

# Metodologie a metody práce s holocéním osteologickým materiálem



**Václav Vančata**

*Antropologický ústav PřF MU Brno*

**Brno 2015**



*Projekt FITEAMP*

# Obsah

<b>Úvod.....</b>	<b>4</b>
Co je potřeba pro efektivní využití holocéního kosterního materiálu .....	5
Dokumentace holocéních skeletů a fragmentárních nálezů a jejich morfometrické zpracování	6
Tafonomie .....	6
Datování a určování stáří skeletového nálezu .....	6
Syntéza a interpretace pro dokumentaci nálezů .....	7
Faktory ovlivňující „polohu“ kostry v protohistorických a historických hrobech.....	8
Rekonstrukce dlouhých kostí .....	10
Lepení.....	10
Grafické rekonstrukce .....	11
Matematické modely a statistické odhady délky kostí nebo jejich částí.....	11
Praktická rekonstrukce kloubních ploch – odhad pro měření.....	12
<b>Práce v terénu .....</b>	<b>13</b>
Nejdůležitější faktory ovlivňující „polohu“ nalezené kostry v protohistorických a historických hrobech .....	13
Zásady pro práci s kostmi.....	14
<b>Vlastní práce s holocéním kosterním materiálem .....</b>	<b>15</b>
Nejdůležitější zásady pro práci s kosterním materiálem .....	15
Vlastní zpracování materiálu.....	15
Po dokončení práce .....	16
<b>Proč zkoumáme a měříme dlouhé kosti? .....</b>	<b>17</b>
Biomechanická analýza.....	17
Jak měříme dlouhé kosti? .....	18
<i>Osteometrické desky</i> .....	18
<i>Posuvná měřidla</i> .....	18
<i>Úhломěry</i> .....	18
<i>Speciální měřidla a přístroje</i> .....	18
Orientace a standardizace polohy dlouhých kostí .....	19
<i>Konkrétní možnosti a zásady pro rekonstrukci dlouhých kostí</i> .....	20
Regresní modely a korelace .....	20
<i>Regresní modely - metody</i> .....	21
<i>Korelace a regresní analýza femuru a tibie</i> .....	21
Testování .....	21
<b>Osteometrie postkraniálního skeletu .....</b>	<b>22</b>

<i>Specifika měření dlouhých kostí</i> .....	22
<i>Určování pohlaví</i> .....	23
<b>Definice základních rozměrů na kostech horní končetiny</b> .....	<b>24</b>
Prezentované rozměry .....	24
Kostra horní končetiny .....	24
<i>SCAPULA</i> .....	25
<i>CLAVICULA</i> .....	26
<i>HUMERUS</i> .....	27
<i>RADIUS</i> .....	30
<i>ULNA</i> .....	32
<b>Definice rozměrů na kostře dolní končetiny</b> .....	<b>36</b>
Definice vybraných rozměrů na křížové kosti a pánvi.....	37
<i>SACRUM</i> (vybrané rozměry - podrobně viz Drozdová 2003).....	37
<i>PELVIS</i> (Novotný 1981).....	39
Definice rozměrů na femuru, tibia a fibule .....	46
<i>FEMUR</i> .....	46
<i>TIBIA</i> .....	53
<i>FIBULA</i> .....	59
<i>TALUS</i> .....	61
<i>CALCANEUS</i> .....	63
<b>Metody rekonstrukce tělesné výšky a hmotnosti hominidů</b> .....	<b>68</b>
<i>Metody rekonstrukce tělesné výšky</i> .....	69
<i>Metody rekonstrukce hmotnosti</i> .....	73
<i>Rekonstrukce skeletálních ponderačních indexů a jejich význam</i> .....	77
<b>Odhady tělesné výšky a hmotnosti u holocénních a svrchně pleistocénních populací anatomicky moderního člověka</b> .....	<b>86</b>
<b>Odhady pohlaví a věku u holocénních kosterní nálezů</b> .....	<b>100</b>
Určení pohlaví.....	100
<i>Morfologické metody</i> .....	100
<i>Morfometrické metody (podle Brůžek et al. 2002)</i> .....	103
Odhad věku (dožití).....	104
<b>Závěry</b> .....	<b>111</b>
<b>Literatura</b> .....	<b>121</b>

# Úvod

Antropologická osteologie prodělává v posledních desetiletích prudký rozvoj, metodický i metodologický. To se týká nejen lebky, tradičního předmětu bádání kostní antropologie, ale především skeletu trupu a končetin. Tento typ výzkumu poskytuje řadu pro antropologii zásadních informací, které zkoumáním lebky nezjistíme a z principu ani zjistit nemůžeme. Jedná se zejména o rekonstrukci výšky a hmotnosti, rekonstrukci velikosti a tvaru těla a jeho proporcí, ale i odhady věku nebo analýzu některých patologií.

Práce s kosterním materiálem má pro antropology některá specifika, která vyplývají z faktu, že antropolog se často primárního zpracování kosterního materiálu neúčastní, nebo jen jako součást specializovaného týmu, a za tento materiál zodpovídá zpravidla jiná instituce než dané antropologické pracoviště. Výjimku tvoří do jisté míry například dlouhodobě zapůjčené kosterní materiály nebo kosterní materiály, které ztratily původního vlastníka, nejčastěji zrušením dané instituce nebo nedostatkem finančních zdrojů o materiály pečovat. Ve druhém případě může být problém nedostatečná dokumentace takto získaného materiálu.

Kosterní antropologie se výrazně liší od lékařské osteologie a forenzní antropologie kvalitou i škálou zkoumaného materiálu. Významnou odlišností je primárně populační chápání zkoumaného kosterního materiálu, a také snaha o komplexní výzkum takového materiálu, nejen z hlediska archeologického, ale také ekologického a genetického.

Vzhledem ke specifitě a vzácnosti kosterních nálezů ze svrchního pleistocénu, budeme se v této příručce zabývat především problematikou holocéního kosterního materiálu, který je mnohem početnější a umožňuje podrobnější analýzu variability kosterní populace, a také přesnější určení pohlaví a věku dožití jednotlivých skeletů.

V práci s takovým kosterním materiálem platí některé zásady obecné, stejné jako v paleontologii a archeozoologii, ale existuje řada specifíků, která jsou dána buď daným obdobím, nebo typem výzkumu, případně typem ukládání a katalogizace.

V zásadě se pracuje s následujícími typy kosterních pozůstatků:

1. staroholocéní nálezy – převážně nálezy z období neolitu a z části i doby bronzové (cca do 1500 let př.n.l.),
2. mladoholocéní nálezy, které můžeme dělit na: a) raně historické nálezy (doba bronzová, železná – více-méně starověk ), b) středověk, c) novověk,
3. kostry recentní – převážně pozdně novověké a současné) – zpravidla se jedná o sbírkový materiál se známým pohlavím eventuálně i věkem, a který je často využíván jako referenční a experimentální materiál (např. Myszka at al. 2012).

Práce s postkranialním materiálem má mnoho specifických atributů, které odlišují zpracování a analýzy postkranialního skeletu od práce s lebkami.

V první řadě jsou v některých sbírkách uloženy odděleně lebky a skelet postkranialní, někdy jsou tříděny i samotné kosti postkranialního skeletu. Dále katalogizace skeletů není unifikovaná a někdy je obtížné dohledat všechny skelety z dané lokality.

Zatímco práce s pleistocéním kosterním materiálem se řídí v zásadě pravidly běžnými pro práci s fosilizovanými ostatky jiných středních a velkých savců, při práci s holocéními skelety získávají na významu etické aspekty práce s kosterním materiálem. Vzácnost nálezů ostatků člověka z období paleolitu navíc sama o sobě generuje opatrnost a přísná pravidla se zacházením s ostatky paleolitických lidí.

Práce s holocéním materiálem by se již měla přísně řídit legislativou daného státu a regionálními zvyklostmi a tradicemi, včetně tradic náboženských. Je také třeba přísně se řídit pravidly práce s materiálem instituce, která nám materiál poskytuje nebo ho umožní získat. Materiál můžeme rozdělit opět na několik skupin, kde etika hraje různou roli.

Prehistorické a raně historické nálezy, zejména se jedná o nálezy z období neolitu, doby bronzové a železné, se často dotýkají specifických regionálních nebo i národních tradic – regionální mýty a pověsti, poutní místa etc. Při výzkumu je nutno respektovat všechny tyto aspekty, například pokud má regionální museum naplánovanou výstavu je nutné to v plánu výzkumu zohlednit. Velkou tradici mají například výzkumy keltských nalezišť, kde navíc mohou do hry vstupovat i skupiny náboženské jako neodriudové, šamanisté a podobně.

Výzkum starověkých, středověkých a novověkých skeletů se nutně řídí jak všeobecně uznávanými etickými pravidly pro zacházení s lidskými ostatky, a také legislativou a náboženskými zvyklostmi daného regionu. Neetičnost zacházení s ostatky, problematická nebo tendenční dokumentace, nebo zacházení s ostatky v rozporu s náboženstvím nebo ideologickým ráytem daného pohřbu, jsou naprosto nepřijatelné. Porušování těchto zásad může vést nejen k problémům nebo i trestnímu stíhání, ale může vážně poškozovat průběh daného projektu nebo i další výzkumy.

### ***Co je potřeba pro efektivní využití holocéního kosterního materiálu***

Základním požadavkem pro kvalitní výzkum je kompletní a komplexní dokumentace na všech úrovních. Velmi důležité jsou nálezové okolnosti (záchranný výzkum, dlouhodobý výzkum – tedy nálezy byly „předpokládány“ na základě předchozích výzkumů, leteckých snímků (Google maps například), nezbytná je i fotodokumentace nebo alespoň kresebná dokumentace uložení kostí, doprovodného materiálu a také půdy v okolí nálezů, stopy působení vody, zásahy do uložení nebo okolí.

Dokumentaci je nutno provádět, případně získávat z externích zdrojů s patřičným předstihem, aby se zabránilo situacím, kdy zahájím zpracování materiálu a nemám k dispozici ucelené informace, jako je stav hrobu a jeho vybava, jaké bylo původní určení pohlaví a věku dožitých zkoumaných skeletů. Samozřejmě i negativní informace je pro nás důležitou informací, která znamená, že například pohlaví

# **Dokumentace holocéních skeletů a fragmentárních nálezů a jejich morfometrické zpracování**

Pro dosažení maximálního pozitivního efektu při dokumentaci studovaného kosterního materiálu, je potřeba učinit několik základních kroků, které zabezpečí, že nebudeme výsledky studie interpretovat v rozporu s fakty, které se dotýkají okolností nálezů, jeho charakteru jak z hlediska věd o přírodě i věd geologických, tak z hlediska nálezových okolností historicko-archeologických.

## ***Tafonomie***

V první řadě je při hodnocení a výzkumu skeletů, zejména těch fragmentárních nebo silně poškozených, vhodné zhodnotit jak jejich kvalitu ovlivnilo uložení skeletů v půdě, případně jejich přirozená modifikace či manipulace s nimi. Touto problematikou se zabývá vědní obor tafonomie, obor, který je sice původem součástí paleobiologie, ale má hojně využití i v kosterní antropologii. Pokusme se proto nejprve definovat co je a co není tafonomie, kdy a za jakých nálezových okolností je nutné nebo vhodné výsledky tafonomické analýzy brát v úvahu při dokumentaci materiálu a jeho primárním zpracování.

Tafonomie je vědní obor, původně obor paleontologický, který se zabývá specifickou problematikou, a to jak a proč se ostatky organismů dostaly na místo svého nálezů, respektive lokality, kterou studujeme. Z tohoto hlediska nemá tafonomie nic společného se způsobem pohřbívání nebo dokonce pohřebními rýty.

Tafonomické interpretace založené na takových analýzách jsou vysoce spekulativní, a způsob pohřbívání nebo pohřbení rýty jsou ve většině případů velmi nepřesné zdroje informací i v případě, že mohly nějak ovlivnit uložení skeletu z hlediska tafonomického – například vikingský pohřeb na lodi.

Primárním zájmem tafonomického výzkumu je to, co se odehraje po pohřbení, resp. analogicky uložení skeletu přirozeným způsobem, například po zabití, náhlém úmrtí nebo jakékoliv přesunutí těla na místo jeho nálezů. Jedna z potenciálních a důležitých informací je, že se nestalo nic a skelet je na místě, kam se daný organismus dostal, když se začalo tělo rozkládat (vysoušet nebo jinak modifikovat) a vznikala kostra (mumie, atd.).

## ***Datování a určování stáří skeletového nálezů***

Pro zpracování skeletů je důležité také datování, resp. alespoň přibližné určení stáří uložení skeletu. Metody pro určování stáří holocéních skeletů jsou různé.

1. U prehistorických skeletů (nerad toto označení používám, ale lepší zatím není) je možno využívat absolutní datování, případně jiné exaktní paleontologické a archeobiologické metody jako je dendrologie, pedologie a biostratigrafie.

2. U mladších skeletů je použití takových metod omezené, a často i nemožné. Využívá se tedy analýza půdy, analýza doprovodného materiálu – biologického i archeologického a případně i doklady písemné (zejména pozdní středověk a novověk).

Absolutní datování pomocí isotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$  využívá organické látky buď přímo z kostí zkoumaných kosterních pozůstatků, nebo jiný materiál, například dřevo a dřevěné uhlíky. Přesnost odhadu stáří pomocí isotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$  je závislá na metodách kalibrace odhadu stáří a ta je v některých obdobích raného holocénu (tj. neolitu) dosti problematická.

Z toho vyplývá fakt, že přesnost odhadu stáří daného nálezu závisí na dalších oborech jako biostratigrafie, pedologie, archeozoologie a dendrologie případně archeobotanika. Pro použití těchto metod se však mohou vyžít pouze srovnatelné lokality, což může být v mnoha případech velký problém. Proto se metody dnes obvykle kombinují tak, aby byl odhad stáří co nejpřesnější.

Doprovodné metody samy o sobě nejsou schopny určit absolutní čas uložení (stáří dožití) skeletu daného jedince, ale jsou schopny hodně vypovídat o ekologii a specifických faktorech a jevech typických pro dané období – vlhké či suché období, způsob využívání ekosystému – pastevectví, zemědělci nebo lovci, atd.

Důležitá je rekonstrukce lokálního klimatu a ekologických podmínek pro níž je bezpodmínečně nutná kombinace různých metod.

### ***Syntéza a interpretace pro dokumentaci nálezů***

Tafonomické faktory i cíle výzkumu se liší podle jednotlivých etap evoluce člověka v průběhu holocénu. Velmi důležité je zjistit jak a proč se skelety na dané lokalitě ukládají, a to včetně změn půdy, vodního režimu (např. pravidelné záplavové oblasti), vlivu okolního biotického i abiotického prostředí.

Skelety se ukládají podle podmínek, v nichž se „vytvářejí“. Podle charakteru uložení může jít o místo smrti, místo sekundárního uložení (šelmy, pohřeb) nebo místo na které se „mrtvola“ nebo její části dostávají různým způsobem, ať už prostřednictvím vody, geologických událostí, přenašení člověkem nebo zvířaty, sesuvy půdy, působením lokálních ledovců a lavin, včetně kamenných sesuvů, atd. Skelety se ukládají, protože jsou to nejtrvanlivější tkáně v těle, které mají navíc přirozenou schopnost obohatit se minerály – fosilizovat.

Nejlépe se zachovávají zuby a čelisti, v některých případech i velké kosti jako pánev a femur. Kosti malé, čelisti a zuby se nacházejí „jinak“ než kosti velké – mohou působit různé „ekologické“ a geologické faktory – zejména pak voda.

Přesné datování a geologická analýza je základ jakékoliv tafonomické studie. Nález je naprosto nezbytné kvalitně zajistit, zabránit kontaminaci – jak anorganické, tak organické. Při odkrývání jakéhokoliv skeletu je naprosto nutné zajistit kvalifikovaně okolí.

Po zdokumentování skeletu se provede datování – absolutní i relativní, tedy v případě historických nálezů také zajištění všech možných vodítek pro datování a případné geologické změny – např. povodně a záplavy, eventuálně sekundární manipulace.

Je třeba si definovat rozdíly mezi tafonomií a oborem, kterému se dosti nešťastně říká „forensní“ tafonomie. Tafonomie, a může se jednat i o relativně recentní nálezy“, se zabývá tím, jak to, že jsme našli skelety v daném stavu a daném místě. Zásadním faktorem je čas, nikoliv příčina smrti, historický rámec smrti, zvláštní okolnosti smrti, etc. Tedy například mrtvé tělo sem zanesla povodeň a pod bahnem se rozložila a zachovaly se ty a ty části skeletu na takovém a takovém „území“.

„Forensní“ tafonomie se naopak zásadně zabývá příčinou smrti, tedy proč se dané tělo dostalo na toto místo a v jakém stavu. Tedy co se stalo mezi skutečným úmrtím a nálezem. Tedy vrah oběť uškrtil a odvedl na místo a vyhodil ji pak z vrtulníku. Vrtulníky ani uškrcení tafonoma nezajímají, ale zajímá jí to co se děje, když „mrtvolu policie čirou náhodou nenajde“, dokonce ani „Kůstka“ ne, a my po určitém čase, mohou to být desítky, ale i tisíce let, zbytky skeletu nalezneme.

Výjimečně se mohou zachovat nejen kosti, ale také šlachy, vazy a další fosilizovatelé části skeletu. Lidská tafonomie tedy není žádnou zvláštní výjimkou, kosti se zachovávají jako u ostatních středně velkých a velkých savců. Jinak řečeno, s výjimkou klasického pohřbívání není lidská tafonomie nijak odlišná od tafonomie paleontologické, tedy je-li kvalitní.

Pohřební rýty zpravidla nemají s tafonomií nic společného, je to stejný problém jako způsob zabíjení lvů – základní je vznik mrtvoly jako takové. Hromadné hroby známe i u zvířat – ovekiller například i lidský tafonom musí znát geologii naleziště, například kvůli povodním a sekundárním přemístování koster.

### ***Faktory ovlivňující „polohu“ kostry v protohistorických a historických hrobech.***

Polohu nalezené kostry, případně fragmentárního kosterního materiálu ovlivňuje řada faktorů. Fragmentární kosterní materiál vzniká buď přirozenou cestou, klasické jsou nálezy situace po velkých povodních, nálezy z říčních štěrků, půdních a skalních sesuvů apod, nebo působením člověka, příkladem jsou žárové hroby případně i kanibalismus a manipulace s lidskými ostatky z rituálních důvodů.

Nálezy skeletů, úplných nebo částečných (někdy byla například odnímána lebka) a jejich polohu pak ovlivňuje řada faktorů. Patří se například způsob uložení a charakter okolí (voda, písek, les, hory atd.), délka intaktního uložení, klimatické podmínky, seismická činnost, povodně, svahové pohyby, charakter podloží, bioturbance, zvětrávání díky částečnému odkrytí hrobu.

Vliv bioturbance a seismická činnost, jakož i pravidelné povodně bývají často podceňovány a hledají se jiné, mnohdy až absurdní zdůvodňování té či oné polohy kostry. Mnohdy chybí i důkladná pedologická analýza, která je schopná zjistit jak stabilní bylo prostředí z hlediska působení vody a jiných abiotických faktorů.

V každém případě je voda jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje nejen samotnou pozici skeletů, ale také jejich zbarvení či „fosilizaci“ nebo degradaci kostní tkáně daného skeletového nálezu i celé zkoumané lokality. Vliv vody může být u historických nálezů dobře dokumentovaný v kronikách a záznamech různých institucí, církevních, státních nebo v lokálních záznamech místních vládnoucích skupin jako jsou velké šlechtické rody, kupecké gildy, a podobně.



Důležitá je také analýza primární a sekundární manipulace s kosterními pozůstatky. Patří se rušení a obnovování hřbitovů a hrobek, opakované vylupování a hanobení hrobů v dané lokalitě a podobně. Jednorázové vyloupení či zhanovení hrobu se určuje těžko, s výjimkou „vampyrstických“ a „čarodějnických“ a podobných hrobů, u kterých je ovšem interpretace manipulace s ostatky čistě spekulativní.

Při výzkumu středověkých i novověkých lidských kosterních ostatků je třeba brát v úvahu řadu dalších faktorů, které mohou významně omezit rozsah i časovou délku výzkumu, jedná se o specifika židovských hrobů a hřbitovů, výzkumy významných osobností a jejich rodin, výzkumy skeletů specifických etnických skupin, které mohou být uloženy v muzejních sbírkách, atd.

V případě manipulací se skelety nebo jejich částmi musíme vzít v úvahu i jiné než lidské typy manipulací např. „zoomanipulace“ (psi, lišky, vlci) nebo působení kořenových systémů a pravidelné posuny na svazích v souvislosti s deforestací (například nedávný případ přívalových děšťů v Dolních Věstonicích).

## ***Rekonstrukce dlouhých kostí***

Pokud chceme pro naše studium využít postkraniální skelet, je třeba si uvědomit, že informace z analýzy jednotlivých kostí, nebo jejich částí, mají pouze dílčí význam. Proto by mělo být naší snahou zkoumat co největší množství relevantních dlouhých kostí, abychom mohly využít komplementárních informací, například horní a dolní epifyzy v jednotlivých kloubech, poměry segmentů končetin, a podobně.

V praxi se však velmi často potýkáme se situacemi, kdy máme sice k dispozici poměrně kompletní skelety z daného období, ale dlouhé kosti jsou polámané a různě poškozené. Právě pro výzkumy, které mají za úkol rekonstruovat tvar a velikost těla u daných populací (jinými slovy – výšku, hmotnost, skeletální ponderální indexy a proporce končetin), biomechaniku pohybu nebo zátěž a charakter kostry související s ekologickými podmínkami, je velmi důležité mít alespoň základní údaje.

V případě výzkumů, které se budou zabývat rekonstrukcí tvaru a velikosti těla to znamená mít k dispozici délku kostí a specifické metrické údaje pro epifyzy, případně i diafýzy dlouhých kostí. Ne všechny kosti skeletu jsou pro tyto účely zásadně důležité a dobře rekonstruovatelné, nejvýznamnější jsou kosti dolní končetiny a délky kosti pažní případně i kosti vřetení.

Dlouhé kosti je často nezbytné rekonstruovat, abychom mohli vypočítat nebo alespoň odhadnout výšku (viz kapitola Testování) zkoumané kosterní populace a její tělesné proporce jakož i charakter rozdílů mezi pohlavími v dané populaci. Podobně odhady velikosti některých částí skeletu, například velikost hlavice femuru jsou důležité pro odhad, byť jen orientační, tělesné hmotnosti.

### ***Lepení***

Nejběžnější formou rekonstrukce dlouhých kostí je jejich lepení s možným, i když ne příliš žádoucím využitím různých dočasných nebo permanentních spojovacích médií (dočasné – různé druhy plastelín, permanentní – včelí vosk). Před lepením je naprosto nezbytné jednotlivé části dlouhých kostí zdokumentovat, popsat míru poškození jednotlivých částí a zvolit vhodnou metodu rekonstrukce. Jako další důležitý krok je třeba najít, které kosti mají kontaktní části lomu, jinými slovy důkladně k sobě přisedají. V případě, že jsou lomy kostí znečištěné je třeba je šetrně očistit tak, aby k sobě obě strany co nejlépe přiléhaly.

V těchto případech je možno jednotlivé části poměrně úspěšně slepit, volba lepidla je zpravidla dána volbou instituce, ve které budou skelety katalogizovány a uloženy. Lepidlo by mělo být rozpustné nějakým na kosti neinvazivním činidlem, aby mohly být kosti v případě nutnosti uvedeny do původního stavu. Často se používá Kanagom, vodou rozpustná lepidla jsou nevhodná, protože případná vyšší vlhkost vzduchu může lepidlo degradovat a kosti se pak rozpadají.

Při lepení kostí musí být zachovávány standardní postupy. Kostí se musí lepit *per partes*, postupně, a kost musí být vždy, je-li to možné, lepenou částí ve vertikální poloze – tedy pro lepení využívat gravitační síly. Kost by měla být stabilizovaná – používá se obvykle ták s vysokou vrstvou písku a případně i opory jako je plastelína, špejle v kombinaci s plastelínou a

podobně. V nouzi lze využít i očištěné zápalky. Lepený šev musí důkladně zaschnout, jinak se kost buď rozpadne, anebo dochází k distorzi – tedy kost zůstává křivě slepená. K distorzi lepené kosti může dojít i v případě pokud se kost „samovolně“ pohne, například není-li dostatečně stabilizovaná ve vertikální poloze.

### ***Grafické rekonstrukce***

Grafická rekonstrukce je jednou z možností jak získat alespoň přibližné údaje o délce kostí nebo některých jejich částech důležitých pro rekonstrukci velikosti a proporcí zkoumané kosterní populace. V podstatě máme čtyři možnosti. První, nejjednodušší, je využít existujících částí kostí, stabilizovat je na plastem pokrytém milimetrovém papíru a za pomoci pomůcek je dát do pozice, která by optimálně odpovídala tvaru kosti jako celku. Můžeme využívat různé kontroly, ať už klasické – pomocí průsvitného papíru obkreslením obrysu kosti (můžeme využít i dioptrograf), nebo moderní – digitalizací existujících částí kostí. Tento postup se osvědčil v případě relativně dobře zachovalých kostí a to jak při rekonstrukci délky, tak i velikosti hlavice či tvaru kloubních ploch.

Druhou možností je využít pouze klasické grafické metody, například tím, že obkreslíme tvar z fotografií (samozřejmě velikost 1:1). Tato metoda není příliš přesná a je využitelná pouze u poškozených dlouhých kostí – dobré je využít jako srovnávací model obdobnou relativně dobře zachovalou kost.

Třetí možností je využít pokročilých počítačových metod. Tyto metody jsou ale poněkud komplikované a zatím je jejich využití efektivní pouze u vzácných nálezů nebo ve forenzní antropologii. Metodologií pokročilých počítačových metod se nebudeme v této příručce zabývat, praktikuje jí například specializovaná skupina UA Masarykovy university, která zájemcům může poskytnout relevantní informace. Poslední možností odhadu délky kostí je využívání matematických a statistických modelů.

### ***Matematické modely a statistické odhady délky kostí nebo jejich částí***

Délka kostí může být odhadována na základě matematických modelů nebo statistických metod, které umožňují vypočtení věrohodné korelace mezi určitou částí kosti a její maximální, případně jinou standardně měřenou, délkou. Můžeme tedy odhadovat jak délku dané kosti tak i některý z dílčích rozměrů jako je například velikost hlavice stehenní kosti.

Délka femuru a tibie může být odhadována lineárními regresními modely, případně i postupnými mnohočetnými regresními modely (stepwise multiple regression - Vančata 1991 a, b, 1994, 1996).

Velikost hlavice může být odhadována až 24 lineárními i mnohočetnými regresními modely. Na rekonstrukce rozměrů femuru a tibie je možno použít naše původní regresní rovnice (viz materiál a metody Vančata 1991 a, b, 1993, 1994, 1996). Na odhad délky humeru a radia jsme převzali regresní rovnice z literatury (McHenry 1974 - humerus, Griane and Susman 1991 - radius).

Při studiu délky končetin, jejich poměru a proporcí je hlavním problémem nedostatek údajů o délce končetin. Tím jsou značně omezeny i naše možnosti rekonstruovat a interpretovat

variabilitu v délce končetin, jejich poměru a proporcích u jednotlivých fosilních skupin hominoidů.

Také je třeba vzít v úvahu, že femury jsou nacházeny častěji než tibie, a humery častěji než radia (srov. McHenry 1992a). Abychom mohli získat podrobnější a hlubší informace o proporcích končetin a jejich variabilitě je nutno ověřovat matematické modely nebo výsledky výpočtů korelačních rovnic spolehlivými postupy. V našem případě studovali jsme simultánně dva soubory délek femurů, tibií, humerů a rádií.

Jeden soubor obsahoval originální nebo rekonstruované délky kostí a druhý soubor obsahoval simulované chybějící údaje druhé chybějící kosti na dolní nebo horní končetině. Tato simulace, záměrně nepoužíváme slovo odhad - většinou jde totiž o odhad z odhadu, nebyla nijak složitá. Chybějící délka kosti byla odhadována buď regresní formulí, pokud to bylo možné, nebo na základě průměrného proporčního indexu (krurálního nebo brachiálního) v dané skupině a srovnáním s podobnými fosilními nálezy, u kterých je známá, případně alespoň rekonstruovatelná, délka kosti.

Kosti dolní a horní končetiny mohou být ve většině případů rekonstruovány a studovány současně, je-li skelet poměrně zachovalý nebo odděleně v případě většího poškození horní nebo dolní končetiny. Tento přístup je nutno zvolit v případě, kdy podobné a srovnatelné kosti zřejmě pocházejí z různých stran skeletu, nebo v heterogenním souboru, protože takový postup snižuje riziko chybné interpretace.

I když by se první pohled zdálo, že tento přístup výrazným způsobem zatíží výsledky nepřesností, opak je pravdou. Srovnávací analýza ukázala, že taková simulace výsledky výrazně zpřesňuje, a že jsou řádově srovnatelné s výsledky analýzy originálních dat v dostatečně početných souborech. Potvrzuje to i analýza brachiálního a krurálního indexu obou souborů, tedy originálního a simulovaného.

Abychom zjistili relativní délku končetin ve vztahu k parametrům velikosti těla, provedli jsme korekci délky končetin i jednotlivých segmentů (srov. Jungers 1977). Pro daný účel nám posloužila jednoduchá korekce, lépe index, kdy byla délka dané části v milimetrech vydělena buď hmotností v kilogramech, nebo výškou v centimetrech.

