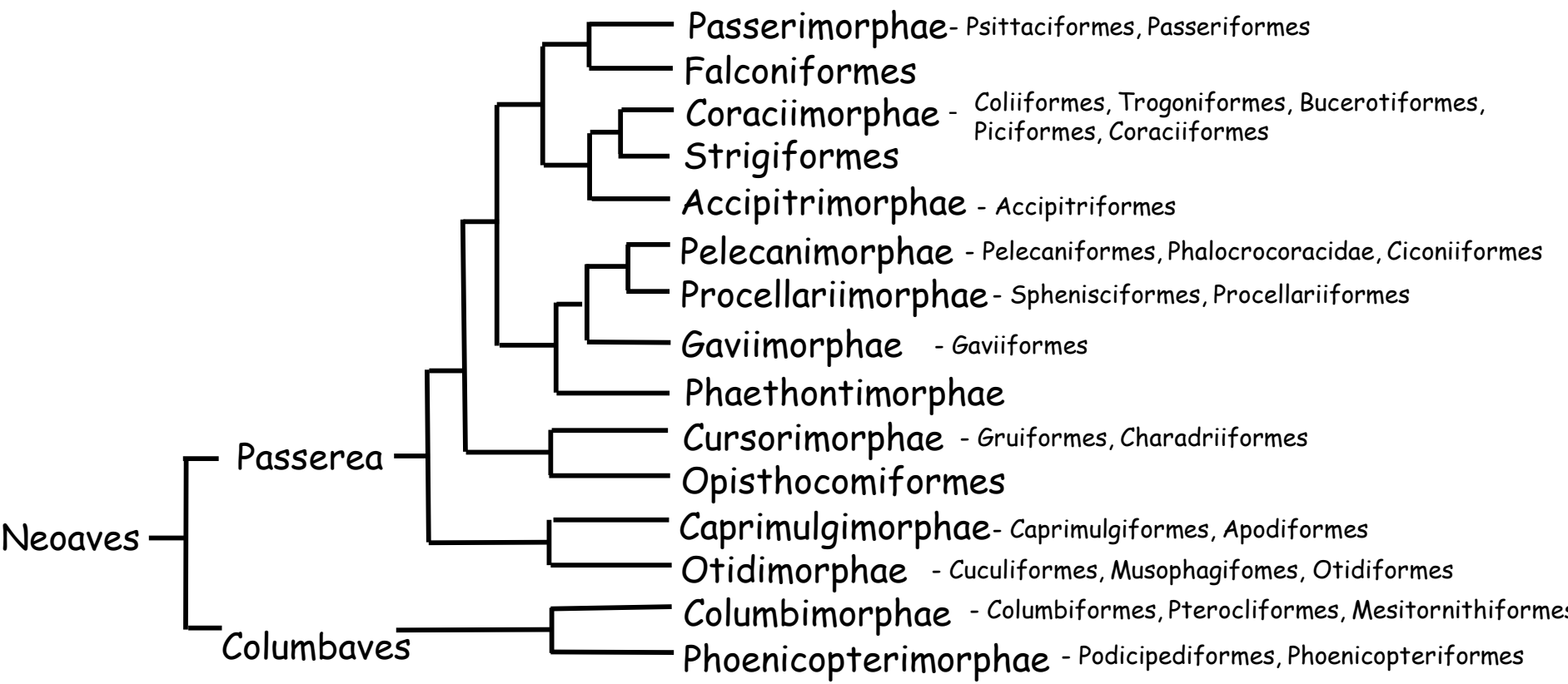


tinama chocholátá

# Moderní ptáci



system Neoaves nejednotný, sporná monofylie a příbuznost některých skupin





# Galloanserae

## Galliformes – hrabaví

cca 290 druhů

silné hrabavé nohy, pozemní, velké vole

velké snůšky, sex. dimorfismus

nidifugní

taboni, hokové, krocani, tetřevi, kuří

křepelové, perličky



# Anseriformes – vrubozobí

ca 150 druhů

hladinoví filtrátoři, lamely v zobáku

hustý prach, kostrční žláza

sex. dimorfismus, nidifugní

kamišové, kachnovití



# Neoaves

## Podicipediformes – potápky

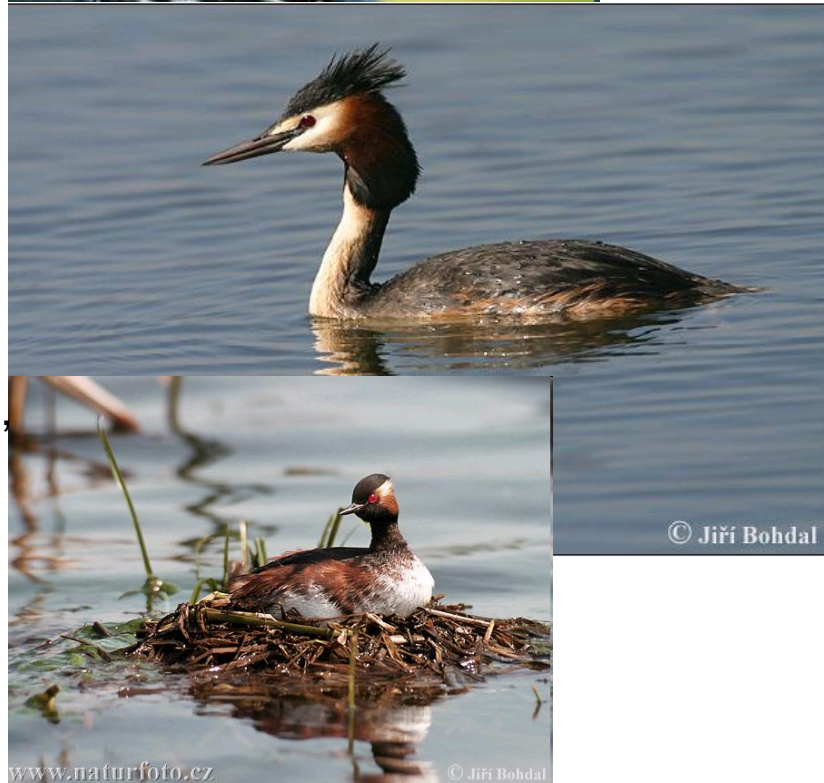
19 druhů – kosmopolitní

vodní, potápějí se, lem na prstech

husté peří, kostrční žláza, plovoucí hnízda,

polokrmiví, nápadný tok, tažní

potápka roháč, potápka malá



© Jiří Bohdal

www.naturfoto.cz

© Jiří Bohdal



## **Gaviiformes – potáplice**

S Evropa, Asie, Amerika, 5 druhů  
vodní, rybožravé, plovací blána  
pelichají na moři, nidifugní  
potáplice lední



## **Sphenisciformes – tučňáci**

17 druhů, Antarktida, S Oceánie  
nelétaví, plné kosti, mohutná crista sterni  
nekompletní tarsometatarsus  
rychle plavou, tukové vrstva, nidikolní  
tučňák císařský,  
t. Humboltův, galapážský - nory

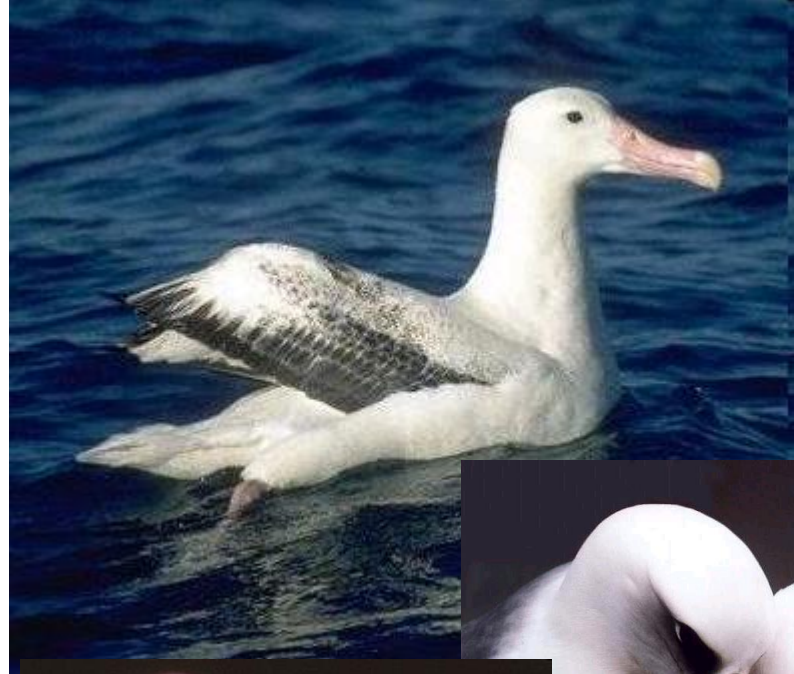




## Procellariiformes – trubkonosí

ca 90 druhů

adaptace k plachtění, mořští,  
kosmopolitní, rybožraví, trubicovité nozdry  
supranasální žlázy, výborný čich  
olejová tekutina v žaludku – krmení, obrana  
monogamní  
albatros, buřňák, buřňáček, buřník



## Phoenicopteriformes – plameňáci

5 druhů, Afrika, S Amerika, JZ Evropa  
úprava zobáku, dlouhé nohy  
filtrace korýšů, barva  
plovací blána, kuželovitá hnízda, kolonie  
krmí mláďata sekretem z volete  
nejasné postavení  
Phoenicopterus – Camarque  
Phoenicoparrus – Andy, slaná jezera





# Gruiformes – krátkokřídlí

230 druhů, kosmopolitní  
sběrná skupina, pozemní, palec vysoko  
nemají vole, velký žlázatý žaludek,  
široká křídla, dobře běhají, hnízdí na zemi  
početné snůšky, nidifugní  
kurlani, trubači, slunatci, chřástali, dropi  
hoazini, perepelové, drozdovci,  
Phorusracidae, Diatryma



Záhada – hoazin *Opistocomidae*:  
*Opistocomus hoacin* - Hoazin SAM,  
foliovorní, juv. prsty na kř.

