

Úvod do antropologie II (Bi2251)



### Studium lidského skeletu v antropologii I

vztah struktury a funkce, roviny popisu, populační souvislosti

Miroslav Králík

### Skelet jako prostředek antropologie

Antropologie není vědou o kostech, ale o lidech. Skelet a kosti jsou jen prostředky (nicméně důležité).

#### Zdroje biologické antropologie minulých populací

- historické záznamy, umělecká vyobrazení
- kultura, archeologie, artefakty
- stopy (otisky chodidel, prstů, fosfátové analýzy sídlišť ...)
- pozůstatky těla (měkké tkáně, kosti)

#### Výsadní postavení skeletu

- „tvrdá“ tkáň, nejlépe odolávající rozkladu (lépe jen zubní sklovina)
- podklad celého těla, odráží různé funkce
- tradiční způsob: srovnávací studie, sbírky, známá biologie (dnes rozvoj studií osteoporózy)

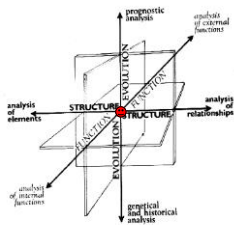
#### Hlavní využití v antropologii

- a) Studium **evoluce člověka**, rozdíly mezi druhy, paleoantropologie
- b) Studium **vztahu člověka a prostředí** (potrava, klima, zatížení, sociální uspořádání, onemocnění a zdravotní stav aj.), rozdíly mezi lidmi v rámci a mezi populacemi, bioarcheologie
- c) **skupinová identifikace** základních kategorií (velká čítyka: věk, pohlaví, výška postavy, populační příslušnost) ve forenzní antropologii

### Úrovně hodnocení

#### Paralelní vysvětlení

Čtyři kamarádi ...



Trojrozměrný systémově-evoluční model přístupu ke kostře

#### Struktura

- vlastnosti prvků
- vztahy mezi nimi

#### Funkce

- vnitřní funkce
- vnější

#### Evoluce

- fylogeneze, historie
- prognóza, terapie

Grim, Tomáš (2000): Paralelní vysvětlení. Proč a jak se ptát "proč" a "jak"? Vesmír 79: 92-93.

Mayr, Ernst (1961): Cause and Effect in Biology. Science 131: 1501-1506.

Tierberg, Niko (1963): On Aims and Methods in Ethology. Zeitschrift für Tierpsychologie 20: 410-433.

• kostní buňka, kost, lebka, skelet (ad lib.)

### Anatomie vs. antropologie

Vlastnosti skeletu společné s ostatními živočichy, obratlovci, savci a primáty.

Biologie  
Mammaliologie  
PRIMATOLOGIE

Specifické adaptace lidského skeletu (posledních cca 5 - 6 milionů let)

PALEOANTROPOLOGIE

OBECNÉ VLASTNOSTI lidského skeletu (anatomie kosterní soustavy), **modální stav** společný většině lidí

ANATOMIE

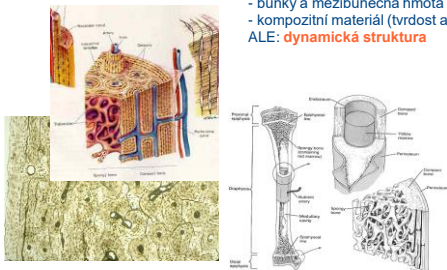
Rozmanitost vlastností (formy, tvary, velikosti) lidského skeletu kolem anatomické normy. To nás zajímá především.

