

OPĆA PALEONTOLOGIJA

CHORDATA, VERTEBRATA



doc. dr. sc. Karmen Fio Firi
karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr

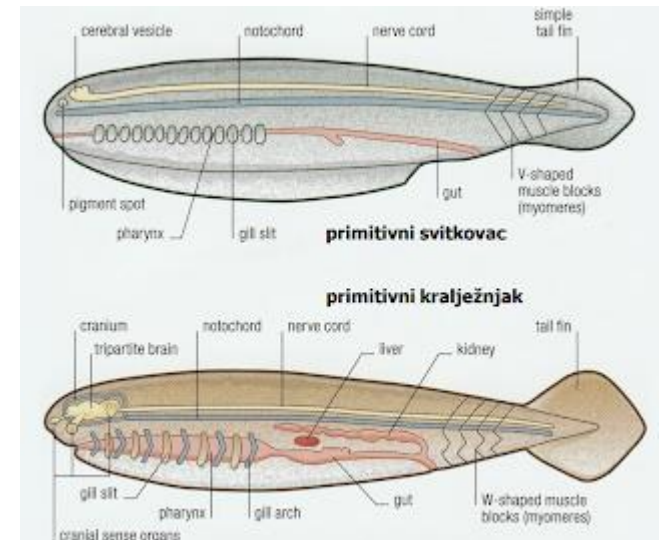
Karakteristike svitkovaca

Jednostavniji oblici

- čvrsta os i uzdužni živac duž dorzalne strane tijela
- probavilo i dišni organi smješteni s trbušne strane
- rijetki fosilni nalazi



<https://slidetodoc.com/svitkovci-biologija-7-svitkovci-svitkovci-biologija-7-kopljaa/>

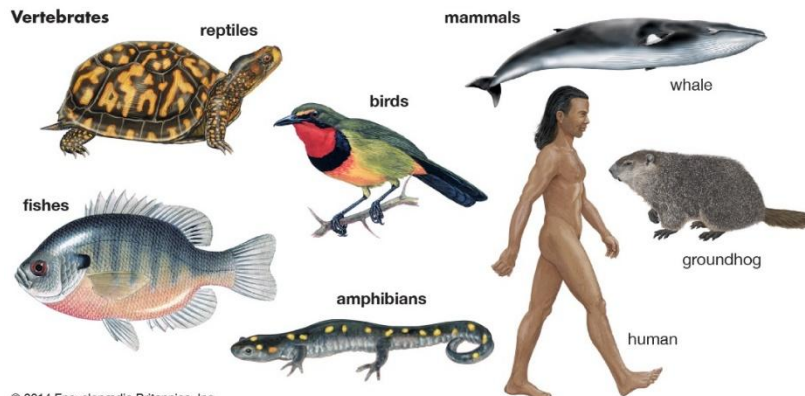


<https://sites.google.com/site/kraljeznjaci7/home/svitkovci>

Karakteristike svitkovaca

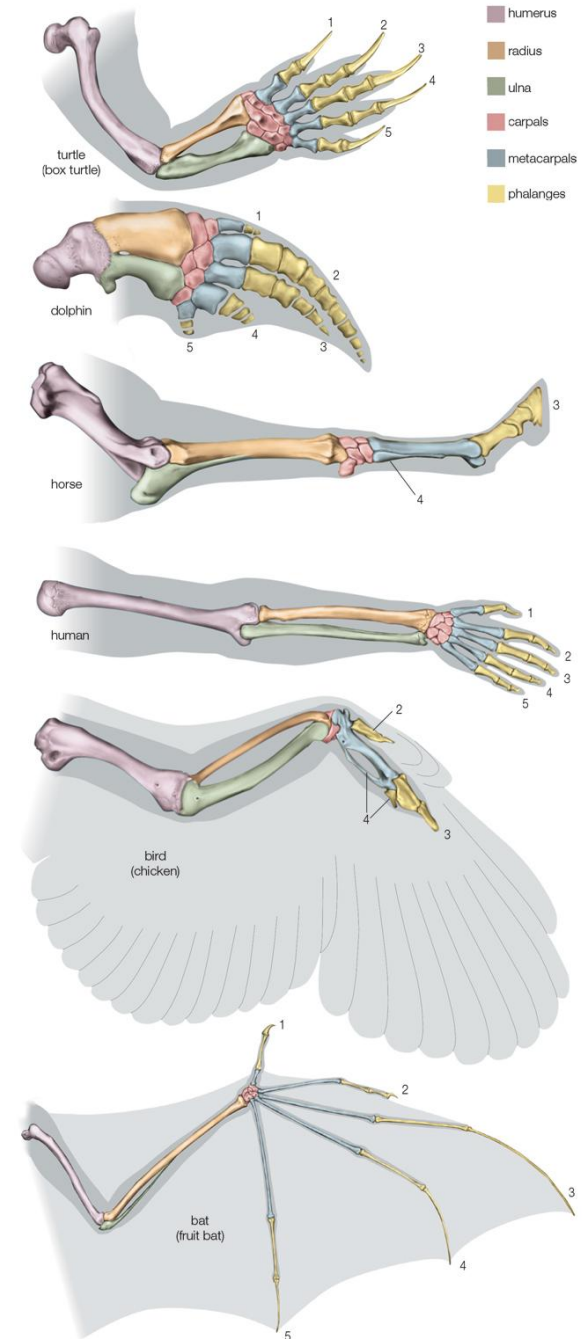
Napredniji svitkovci

- Hrskavična ili koštana kralježnica
- Kostii – plosnate i cjevanične
- Karakteristične građe lubanje, čeljusti, zuba
- Specifična građa udova ovisno o namjeni (homologni organi – različiti po funkciji, ali isti po podrijetlu)



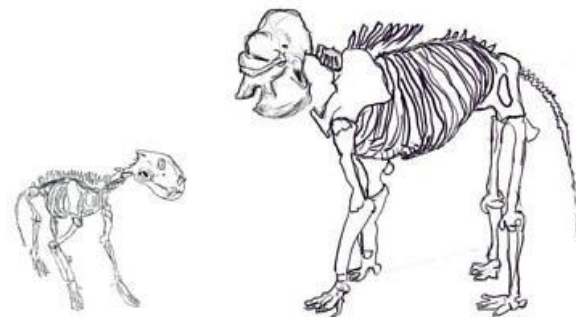
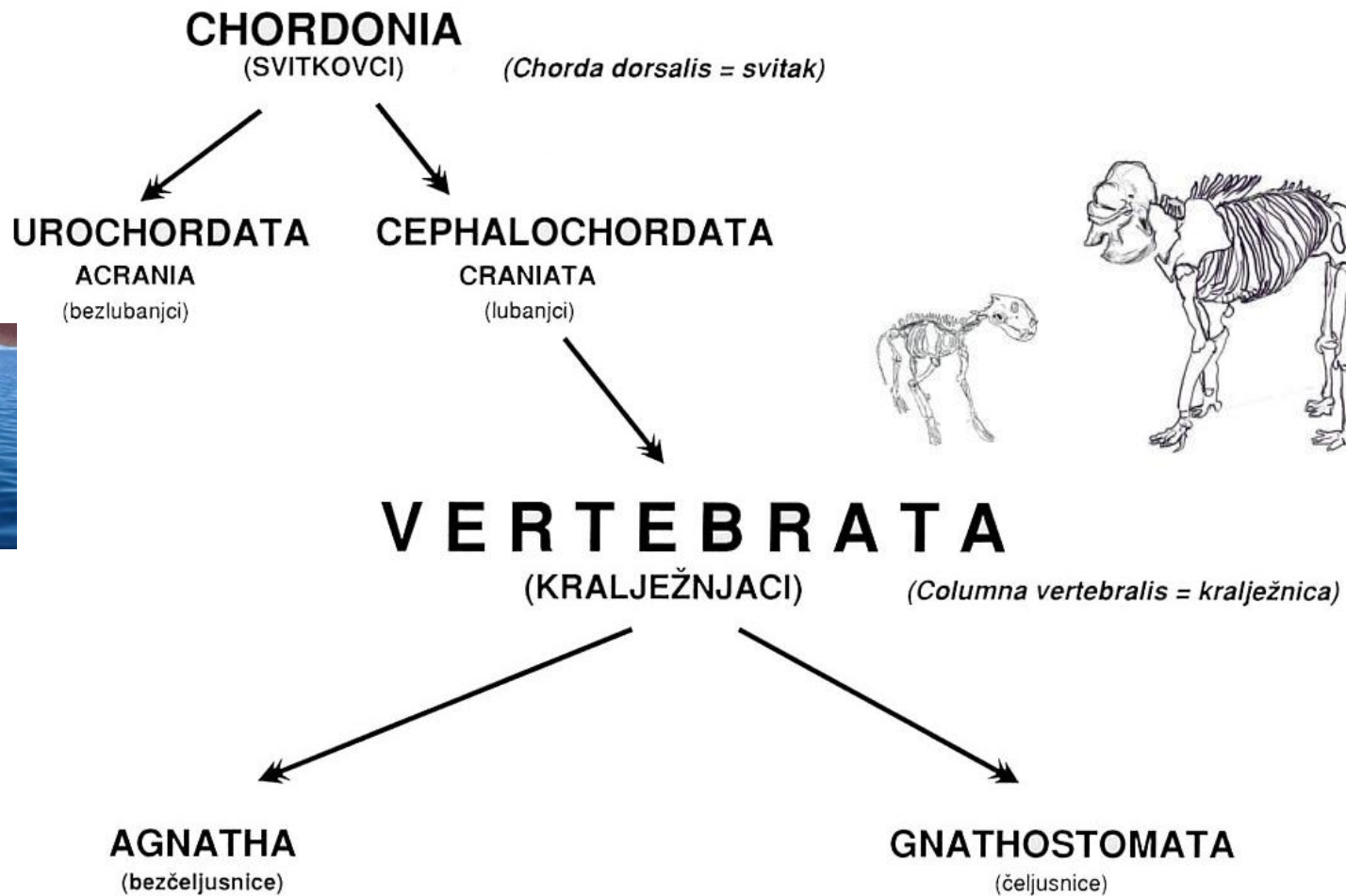
© 2014 Encyclopædia Britannica, Inc.

Homologies of the forelimb in six vertebrates



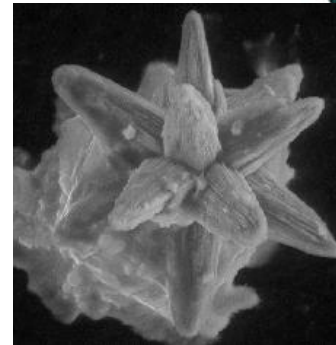
<https://www.britannica.com/science/skeleton/Limbs>

VERTEBRATA (KRALJEŽNJACI)



Urochordata (Tunicata)

- Cm–rec., najstariji mogući oblici iz pretkambrija – *Yarnemia*
- Jednostavna građa tijela, vrećastog oblika, sa dvije sifonske cijevi za ulaz i izlaz vode
- Mogu biti sesilni, slobodno plivati pa prijeći u sesilni način života, a neki su i pelagički oblici (salpe)
- Rijetko se fosilno sačuvaju, najčešće im se sačuvaju samo **spikule**, koje se često zamjene sa spikulama spužvi



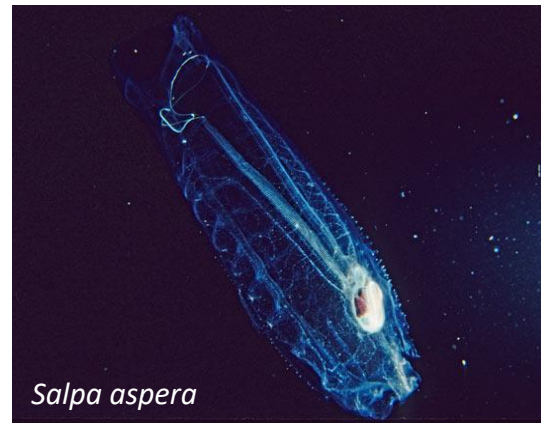
spikula tunicata, rec.



morski tulipan *Pyura spinifera*



Salpa maxima



Salpa aspera

VERTEBRATA

(KRALJEŽNJACI)

(*Columna vertebralis* = kralježnica)

AGNATHA

(bezčeljusnice)

Cm - Rec.



Česti fosilni nalazi izumrlih predstavnika vezani za:

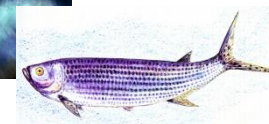
(Cm₂₃ - C) †

Primjer:

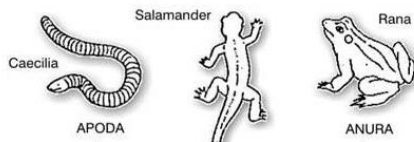
Rod: **ANATOLEPIS**
(fragment kosti nađen u WYOMING - USA star 520 - 505 mil. god.)

GNATHOSTOMATA

(čeljusnice)



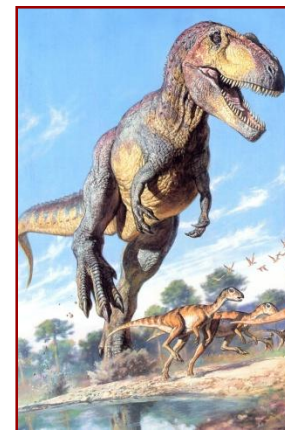
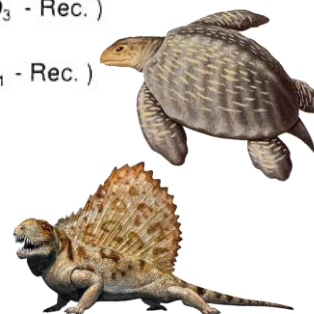
1. **PLACODERMI** (S - D) †
(ribe oklopnjače)
2. **CHONDRICHTHYES** (D - Rec.)
(hrskavične ribe)
3. **ACANTHODII** (S - P) †
(prakoštunjače)
4. **OSTEICHTHYES** (D - Rec.)
(koštunjače)
5. **AMPHIBIA** (D₃ - Rec.)
6. **REPTILIA** (C₁ - Rec.)



7. **AVES** (J₃ - Rec.)



8. **MAMMALIA** (T₃ - Rec.)



KOSTUR

Kemijski sastav kostiju:

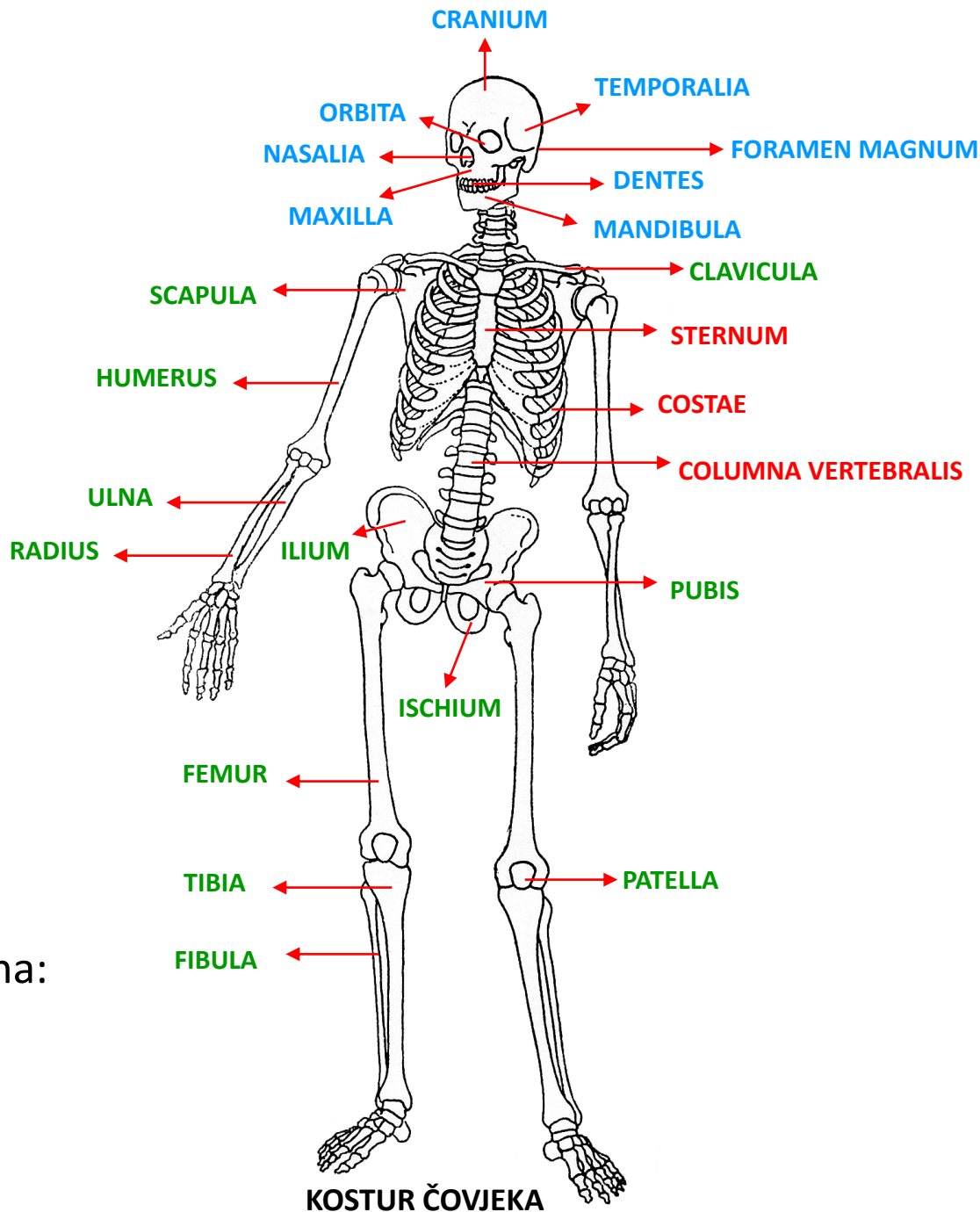
- kalcij fosfat (CaPO_4)
- kalcij karbonat (CaCO_3)
- osein – organska tvar
(daje elasticitet kostima)