**Turniciformes:** Turnicidae  
Perepelové SEAs

Madg. Drozdovci-mesitové  
(Mesiomitidae)





# Charadriiformes – dlouhokřídlí

bahňáci, racci, alky



# Strigiformes – sovy

160 druhů



# Falconiformes – sokoli

290 druhů, kosmopolitní  
zahnutý zobák, ozobí, silné nohy, krátký běhák  
spár, teritoriální, nidikolní  
kondoři, jestřábovití, sokolovití



# Columbiformes

měkkozobí, 320 druhů

# Psittaciformes

papoušci, 340 druhů

# Cuculiformes

kukačky, 150 druhů



## Caprimulgiformes – lelkové

100 druhů, noční, plody a hmyz  
rozeklaný zobák, kryse  
gvačaro jeskynní – echolokace  
g. plodožravý – olej. palma  
potu, lelkoun, lelek



## Trogoniformes – trogoni

37 druhů, tropy mimo Austr.  
kvesal nádherný



## Coraciiformes – srostoprstí

200 druhů, kosmopolitní  
sběrná skupina, syndactylie 2+3, 3+4  
dutiny, monogamní, bez volete, prachu  
ledňáčekk, vlha, mandelík, dudek  
zoborožec



## Apodiformes – svišťouni

430 druhů  
drobní, extrémní letové specializace  
dlouhé letky, krátký humerus  
slabá noha, heterotermie  
rorýs, kolibřík



## Piciformes – šplhavci

400 druhů, zygodactylní  
bez volete, prachu, dlouhá jazykka  
tukan, medozvěstka, datel

## Passeriformes - pěvci

Malí až střední, vesměs stromoví, nidikolní mláďata

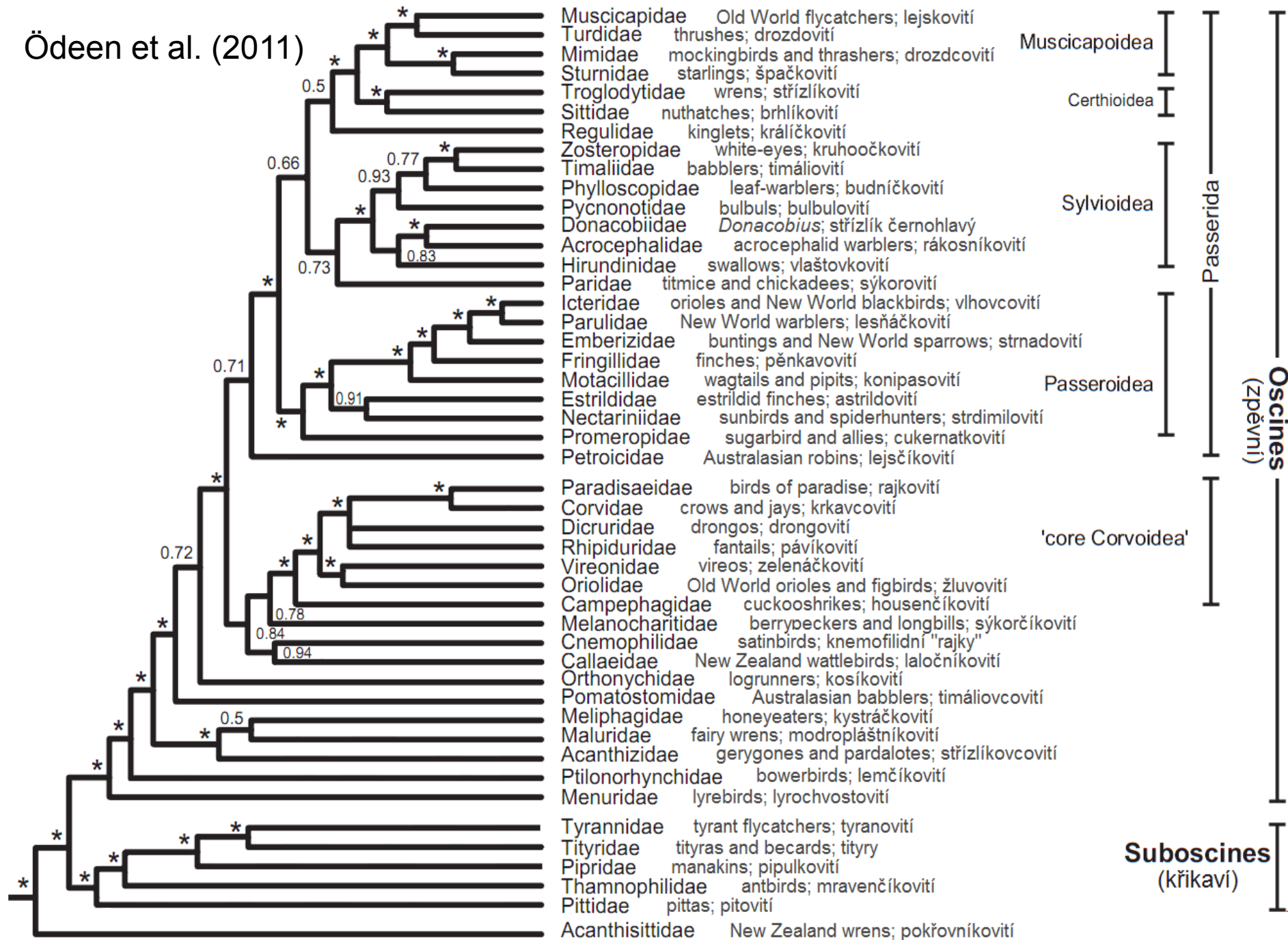
### **Suboscines** (13-14 čeledí)

Eurylaimidae - lobošovití (14) - spojené šlachy ohýbačů

Tyrannidae - tyranovití (400) nezávislé prsty, Jam

### **Oscines** - zpěvní (859/4550) nezávislé prsty

Ödeen et al. (2011)





<http://www.youtube.com/watch?v=KOFy8QkNWWs>

**Synapsida**

**a**

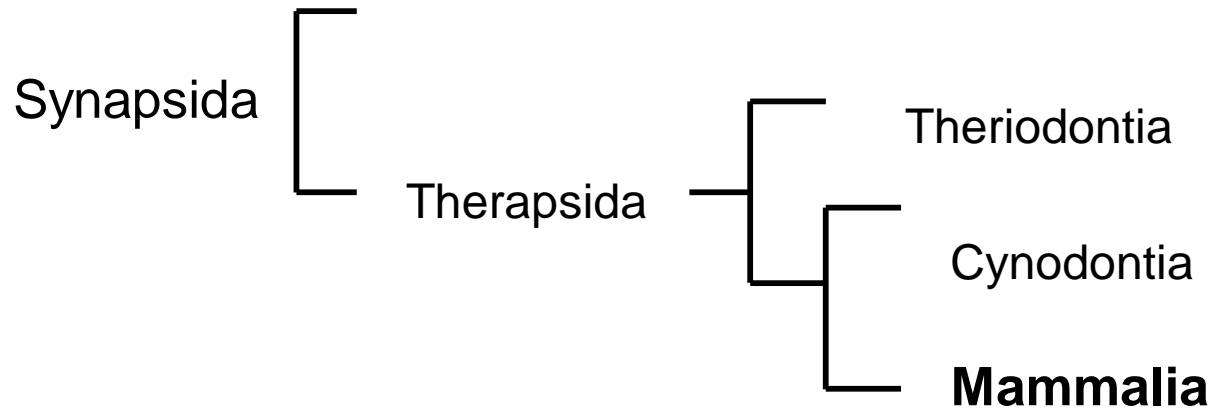
**Mammalia**

bazální linie Amniot

synapsidní lebka – spodní jáma a oblouk

heterodoncie – horní špičák

300 mil. let, spodní karbon



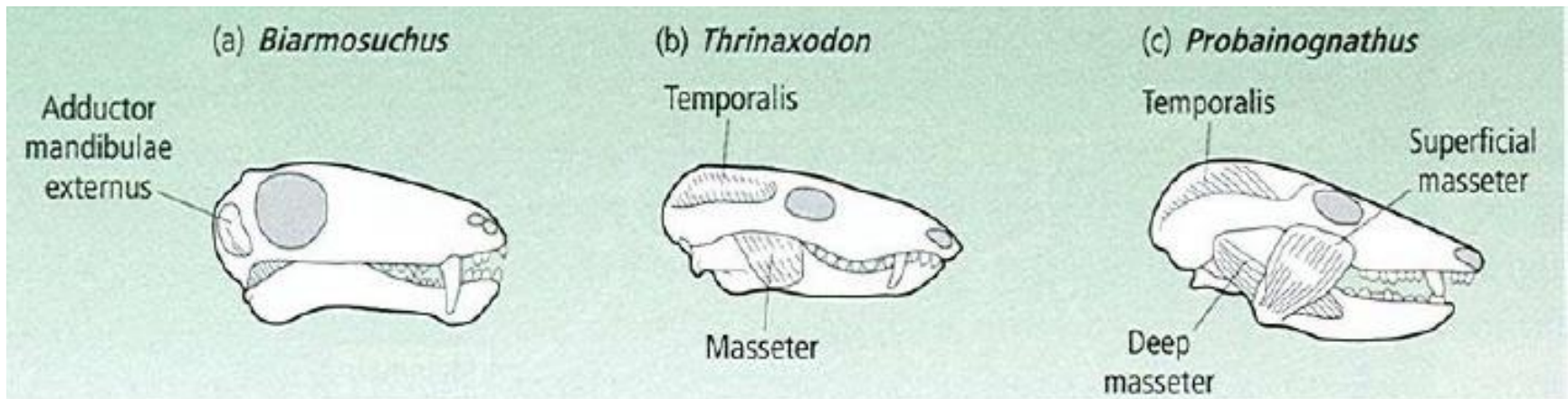
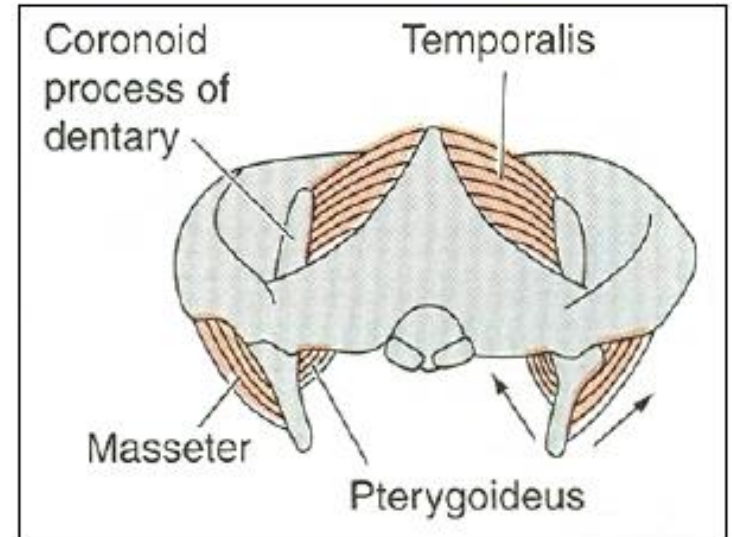


# Apomorfie savců (Mammalia)

- Tělo je kryto **srstí** složenou z epidermálních chlupů, jež jsou pigmentovány pouze melaniny.
- Kožní žlázy jsou několika typů, jedno- i vícevrstevné, nejcharakterističtější pro savce jsou **žlázy mléčné**.
- Regionalizovaná páteř je rozlišena na úseky složené z **platycoelních obratlů**, končetiny jsou podsunuty pod trup, **trojdílné sternum**
- Spodní čelist je tvořena jedinou párovou kostí, *dentale* (= *mandibula*); recentní savci mají jen **sekundární čelistní kloub**.
- Ve středním uchu jsou **tři sluchové kůstky**: *malleus*, *incus*, *stapes*. Je vytvořeno vnější ucho s primárním boltcem.
- **Chrup je heterodontní**, rozlišený na řezáky, špičáky, třenáky a stoličky, které mají více kořenů; obvykle existují dvě generace zubů, jejich počet je druhově stálý.
- Mají diferencovanou faciální svalovinu.
- Mozek je celkově vyvinutější a relativně větší než u jiných obratlovců, zahrnuje oblasti, ve kterých došlo k dramatickému nárůstu šedé hmoty. Zejména mohutná je druhotná kůra koncového mozku (*isocortex*), **neopallium**; střední mozek má specifická *corpora quadrigemina*.
- Je vytvořena levá aorta, pravá během zárodečného vývoje mizí. **Červené krvinky nemají jádra**.
- Mají bronchoalveolární plíce, tělní dutina je rozdělena svalnatou bránicí, která se podílí na dýchacích pohybech.
- Mají dokonalou endotermní fyziologii a vysokou úroveň metabolismu (srv. dinosauři).
- Osmoregulační schopnosti jsou zlepšeny zejména vytvořením **Henleovy kličky** v ledvinách.
- noční život větší nároky na termoregulaci (podkožní tuk, hustá srst), srovnání s recentními bodlíny z Madagaskaru ( $t=28-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), postupný přechod k denní aktivitě ( $t=38-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- vysoká aktivita, vyspělé sociální, potravní a reprodukční chování