Antropologie  
VARIABILITA  
skeletu dnešního člověka

### Kost a její funkce

#### KOST

Komplexní stavba  
- buňky a mezibuněčná hmota  
- kompozitní materiál (tvrdość a pevnost)  
ALE: **dynamická struktura**



### Kost a její funkce

#### KOST

- 1. Opora** (připojení měkkých tkání, udržení tvaru a vnitřní struktury těla)
- 2. Ochrana** (lebka, hrudní koš, pánev)
- 3. Expanzivní růst** (zvětšování těla v ontogenezi je vedeno především růstem kostí)
- 4. Pohyb** (systém pák, pasivní složka pohybového aparátu)
- 5. Metabolismus** (minerály)
- 6. Úložiště** (skládka)
- 7. Krvetvorba** (kostní dřeň)
- 8. Endokrinní funkce** (účast v metabolismu tuků)

- působí zdánlivě staticky  
- ve skutečnosti **dynamický orgán**, který se neustále přeměňuje  
- funkce kosti a prostředí, ve kterém se uplatňují, ovlivňují její vlastnosti:

VELIKOST  
TVAR  
POVRCHOVÝ RELIÉF  
HISTOLOGICKÁ STRUKTURA  
BUNĚČNÉ SLOŽENÍ  
MINERÁLNÍ SLOŽENÍ  
MAKROMOLEKULY (DNA) ... a další

CO LZE Z KOSTI ZJISTIT

## Variabilita: faktory

Studujeme kost, ale skrze ni sledujeme faktory, na kterých ve vztahu k její funkci závisí její **forma (velikost + tvar)**

Skrze **formu** sledujeme **funkci** kosti a **životní činitele**, které příslušného člověka ovlivňovaly (vnitřní, vnější).

Netriviální je to, protože:

**A) Synergismus faktorů**  
- sledovaný faktor zpravidla není sám

**B) Equifinalita**

- ke stejnému/podobnému výsledku lze dojít více cestami

**C) Hierarchický charakter variability**

- komplikovaný vztah mezi faktory různých hierarchických úrovní

mezi vyššími taxony

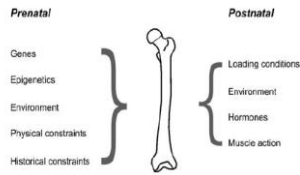
mezi druhovou

vnitrodruhová

-mezipopulační

-vnitropopulační

-pohlavní, věková, velikostní, regionální, sociální, ...



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

7

## Variabilita: kvalitativní znaky

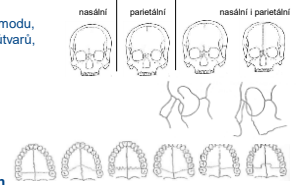
### Variety, anomálie a patologie

- různé odchylky od „anatomické normy“, modu, např. v uzavření švů (počtu kostí), formě útvarů, výskytu a počtu kanálků, rýh a hrbolků

- různého původu a funkčního významu

- většinou má silnou genetickou složku

- Vyjadřuje se a srovnává se nejčastěji na základě **frekvence výskytu**

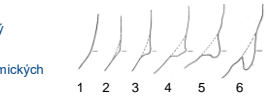


### Forma či míra projevu standardních útvarů

- rozvoj oblastí svalových úponů, charakteristický vzhled dílčích oblastí

- většinou má nějaký biomechanický či jiný funkční význam

- Míra projevu variant i standardních anatomických útvarů se tradičně hodnotí **typologicky, škálováním**



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

8

## Variabilita: velikost a tvar

Variabilita ve velikosti a tvaru kostí  
Variabilita v porocích jednotlivých částí skeletu

- metrické hodnocení

- **délkové rozměry** kostí typu dlouhého končetin jsou dány především **geneticky a intenzitou a růstem v pubertě**

- **šířkové rozměry** jsou dány především **geneticky a biomechanickými** (velikost těla, zatížení) a **hormonálními vlivy** (hormony)

- většinou spolu se ale tvar mění s velikostí - **alometrie** - je třeba zkoumat společně



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

9

## Metody studia skeletu

(Dr. Petra Urbanová, druhé přednáška o skeletu)

Morfoskopické/aspektivní metody

Metrické metody

Morfometrické metody (GM)

Trasologické metody

Histologické metody

Histomorfometrické metody

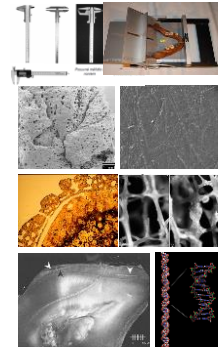
Chemické metody

Fyzikální metody

Molekulárné/genetické metody

Metody hodnotící kontext (absolutní datování, palynologie, parazitologie ...)

