

# Osteologie pro archeology

JS 2011

1. Základy osteologie

# Podmínky udělení kolokvia:

- test
  - minimálně 60%
- poznávání kostí
  - poznat 3 kosti ze 4

# Obsah přednášky:

1. Kostí
2. Zuby
3. Rohy a parohy
4. Kosterní soustava
5. Osteometrická měření
6. Tafonomie a patologie

# Základní literatura:

- **Červený, Č., Komárek, V., Štěřba, O. (1999):** Koldův atlas veterinární anatomie. – Grada. Praha.
- **Dokládal, M. (1999):** Morfologie spálených kostí. Význam pro identifikaci osob. Sborník prací Lékařské fakulty v Brně. Brno.
- **Driesch, von den A. (1976):** A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin I. Harvard University. New York.
- **Komárek, V. (1993):** Odhad věku domácích přežvýkavců. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství v Praze. Praha.
- **Komárek, V. (1993):** Odhad věku koně. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství v Praze. Praha.
- **Komárek, V., Štěřba, O., Fejfar, O. (2001):** Anatomie a embryologie volně žijících přežvýkavců. Grada.
- **Lyman, L. R. (1994):** Vertebrate taphonomy. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge.

# Základní literatura:

- **Najbrt, R. (1973):** Veterinární anatomie 1. – Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- **Reece, O. W. (1998):** Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2 rozšířené vydání. Grada.
- **Reitz, J. E., Wing, S. E. (2008):** Zooarchaeology. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge.
- **Schmid, E. (1972):** Atlas of Animal Bones For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists. – Elsevier Publishing Company. Amsterdam – London – New York.

# 1. Kosti

# Kosti (*ossa*):

## Složení kosti:

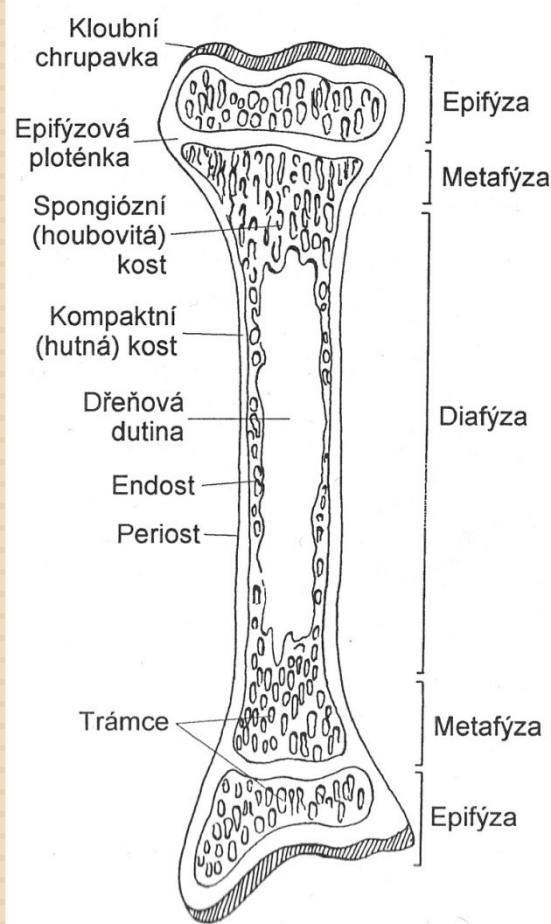
-25% vody, 45% minerálních látek (anorganická složka) a 30% organických látek

a) **anorganická složka**

- z celkového obsahu minerálních látek – 37% vápník, 18,5% fosfor

b) **organická složka**

- tvořena kolagenem



Obr.1: Struktura dlouhé kosti

Kost (os) jako samostatný orgán se skládá z tvrdých součástí, kterou představuje **kostní tkáň** (*textus osseus*) a z měkkých složek kosti, jako je **okostice** (*periosteum*), **endost** (*endosteum*), **kloubní chrupavka** (*cartilago articularis*), **kostní dřev** (*medulla ossium*) a **cévy a kostí** (*vassa ossea*)



# Kosti (*ossa*):

## Kostní tkáň (*textus osseus*):

### Hutná kostní tkáň (*substantia compacta*)

- tvoří plášť diafýzy dlouhých kostí, nejsilnější je uprostřed diafýzy a směrem k epifýzám se ztenčuje
- tvořena soustavou lamel, mezi zevní a vnitřní podélnou soustavou lamel se nacházejí tzv. osteony (=Haversovy kanály)
- osteony jsou cirkulárně navrstvené lamely kolem centrálního kanálku osteonu, osteony jsou až 2 cm dlouhé a jsou navzájem spojeny pomocí tzv. spojovacích lamel
- v kostních lamelách kompaktní kosti jsou v mineralizované základní mezibuněčné hmotě četné svazky kolagenních vláken

# Kosti (*ossa*):

## Kostní tkáň (*textus osseus*):

### Houbovitá kostní tkáň (*substantia spongiosa*)

- nachází se uvnitř od kompakty, tvoří především epifýzy dlouhých kostí a je podstatnou strukturou krátkých kostí
- v plochých kostech je sevřena mezi dvěma deskami kompakty a nazývá se *diploe*
- spongiózní kost tvoří lamely navrstvené do trámců
- trámce spongiózní kosti zároveň ohraničují dřevné dutinky, ve kterých se nachází červená kostní dřev (*medulla ossium*)
- v pneumatizovaných kostech je spongióza nahrazena dutinami vystlanými sliznicí a vyplněnými vzduchem
- na povrchu krátkých kostí a epifýz dlouhých kostí se vyskytuje zesílená houbovitá tkáň, označována jako *substantia corticalis* – korová kost

# Kosti (*ossa*):

**Okostice** (*periosteum*) – vazivová blána, která obaluje celou kost, s výjimkou kloubních

ploch krytých kloubní chrupavkou, zodpovídá za zvětšování průměru kostí a podílí se

na hojení zlomenin

**Endost** (*endosteum*) – má podobnou strukturu jako okostice, je však mnohem tenčí a

vystýlá vnitřní povrchy kostí, především dřeňových dutin

**Chrupavka** (*cartilago articularis*) se skládá z nemineralizované povrchové vrstvy, kterou

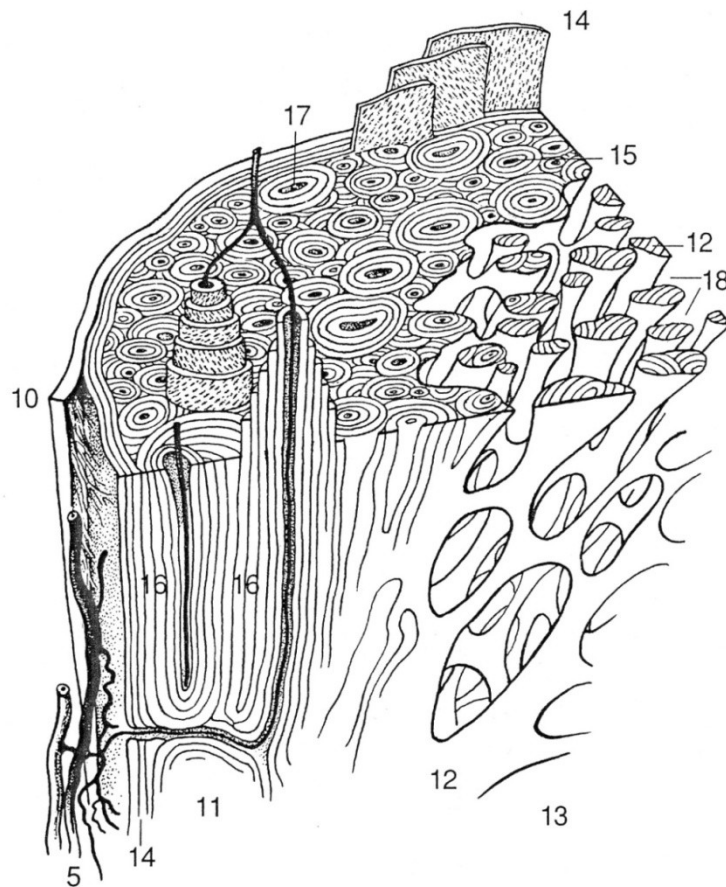
prostupují četná kolagenní vlákna pronikající až do hluboké vrstvy chrupavky, která je

mineralizovaná a nasedá na povrch kosti

# Kosti (*ossa*):

## Kostní dřeň (*medulla ossium*)

- nachází se v dřeňové dutině (*cavum medullare*)
- je to krvetvorný orgán, ve fetálním a juvenilním období je v dutinách kostí přítomna ve formě červené kostní dřeně (*medulla ossium rubra*)
- u dospělých jedinců, u nichž nejsou tak velké nároky na krvetvorbu, se v centrálních dřeňových dutinách vyskytuje ve formě žluté kostní dřeně (*medulla ossium flava*), ve spongiózní kosti přetrvává červená kostní dřeň
- u katechetických jedinců se kostní dřeň mění v ireverzibilní rosolovitou šedou dřeň (*medulla ossium grisea*)