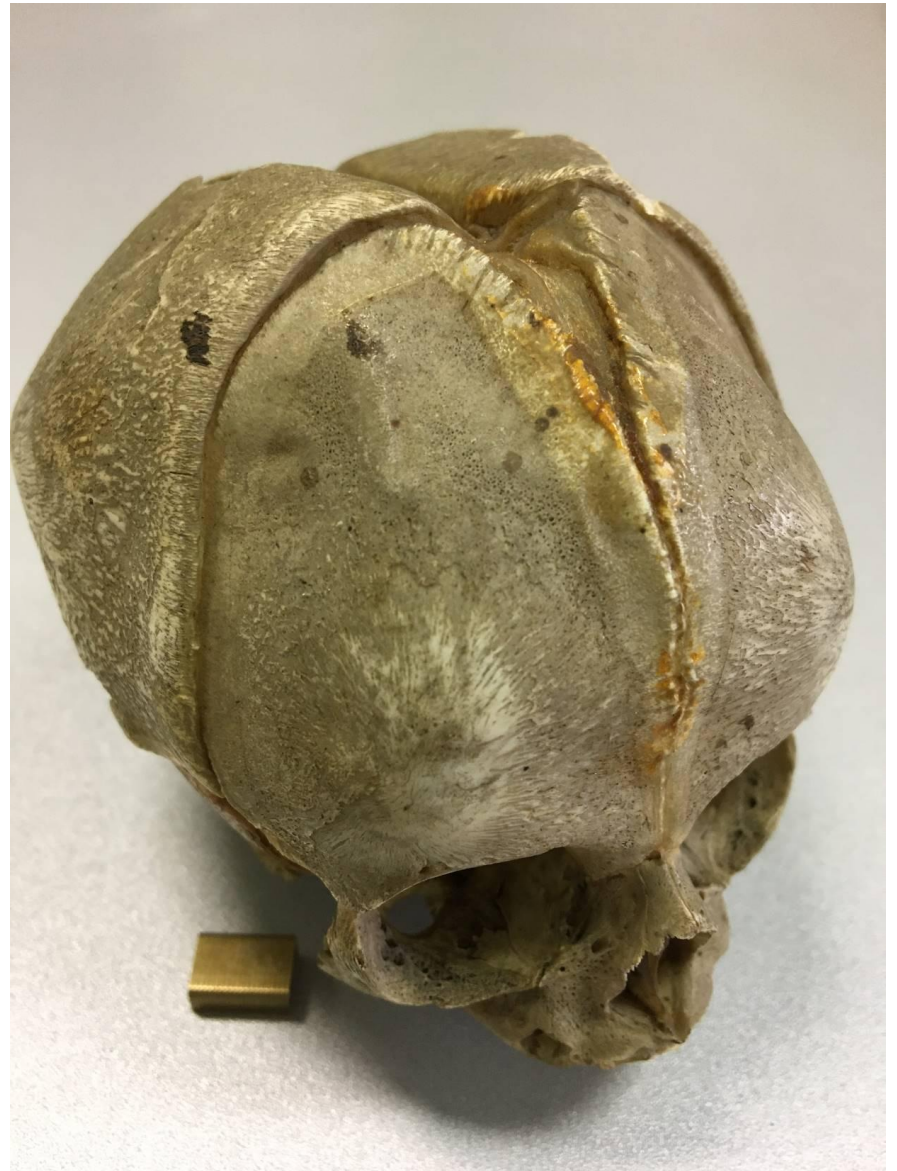
Kostur generalno dijelimo na:

kosti glave

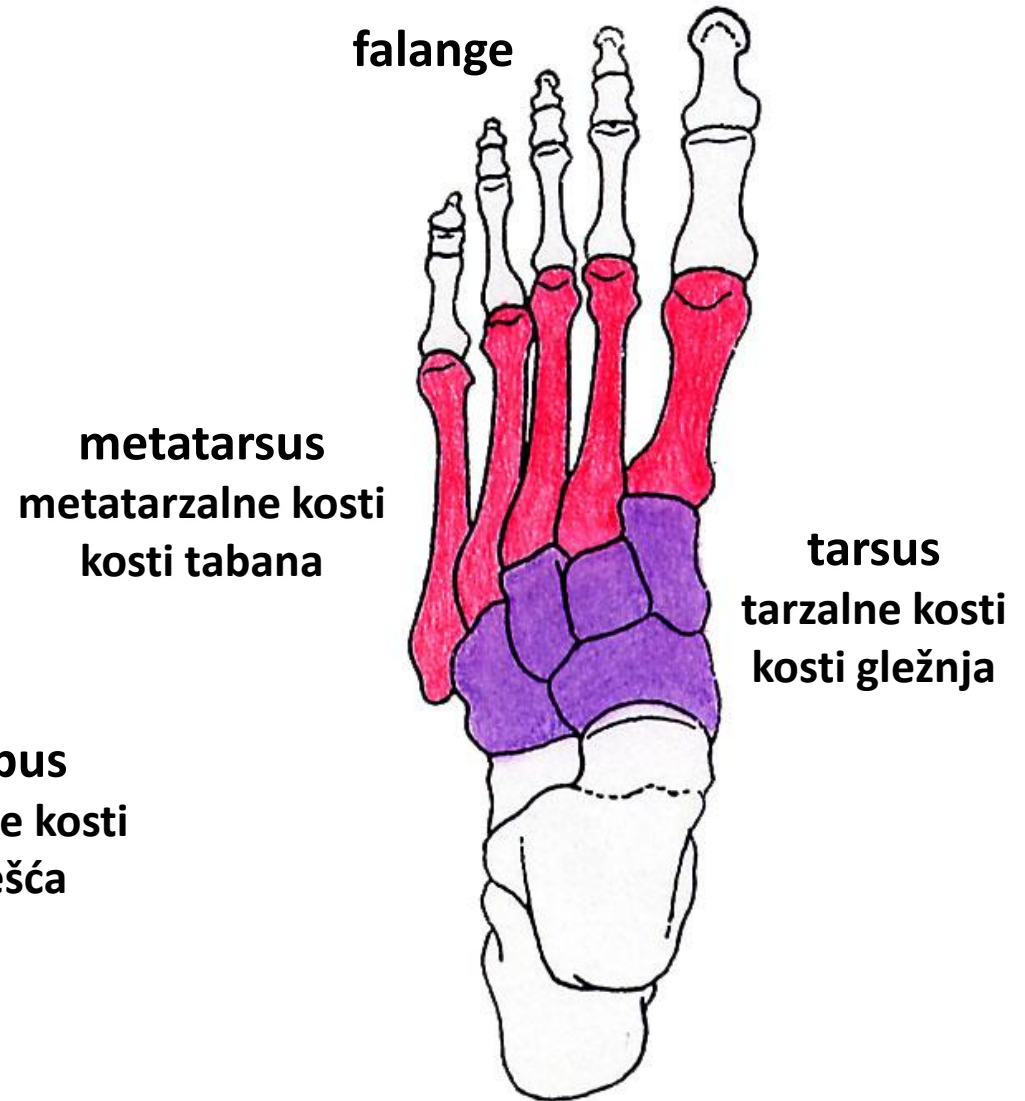
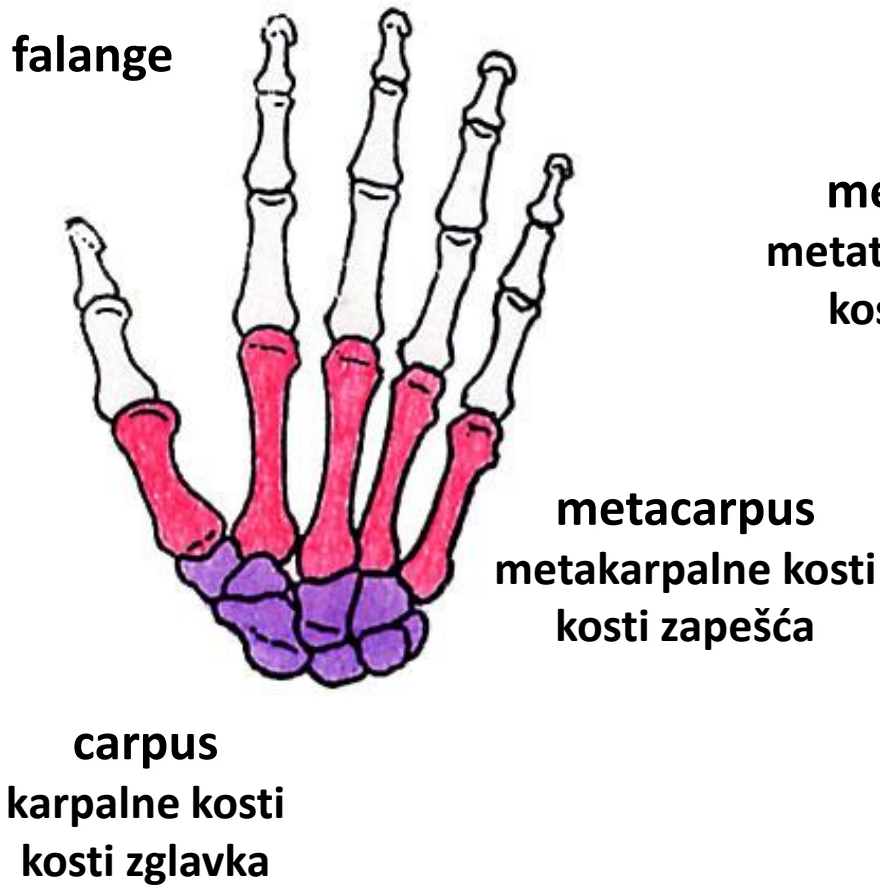
kosti trupa

kosti udova

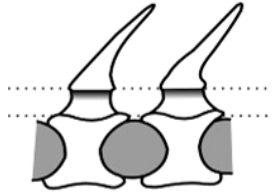




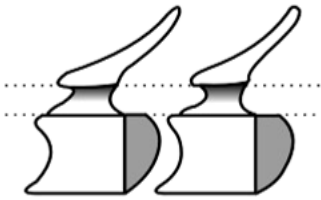
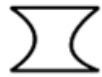
KOSTI DLANA I STOPALA



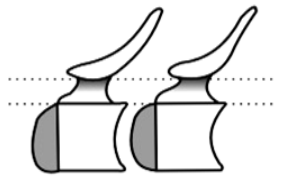
TIPOVI KRALJEŠAKA



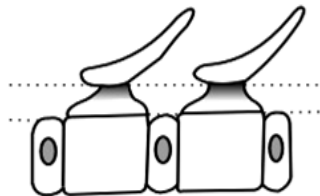
amficealni



procelni



opistocelni



platicelni



heterocelni



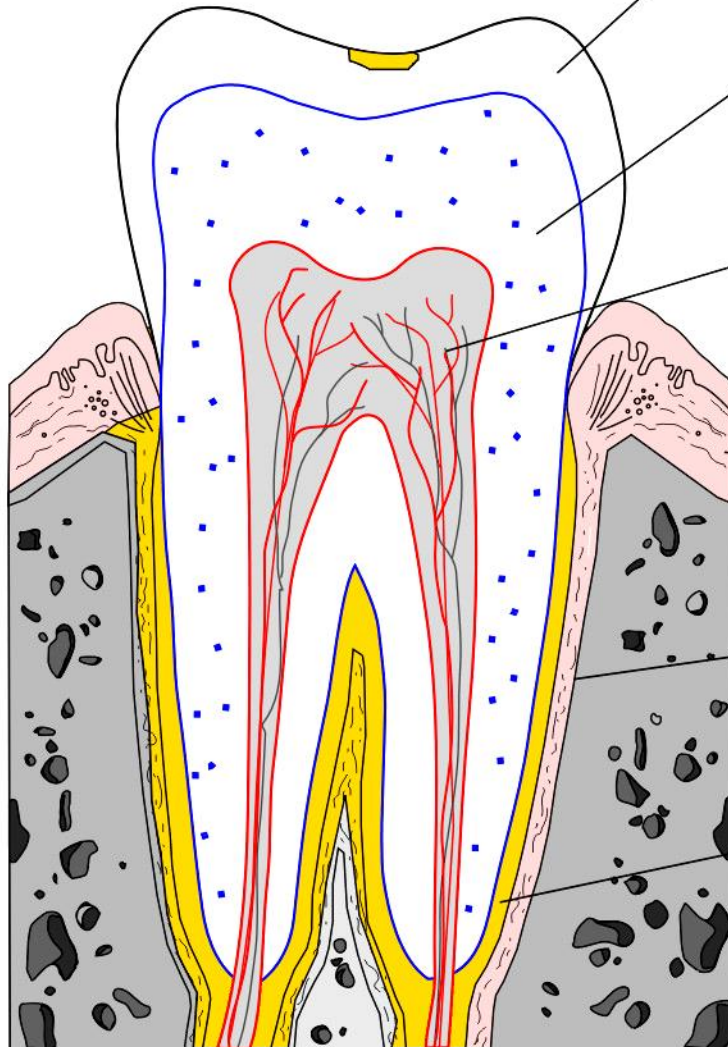


GRAĐA ZUBA

KRUNA

VRAT

KORIJEN



CAKLINA - nalazi se na kruni zuba i na vratu.

DENTIN predstavlja najveću masu zuba.
Mezodermalnog je porijekla.
Izgrađen od kalcij-fosfata.

PULPA
šupljina u kojoj se nalaze krvne žilice i živci.

GINGIVA
dio zubnog tkiva koje neposredno okružuje zub.

LIGAMENTI
nalaze se uz cement oko korijena.
Pomoću njih je zub fiksiran uz zidove alveole.

CEMENT
pokriva vrat zuba, korijen i tanki sloj cakline.

Zubi

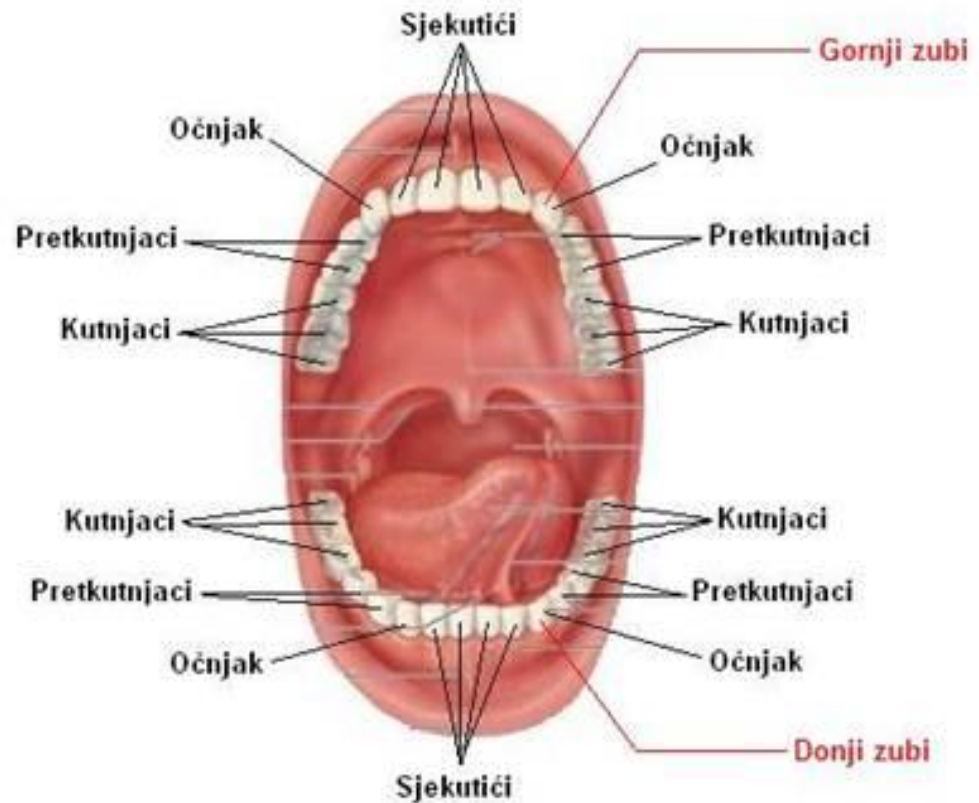
PODJELA ZUBA PREMA FUNKCIJI:

incizivi – sjekutići

kanini – očnjaci

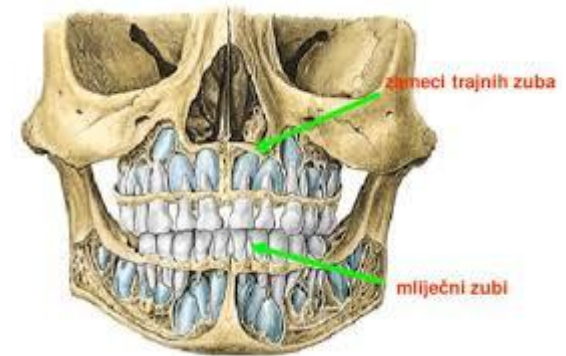
premolarari – predkutnjaci

molarari – kutnjaci



Zubi

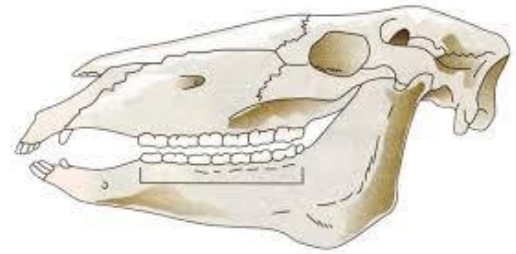
- sisavcima zubi rastu u generacijama – *difiodoncija* (dvije generacije): *mlječna* (laktalna)
trajna (permanentna)
- zubalo može biti
 - *heterodontno* (različiti zubi po obliku i funkciji)
 - *izodontno* (jednaki zubi, npr. dupini)
- *dijastema* – razmak bez zuba u čeljusti (glodavci)
- *kljove* – izraženi zubi koji nemaju korijen i neprekidno rastu iz gornje vilice kod nekih sisavaca. Mogu biti sjekutići ili očnjaci.