**Možnosti použití jsou limitovány** účel, spolehlivost, zachování skeletu a recentní poškození, invazivnost, kontaminace, cena, časová náročnost a pracnost.



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

10

## Faktory variability: Sexuální dimorfismus

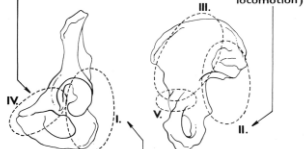
Hlavní faktory určující **sexuální dimorfismus** kostěné pánve člověka (Novotný 1985)



### SEXUAL DIMORPHISM IN THE HUMAN PELVIC BONE

**FUNCTIONS OF REPRODUCTION (parturition)**

**PROCESSES OF HOMINIZATION (verticalization, bipedal locomotion)**



**NATURAL AND SOCIAL INFLUENCES (cultural evolution)**

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

11

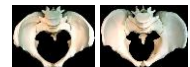
## Faktory variability: Sexuální dimorfismus

### Vzpřímená postava a velký mozek

- v evoluci člověka došlo v souvislosti s vzpřímenou chůzí ke **změně tvaru pánve** na výhodnější pro bipedii

- se **zvětšováním hlavičky novorozence**

porodní kanál přestal kapacitně stačit



### Důsledky

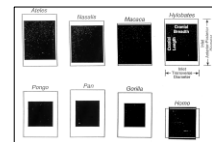
- nezralý novorozenec (sekundárně altriciální)

- odlišnosti stavby ženské pánve i hlavičky novorozence

- rozvolnění pánevních vazů před porodem a změny hlavičky

- komplikovaný mechanismus porodu

- vznik porodních jizev (*parturition scars*)



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

11

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

12

Faktory variability: Sexuální dimorfismus

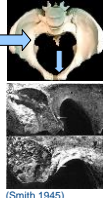
**Morfologické změny**

- změny kloubů působením ovariálních a placentalních hormonů (přičinou symptomů **pánevní nestability** spojené s bolestivými stavy).  
 - může dojít k **vykloubení sacro-iliakálního kloubu** a natržení vazů  
 - pozůstatkem jsou žlábký ve formě série oválných jamek před okrajem *facies auricularis* - podobné stopy mohou být i na vnitřní straně kosti stydky u *symphysis*  
 - mechanismus nejasný  
 - odhad parity nespolehlivý

sulcus paraglenoidalis



sulcus paraglenoidalis  
sulcus praeauricularis



Vzhledem k variabilitě pánevní remodelaci kosti v průběhu života, nepřítomnosti s.p.a. může znamenat:  
 a) muž  
 b) žena, která nerodila  
 c) žena která rodila, ale neprojevilo se  
 d) žena, která rodila, projevilo se, ale v průběhu života došlo k remodelaci

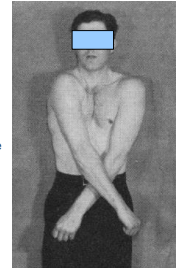
Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

13

Faktory variability: Direkcionální (směrová) asymetrie

Při srovnání skeletu zjistíme, že se statisticky významně liší délka kosti klíční pravé a levé strany. Čím to může být způsobeno? Jak rozdíl vznikl?

- (1) Za vývoje rozdíly ve **vaskularizaci** pravé a levé strany za vývoje (levá strana více, proto je delší)?
- (2) Levá je **více zatěžovaná** v bimanuálních aktivitách, což stimuluje rozvoj kosti na levé straně?
- (3) Pravá je sice kratší, ale také **zakřivenější**, rozdíl v délce je způsoben zakřivením?
- (4) Užívání rukou (četnost, dominance ruky) ovlivňuje **ukončení růstu** a tím i délku. Růstové zóny na pravé kosti se uzavírají dříve.
- (5) Ještě další .....?



Ljunggren, Anne Elisabeth (1979): Clavicular Function. Acta Orthopaedica 50(3): 261-268

Proč? K čemu je to nositeli dobré?