### ***Praktická rekonstrukce kloubních ploch – odhad pro měření***

Odhad poškozených kloubních ploch a jejich měření je důležité pro účely odhadu tělesné hmotnosti a biomechanické analýzy. Nejjednodušší je to v případě hlavice femuru nebo humeru a hlezenního kloubu.

Distorze se dá buď odhadnout, nebo využít jednoduchých grafických metod, nebo chybějící část „doplnit“ neinvazivním médiem například plastelínou nebo obdobnými, nemastnými, hmotami z plastů.

Samořejmě je možné využít i fotografií a grafického softwaru, je však potřeba vzít v úvahu velikostní kalibraci a případná zkreslení snímaného objektu. Digitalizace poškozených kloubních ploch je nezbytná pro biomechanické analýzy.

## Práce v terénu

Pokud se antropolog přímo účastní terénního výzkumu nebo je součástí výzkumného projektu, měl by jasně definovat své potřeby ohledně materiálu a měl by mít jasno, pro jaké účely lze skelety využít, např. studium DNA nebo rekonstrukce, biomechanický výzkum, atd.

Požavky by měly odpovídat realitě, např. omezení záchranného výzkumu, a měl by je mít alespoň rámcově zajištěny z hlediska financování výzkumu. Výzkum by měl být připraven i na vhodné uložení skeleté (vhodné krabice a boxy, pevné kvalitní sáčky, apod) a dokumentaci skeletového materiálu, tedy záznamové archy odpovídající záměru daného výzkumu i potřebám instituce, která nám dává možnost daný kosterní materiál využívat.

Pro antropologa, respektive pro jeho následné srovnávací analýzy, je velmi důležité přesné určení stáří a geologická analýza – tafonomie nálezů a jejich základní zařazení do určitého obecnějšího rámce.

Nález je proto naprosto nezbytné kvalitně zajistit proti zásahům neoprávněných osob, a zabránit invazivním zásahům. Pokud budou prováděny molekulárně biologické a jiné experimentální analýzy je nutno zabránit kontaminaci – jak anorganické, tak organické.

Při odkryvání jakéhokoliv skeletu je naprosto nutné zajistit kvalifikovaně okolí nálezu, jedine tak je možné zjistit údaje důležité pro tafonomii a charakter a modifikace nalezeného skeletu – například voda s vysokým obsahem solí, záplavová měkká voda, bioturbance – zejména rostlinná, atd.

Po zdokumentování skeletu je třeba určit stáří nálezu a zajistit všechna možná vodítka pro datování a případné geologické změny – např. povodně a záplavy, eventuálně sekundární manipulace, určit alespoň předběžně pohlaví a případně i věk daného nálezu.

V tomto ohledu není, s výjimkou klasického pohřbívání, lidská tafonomie nijak odlišná od tafonomie paleontologické. I lidský tafonom musí znát geologii naleziště, například kvůli povodním a sekundárním přemístování koster, je nutné provést i zooarcheologickou analýzu místa, kde byl skelet(y) nalezen(y)

### ***Nejdůležitější faktory ovlivňující „polohu“ nalezené kostry v protohistorických a historických hrobech***

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující polohu kostry nebo jejích částí patří následující faktory:

1. Způsob uložení a charakter okolí (voda, písek, les, hory atd.), délka intaktního uložení, klimatické podmínky, seismická činnost, povodně, svahové pohyby, charakter podloží, bioturbance, zvětrávání díky částečnému odkrytí hrobu.
2. Důležitá je také indentificka primární a sekundární manipulace s kosterními pozůstatky. Patří sem například rušení a obnovování hřbitovů a hrobek (je možné dohledat v záznamech a historických dokumentech), vylupování a hanobení hrobů.

Dále je to i specifika různých lokalit, jako je specifická situace při odkrývání židovských hrobů a hřbitovů, ale i dalších specifických typů hrobů a hřbitovů, jako jsou národně důležité hroby (Vyšehrad) a hřbitovy (Vinohradské hřbitovy), hřbitovy u významných klášterů a sídel, hrobky významných šlechtických rodů nebo historicky významných rodin, atd.

Dobré je se pokusit identifikovat i jiné typy manipulací např. „zoomanipulace“ (psi, lišky, vlci).

### ***Zásady pro práci s kostmi***

Pracujeme-li v muzeu nebo jakémkoliv jiném depozitáři, přísně zachováváme pravidla dané instituce.

1. Předem si zjistíme, jak jsou kosti katalogizovány a zda je možný přístup do katalogu i pro externí badatele, případně zda není omezení pro studenty.
2. Zpravidla nezkoumáme víc jak jeden skelet nebo jeho část, abychom stoprocentně garantovali, že vše bude řádně vráceno do krabice a místa kde byl výzkumný materiál původně v dané instituci uložen.
3. Úzkostlivě si zaznamenáváme označení skeletu a jeho částí a systematicky je vracíme zpět do „obalu“, po změření zkontrolujeme správnost vložení.
4. Vytvoříme si, po konzultaci s pracovníky instituce, pracovní program a způsob zkoumání materiálu.
5. Veškerý způsob dokumentace, např. fotografování, musí být oficiálně schválen a musí být dohodnuty také podmínky v jakém rozsahu a za jakých podmínek mohou já, nebo i moje mateřská instituce, dokumentaci využívat.

## Vlastní práce s holocénním kosterním materiálem

Pro vlastní výzkumnou práci musíme mít dobře promyšlený a strukturovaný protokol s podrobným záznamem co a kdy měříme. Protokol by měl být standardizovaný s jasným označením skeletu i zkoumaných parametrů, to platí zejména pro přímý počítačový výstup.



Fig 1. Práce v osteologické laboratoři (©White et. al 2012)

### *Nejdůležitější zásady pro práci s kosterním materiálem*

#### *Vlastní zpracování materiálu*

Při vlastním měření nebo jiném zpracovávání kosterního materiálu musíme dodržovat několik elementární zásad:

1. Musíme se s danou institucí předem dohodnout, zda budeme moci používat vlastní měřidla nebo máme používat místní měřidla a přístroje.
2. Fotodokumentace se provádí zásadně a bezvýhradně po dohodě a za podmínek stanovených danou institucí.
3. Měření se provádí na vyhrazeném místě, kosti se pokud možno nepřenášejí. Záznam do protokolů je nutno provádět průběžně a důsledně kontrolovat záznamy.

4. Jakékoliv problémy co nejdříve konzultujeme s kurátorem sbírek nebo příslušnou odpovědnou osobou.
5. Dokumentaci a naměřené údaje pravidelně kontrolujeme. Je důležité jak z hlediska možných chybných záznamů (např. čísla daného skeletu nebo určení pohlaví), tak a zejména z důvodu možných systémových chyb nebo náhodných „přehození“ a podobně, což se často stává u naměřených údajů.

### ***Po dokončení práce***

Stejně jako v předchozím případě je nutno provést následující:

1. Zkontrolujeme, zda vše je v pořádku, a to jak při každém odchodu z místa zkoumání, tak i po uzavření výzkumu.
2. Korektní ukončení a „úklid“ materiálu umožňuje např. jeho snadnou revizi, ale především umožňuje rychlé vyhledání a práci jiným badatelům, kteří budou studovat dané kosterní sbírky.
3. Předání pracoviště, nebo i kopií protokolů, příslušným odpovědným osobám, s tím, že vyhovím jejich eventuálním dodatečným požadavkům.



## Proč zkoumáme a měříme dlouhé kosti?

Mezi nejčastější důvody proč studujeme a měříme dlouhé kosti patří následující typy výzkumů:

1. Studium skeletu dolní nebo horní končetiny pro různé cíle jako je biomechanika kostí, paleoantropologické a evolučně antropologické analýzy – například pánve, femuru, kostra nohy, apod.,
2. Rekonstrukce tělesné výšky, hmotnosti a proporcí, tedy výzkum velikosti a tvaru těla v dané populaci.

Pro výpočet výšky těla a odhad proporcí končetin je důležité mít relativně úplné dlouhé kosti, zvláště femur, tibia, humerus a radius. Z tohoto důvodu je v mnoha případech nutná rekonstrukce důležitých dlouhých kostí, nebo alespoň kvalifikovaný a porovnatelný odhad jejich délky.

Pro výpočet hmotnosti je možné využívat různé kosti pletence dolní končetiny, nejdůležitější jsou femur a tibia.

Odhady hmotnosti za pomoci kostí pánevních nebo kostí křížové nejsou přesné a často ani nejsou porovnatelné u obou pohlaví. I v tomto případě musíme v mnoha případech rekonstruovat příslušné části skeletu, kloubní plochy nebo i pánev (srov. Myszka, Piontek, Vančata 2012).

### ***Biomechanická analýza***

Pro biomechanickou analýzu skeletu se nejčastěji využívá analýza velikosti drsnatin a úponů svalů (srov. Myszka 2006), analýza tvaru a průřezu diafýz a případně i kloubních ploch.

Analýzy průřezů diafýz, nebo jiných parametrů diafýz, jsou poměrně složité, zpravidla vyžaduje použití CT, také je poměrně obtížná standardizace jednotlivých průřezů (srov. studie Ruffa a jeho kolegů).

Velmi důležitá je také analýza kloubních ploch a jejich zatěžování, ale v tomto případě se objevuje množství různých problémů. V první řadě je to poměrně obtížná standardizace výsledků, a to i přes to, že existuje mnoho relativně dobrých a efektivních metod. Jednou z příčin může být to, že způsob zatěžování jednotlivých kloubů, jakož i jejich formování v průběhu ontogeneze je velmi individuální.

Mohou být využívány také rentgenové snímky (srov. Myszka, Piontek, Vančata 2012). V tomto případě je problém jednak kalibrace přesnosti rentgenových snímků a v neposlední řadě jsou problémem také systémové nepřesnosti a těžko predikovatelné rozdíly mezi pohlavími. Systémové nepřesnosti vyplývají z jasného faktu, že kloubní chrupavky jsou u každého z nás v daném kloubu různě tlusté a kostní parametry mohou, ale nemusí reprezentovat věrohodně jejich skutečné zatěžování.

## ***Jak měříme dlouhé kosti?***

Dlouhé kosti měříme jako jakékoliv jiné kosti lidského skeletu s využitím mezinárodně uznávaných standardů („Martin, Saller – Knussman“ viz literatura a definované rozměry této příručky.) nebo rozměrů, které byly jako standard ustaveny danou komunitou badatelů (srov. Trinkaus at al Dolnověstonické studie, Piontek Vančata 2002, Vančata 1998). Pro měření dlouhých kostí je zapotřebí jejich měření vhodnými osteometrickými nástroji.

V dalším si uveďme základní a běžně používané nástroje, nebo jejich „náhražky“, které se využívají při měření dlouhých kostí.

### ***Osteometrické desky***

***Osteometrická deska klasická*** . je velmi drahá, velká a těžká. Obtížně se s ní manipuluje, vzhledem k její ceně i obtížné manipulace se používá stacionárně.

***Improvizovaná osteometrická deska*** je velmi mobilní a přesný nástroj, kdy se využívá dvou listů kvalitního a kalibrovaného milimetrového papíru od renomovaných firem produkujících rýsovací potřeby a běžně dostupný plastický obal na dokumenty. Dále je nutno mít pravoúhlé trojúhelníky a případně pravoúhlý dřevěný hranol a úhломěr s otočným ramenem a navázanou nití, nejlépe kvalitní režnou nití – je to levná, malá a lehká varianta. Výhodou je jednoduchá manipulace a přenosnost, je ale náročnější na přesnost sestavení i vlastní měření.

### ***Posuvná měřidla***

Klasické antropologické posuvné měřidlo je velmi drahé a pro měření menších kostí i nepříliš přesné.

Technická posuvná měřidla jsou levná, přesná, ale ne vždy vhodná. Výhodou je, že je možné je napojit přímo na počítač.

Speciální osteometrická měřidla jsou velmi drahá, ale velmi přesná a vhodná.

### ***Úhломěry***

Úhломěry antropologické velmi drahé a málo přesné, někdy jsou dosti nevhodné k měření dlouhých kostí.

Úhломěry technické jsou velmi levné, ale vhodné úhломěry jsou obtížně k sehnání, jsou však přesné a snadno manipulovatelné

### ***Speciální měřidla a přístroje***

Patří sem doteková měřidla s hrotem, posuvná měřidla s posuvnými rameny přístroje na měření průřezů, hustoty a struktury, atd.

Pokud se nejedná o sériově vyráběné přístroje, může být pořizovací cena značně vysoká, pro mnohá pracoviště prakticky nedostupná. V mnoha případech je jejich obecné využití diskutabilní.

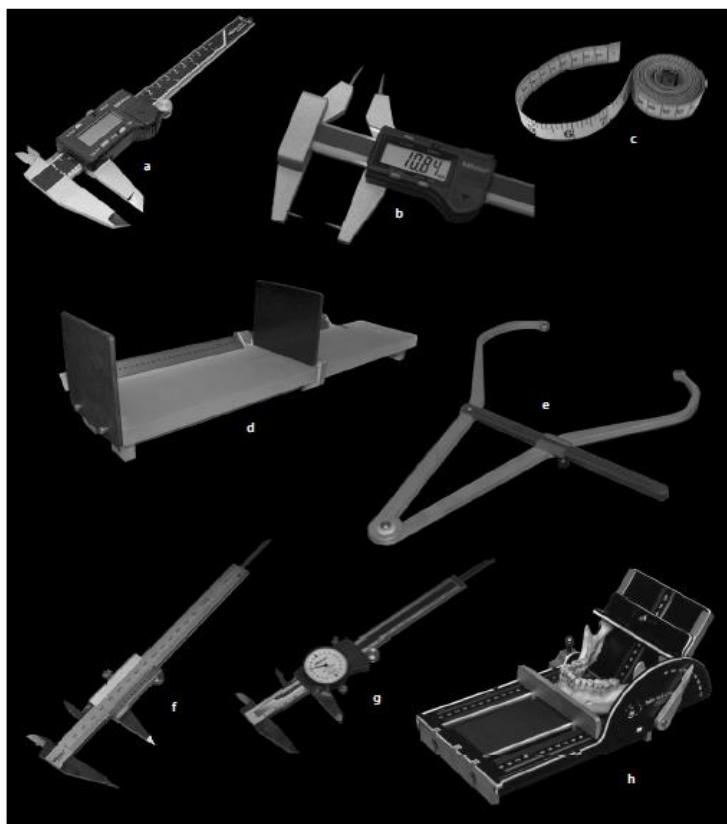


Fig 2. Osteologická měřidla – možný výběr pro osteologické laboratoře (©White et. al 2012)

### ***Orientace a standardizace polohy dlouhých kostí***

Pro měření dlouhých kostí je zásadně důležitá správná a přesná standardizace polohy kosti a stanovení jednotlivých os kosti. Při práci na osteometrické desce je to u velkých kostí poměrně jednoduché, i když někdy si musíme vypomoci stabilizační hmotou, například plastelínou. U mnoha menších kostí postkraniálního skeletu je to obtížnější, ale pro měření úhlů nebo speciálních rozměrů naprosto nezbytné. Někdy je pak výhodné kosti digitalizovat, tedy pořídit digitální fotografie daných kostí.

Velmi důležitá je však stabilizace i při dalších způsobech měření. S úspěchem lze využít plastelínu nebo různé specializované držáky, ale v mnoha případech je nutný standardní přístup přidržování kosti rukou.

Pro měření epifýz je důležité také posouzení kvality kosti a kloubních ploch. Kostí jsou ve výjimečných případech intaktní, v některých případech, třeba u starších jedinců, je kost intaktní, ale má patologické změny.

Výrazné patologie na kloubech jsou nevhodné k měření. Kost může být, a často bývá do různé míry abradovaná. Je nutné posoudit situaci individuálně a rozhodnout se co je a není nutné

měřit. Omezením pro měření může být i to, že kost je extrémně křehká a podobně. Zpravidla jsou poškozené i kloubní plochy, měřit jen nezbytné rozměry, které můžeme v rámci možností i rekonstruovat.

### ***Konkrétní možnosti a zásady pro rekonstrukci dlouhých kostí***

Jak bychom měli správně rekonstruovat dlouhé kosti a kloubní plochy uvedeme v následujících částech textu.

Při rekonstrukce kostí v **diafýze**, například při měření délky se můžeme setkávat s následujícími situacemi:

- 1. Kost je zlomená, ale existují kvalitně zachované kontaktní plochy na diafýze.** Kost je možno slepit, je však nutná fixace a přísná kontrola osy kosti po slepení.
- 2. Kost je zlomená nemá dostatek kontaktních ploch na diafýze** Lze využít vyztužení pomocí dřeva, případně nějakého plastičtějšího materiálu, který se zasouvá do dutin diafýz a použije se případně i další vyztužení. Je nutná přísná kontrola rekonstrukce, osa a torze kosti, nesmí se používat kov.

Podobně při rekonstrukce **kloubních ploch**, eventuálně diafýzy se můžeme setkat s následujícími problémy:

- 1. Kost je zlomená - existují kontaktní plochy na diafýze, ale jsou poškozené epifýzy/kloubní plochy** – musíme posoudit, zda poškození je tvarově logické nebo je příliš devastující
- 2. Kloubní plochy eventuálně epifýzy jsou abradované** – musíme posoudit individuálně a rozhodnout se co je možné měřit a rekonstruovat.

Je-li možné domodelovat tvar, měřit můžeme. S výhodou lze využít zbytky kompaktní kosti/povrchu kloubu na spongióze

### ***Regresní modely a korelace***

Pro rekonstrukci výšky a hmotnosti se používají nejčastěji regresní metody. Existují dvě základní strategie regresních modelů:

1. Použít nejpřesnější odhadní parametr i za cenu jeho rekonstrukce,
2. Využít jakéhokoliv zdroje bez ohledu na přesnost, správněji nepřesnost odhadu.

*Pro vytváření regresních modelů je nutno velmi pečlivě studovat nejen regresní vztahy, ale také vztahy korelační a kovarianční Před definitivním vytvářením modelů, ať už po stránce biologické tak po stránce statistické, je třeba znát limity modelů.*

## ***Regresní modely - metody***

Klasická regrese metodou nejmenších čtverců – korelace a kovariance – je stále běžně využívána. Existují však vážné problémy s odhadem variability parametru v populaci – klasický regresní model jej může snižovat, navíc jsou zpravidla různé rovnice pro muže a ženy. Test významnosti regresního a korelačního koeficientu je naprosto nezbytný. Mnohočetná regrese se používá málo a má sporné výsledky. Existuje totiž velký problém výběru závislých a nezávislých proměnných. Nejvhodnější jsou specializované regresní metody. Metoda hlavní osy je nejpoužárnější. Metoda redukované hlavní osy je statisticky zřejmě nejkorektnější ale....

### ***Korelace a regresní analýza femuru a tibie.***

Odhady výšky těla na základě metrických znaků dlouhých kostí jsou z hlediska přesnosti a věrohodnosti odhadu u různých kostí různé. Daleko nejpřesnější jsou odhady na základě délky femuru, a to i délky rekonstruované. Dobré výsledky jsou i pro délky humeru, u ostatních kostí je přesnost odhadu velmi malá a odhady jdou nedůvěryhodné. Odhady tělesné hmotnosti jsou ještě složitější, nejčastěji se používá velikost hlavice femuru, ale výsledky jsou mnohdy problematické (srov. Myszka, Piontek, Vančata 2012).

## ***Testování***

Jak jsme ověřili podrobnou statistickou analýzou (Vančata 2003) testování výpočtu tělesné výšky lze ověřit velmi jednoduchou „anatomickou“ rekonstrukcí, kterou jsme po velkých diskuzích poprvé vyzkoušeli s prof. Emanuelem Vlčkem při rekonstrukci výšky dolnověstonických jedinců. Přes mé velké obavy reagoval E. Vlček velmi pozitivně a řekl, že to stojí za otestování (Graf 3). Na základě dalších analýz víme, že existuje určitý rozdíl mezi gravetskými paleolitickými skeletálními populacemi a kosterními populacemi lidí z holocénu, možná i pozdního paleolitu. Z tohoto důvodu byl výpočet pro anatomickou rekonstrukci pro holocénní populace modifikován (viz níže). Způsob rekonstrukce je uveden níže.

### Svrchní paleolit:

Rekonstruovaná „anatomická“ výška (AV)

AV = **Suma** délek dlouhých kostí (Femur+Tibia+Humerus+Radiua) + 20 % Suma

### Holocénní lidské populace:

AV = **Suma** délek dlouhých kostí (Femur+Tibia+Humerus+Radiua) + 15 % Suma

Posléze provedeme porovnání vypočtené a „anatomické“ výšky pro každého jedince a statisticky vyhodnotíme fluktuaci odhadů. Z našich zkušeností je přesnost odhadu podobná jako přesnost odhadu z forenzního dobře zachovalého materiálu (max plus mínus 2,5 – Dobisíková osobní sdělení – viz Obr. 30).

## Osteometrie postkraniálního skeletu

Osteometrie postkraniálního skeletu je specifická část osteometrie, protože některé části postkraniálního skeletu mají zásadní a nenahraditelný význam pro analýzu velikosti a tvaru těla zkoumaných jedinců i celkové kosterní populace. Je nutno ale rozlišit v přístupu k měření poměrně kompaktní, ale trojrozměrné pánve a měřením dlouhých kostí, kde převládá lineární stavba a často dochází k poškození nebo zlomení některých jejích částí.

**Pánev** je zásadně důležitá pro stanovení pohlaví. K problematice stanovení pohlaví významně přispěli čeští antropologové Vladimír Novotný a Jaroslav Brůžek (viz literatura).

**Dlouhé kosti** zejména femur, tibia, humerus a radius jsou nezbytné pro odhady tělesné výšky a hmotnosti a v mnoha případech mohou přispět i ke zpřesnění odhadu pohlaví daného jedince.

Krátké kosti autopodia, klíční kost, lopatka, obratle a žebra jsou sice obtížněji měřitelné, ale i tyto kosti mohou v mnoha případech přispět i ke zpřesnění odhadu pohlaví daného jedince, mohou to být například talus nebo calcaneus.

V osteometrii dlouhých kostí jsou nejdůležitější délkové přímé rozměry, úhly (zvláště na femuru). Často se měří i obvody kostí, hodnotí se také tvar a velikost kloubních ploch, průřezy.

### *Specifika měření dlouhých kostí*

Měření dlouhých kostí má však oproti měření lebky mnohá specifika.

Jsou to:

1. Problém identifikace pohlaví a věku,
2. Problém identifikace příslušnosti k danému skeletu,
3. Kostí z jednoho skeletu mohou být i různě zbarvené a dokonce i různě mineralizované,
4. Problém poškození dlouhých kostí a jejich rekonstrukce,
5. Časté poškození diafýz,
6. Poškození a abraze epifýz, zejména kloubních ploch,
7. Specifická poškození kloubních ploch vzniklá neopatrnou manipulací nebo křehkostí kostí při odkrývání skeletů.
8. Nevhodnost některých kostí k rekonstrukci tvaru a velikosti těla – značná nepřesnost odhadovaných hodnot.

Pro analýzu proporcionality těla a jeho částí jsou důležité následující parametry:

1. Poměr tělesné výšky a délky segmentů ponderální skeletální indexy (viz dále)
2. Poměr délky horní a dolní končetiny
3. Index humero-femoralis
4. Index brachio-radialis

5. Index radio-tibialis
6. Proporční indexy – např. velikost hlavice a délky femuru
7. Poměr délky kostí a velikosti epifýz
8. Poměr délky kostí a průřezů nebo obvodů

### ***Určování pohlaví***

Určování pohlaví je u dlouhých kostí do značné míry závislé i na určení pohlaví pomocí typických pohlavních znaků na pánvi a lebce.

### **Pohlaví se určuje buď morfologicky:**

1. Podle znaků na pánvi
2. Podle znaků na lebce
3. Podle znaků na dalších kostech (např. femur)

### **Pomocí metrických znaků**

1. Statistickou analýzou jednotlivých znaků
2. Pomocí diskriminačních rovnic
3. Jinými statistickými postupy (viz literatura)

## **Definice základních rozměrů na kostech horní končetiny**

### ***Prezentované rozměry***

Všechny níže uvedené definice vycházejí buď ze základní literatury (viz Knusmann, časký Drozdová 2003), a byly ověřené v řadě publikací a diplomových a disertačních prací, nebo byly definovány uvedenými autory a přijaty v reprezentativních publikacích jako doplňující osteometrický standard. Všechny tyto rozměry byly mnohonásobně ověřeny a verifikovány v řadě publikací a diplomových a disertačních prací.

V příručce nejsou uvedeny rozměry pro kosti ruky a většinu kostí nohy, které jsme v našich výzkumech nepoužívali, a které je možno nalézt v jiných příručkách a člancích (například Drozdová 2003 - Základy osteometrie). V metodice je vždy ověřený popis rozměru, zdroj (například M – Martin Saller, K – Knusman) a doporučené měřidlo (podrobnější popis v češtině viz Drozdová 2003 - Základy osteometrie).

### ***Kostra horní končetiny***

Kostra horní končetiny je, s výjimkou humeru, měřena poměrně málo. Nejčastěji je měřena délka jednotlivých kostí.

Scapula je jako celek měřena výjimečně, jedním z důvodů jsou častá rozsáhlá poškození, která postihují zejména tenkou kostní tkáň těla lopatky.

Clavicula je velmi obtížně měřitelná, s výhodou je využití moderních počítačových morfometrických metod.

Humerus a radius jsou dobře měřitelné, radius však bývá často poškozený. Měření ulny je spojené s problémem v oblasti olecranonu, která je v mnoha případech poškozená nebo může úplně chybět.

Artikulace radiu s humerem je navíc dobře definovatelná a radius je tak mnohem vhodnější pro výpočet poměru předloketního a pažního segmentu daného jedince.



## SCAPULA

1) **Anatomická šířka** - přímá vzdálenost nejvyššího bodu horního úhlu (Angulus superior) od nejhlubšího bodu dolního úhlu (Angulus inferior) C-D.

M-1,K-1 Posuvné měřítko

2) **Anatomická délka** - přímá vzdálenost středních bodů Cavitas glenoidalis od bodu na mediální hraně, který leží na Margo medialis mezi oběma pysky spina scapulae. A-B. Oba pysky tvoří s mediální hranou trojúhelník. Aby se určila poloha bodu stejně, pŕlí se vrcholový ŕhel trojúhelníku. Hledaný bod B je na pŕlící čáře na mediální hraně.

M-2,K-2 Posuvné měřítko

3) **Délka scapuly** - přímá vzdálenost nejniže položeného bodu spodního okraje Cavitas glenoidalis od bodu na mediální hraně, který leží mezi oběma pysky spiny. I-B.

M-2a,K-2a Posuvné měřítko

15) **Délka cavitas glenoidalis** - přímá vzdálenost ohybu ležícího na okraji kloubní plochy nejvíce nahoře od bodu ležícího nejvíce dole. G-I.

M-12,K-12 Posuvné měřítko

16) **Šířka cavitas glenoidalis** - největší šířka kolmá na délku, měřená na boční hraně kloubní plochy.