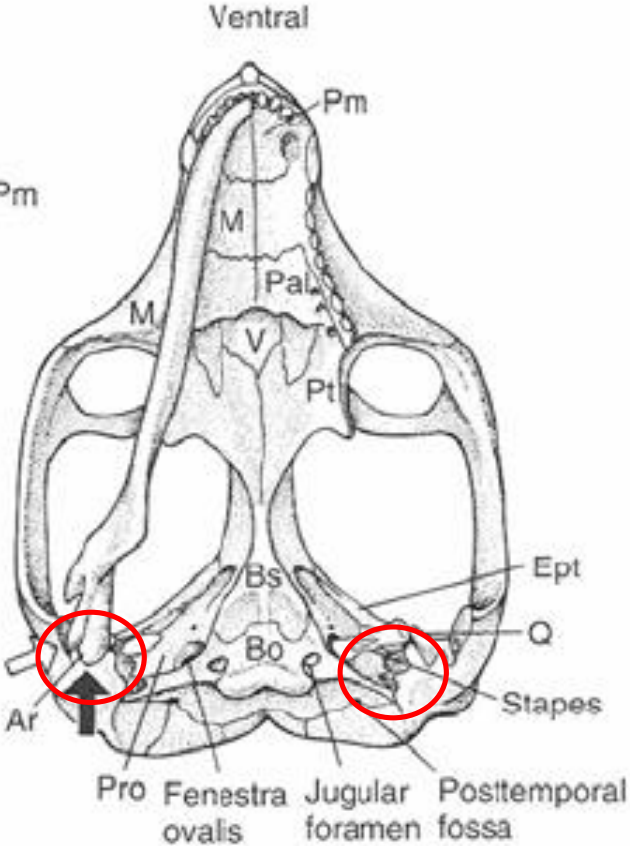
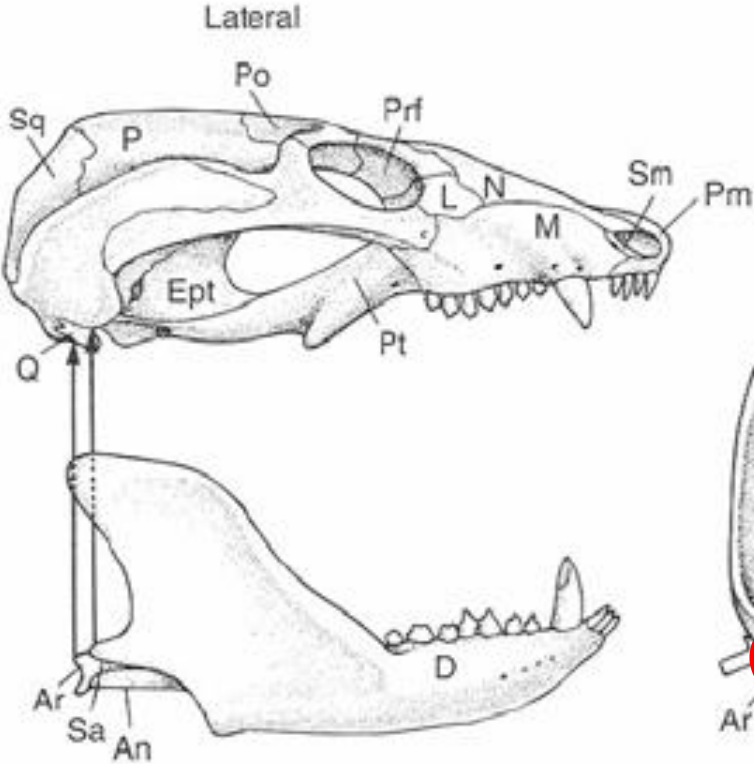
# Vznik sekundárního čelistního kloubu

**přesun mandibulárních svalů dopředu**  
emancipace kostí primárního kloubu  
přesun quadratum a auriculare



# dvojitý čelistní kloub

## *Diarthrognathus*





Rohovatějící pokožka, srst, podsada (vlníky a osiníky) - termoregulace  
pesíky - zbarvení, sinusové chlupy, brvy, žíně, štětiny, ostny  
šupiny, krunýře, drápy, kopyta, rohy  
ne u kytovců a sirén  
línání na jaře, částečně i na podzim

diferencované kožní žlázy - potní, mazové, modifikované - pachové,  
mléčné - políčka, bradavky a struky

min. *Craseonycteris thonglongyai* - netopýrek thajský, 2g, rozpětí 10 cm

*Suncus etruscus* - bělozubka nejmenší, *Microsorex hoyi* - rejsek

max. *Loxodonta africana* - slon africký, *Balaenoptera muscus* - plejtvák obrovský, 30 m  
a 160 t



Kožní svaly (mimické, otřásání kůže, platysma)  
svalnatá bránice - diaphragma

primárně dominantní čich, sekundárně sluch, zrak a hmat  
koncentrace v lysých částech (dlaň, chodidlo, chobot)

chuť - ch. pohárky, čich na nosních skořepách, makro a mikrosmatičtí, ne u kytovců, Jacobsonův org. u některých vačnatců, hmyzožravců, šelem a kopytníků (flémování)

sluch, zevní boltec, 3 sluch kůstky

zrak - tapetum celulosum(šelmy), t. fibrosum (sudokopytníci)  
pohyblivé horní víčko, redukovaná mžurka

ústa, svalnaté pysky, jazyk, heterodontní difiodontní chrup  
mléčný (ICP) a trvalý (ICPM)

### chrup

úplný, neúplný (býložravci), chybí u myrmekovorních – mravenečník

homodontní chrup - delfín

5 1 3 4-5

3 1 4 3

----- = 50 - 52 vačnatci

----- = 44 placentálové

4 1 3 4

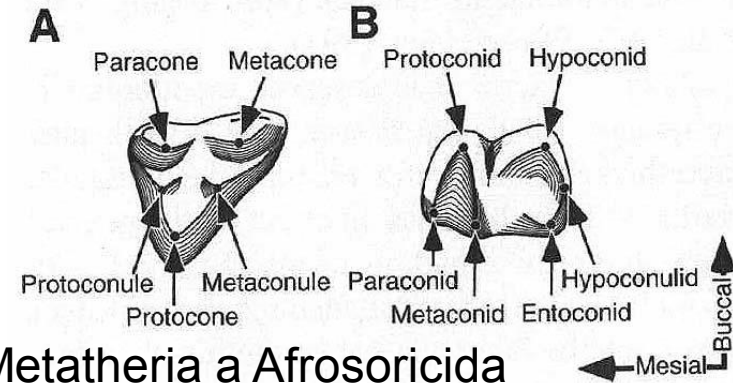
3 1 4 3



# molariformní zuby (P a M), molarizace premolárů

**Tribosfénické** = tříhrbolové

(apomorfie živorodých, Eupantotheria a Deltatheria)



Zalambdodontní (tvar V), dilambdodontní (tvar W) - Metatheria a Afrosoricida

euthemorfní, tvar čtverhranný (sekodontní, bunodontní, selenodontní, lofodontní; brachyodontní, hypsodontní)

3 páry slinných žláz - příušní, podčelistní, podjazyková

hltan, jícn, předžaludky býložravců (bachor, kniha, čepec), střevo tenké a tlusté, nepárové slepé (ne u šelem, hmyzožravců, letounů), velké u zajícovců, lichokopytníků konečník, kloaka jen u vejcorodých a vačnatých

dýchací cesty odděleny od trávicích tvrdým patrem, v hrtanu hlasivky,

**bronchoalveolární plíce**

6 mil alveol (pomalí), 500 mil alveol (rychlí), frekvence dechu, kůň 8-16/min, myš 200/min

levý oblouk aorty, bezjaderné erytrocyty

metanefros, rozvoj Henleovy kličky, vysoká resorpce vody, močový měchýř





**Prototheria (Monotremata)**

**Metatheria (Marsupialia)**

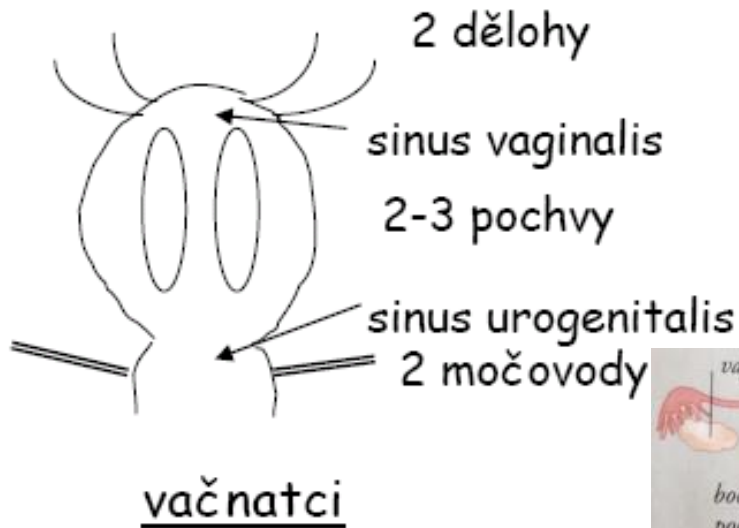
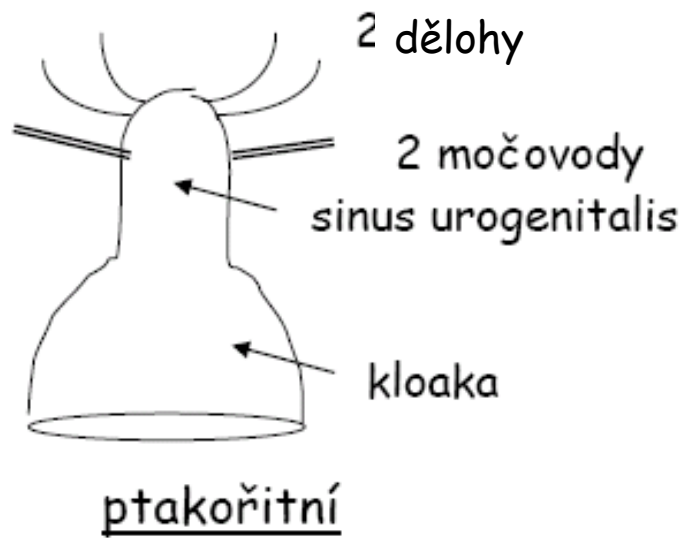
**Eutheria (Placentalia)**