Različit izgled površine zuba i organizacija zuba ovisno o načinu ishrane

- Polumjesečasta površina (selenodontni)

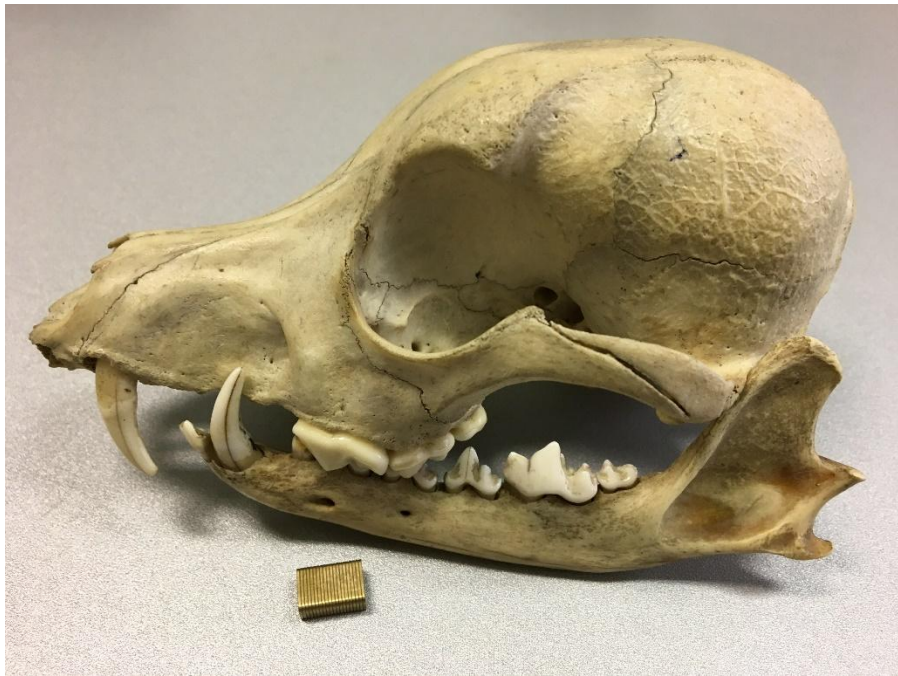


- Naborana površina zuba (lofodontni)



- Tupo-kvržičasta površina (bunodontni)





Ribe (PISCES)

- hladnokrvne životinje koje žive gotovo isključivo u vodi i dišu uz pomoć **škrga**
- Različit oblik tijela (torpedni, spljoštene, bočno spljoštene...)
- Različite veličine, najveće oko 18 m
- najstariji poznati fosili su stari ~**450** milijuna godina. Procvat su doživjele u **devonu** – *doba riba*
- Znanost koja se bavi ribama zove se **ihtiologija**
- Kostur se sastoji od hrskavice (**hrskavičnjače**) ili kostiju (**koštunjače**)
- Za upravljanje i plivanje im služe **peraje** koje su pojačane zrakasto raspoređenim tankim kostima

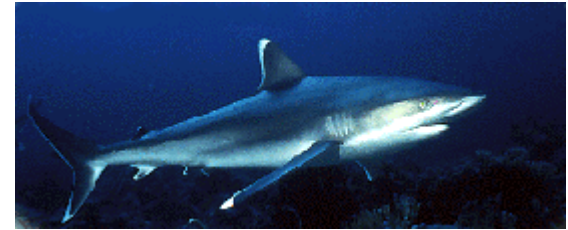
Koje ribe više izlučuju urin?

- a) Slatkovodne
- b) Morske



Ribe (PISCES)

- Dijele se na **besčeljusnice** i **čeljusnice**, dok se čeljusnice dalje dijele na:
 - **hrskavičnjače** (Chondrichthyes), D-rec.



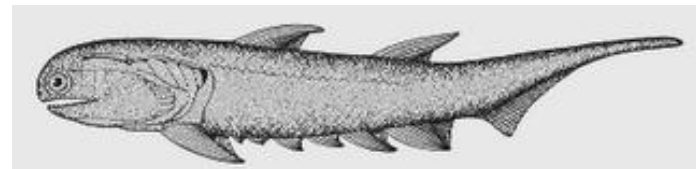
- **koštunjače** (Osteichthyes), D-rec.



- ribe **oklopnjače** (Placodermi), S-D

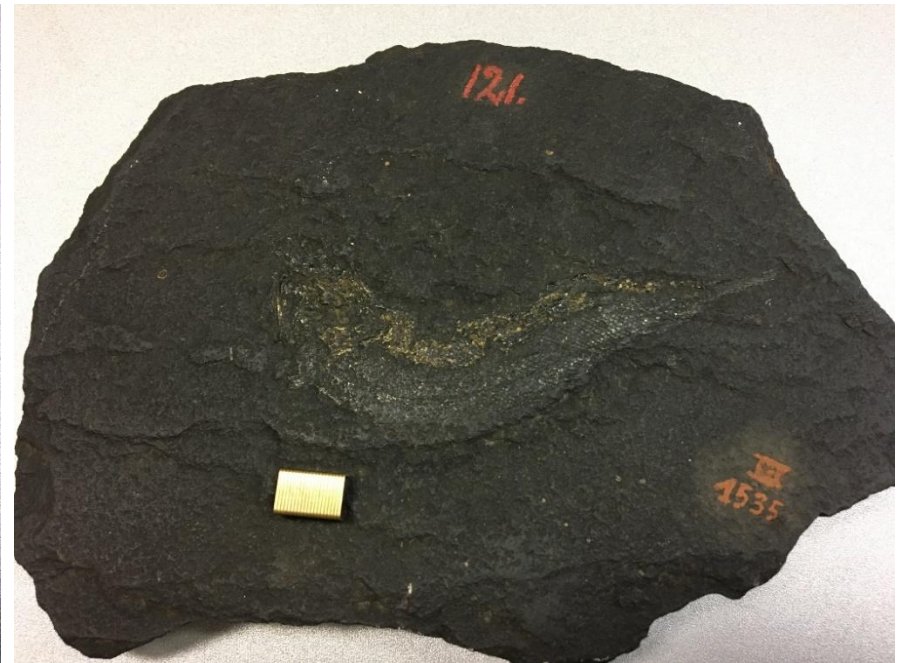


- **prakoštunjače** (Acanthodii), S-P





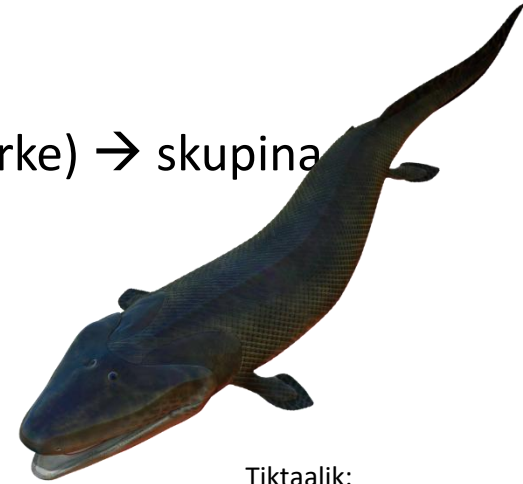
- Ribe se najčešće sačuvaju procesima petrifikacije i karbonizacije
- Moguće cjelovito očuvanje, ali češće u fragmentima (zubi, kosti, ljuske, otoliti)
- Najbolje očuvani ostaci riba u Hrvatskoj u naslagama kredne (otok Hvar) i miocenske starosti (Medvednica, Slavonija)



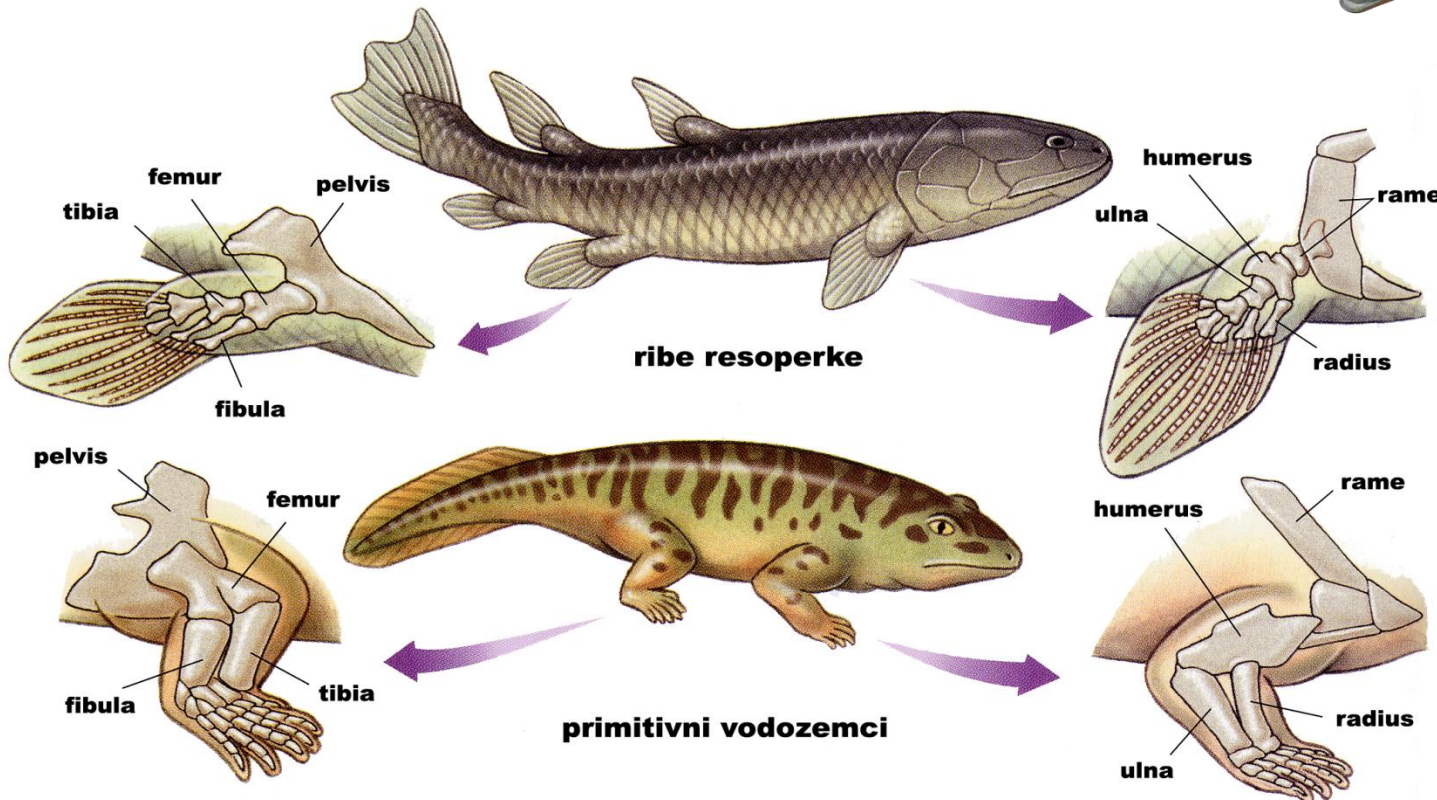
Razvoj vodozemaca, iz riba:

OSTEICHTHYES (koštunjače) → CROSSOPTERYGII (resoperke) → skupina RHIPIDISTIA → **AMPHIBIA (vodozemci)**

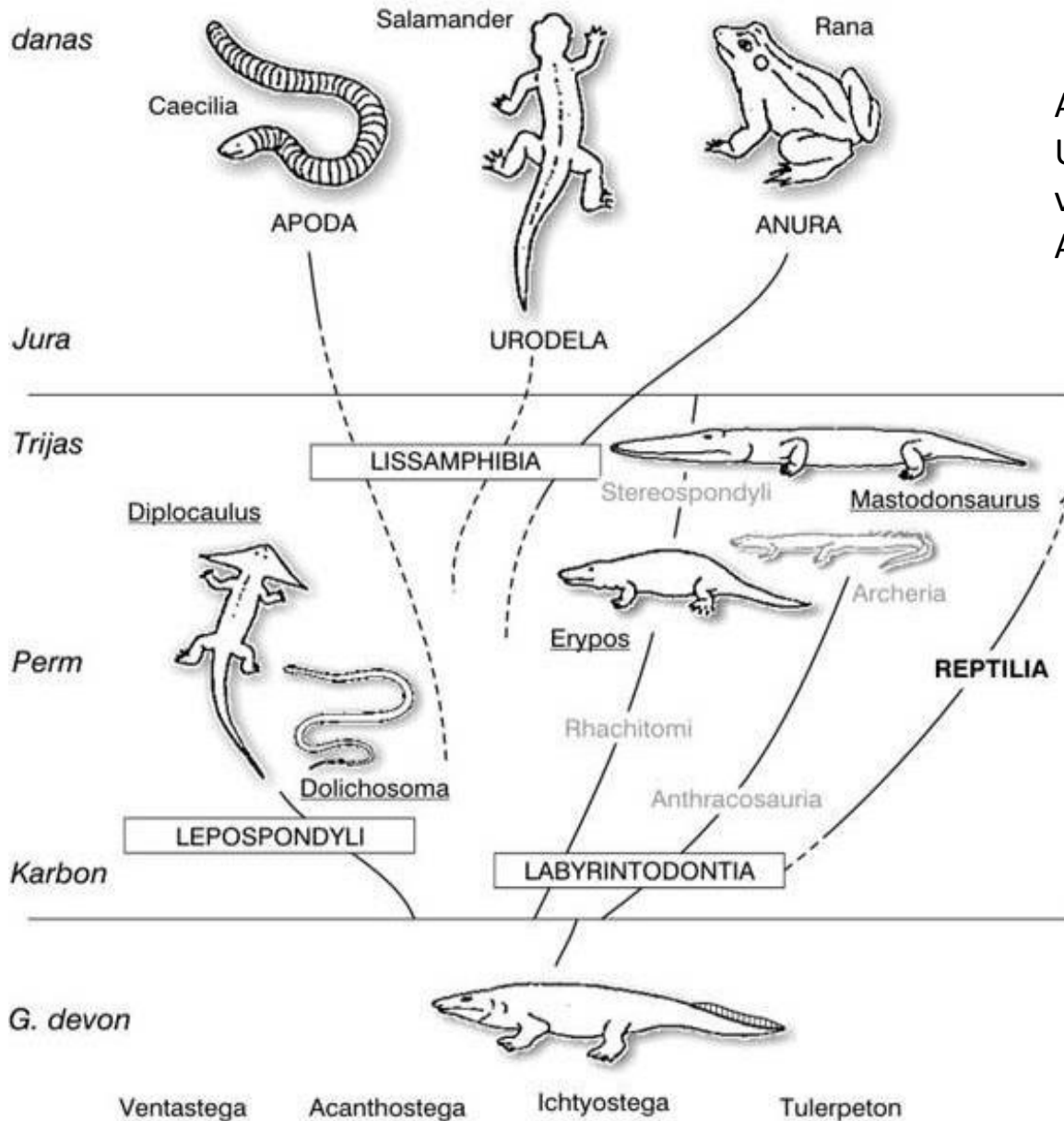
- Vodozemci prisutni od prije oko 380 mil. g.
- Prijelazni oblik – *Tiktaalik*



Tiktaalik:
rekonstrukcija;
Obsidian Soul - Own
work, CC BY 4.0,
[https://commons.wiki
media.org/w/index.ph
p?curid=47401797](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47401797)



Vodozemci (AMPHIBIA)



Anura = brezrepci → žabe
 Urodela = repaši → daždenvnjaci, vodenjaci, čovječja ribica
 Apoda = beznogi vodozemci

→ prijelazni oblik *Tiktaalik*
 → ishodišni oblik vodozemaca – *Ichtyostega* – D₃-C₁

Vodozemci (**AMPHIBIA**) (amphibia = dvostruki život)

- Od D_3 –rec.
- Prvi kralješnjaci koji žive na kopnu za vrijeme Pz_3 (C i P)
- Koža im je gola, ili pokrivena rožnatim košticama; koža pomoću žlijezda luči tvar sličnu znoju (daždvenjak luči otrov)
- Liježu jaja u vodi – razvija se larvalni stadij kod kojeg dišu škrgama, a zatim nastaje forma mladog organizma koja morfološki izgleda kao odrasla
- Hladnokrvni organizmi
- Dišu kombinirano – škrge, pluća, koža
- Skelet je okoštao, kralješci procelni i platicerni (amficelni tip sve rjeđi) – diferencijacija kralježaka prema smještaju u tijelu
- Kostri ekstremiteta položene pod 90°
- Kretanje vodozemaca slično kretanju riba



Gmazovi (REPTILIA) (reptere, lat. = puzati, gmizati)