M-13,K-13 Posuvné měřítko

JV-3,4 Posuvné měřítko

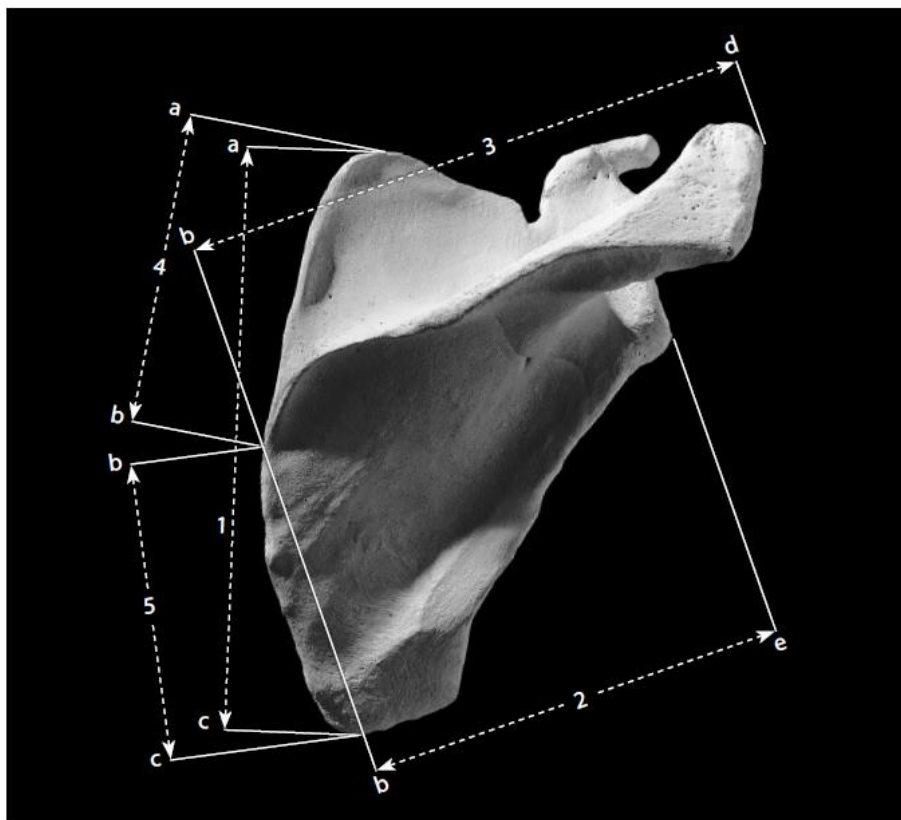
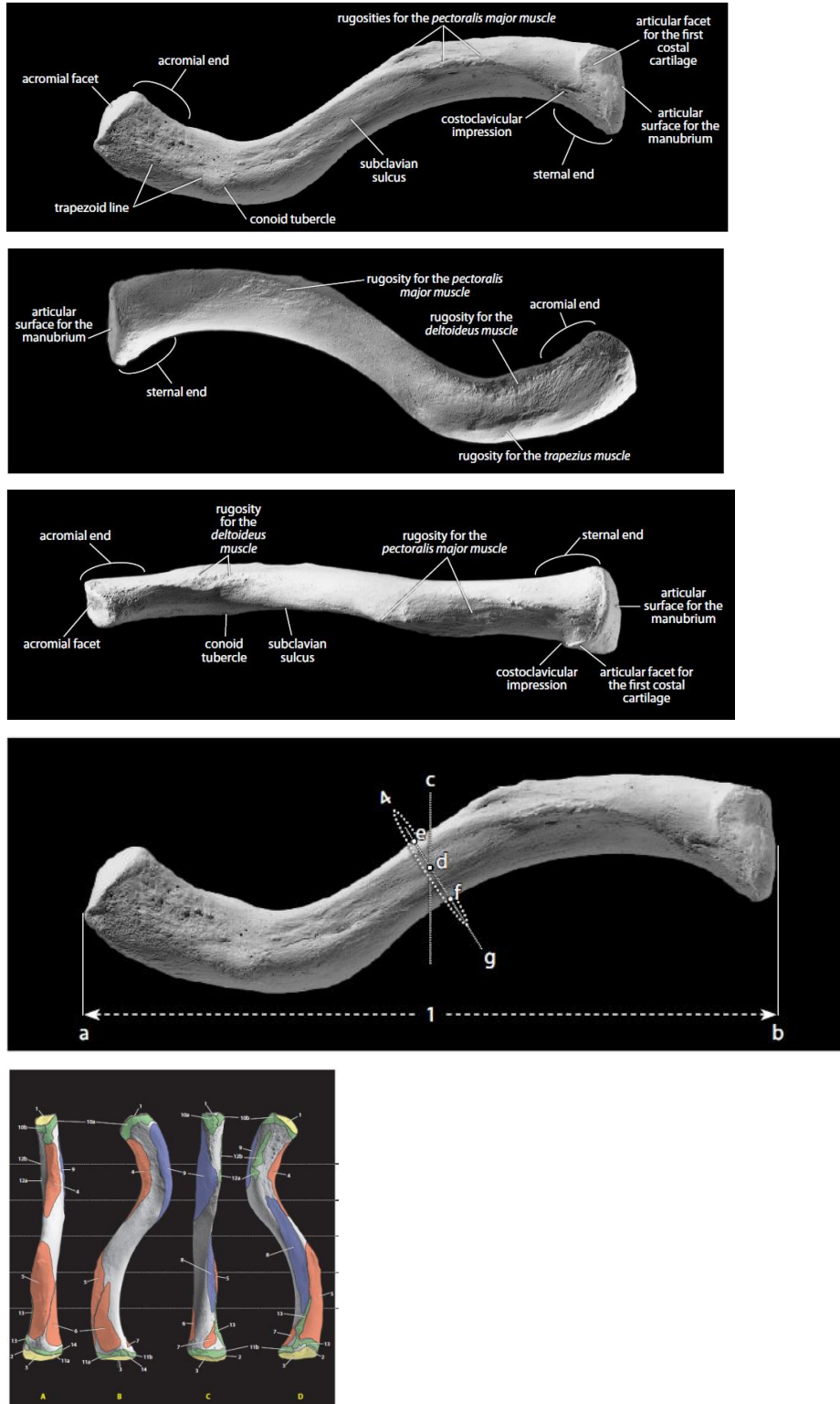


Fig. 3 – Důležité rozměry scapuly (©White et. al 2012)

## CLAVICULA

19) Největší délka claviculy - přímá vzdálenost obou nejkrajnějších bodů na koncích kosti. Kost se položí na desku podélně po své ose tak, aby Extremitas sternalis narážela na kolmou stěnu desky.

M-1,K-1 Osteometrická deska, posuvné měřítko



Obr. 3 – Důležité struktury a rozměry claviculy (©White et. al 2012)

## **HUMERUS**

23) **Celková délka humeru** - vzdálenost nejvyššího bodu Caput humeri od nejvzdálenějšího na bodu Capitulum humeri. Osa kosti musí být paralelně s podélnou osou osteometrické desky. Míra je vzata projektivně na podélnou osu kosti a odpovídá skoro přesně délce nadloktí u živého.

M-2,K-2 Osteometrická deska

24) **Fyziologická délka** - vzdálenost středového bodu plochy hlavice od nejvíce vzdáleného bodu nejsilnějšího vzdálení trochlei (nepřesný překlad).

K-1b Osteometrická deska

25) **Šířka proximální epifyzy** - vzdálenost bodu, který leží na kloubní ploše Caput humeri nejvíce mediálně od bodu, který je na Tuberculum majus nejvíce laterálně, měřená paralelně s osou kosti. Kost leží na osteometrické desce zadní plochou tak, aby se mediální plocha Caput humeri a Epicondylus medialis dotýkali kolmo podélné stěny. Největší šířka se zaznamená úhelníkem na Tuberculum majus.

M-3, K-3, JV-6, mod. Posuvné měřítko

26) **Šířka caput-tuberculum** - k rovině míry č.10b - největší projektivní šířka proximálního konce humeru a to sice kolmá na fyziologickou podélnou osu (1b) ; měří se paralelně s osou krčku. Na rozdíl od míry M-3 je zde měřena míra nezávislá na torzi humeru, což má smysl při srovnávání různých taxonů primátů.

K-3a, KN-7 Posuvné měřítko

27) **Šířka distální epifyzy** - (biepicondylar width) projektivní vzdálenost bodu, který leží na Epicondylus lateralis nejvíce na straně od špičky na Epicondylus medialis. Měří se paralelně s osou kosti

M-4,K-4,Mc78-1b Posuvné měřítko

28) **Sagitální průměr středu diafýzy** (Gieseler) - vzdálenost přední plochy kosti od zadní plochy kosti měřená ve středu diafýzy.

M-6c,G27 Posuvné měřítko

29) **Transverzální průměr středu diafýzy** (Gieseler) - vzdálenost mediální plochy kosti od laterální, měřená ve středu diafýzy. Posuvné měřítko se drží transverzální roviny. Tato míra nesouhlasí přesně s mírou M-5, kde transverzální rovina není zohledněna.

M-6b,G27 Posuvné měřítko

30) **Největší průměr středu diafýzy** - absolutně největší průměr bez ohledu na sagitální nebo transverzální rovinu. Střed kosti vypočítáme z největší délky a označíme si jej. Na kosti, na které je ulomená epifyza se dá střed určit přibližně opticky. Leží nanejvýš několik milimetrů nad spodní hranicí Tuberositas deltoidea.

M-5,K-5 Posuvné měřítko

31) **Nejmenší průměr středu diafýzy** - absolutně nejmenší průměr bez ohledu na rovinu nebo polohu největšího průměru. K pevnému určení míry se kost posouvá mezi oběma rameny měřítka, dokud se nenajde nejmenší průměr.

M-6,K-6 Posuvné měřítko

32) **Největší transverzální průměr hlavice** - (šířkový průměr) - přímá vzdálenost mezi oběma postranními body okraje chrupavky. Transverzální průměr leží při kolmém směru humeru horizontálně.

M-9,K-9 Posuvné měřítko

33) **Největší sagitální průměr hlavičky** - (výškový, délkový, vertikální) - přímá vzdálenost nejvyššího od nejhlubšího bodu okraje chrupavky kolmo k transverzálnímu průměru.

M-10, K-10 Posuvné měřítko

37) **Šířka distálního kloubního povrchu** - měřená přes kloubní povrch na přední straně od mediálního k laterálnímu okraji.

Mc78-1d Posuvné měřítko

44) **Kondylodiazární úhel** - úhel, který svírá osa diafýzy s tangentou ležící na spodní ploše Trochlea humeri.

M-16, K-16, **JV-modifikace**

Kost leží na osteometrické desce zadní plochou dolů (Fossa olecrani je dolů). Hlavice je u stěny, distální konec se přitiskne úhelníkem. Na distální konec přiložíme úhloměr. Osa prochází nejhlubším bodem Trochlea humeri a Sulcus intertubercularis

Osteometrická deska, úhloměr

45) **Capitodiazární úhel** - úhel osy Caput humeri, úhel, který svírá rovina okraje chrupavky s osou diafýzy.

M-17, K-17, **JV-modifikace**

Kost leží na osteometrické desce na přední straně (Fossa olecrani je nahoru). Na okraj chrupavky hlavice přiložíme úhloměr (!!! vždy stejně orientovaný) a měříme. Osa prochází nejhlubším bodem prostoru pod Fossa olecrani.

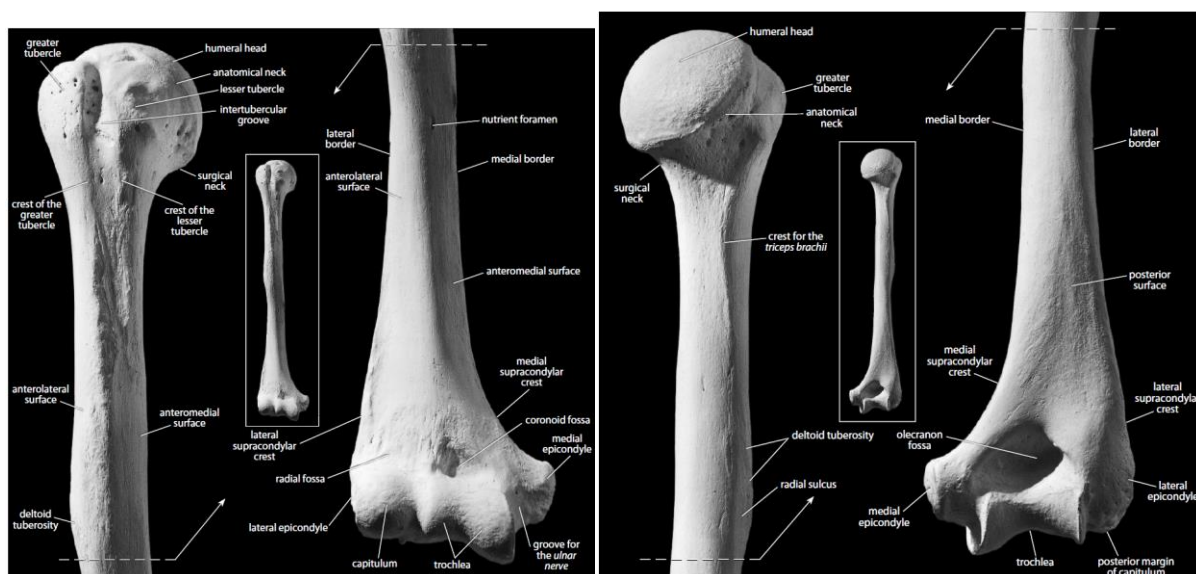
Osteometrická deska, úhloměr

46) **Úhel torze humeru** - úhel, který svírá osa Caput humeri s osou Trochlea humeri ve vertikální projekci (fylogeneticky důležité).

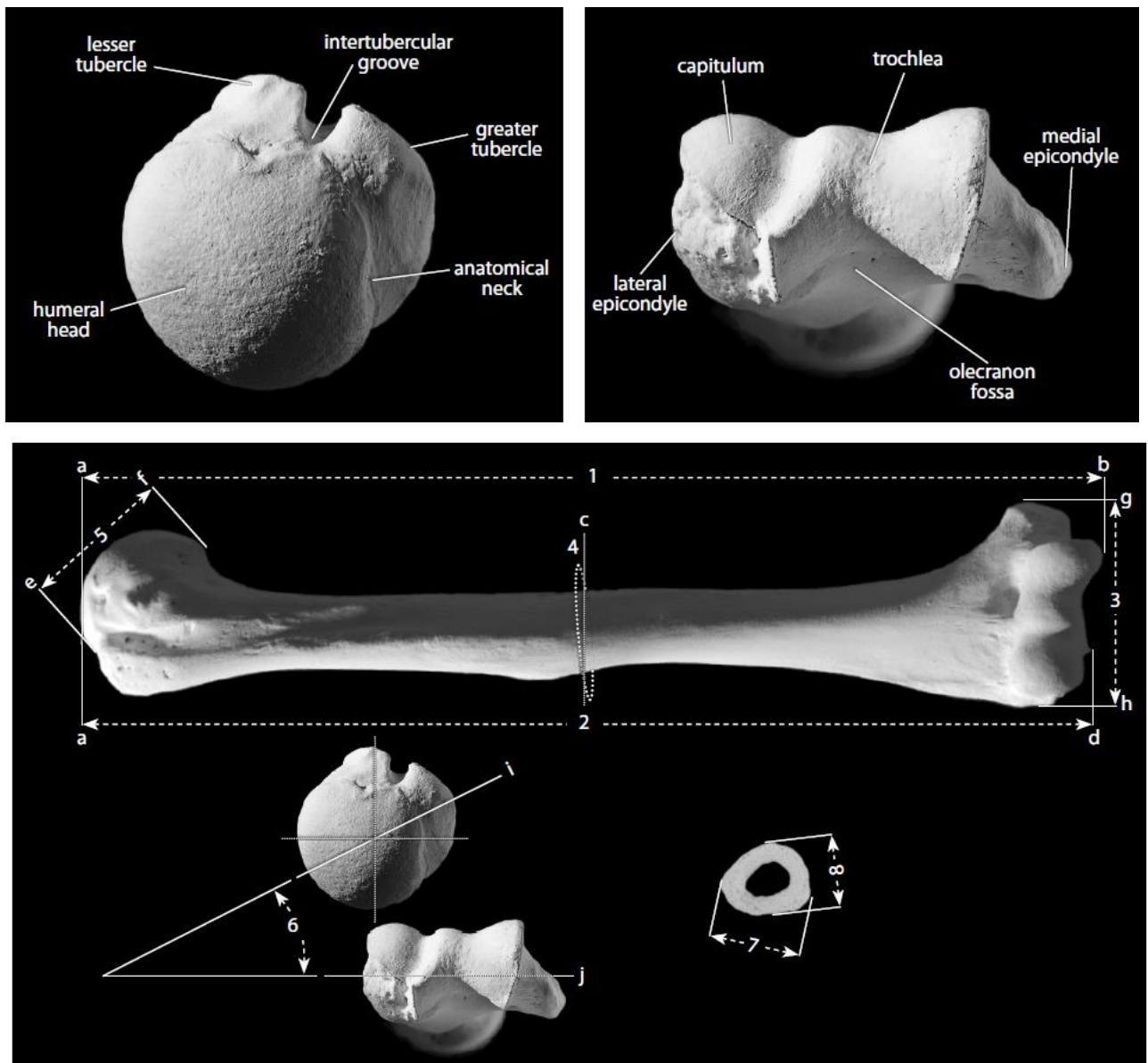
M-18, K-18; **JV-modifikace**

Kost leží na přední straně (Fossa olecrani nahoru) úhloměr přiložíme na podložku (ost. desku) a odečteme úhel (obr.1).

Osteometrická deska, úhloměr



Obr. 4 – Důležité struktury a rozměry humeru (©White et. al 2012)



Obr. 5 – Důležité struktury a rozměry humeru (©White et. al 2012)

## **RADIUS**

51) **Největší délka** - vzdálenost bodu ležícího na okraji hlavičky radiu nejvíce proximálně od vrcholu Processus styloides, bez ohledu na podélnou osu kosti. Míra je o něco delší než u živého v poloze pronace. (Kost je na desce zadní stranou, tzn. Tuberositas radii nahoru).

M-1,K-1 Osteometrická deska

52) **Délka k drsnatině** - vzdálenost měřená od hlavičky k distálnímu okraji Tuberositas radii.

M78-2b Posuvné měřítko

53) **Vzdálenost caput radii - tuberositas** - projektivní vzdálenost středového bodu Fovea capitis od středového bodu Tuberositas radii. (jak najít šuplérkou střed Fovea capitis??, takže modifikovat viz 52).

K-1c Posuvné měřítko a paralelograf

58) **Transverzální průměr diafýzy** - největší průměr diafýzy měřený v tomtéž místě, kde se ukazuje Crista interossea nejvíce vyvinutá.

M-4,K-4 Posuvné měřítko

59) **Transverzální průměr středu diafýzy** - vzdálenost mediální plochy kosti od laterální ve středu diafýzy. (Knussmann vysvětluje, proč se měří dva transverzální průměry.)

M-4a,K-4a Posuvné měřítko

60) **Transverzální průměr hlavičky** - (šířka horní epifýzy) - vzdálenost mediální plochy Circumferentia articularis od laterální v transverzální rovině.

M-4(1),K-4(1) Posuvné měřítko

61) **Transverzální průměr krčku** - vzdálenost mediální plochy krčku od laterální v místě nejsilnějšího zúžení krčku v transverzální rovině.

M-4(2),K-4(2) Posuvné měřítko

62) **Sagitální průměr diafýzy** - (minimum sagittal shaft diameter) průměr diafýzy v oblasti transverzálního průměru (viz M-4) měřeno kolmo na něj.

M-5,K-5 Posuvné měřítko

63) **Sagitální průměr středu diafýzy** (Gieseler) - (sagittal mid-shaft diameter): vzdálenost mezi přední a zadní plochou kosti ve středu diafýzy. Měřená ve stejné oblasti jako míra M-4a a kolmo na ni.

M-5a,K-5a,G27 Posuvné měřítko

64) **Sagitální průměr hlavičky** - vzdálenost přední plochy Circumferentia articularis od zadní měřená v sagitální rovině. Snímat kolmo na míru M-4(1).

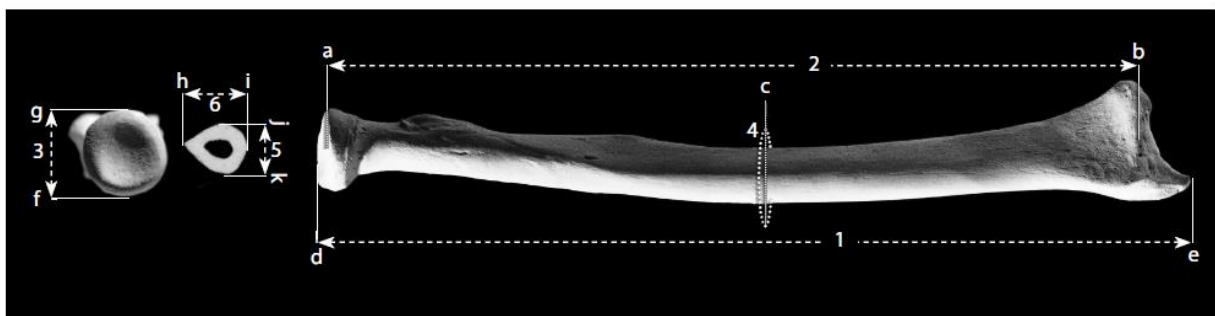
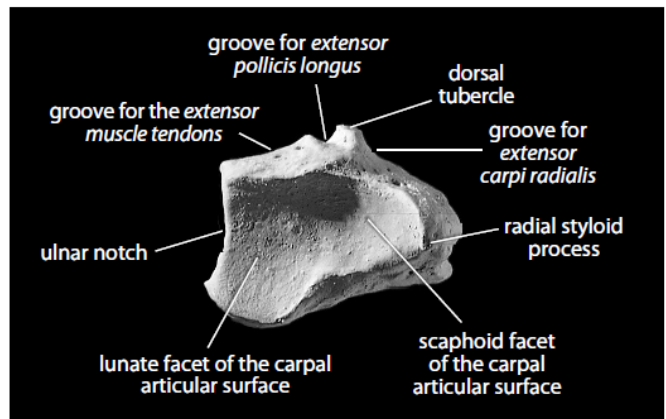
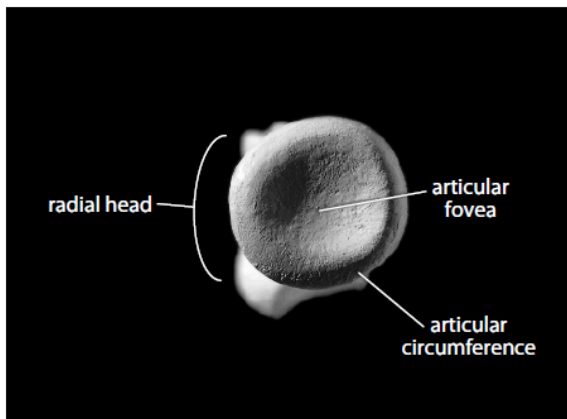
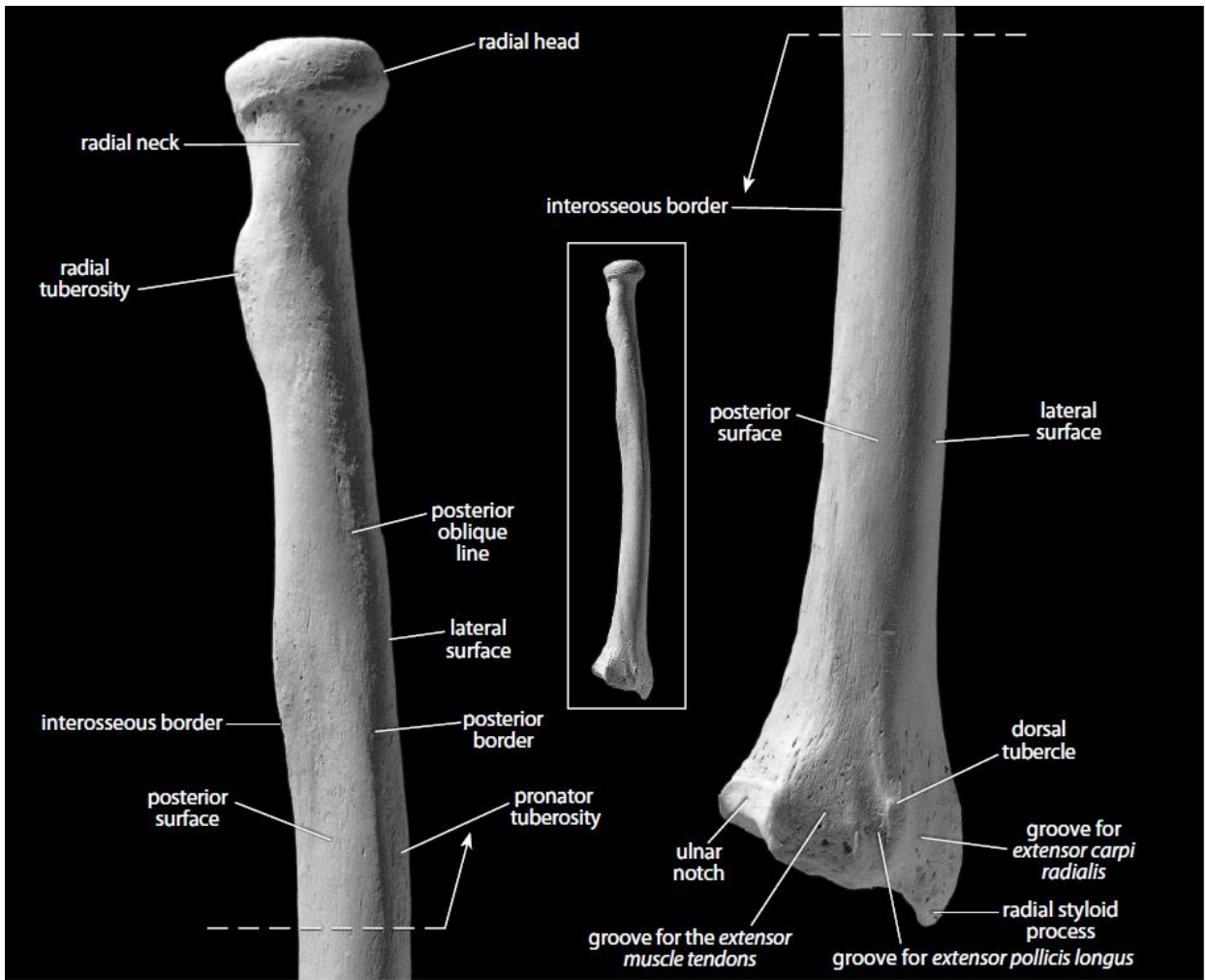
M-5(1),K-5(1) Posuvné měřítko

65) **Sagitální průměr krčku** - vzdálenost přední plochy krčku od zadní, měřeno kolmo na míru M-4(2).

M-5(2),K-5(2) Posuvné měřítko

66) **Šířka distální epifýzy** - projektivní vzdálenost bodu ležícího na spodní epifýze nejvíce mediálně od bodu, ležícího nejvíce laterálně. (Kost mám Facies posterior k sobě a měřím bližší okraj Incisura ulnaris).

M-5(6),K-5(6) Osteometrická deska, posuvné měřítko



Obr. 6 – Důležité struktury a rozměry radiu (©White et. al 2012)

## ULNA

71) **Největší délka** - vzdálenost nejvyššího bodu olecranu od nejvzdálenějšího bodu Processus styloides. (To je definice, budu modifikovat, kost leží na desce tak, že Incisura radialis je dolů).

M-1,K-1 Osteometrická deska, posuvné měřítko

72) **Funkční délka** - přímá vzdálenost nejhlubšího bodu toho okraje, který vyčnívá na Processus coronoideus nejdále od nejhlubšího bodu kloubní plochy spodní hlavičky ulny. Processus styloideus se neměří spolu.

M-2,K-2 Posuvné měřítko

73) **Délka olecranon-caput ulnae** - vzdálenost mezi nejvyšším bodem Olecranon ulnae a nejhlubším bodem Caput ulnae. (Poznámka v Knusmannovi 1988).

M-2(1),K-2(1) Osteometrická deska

79) **Hloubka olecranu** - projektivní vzdálenost špičky zobáčku olecranu od spodní plochy olecranu. Nástroj držíme v rovině špičky tak, že jedno rameno se dotýká špičky zobáčku olecranu, zatímco druhé je položeno na zadní ploše. (Není to projektivní, nýbrž přímá vzdálenost-odpovídá spíš míře M-7(1)). (Incisura radialis k sobě).

M-7,K-7 Posuvné měřítko

84) **Předozadní průměr olecranu** - nejmenší předozadní průměr olecranu, měřený od povrchu trochlei k zadnímu povrchu olecranu, kolmo k ose diafýzy.

K-7b Posuvné měřítko McH76

85) **Výška processus coronoideus** - největší předozadní vzdálenost Processus coronoideus od zadního povrchu diafýzy, měřená kolmo k ose diafýzy.

K-7d Posuvné měřítko McH76; JV-19

86) **Vzdálenost olecranon-processus coronoideus** - přímá vzdálenost špičky zobáčku olecranu od špičky processus coronoideus. (Vzdálenost obou zobáčků od sebe, viz obrázek.)

M-7(1),K-(1) Posuvné měřítko

89) **Dorzovolární průměr ulny** - největší průměr diafýzy v místě největšího vývoje Crista interossea. Ramena nástroje leží na zadním okraji kosti a na přední ploše kosti.

M-11,K-11 Posuvné měřítko

Proximal anterior-posterior diameter - průměr, který odpovídá předešlému, ale měří se ve výšce distálního okraje Tuberositas ulnae. (Měřím tuto míru, číslo v závorce udává hodnotu naměřenou v místě největšího vývinu Crista interossea - jen u populace Karlov, jinde je to měřeno podle Martina.).

McCH76 Posuvné měřítko

90) **Transverzální průměr ulny** - průměr v místě největšího vývoje Crista interossea, přesně kolmo na dorzovolární průměr.

M-12,K-12 Posuvné měřítko

91) **Vrchní transverzální průměr ulny** - vzdálenost nejspodnějšího bodu Incisura radialis od odpovídající plochy kosti.

M-13,K-13 Posuvné měřítko

92) **Vrchní dorzovolární průměr ulny** - největší průměr kolmo na transverzální, měřený v tom samém místě jako míra M-13, tzn. přímo pod Incisura radialis.



M-14,K-14 Posuvné měřítko

93) **Sagitální průměr hlavičky** - největší projekční průměr distálního konce ulny k sagitální rovině.