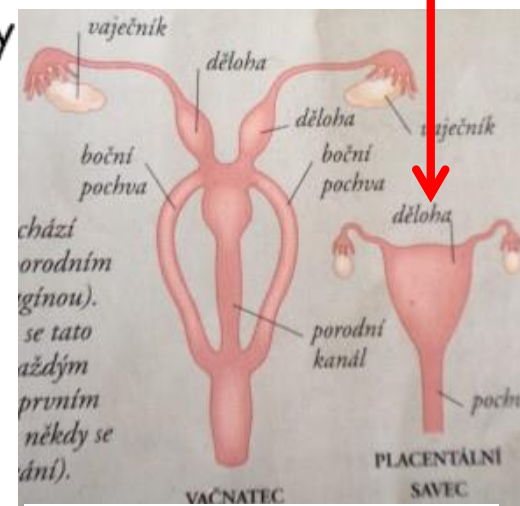
**!!!**



**základní divergence reprodukčních strategií**  
zřetelné znaky v morfologii a fyziologii reprodukčního systému



placentálové

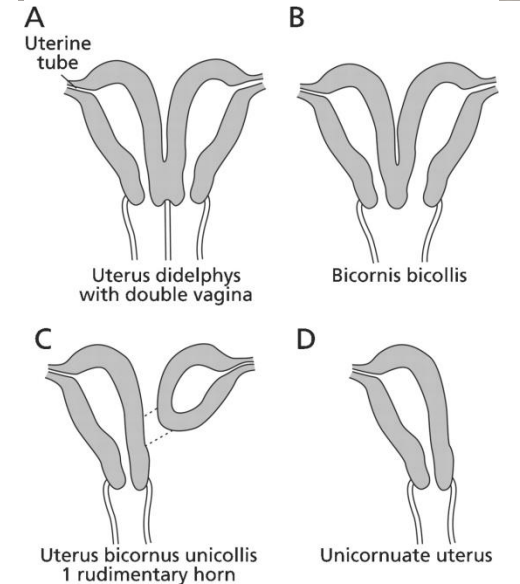


Placentálové

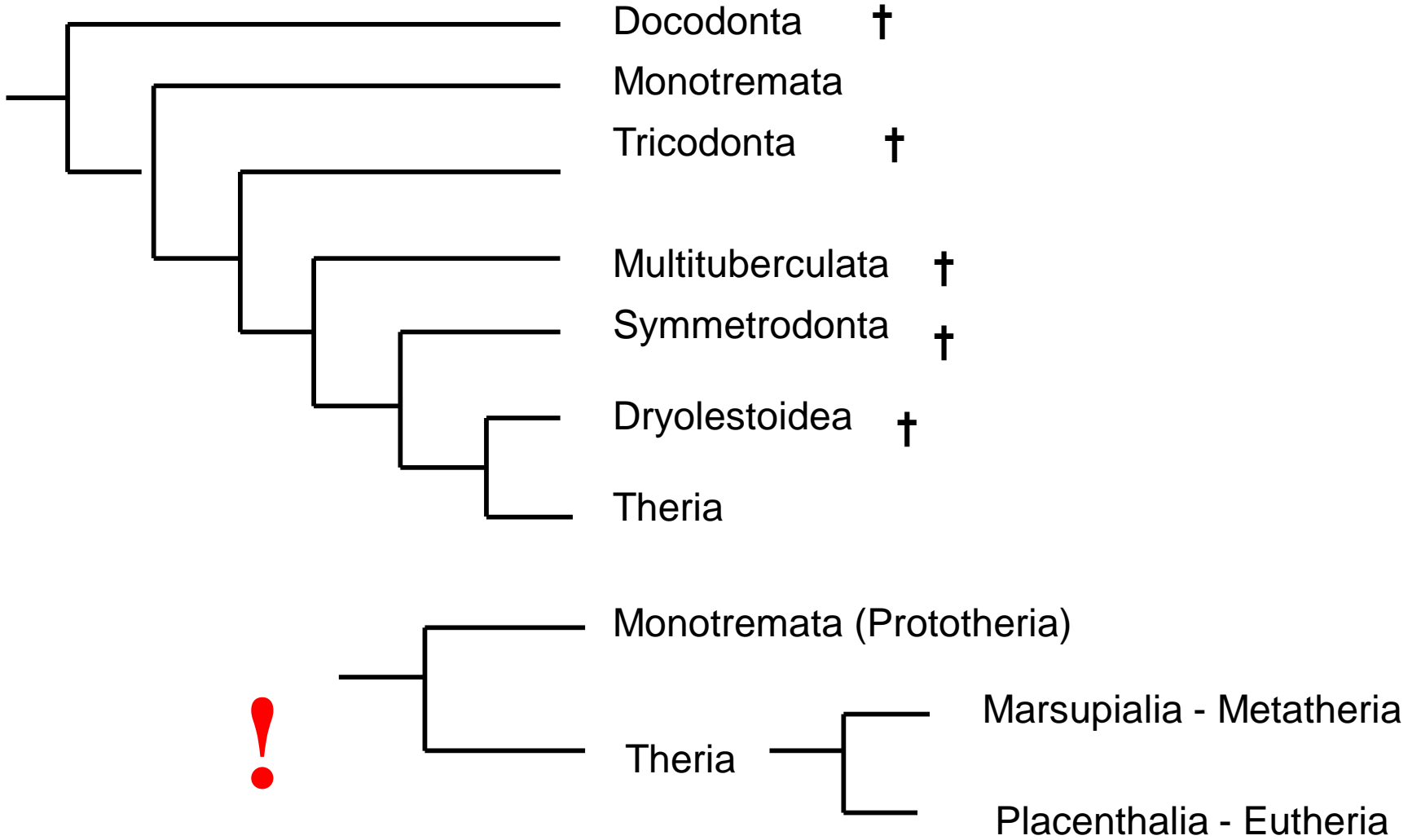
F - různé dělohy, duplex (hlodavci), bipartus (letouni), bicornis (šelmy), simplex (primáti)  
nepárová pochva

M - varlata do šourku, erektilní penis (baculum - os penis), přídatné žlázy, semenné včky, prostata

oplození ve vejcovodu, pravá alantochoriální placenta  
mláďata kojena mateřským mlékem



# Mammalia





# Docodonta

svrchní jura

specializovaný chrup, čtvercová okluzní ploška na M

# Triconodonta

nejstarší savci, trias - 200 mil. Let

- Adelobasileus*
- Hadrocodium* (Čína)
- Megazostrodon* (Afr.)

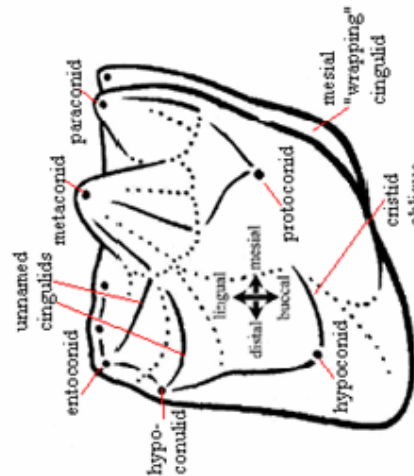
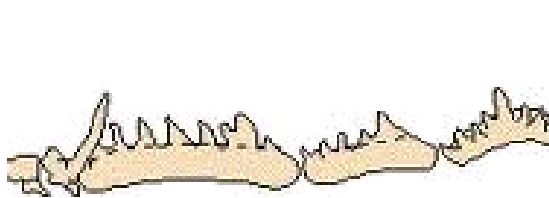
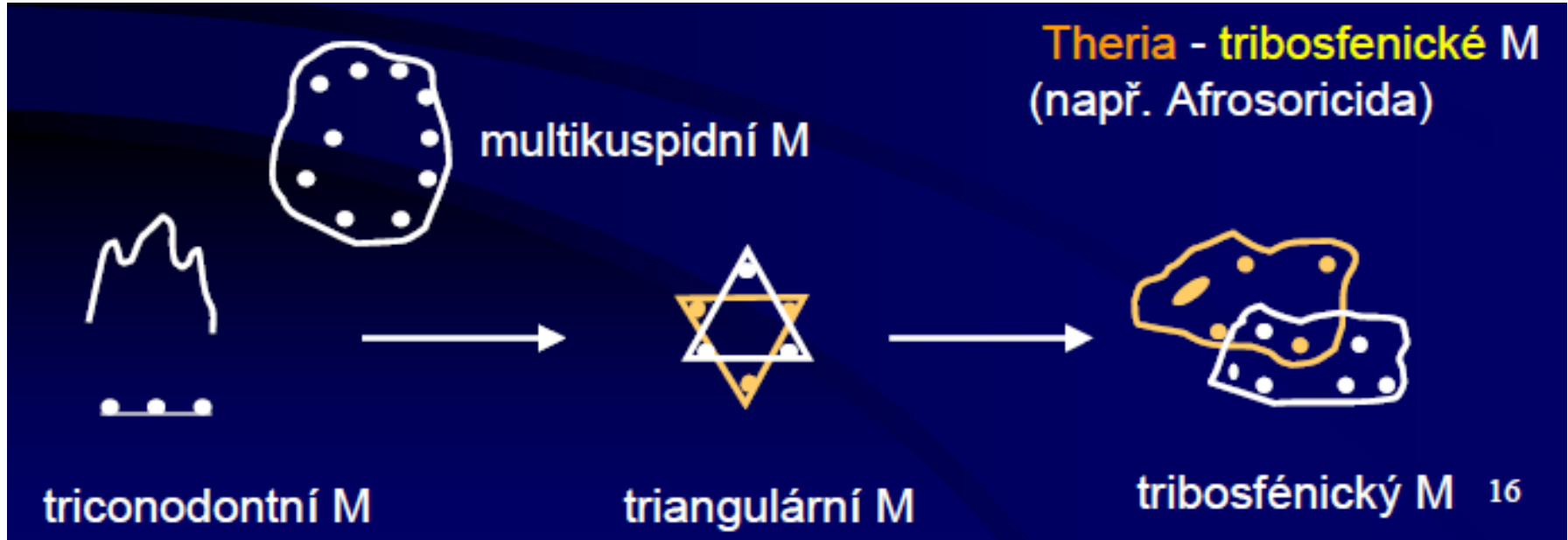


Podobní dnešním rejskům, hmyzožraví, velké špičáky, tři hrbolky na M  
**triconodontní**

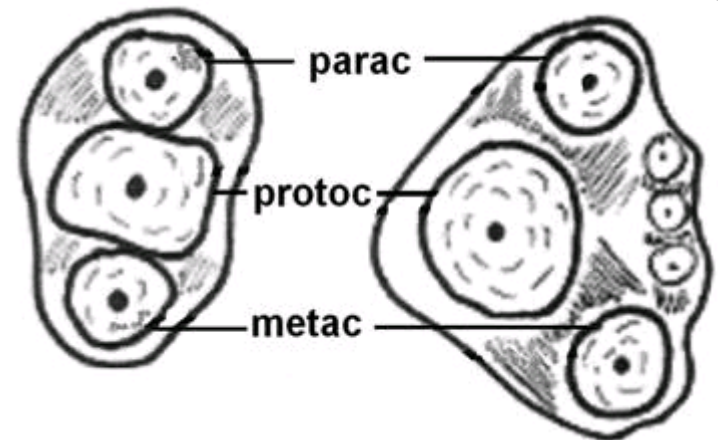
# Evoluce okluze – nejprve v řadě – pak plošně

Multituberculata - 10 hrbolků na M, **multikuspidní M**

Symetrodonta, Eupantotheria - **triangulární M**



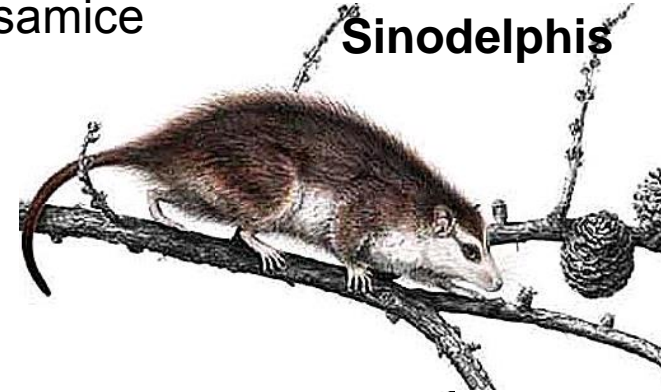
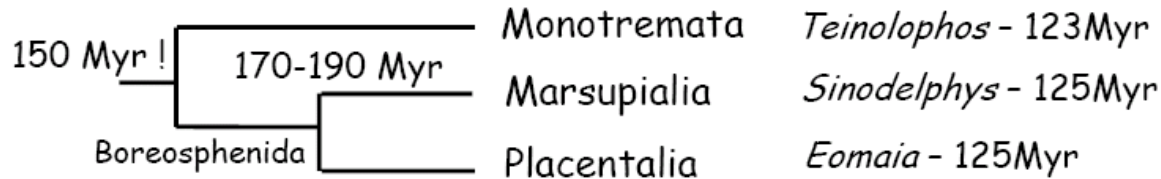
Ausktribosphenos, generalized left molar in occlusal view. From Rich et al. (2001).