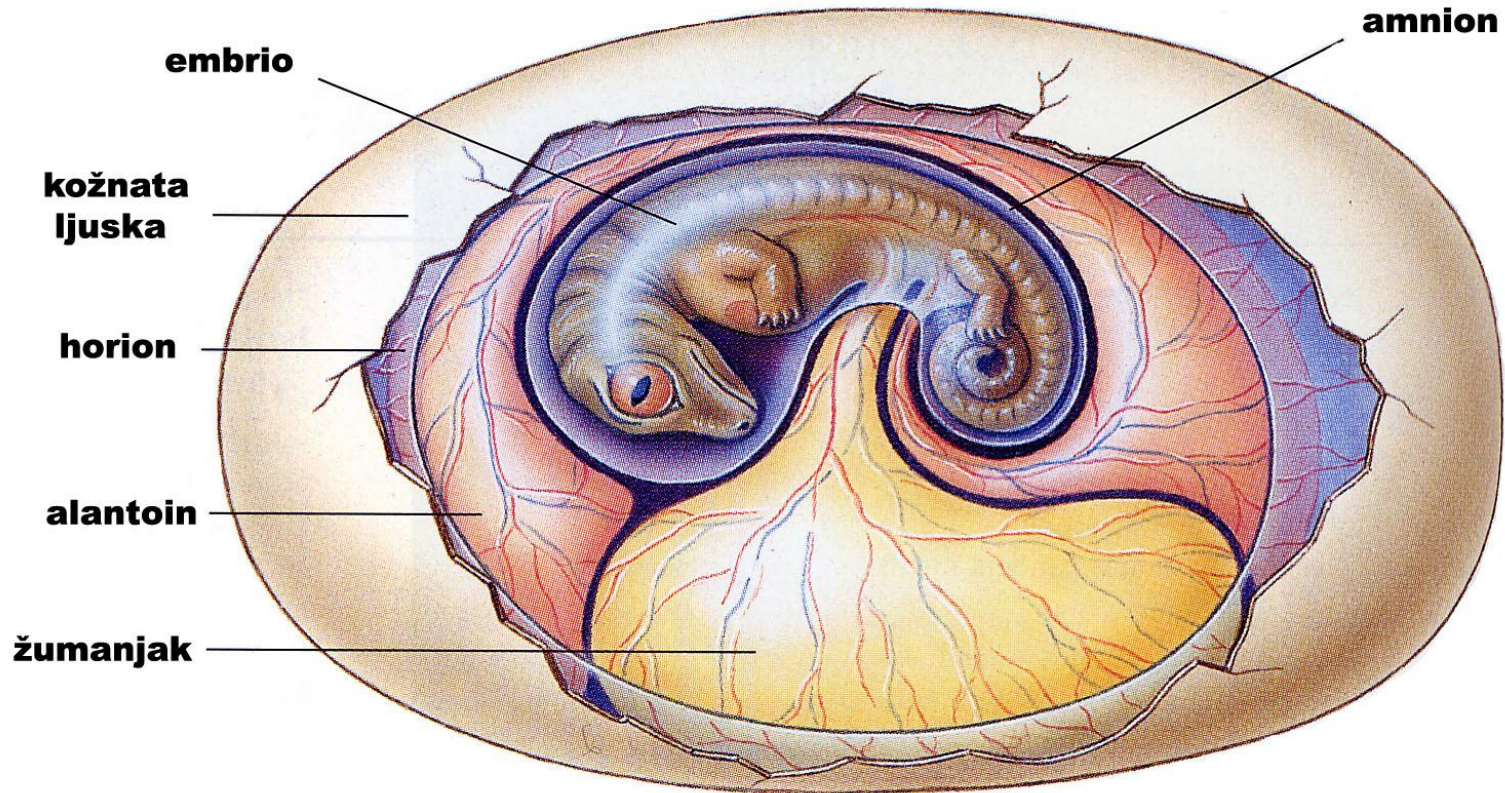
- Od C_1 –rec.
- Dominantna skupina u J i K, život u različitim dijelovima okoliša
- Potpuno prilagođeni životu na kopnu; velika diferencijacija načina života – od ribolikih do letećih gmazova
- Skelet je koštan, kralješci svih modela
- Promjene u građi lubanje i smještaju temporalia (sljepoočnica) – podjela u skupine prema položaju temporalnih otvora
- Jaja legu na suhom, nema larvalnog stadija → AMNIOTI

- Masovno izumiranje na granici K–Pg

- Fossilni nalazi gmazova u Hrvatskoj?

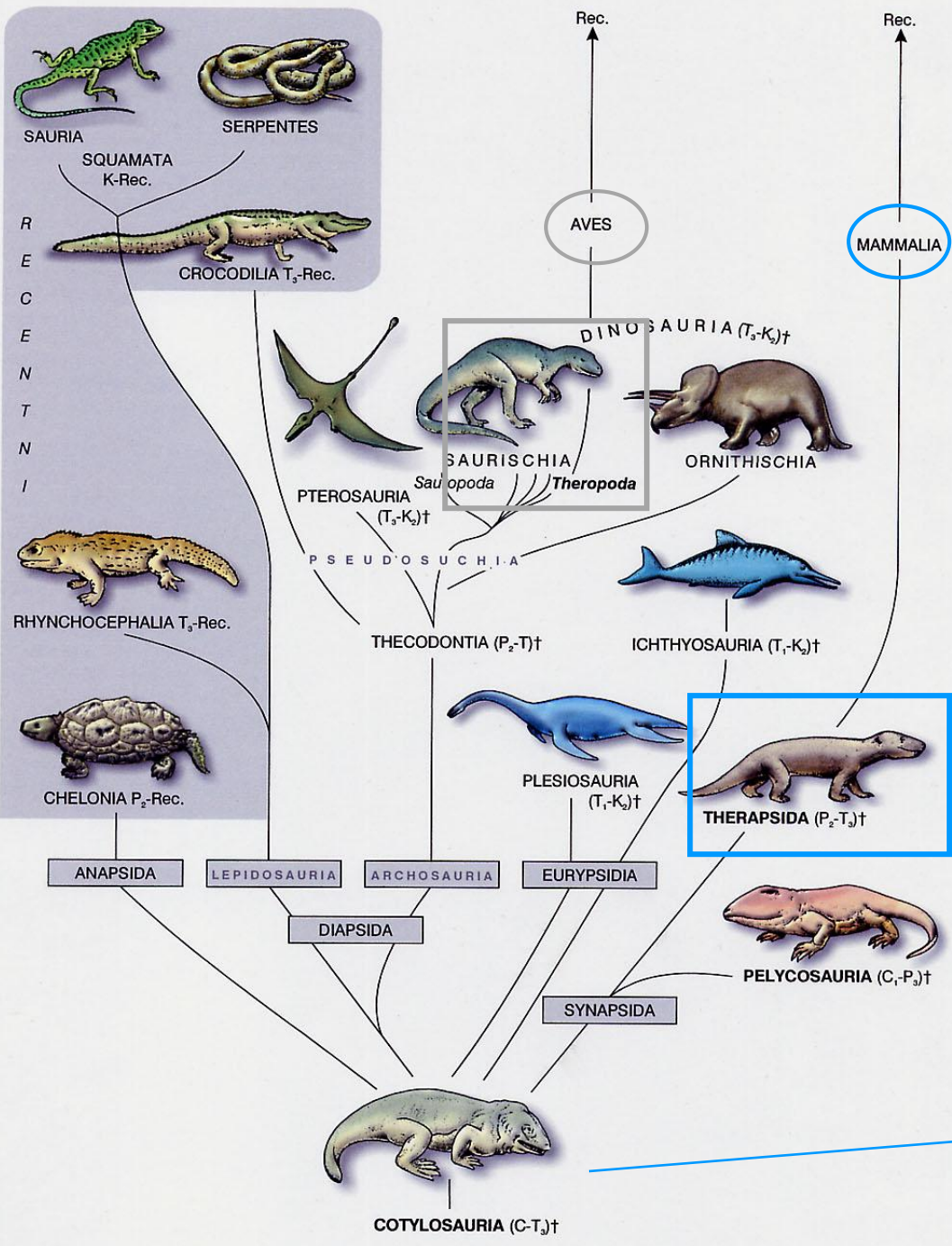


AMNIOTSKO JAJE



- U amniotskom jajetu embrio je zaštićen ljuskom, a razvija se koristeći nutrijente koji se nalaze unutar jajeta
- Građeno je od nutrijonskog žumanjka i dvije ovojnice; u jednoj – amnionu – nalazi se embrio, dok druga služi za odlaganje produkata probave embrija

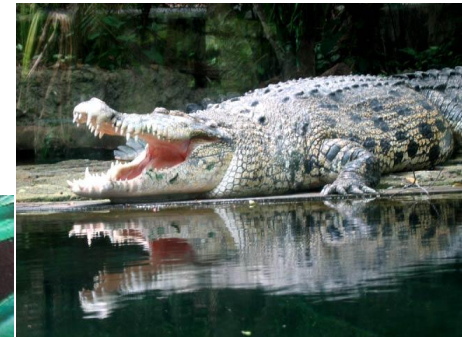
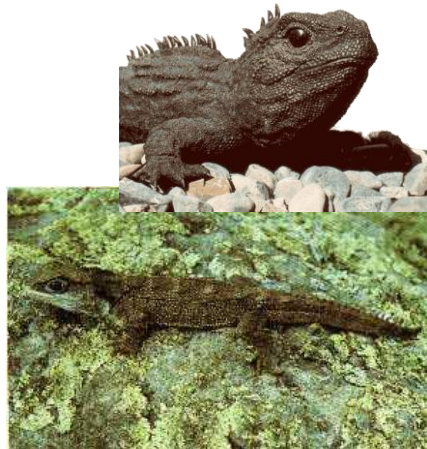
SHEMATSKA EVOLUCIJA GMAZOVA



Prvi i najprimitivniji tip gmazova, teško se razlučuju od fosilnih vodozemaca

Gmazovi (REPTILIA)

- **Današnje skupine gmazova:**
 - Kornjače (CHELONIA), P₂-rec.
 - Premosnici (RHYNCHOCEPHALIA), T₃-rec. – živi fosili
 - Ljuskaši (SQUAMATA), ?J, K-rec. – gušteri i zmije
 - Krokodili (CROCODILIA), T₃-rec.

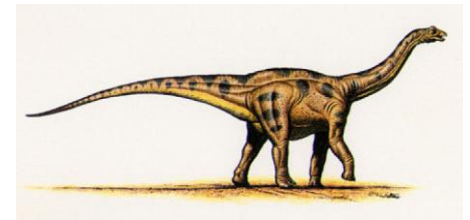


Gmazovi (REPTILIA)

- **Izumrle skupine gmazova:**
 - COTYLOSAURIA, C₁–T₃
 - ICHTHYOSAURIA, T₁–K₂ – rod *Ichthyosaurus*
 - PLESIOSAURIA, P₃–K₂
 - SAURISCHIA (gušterokuki gmazovi)
 - THEROPODA – dvonožni mesožderi
 - SAUROPODOMORPHA – 4-nožni biljožderi
 - ORNITISCHIA (pticokuki gmazovi)
 - PTEROSAURIA, T₃–K₂
 - PELYCOSAURIA, C–P₃
 - THERAPSIDA (sisavcima slični gmazovi), P₂–J₂



DINOSAURIA, T₃–K₂



Ptice (AVES)

- Podrijetlo od reda SAURISCHIA, podred THEROPODA
- J₃-rec.

- Dva podrazreda:

- Praptice (ARCHAEORNITHES), J₃

- Moderne ptice (NEORNITES), K-rec.

- Ptice sa sposobnošću letenja i ptice trkačice



Archaeopteryx

- Fosilni nalazi vezani uz špilje, uglavnom iz kvartara

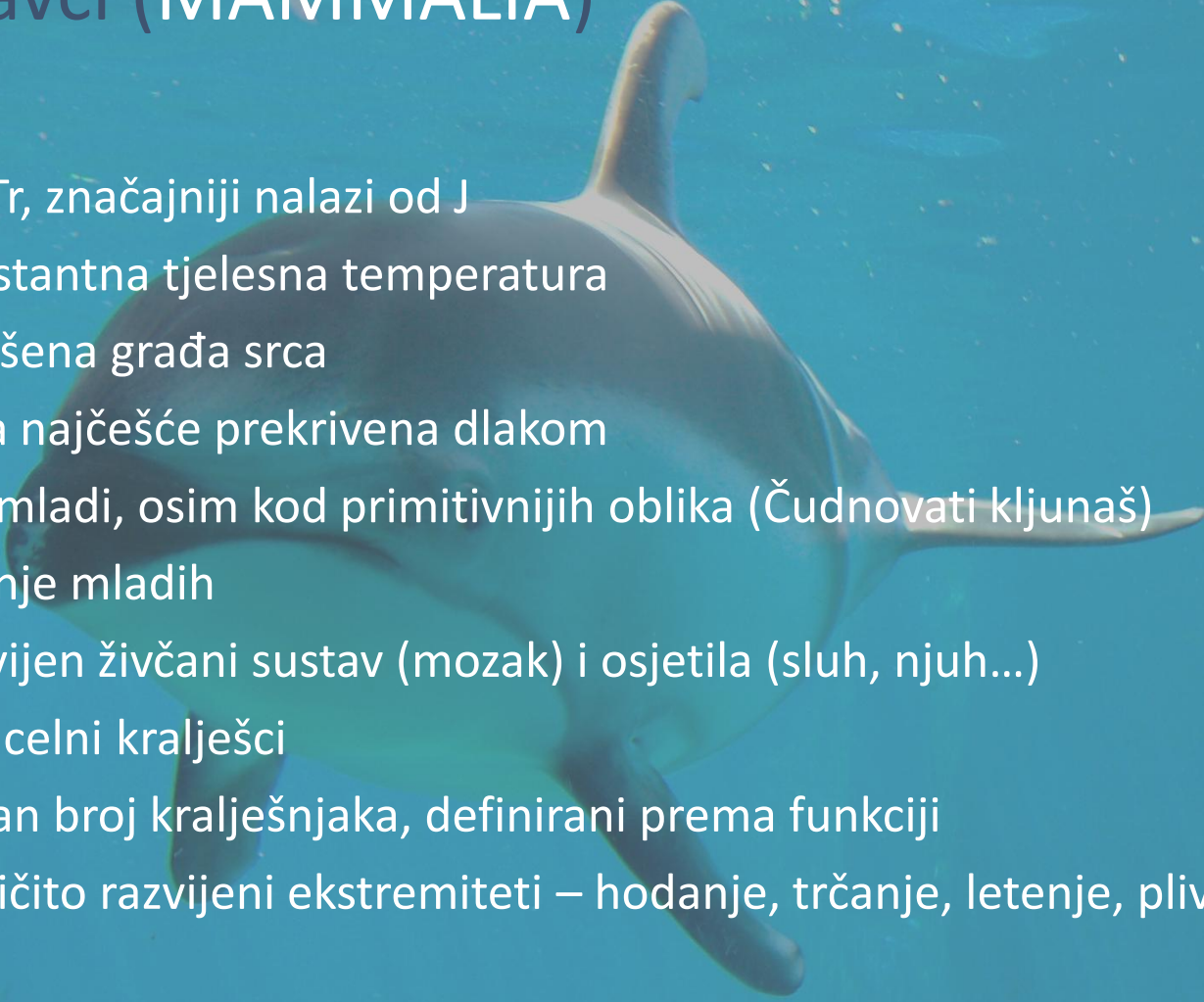


Dinornis





Sisavci (MAMMALIA)

- Od Tr, značajniji nalazi od J
 - Konstantna tjelesna temperatura
 - Savršena građa srca
 - Koža najčešće prekrivena dlakom
 - Živi mladi, osim kod primitivnijih oblika (Čudnovati kljunaš)
 - Sisanje mladih
 - Razvijen živčani sustav (mozak) i osjetila (sluh, njuh...)
 - Platicelni kralješci
 - Stalan broj kralješnjaka, definirani prema funkciji
 - Različito razvijeni ekstremiteti – hodanje, trčanje, letenje, plivanje
 - Rijetko sačuvanje kompletnih skeleta (fosilna ležišta!)
- 
- A large blue whale is shown swimming underwater in a deep blue ocean. The whale is seen from a side profile, moving towards the right. Its dorsal fin is prominent on its back, and its tail is visible at the bottom. The water is clear with some light rays filtering through.

Sisavci (MAMMALIA), T-rec.

- **PRASISAVCI (PROTOTHERIA)**, T₃-rec. – legu jaja
- **MODERNI SISAVCI (THERIA):**
 - **METATHERIA (K-rec.)** – tobolčari: klokan, koala
 - **EUTHERIA (K-rec.)** – placentalni sisavci
 - kukcojedi (INSECTIVORA)
 - šišmiši, netopiri (CHIROPTERA)
 - zvjeri (CARNIVORA)
 - perajari (PINNIPEDIA)
 - kitovi (CETACEA)
 - neparni kopitari (PERISSODACTYLA): nosorog, konj
 - parni kopitari (ARTIODACTYLA)
 - nepreživači: svinje
 - preživači: jeleni, bivoli, bizoni, žirafe, deve
 - polukopitari (SUBUNGULATA)
 - rilaši, slonovi (PROBOSCIDEA)
 - sirene, morske krave (SIRENIA) – nokti!
 - glodavci (RODENTIA), Pc-rec.
 - primati (PRIMATES)



TIPOVI NOGE KOD SISAVACA

PLANTIGRADNI - prsti i metacarpus/metatarsus leže na tlu – za hodanje (čovjek, jež, jazavac, medvjed...)