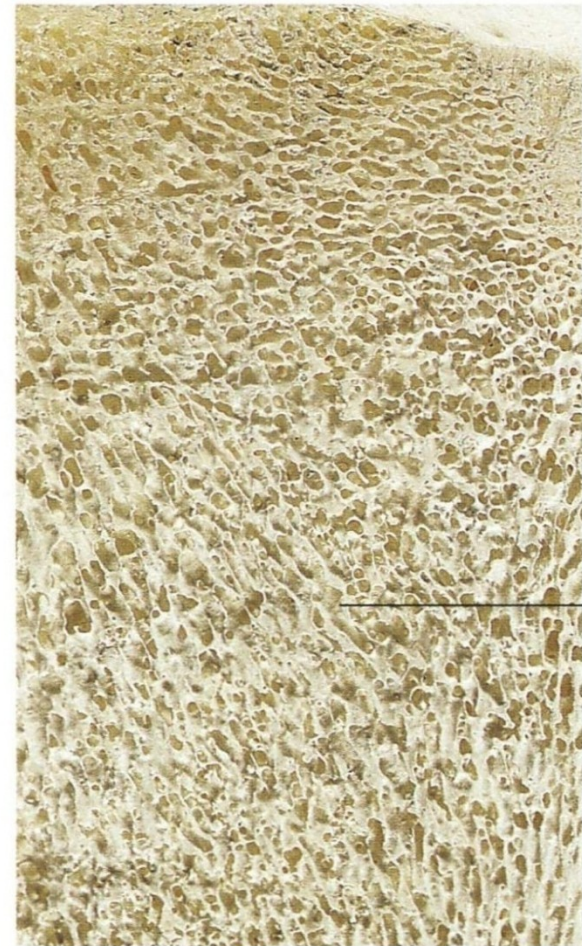
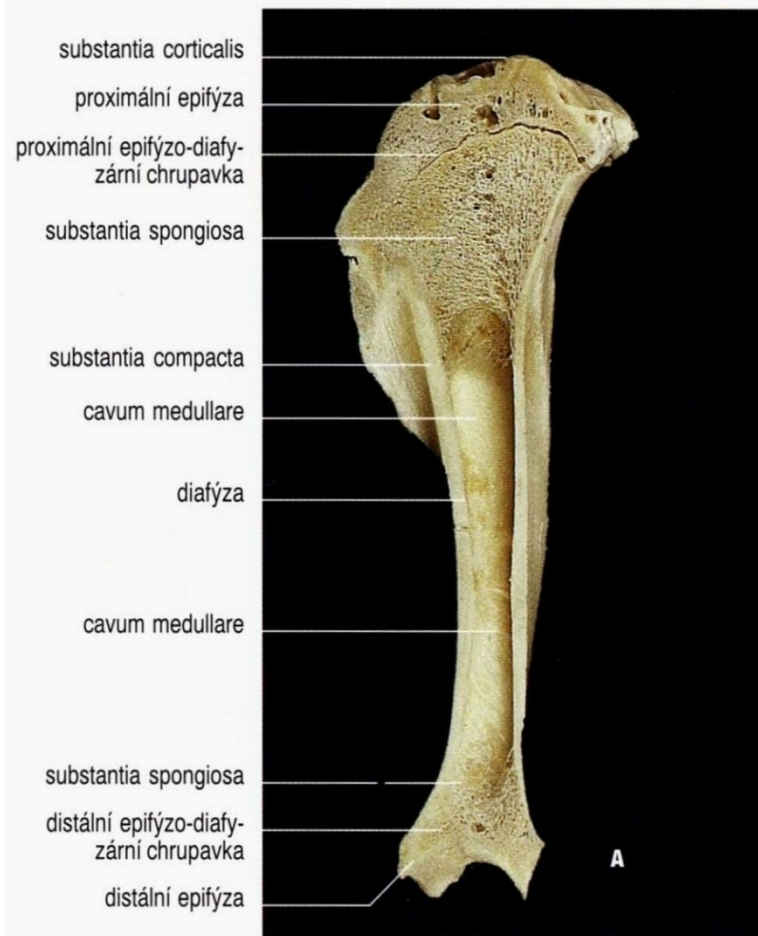


Obr. 2: Struktura kosti - řez.

**5.** cévy okostice, **10.** okostice, **11.** hutná kostní tkáň, **12.** houbovitá kostní tkáň, **13.** dřeňová dutin, **14.**

zvní plášťové lamely, **15.** osteon (Haversův systém uspořádání lamel), **16.** lamely osteonu, **17.**

středový kanálek osteonu, **18.** mezitrámcové prostory houbovité kostní tkáně



spongiosa lamellosa

Obr. 3 a 4: Struktura dlouhé kosti a detailní pohled na houbovitou kostní tkáň.

# Kosti podle tvaru:

- **dlouhá kost** (*os longum*) – výrazně převládá délkový rozměr ( $v < d > š$ ), dlouhé rourovité kosti končetin, skládají se z trubicovitého těla (diafýzy) a ze dvou rozšířených konců (epifýzy)
- **krátká kost** (*os breve*) – má všechny tři rozměry téměř stejné ( $v = d = š$ ), tvoří především skelet prstů, zápěstí a zánártí
- **plochá kost** (*os planum*) – má tvar desky nebo ploténky, nejmenším rozměrem je výška ( $š > v < d$ )
- **pneumatizovaná kost** (*os pneumaticum*) – má namísto dřeňových dutin prostory vyplněné vzduchem a vystlané sliznicí, u savců jsou pneumatizované ploché kosti, u ptáků jsou ve větším rozsahu včetně kostí trupu a končetin

# Kosti podle tvaru:

- **nepravidelná kost** (*os irregullare*) – je kost, která má tvar přizpůsobený místu svého uložení a funkci orgánu, který vyztužuje, kostěné ploténky nosních a čichových skořep, orgánové kosti (*os penis* v pyji masožravců), srdeční kosti u přežvýkavců, rypáková kost, aj.



# Tvorba kostí:

= osifikace

## □ heteroplastická

- nastává tehdy, jestliže kostní tkáň vzniká jinde než v kostře, tento typ osifikace se objevuje v případě *os penis* (kost v pohlavním údu, např. u psa) nebo *os cordis* (kůstka v srdci skotu)

## □ chondrogenní

- vývoj kosti z chrupavky, chrupavčité modely kostí se vyvíjejí především u plodu, ale tento typ osifikace pokračuje i po narození v oblastech růstových chrupavčitých zón kostí a z okostice, většina dlouhých kostí se vyvíjí právě tímto způsobem

# Tvorba kostí:

- **dezmogenní**

- kost se tvoří bez účasti chrupavčité tkáně, takové kosti jsou nejdříve formovány pomocí fibrózní membrány, která později kalcifikuje, kosti lebky, spodní čelist, klíční kost

# Růst dlouhých kostí:

- růst kostí do délky zajišťuje tzv. epifyzární ploténka

1. zóna rezervní chrupavky
2. proliferace
3. zóna hypertrofie
4. zóna kalcifikované matrice

- do šířky roste kost „apozicí“

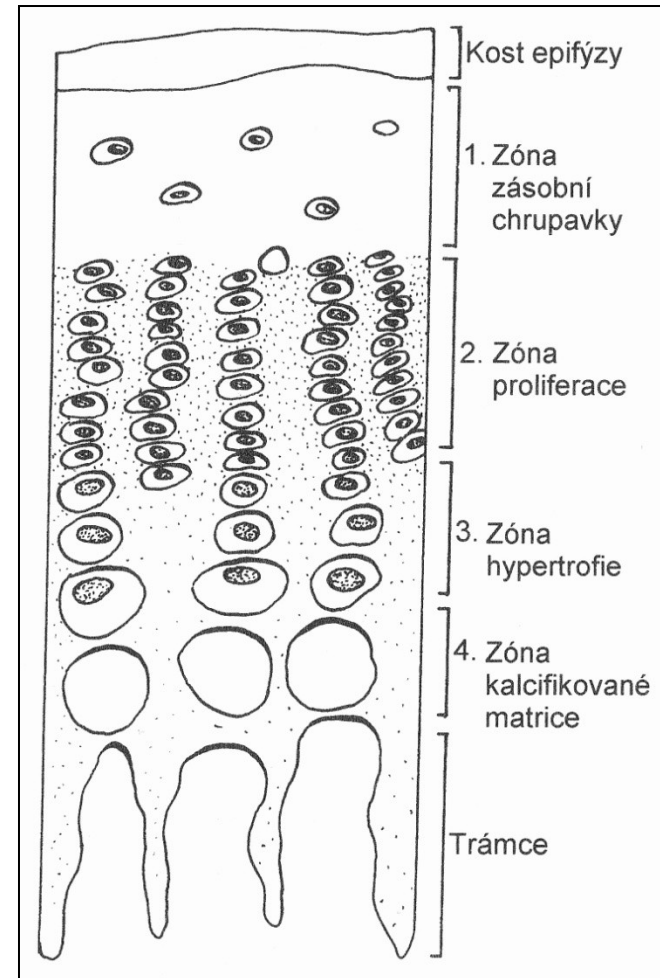
- okostice a endost – opakovanou proliferací buněk vzniká nová kostní hmota, která zaplňuje rýhy mezi osteony, které se vytvořily při růstu kostí do délky, kostní hmota vytvořená okosticí a endosteem představuje vnější a vnitřní plášťové lamely

# Růst dlouhých kostí:

## Epifyzární ploténka:

1. uložení buněk chrupavky (chondrocytů)
2. dělení chondrocytů a uložení do sloupců
3. vznik větších buněk
4. kalcifikace

Obr. 5: Čtyři zóny chrupavčité epifyzární ploténky



## 2. Zuby

# Zuby (*dentes*):

Zuby (*dentes*) jsou tvrdé útvary v dutině ústní, které slouží k zachycování, trhání