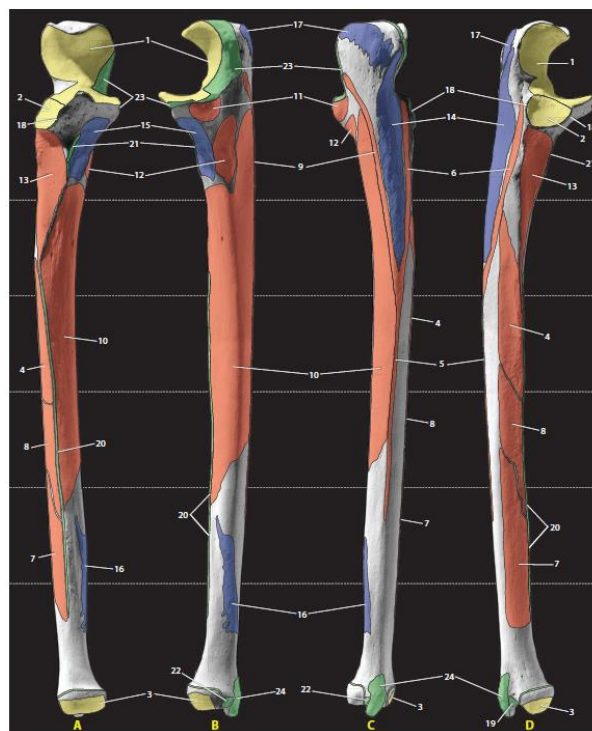
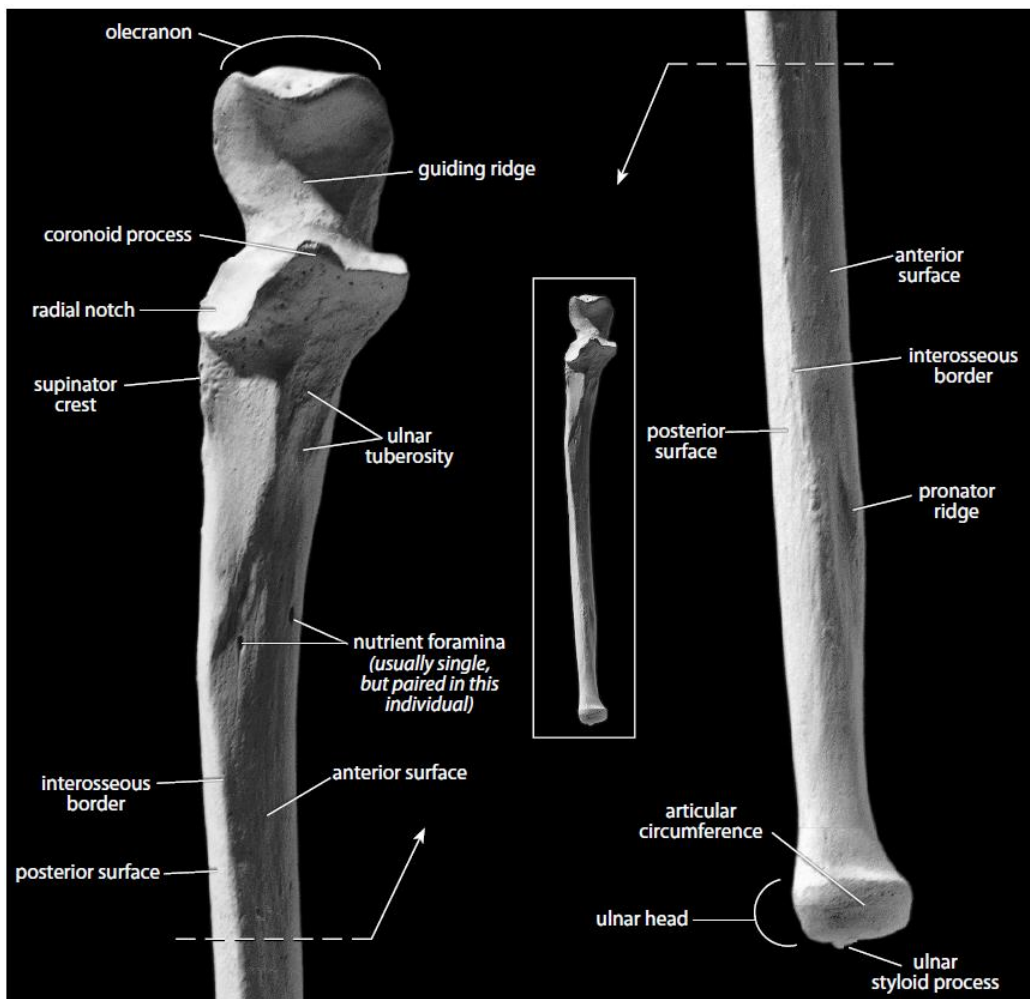
K-11a,KN-39 Posuvné měřítko

94) **Transverzální průměr hlavičky** - největší k transverzální rovině projekční průměr distálního konce ulny.

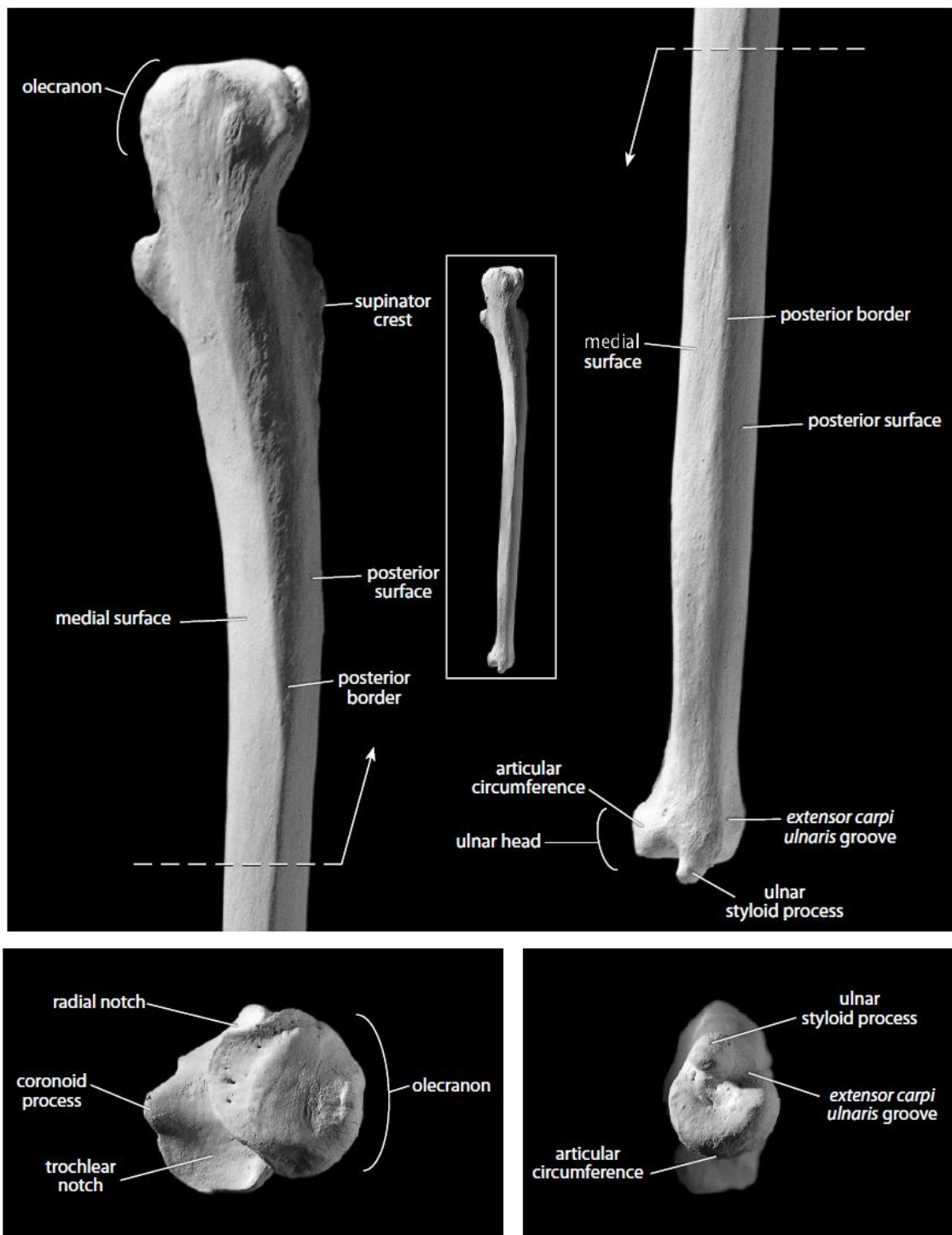
K-12a,KN-40 Posuvné měřítko



Fig. 6 – Důležité struktury a rozměry ulny (©White et. al 2012)



Obr. 7 – Důležité struktury a rozměry ulny (©White et. al 2012)



Obr. 8 – Důležité struktury a rozměry ulny (©White et. al 2012)

## Definice rozměrů na kostře dolní končetiny

Kosti dolní končetiny jsou ve fyzické a evoluční antropologii měřeny a studovány velmi často. Vzhledem k jejich větší velikosti a robusticitě se kosti dolní končetiny zachovávají častěji než menší a křehčí končetiny horní. Kromě pánve a dlouhých kostí, zejména femuru a tibie, jsou často měřeny také talus a calcaneus.

Pánev je pravděpodobně nejčastěji zkoumaná část postkraniálního skeletu. Důvodem není jen to, že se kosti pánevní, nebo alespoň jejich části, v mnoha případech poměrně dobře zachovávají, ale také to, že jsou velmi důležité pro určování pohlaví a v neposlední míře mají i velký význam pro porod.

V této příručce budeme prezentovat především rozměry a přístupy specialisty na morfologii pánevních kostí Doc. MUDr. Vladimíra Novotného, CSc., protože byly široce využívány nejen k detailnímu popisu kostry pánevní, ale jsou i základem pro určování pohlaví na pánvi, které pak na základě Novotného metod dále velmi úspěšně rozvíjel další český antropolog Prof. RNDr. Jaroslav Brůžek, CSc. Podrobný popis standardně používaných rozměrů měřených na pánvi lze nalézt ve standardních příručkách (Drozdová 2003, Knussmann 1988, White et. al. 2012, etc.).

Femur a tibie byly dlouhodobě předmětem výzkumu autora příručky (viz seznam literatury) a výsledky studií včetně podrobných metodik byly publikovány v renomovaných mezinárodních časopisech a příslušné rozměry byly ověřeny v desítkách diplomových a disertačních prací. Podrobnější komentář lze najít v autorově disertační práci (Vančata 1981). Rozměry velmi podrobně popisují tvar i strukturu femuru a tibie a byly použity při zpracování mnoha populací neolitických, bronzových i středověkých a novověkých populací, stejně jako u miocéních lidoopů, raných hominidů nebo populací paleolitických (viz seznam literatury).

Fibula bývá měřena jen zřídka, obvykle se měří jen délka, pokud je fibula intaktní. Přesto jsme přidali několik rozměrů, které by mohly být využity při specializovaných výzkumech, například talo-krurálního zakloubení.

Z tohoto důvodu přidáváme i nejdůležitější rozměry talu a kalkaneu (vybrané rozměry modifikovány podle české verze definice rozměrů – Drozdová 2003), kterými jsme se okrajově zabývali ve společných výzkumech s Vladimírem Novotným.

Autor příručky si neklade za cíl prezentovat všechny možné rozměry jednotlivých postkraniálního skeletu dolní končetiny, ale především prezentovat rozměry, které je možno využít v rámci terénních výzkumů, základního podrobnějšího metrického popisu kosterních populací z různých období holocénu, a v neposlední řadě prezentovat ty rozměry, které byly využívány při jeho vlastních výzkumech, a také takových rozměrů, které jsou důležité pro rekonstrukci velikosti a tvaru těla.

Pro standardní popis postkraniálního skeletu je autorem a jeho spolupracovníky využívána standardní redukovaná sada rozměrů na femuru, tibií, fibule, a také humeru, radiu a ulně, která je pak standardně zpracovávána. Výsledkem tohoto zpracování je sada poměrů segmentů končetin a jejich jednotlivých částí, výpočet průměrné tělesné výšky a hmotnosti jedince a výpočet skeletální ponderálních indexů (srov. Vančata 1998 a další literatura).

## ***Definice vybraných rozměrů na křížové kosti a pánvi***

*(převzato V. Novotný 1981 - kandidátská práce), u kosti křížové byly přidány některé další důležité rozměry*

**SACRUM** (vybrané rozměry - podrobně viz Drozdová 2003)

1. **DÉLKA OS COXAE (DCOX)** . Přímočará vzdálenost nejvyššího bodu na crista iliaca k nejnižšímu bodu na tuber ischiadicum .

(Martin, Saller, č. 1., 1957)

Měříme dotykovým měřítkem (posuvným měřítkem) nebo pomocí osteometrické desky.

2. **ŠÍŘKA OS COXAE (SCOX)**. Přímočará vzdálenost mezi spina iliaca anterior superior a spina iliaca posterior superior, které jsou definovány jako nejventrálnější a nejdorzálnější body nacrista iliaca. Rozměr je totožný s šířkou os ilium.

(Martin, Saller, č. 12., 1957, Genovés, 1959)

Měříme dotykovým měřítkem nebo pomocí osteometrické desky.

**Přední přímá délka kosti křížové** - Přímočará vzdálenost bodu ležícího v mediánní rovině promontoria od odpovídajícího bodu na přední hraně hrotu kosti křížové.

M2 Posuvné měřidlo .

**Zadní přímá délka kosti křížové** - Přímočará vzdálenost bodu ležícího v mediánní rovině zadní plochy basis ossis sacri od odpovídajícího bodu na přední hraně hrotu kosti křížové.

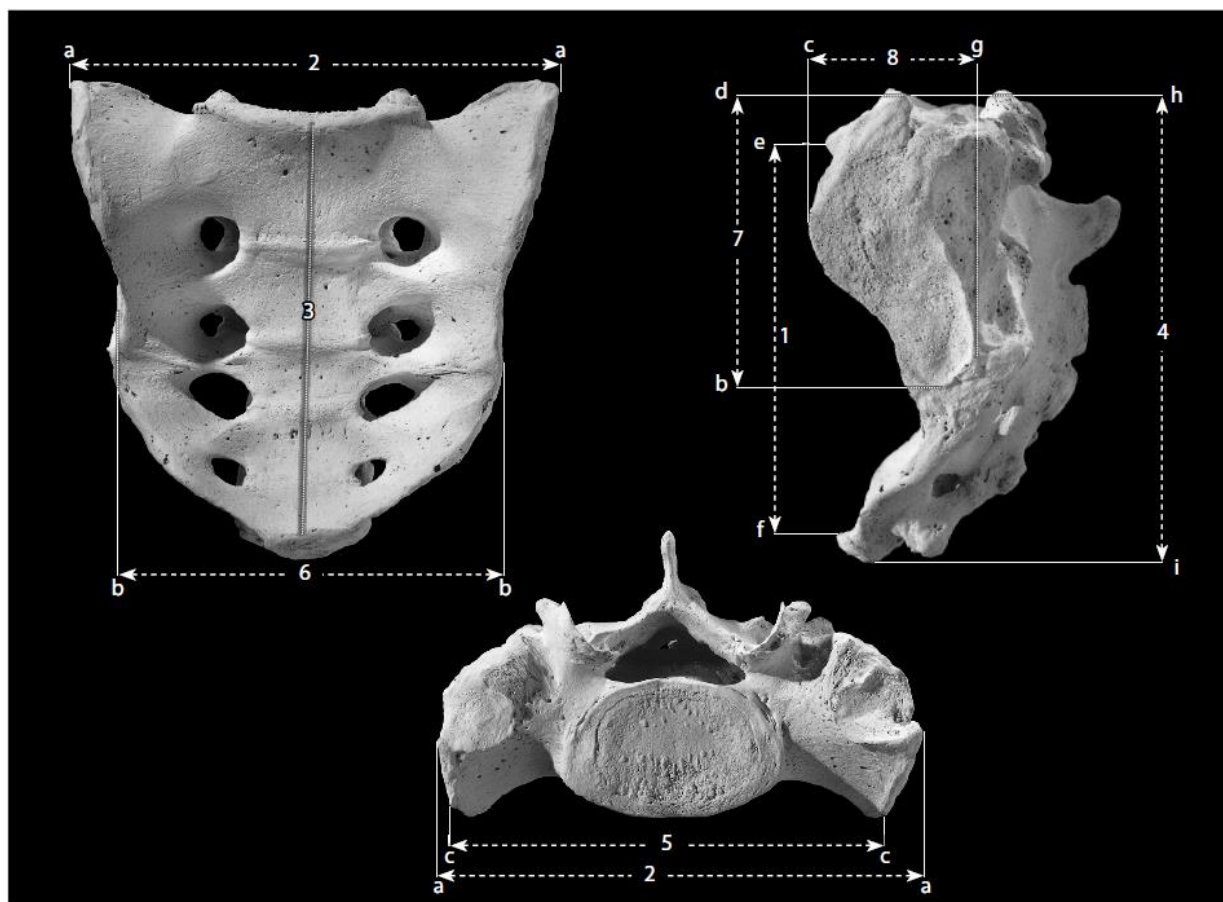
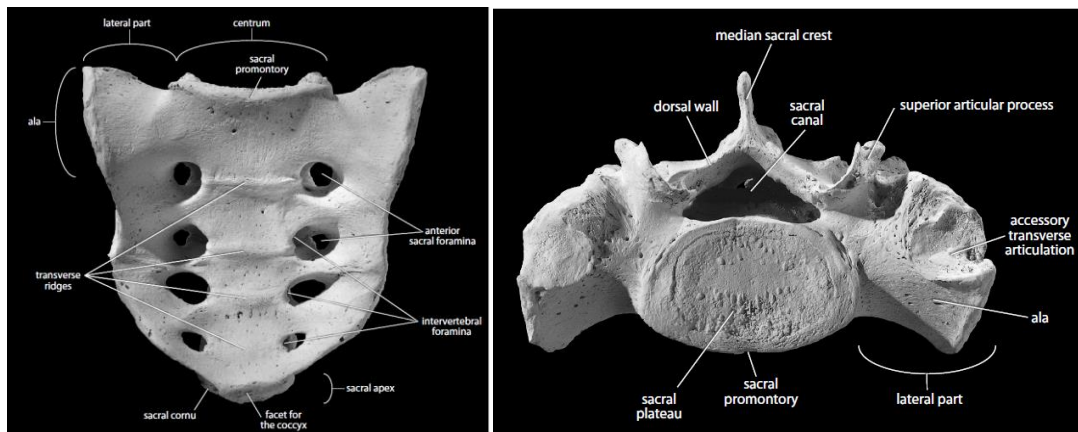
M3 Dotykové měřidlo .

**Délka facies auricularis** - Přímočará vzdálenost nejkraniálněji od nejkaudálněji ležícího bodu kloubní plochy od sebe.

M14 Posuvné měřidlo.

**Šířka facies auricularis** - Největší šířka kolmá na délku.

M15 Posuvné měřidlo .



Obr. 9 – Důležité struktury a rozměry os sacrum (©White et. al 2012)

## *PELVIS (Novotný 1981)*

3. VERTIKÁLNÍ ROZMĚR ACETABULA (VEAC). Přímočará vzdálenost mezi nejvzdálenějšími body okrajů acetabula.

(Martin, Saller, č. 22., 1957, Moeschler, 1966).

Měříme dotykovým měřidlem.

4. HORIZONTÁLNÍ ROZMĚR ACETABULA (HOAC). Přímočará vzdálenost mezi nejvzdálenějšími body v horizontální rovině, kolmo na rozměr předchozí.

(Martin, Saller, č. 22t, 1957, Genovés, 1959, Moeschler, 1966)

Měříme dotykovým měřidlem.

5. HLOUBKA ACETABULA (HLAC). Přímočará vzdálenost od úsečky horizontálního rozměru acetabula k jeho nejhlubšímu místu.

(Novotný, 1980)

Měříme koordinačním měřidlem.

6. DÉLKA OS PUBIS - A (PU-A). Přímočará vzdálenost acetabulárního bodu A od bodu symfysion S. Acetabulární bod je místo srůstu těl kosti kyčelní, sedací, a stydké v acetabulu na dolním okraji horního ramene facies lunata acetabuli. V případě nezřetelných stop po obliteraci růstové chrupavky volíme pomocné určení bodu podle Schultze (1930) jako průsečík prodloužení předního okraje pánevní kosti s vnitřním okrajem horního ramene facies lunata. Bod S je definován jako střed horního okraje facies symphysialis.

(Novotný, 1980, modifikace rozměru Washburna, 1948)

Měříme dotykovým měřidlem.

7. DÉLKA OS PUBIS - MA (PUMA). Přímočará vzdálenost od středu acetabula k hornímu okraji facies symphysialis (S). Střed acetabula je bod vzniklý spuštěním kolmice ze středu roviny obvodu acetabula (K) - bod acetabulon (Berge, 1980).

(Martin, Saller, č. 17, 1957, Seidler, 1978)

Měříme dotykovým měřidlem.

8. DÉLKA OS PUBIS - M (PU-M). Přímočará vzdálenost od středu horního okraje facies symphysialis (S) k nejbližšímu bodu okraje acetabula resp. k nejbližšímu místu facies lunata na předním okraji acetabula (M).

(Novotný, 1980, modifikace rozměru Thieme, Schull, 1957)

Posuvné dotykové měřidlo.

9. DÉLKA OS ISCHII - A (IS-A). Přímočará vzdálenost od acetabulárního bodu (A) k bodu ischion (B). Definice bodu A - viz rozměr 6 PU-A. Ischion je bod, kde se protíná osa ramus superior ossis ischii s kolmicí rozdělující tuber ischiadicum na dvě poloviny.

(Novotný, 1980, Schultz, 1930, Williams, 1951, Washburn, 1948)

Měříme posuvným měřidlem.

10. DÉLKA OS ISCHII - MA (ISMA). Přímočará vzdálenost středu acetabula k nejhlubšímu místu na tuber ischiadicum.

(Martin, Saller, 1957)

Měříme posuvným měřidlem.

11. DÉLKA OS ISCHII - M (IS-M). Přímočará vzdálenost od bodu ischion (B) k nejvzdálenějšímu okraji acetabula, resp. k nejvzdálenějšímu místu facies lunata na horním okraji acetabula (M)

(Novotný, 1980, modifikace rozměru Thieme, Schull, 1957)

Měříme dotykovým měřidlem.

12. ŠÍŘKA CORPUS OSSIS PUBIS (S-PU). Vzdálenost od nejvíce vyčnívajícího bodu na pubické části okraje acetabula kolmo na výšku symfýzy.

(Dokládal, 1971)

Posuvné měřidlo.

17. DOLNÍ ILIAKÁLNÍ VÝŠKA (DILV). Přímočará vzdálenost mezi iliopektineálním bodem a iliaurikulárním bodem kosti kyčelní. Iliopektineální bod, též tuberculum iliopubicum, odpovídá místu, kde spojení těl kosti stydké a kyčelní kříží linea terminalis (linea arcuata). Ilioaurikulární bod, též tuberculum ilioauriculare, je místo, kde linea arcuata nebo její pokračování kříží přední okraj facies auricularis.

(Derry, 1923, Straus, 1927, Haeusermann, 1926)

Posuvné měřidlo.

18. HORNÍ ILIAKÁLNÍ VÝŠKA (HILV). Přímočará vzdálenost od ilioaurikulárního bodu ke spina limitans. Ilioaurikulární bod -viz rozměr 17.-DILV. Spina limitans je místo na crista iliaca, kde se upíná ligamentum iliolumbale, či kdemargo pubicus (linea limitans) se dotýká hřebene kosti kyčelní.

(Straus 1927)

Dotykové měřidlo.

19. DÉLKA TĚTIVY LINEA TERMINALIS mezi body A a A (SIAB). Bod S je střed horního okraje facies symphysialis. Bod A je ilioaurikulární bod definovaný u rozměrů 17.-DILV a 18. -HILV.

(Novotný 1981)

Měřeno dotykovým měřidlem.

20. OBLOUKOVÁ DÉLKA LINEA TERMINALIS mezi body S a A (SOAB). Definice měrných bodů viz rozměr 19.-SIAB.

(Novotný 1981)

Délku oblouku linea terminalis měříme navlhčenou bílou nití, kterou sledujeme průběh linea terminalis. Okrajové body označíme měkkou tužkou a délku mezi takto označenými body měříme pomocí stupnice dotykového měřidla.

21. VZDÁLENOST MEZI SPINA ILIACA ANTERIOR INFERIOR A FACIES AURICULARIS (S--A). Stanovení spina iliaca anterior inferior provádíme tak, že v místech, kde se z margo acetabularis ossis coxae zdvíhá zmíněný hrbol, zabodneme hroty odpichovátka. Ze zjištěné vzdálenosti stanovíme polovinu, kterou z jednoho výchozího bodu nanese na vrchol trnu. Z takto stanoveného bodu pomocí odpichovátka hledáme nejkratší vzdálenost k nejbližšímu okraji facies auricularis.

(Gaillard, 1960)

Měříme odpichovátkem.

22. VZDÁLENOST MEZI SPINA ILIACA ANTERIOR INFERIOR A INCISURA ISCHIADICA MAJOR (S--S). Jeden hrot odpichovátka zabodneme do středu vrcholu spina iliaca anterior inferior (viz rozměr 21.-S--A) a druhým hrotem odpichovátka vyhledáme nejbližší bod na obvodu incisura ischiadica major. Vzdálenost mezi hroty odpichovátka odpovídá vzdálenosti S--S.

(Gaillard, 1960)

Měříme odpichovátkem.



23. HLOUBKA INCISURA ISCHIADICA MAJOR I. (IICD). Je měřena jako kolmá vzdálenost nejhlubšího místa incisury od linie šířky incisura ischiadica major I. (24).

(Jovanovič, Živanovič, 1965)

Koordinační měřidlo.

24. ŠÍŘKA INCISURA ISCHIADICA MAJOR I. (IIAB). Přímočará vzdálenost mezi spina iliaca posterior superior za nejmediálnějším místem na vnitřním okraji tuber ischiadicum , v případě vytvoření hrbolku či trojbokého trnu měříme od středu jeho báze.

(Jovanovič, Živanovič, 1965)

Dotykovým měřidlem.

25. HORNÍ ČÁST ŠÍŘKY INCISURA ISCHIADICA MAJOR I.(IIAC).Vzdálenost od spina iliaca posterior superior k patě kolmice vztyčené z nejhlubšího místa incisury na linii její šířky.

(Jovanovič, Živanovič, 1965)

Měříme koordinačním měřidlem.

26. DOLNÍ ČÁST ŠÍŘKY INCISURA ISCHIADICA MAJOR I. (IICB). Vzdálenost nejmediálnějším místa na vnitřním okraji tuber ischiadicum k patě kolmice vztyčené z nejhlubšího místa incisury na linii její šířky.

(Jovanovič, Živanovič, 1965)

Měříme koordinačním měřidlem.

27. ŠÍŘKA INCISURA ISCHIADICA MAJOR II.( A--B). Přímočará vzdálenost od tuberculum musculi piriformis , chybí-li, pak od spina iliaca posterior inferior, k bázi spina ischiadica .Tuberculum musculus piriformis je hrbolek, vyvýšenina před ukončením horního ramene incisura ischiadica major - bod A .Spina iliaca posterior inferior je místo styku ukončení horního ramene incisury a dolního okraje facies auricularis. (Náhradní bod A . Báze spina ischiadica je vrchol úhlu, pod nímž se dolní rameno incisura ischiadica major odklání a přechází do vlastní spina ischiadica (bod B). Trn bývá často odlomen.

(Genovés, 1959, Novotný, 1980)

Měříme z diopetrografického obrysu incisury či z fotografie 1:1 .

28. HLOUBKA INCISURA ISCHIADICA MAJOR II.( C--D). Přímočará kolmá vzdálenost od nejhlubšího místa incisura ischiadica major (D) k linii šířky incisury (C). Na diopetrografického nákresu , resp. fotografii nakreslíme tečnu k vrcholu oblouku incisury ,která je rovnoběžná s linií šířky (A--B). Z takto získaného bodu D spustíme kolmici na linii šířky incisury, kde pata kolmice určuje bod C.

(Novotný, 1980)

Měříme z diopetrografického obrysu incisury či z fotografie 1:1 .

29. HORNÍ ČÁST ŠÍŘKY INCISURA ISCHIADICA MAJOR II. (A--C). Přímočará vzdálenost od tuberculum musculi piriformis, chybí-li, pak od spina iliaca posterior inferior (bod A) k patě kolmice , spuštěné z nejhlubšího místa incisury na linii šířky (bod C) (viz rozměry 27. a 28.).

(Novotný, 1975,1980)

Rozměr snímáme z diopetrogramu či fotografie.

30. DOLNÍ ČÁST ŠÍŘKY INCISURA ISCHIADICA MAJOR II. (C--B).Přímočará vzdálenost od paty kolmice spuštěné z nejhlubšího místa incisura ischiadica major na linii její šířky (bod C ) k bázi spina ischiadica (bod B) (viz rozměry 27.-29.).

(Novotný, 1975, 1980)

Rozměr získáme z diopetrogramu nebo fotografie.

*Pozn. Předpokladem standartního měření je správná orientace pánevní kosti během zhotovení dioptrogramu či fotografie. Pánevní kost spočívá na vodorovné podložce, ke které je obrácena svojí zadní, exopelvicovou plochou tak, že tuber ischiadicum a spina iliaca posterior superior se dotýkají podložky. Osa objektivu při fotografování prochází kolmo středem incisura ischiadica major.*

31. DĚLKA OS ILIUM (ILMA). Přímočará vzdálenost středu acetabula od nejvyššího bodu na crista iliaca.

(Martin, č. 9, 1957)

Měříme posuvným měřidlem.

32. DOLNÍ ILICKÁ ŠÍŘKA (DILS). Vzdálenost od spina iliaca posterior inferior k bodu na předním okraji pánevní kosti, který je u člověka těsně nad spina iliaca anterior inferior a u nehomnidních primátů na předním okraji pánevní kosti, měříme-li přímočaře od spina iliaca posterior inferior kolmo na longitudinální osu ilia.

(Steudelová, č.1., 1978)

Měříme dotykovým měřidlem.

33. PŘEDNÍ ILIACKÁ VÝŠKA (PRIV). Vzdálenost od spina iliaca anterior superior k bodu, kde acetabulární okraj ilia (margo acetabularis) se setkává s okrajem (lemem) acetabula.