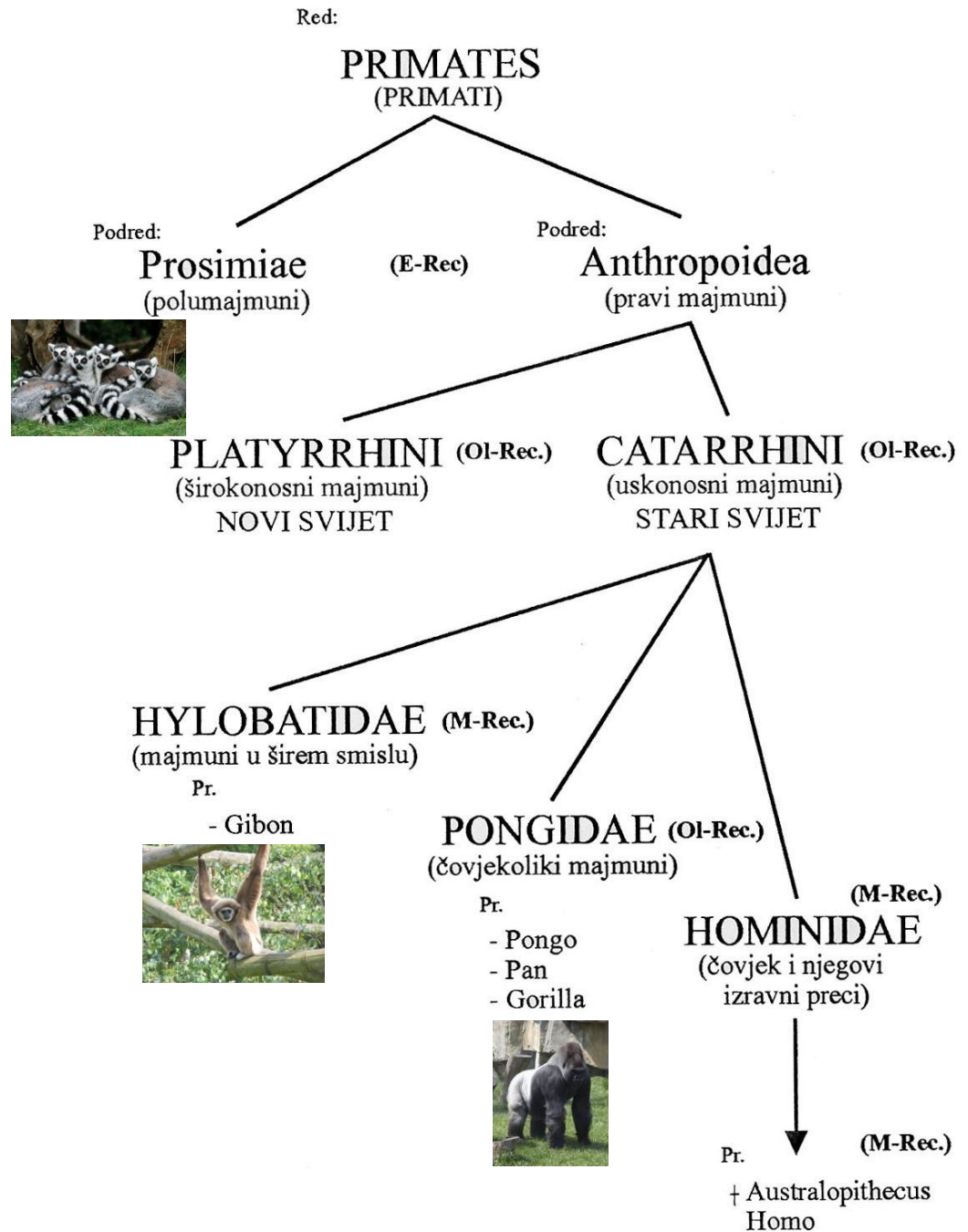
DIGITIGRADNI - hod na vršcima prstiju, ojačane srednje falange zbog trčanja (konj, jelen)



PRELAZNI TIPOVI - semiplantigradni
- semidigitigradni (slon)



RAZVOJNO STABLO PRIMATA



rod *HOMO*

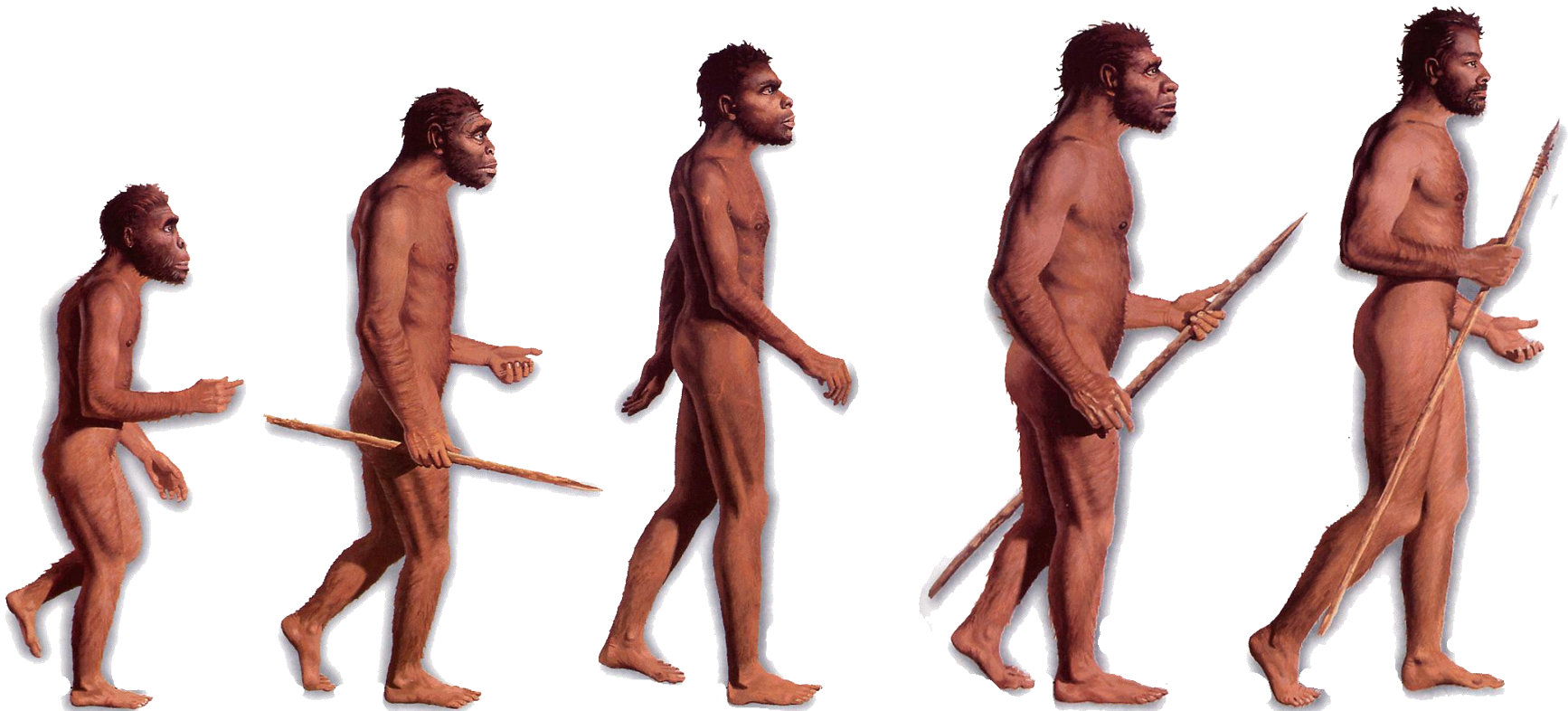
Homo habilis
2.4 mil.g.

Homo erectus
1.9 mil.g.

Homo heidelbergensis
400.000 g.

Homo neanderthalensis
100.000 g.

Homo sapiens
40.000 g.





HUŠNJKOVO, Krapina

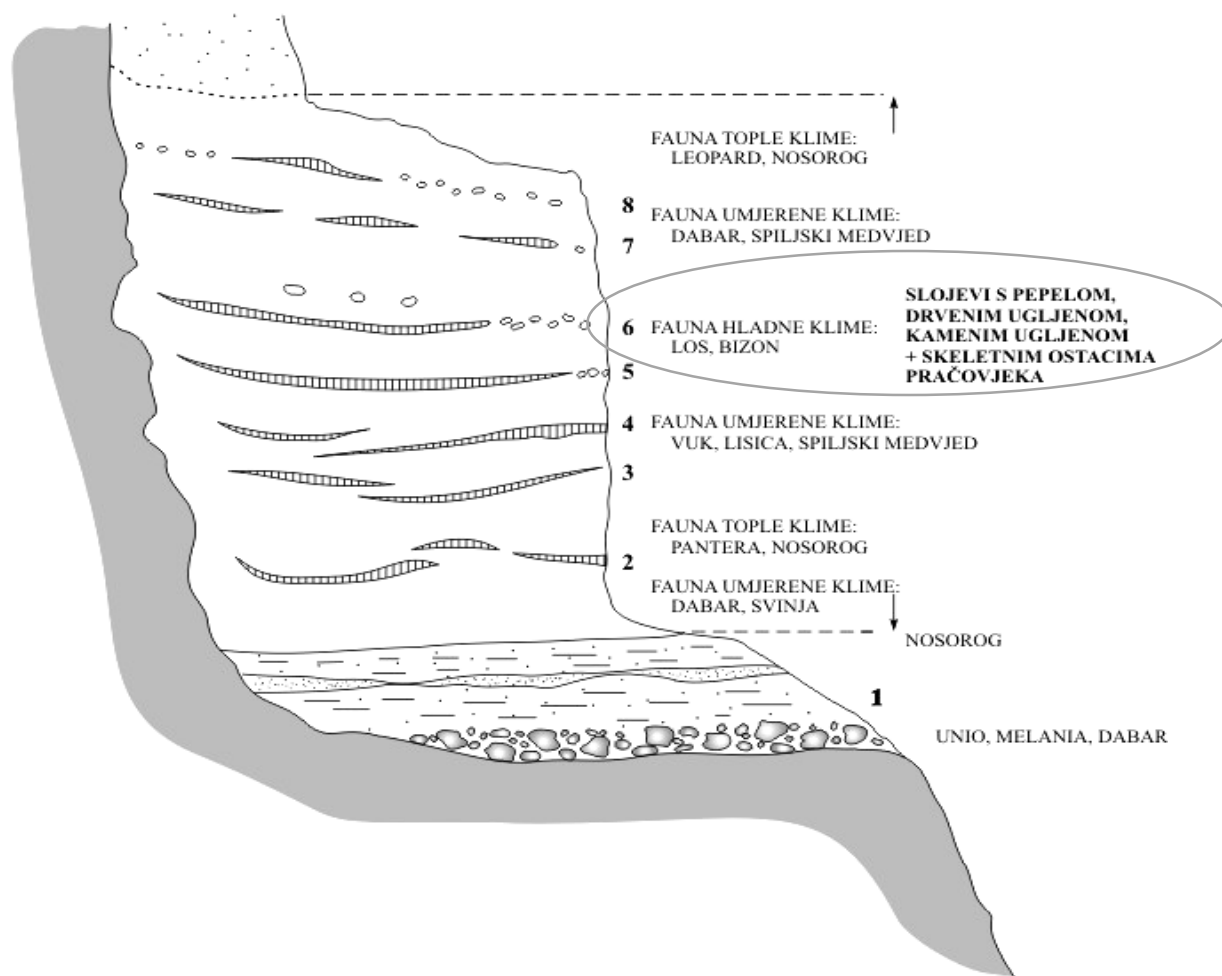


Najpoznatije nalazište Neandertalaca u HR, ali i velikog broja životinjskih ostataka: 1899.g., Dragutin Gorjanović-Kramberger

KRAPINA - HUŠNJKOVO

D. Gorjanović - Kramberger 1899.

Polupećina izdubljena u vrijeme glacijacije (RISS) erozionim djelovanjem potoka Krapine u miocenskim pješčenjacima



Profil kroz nalazište
neandertalaca
Hušnjakovo, Krapina

(crtež: Dragutin
Gorjanović-Kramberger)

**UKUPNO JE NAĐENO: 43 ŽIVOTINJSKE VRSTE (OD TOGA 9 IZUMRLIH)
80 LJUDSKIH INDIVIDUA ŽIVOTNE DOBI 2 - 40 GOD.**

STAROST 125 000 - 140 000 GODINA

Nalazi **hominida** u špilji Vindija

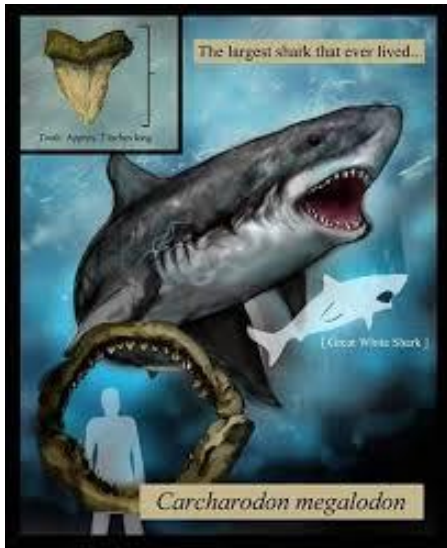
- Nalazi najmlađih neandertalaca (45 000 do 28 000 g. prije današnjice)
- Različita istraživanja: Ivan Kukuljević Sakcinski (1873.), Dragutin Gorjanović-Kramberger (1904.), Stjepan Vuković (od 1928. g.), Mirko Malez (1974. – 1967.)
- Na temelju nalaza iz špilje dekodiran genom neandertalca (danas nosimo 1 – 4 % gena neandertalaca)