**evoluční adaptace - adaptace vývojové - vedlejší důsledky bez adaptivního významu**

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

14

Faktory variability: Věkové rozdíly vs. rozdíly mezi generacemi

**Věkové rozdíly II. kosti zápřstní**

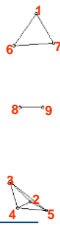
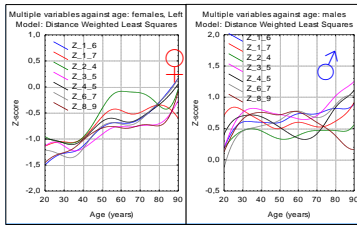
- u mužů se nijak rozměry nemění v závislosti na věku  
 - u žen zaznamenány změny v šířkových rozměrech, tj. právě v těch, které jsou nejvíce dimorfni



Jak to lze interpretovat?

Je to důsledek skutečných věkových změn (dimorfismus ve stárnutí)?

Je to důsledek efektu kohorty (staří generace vůči mladší, sekulární trend)?



Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

15

Faktory variability: Mezipopulační rozdíly - velikost

**Mezipopulační rozdíly v obvodu středu těla klíční kosti**

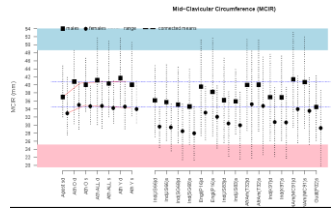
- velké absolutní velikostní rozdíly mezi populacemi (mohou zcela překrýt vnitropopulační trendy)



- možnost srovnání globálnějších faktorů prostředí a genetické přibuznosti větších celků

- nebezpečí pro vnitropopulační srovnání, není-li bezpečná kontrola populačního původu

- nezbytnost populačně specifických rovnic



U epigenetických znaků - rozdíly ve frekvencích.

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

16

Bioarcheologie: interpretace chování na základě skeletu (C. S. Larsen 1997)

**Vybraná témata bioarcheologie**

**Metodická**

Tafonomie – posmrtné změny kostí (makroskopické, mikroskopické)  
 Vývoj metod pro určení pohlaví u skeletů nedospělých

**Meritorní**

Stresové markery skeletu a zubů – rekonstrukce ontogenetického stresu u dětí (zubní hypoplazie, histomorfologie tvrdých zubních tkání, Harrisovy linie, výška lebni báze ...)

Patologické projevy na kostech – nemoci a traumata v historických a prehistorických populacích (zdravotní stav, hygiena ...)

Projevy nadměrné fyzické zátěže na kostech (entezopatie ...)

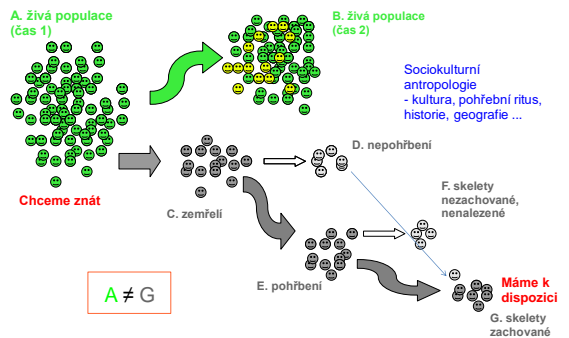
Rekonstrukce stravy (bukální mikroabraze, fytolity a škrobová zrna v zubním kameni, analýzy izotopů Sr ...)

Genetické vztahy v rámci pohřebišť a mezi populacemi (epigenetické znaky, aDNA)

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

17

Populační úroveň: Osteologický paradox



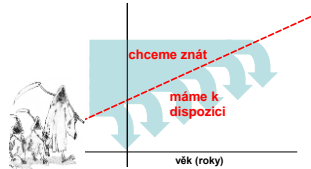
Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

18

## Populační úroveň: Osteologický paradox

### Selektivnost kosterních vzorků

1. Jenom vlastnosti zemřelých lidí.
2. U každého jiná příčina smrti.
3. Pohřební ritus.
4. Fragmentární, tafonomické změny
5. Jenom některé vlastnosti



V každé situaci může být vliv jednotlivých procesů různý - nejednotný vznik vzorků.