(Steudelová, č. 2, 1978)

Měříme dotykovým měřidlem.

34. DOLNÍ ILIACKÁ VÝŠKA (šikmá) (DIVS)..Vzdálenost od spina iliaca posterior inferior k bodu, kde acetabulární okraj os ilium se setkává s okrajem acetabula.

(Steudelová, č.4., 1978)

Měříme dotykovým měřidlem.

35. ŠÍŘKA PŘEDNÍ STĚNY ACETABULA (SPSA). Vzdálenost mezi okrajem acetabula a linea terminalis v místě, které je uprostřed mezi průsečíkem osy kosti stydké s okrajem acetabula a průsečíkem předního okraje křídla kosti kyčelní s okrajem acetabula.

(Waterman, 1929, Schultz-minim. ventrální šířka, 1969, MC Henry, č.4., 1975)

Snímáme posuvným měřidlem.

36. MINIMÁLNÍ ŠÍŘKA KŘÍDLA KOSTI KYČELNÍ (MSIL). Minimální vzdálenost mezi anterolaterálním (margo acetabularis) a posteromediálním (margo ischiadicum) okrajem křídla kosti kyčelní nad acetabulem a pod sakrálním povrchem.

(MC Henry, č. 7., 1975, Steudelová, č. 3., 1978)

Měříme posuvným měřidlem.

37. TLOUŠŤKA INCISURA ISCHIADICA MAJOR ( TIIM). Tloušťka kosti v okolí přibližného středu incisura ischiadica major. Posuvné měřítko se drží rovnoběžně s čarou půlící incisuru, špička ramene měřidla na mediální straně povrchu se drží těsně proti kosti.

(MC Henry, č. 9., 1975)

Měříme posuvným měřidlem.

38. VZDÁLENOST ACETABULA OD SPINA ILIACA POSTERIOR SUPERIOR (ASPS). Vzdálenost mezi středem acetabula a spina iliaca posterior superior.

(MC Henry, č.10., 1975)

Snímáme posuvným měřidlem nebo kefalometrem.

39. VZDÁLENOST ACETABULA OD FACIES AURICULARIS (AFAU). Vzdálenost mezi středem acetabula a facies auricularis, kde okraj této plošky kříží iliopektineální linie (viz rozměr č. 19. SIAB- ilioaurikulární bod).

(MC Henry, č. 11., 1975)

Měříme posuvným měřidlem či kefalometrem.

40. VZDÁLENOST SPINA ILIACA ANTERIOR SUPERIOR OD FACIES AURICULARIS (SASA). Je to šířka fossa iliaca, měřená od spina iliaca anterior superior k facies auricularis, kde její okraj kříží iliopektineální linie, t.j. ilioaurikulární bod (viz č. 19. - SIAB).

(MC Henry, č. 12., 1975)

Měříme posuvným měřidlem.

41. VZDÁLENOST SPINA ILIACA ANTERIOR SUPERIOR OD SPINA ILIACA POSTERIOR INFERIOR (ASPI)

(MC Henry, č. 13., 1975)

Měříme posuvným měřidlem .

42. VZDÁLENOST SPINA ILIACA POSTERIOR SUPERIOR OD SPINA ILIACA POSTERIOR INFERIOR (PSPI). (MC Henry ,č. 14., 1975) Měříme posuvným měřidlem.

43. ŠÍŘKA FACIES AURICULARIS (SFAH). Vzdálenost mezi spina iliaca posterior inferior a bodem okraje facies auricularis, kde tento okraj kříží ilioaurikulární linie, t.j. ilioaurikulárním bodem (viz č. 19. SIAB).

(MC Henry, č. 15., 1975)

Snímáme posuvným měřidlem.

44. VZDÁLENOST FACIES SYMPHYSIALIS OD ILIOPEKTINEÁLNÍHO BODU (SYIP). Měříme jako přímou vzdálenost středu horního okraje facies symphysialis a iliopektineálního bodu (viz rozměr č. 17. DILV).

(Novotný, 1981)

Měříme posuvným měřidlem.

45. OBLOUKOVÁ DÉLKA MEZI ILIOAURIKULÁRNÍM BODEM A ILIOPEKTINEÁLNÍM BODEM (SLIP). Je to oblouková délka rozměru DILV č. 17. Je to část oblouku zakřivení linea terminalis, vymezená ilioaurikulárním a iliopektineálním bodem, měřená přiloženou navlhčenou nití technikou popsanou u rozměrů č. 20. SOAB.

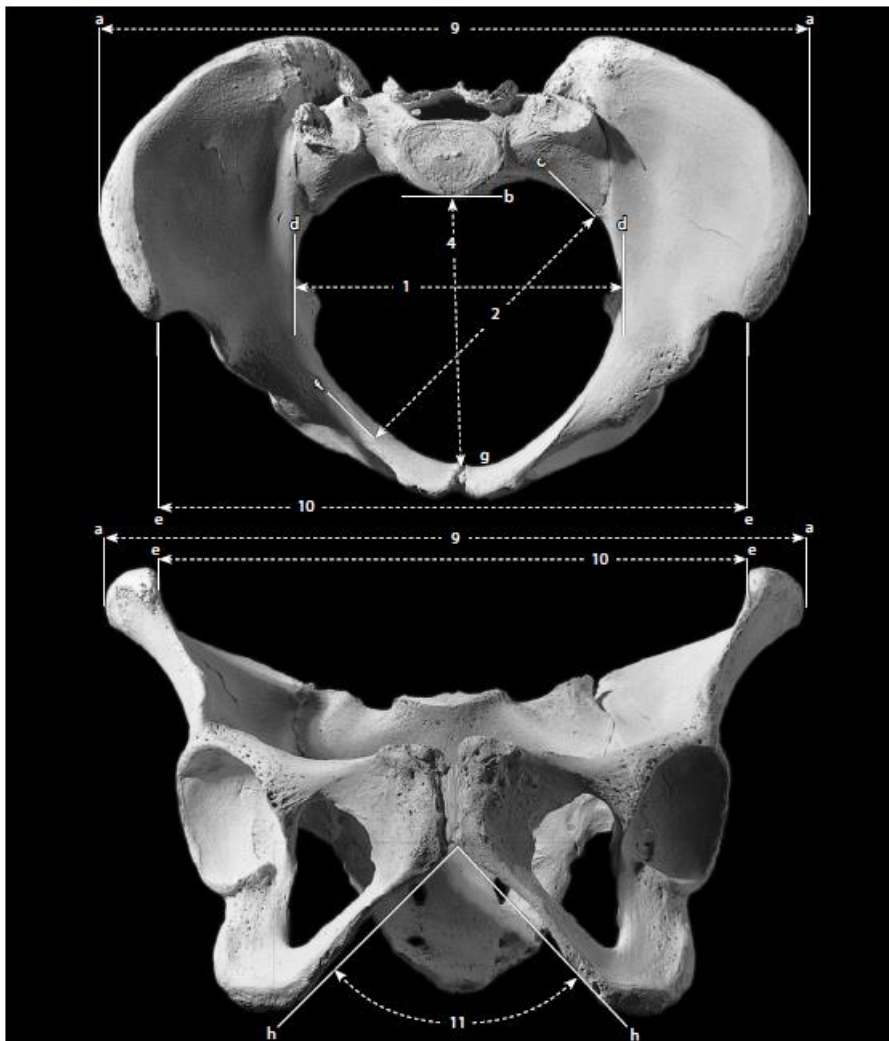
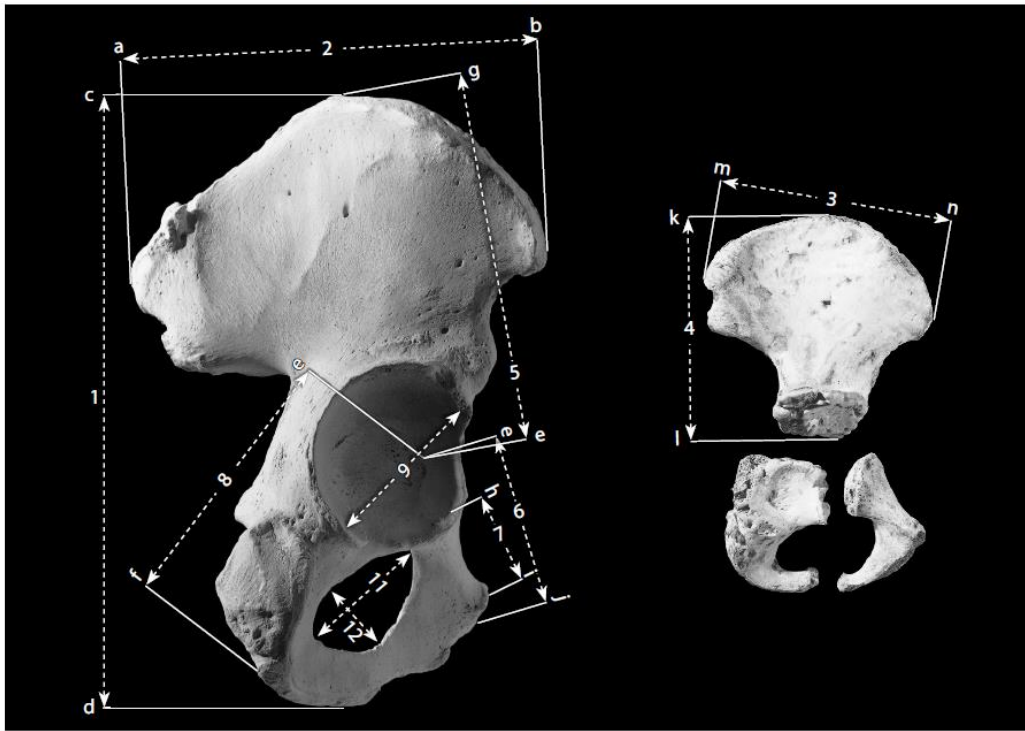
(Novotný, 1981)

Délku oblouku linea terminalis měříme navlhčenou bílou nití, kterou sledujeme průběh linea terminalis. Okrajové body označíme měkkou tužkou a délku mezi takto označenými body měříme pomocí stupnice dotykového měřidla.

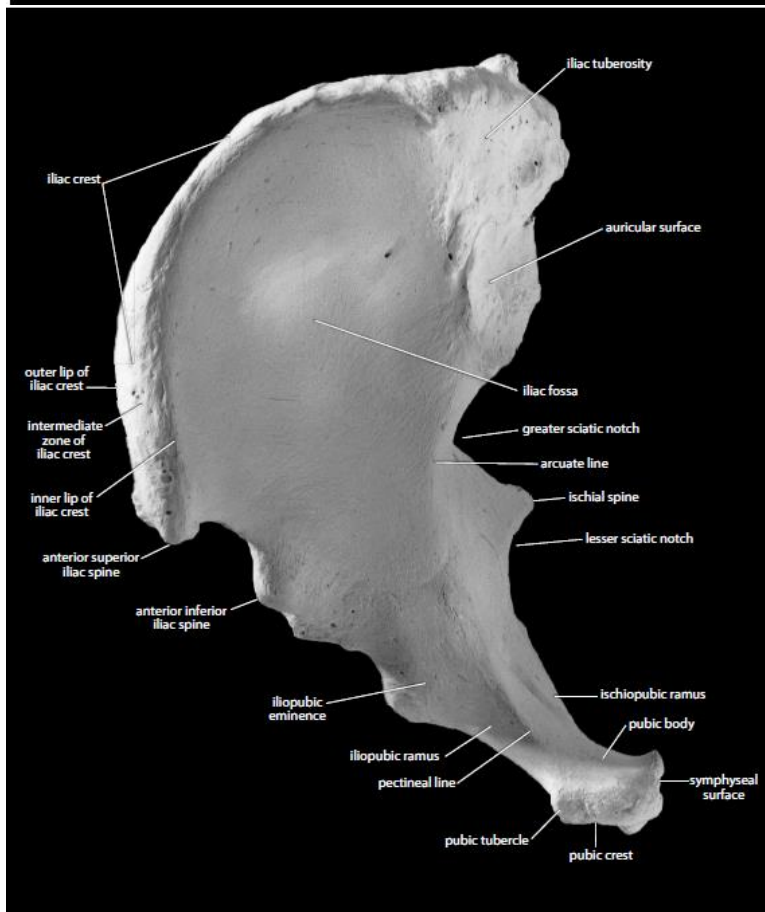
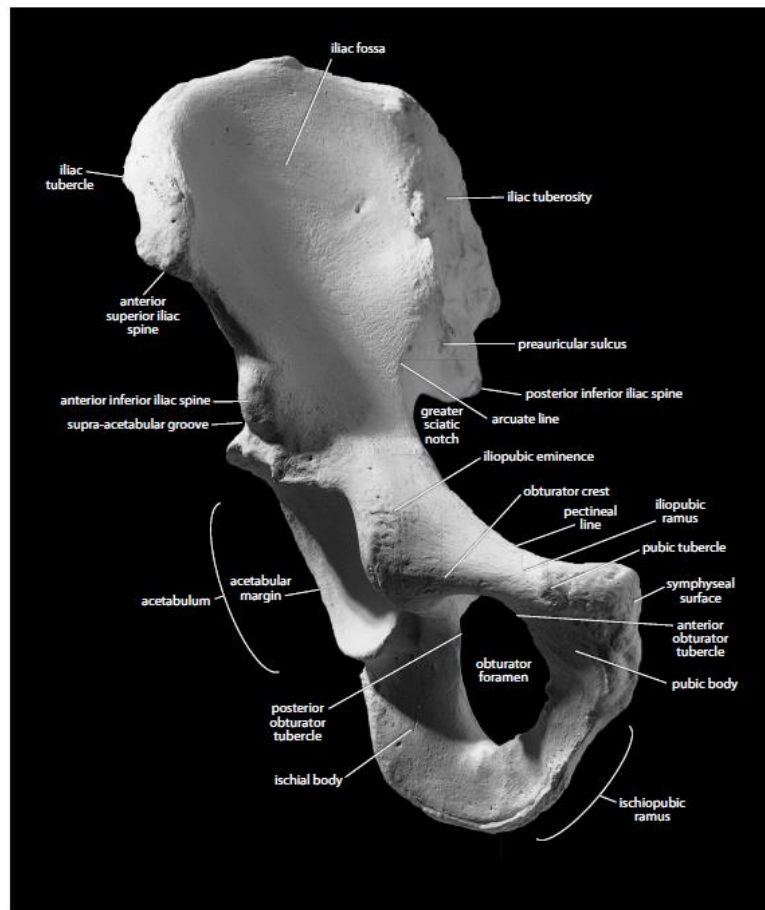
46. OBLOUKOVÁ DÉLKA MEZI ILIOPEKTINEÁLNÍM BODEM A FACIES SYMPHYSIALIS (IPSY). Oblouková délka linea terminalis ohraničená iliopektineálním bodem a středem horního okraje facies symphysialis (oblouková míra k přímému rozměru č. 48. SYIP). Technika měření viz rozměry č. 20. SOAB.

(Novotný, 1981)

Délku oblouku linea terminalis měříme navlhčenou bílou nití, kterou sledujeme průběh linea terminalis. Okrajové body označíme měkkou tužkou a délku mezi takto označenými body měříme pomocí stupnice dotykového měřidla.



Obr. 10 – Důležité struktury a rozměry (©White et. al 2012)



Obr. 11 – Důležité struktury a rozměry (©White et. al 2012)

## **Definice rozměrů na femuru, tibii a fibule**

### **FEMUR**

1. **SUBTROAP - Předozadní subtrochanterický průměr** - *sagitální průměr vrchního konce diafýzy měřený 2 až 5 cm pod bazí trochanter minor měřený kolmo na průsečík nejvíce vzad vyčnívajících bodů na zadní straně kloubního povrchu kondylů femuru.*

M 10 modifikace VV 1. Posuvné měřítko.

*Ve stejném místě měříme i Maximální předozadní subtrochanterický průměr.*

2. **SUBTROML - Mediolaterální subtrochanterický průměr** - *trasverzální průměr vrchního konce diafýzy měřený 2 až 5 cm pod bazí trochanter minor měřený paralelně s průsečíkem nejvíce vzad vyčnívajících bodů na zadní straně kloubního povrchu kondylů femuru na tom samém místě, kde se měří transversální průměr, měřený kolmo na něj.*

M 9 modifikace VV 2. Posuvné měřítko.

*Ve stejném místě měříme i Maximální mediolaterální subtrochanterický průměr.*

3. **TRMAHIGH – Výška velkého trochanteru** – *přímá vzdálenost mezi bodem přechodu proximální epifýzy (největší deprese pod velkým trochanterem) a nejvíce proximálního bodu na velkém trochanteru.*

VG 1972 Posuvné měřítko.

4. **TRMATRMI – Intertrochanterická vzdálenost** – *přímá vzdálenost mezi nejkaudálnějším a nejdístantnějším bodem na malém trochanteru a najlaterálnějším a nejproximálnějším bodem trochanteru velkého.*

VG 1972 Posuvné měřítko.

5. **HEADBRTH - Vertikální (medio-lateral) průměr hlavice**- *největší vertikální průměr hlavice měřený ve středu hlavice kolmo na osu krčku v rovině osy diafýzy a osy krčku. Chybné prostorové vymezení (antero-posterior) a problematická definice v učebnici Martin Saller 1957.*

M 19 modifikace VV 5. Posuvné měřítko.

6. **COLODIAG- Kolodiafyzární úhel** - *úhel, který svírá osa diafýzy (spojnice nejvyššího bodu sulcus intercondylaris a středu diafýzy těsně pod trochanter minor) s osou krčku (spojnice středu hlavice a středu krčku ve vertikálním průměru krčku).*

M 29. Osteometrická deska, úhломěr.

7. **NECKLNGLH - Délka krčku femuru** - *přímá vzdálenost mezi středem hlavice femuru a průsečíkem osy krčku ( spojnice středu hlavice a středu krčku ve vertikálním průměru krčku).*

VG 1972 - Posuvné měřítko.

8. **NECKBRAP - Vertikální (mediolaterální) průměr krčku** - *nejmenší vzdálenost vrchního okraje krčku od spodního okraje. Podle McHenryho & Corrucciniho nemusí být nejmenší průměr nutně kolmý na osu krčku.*

M 15. Posuvné měřítko.

9. **NECKBRML - Sagitální (antero-posterior) průměr krčku** - *vzdálenost přední plochy krčku od zadní měřená v oblasti vertikálního průměru a kolmo na něj.*

M 16. Posuvné měřítko.

10. **TRMABRTH** – **Šířka velkého trochanteru** – *maximální šířka velkého trochanteru měřená kolmo na osu krčku.*

Vančata 1976 (č. 11) - Posuvné měřítko.

11. **NCKLGBIO** - **Biomechanická délka krčku** - *projektivní vzdálenost mezi nejmediálnějším bodem caput femori a nejlaterálnějším bodem trochanter major měřený paralelně s osou colum femori a kolmo na osu diafýzy femuru.*

MC 6, 1978. Posuvné měřítko.

12. **TRMIHEAD** – **Vzdálenost malého trochanteru od hlavice** – *přímá vzdálenost mezi nejlaterálnějším a nejdistančnějším bodem malého trochanteru a najvzdálenějším bodem na hlavici femuru.*

Vančata 1976 (č. 13) - Posuvné měřítko.

13. **TRMIBRTH** – **Šířka malého trochanteru** – *největší průměr v místě malého trochanteru měřený rovnoběžně s přímkou vedenou nejdorsálnějšími body kondylů stehenní kosti.*

Vančata 1976 (č. 14) - Posuvné měřítko.

14. **TRMIHIGH** – **Výška malého trochanteru** – *největší průměr v místě malého trochanteru měřený kolmo na osu krčku.*

Vančata 1976 (č.15) - Posuvné měřítko.

15. **TRMINECK** – **Vzdálenost malého trochanteru od krčku** – *nejmenší přímá vzdálenost mezi nejlaterálnějším a nejdistančnějším bodem malého trochanteru a nejhlubším bodem na krčku femuru z horní strany krčku.*

MC 6, 1978. Posuvné měřítko.

16. **SUPREPAP** – **Supraepifyzární předozadní průměr** – *předozadní průměr diafýzy měřený v místě přechodu diafýzy a distální epifyzy.*

VV 16, 1981 - Posuvné měřítko.

17. **SUPREPML** – **Supraepifyzární mediolaterální průměr** – *transverzální průměr diafýzy měřený v místě přechodu diafýzy a distální epifyzy.*

VV 17, 1981 - Posuvné měřítko.

18. **SUPCONAP** – **Suprakondylární předozadní průměr** – *předozadní průměr distální epifyzy femuru měřený v místě největšího prohnutí transversálního obrysu nad kondyly.*

VV 18, 1981 - Posuvné měřítko.

19. **SUPCONML** – **Suprakondylární mediolaterální průměr** – *předozadní průměr distální epifyzy femuru měřený v místě největšího prohnutí transversálního obrysu nad kondyly.*

Vančata 1976 - Posuvné měřítko.

20. **INTEREPI** - **Bikondylární šířka (interepikondylární vzdálenost)**- *největší transversální šířka distální epifyzy femuru, vedená paralelně s průsečíkem nejdistančnějších bodů kondylů.*

MC 12, 1978. Posuvné měřítko.

21. **DISTCOND** – **Distální interkondylární vzdálenost** – *vzdálenost nejdistančnějších bodů kondylu femuru.*

VV21, 1981 - Posuvné měřítko.

22. **COLAHIGH** - **Výška laterálního kondylu femuru**- *vzdálenost bodu největšího prohnutí transverzálního obrysu nad laterálním kondylem a nejdistančnějšího bodu laterálního kondylu.*

VV 22. Posuvné měřítko.

23. **COLAOBLQ** – **Šikmá výška laterálního kondylu** – *vzdálenost bodu největšího prohnutí transverzálního obrysu nad laterálním kondylem a nejvyššího bodu sulcus intercondylaris.*

VV 23, 1981 - Posuvné měřítko.

24. **COLAMAXM** – **Laterální šikmý průměr epifýzy** – *největší vzdálenost od bodu největšího prohnutí transverzálního obrysu nad laterálním kondylem k mediálnímu okraji mediálního kondylu měřená v transverzální rovině.*

VV 24, 1981 - Posuvné měřítko.

25. **COMEHIGH** - **Výška mediálního kondylu femuru** - *analogická jako výška laterální.*

VV 25. Posuvné měřítko.

26. **COMEUBLQ** – **Šikmá výška mediálního kondylu** – *analogická jako šikmá výška laterálního kondylu (23).*

VV 26, 1981 - Posuvné měřítko.

27. **COMEMAXM** – **Mediální šikmý průměr epifýzy** – *analogická jako laterální šikmý průměr (24).*

VV 27, 1981 – Posuvné měřítko.

28. **INCIBRTH** - **Šířka incisura intercondylaris** - *největší šířka incisura intercondylaris měřená uprostřed zadní plochy kondylů.*

MC 20, 1978. Posuvné měřítko.

29. **COLASGMX** – **Maximální sagitální výška laterálního kondylu** – *maximální vzdálenost bodu největšího prohnutí zadního sagitálního obrysu distální epifýzy nad laterálním kondylem a přední části kloubní plochy.*

VV 29, 1981 – Posuvné měřítko.

30. **COLASGMN** – **Minimální sagitální výška laterálního kondylu** – *minimální vzdálenost bodu největšího prohnutí sagitálního obrysu distální epifýzy nad laterálním kondylem a kloubní plochy.*

VV 30, 1981 – Posuvné měřítko.

31. **COLALNGH** - **Délka laterálního kondylu** - *délka laterálního kondylu měřená od laterálního okraje (nejdistálnějšího bodu) facies patellaris k nejvíce zadnímu bodu na zadním povrchu condylus lateralis.*

MC 16, 1978. Posuvné měřítko

32. **COLABRTH** - **Šířka laterálního kondylu**- *šířka zadního povrchu kloubní plochy condylus lateralis měřená přibližně v její střední části.*

C 18, 1978. Posuvné měřítko.

33. **COMESGMX** – **Maximální sagitální výška mediálního kondylu** – *analogická jako výška laterální (29)*

VV 33, 1981 - Posuvné měřítko.



34. **COMESGMN – Minimální sagitální výška mediálního kondylu** – analogická jako výška laterálního (30)

VV 34, 1981 – Posuvné měřítko.

35. **COMELNGH - Délka mediálního kondylu** - *délka mediálního kondylu měřená od laterálního okraje (nejdistálnějšího bodu) facies patellaris k nejvíce zadnímu bodu na zadním povrchu condylus medialis.*

MC 17, 1978. Posuvné měřítko.

36. **COMEBRTH - Šířka mediálního kondylu**- *šířka zadního povrchu kloubní plochy condylus medialis měřená přibližně v její střední části.*

MC 19, 1978. Posuvné měřítko.

37. **ANTECOND – Přední interkondylární vzdálenost** – *transverzální vzdálenost nejvíce anteriorních bodů kondylů femuru.*

VV 37, 1981 – Posuvné měřítko.

38. **DSTEPIMX – Horní průměr distální epifýzy**

McHenry and Corruccini 1978 - Posuvné měřítko.

39. **DSTEPIMN – Dolní průměr distální epifýzy** – *projektivní vzdálenost nejvíce anteriorního bodu facies patellaris v sagitální rovině a nejvyššího bodu incisura intercondylaris na předním okraji epifýzy.*

VV 39, 1981 – Posuvné měřítko.

40. **INCIDPTH – Hloubka incisura intercondylaris** – *kolmá vzdálenost středu fossa intercondylaris a spojnice nejvíce zadních bodů kondylů femuru.*

VV 40, 1981 – Posuvné měřítko.

41. **DIAMDLAP - Předozadní střední průměr diafýzy ( antero-posterior diameter of midshaft)** - *předozadní šířka diafýzy měřená ve středu diafýzy vedená kolmo na průsečík nejvíce vzad vyčnívajících bodů na zadní straně kloubního povrchu kondylů femuru.*

MC 15, 1978. Posuvné měřítko.

Ve stejném místě měříme i Maximální předozadní střední průměr diafýzy femuru

42. **DIAMDLML - Mediolaterální střední průměr diafýzy** - *transversální šířka diafýzy měřená ve středu diafýzy vedená paralelně s průsečíkem nejvíce vzad vyčnívajících bodů na zadní straně kloubního povrchu kondylů femuru.*

MC 14, 1978. Posuvné měřítko.

Ve stejném místě měříme i Maximální mediolaterální střední průměr diafýzy femuru

43. **FEMLNGMX - Biomechanická délka femuru** - *vzdálenost nejvyššího bodu hlavice od roviny, která je určena spodní plochou obou kondylů.*

M 2., 1957 Osteometrická deska.

43a. **FEMLGMAX - Maximální délka femuru** - *maximální délka femuru ležícího na rovné ploše, již se dotýká zadní částí kondylů.*

M 1. Osteometrická deska.

44. **INKLINAG – Inklináční úhel**

Martin and Saller 1957, M 28. - úhломěr

45. **DSTEPIAG** - - **Bikondylární úhel** - úhel mezi kolmicí vedenou nejvyšším bodem *sulcus intercondylaris* a osou diafýzy femuru (spojnice nejvyššího bodu *sulcus intercondylaris* a středu diafýzy těsně pod *trochanter minor*).

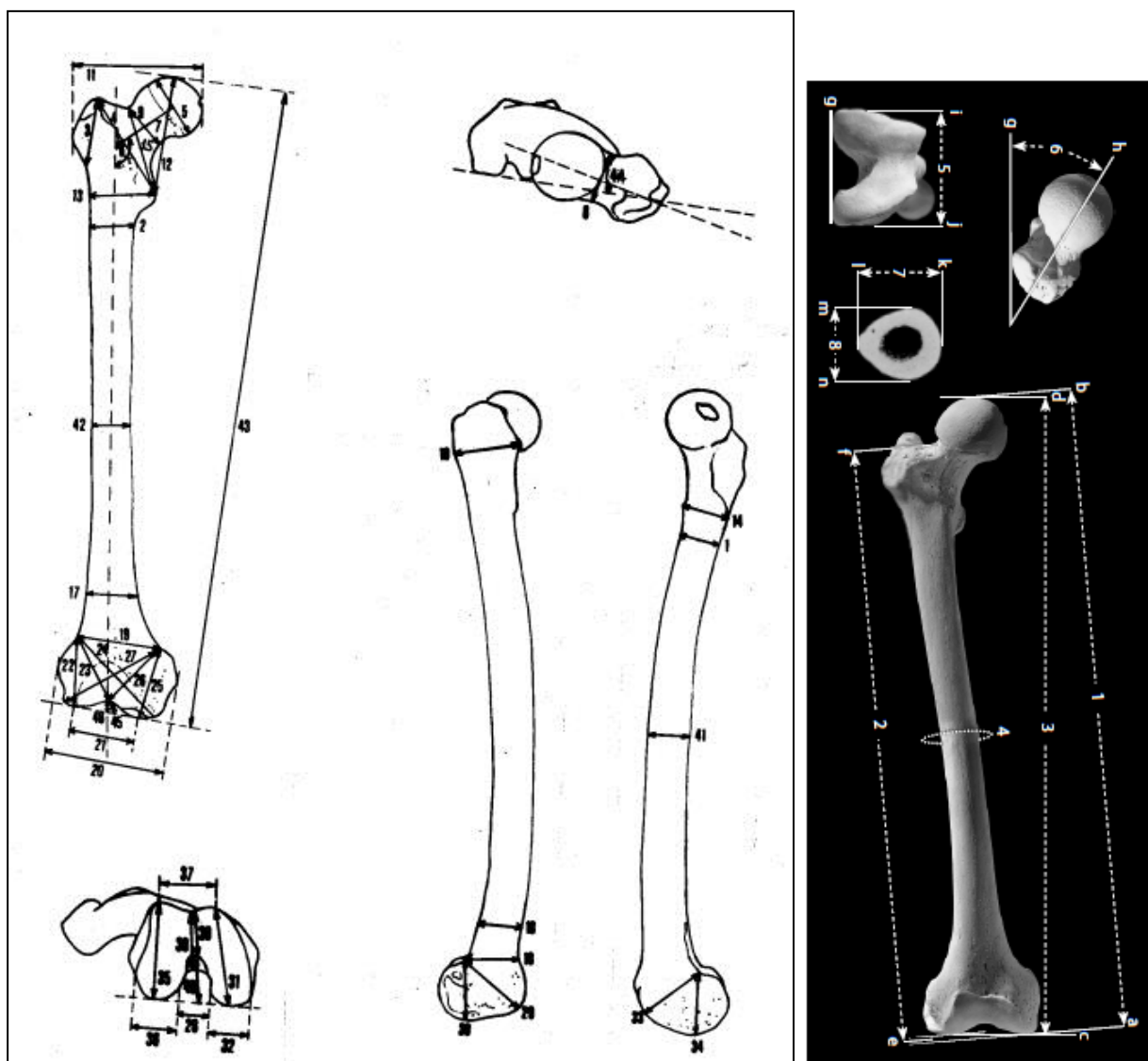
HL, 1971. Osteometrická deska, úhломěr.