# oddělení vačnatců od placentálních savců – na konci jury a začátku křídy

***Eomaia scansoria*** – 125 mil. let  
nejstarší placentální savec,  
bez placentace, úzké boky a velký rozvoj zárodku v těle samice  
arborikolní a insektivorní, 16 cm

Korunové taxony savců (s recentními zástupci)



**Eomaia**





# Monotremata - ptakořitní (3 druhy)

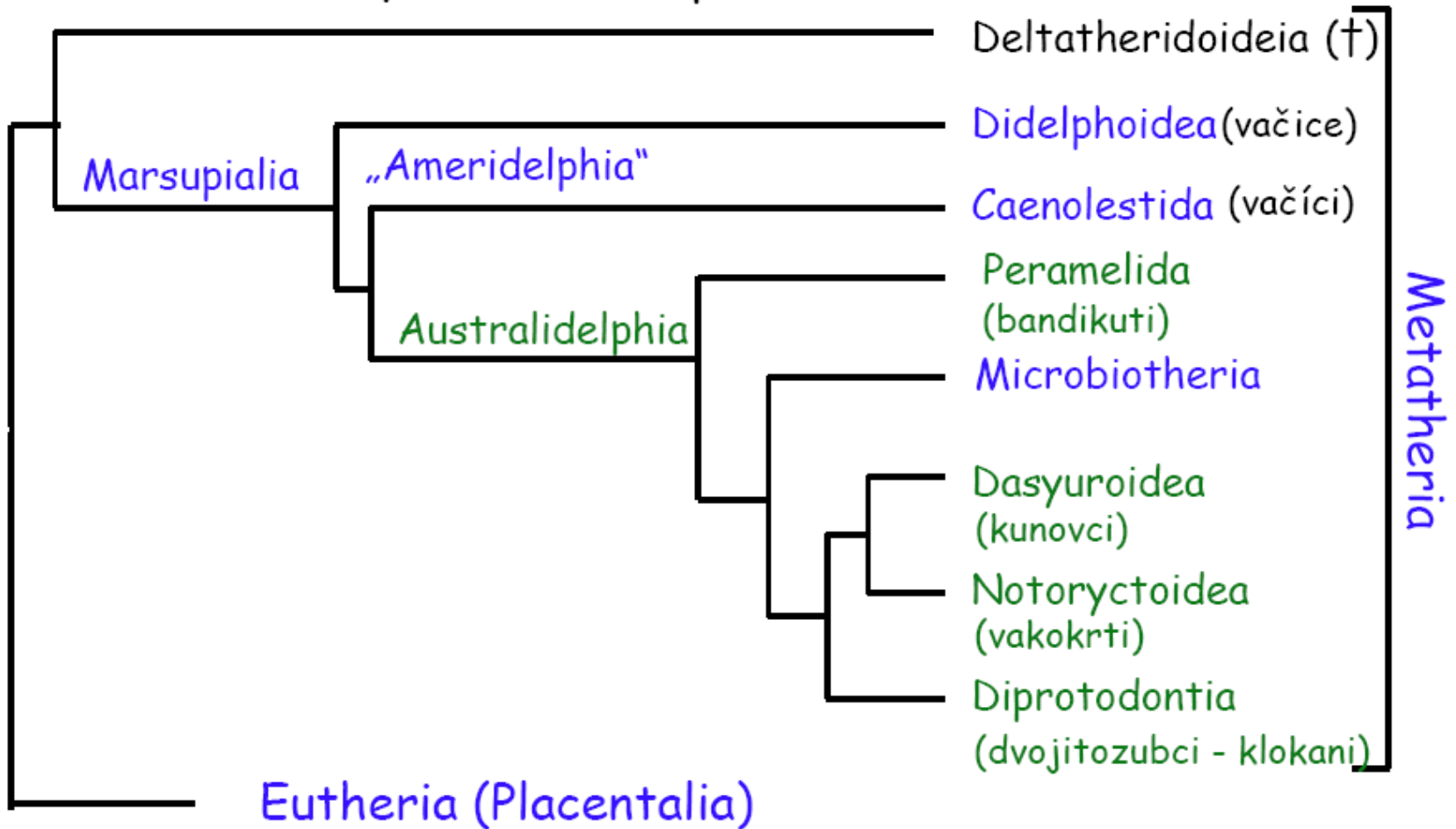
- kloaka, vejcorodost
- plazí znaky: procoracoid+coracoid, volná krční žebra, **vakové kosti** (obě pohlaví), kožní vak jen samice ježur, jednoduchý mozek, jiná stavba oka (3 oční víčka), **malá vejce s kožovitým obalem**;
- savčí znaky: **srst**, bezjaderné erytrocyty, čtyřdílné srdce, svalnatá bránice, **3 sluchové kůstky, druhotný čelistní kloub**, homoiotermie (30-32 °C), **kožní žlázy** včetně potních a mléčných - mlezivo);
- speciální znaky (apomorfie): v dospělosti chybí chrup, jedové rohovité ostruhy na kotnících
- stáří: praptakopysk - svrchní křída (nad 110 mil. let), nález z Argentiny (65 mil. let) potvrdil existenci i mimo australskou oblast

**Tachyglossidae** - ježurovití - *Tachyglossus aculeatus*, *Zaglossus bruijnii*

**Ornithorhynchidae** - ptakopyskovití - *Ornithorhynchus anatinus*



# System Boreosphenida (Theria)



Korunové skupiny žijících živorodých savců představují Marsupialia a Placentalia a jsou jednotlivě součástí kmenových taxonů Metatheria a Eutheria. Kmenová skupina Boreosphenida zahrnuje Metatheria, Eutheria a další vymřelé skupiny (Aegialodontidae).



# THERIA - živorodí

**Pantotheria** - tribosfenické zuby, ze spodní křídly

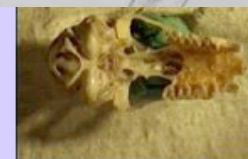
**Metatheria** - vačnatí (270 druhů), ze svrchní křídly, nežili v Africe, až na výjimky nemají alantochoriální placentu, **rodí nedokonalá mláďata, párové epipubes (nehomologické s vakovými kostmi ptakořitných)**, coracoid srůstá se scapulou, urogenitální soustava (2-3 vagíny, rozeklaný penis), mláďata srůstají s mléčnou bradavkou, často ve vaku, jednoduchý mozek, teplota 34-36 °C

jediný recentní řád: **Marsupialia** - vačnatci (Am, Aus + ostrovy), vak jen samice v době rozmnožování, někdy slabě vyvinut nebo chybí.

Marsupialia: marsupium a ext. genitál: a- samice, b- samec



## Základní morfologické odlišnosti



### METATHERIA

5/1-1/1-3/3-4/4,

Pouze 1 mléčný zub (dP4/4)

Epipubické kosti (u obou pohlaví)

Dvojitý reprodukční trakt samice, rozeklaný glans penisu

Marsupium

Scrotum kranálně penisu

Není baculum

### EUTHERIA

3/3-1/1-4/4-3/3

Celá premolarová dentice d

Nejsou epipubické (marsupiální) kosti

Repr. trakt jednoduchý, glans penis jednoduchý

Často s penisovou kostí (baculum)

Marsupium není

Scrotum kaudálně penisu

<http://www.youtube.com/watch?v=2ICKc8tURtc>

# Ameridelphia

• Didelphomorpha - vačice (16/70) - Am, pětiprsté končetiny, ovíjivý ocas, omnivorní až zoofágní, úplný chrup (50), mláďata nosí samice na hřbetě, vak v podobě kožního záhybu (*Didelphis marsupialis* - opossum)



• Paucituberculata (Caenolestida) - vačiči (3/7) - Jam, podobní rejskům, vak jen u mláďat, úplný chrup (46-48), zoofágní





# Australidelphia

• Dasyuroidei - kunovci (26/51) - Aus, zoofágní, myš-pes, úplný chrup, vzadu jen 4 prsty, pozemní (vakovlk, mravencojed, kunovcovití: kunovec, quoll= ďábel, vakorejsek, vakomyš, vakotarbík)



• Notoryctenomorpha - vakokrti (1/1), objev až 1888, úplný chrup, podzemní život - zakrnělé oči, bez boltců, vpředu silné drápy na 3. a 4. prstu, vzadu drápy chybí, rohovitý štítek na čenichu, srůst krčních obratlů