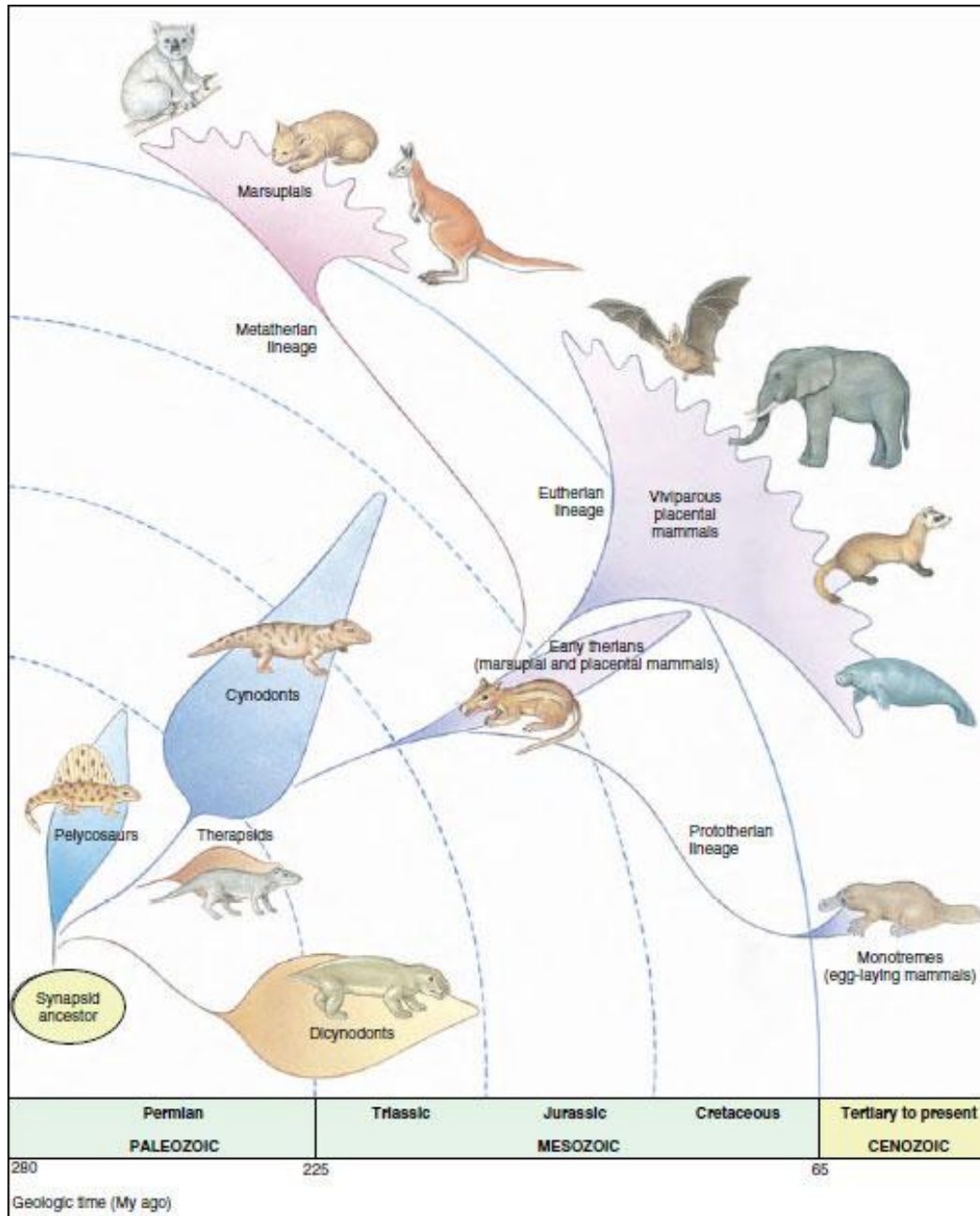


Primjeri specifičnih kralježnjaka u geološkoj prošlosti

RIBE

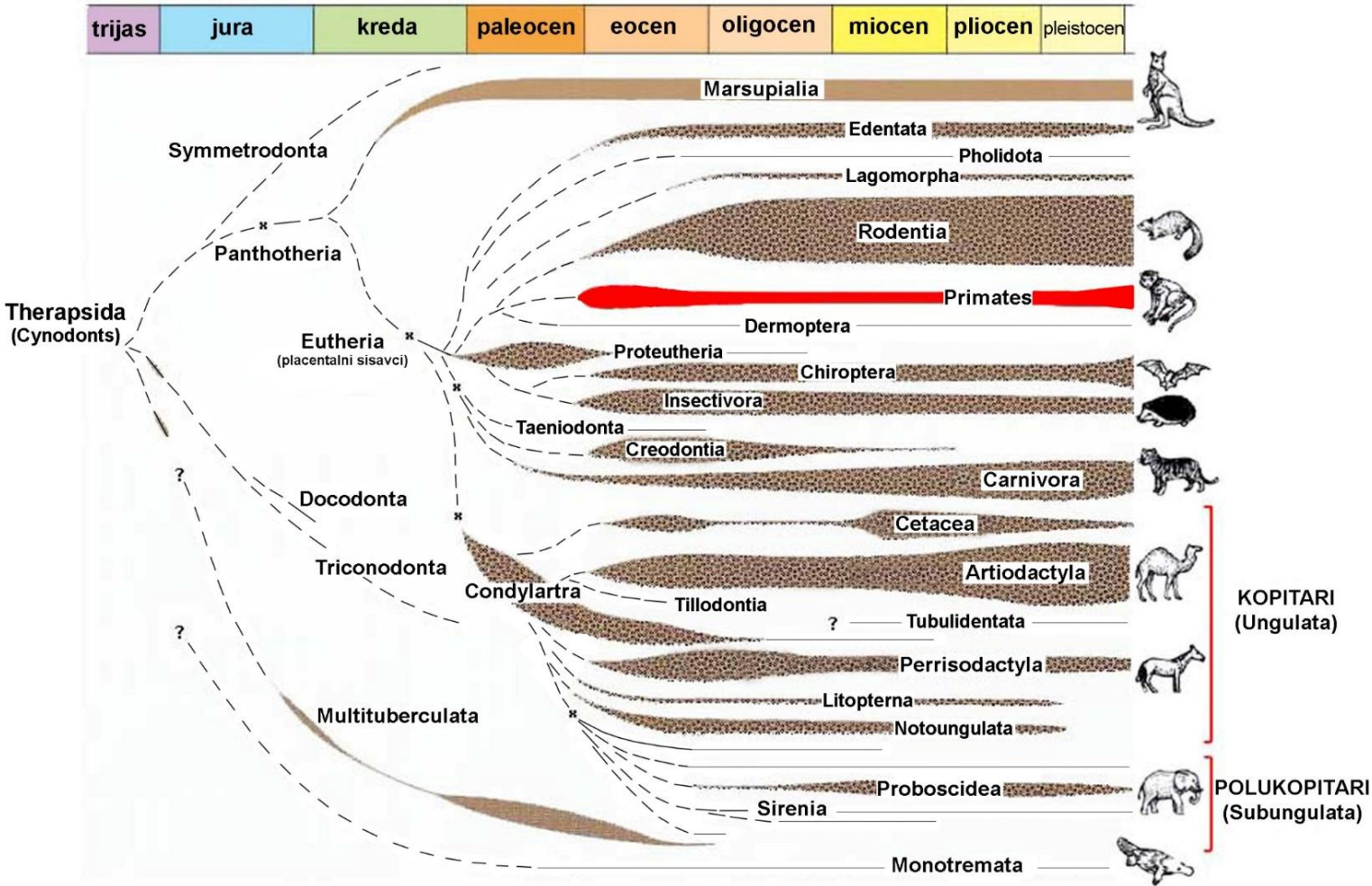
- Tijekom paleocena i eocena brojni su veliki morski psi (rod *Carcharodon*), koji zamijenjuju izumrla mezozojska morska čudovišta.
- Prisutni i u miocenu (*Carcharodon megalodon*)





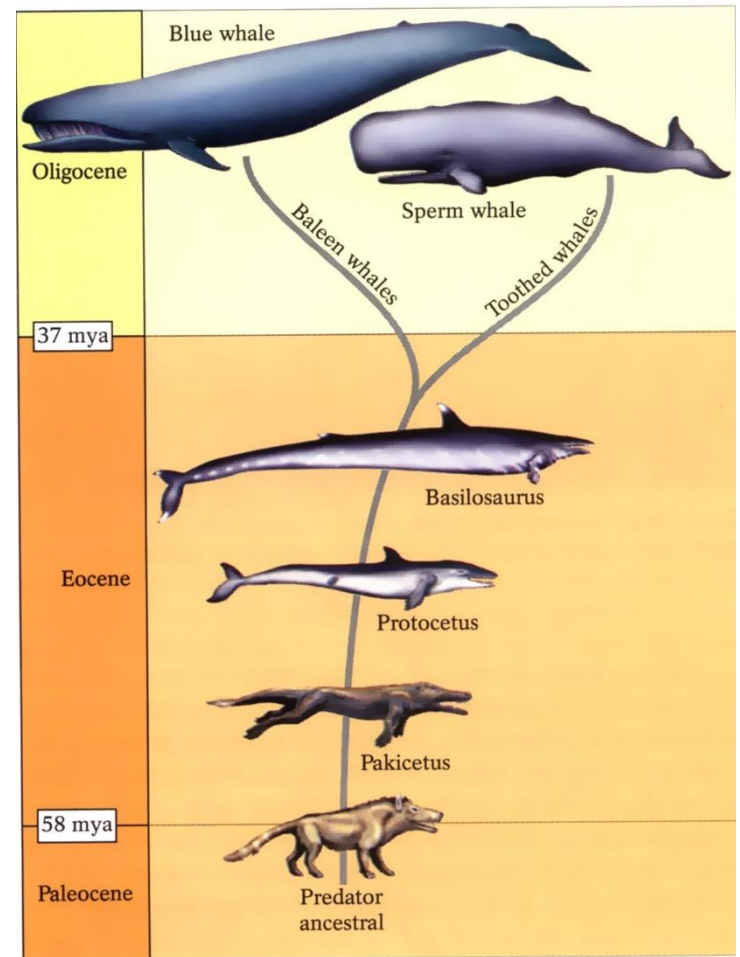
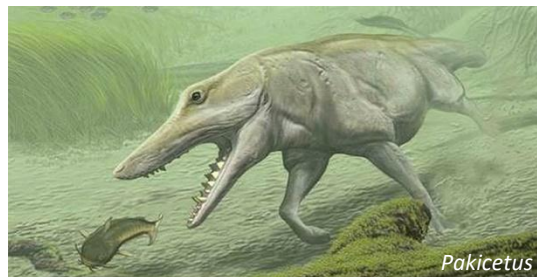
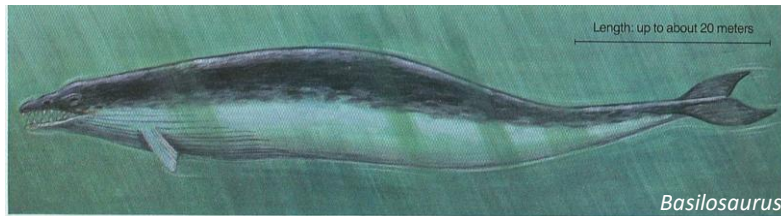
Evucija sisavaca

Evolucija sisavaca



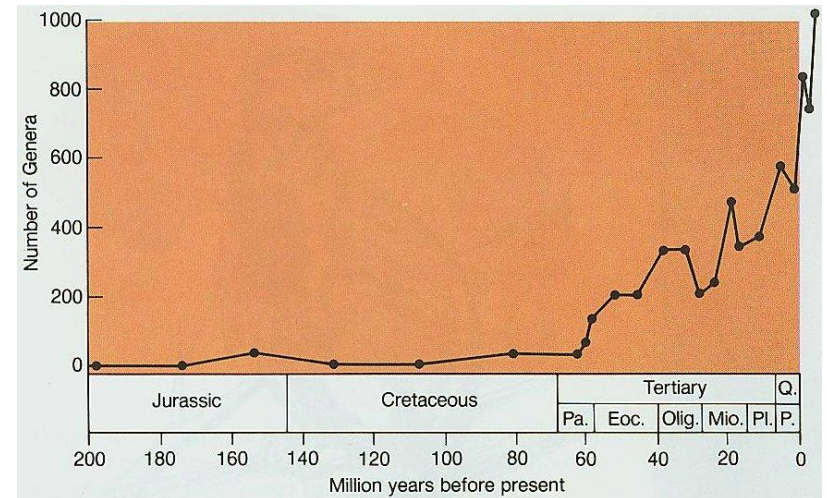
Razvoj kitova (Cetacea)

- Razvoj iz kopnenih mesojednih sisavaca tijekom eocena
- Brzo dosezali velike dimenzije i postali glavni marinski predatori



Kopneni organizmi

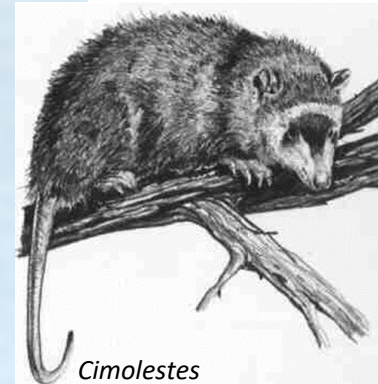
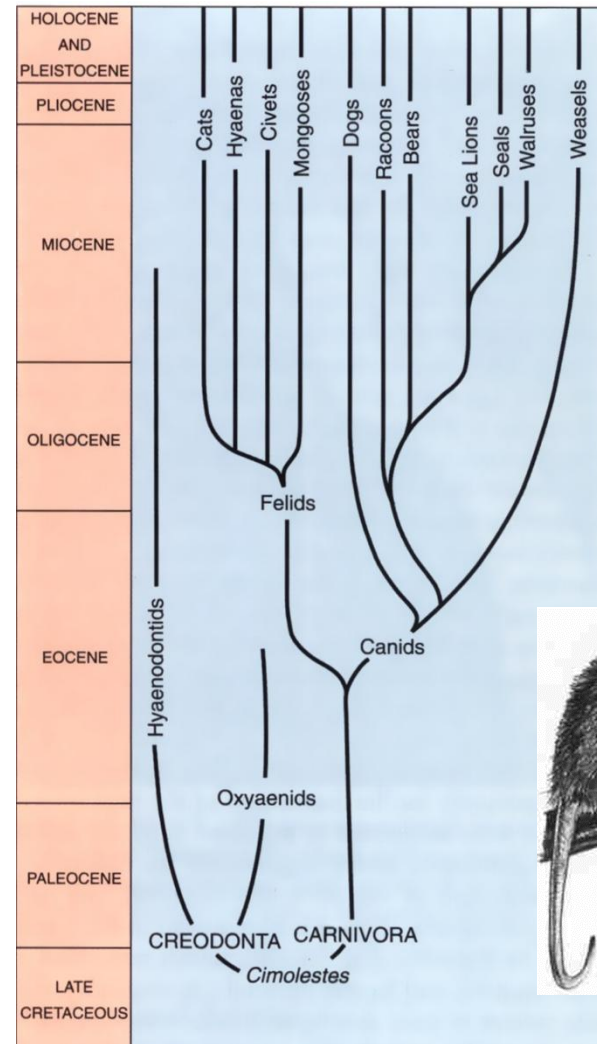
- Tijekom paleogena sisavci se počinju naglo razvijati zamijenjujući gmazove → u paleocenu su još uvijek malih dimenzija (ne veći od današnjih pasa), imaju primitivan način hoda, građu stopala, zube i čeljusti
- Tijekom srednjeg paleocena javljaju se i prvi predstavnici zvijeri (Carnivora), te prvi predstavnik familije konja (*Hyracotherium* ili „*Eohippus*“)
- U paleocenu se javljaju i prvi primati



Promjene broja rodova sisavaca kroz geološku prošlost

Arhaični sisavci

- Iz krede u paleocen prešli predstavnici tobolčara, multituberkulata (slični gmazovima, lijegali jaja) i insektivora → **arhaični sisavci** iz paleocena i donjeg eocena
 - nalikovali današnjim glodavcima, iako nisu u najbližem srodstvu
 - sličan oblik tijela i zubiju
 - bili prilagođeni kretanju po drveću
 - razvojem glodavaca u eocenu gube životni prostor i izumiru do kraja eocena
- *Cimolestes* (Insectivora), smatra se pretkom zvijeri (izumrlih Creodonta i recentnih Carnivora)



Cimolestes, animacija:

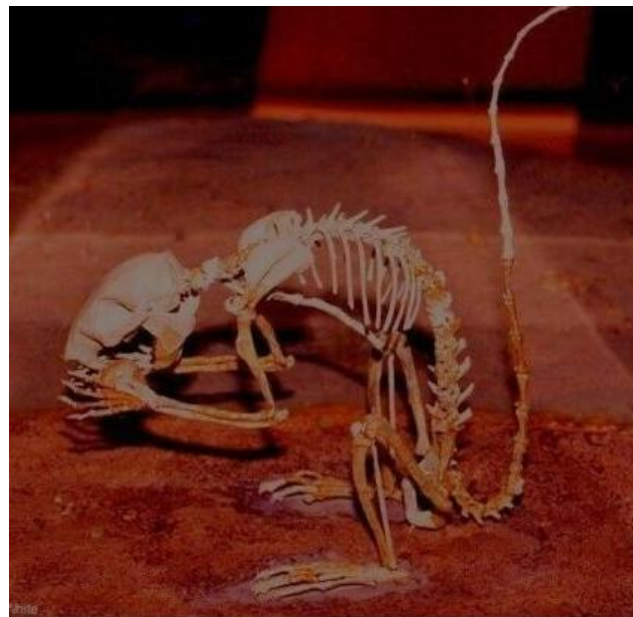
<https://www.youtube.com/watch?v=WfEzj9pVNTQ>

Glodavci (**Rodentia**)

- pojavili se u paleocenu, svojim razvojem od eocena istiskuju prasisavce (multituberkulate)



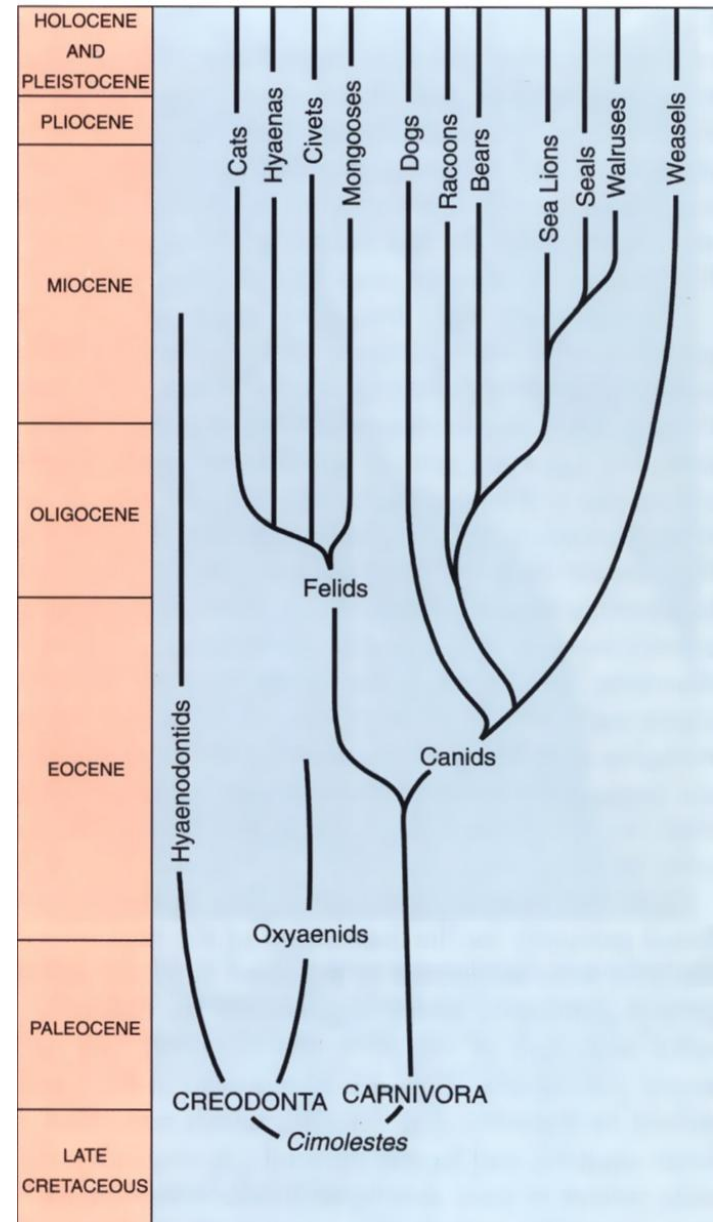
paleogeni dabar



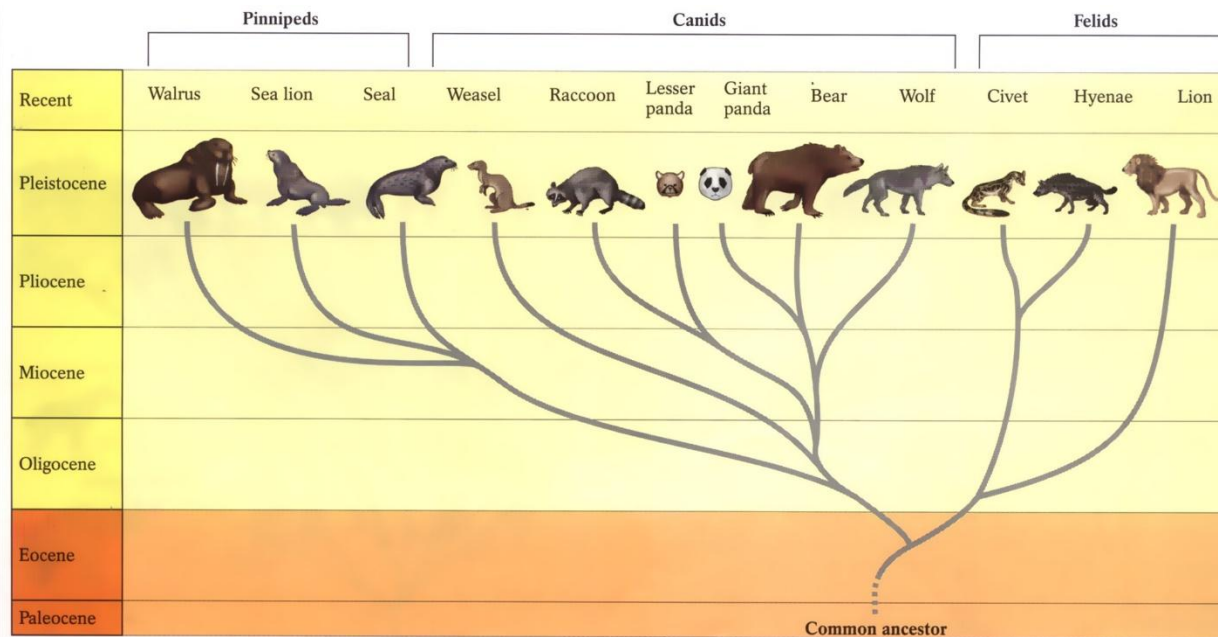
Protoscirus, oligocenska vjeverica

Zvijeri (**Carnivora**)