46. **INCIHIGH** – **Výška *sulcus intercondylaris*** – kolmá vzdálenost spojnice nejdálších bodů kondylů a středu *sulcus intercondylaris*.

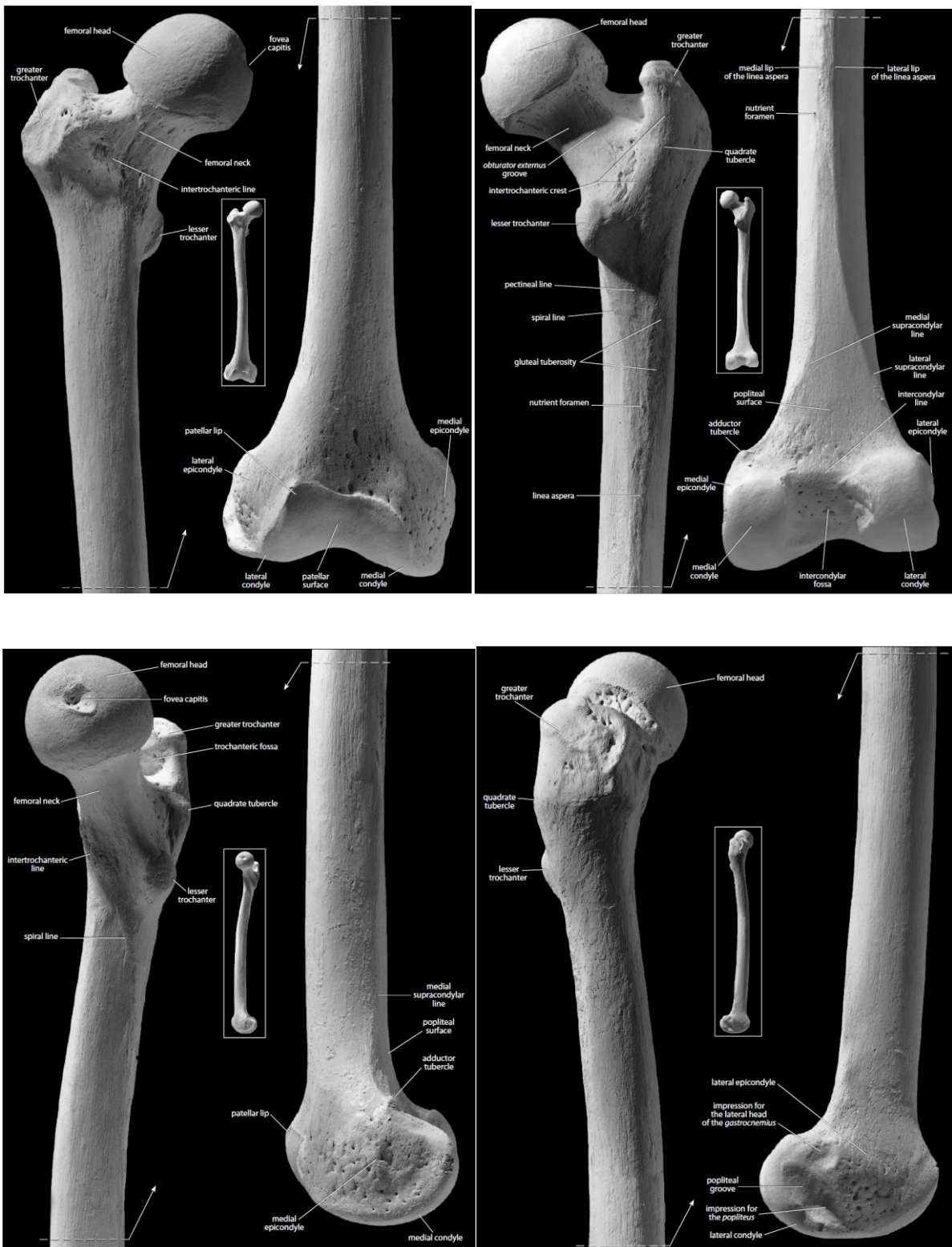
VV 46. 1981 – Posuvné měřítko.

76. **BIOMEANG** - **Biomechanický úhel** - úhel mezi kolmicí vedenou nejvyšším bodem *sulcus intercondylaris* a spojnice nejvyššího bodu *sulcus intercondylaris* a středu hlavičky femuru.

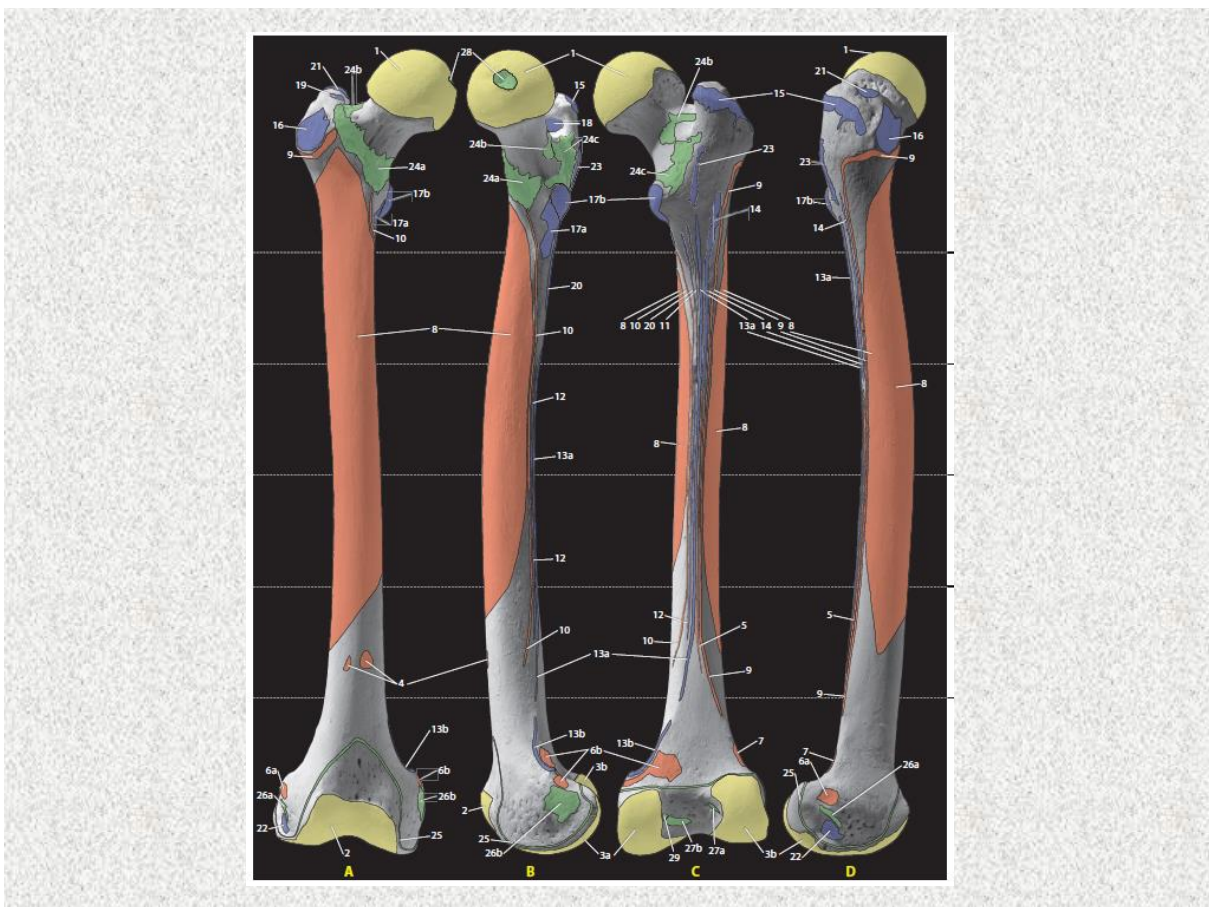
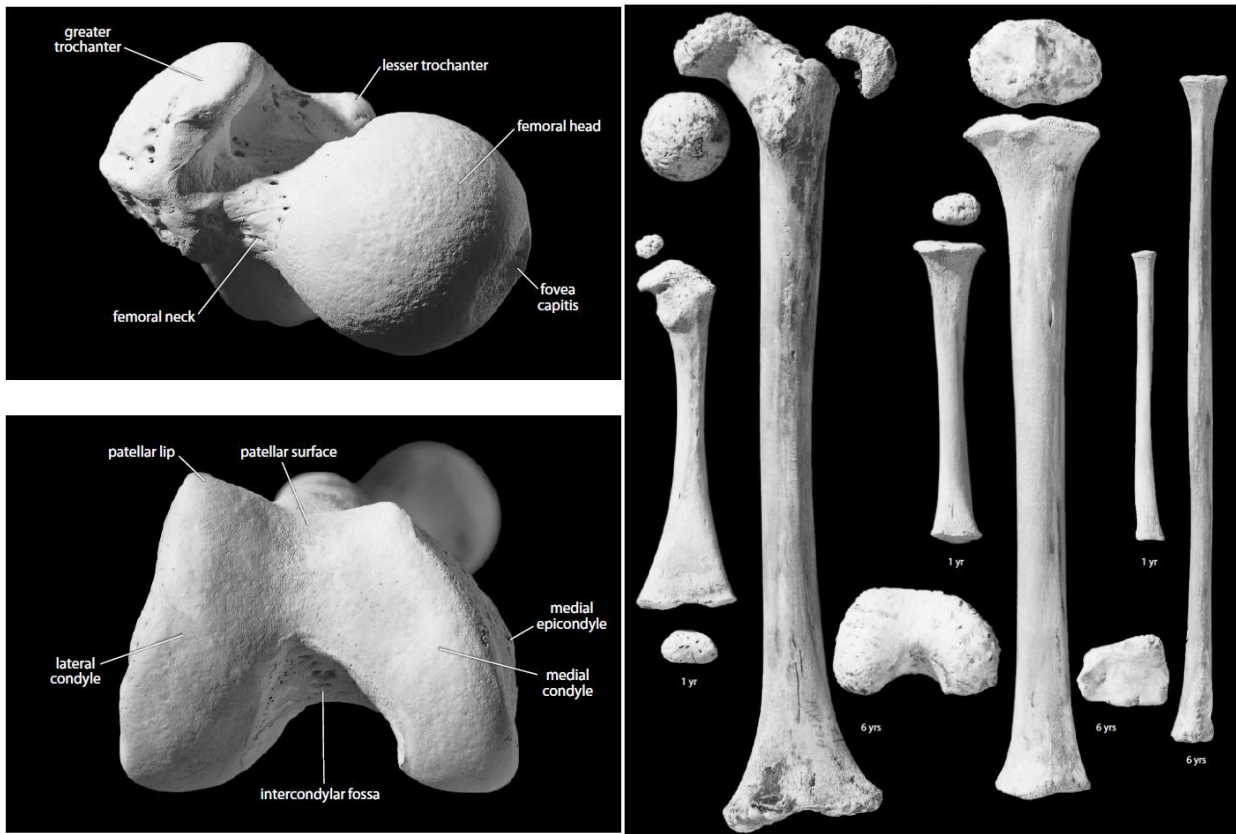
Vančata 1991. Osteometrická deska, úhломěr.



Obr. 12 – Důležité rozměry a struktury femuru (©White et. al 2012, Vančata 1981, 1986)



Obr. 13 – Důležité rozměry a struktury femuru (©White et. al 2012)



Obr. 14 – Důležité rozměry a struktury femuru (©White et. al 2012)

## **TIBIA**

47. **PRXEPIAP** - **Předozadní šířka proximální epifyzy** - *sagitální šířka proximální epifyzy tibie vedená středem eminentia intercondylaris tibie kolmo na spojnici nejvíce vzad vyčnívajících bodů kondylů tibie.*

VV 47. Posuvné měřítko.

48. **PRXEPIML** - **Mediolaterální šířka proximální epifyzy** - *vzdálenost bodů nejvíce vyčnívajících do strany na condylus medialis a lateralis měřená kolmo na předozadní šířku proximální epifyzy tibie.*

M 3. 1957 - Osteometrická deska, posuvné měřítko.

49. **COMETIAP** - **Délka facies articularis medialis** - *největší sagitální vzdálenost mezi předním a zadním okrajem vrchní mediální kloubní plochy.*

M 4a. 1957 - Posuvné měřítko.

50. **COMETIML** - **Šířka facies articularis medialis** - *horizontální vzdálenost tuberculum intercondylare mediale od středu okraje na straně mediální kloubní plochy, měřeno kolmo na míru M 4a.*

M 3a. 1957 - Posuvné měřítko.

51. **COLATIAP** - **Délka facies articularis lateralis** - *největší sagitální vzdálenost mezi předním a zadním okrajem vrchní laterální kloubní plochy.*

M 4b. 1957 - Posuvné měřítko.

52. **COLATIML** - **Šířka facies articularis lateralis** - *horizontální vzdálenost tuberculum intercondylare laterale od středu okraje na straně laterální kloubní plochy, měřeno kolmo na míru M 4b.*

M 3b. 1957 - Posuvné měřítko.

53. **INTEREMI** - **Vzdálenost eminentia intercondylaris od předního okraje** - *sagitální vzdálenost zadního okraje eminentia intercondylaris od předního okraje proximální epifyzy tibie.*

VV 53. 1981 - Posuvné měřítko.

54. **EMINDIST** - **Intertuberkulární vzdálenost** - *transverzální vzdálenost mezi vnějšími okraji tuberkulů eminentia intercondylaris.*

VV 54. 1981 - Posuvné měřítko.

55. **COMEHIGT** - **Výška mediálního kondylu tibie** - *vzdálenost nejproximálnějšího bodu kloubní plochy mediálního kondylu a bodu největšího prohnutí transverzálního obrysu pod mediálním kondylem měřená paralelně s osou diafýzy.*

VV 55. 1981 - Posuvné měřítko.

56. **COLAHIGT** - **Výška laterálního kondylu** - *analogický rozměr jako je výška mediálního kondylu (55).*

VV 56. 1981 - Posuvné měřítko.

57. **SUBCONAP** - **Subkondylární předozadní průměr** - *sagitální průměr měřený v místě největšího prohnutí transverzálního obrysu pod kondyly tibie.*

VV 57. 1981 - Posuvné měřítko.

58. **SUBCONML – Subkondylární mediolaterální průměr** – *transverzální průměr měřený v místě jako subkondylární předozadní průměr.*

VV 58. 1981 – Posuvné měřítko.

59. **TUBTIBAP – Předozadní průměr tuberositas tibiae –**

M 4., 1957 – Posuvné měřítko.

60. **SUBTUBAP - Subepifyzární předozadní průměr** - *sagitální průměr měřený pod tuberositas tibiae kolmo na spojnici nejvíce vzad vyčnívajících bodů kondylů tibiae.*

VV 60. Posuvné měřítko.

61. **SUBTUBML - Subepifyzární mediolaterální průměr tibiae** - *transverzální průměr měřený pod tuberositas tibiae kolmo na subepifyzární předozadní průměr.*

VV 61. Posuvné měřítko.

62. **SPREPIAP – Supraepifyzární předozadní průměr tibiae** – *sagitální průměr měřený na přechodu diafýzy a distální epifýzy.*

VV 62. 1981 – Posuvné měřítko.

63. **SPREPIML – Supraepifyzární mediolaterální průměr tibiae** – *transverzální průměr měřený na přechodu diafýzy a distální epifýzy.*

VV 63. 1981 – Posuvné měřítko.

64. **MALEHIGH - Výška maleolus medialis** - *vzdálenost od hrotu maleolu k místu přechodu distální epifýzy a diafýzy na mediální straně.*

VV 64. Posuvné měřítko.

65. **MALEBRTR - Předozadní šířka maleolus medialis** - *maximální sagitální šířka maleolus medialis.*

VV 65. Posuvné měřítko.

66. **MALEMLBR - Mediolaterální šířka maleolus medialis** - *maximální transverzální šířka maleolus medialis měřená ve střední části maleolu.*

VV 66. Posuvné měřítko.

67. **DIEPIBRT - Transverzální šířka distální epifýzy** - *vzdálenost nejhlubšího bodu incisura fibularis a nejmediálnějšího bodu maleolus medialis.*

VV 67. Posuvné měřítko.

68. **ARTBRANT – Přední šikmá šířka distální epifýzy** – *vzdálenost nejmediálnějšího bodu incisura fibularis a přední hrany maleolus medialis.*

VV 68. 1981 – Posuvné měřítko.

69. **ARTBRPST – Zadní šikmá šířka distální epifýzy** – *vzdálenost nejmediálnějšího bodu incisura fibularis a zadní hrany maleolus medialis.*

VV 69. 1981 – Posuvné měřítko.

70. **ARTBRLAT – Laterální předozadní průměr kloubní plochy** – *maximální délka laterální hrany kloubní plochy distální epifýzy tibiae.*

VV 70. 1981 – Posuvné měřítko.

71. **ARTBRMED** – Mediální předozadní průměr kloubní plochy – vzdálenost mezi body přechodu kloubní plochy distální epifyzy a facies articularis maleolaris.

VV 71. 1981 – Posuvné měřítko.

72. **ARTANGEG** – Transverzální přední průměr kloubní plochy – maximální délka přední hrany kloubní plochy distální epifyzy měřená od bodu přechodu kloubní plochy a facies articularis maleolaris.

VV 72. 1981 – Posuvné měřítko.

73. **DIATIBAP** - Předozadní střední průměr diafýzy tibie - sagitální průměr tibie měřený ve středu diafýzy kolmo na spojnici nejvíce vzad vyčnívajících bodů kondylů tibie.

VV 73. Posuvné měřítko.

Ve stejném místě měříme i Maximální předozadní střední průměr diafýzy tibie

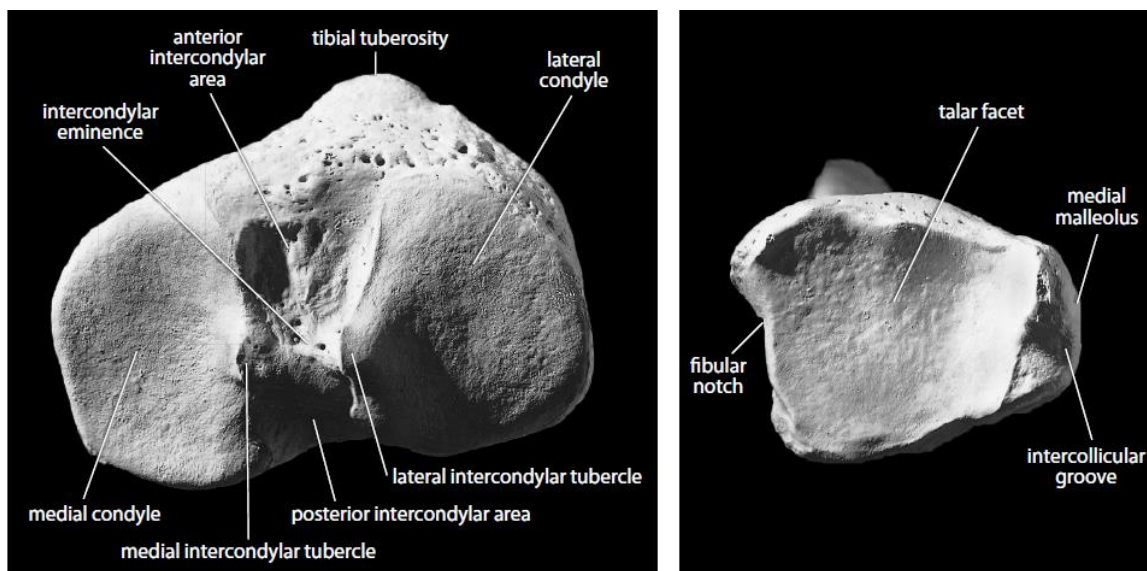
74. **DIATIBML** - Mediolaterální střední průměr diafýzy tibie - transverzální průměr tibie měřený ve středu diafýzy kolmo na předozadní střední průměr.

VV 74. Posuvné měřítko.

Ve stejném místě měříme i Maximální mediolaterální střední průměr diafýzy tibie

75. **TIBLNGMX** - Maximální délka tibie - vzdálenost nejvíce vyčnívajícího bodu eminentia intercondylaris od špičky maleolus medialis.

M 1a. Osteometrická deska.



Obr. 16 – Morfologie kloubních ploch tibie

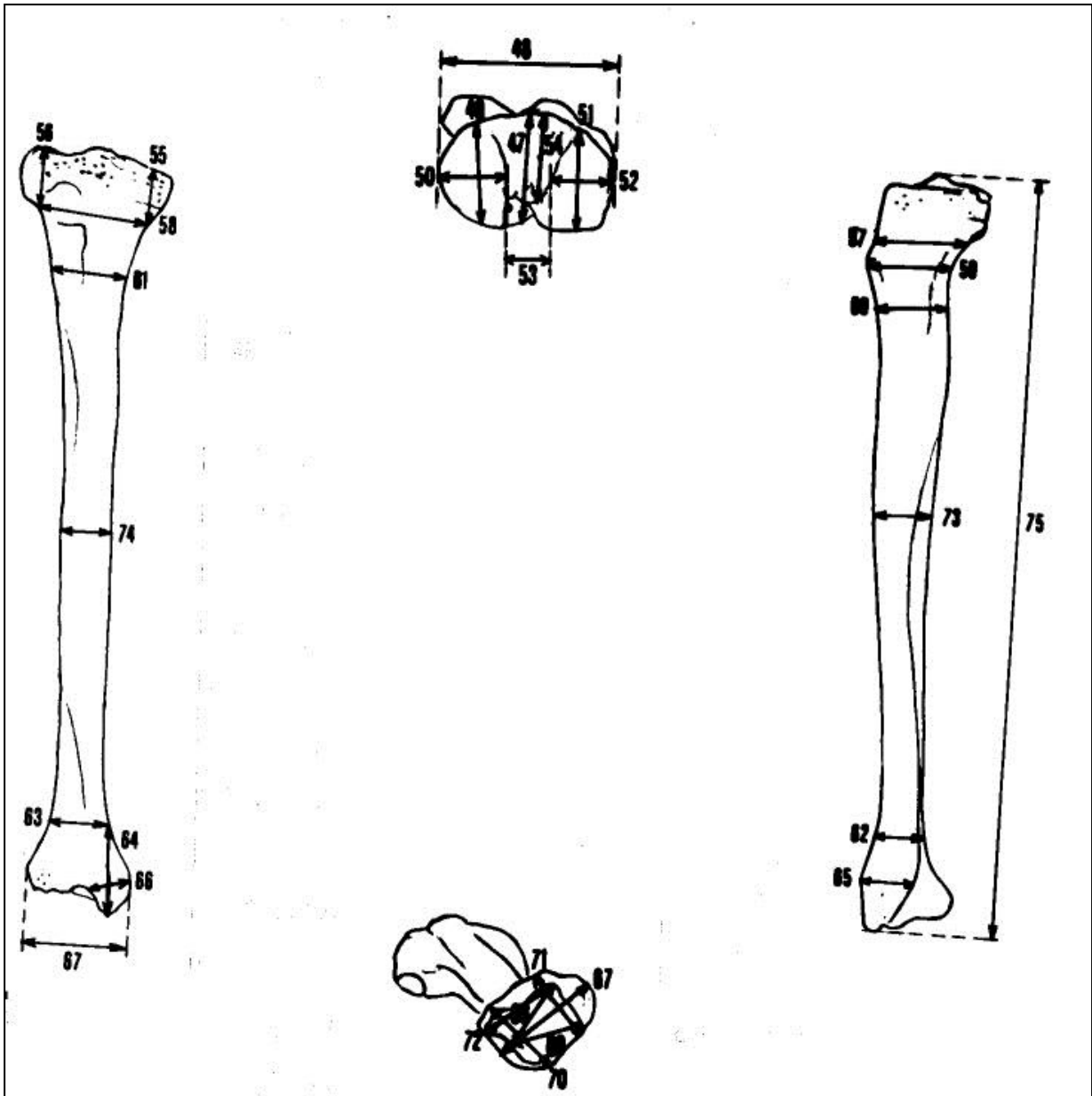
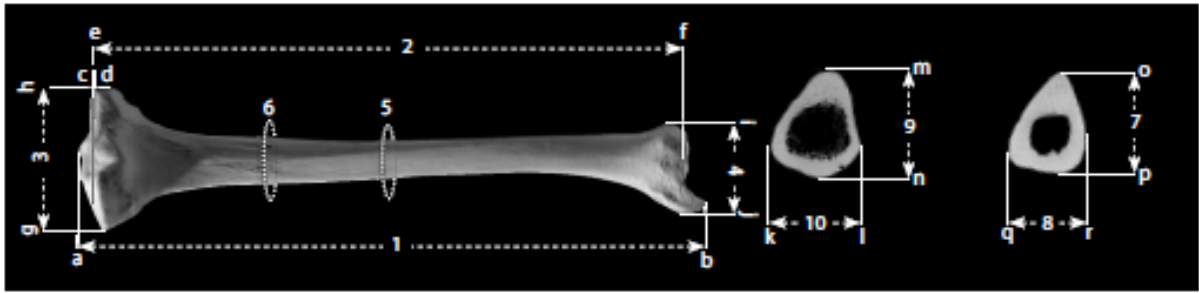


Fig. 17 – Důležité rozměry a struktury tibie (©White et. al 2012, Vančata 1981, 1986)



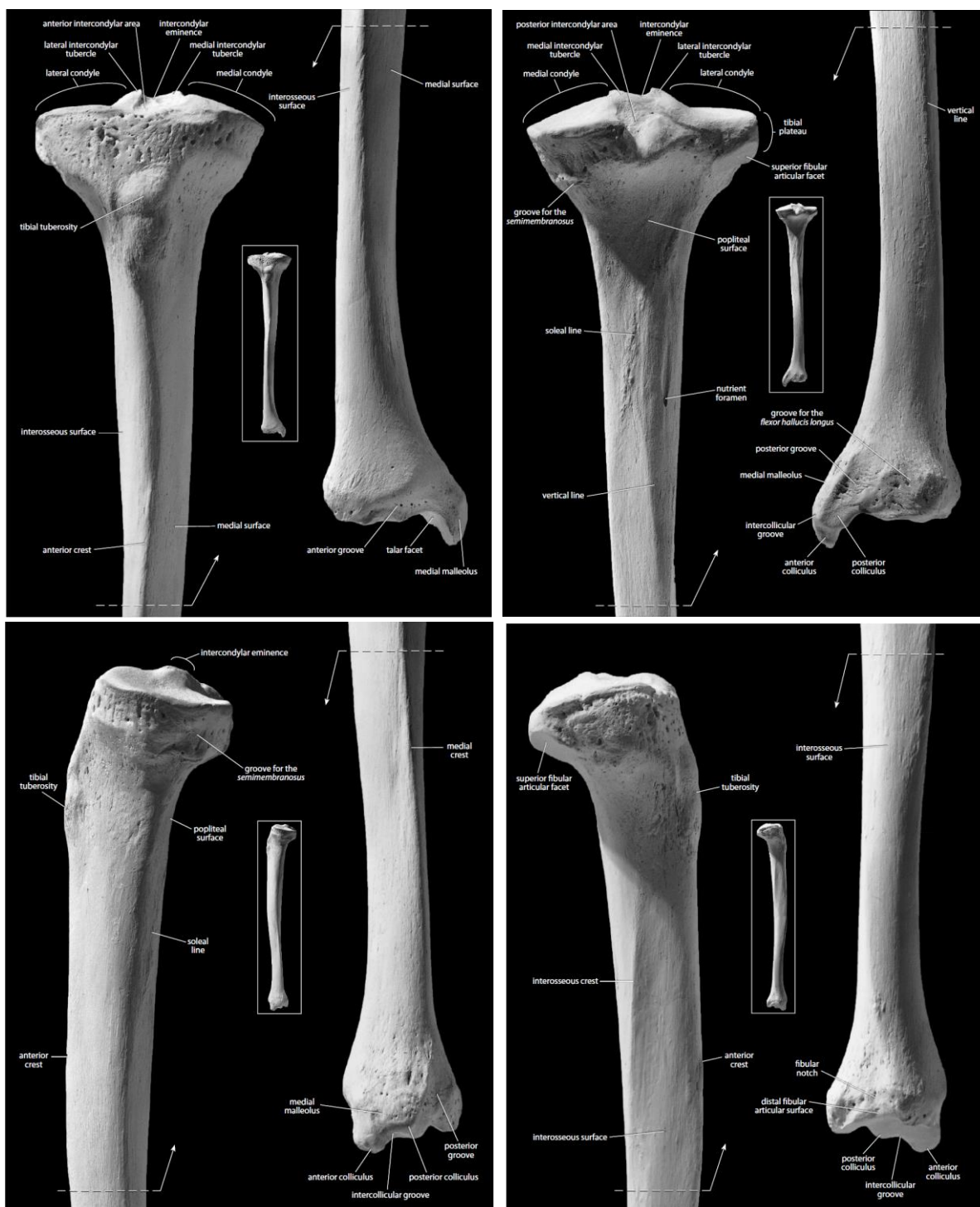


Fig. 18 – Důležité rozměry a struktury tibie (©White et. al 2012)