### Osteologický paradox

- selektivní mortalita
- demografická nestabilita
- ztracená heterogenita rizik

Skutečná příčina zjištěných hodnot, závislost či rozdílů v kosterních souborech je často velmi netriviální a kontraintuitivní.

Wood, J. W., Milner, G. R., Harpending, H. C., Weiss (1992). The Osteological Paradox: Problems of Inferring Prehistoric Health from Skeletal Samples. *Current Anthropology*, 33(4), 343-370.

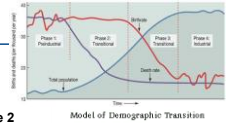
Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

19

## Populační úroveň: Osteologický paradox

### Demografická nestabilita

- mortalita, natalita, migrace



	Fáze 1 (lokality 1)	Fáze 2 (lokality 2)
„objektivní“ nálezy		
Interpretace 1	nizká mortalita	vysoká mortalita
Interpretace 2	vysoká mortalita nizká natalita	nizká mortalita vysoká natalita

K tomu se přidává vliv demografické migrace (v pravém výrazně), rozdíly v pohřebním ritu, tafonomických faktorech, metodice archeologického výzkumu, mytí kostí atd. Platí to nejen pro aspekty morbidity a mortality, ale pro demografické statistiky veškerých sledovaných jevů (výšky postavy, poměr pohlaví ...)

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

20

## Populační úroveň: Osteologický paradox

### Ztracená heterogenita rizik

Představme si populaci, která je rozdělena na tři sociální vrstvy: chudí, střední třída, vládnoucí vrstva.

	Subpopulace 1	Subpopulace 2	Subpopulace 3
Stresor (např. mikrobiální patogen)	Prostý lid, chudá strava, těžká práce, špatné hygienické podmínky	Střední vrstva, lepší strava, menší námaha, lepší vzdělání a hygienické podmínky	Nejvyšší vrstva, fyzicky izolovaná od ostatních, vůbec se s patogenem nesesetká
Účinek	zvýšená mortalita, rychlá smrt	zvýšená mortalita	nezměněná mortalita
Patologický projev	žádný	výrazné léze	žádný
Naše data	Jedinci bez jakéhokoliv projevu	Jedinci s projevem onemocnění	

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

21

## Postup při studiu souborů kostí v antropologii

1. Východiskem je myšlenka - **pracovní hypotéza**, v rámci nějaké **teorie**. Veškeré dostupné informace o zúčastněných mechanismech a přesná specifikace toho, co sledujeme.
2. Definování podmínek/situaci, za jakých předpokládáný jev mohl projevit. **Jasná představa o hierarchické úrovni srovnání**.
3. Definování **vhodné metodiky** (sledované znaky, použité metody, přístroje, uspořádání výzkumu, počet jedinců).
4. **Výběr materiálu** (kosterního souboru), odpovídajícího předpokládaným podmínkám (počet jedinců, charakter pohřebiště ...).
5. **Zpracování souboru**.
6. **Statistické hodnocení** (zda jsou rozdíly statisticky závažné, nebo jen dílem náhody).
7. **Interpretace výsledků** v rámci teorie a vyjádření se o testované hypotéze (zámítáme nebo nezámítáme možnost, že to navrhovaným způsobem probíhá?)