- Zvijeri se javljaju u paleocenu, no intenzivniji razvoj doživljavaju od oligocena
- Felidae i Canidae se javljaju od početka oligocena
- „Modernije” zvijeri možemo podijeliti na:
 - perajare (Pinnipedia) koji su prilagođeni životu u vodi (npr. tuljani; javili se u miocenu)
 - krznaše, među kojima razlikujemo mačkolike (Felidae: mačke, hijene...) i psolike zvijeri (Canidae: pse, medvjede, rakune...)
- Zvijeri su uz primat najinteligentnije životinje, imaju posebno razvijen dio mozga za njih, sluh i vid



- skupina **zvijeri (Carnivora)** doživljava svoj procvat u miocenu
- prisutni predstavnici svih triju glavnih skupina: Felidae, Canidae (divlji psi, vukovi, medvjedi, rakuni, lasice...), te Pinnipediae (morževi, tuljani i morski lavovi) → mesojedi i predatori
- nastavak razvoja u pliocenu – nalazi sabljozubih mačaka na lokalitetu Pikermi u Grčkoj (Pikermi fauna), kod Velesa u Makedoniji; i pleistocenu



Machairodus, pliocen



Smilodon, pleistocen

Kopitari (**Ungulata**)

- potječu od skupine Condylarthra koja je imala svih pet prstiju na nogama, a hodali su na punom stopalu
- Kopitari mogu imati:
 - parni broj prstiju (Artiodactyla ili takoprstaši: svinje, jeleni, žirafe, goveda)
 - neparni broj prstiju (Perissodactyla ili lihoprstaši: nosorozi, konji i paleoteriji)
- Značajnije se razvijaju od eocena
- Uz glodavce kopitari su najbrojnija skupina sisavaca

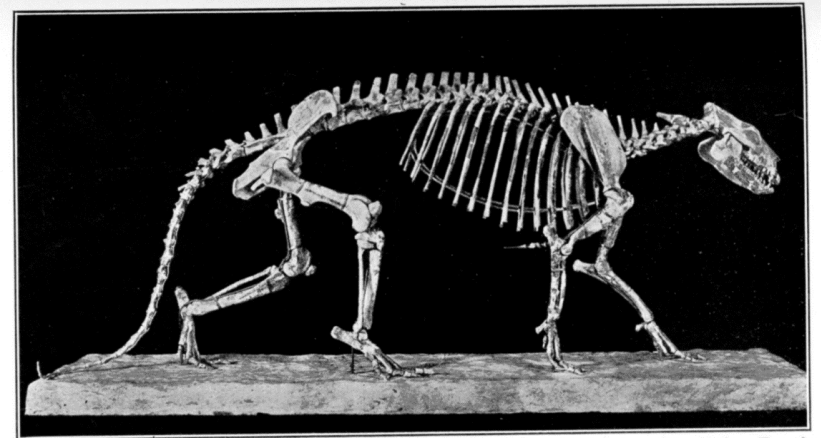
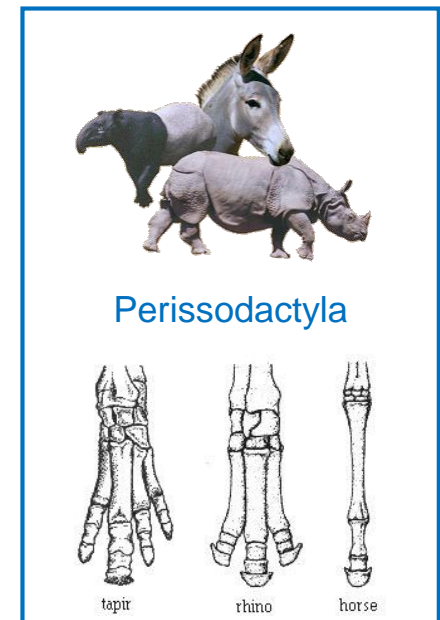
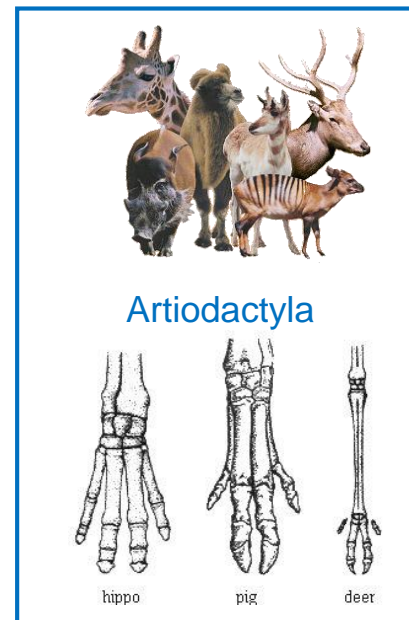
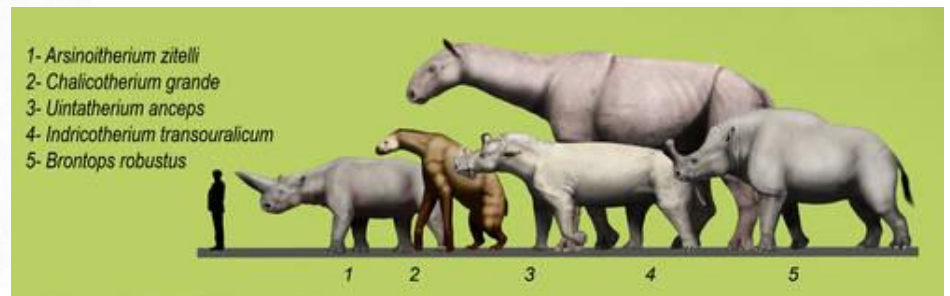
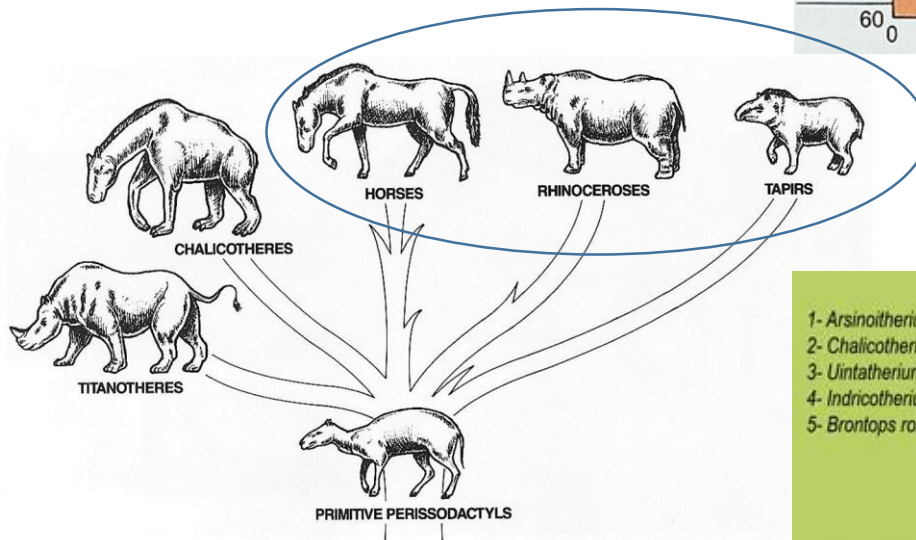
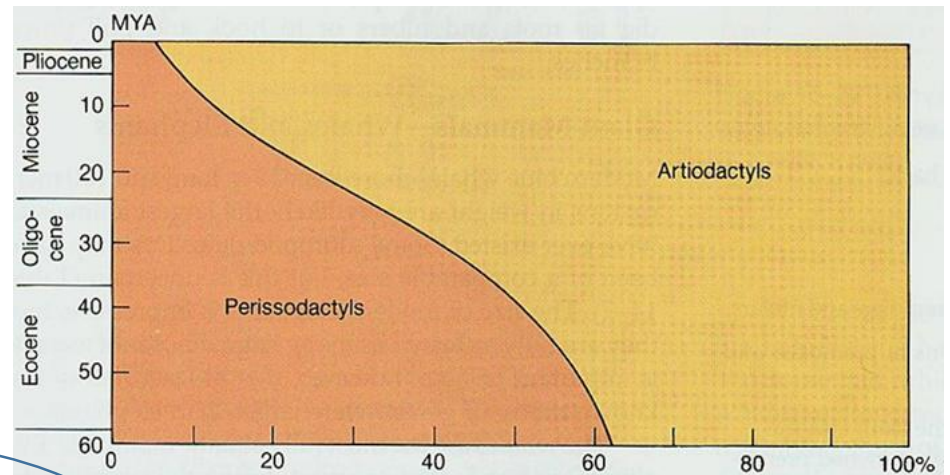


PLATE XVIII.—Skeleton of the condylarth, *Phenacodus resartus*, Lower Eocene (Wasatch), Wyoming and New Mexico. (From the mounted skeleton in the American Museum of Natural History. Courtesy of Professor Osborn.)



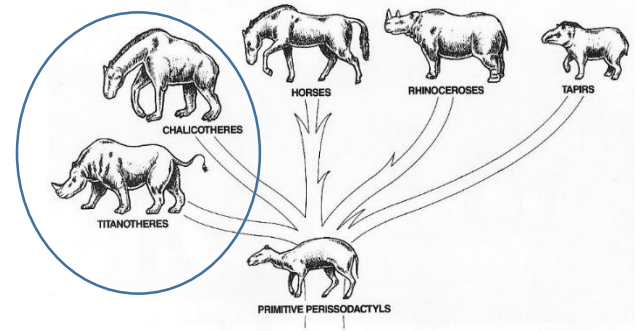
Evolucija neparnoprstaša



Fossilni neparnoprstaši



Chalicotheria

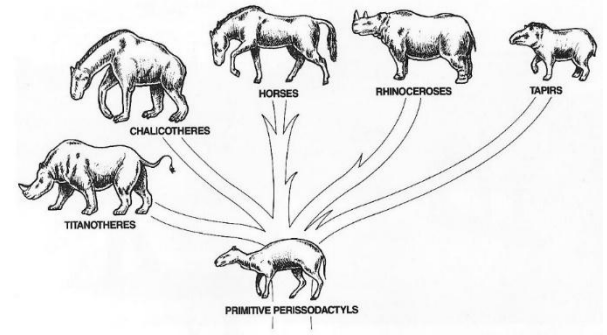


Brontops



Arsinotherium

Izumrli srodnici nosoroga



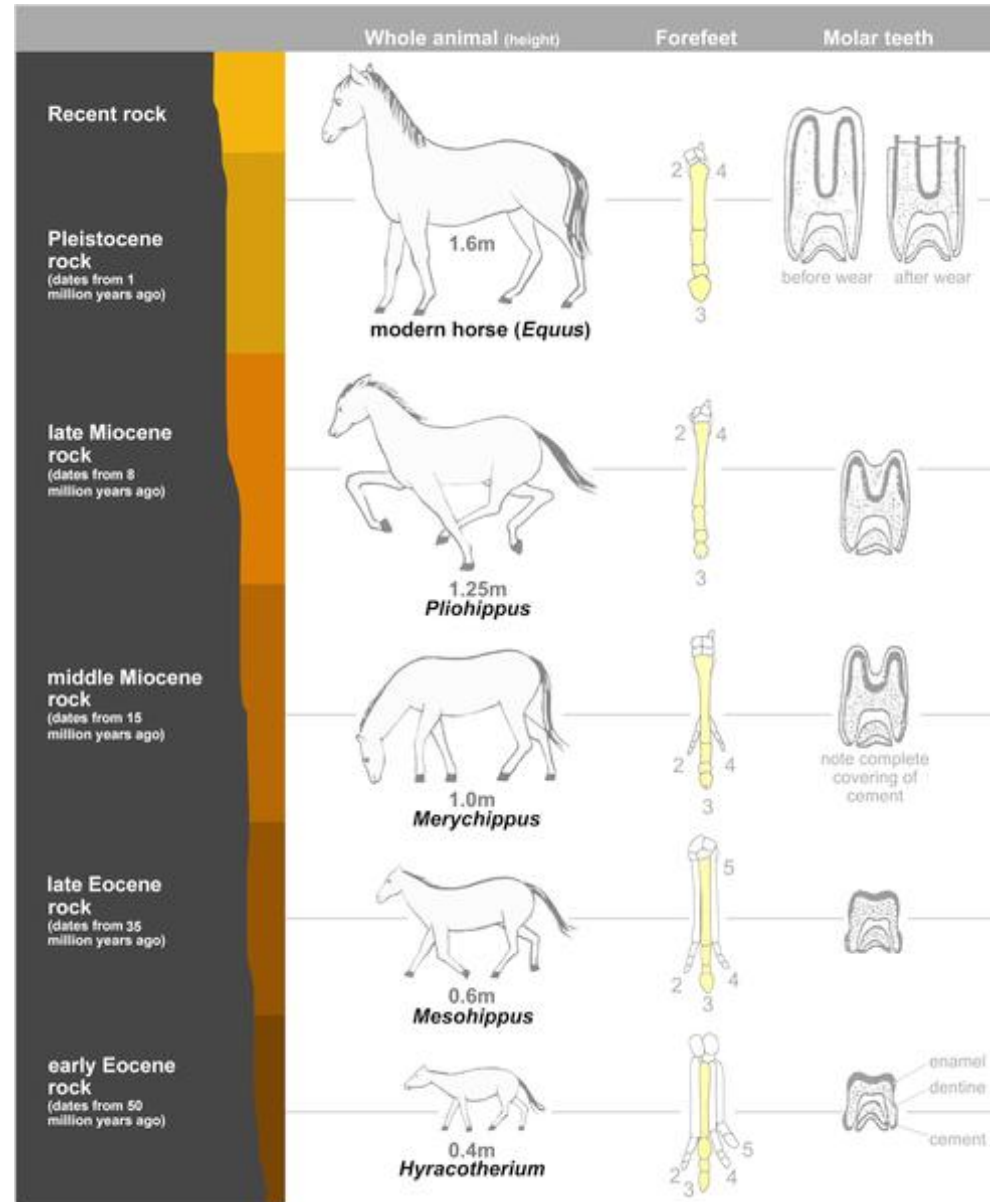
Uintatherium, eocen, imao 6 rogova i oštre očnjake (obrambene svrhe), biljojed; ostaci nađeni na području Wyominga



Indrichotherium, oligocen; najveći kopneni sisavac!, visina ramenog pojasa 5,5 m, težina 15-20 t, nosorog bez roga, nalazi iz Azije (E₃-M₂)

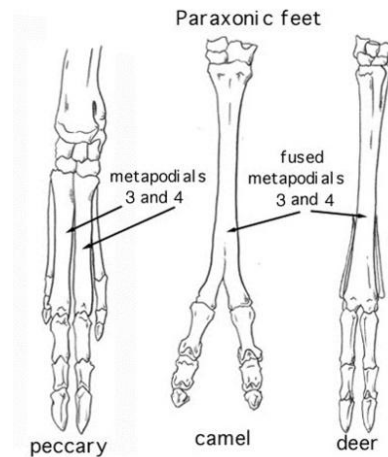
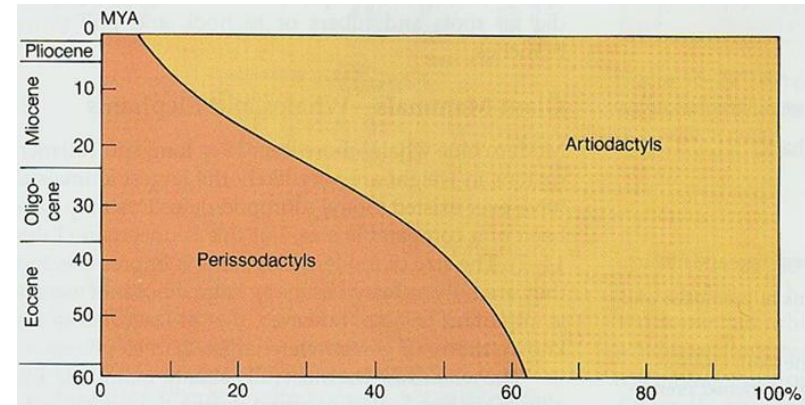
Razvojni niz konja

- cjeloviti razvojni niz konja, dokazan na području Amerike (tu i započeo)
- tijekom razvoja više je puta migrirao u Aziju, Europu i Afriku
- konji potječu izravno od reda Condylarthra s pet prstiju; dolazi do redukcije do jednog prsta u funkciji
- rastom postaju sve veći, prsti sa strane im kržljaju, dok se srednji prst sve više razvija
- kroz vrijeme postaju bolji trkači i skakači, imaju čvršće zube za “žvakanje” – karakteristike koje su se razvile kao prilagodba na promjene klime (suša klima → “tvrđe” trave, manje šumskih područja, potreba za migracijama...)
- Ostaci „modernog konja” nađeni na svim kontinentima osim Australije i Antarktike
- S područja Sj. Amerike konj nestaje prije 11 000 god. → „povratak” s dolaskom Kolumba krajem 15. st.