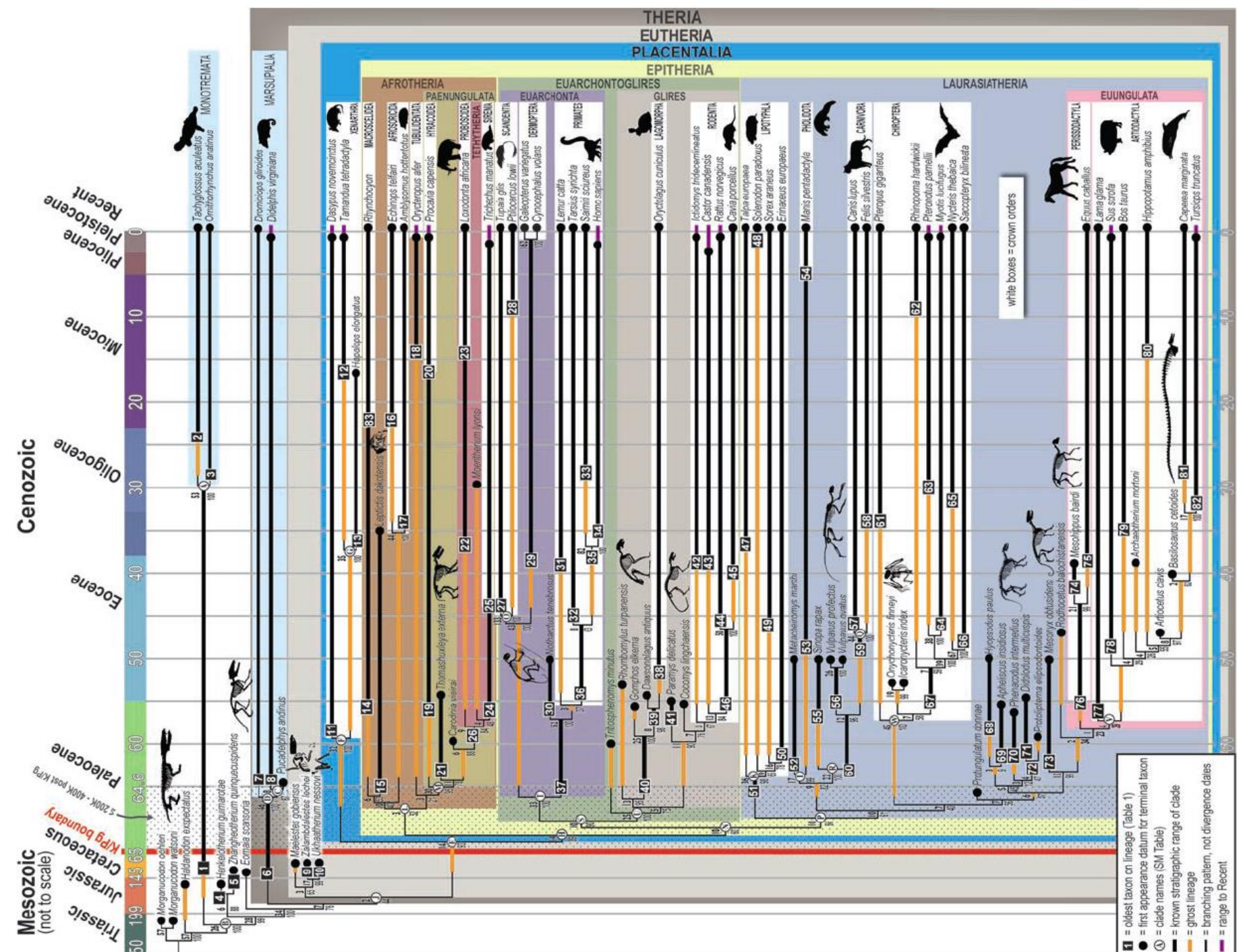
- Paramelidae - bandikuti (20) - „prasečí krysy“, Aus+ Tas, NG, úplný chrup, srůst 2.-3. prstu na zadní končetině, pravá placenta!, až do velikosti jezevce (vakovci a vakojezevci - 2)
- Diprotodontia (Phalangeroidea) - málozubí (cca 100) - neúplný chrup, býložraví - **kuskusovití** (kuskus, kusu), **possumovití** (possum, vakovec létavý), **vakoveverkovití**, **vakoplchovití**, **vakoplšíkovití**, **koalovití**, **vombatovití**, **klokánkovití**, **klokanovití (Macropodidae) (44)**



# Apomorfie placentálních savců (Placentalia)

- Prodloužení embryonálního vývoje uvnitř zárodečného měchýřku (trofoblastu) a vytvoření **alantochořiální placenty**.
- **Dlouhý embryonální vývoj** v děloze a narození poměrně vyspělého a velkého mláděte.
- Časná morfogeneze centrálního nervového systému.
- Vytvoření *corpus callosum*, vláknitého spojení mezi hemisférami koncového mozku.
- **Ztráta epipubických kostí**.
- **Redukce počtu zubů** – původní vzorec chrupu I3/3 – C1/1 – P4/4 – M3/3, mléčný chrup dI3/3 – dC1/1 – dP4/4 (d = *deciduous*, opadavý, označení mléčných zubů).
- Distální úseky samičích pohlavních cest splývají v **nepárovou jednoduchou vaginu** (monodelfie).
- Močovody a Müllerovy vývody se nekříží.





**Theria**  
**Eutheria**  
**Placentalia**

**Epitheria**

**Laurasiatheria**

**Afrotheria**

**Euarchontoglires**

**Glires**

**Euungulata**

**MONOTREMATIA**  
*Tachyostus aculeatus*  
*Omitrychthys aratus*

**MARSUPIALIA**  
*Dromiciops gliroides*  
*Didelphis virginiana*

**REUMATA**  
*Dasypus novemcinctus*  
*Tamandua tetradactyla*

**MACROSCLELE**  
*Rhynchobayon*  
**AFROSCLELE**  
*Echinosys tellani*  
*Amblysomus hottentotus*  
**TURBIDONTIA**  
*Oryzomys afer*  
**HYRACODES**  
*Procavia capensis*

**PAENUNGULATA**  
**PROBOSCIDEA**  
*Loxodonta africana*  
**TETHYHERIA**  
*Trichechus manatus*  
**STENO**  
*Lupaea glis*  
**SCANDENTIA**  
*Pliocercus lowii*  
**EUARCHONTA**  
*Galoprotus variegatus*  
*Gymnophthalmus volans*

**PRIMATES**  
*Lenur calta*  
*Parus syriaca*  
*Saimiri sciureus*  
*Homo sapiens*

**LAGOMORPHA**  
*Oryzoblagus curvicolus*

**RODENTIA**  
*Ictidomys indelicatus*  
*Gaster canadensis*  
*Rattus norvegicus*  
*Canis pomellus*

**LEPOTHRILA**  
*Falco europaeus*  
*Sturnobor parabonius*  
*Sorex araneus*  
*Erinaceus europaeus*

**PHOLIDIA**  
*Meles pentadactyla*

**CARNIVORA**  
*Canis lupus*  
*Felis silvestris*  
*Pteropus giganteus*

**CHIROPTERA**  
*Rhinopoma hartwegi*  
*Pteropus parvelli*  
*Myotis lucifugus*  
*Myotis thibetaria*  
*Saccopteryx bilineata*

**PERISSODACTYLA**  
*Equus caballus*  
*Lama glama*  
*Sus scrofa*  
*Bos taurus*

**ARTIODACTYLA**  
*Hippopotamus amphibius*  
*Capreola marginata*  
*Tursipes truncatus*

white boxes = crown orders

Cenozoic

Pliocene  
 Pleistocene  
 Recent

Miocene

Oligocene

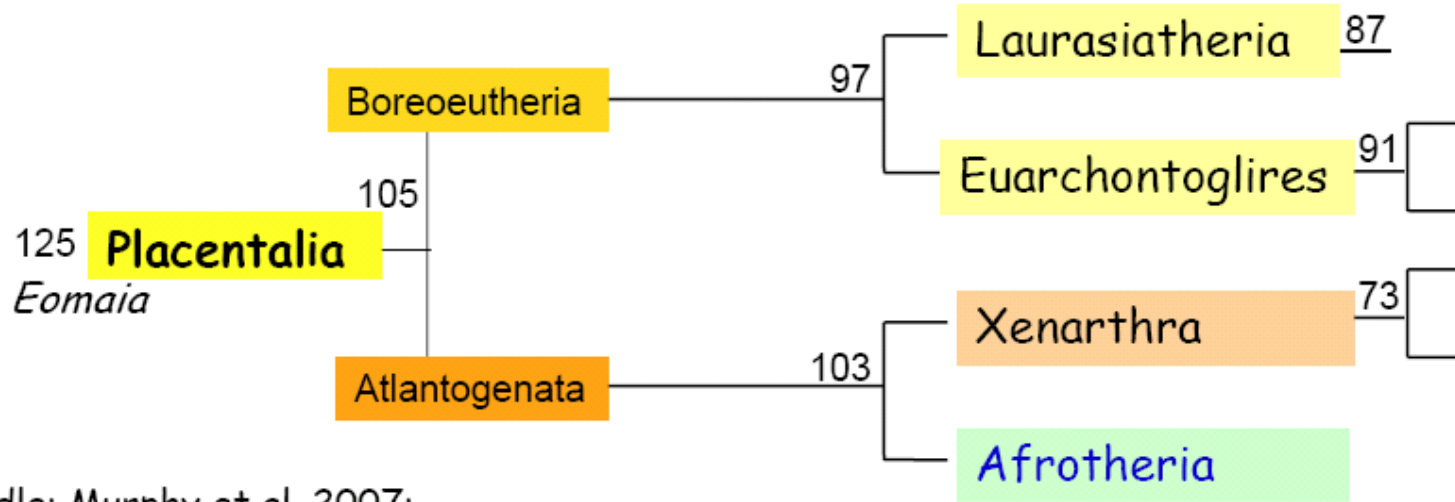
Eocene

Paleocene  
 5.200K - 400K post K/Pg

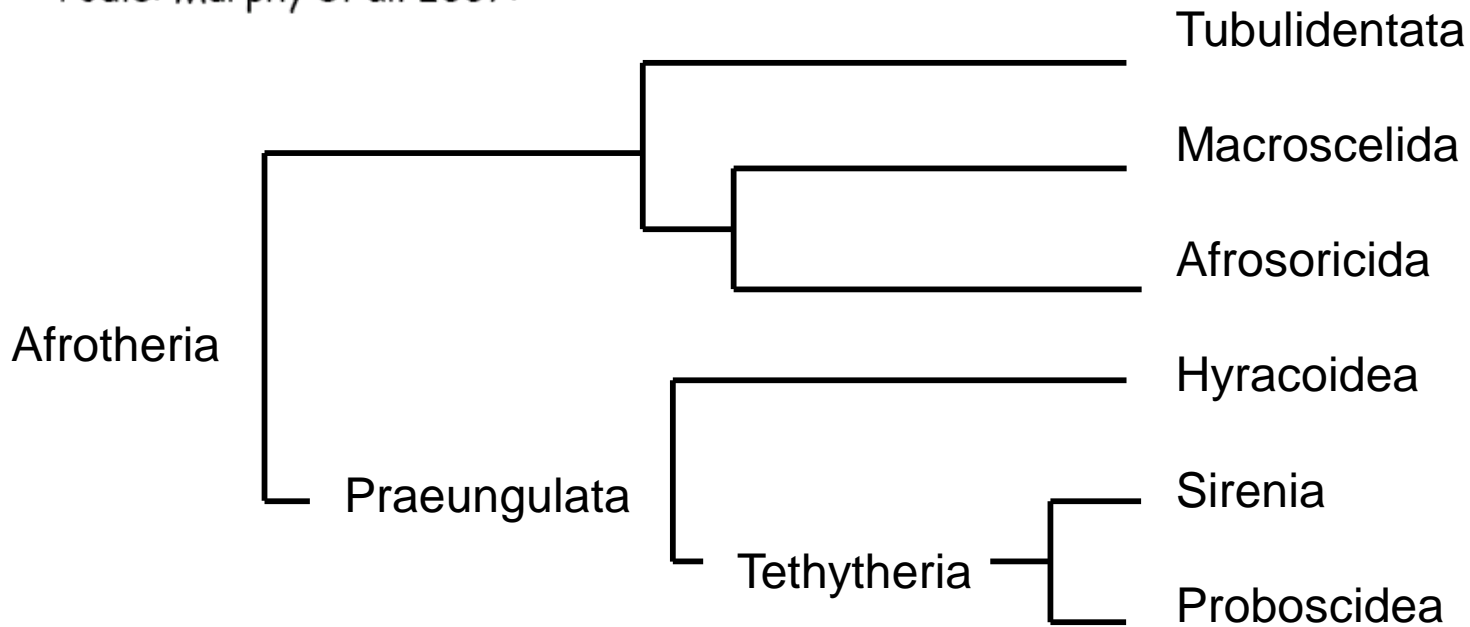
Mesozoic (not to scale)  
 Cretaceous  
 K/Pg boundary  
 Jurassic  
 Triassic

- 1 = oldest taxon on lineage (Table 1)
- = first appearance datum for terminal taxon
- ⊙ = clade names (SM Table)
- = known stratigraphic range of clade
- = gross lineage
- = branching pattern, not divergence dates
- = range to Recent