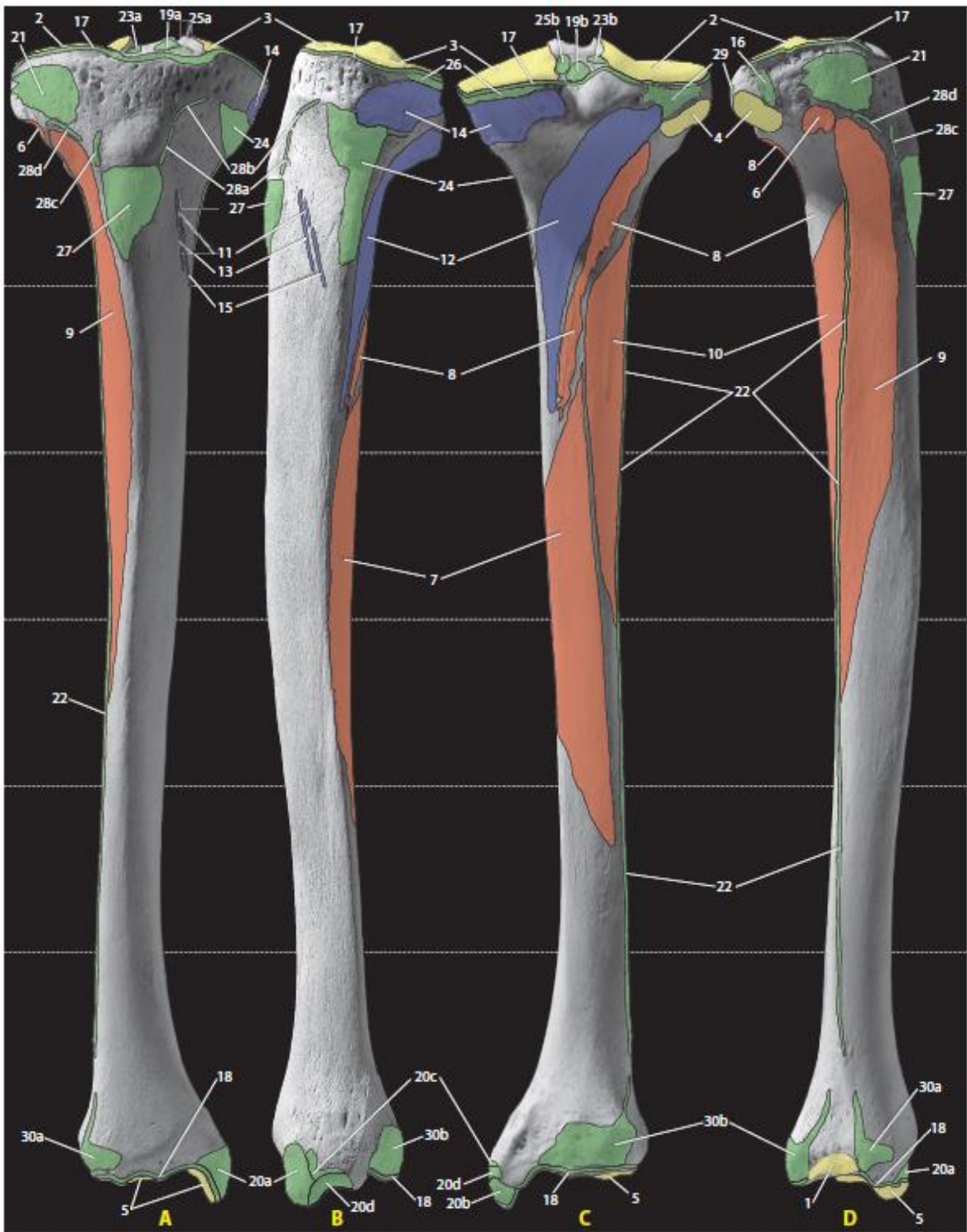


Fig. 19 – Důležité rozměry a struktury tibie (©White et. al 2012)

## FIBULA

77. Maximální délka fibuly - maximální délka fibuly ležící na rovné ploše.

M 1. Osteometrická deska.

**Transverzální průměr středu diafýzy** - Vzdálenost mediální od laterální strany.

M3(1) Posuvné měřidlo .

**Sagitální průměr středu diafýzy** - Vzdálenost přední od zadní plochy , kolmo k míře M3(1).

M3(2) Posuvné měřidlo .

**Šířka horní epifyzy** - Vzdálenost mediální od laterální strany caput fibulae.

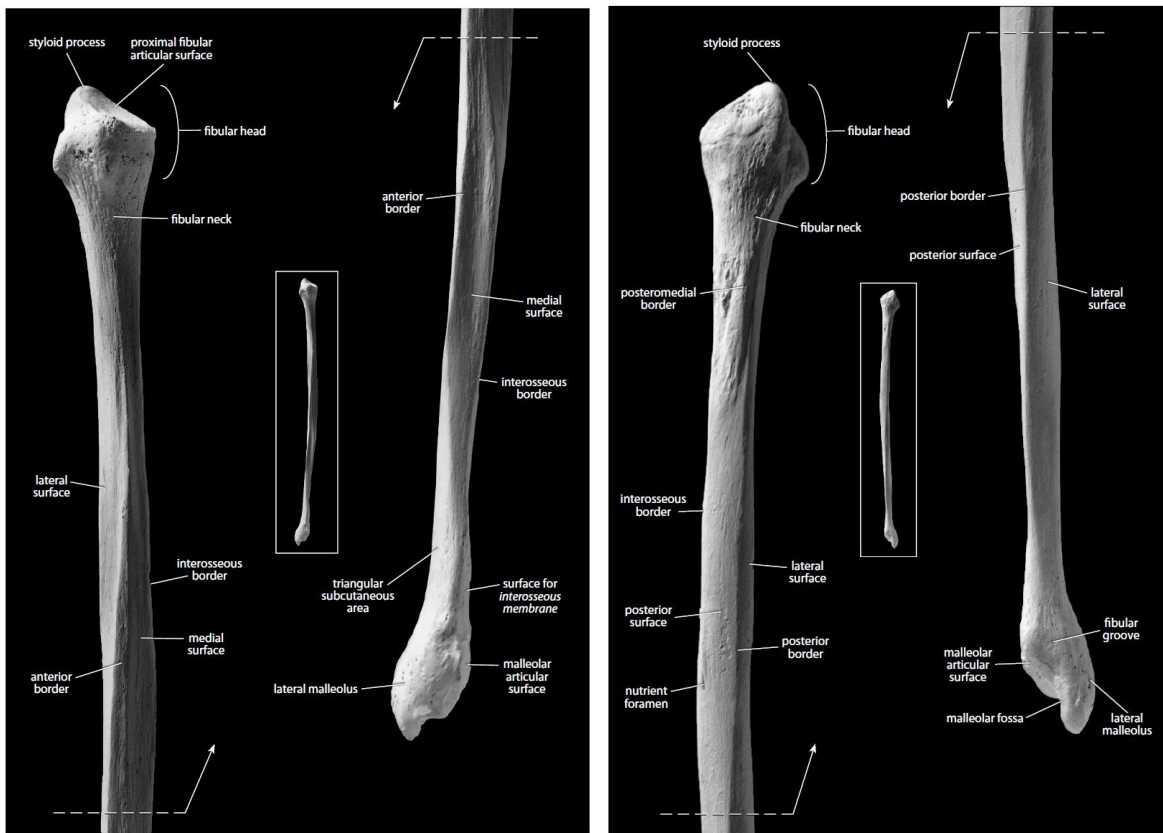
M4(1) Osteometrická deska nebo speciální posuvné měřítko (rozhodně je přesnější).

*Jako u míry M4(2). Mollison (1938) doporučuje měřit rovnoběžně s rozšířením kloubní plochy .*

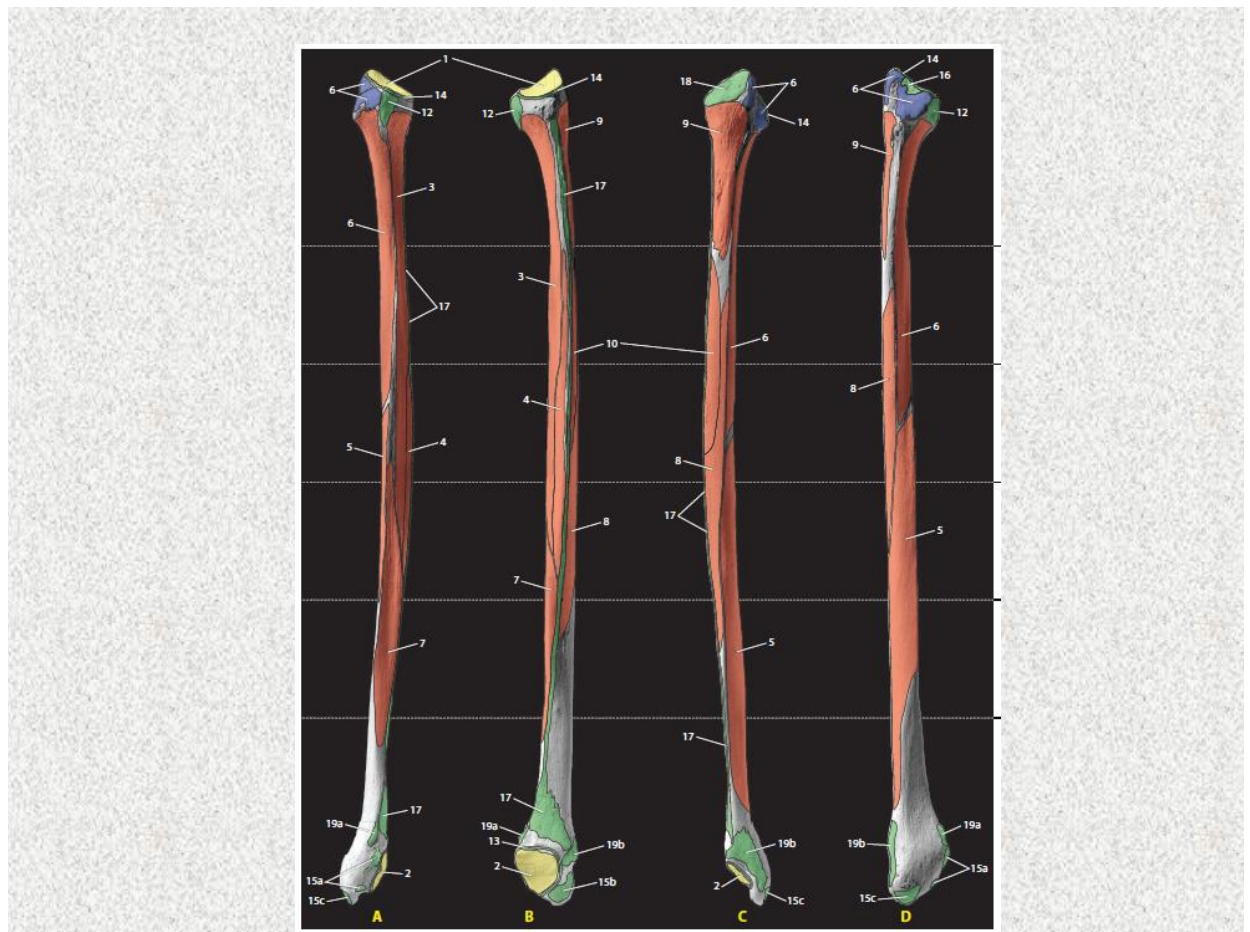
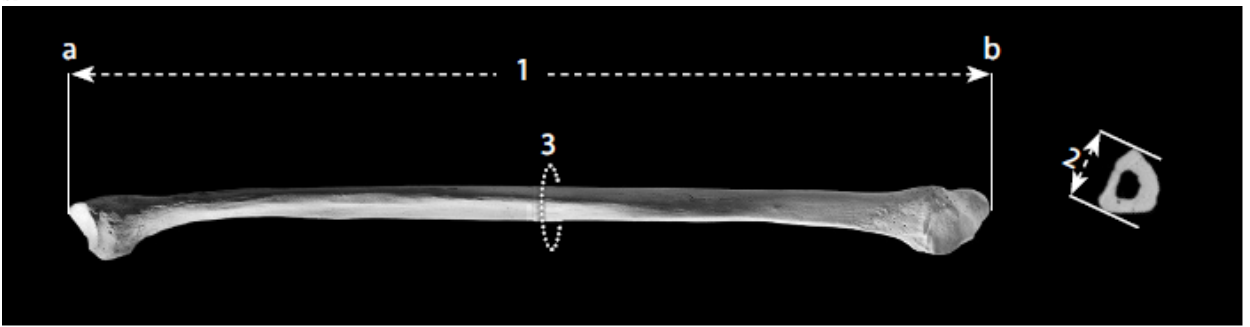
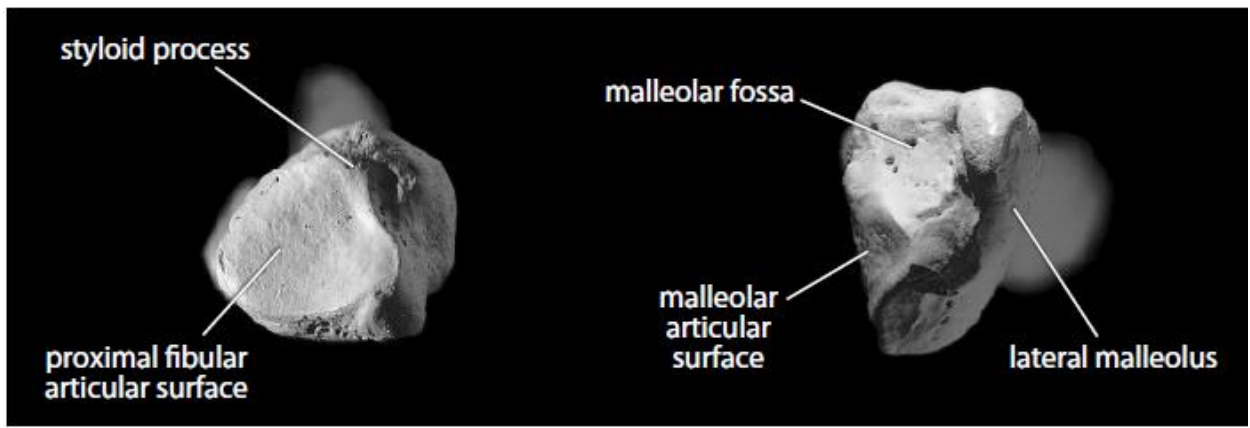
**Šířka dolní epifyzy** - Vzdálenost mediální strany malleolus lateralis od nejvíce vybihajícího bodu laterální strany.

M4(2) Osteometrická deska nebo speciální posuvné měřítko (rozhodně je přesnější).

*Kost položíme zadní stranou na desku a přisuneme na podélnou stěnu tak, že přední plocha malleolus lateralis probíhá horizontálně. Mollison (1938) doporučuje měřit rovnoběžně s rozšířením kloubní plochy.*



Obr. 20 – Důležité rozměry a struktury tibie (©White et. al 2012)



Obr. 21 – Důležité rozměry a struktury tibie (©White et. al 2012)

## TALUS

**Délka talu** - Projektivní vzdálenost sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi od nejvzdálenějšího bodu na facies articularis navicularis.

M1 Posuvné měřidlo .

Talus musí svojí dolní plochou, to znamená bází, naléhat na horizontální rovinu a oba hroty posuvného měřidla se při měření musí této roviny dotýkat.

**Největší délka talu** - Přímočará vzdálenost hrotu tuberculum laterale processus posterioris tali od nejvíce vybihajícího bodu na facies articularis navicularis.

M1a Posuvné měřidlo .

**Šířka talu** - Projektivní vzdálenost hrotu processus lateralis tali od mediální strany talu, měřená v transverzální rovině trochlea tali.

M2 Posuvné měřidlo .

**Výška talu** - Projektivní vzdálenost horizontální roviny, na niž kost naléhá svou základnou od nejvyššího bodu středního podélného zakřivení facies superior trochleae

M3 Posuvné měřidlo .

**Délka trochlea tali** - Vzdálenost mezi oběma průsečíky středního podélného zakřivení trochlea tali s předním a zadním okrajem facies superior trochleae od sebe. Střední podélné zakřivení leží v sagitální rovině.

M4 Posuvné měřidlo .

**Šířka trochlea tali** - Vzdálenost mediálního od laterálního okraje facies superior trochlea tali, měřená v transverzální rovině.

M5 Posuvné měřidlo.

**Celková šířka facies malleolaris lateralis** - Přímočará vzdálenost dolního laterálního hrotu facies malleolaris lateralis od horního laterálního okraje facies superior trochleae měřená v transverzální rovině.

M7 Posuvné měřidlo .

**Délka krčku a hlavice** - Projektivní vzdálenost nejvzdálenějšího bodu facies articularis navicularis od předního konce středního podélného zakřivení trochlea tali v podélné ose collum tali, měřeno projektivně k horizontální podložce kosti.

M8 Posuvné měřidlo s nastavitelnými rameny.

**Délka caput tali**- Přímočará vzdálenost obou koncových bodů podélné osy facies articularis navicularis od sebe. Kloubní ploška pro fibricartilago navicularis je do tohoto rozměru zahrnuta.

M9 Posuvné měřidlo .

**Šířka caput tali** - Největší šířka kolmo k podélné ose.

M10 Posuvné měřidlo .

Největší šířka facies articularis calcanea posterior - Největší šířka měřená kolmo k délce.

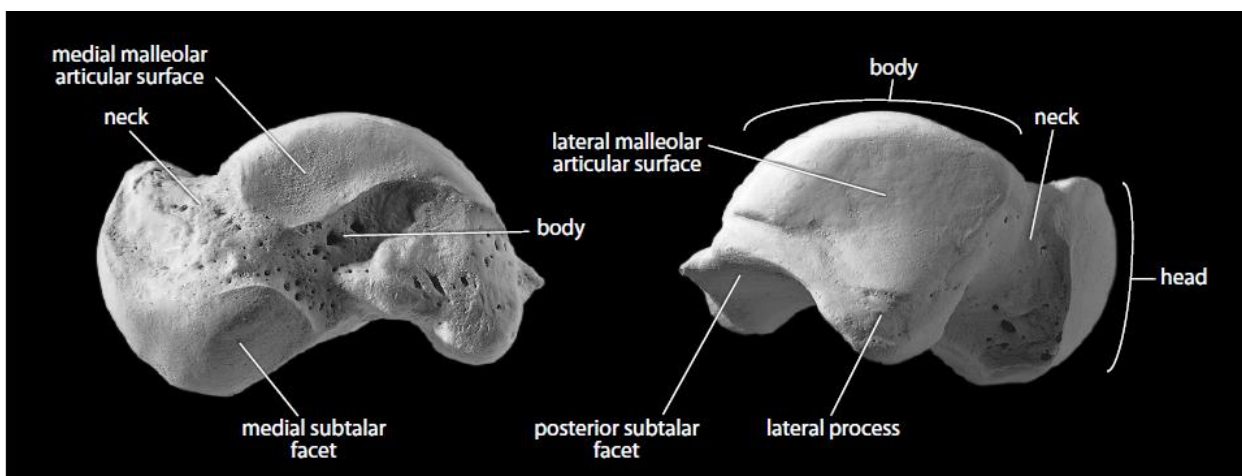
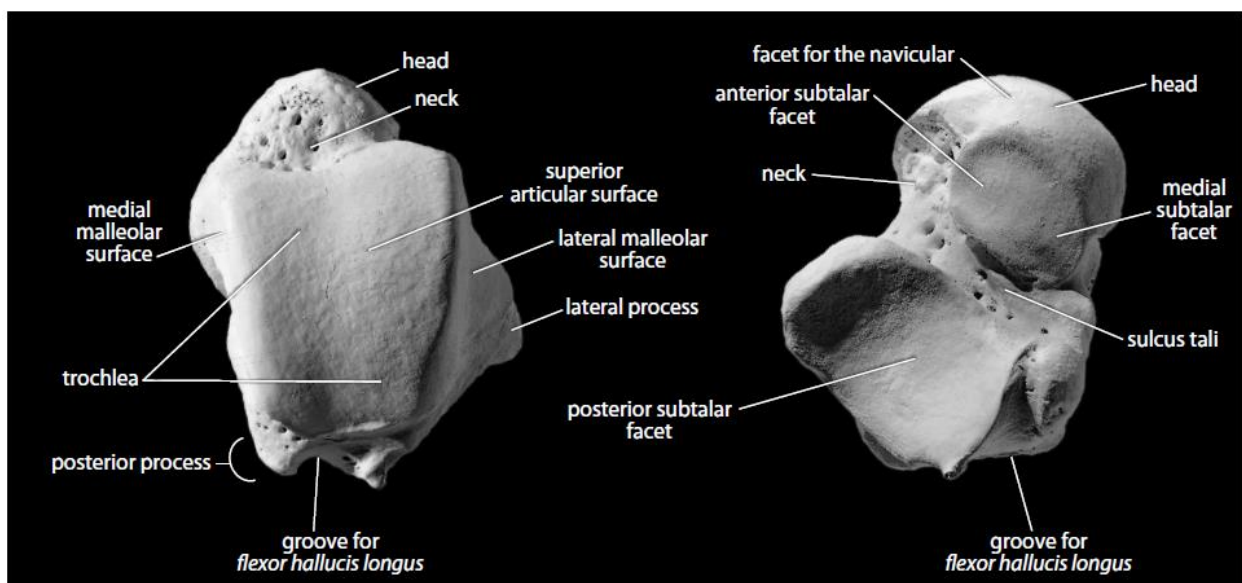
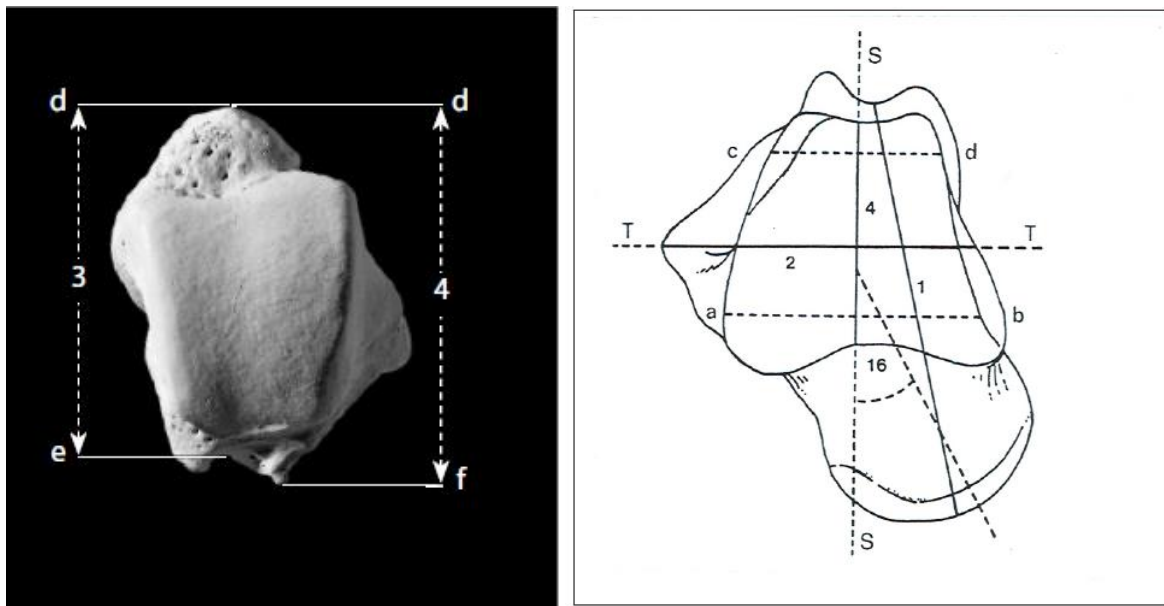
M13 Posuvné měřidlo .

**Úhel odklonu collum tali** - Úhel, který svírá sagitální osa trochlea tali s podélnou osou collum tali.

M16 – úhломěr, osteometrická deska

**Torzni úhel caput tali** - Úhel, který svírá podélná osa facies articularis navicularis s rovinou trochlea – caput, na niž talus v obrácené poloze naléhá.

M17 – úhloměr, osteometrická deska



Obr. 22 – Důležité rozměry a struktury talu (©White et. al 2012, Knussmann 1988)

## *CALCANEUS*

**Největší délka kosti patní** - Projektivní vzdálenost nejzadnějšího bodu na tuber calcanei od nejvíce vpředu ležícího bodu calcanea na horním okraji facies articularis cuboidea, v sagitální rovině kosti, měřená projektivně na dolní plochu.

M1 Posuvné měřidlo.

*Sagitální rovina kosti je dána podélnou osou vycházející z nejvystouplejšího bodu na tuber calcanei a procházející středem facies articularis cuboidea a nejhlubším bodem na povrchu corpus calcanei. Horizontální rovina, která také slouží k orientaci kosti, probíhá kolmo k rovině sagitální a rovnoběžně s podélnou osou.*

**Celková délka kosti patní** - Přímočará vzdálenost nejzadnějšího bodu tuber calcanei od středu facies articularis cuboidea.

M1a Posuvné měřidlo .

**Střední šířka kosti patní** - Projektivní vzdálenost nejlaterálnějšího bodu facies articularis posterior od nejmediálnějšího bodu sustentaculum tali při orientaci kosti zmíněné u míry M1.

M2 Posuvné měřidlo s tupými konci.

**Výška kosti patní** - Projektivní vzdálenost nejvíce vkleslého místa konkávního povrchu corpus calcanei od odpovídajícího místa na dolní straně, měřená kolmo k sagitální rovině kosti.

M4 Posuvné měřidlo .

**Délka corpus calcanei** - Přímočará vzdálenost bodu, který vyčnívá na tuber calcanei nejvíce dozadu, od bodu, který leží nejhlouběji na předním okraji facies articularis talaris posterior

M5 Posuvné měřidlo .

**Šířka sustentaculum tali** - Vzdálenost vnitřního ohraničení sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi od bodu, který na sustentaculum tali vyčnívá nejlaterálněji, měřená kolmo k podélné ose, projektivně na plantární stranu kosti.

M6 Posuvné měřidlo s nastavitelnými rameny.

**Výška tuber calcanei** - Přímočará vzdálenost nejvyššího bodu horního okraje tuber calcanei od nejhlubšího a nejvíce vpředu položeného bodu processus medialis tuberis calcanei.

M7 Posuvné měřidlo .

**Šířka tuber calcanei** - Vzdálenost laterálního od mediálního okraje tuber calcanei, měřená kolmo k výšce a uprostřed tuber calcanei.

M8 Posuvné měřidlo .

**Délka facies articularis talaris posterior** - Přímočará vzdálenost obou koncových bodů podélného průměru facies articularis talaris posterior od sebe.

M9 Posuvné měřidlo .

**Šířka facies articularis talaris posterior** - Vzdálenost obou nejvystouplejších bodů na bočních okrajích facies articularis talaris posterior od sebe, měřená kolmo k podélnému průměru (M9).

M10 Posuvné měřidlo.

**Největší šířka facies articularis cuboidea** - Přímočará vzdálenost nejvyššího bodu na mediálním horním okraji od nejnižšího bodu na laterálním dolním okraji facies articularis cuboidea.