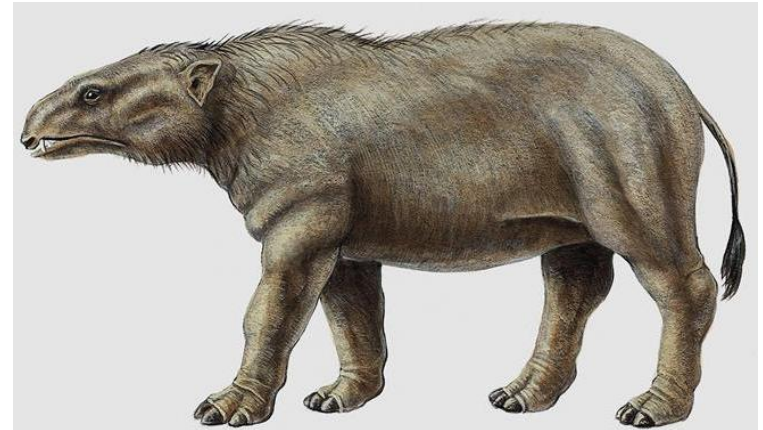
Parnoprstaši (*Artiodactyla*)

- razvoj od eocena; u oligocenu dobivaju primat nad neparnoprstašima; intenzivan razvoj u miocenu
- većina ima dva jača prsta (3. i 4.) na koje pada jednaka težina, dok su 2. i 5. slabije razvijeni
- rod *Anthrocotherium* (gornji oligocen)
- vrsta *Prominatherium dalmatinum* (E-Ple)
- svejedi i biljojedi, jače se razvijaju u neogenu: jeleni, žirafe, svinje, goveda...



POLUKOPITARI (*Subungulata*)

- zastupani rilašima (Proboscidea) kod kojih u razvoju dolazi do redukcije zuba i porasta kljova
- najstariji poznati rod *Moeritherium*, nađen u sr. eocenu zapadne Afrike i g. eocenu Egipta – nema rila, a povećani sjekutići upućuju na razvoj kljova
- rilaši zastupljeni na svim kontinentima, osim u Australiji



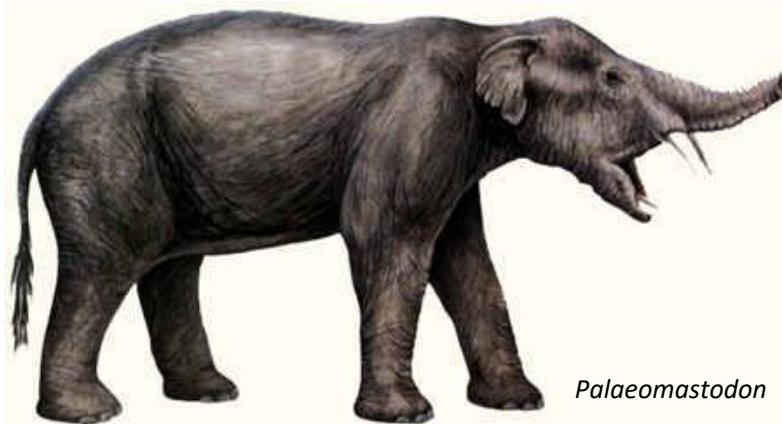
Moeritherium

Razvoj slonova

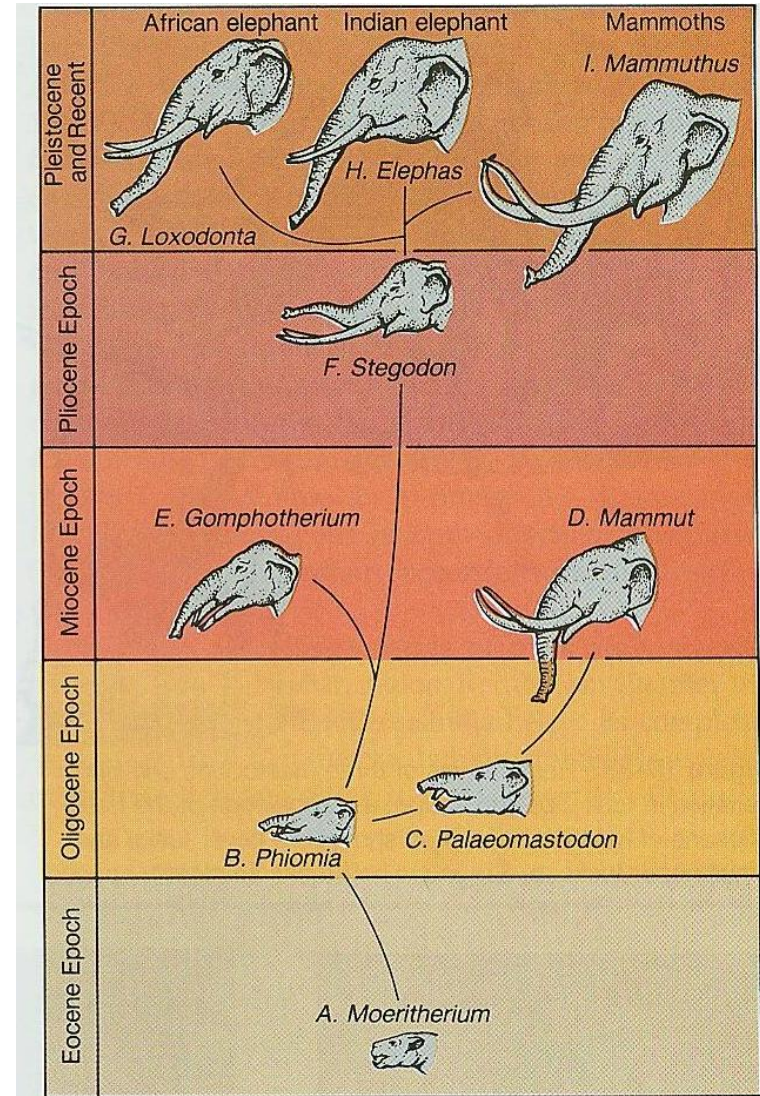
- ishodišni oblik rilaša – *Moeritherium*
- miocenski predak slonova – rod *Gomphotherium* (ostaci nađeni i na području Moslavačke gore)



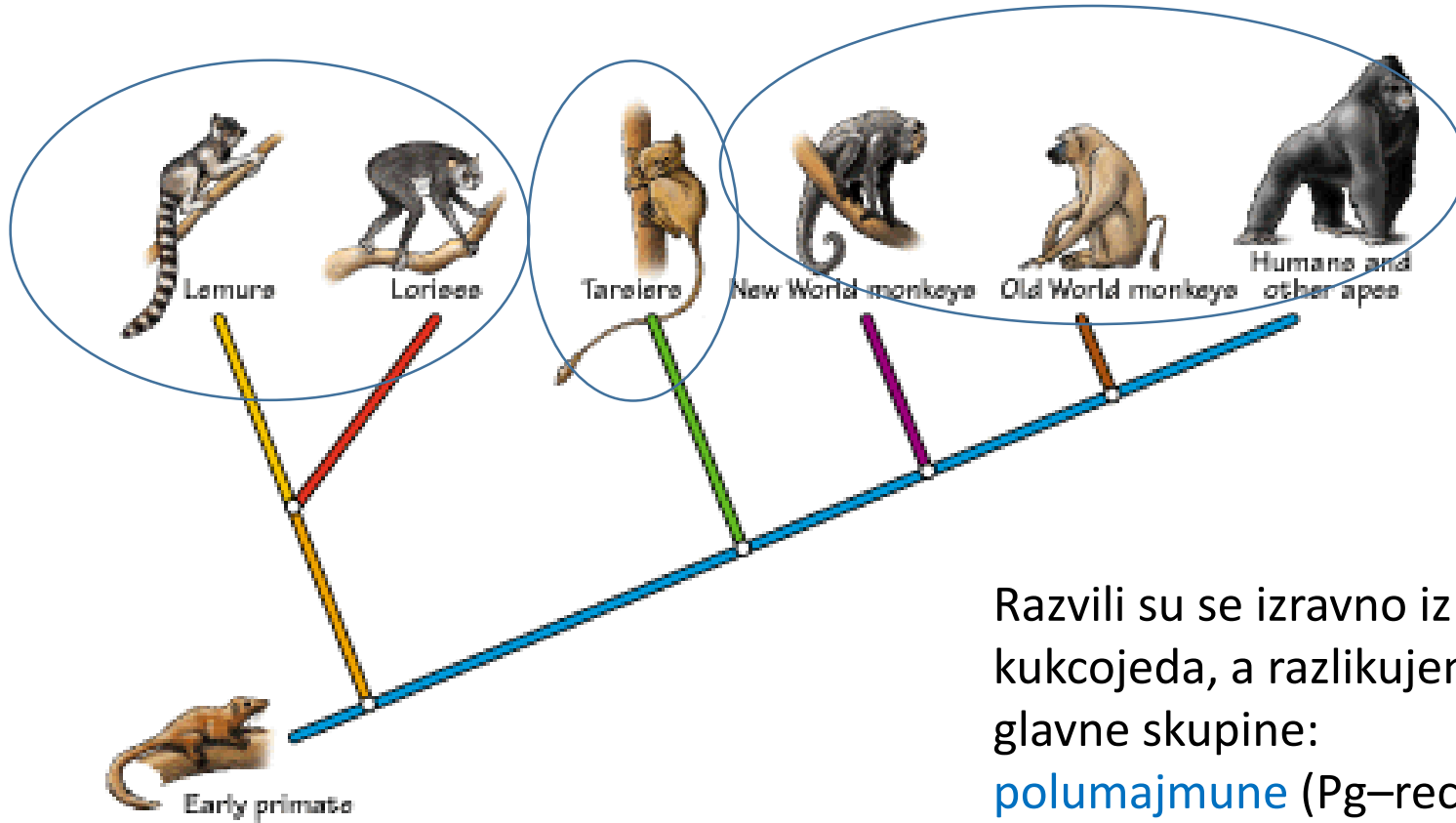
Gomphotherium



Palaeomastodon



Razvoj primata



Razvili su se izravno iz kukcojeda, a razlikujemo tri glavne skupine:

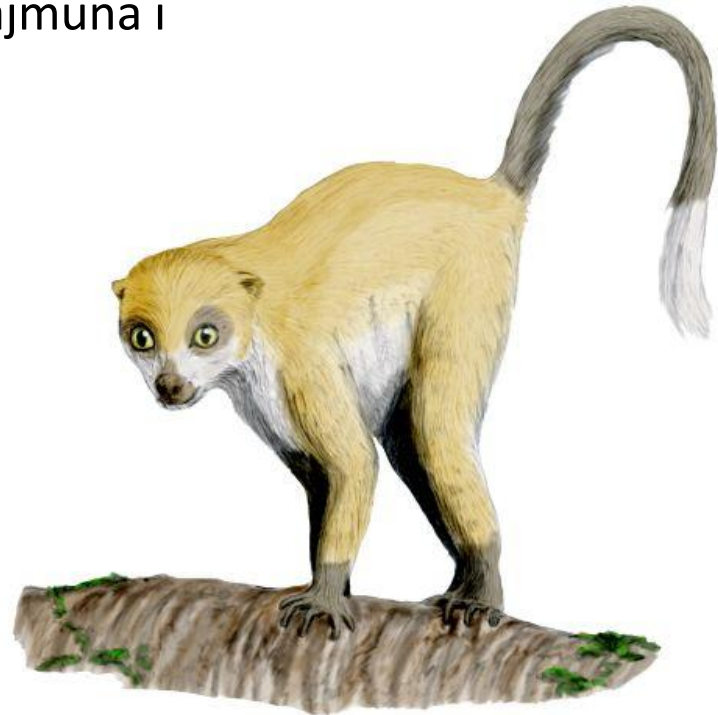
polumajmune (Pg-rec.)

tarsoide (Pc, E)

antropoide (Ol-rec)

Darwinius masillae („Ida”)

- starost 47 mil. g. (eocen)
- Messel kamenolom, Njemačka
- Najkompletnije sačuvan fosilni ostatak
- Smatrali je „karikom” između polumajmuna i pravih majmuna



Anthropoidea – pravi majmuni

- obuhvaćaju širokonosne (Platyrrhini) i uskonosne (Catarrhini) majmune
- u Egiptu nađen najpoznatiji oligocenski (cca. 30 mil. g.) rod *Aegyptopithecus*
- u Sjevernoj Africi nađeni predstavnici porodica čovjekolikih majmuna: Parapithecidae i Propliopithecidae (uključuje egiptopitekusa)



Aegyptopithecus



rod *HOMO*

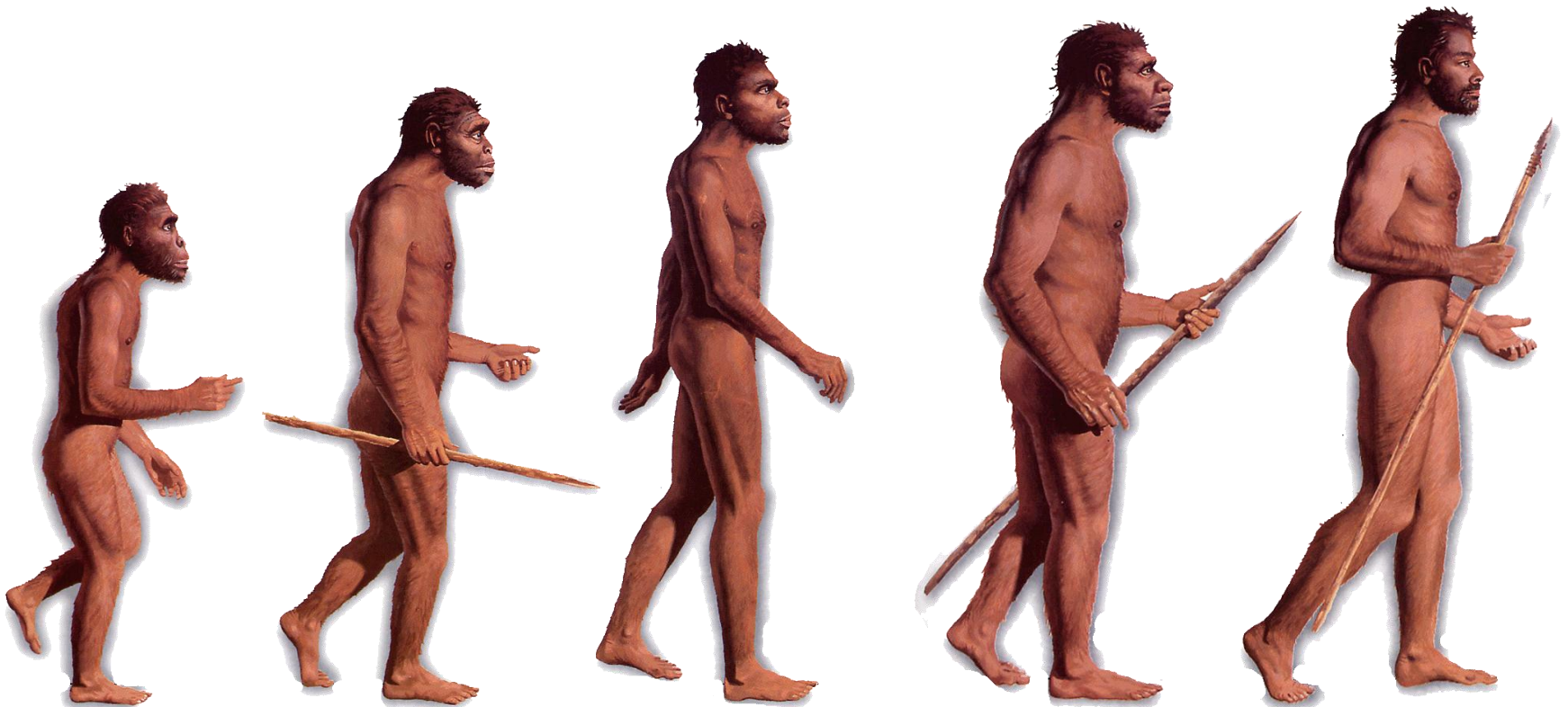
Homo habilis
2.4 mil.g.

Homo erectus
1.9 mil.g.

Homo heidelbergensis
400.000 g.

Homo neanderthalensis
100.000 g.

Homo sapiens
40.000 g.



Ptice

- tijekom paleocena javljaju se velike ptice trkačice, poput današnjih nojeva, koje nisu letjele → tijekom neogena razvit će se u najveće ptice koje su ikad živjele – „terror birds”
- visina do 2,5 m, mesojedi
- rodovi *Gastornis (Diatryma)*, *Paraphysornis*, *Physornis*; *Titanis*, *Kelenkis*...
- Ptice koje su letjele bile su rijetke i uglavnom su se zadržavale uz jezera i plitka mora (npr. *Presbyornis*) – javljaju se moderne ptice (pelikani, orlovi...), a tijekom eocena javljaju se i pingvini



Kelenken



Diatryma

Pleistocen

- Pleistocen predstavlja razdoblje intenzivnog hlađenja Zemlje – LEDENO DOBA unutar kojeg se javljaju razdoblja kontinentalnih oledbi – GLACIJALI, te razdoblja bez kontinentalnih oledbi – INTERGLACIJALI
- Izmjenom glacijala i interglacijala razina mora je fluktuirala i preko 100 m → omogućavalo seljenje organizama kopnenim putem s kontinenta na kontinent
- Većina megafaune sisavaca izumire, hominidni primati se intenzivno razvijaju
- Sisavci i dalje dominiraju kopnenim životom
- Neke skupine uspijevaju se prilagoditi hladnim uvjetima i razvijaju nove rodove i vrste (vunasti nosorog, mamuti...), no većina životinja se, ovisno o klimatskim uvjetima glacijala i interglacijala, seli kontinentima zahvaljujući kopnenim mostovima



Megatherium, veliki ljenjivac,
pleistocen

Život u pleistocenu, *hladni trio* – dokaz glacijala



Vunasti nosorog (*Coelodonta antiquitatis*)



Jelen *Megaloceros*



Rilaš, mamut (*Mammuthus primigenius*)