# System Placentalia



Podle: Murphy et al. 2007:



Afrosoricida – zlatokrti, bodlíni, vydřáci

# Tubulidentata – hrabáči

Stř a J Afrika

krátkonohé prase s oslíma uřima

myrmekovorní, dlouhý úzký jazyk, tlustá kůže,

silné hrabavé nohy s lopatkovými drápy

kolíčkovité zuby bez kořenů s plochými korunkami bez skloviny

svislé kanálky spojené dentinem

hrabáč kapský – až 100kg





# Macroscelida – bécouni

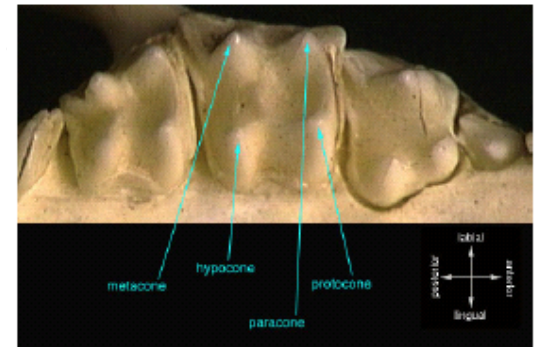
subsaharská Afrika

chobotovitý čenich, zadní nohy delší (prodloužený metatarsus)

dlouhý lysý ocas, velké boltce

insektivorní

čtvercový tvar stoliček



# Afrosoricida

## **Chrysochloridae – zlatokrti**

rohovitá destička na čenichu,  
chybí ocas, boltce, oči přetažené kůží  
dva masívní drápy na 2.a 3. prstu



## **Tenrecidae – bodlíni**

zalambdodontní stoličky, bodliny

## **Potamogalidae – vydřáci**

masožravci, potravou krabi





# Hyracoidea – damani

býložravci, Afrika, Přední Asie

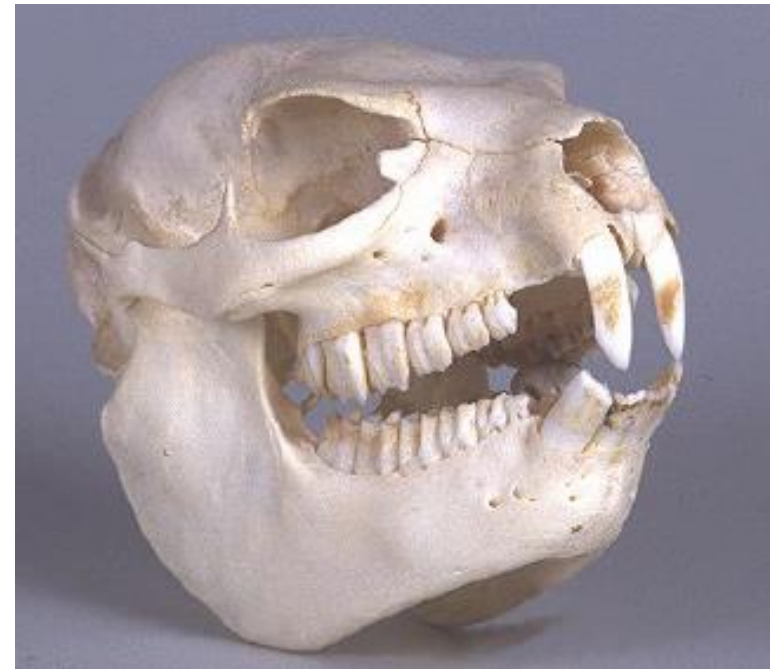
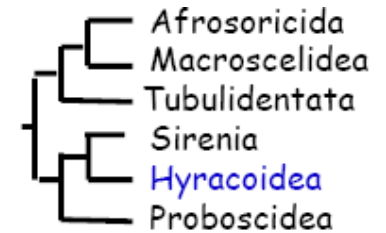
4 a 3 prsty s nehtovitým kopýtkem,

2. zadní prst s dlouhým drápem k čištění srsti

hlodáky se sklovinou

3 slepá střeva, sociální

stromoví, stepní i skalní





# Sirenia – sirény, ochechule, mořské krávy

slaná i sladká voda

v chrupu pouze 2-4 stoličky (samec dugonga kly)

na jazyku a patře rohovitě desky

ploutve s nehtovitými kopýtky

holá kůže se smyslovými chlupy

1 nidifugní mládě

koroun, dugong, kapustňák



# Proboscidea – chobotnatci

býložravci, kly jsou horní řezáky

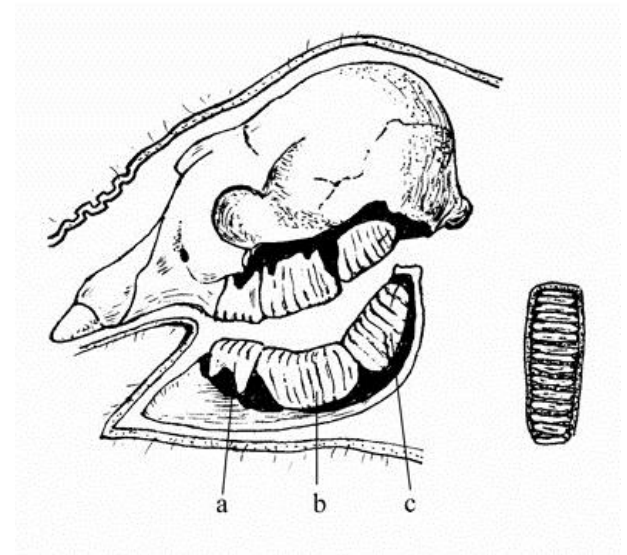
vždy funkční jedna stolička

pneumatizovaná lebka

srostlé prsty – nehtovitá kopýtka

tlustá, lysá kůže, velké boltce

Deinotherium, slon africký, indický, mamut



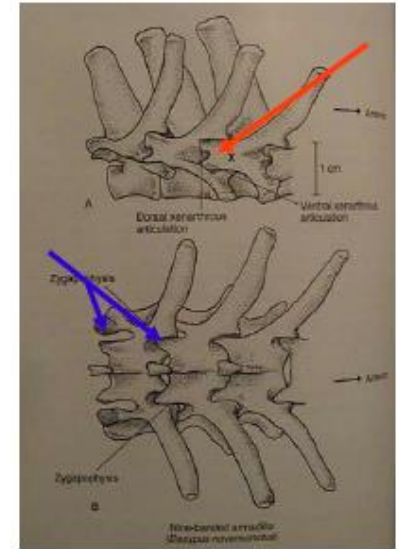
# Xenarthra - chudozubí

chybí řezáky i špičáky, korunky druhotně bez skloviny  
zuby stále dorůstají, bezzubost nebo homodoncie  
končetiny s drápy

## xenarthrální spojení bederních obratlů

spojení pánve s páteří (synsacrum, hrabavé druhy)

třetihory – obří formy pralesní lenochod Megatherium  
prapásovec Glyptodon 5-6 m



# Folivora - lenochodi

stromoví, pomalé trávení, rozšíření  
střeva před konečníkem  
pomalé dýchání, nízká tělesná teplota  
(do 35°C)

tříprstí lenochodi (Bradypodidae)  
dvouprstí lenochodi (Megalonychidae)





# Vermilingua

## Myrmecophagidae – mravenečnickoví

dlouhý tenký jazyk, svalnatý žaludek, bezzubé čelisti, mohutné drápy na předních nohách



# Cingulata

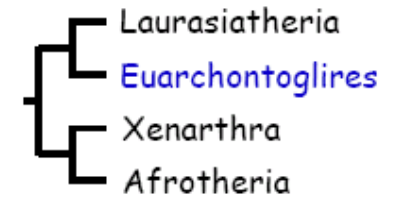
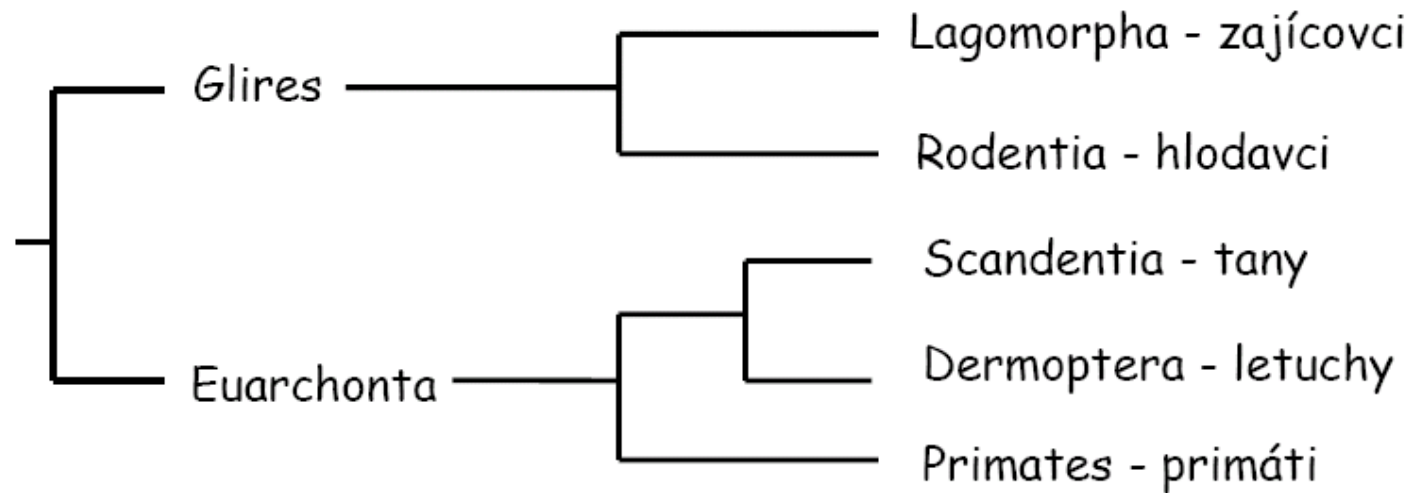
## Dasypodidae – pásovcoví

omnivorní, insektivorní i homodontní  
kolíčkovité zuby, velký počet  
krunýř zesponu kostěný, shora rohovitý, volné pásy  
hrabané nohy  
pásovec, pláštník



## Euarchontoglires

Předkové v Asii před 85-90 mil. lety



# Glires

býložravci s hlodáky, chybí špičáky, diastema

## Lagomorpha – zajícovci

dva páry řezáků v horní čelisti, sklovina všude  
cekotrofie

pišťuchovití, zajícovití

## Rodentia

jeden pár řezáků, sklovina zepředu  
podle žvýkacích svalů  
na protrogomorfní, sciuromorfní  
a hystrikomorfní  
krátká gravidita, početné vrhy



## Rodentia - Hlodavci

• 29 f., 426 g, 1820 spp.