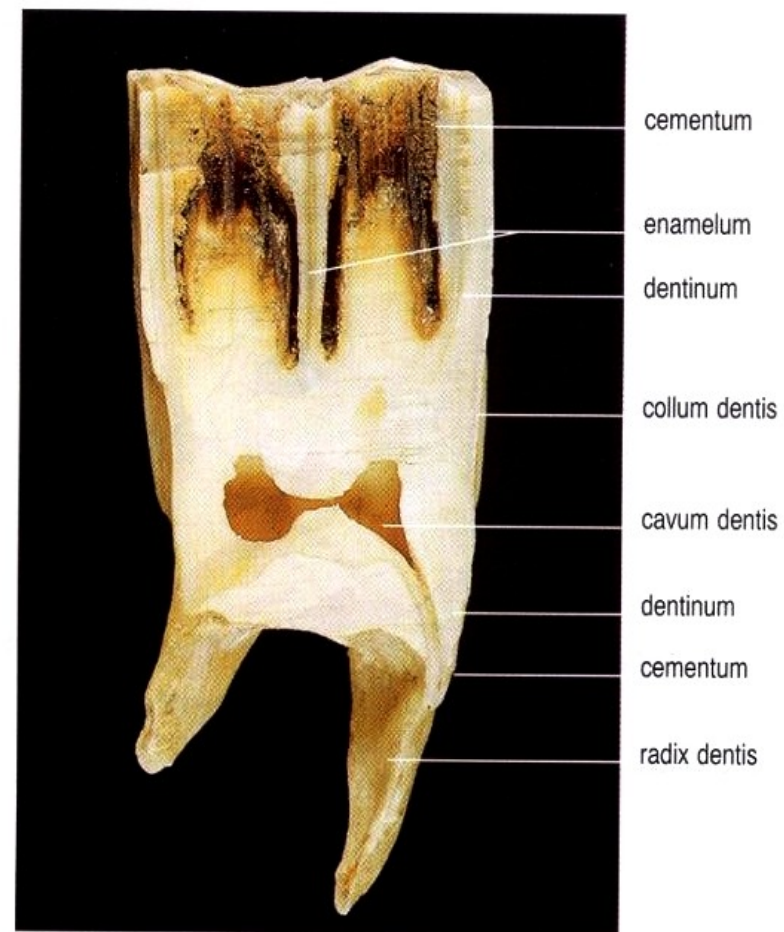
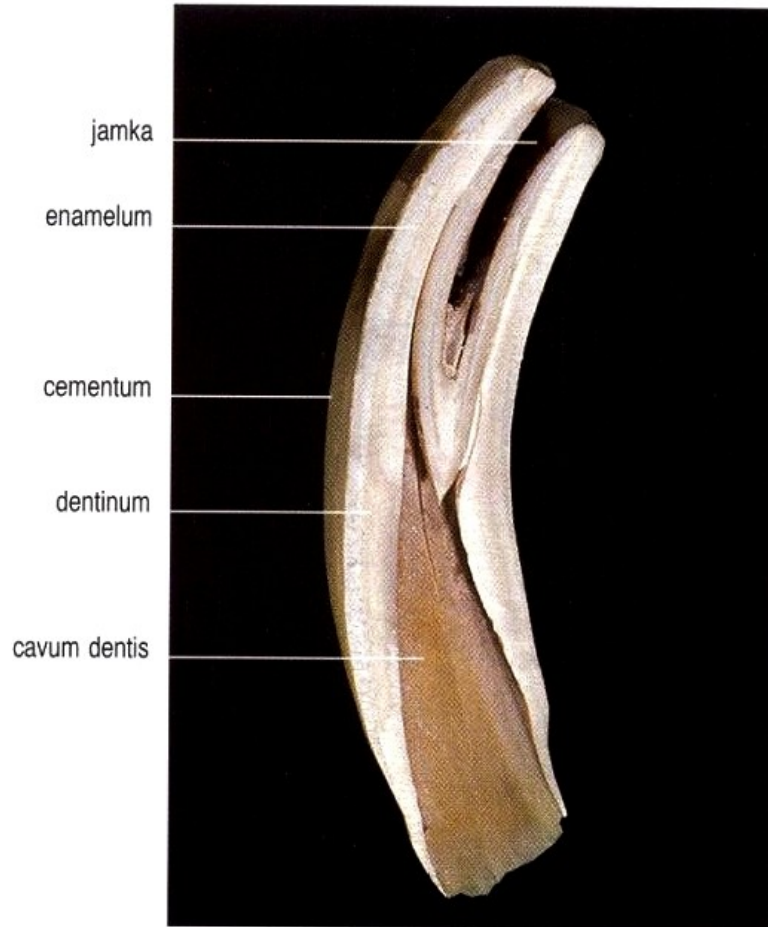
nebo rozměňování potravy, jsou zakotveny v zubních lůžkách (*alveoli*) v kosti řezákové, v horní a dolní čelisti

- mléčné zuby (*dentes decidui*)
- trvalé zuby (*dentes permanentes*)
  
- řezáky (*dentes incisivi*) – I
- špičáky (*dentes canini*) – C
- třenové (*dentes praemolares*) – P
- stoličky (*dentes molares*) - M

# Zuby (*dentes*):

## Stavba zuby:

- korunka (*corona dentis*)
- krček (*cervix dentis*) – odděluje korunku od kořene zuby
- kořen (*radix dentis*)
  
- dentin(*dentinum*) – tvoří hlavní hmotu zuby
- sklovina (*enamelum*) – kryje korunku
- cement (*cementum*) – pokrývá krček a kořen zuby
  
- uvnitř zuby je dřeň (*pulpa dentis*), což je měkká tkáň, která obsahuje krevní cévy a nervy, zub je v alveolu upevněn systémem vláken zvaných ozubice (*periodontium*)



Obr. 6: Stavba zubu - řezák a molár koně.

*Cavum dentis* – dřevňová dutina (v ní *pulpa dentis*).



# Zuby (*dentes*):

## Podle způsobu růstu dělíme chrup na:

- brachyodontní – zuby s omezeným růstem, mají zřetelně oddělenou korunku od kořene, tyto zuby mají šelmy, prase, primáti, také sem patří řezáky a špičáky skotu
- semihypsodontní – zuby ukončující svůj růst teprve ve druhé polovině života jedince tím, že se jim zúží zubní kanálek, patří sem zuby koně a premoláry a moláry přežvýkavců
- hypsodontní – zuby vykazující trvalý růst, patří sem řezáky hlodavců, zajícovců, kly slonů, tyto zuby jsou acementózní – tzn. bez cementu
- monofyodontní – dentice roste jednou za život, chudozubí (lenochod, pásovec, mravenečník)
- difyodontní – dentice roste dvakrát za život (mléčné a trvalé zuby)

# Zuby (*dentes*):

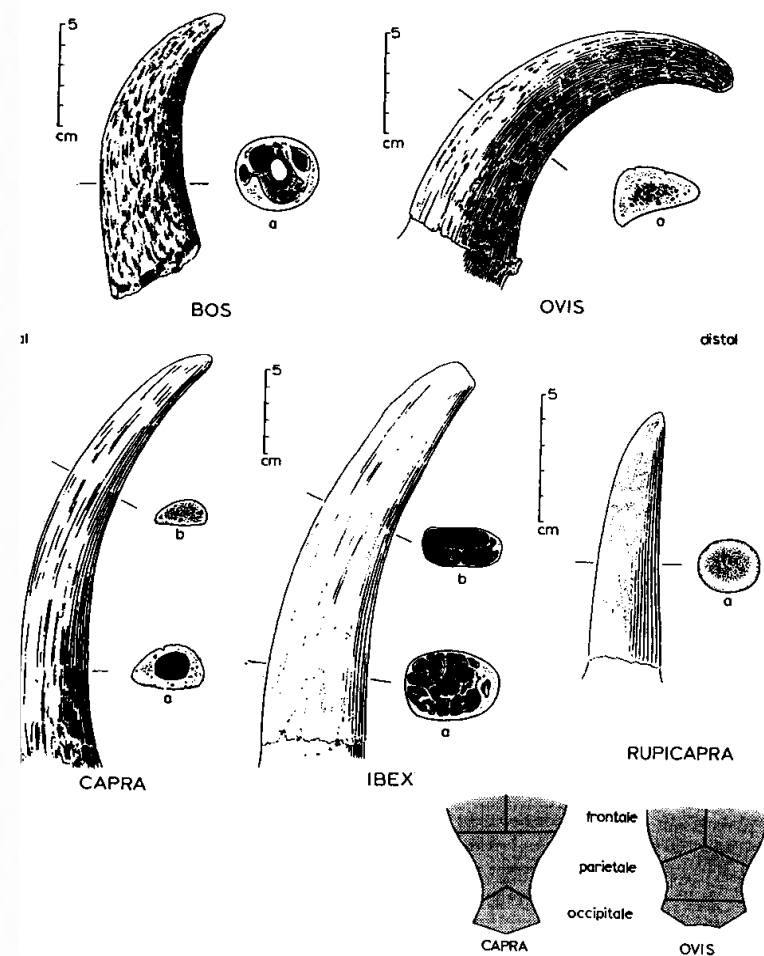
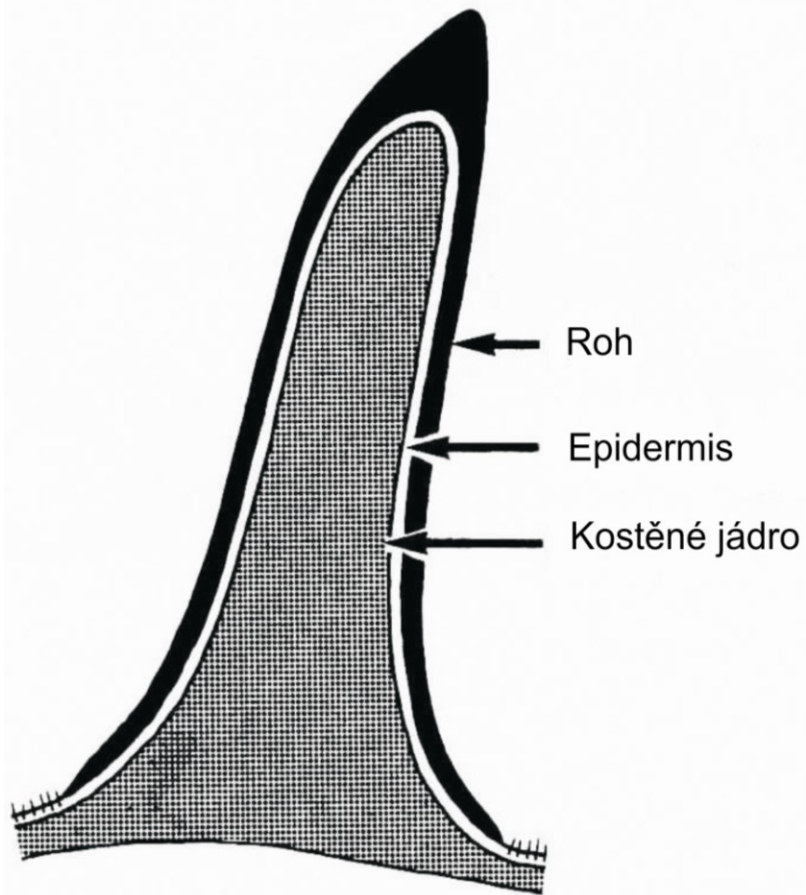
## Podle tvaru korunky:

- selenodontní – s obrazem poloměsíčité jamky, kůň
- bunodontní – hrboľkovité, premoláry a moláry prasete
- sekodontní – protáhlé v směru těl čelistí a opatřené několika hroty k drcení kostí, premoláry a moláry u psa
- lofodontní – zuby, jejichž sklovina vytváří podélná a příčná jařma, spodní premoláry a moláry koně
- *dentes monopartiti* (jednosložkové zuby) – řezáky, špičáky a premoláry s jednou zubní jamkou
- *dentes bipartiti* (dvousložkové zuby) – mají dvě jamky, horní premoláry a moláry koně nebo skotu
- *dentes tripartiti* (trojsložkové zuby) – mají tři zubní jamky, u přežvýkavců mléčný čtvrtý premolár nebo trvalý třetí molár

## 3. Rohy a parohy

# Rohy:

- rohy se skládají z vnějšího keratinového pouzdra, které vyrůstá z kůže na čelní kosti a obklopuje kostěné jádro
- rohy jsou tvořeny mrtvou tkání, zatímco uzavřené kostěné jádro tkání živou a je zásobováno krví
- u většiny rohatých savců, jsou samčí rohy větší než samičí a v některých případech mohou být samice bezrohé
- obvykle se neshazují, výjimkou je vidloroh ze Severní Ameriky, který shazuje každoročně vnější rohovitě pouzdro
- rohy nosorožců neobsahují kostěné jádro a ani nejsou shazovány
- roh je relativně jemný, fibrózní a flexibilní
- při namočení vodou se štěpí na tenké průhledné plátky
- kostěné jádro se v archeologickém záznamu většinou nezachovává



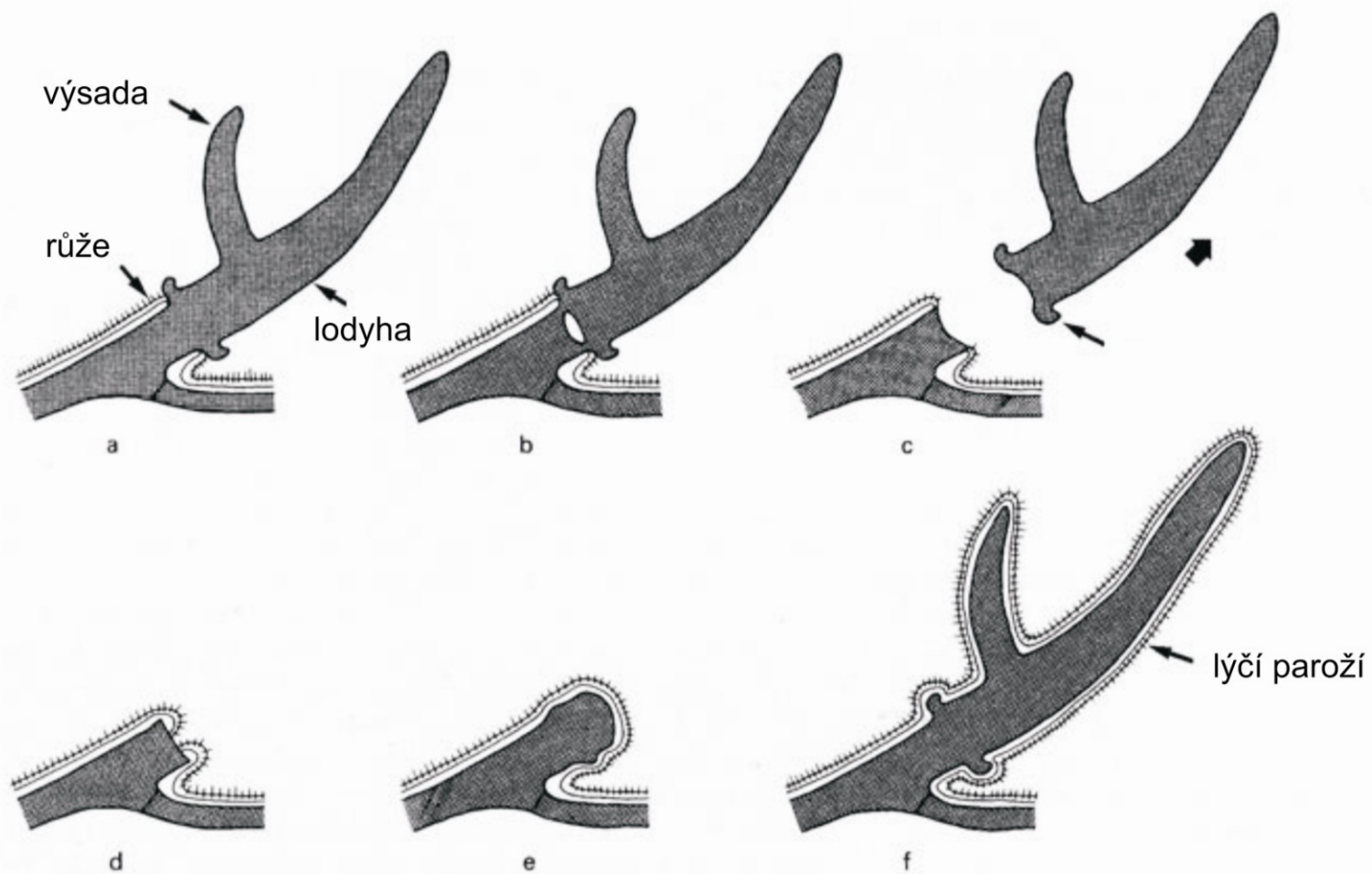
Obr. 7: Stavba rohu.

Obr. 8: Tvary rohů a jejich průřezy u jednotlivých druhů.

*Bos* – skot, *Ovis* – ovce, *Capra* – koza, *ibex* – kozorožec, *Rupicapra* – kamzík.

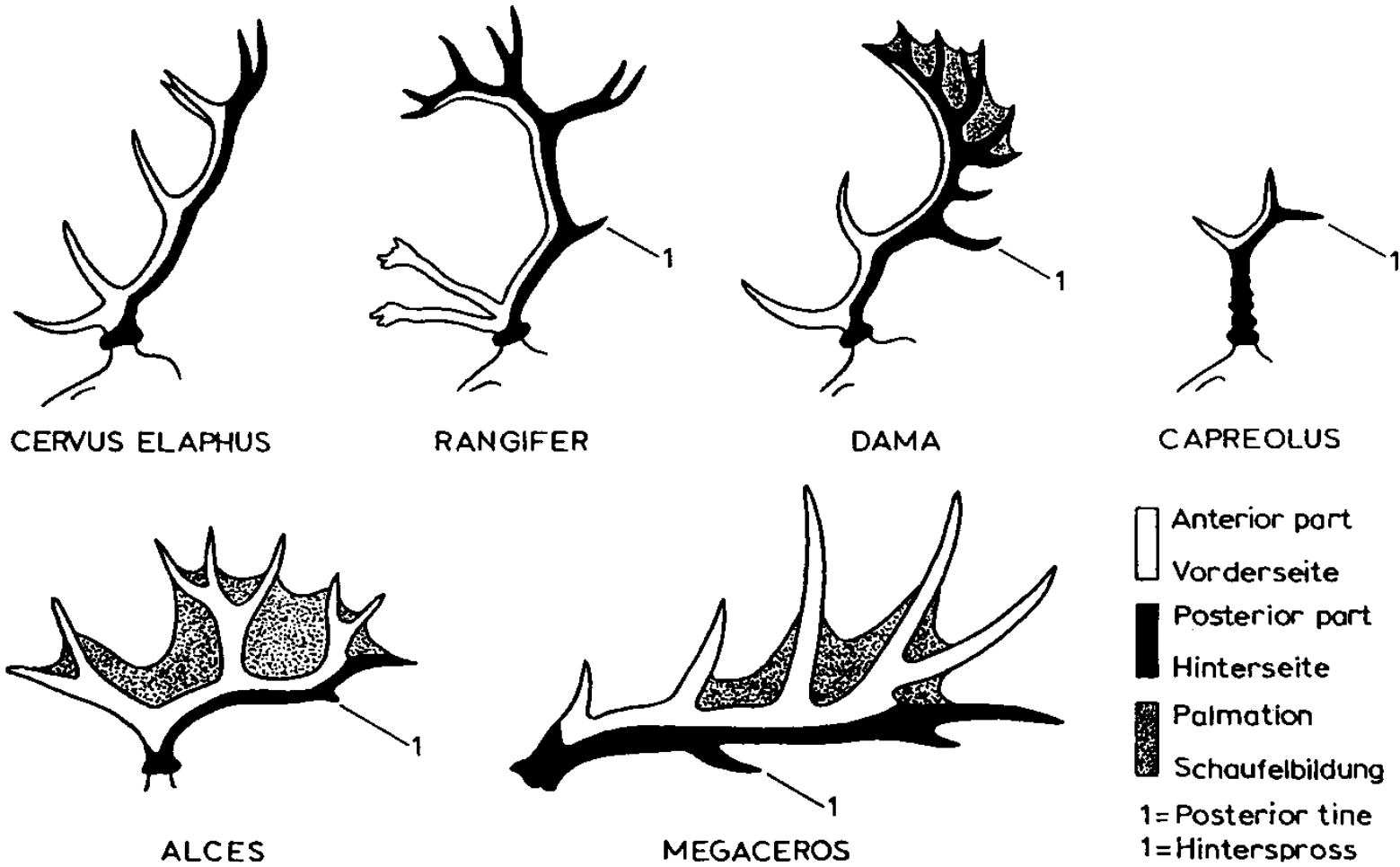
# Parohy:

- parohy jsou charakteristické pro čeleď jelenovitých (*Cervidae*)
- obvykle se vyvíjí u samců, s výjimkou soba, kde se vyskytují u obou pohlaví
- parohy jsou tvořeny živou tkání, a kromě období před shozem, jsou velmi dobře zásobovány krví
- růst je řízen endochondrálními procesy, růstová chrupavka se nachází na vrcholku paroží, postupně je kalcifikována a poté pokryta kostní tkání
- parohy rostou velmi rychle – až 1 cm za den
- jakmile je paroží plně vyvinuto, dochází k odumření lýčí a je odstraněno
- na konci říje osteoklasty vstřebají základnu paroží, která v místě styku s kalvou začne pukat, růže se přemění v houbovitou tkáň a paroží se odlomí
- jizva po paroží je pokryta kůží a dochází k regeneraci a růstu nového paroží



Obr. 9: Vývoj paroží jelena.