VĚDA

VĚDA

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

22

## Perspektivy

- A) Vývoj a aplikace **nových metod** (Dr. Petra Urbanová, druhá přednáška o kostech)
- B) Integrace s **informacemi z jiných oblastí** (geologie, ekologie, archeologie)
- C) Integrace dokumentace v **centrální databázi**
- D) Vícerozměrná srovnání a **problematizace paradoxů: nové statistické a teoretické pohledy**



- T. Mořkovský (GA ČR 404/08/0582)

<http://databazelkp.sci.muni.cz>

- velké soubory lidských kosterních pozůstatků (NM, MZM)

V databázi je již 12795 jedinců z 659 lokalit

- propojení se SAS

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

23

## Perspektivy

### Vytváření nových metod

Při vytváření nových metod je třeba hodnotit, zaznamenávat a používat skelet lidí, jejichž osobní údaje (věk, pohlaví, výšku postavy, populační příslušnost znáte) - dokumentované soubory

<http://highfantastical.com/skeletal-collections/>

- A) **Dokumentované kosterní soubory:**
  - 1) Macerované a vysušené kosti z **pítev** (anatomické ústavy: selekce)
  - 2) Dokumentované **forenzní případy** (forenzní pracoviště: identita, dostupnost)
  - 3) Soubory z **exhumací** (hřbitovy nebo v krypty; asi nejpřirozenější vzorky populací, ale problém dokumentace (nápis a církevní záznamy, např. Spitalfields "coffin sample")

B) **Neinvazivní zobrazení živých lidí** (dnes RTG, CT, NMR: rozptýl paprsků, kalibrace, patologie).

C) **Parametry měřené na živém člověku** – antropometrie/osteometrie povrchové dostupných oblastí skeletu, zvláště na končetinách (jen pro určité rozměry) a také na chrupu (ortodontické a protetické modely).

Úvod do antropologie: Studium lidského skeletu v antropologii I

24

LITERATURA

**A) Údaje v kompenciích, metodických příručkách,** standardní, často se používá, množství relevantních údajů (problém v překladech/interpretacích, neúplnost popisu, přílišné zobecnění aj.)

Knußmann R. ed. (1988): *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen.* Jena - New York - Stuttgart: G. Fischer.

Langdon J. H. (2005). *The Human Strategy: An Evolutionary Perspective of Human Anatomy.* New York - Oxford: Oxford University Press.

Katzenberg N. A., Saunders S. R., eds. (2008): *Biological Anthropology of the Human Skeleton.* Second edition. Hoboken, New Jersey: Wiley-Liss.

**B) Originální studie** - velké množství, podrobné studie, aktuální směry výzkumu (výsledky a názory různých autorů na stejný jev se různí, často posun v metodice, někdy nelze přímo srovnávat, atd.)

*American Journal of Physical Anthropology*  
*International Journal of Osteoarchaeology*  
*Forensic Science International*

Výhody: **standardizace hlavní terminologie a metodiky**

**Sexuální dimorfismus ve vztazích řad kostí autopodia**

Teoretická část: Přehled dosavadních poznatků morfogenezi autopodia a vnitřních a zevních faktorů, které je ovlivňují  
 Praktická část: Srovnání proporčních vztahů jednotlivých řad kostí ruky u mužů a u žen.

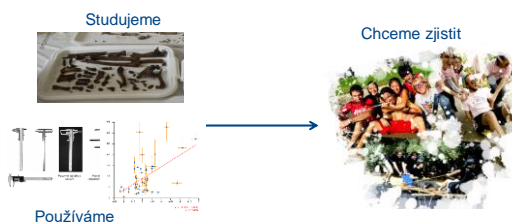
**Stanové rozdíly kústek středoušní dutiny**

Teoretická část: Přehled dosavadních poznatků o fyziologii vedení zvuku a funkční morfologii sluchových kústek.  
 Praktická část: Metrické/morfometrické zpracování menšího kosterního souboru a hodnocení stranových rozdílů v povrchové struktuře, rozměrech a tvaru *malleus* a *incus*.

**Zátěžové aspekty epifýz kostí končetin**

Teoretická část: Přehled poznatků o biomechanických vlivech na oblasti epifýz kostí končetin.  
 Praktická část: Vytvoření profilů šířkových rozměrů epifýz kostí končetin a sledování vlivu hlavních biomechanických faktorů (hmotnost, tělesná aktivita) na ně. Měření na živém člověku.

Závěr



Zabývat se kostmi ani používat metody na kostech  
 není cílem antropologie.  
**Cílem je člověk a jeho život.**