- Sciurognathi
  - Aplodontidae - bobruška 1,1 n AM
  - Sciuridae - veverkovití 50, 273 Eu As, Af, Nam
  - Castoridae - bobři 1, 2 Eu-As-N Am
  - Myoxidae (Gliridae - plchovití) 8, 26 - As Eu Af
  - Geomyidae - pytlouši 5, 35 Am
  - Heteromyidae - 6, 59 Am
  - Dipodidae - tarbíci (myšivkovití) 15, 51 Eu As N Am
  - Muridae (Cricetidae, Spalacidae, Arvicolidae etc.), 281 g, 1356 spp. As Eu Af, Am, Au
  - Anomaluridae - šupinatky 3, 7 Af
  - Pedetidae - noháč kapský 1,1 Af
  - Ctenodactylidae - gundiové 4, 5 Af



# Euarchonta

**Scandentia (tany) (19)** - JV Asie, stromoví, podobní veverkám („tupaia“), dlouhý osrstěný ocas, lov předními tlapkami, insectivorní, velká mozkovna, uzavřené očníce (jako primáti), protáhý lysý čenich jako rejsek (tree shrews), dilambdodontní stoličky jako ježek, úplný chrup (38 zubů), velké horní řezáky, malé špičáky, široké stoličky, denní aktivita, již na konci třídy, *Tupaia glis* (t. obecná), t. péroocasá (*Ptilocercus lowii*)



**Dermoptera (letuchy) (2)** - osrstěný kožní lem - pasivní klouzavý let (flying lemurs), přes 130 m, stromoví, soumravná aktivita, velké dopředu směřující oči - stereoskopické vidění, býložraví - dolní řezáky pilovitý okraj (až 20 hrotů) i k čištění srsti, velký žaludek a dlouhé stočené tlusté střevo s mikroorganismy trávicími celulózu, velikost kočky (*Cynocephalus volans*, *C. variegatus* - l. filipínská, l. malajská)





**Platyrrhini, Ceboidea** – opice ploskonosé, široká nosní přepážka, N. svět  
kosmani, malpy, chápáni

**Catarrhini, Ceropithecoidea** – opice úzkonosé, úzká nosní přepážka, St.svět  
ocas není chápavý, sedací hrboly, palce v opozici

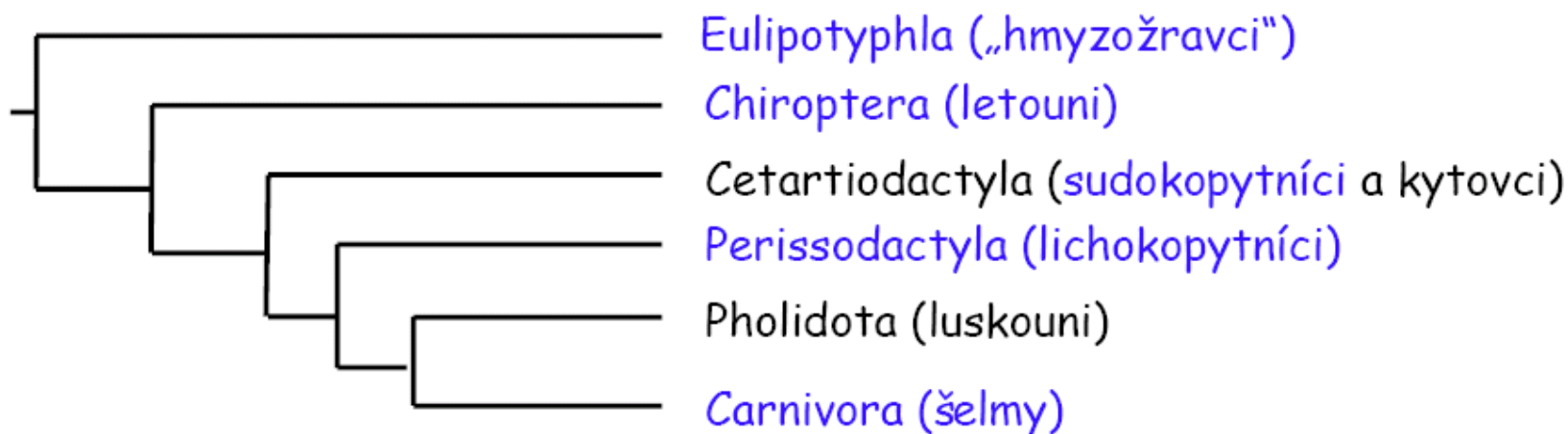
kočkodanovití – hulmani, paviáni, guerézy, makakové, kahau  
Hominoidea – giboni, a Hominidae – lidoopi a lidé





## Laurasiatheria

Známí z pozdní křídy (85-90 mil.let), mol.  
hodiny (80-90 mil. let), holarktis



**Pholidota (luskovni) (7)** - Afr, Asie, na hřbetě rohovité šupiny, malá hlava, dlouhý ocas, silné hrabavé nohy, při chůzi pokládají drápy na stranu - chodí po „kotnících“ (srov. mravenečníci), dlouhý lepkavý červovitý jazyk (70 cm) v pochvě, bezzubí (myrmekovoríe), svalnatý žaludek vystlán rohovinou (*Manis*).

## **Eulipotyphla – hmyzožravci**

sekodontní úplný chrup, rypáček

Erinaceidae – ježkovití

Talpidae – krtkovití – krtek, vychuchul

Soricidae - rejskovití





# Chiroptera – letouni

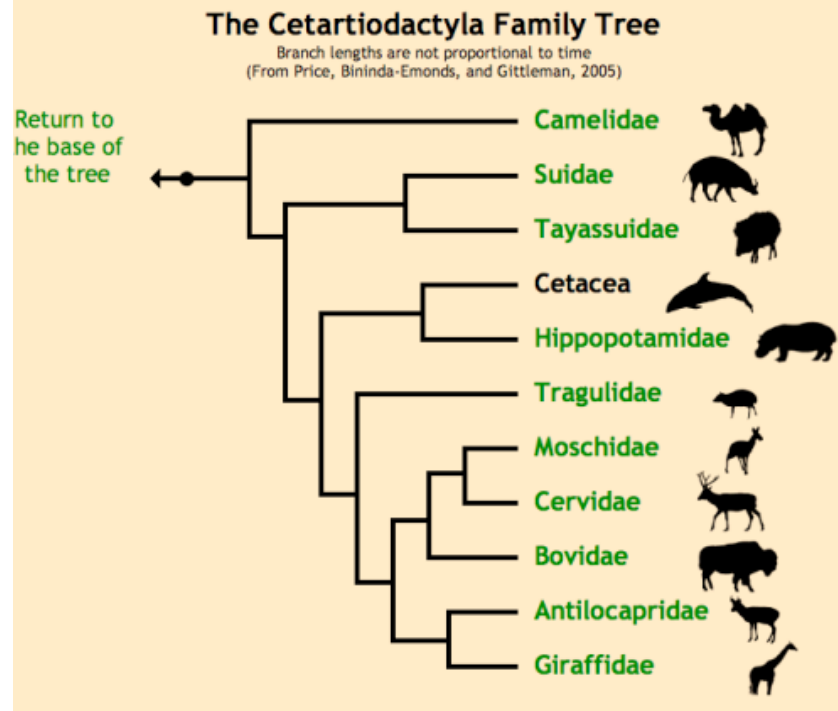
aktivní let, přídlo, létací blána

echolokace, heterotermie, hibernace

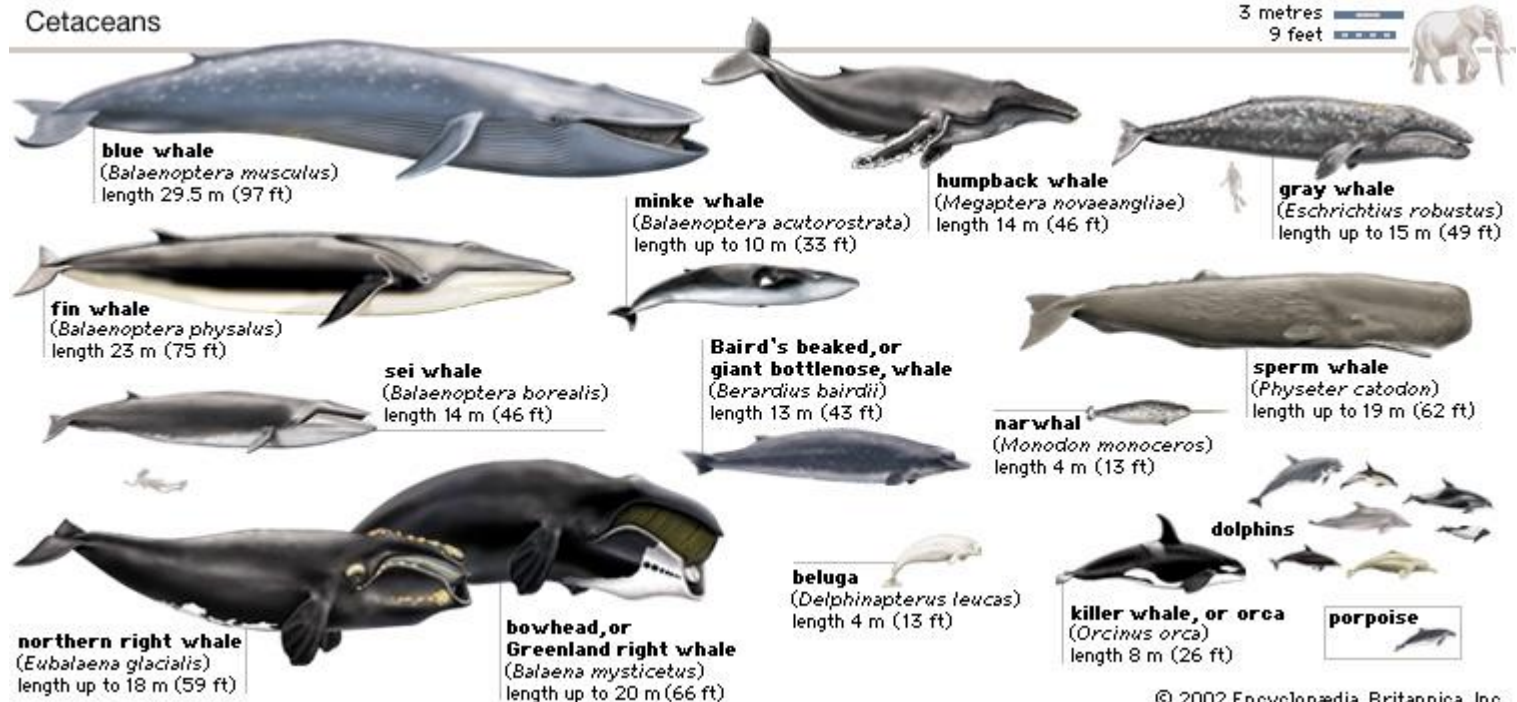




# Cetartiodactyla



## Cetaceans



# Artiodactyla - sudokopytníci

našlapují na 3. a 4. prst, kladnový hlezenní kloub, chybí palec  
2. a 5. prst výše - drobná kopýtko, chybí clavicula  
omvirorní - úplný chrup, býložravci - chybí horní řezáky  
distéma, silný jazyk

## Tylopoda - velbloudi

jen 3. a 4. prst, úplný chrup, selenodontní M  
velbloud, lama

## Suina (Nonruminantia) - nepřezvýkaví

úplný chrup - bunodontní M  
prase, štetkoun, pekari, hroch

## Ruminantia - prežvýkavci

bez horních řezáků, selenodontní M, složený žaludek  
kančil, jelen, daněk, wapiti, srnec, vidloroh, antilopa  
pakůň, impala, kamzík, sajga, koza, kozorožec, pižmoň  
muflon, ovce, zubr, bývol



## Perissodactyla - lichokopytníci (20)

- štíhlé dlouhé končetiny, osa končetiny prochází 3. prstem - mesaxonická končetina
- **I** nahoře i dole - ukusování, lofodontní P a M, jednoduchý žaludek a velké slepé střevo