**a** – zralý paroh. **b** – dochází k pukání parohu. **c** – shazování parohu. **d** – zakrytí jizvy. **e** – regenerace parohu. **f** – nový paroh pokrytý lýčím.



Obr. 10: Typy paroží jednotlivých druhů.

*Cervus* – jelen, *Rangifer* – sob, *Dama* – daněk, *Capreolus* – srnec, *Alces* – los, *Megaceros* – veledaněk.



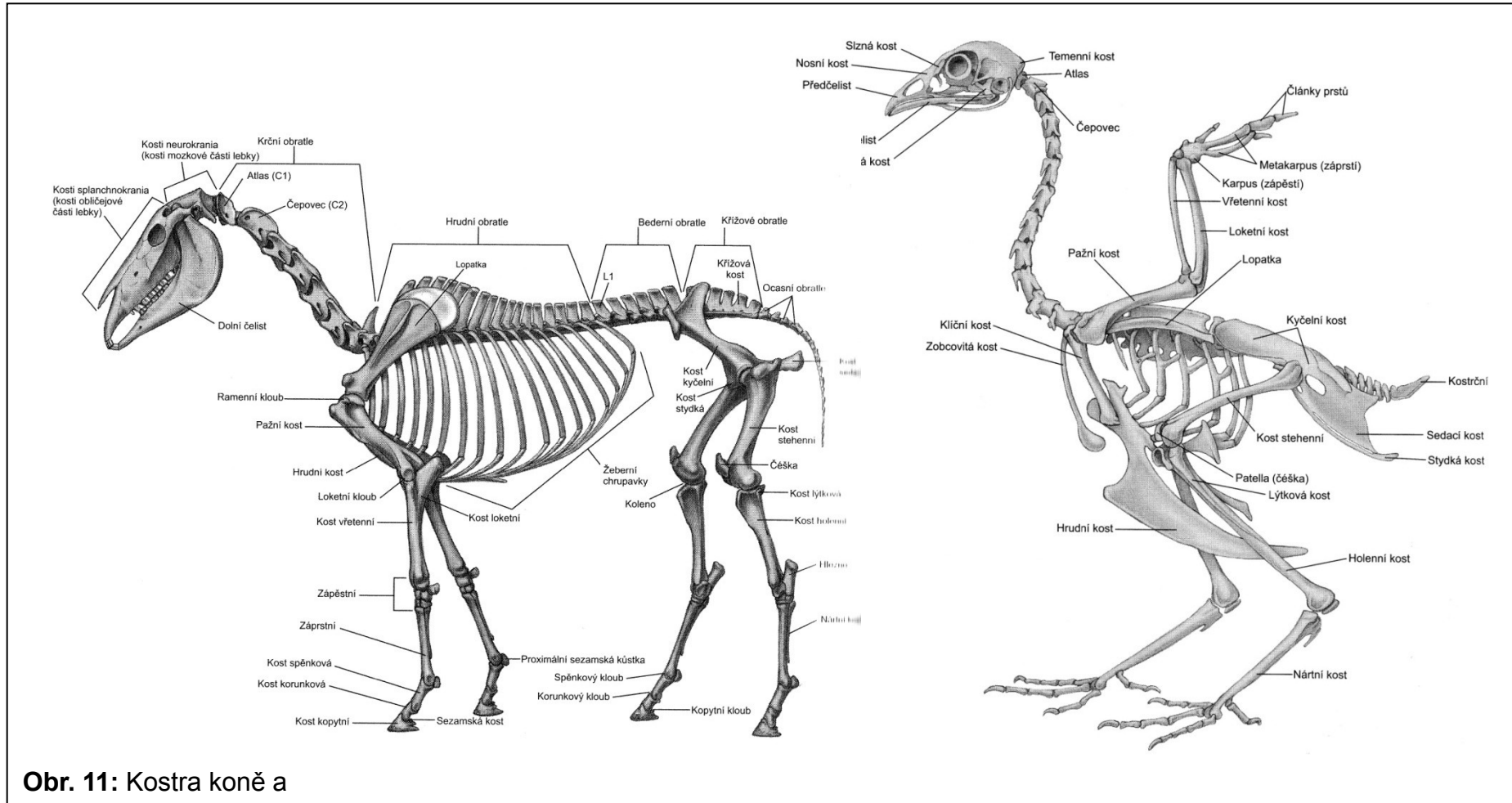
# 4. Kosterní soustava

# Kosterní soustava (*systema skeletale*):

## Funkce kosterní soustavy:

- opora a tvar těla
- ochrana měkkých orgánů v hlavě, hrudníku, břiše a pánvi
  
- důležitou součástí kostry je pohyblivé spojení mezi dvěma kostmi – **kloub** – který je obalen kloubním pouzdrém
- vnitřní povrch kloubního pouzdra je potažen synoviální membránou, která obsahuje synoviální tekutinu, která vyživuje kloubní chrupavky a zajišťuje hladkost a přilnavost kloubních ploch
  
- kosti v těle různých zvířat jsou v zásadě podobné, ale liší se velikostí, tvarem a počtem

# Kosterní soustava (*systema skeletale*):



**Obr. 11:** Kostra koně a kuřete.

# Kosterní soustava (*systema skeletale*)

- kosti (*pars ossea*)
- chrupavky (*pars cartilaginea*)
  - chrupavčitá část kostry je nezkostnatělé reziduum po chrupavčitém modelu skeletu fétu, chrupavka je zastoupena jako povlaky kloubních ploch, epifyzární růstové chrupavky, kopytní chrupavky, chrupavky hrtanu, apod.

## ***Pars ossea* – kostěná část:**

- *skeleton axiale* – lebka, páteř, žebra, hrudní kost
- *skeleton appendiculare* – hrudní a pánevní končetiny, (dolní a horní končetiny u člověka)

# Kosterní soustava (*systema skeletale*)

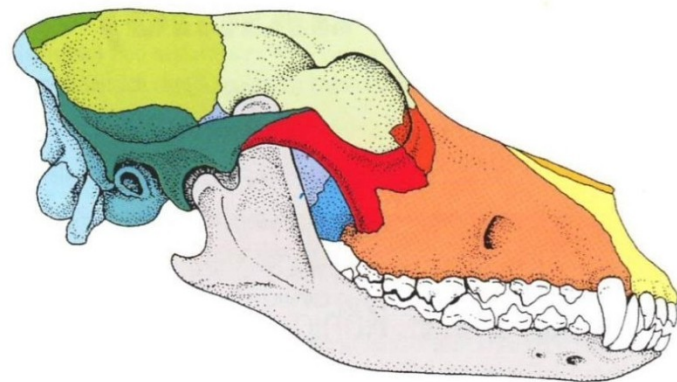
## *Skeleton axiale* – Lebka (*cranium*):

### Neurocranium (uložen mozek)

- *os occipitale* – týlní kost
- *os basisphenoidale* – základní klínová kost
- *os presphenoidale* – předklínová kost
- *os temporale* – spánková kost
- *os interparietale* – mezitemenní kost
- *os parietale* – temenní kost
- *os frontale* – čelní kost

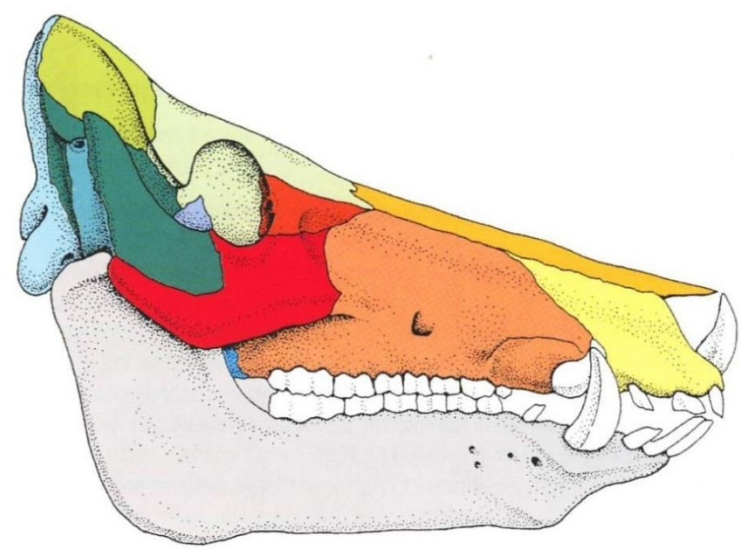
### Splanchnocranium (kosti obličeje)

- *os ethmoidale* – čichová kost
- *conchae nasales* – skořepy nosní
- *vomer* – radličná kost
- *os nasale* – nosní kost
- *os lacrimale* – slzná kost
- *os zygomaticum* – jařmová kost
- *maxilla* – horní čelist
- *os palatinum* – patrová kost
- *os pterygoideum* – křídlatá kost
- *os hyoideum* - jazyk



**A**

- |  |   |
|--|---|
|  os incisivum |  os zygomaticum    |
|  os nasale    |  os frontale       |
|  maxilla      |  os parietale      |
|  os lacrimale |  os interparietale |



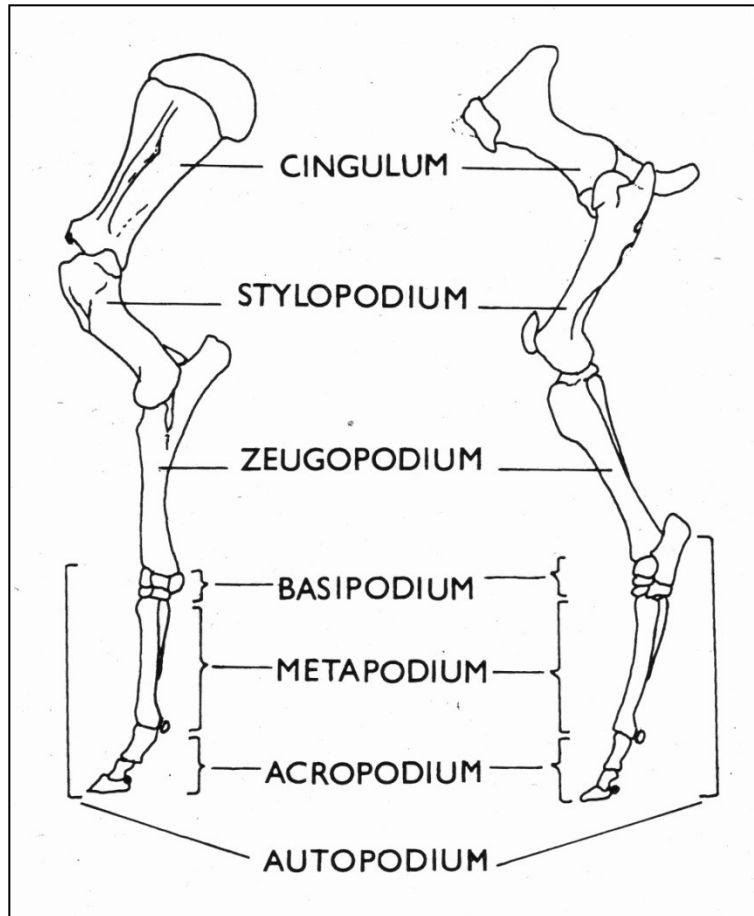
**B**

- |  |   |
|--|---|
|  pars squamosa ossis temporalis |  os palatinum                            |
|  pars petrosa ossis temporalis  |  os basisphenoidale et os presphenoidale |
|  os occipitale                  |  os pterygoideum                         |
|  mandibula                      |   |

Obr. 12: Lebka (*cranium*) – pes a prase. *Skeleton axiale*.

# Kosterní soustava (*systema skeletale*)

## *Skeleton appendiculare:*



**CINGULUM** – lopatka + pánev

**STYLOPODIUM** – humerus + femur

**ZEUGOPODIUM** – radius a ulna +  
tibia a fibula

**BASIPODIUM** – zápěstní + zánártní  
k.

**METAPODIUM** – záprstní + nártní k.

**ACROPODIUM** – prsty ruky + nohy

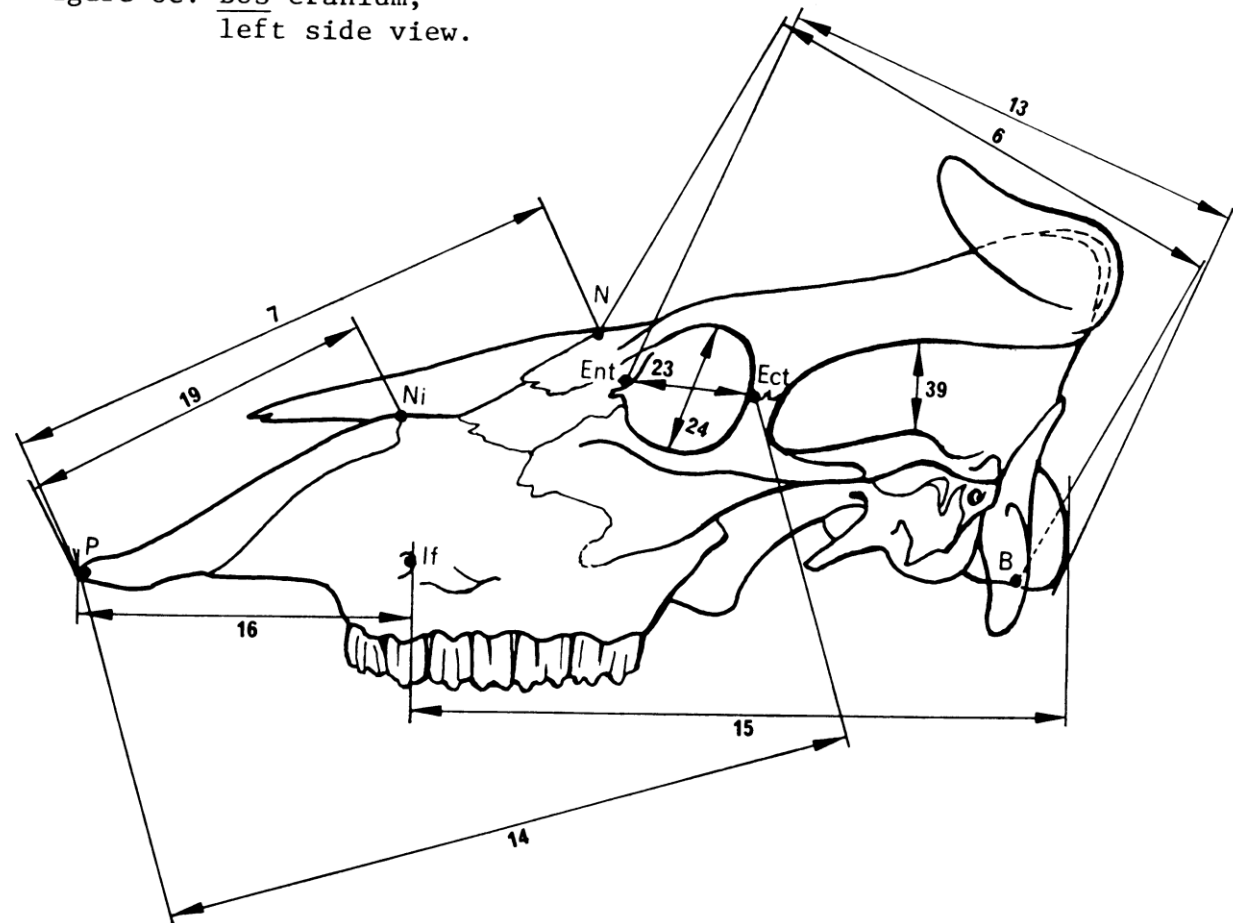
**AUTOPODIUM** – ruka + noha

Obr. 13: Hrudní a pánevní končetiny.

# 5. Osteometrická měření



Figure 8c: *Bos* cranium,  
left side view.



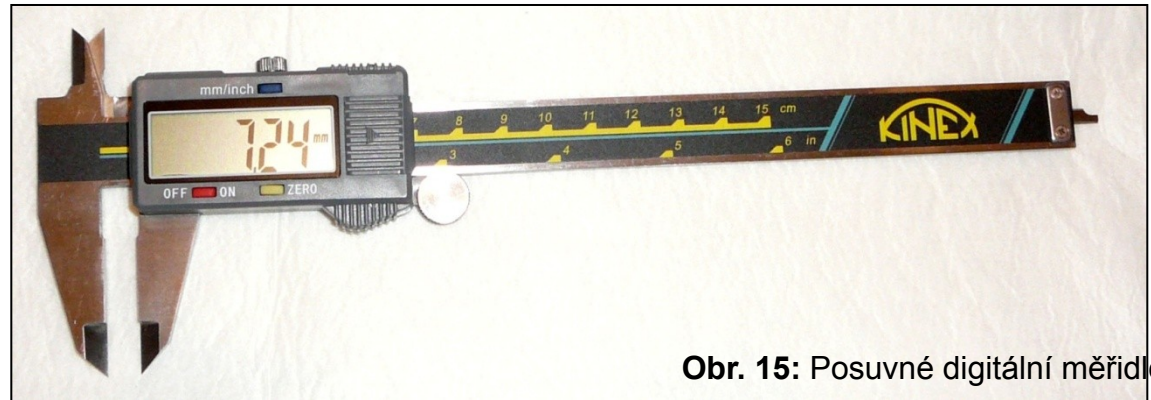
Obr. 14: Metrika lebky druhu *Bos taurus*. Laterální pohled.

**Driesch, von den A. (1976):** A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin I. Harvard University. New York.

# Osteometrická měření:

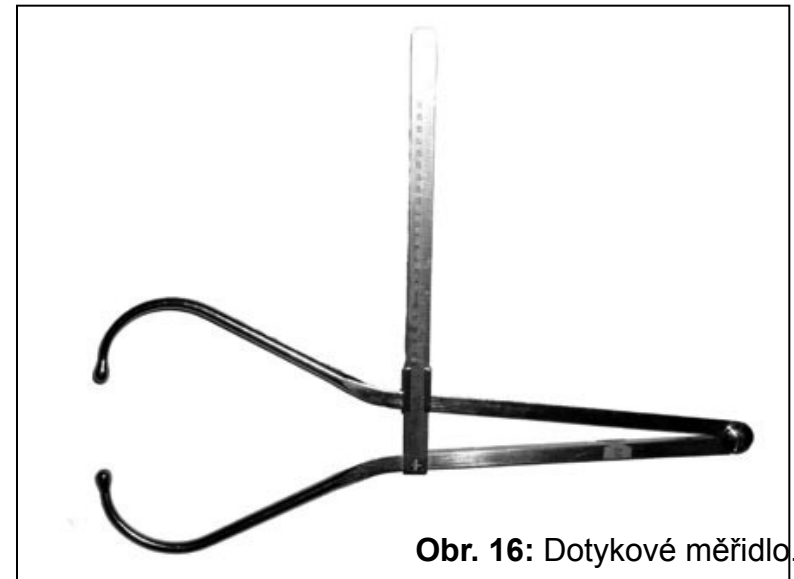
## Měřidla:

- Posuvné měřidlo



Obr. 15: Posuvné digitální měřidlo.

- Dotykové měřidlo (kranimetr a pelvimetr) – je složené ze dvou kovových ramen, která jsou na jednom konci pohyblivě spojena a na druhém volném konci tvarovaná do oblouku, mezi hroty ramen se odečítá na redukované stupnici zjišťovaná vzdálenost



Obr. 16: Dotykové měřidlo.

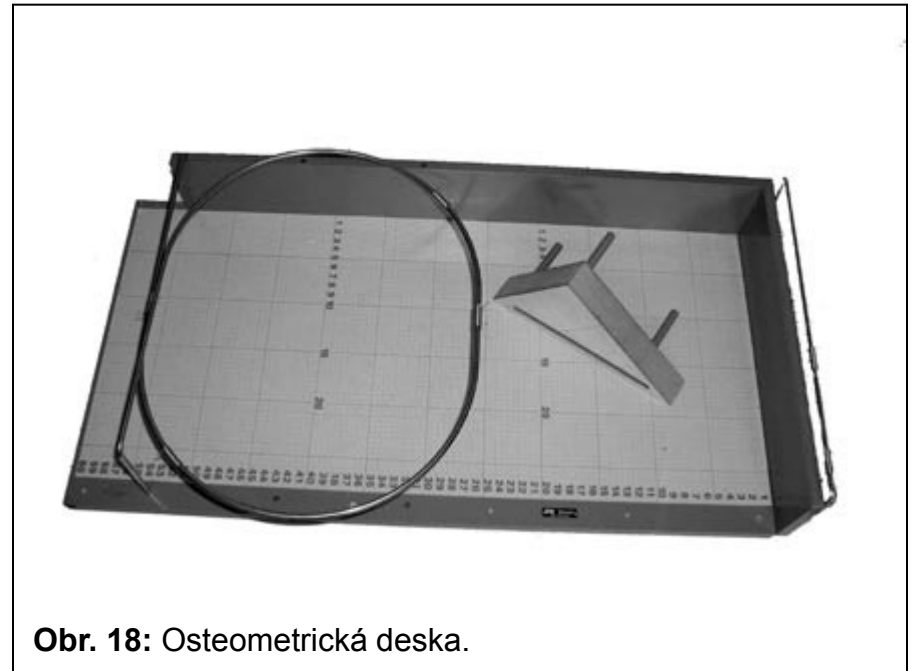
# Osteometrická měření:

- Pásové měřidlo – slouží k měření obvodů, je podobné technickému pásmu, je však užší a kratší



# Osteometrická měření:

- Osteometrická deska – základem osteometrické desky je prkno pokryté milimetrovým papírem, k jeho sousední podélné a příčné straně přiléhají dvě vertikální prkénka, která tvoří pravý úhel, patří k tomu ještě pohyblivá destička tvaru trojúhelníka, kosti se měří tak, že se jedním měrným bodem dotýkají jednoho ze svislých prkének a druhým pohyblivé destičky, hodnota se odečítá na milimetrovém papíru



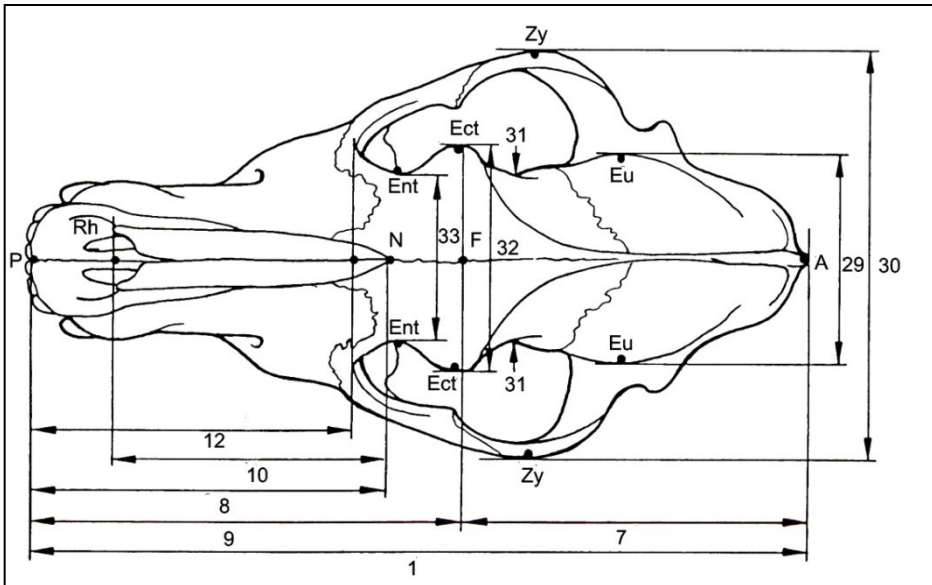
# Osteometrická měření:

- Diopetrograf – je to upravený pantograf, přizpůsobený k přesnému zakreslování tvaru kostí, pantograf je namontován na speciální schránku s horní skleněnou deskou, do schránky se vloží kost a je ze stran osvětlená lampami, tvar kosti i s detaily obtahujeme pomocí okuláru s nitkovým křížem a jeho pohyb se ramenem přenáší na hrot tuhy, která vytváří kresbu



Obr. 19: Diopetrograf.

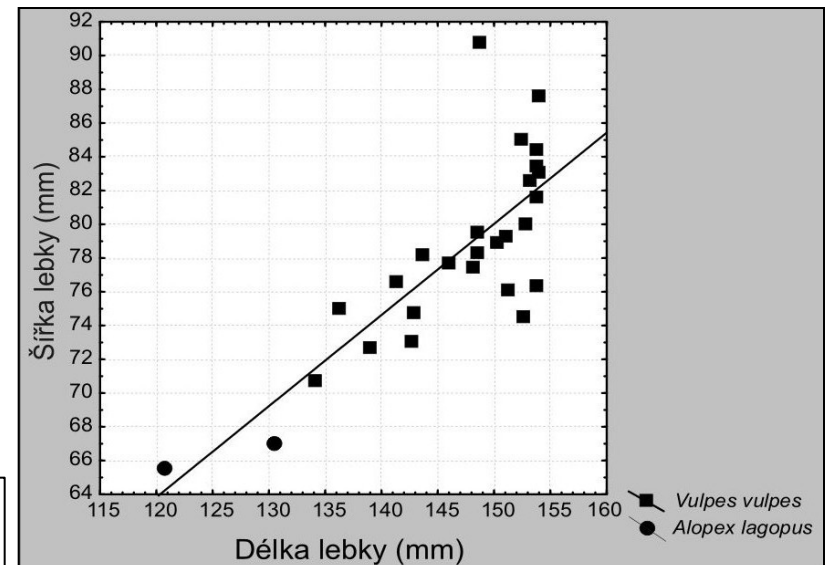
# Osteometrická měření:



Obr. 20: *Canis lupus f. familiaris*. Dorsální pohled na lebku.

<u>Dorsální pohled (v mm)</u>	
1.	148,49
7.	69,65
8.	68,63
9.	84,22
10.	55,25
	12.60,39
	29.46,82
	30.78,36
	31.22,48
	32.37,05
	33.29,41

Obr. 21.: Bodový graf – šířka lebky vs. délka lebky.



## 6. Tafonomie a patologie

# Tafonomie

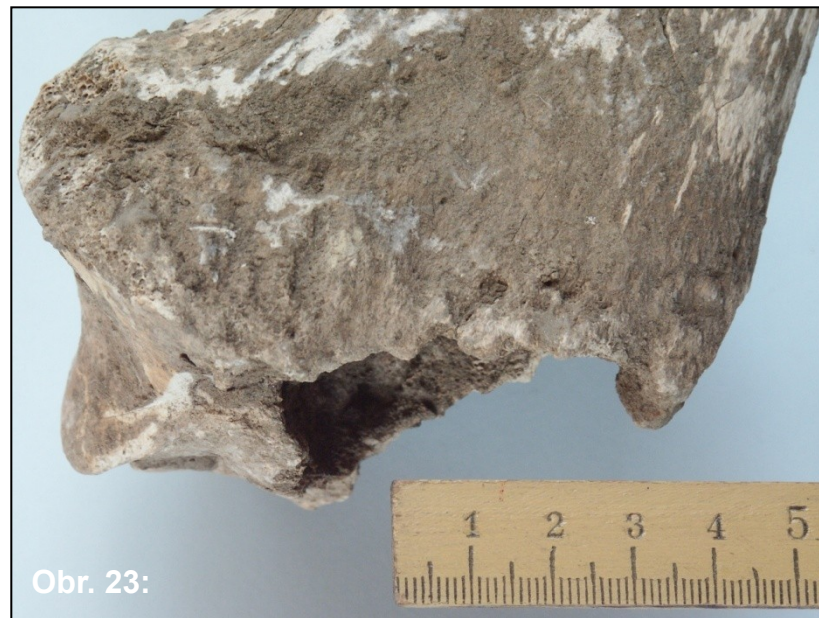
Termín tafonomie zavedl do literatury I. A. Efremov v roce 1940, definoval ji jako

disciplínu zabývající se přechodem pozůstatků zvířete z biosféry do litosféry, zákonitostmi pohřbu a fosilizace, přeměnou živého organismu ve fosílii

→ zabývá se procesy, které ovlivňují zachování kostí:

- trávení a ohryz šelem
- zvětrávání
- opálení
- činnost člověka





**Obr. 22:** Dúlky po špičácích.  
**Obr. 23:** Ohryzy od psa.  
**Obr. 24:** Ohryzy od hlodavců.



Obr. 25:



Obr. 26:



Obr. 27:



Obr. 28:

Obr. 25, 26, 27, 28: Stopy po řezání, sekání.



Obr. 29: Abraze povrhu kosti.

Stupeň spálení	Zabarvení kosterních částí	Poznámka	Stupeň žáru (teplota spalování)
I nedokonalý	žlutobílé hnědošedé	vzhled téměř jako nespálená čerstvá kost první svraštění (asi o 1%) ztrátou vody (až do teploty 300 °C) poté až do 750 °C žádné zmenšení	do 200 °C  kolem 250 °C
II zčásti nedokonalý	hnědé tmavohnědé černé	nedokonalé spálení resp. zuhelnatění organické kostní substance	kolem 300 °C kolem 400 °C
III dokonalý	šedé modrošedé (mléčně světlešedé)	vnitřní plocha kompakty v některých případech ještě černá	kolem 550 °C
IV dokonalý až křídovitý	mléčně bílá matně křídovitá	křídovitý povrch kost málo odolná od 750 °C silnější zmenšování (svrašťování) kosti	od 650 °C do 700 °C
V křídovitý	sytě bílá bílá i na lomu	hladký povrch postupně tvrdá a křehká vznik parabolicky probíhajících puklin maximální zmenšení (svrašťování) v průměru o 10–20%	do 800 °C  od 750 °C  nad 800 °C

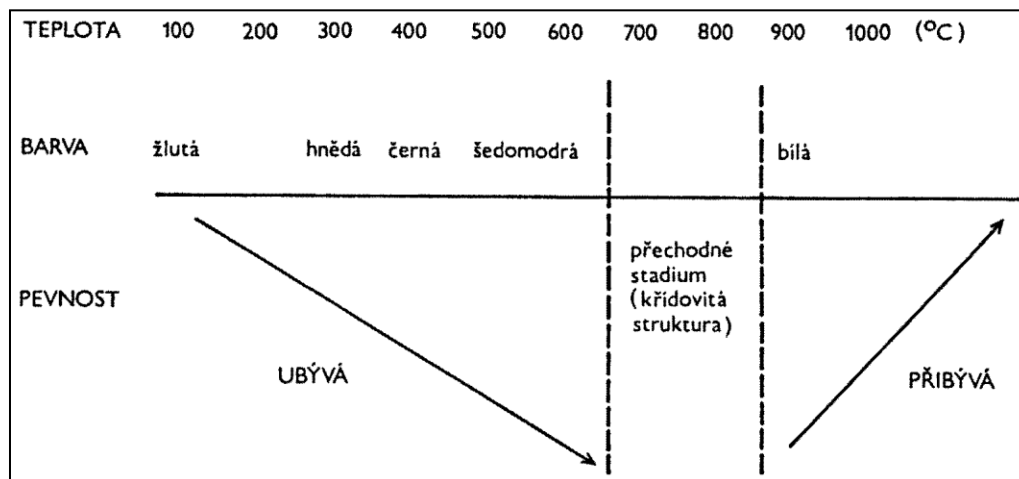
**Tab. 1:** Stupnice spálení kostí.



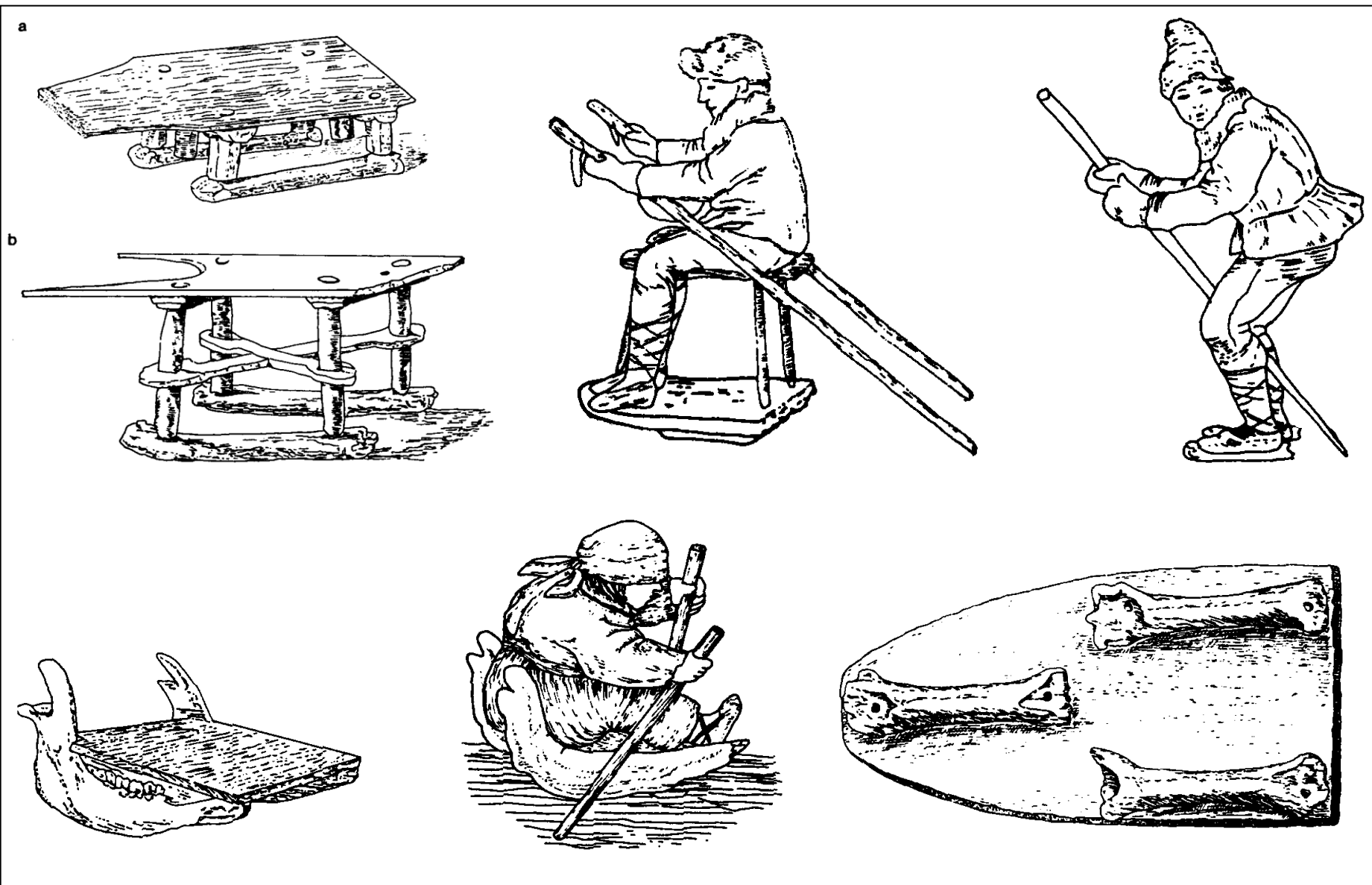
**Obr. 30:** Levostranná skalní kost. Levá polovina kosti: stupeň spálení IV, pravá polovina kosti: stupeň spálení III.



**Obr. 31:** Fragментy femuru a tibie. Vpravo nahoře: stupeň spálení V, vlevo dole: stupeň spálení IV, vpravo dole: stupeň spálení II – III.



**Tab. 2:** Změny pevnosti a barvy kostí v závislosti na výši žáru.



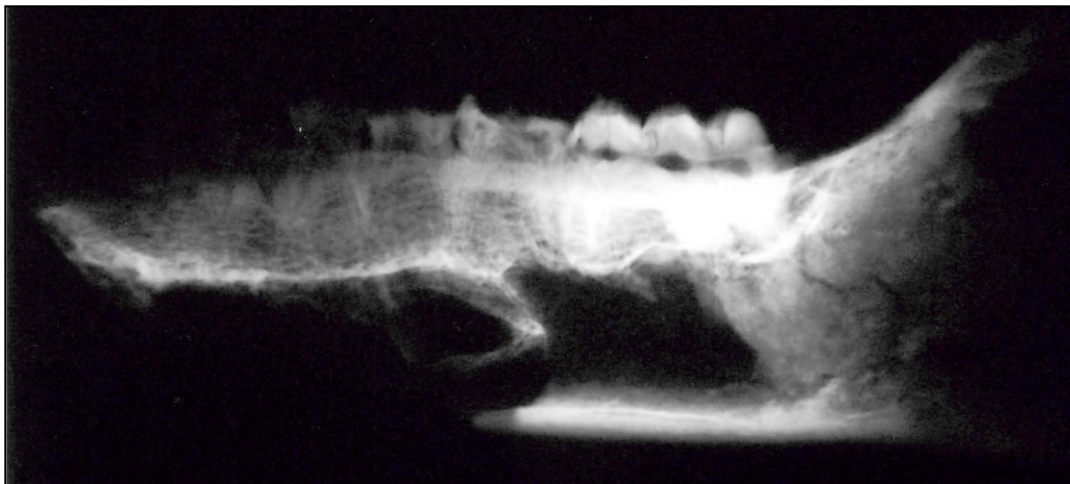
**Obr. 32:** Brusle a sáňky (Holandsko, 19. stol.) – metapodia (záprstní a nártní kůstky) a spodní čelisti krav.

# Patologie

- věda zabývající se studiem a diagnostikou nemocí, chorob a abnormálními reakci organismu

## **Na kostech:**

- zlomeniny a jejich hojení
- záněty
- nemoci způsobené nedostatkem vitamínů, apod. (např. osteomalacie – měknutí kostí z nedostatku vitamínu D a fosforu)
- nevyvinutí kostí (karpální ektromélie – chybějící karpální kůstky)
- více kostí (polydaktylie – zvýšený počet prstů u koček a prasat)



**Obr. 33:** Boule pod zuby prasete.



**Obr. 34:** Zlomenina vřetenní kosti u psa.





Děkuji za pozornost!