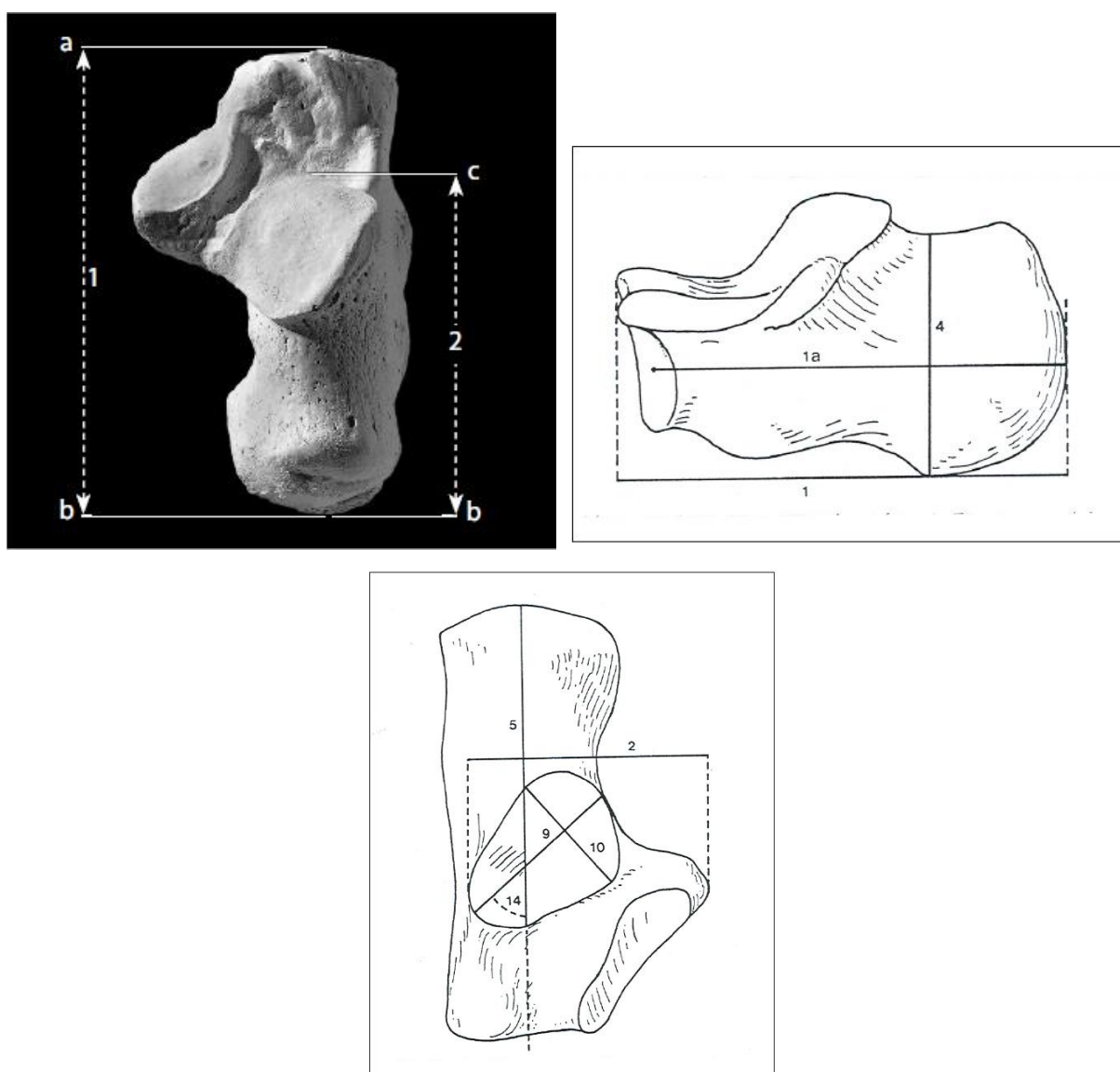
M12 Posuvné měřidlo.

**Výška facies articularis cuboidea** - Přímočará vzdálenost nejnižšího bodu prohloubení na mediálním okraji od nejvystouplejšího bodu na konvexním laterálním okraji facies articularis cuboidea.

M13 Posuvné měřidlo .

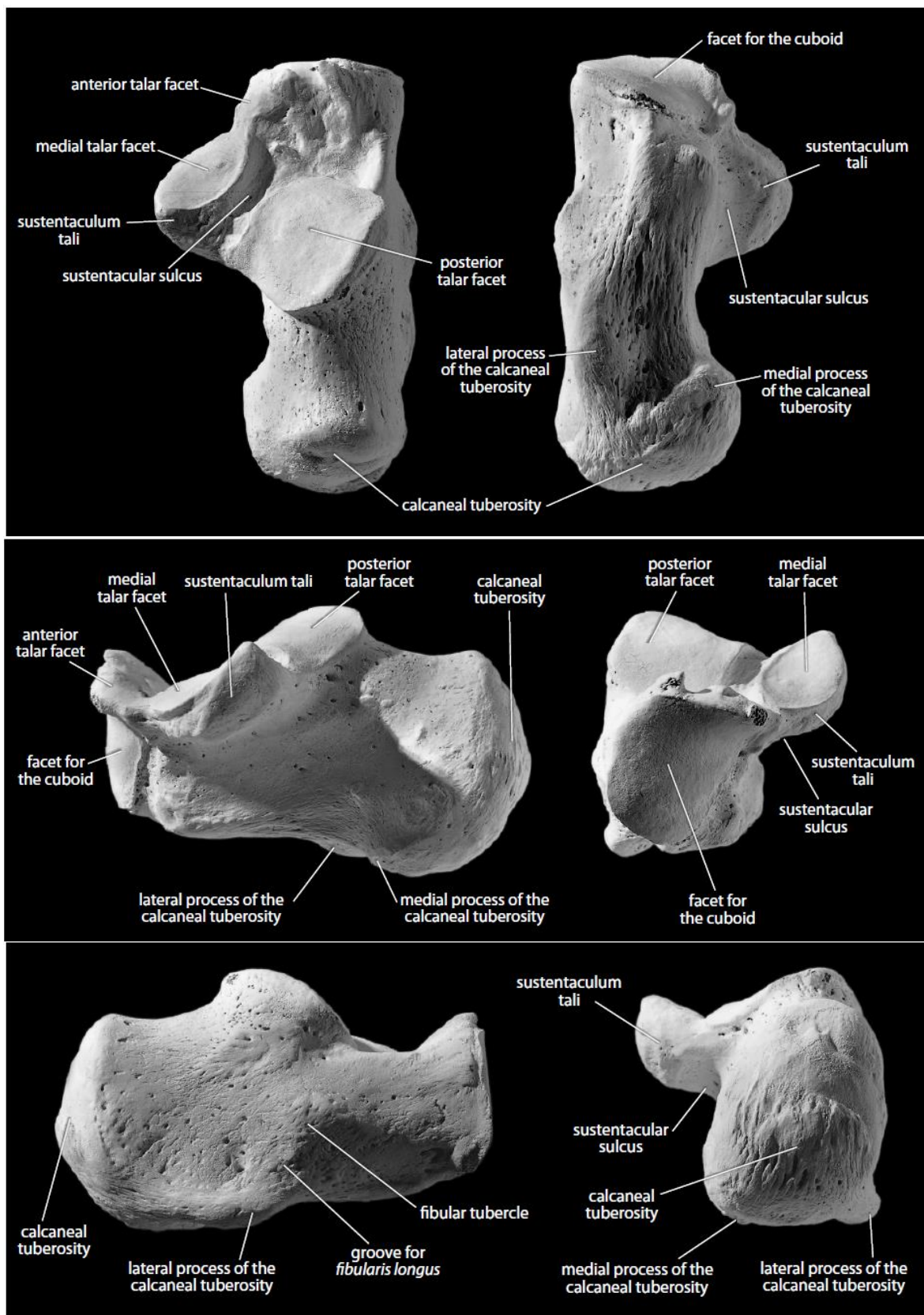
**Talokalcaneární úhel** - Úhel, který tvoří podélná osa calcanea s podélnou osou trochlea tali. Hodnotu úhlu získáme tak, že odečteme úhel odklonu facies articularis calcanea posterior na talu (M15 na talu) od úhlu odklonu facies articularis talaris posterior calcanea (M14).

M15 úhloměr, osteometrická deska

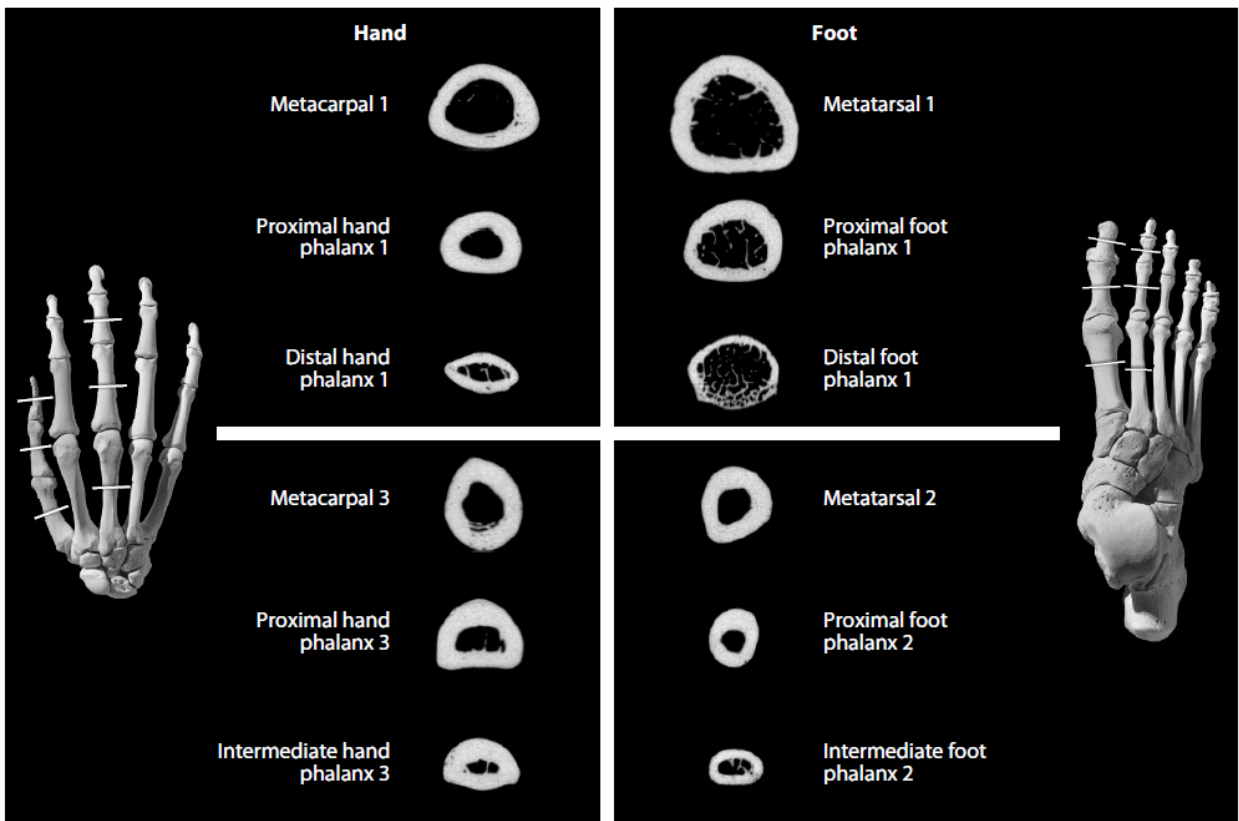


Obr. 23 – Důležité rozměry a struktury calcaneu (©White et. al 2012, Knussmann 1988)

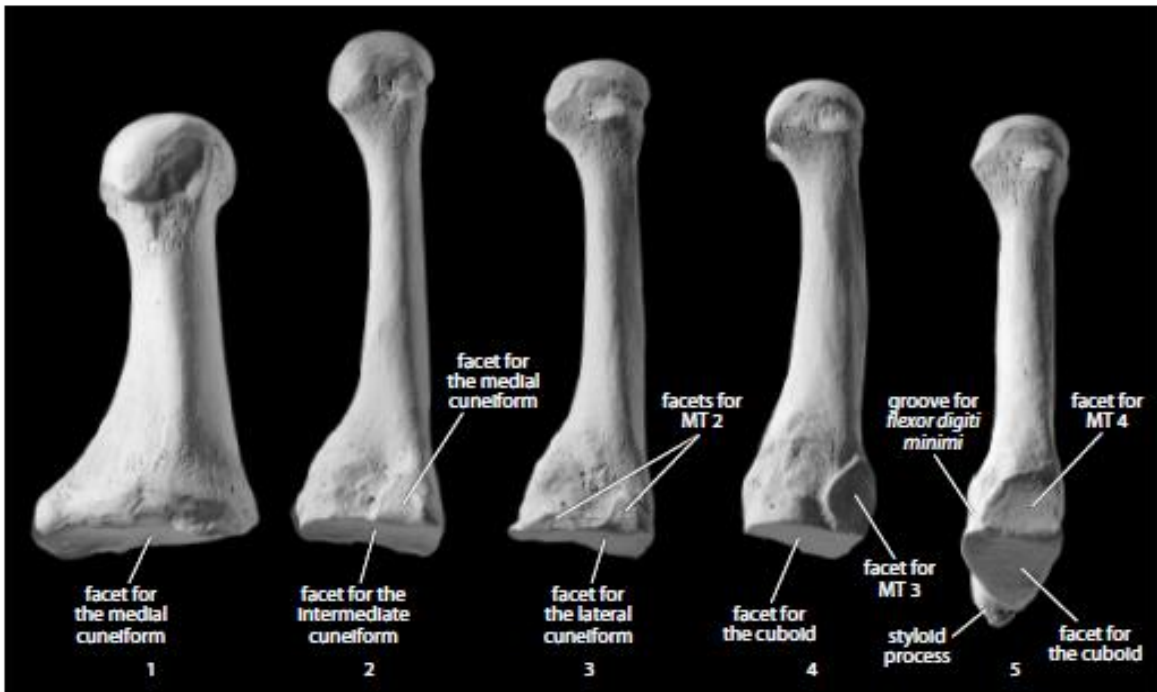




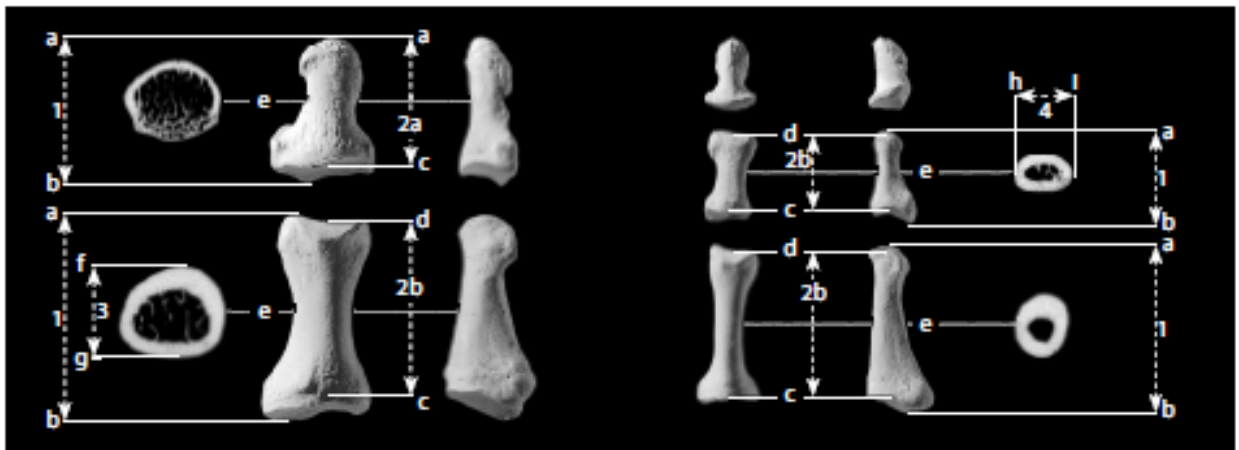
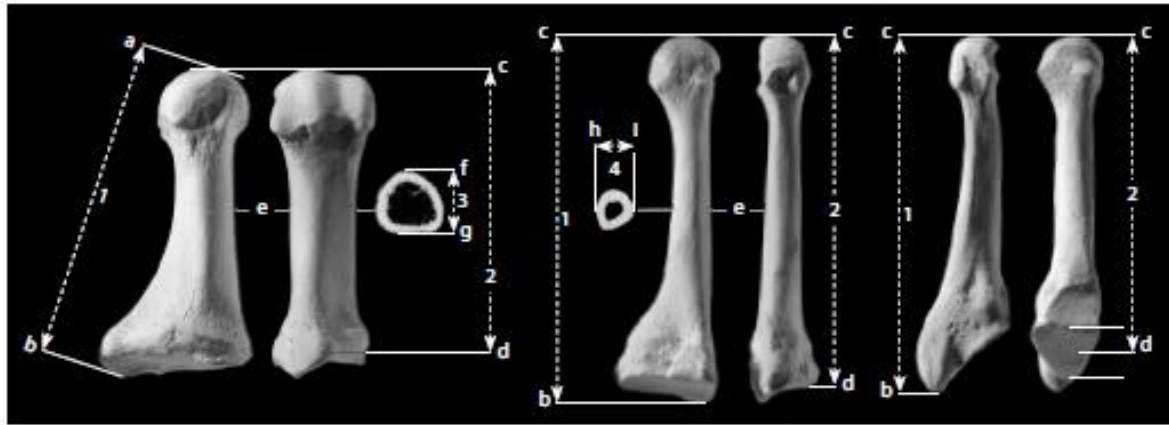
Obr. 24 – Důležité rozměry a struktury calcaneu (©White et. al 2012, Knussmann 1988)



Obr. 25 – Provnání průřezů metakarpů a metatarzů (©White et. al 2012)



Obr. 26 – Provnání metatarzů (©White et. al 2012)



Obr. 27 – Základní rozměry metatarzů a článků prstů (©White et. al 2012)

## Metody rekonstrukce tělesné výšky a hmotnosti hominidů

Metody rekonstrukce tělesné výšky a hmotnosti jsou přemětem intenzivního zájmu antropologů a forensních vědců již téměř sto let. Není účelem této příručky diskutovat, který z přístupů je nejlepší a jediný možný, ale podat přehled možných přístupů jejich slabin a výhod pro určité typy výzkumu.

Naše doporučení předkládaná v této příručce vycházejí z téměř třicetiletého výzkumu ověřeného na řadě skeletových populací řadou různých autorů. Je prakticky nemožné mít kompletní seznam literatury a diplomových a disertačních prací, které naše metody přijaly.

Poměrně běžně je využívána polskými antropology. Samozřejmě postupem času naše metody odhadů tělesných parametrů modifikujeme.

Je třeba však také zdůraznit, že námi používaný přístup není a nemůže být universální, protože vyžaduje poměrně zachovalé skelety, přesněji relevantní dlouhé kosti, což je u mnoha starších holocénních populací spíše výjimečné než běžné.

Dalším problémem je, že řada autorů používá sice mnohem méně přesné, zato mezinárodně běžně využívané standardy (Trotter a Glasser, Breitinger – Bach, atd.).

Náš přístup k rekonstrukci tělesné výšky a hmotnosti fosilních hominidů není z principu případový, individuální, jako ve většině antropologických studií, ale má populační populační charakter. Jak jsme již publikovali v mnoha studiích (Piontek, Vančata 2012, Vančata 1998, Vančata 2000, 2001, atd) přesný odhad výšky daného jedince je krajně obtížný a není možno jej objektivně ověřit (s jistou výjimkou pro svrchně pleistocénní a holocénní populace *Homo sapiens* - Formicola and Franceschi 1996 a další publikace Vincenza Formicoly a jeho spolupracovníků).

Odhady hmotnosti pak již nejsou aproximacemi, ale odhady v pravém slova smyslu. Proto jsme zvolili, namísto hledání jedné nejjvhodnější metody pro daný rozměr či případ, probabilistický přístup (experimentálně morfologický - Vančata 1991 c, 1993, 1998).

Pro získání plné komparability výsledků musí být splněny dva základní požadavky:

1. Pro celý zkoumaný soubor musí být použit stejný, nebo analogický, soubor nejvěrohodnějších regresních rovnic,
2. Pro celý zkoumaný soubor musí být použita stejná základní sada morfologických parametrů; to znamená délka femuru (a humeru pro anatomicky moderního člověka – Vančata 2000 a novější) pro odhad tělesné výšky, pět definovaných znaků na femuru a tibia (Mc Henry 1991 d, 1992 a) a tělesná výška jako zpětnovazebný parametr pro výpočet hmotnosti u anatomicky moderního člověka (Jungers and Stern 1993, Ruff and Walker 1993, Vančata 1998, 2000 a novější, Wolpoff 1983) pro korekci náhodné variability v odhadech tělesné hmotnosti na základě rozměrů dlouhých kostí.

Nahodilé fluktuace v odhadech jsou pak korigovány výpočtem průměrných hodnot z celé sady vypočtených hodnot (viz Tabulky 1, 4, 5), kde je znám počet odhadů i jejich směrodatná odchylka a variance.

Přesnost jednotlivých regresních modelů pro odhad tělesné výšky a hmotnosti byla testována párovým t-testem a dalšími relevantními statistickými metodami. Tento přístup nám

umožňuje poměrně přesně zjistit nejpřavděpodobnější rozmezí variability tělesné výšky a hmotnosti pro zkoumanou skupinu fosilních hominoidů (Vančata 1998, 2000, 2003).

### ***Metody rekonstrukce tělesné výšky***

Tělesná výška pravěkých hominidů je předmětem zájmu antropologů již více jak sto let (Pearson 1899). Také forensní medicína a antropologie se zabývají odhadem tělesné výšky a jeho reliability a přesnosti již přes 70 let (Allbrook 1961, Breitinger 1937, Dupertius and Hadden 1951, Lorke et al 1953, Stevenson 1929, Trotter and Glasser 1952, 1958).

Tělesná výška byla odhadována četnými autory buď na základě anatomických rekonstrukcí (srov. Formicolla 1996) nebo za pomoc různých regresních metod. Jejich modelové skupiny sestávaly z nejrůznějších lidských, hominidních i hominoidních a obecně primátích souborů buď samostatně a nebo v nejrůznějších kombinacích (např. Aiello and Dean 1991, Allbrook 1961, Bach 1965, Breitinger 1937, Dupertius and Hadden 1951, Feldesman and Fountain 1996, Feldesman and Lundy 1988, Feldesman et al 1989, 1990, Geissman 1986 a, Genoves 1967, Helmuth 1968, Holland 1995, Jungers 1988 b, 1991, McHenry 1991 b, Olivier 1986 a, b, Olivier et al 1978, Rösing 1983, Schmid 1983, Scieulli and Giessen 1993, Sjovald 1990, Telkã 1950, Trotter and Glasser 1952, 1958).

Protože se ještě nikdo nepokusil testovat uvedené metody *an block* na různých souborech lidských, hominidních, lidoopích i smíšených, a nevěděli jsme, jaké jsou přednosti a nedostatky jednotlivých metod, musela být taková analýza provedena v rámci naší dlouhodobé studie evoluce primátů, zejména obecně hominoidů a různých prehistorických, historických a recentních lidských populací.

Na našem souboru dlouhých kostí (Vančata 1981, 1998, 2000 a novější) jsme revidovali více jak 200 regresních rovnic pro odhad tělesné výšky (Tabulky 1, 2, 3 představují asi polovinu zkoumaných rovnic, rovnice v Tabulkách patří mezi nejčastěji používané).

Z toho 70 nejspolehlivějších rovnic bylo podrobeno detailní analýze, kde byla prověřována variabilita, fluktuace výsledků, variační rozpětí a spolehlivost odhadů pro vysoké a malé jedince a pro nízkorostlé a vysokorostlé populace. Výsledky byly ověřovány u recentních, historických i prehistorických lidských populací, a u lidoopů.

Pouze některé z vybraných 70 rovnic dávají skutečně spolehlivé a reprezentativní výsledky u různých souborů (Feldesman and Fountain 1996, Feldesman et al 1989 and 1990, Jungers 1988 b, Olivier 1986 b, Sjovald 1990, viz diskuze např. Aiello and Dean, 1989, Feldesman 1993, Feldesman and Fountain 1996, Feldesman and Lundy 1988, McHenry, 1991 a, Sjovald, 1990).

**Metoda hlavní osy** (Major Axis) (např. Feldesman et al 1989, 1990, Feldesman and Fountain 1996, Correlation methods - Olivier 1986 a, b) i **metoda redukované hlavní osy** (Reduced Major Axis - v podstatě první komponenta v mnohorozměrné analýze hlavních komponent, např. Sjovald 1990) jsou v případě odhadu tělesné výšky daleko přesnější a věrohodnější ve srovnání s klasickou regresí metodou nejmenších čtverců (Least Square), která je velmi často využíváné v paleoantropologii.

Revidované klasické metody odhadu tělesné výšky byly v nedávné době publikovány například Knussmannem (1988) a Scieullim a Giessenem (1993), a Vančatou (1998, 2000).

Klasické regresní metody jsou problematické z celé řady důvodů. Zaprvé, často nadhodnocují výšku malých jedinců a podhodnocují výšku velkých jedinců a, zadruhé, jasně zmenšují variabilitu souboru. Srovnáváme-li variabilitu výšky změřené u současné populace (např. Evellett and Tanner 1990), pak variační koeficient odhadů na základě MA nebo RMA je srovnatelný, zatímco variační koeficient klasické regresní metody je až dvakrát nižší.

Dalším velkým problémem je i to, že klasické regresní metody (c.f. e.g. Formicolla 1983, 1996, Knussman 1988, Scieulli a Giessen 1993) se zakládají na výpočtech dvou regresních rovnic; jedna rovnice pro mužské pohlaví a druhá pro ženské.

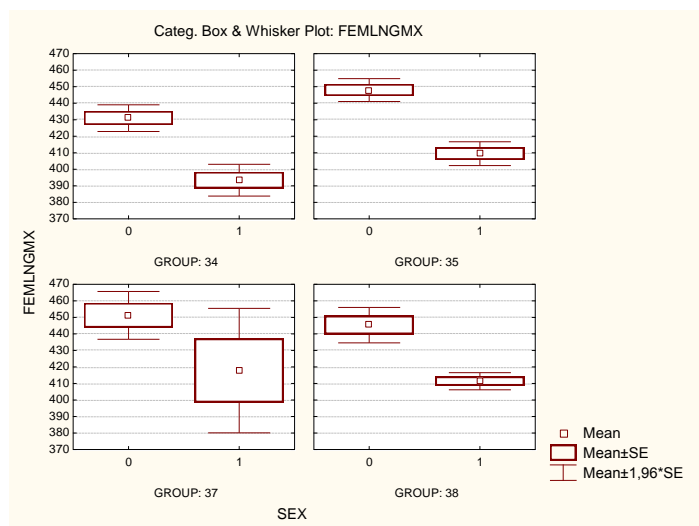
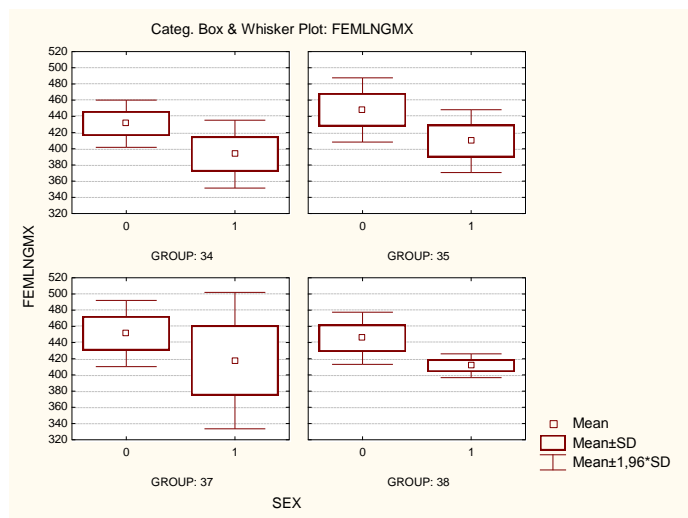
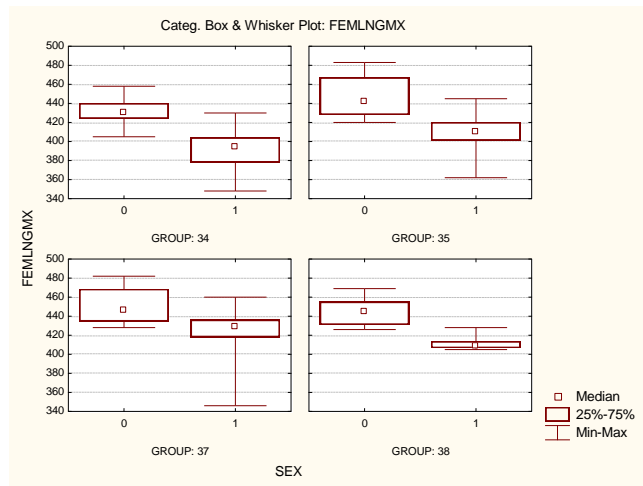
Tento přístup je chybný jak z teoretických, tak z praktických důvodů. Jednak je výška mužů a žen kontinuální parametr, který se může u obou pohlaví výrazně překrývat, a také se u některých populací skutečně značně překrývá. Vedle toho si u fosilních nálezů nikdy nemůžeme být jisti pohlavím ani u tak relativně mladých populací jako je neolit, natož pak u lidských předků jako je *Homo neandertalensis*, *Homo heidelbergensis*, *Homo erectus* nebo australopitéků. Navíc variabilita i pohlavní dimorfismus u fosilních hominidů včetně starších holocénních populací byla nutně odlišná od té, kterou známe u žijících hominoidů.

Nejvěrohodnější rovnice byly publikovány Feldesmanem a jeho týmem (Feldesman et al 1989, 1990, Feldesman and Fountain 1996) a Sjovaldem (1990). Jak můžeme vidět z dále uvedených tabulek, tyto rovnice jsou také klíčové pro náš systém odhadu tělesné výšky. Každá z rovnic má svoje teoretické i praktické problémy, které vyplývají jak z použité metody výpočtu rovnice, tak z charakteristik souboru, který byl pro výpočty použit (viz např. diskuzi Sjovald 1990). Mnohé soubory jsou totiž používány účelově, což je sice pochopitelné, ale s hlediska objektivit srovnávání výsledků, a především universálnosti vypočtené regresní rovnice (rovnic) je použití takovýchto souborů problematické.

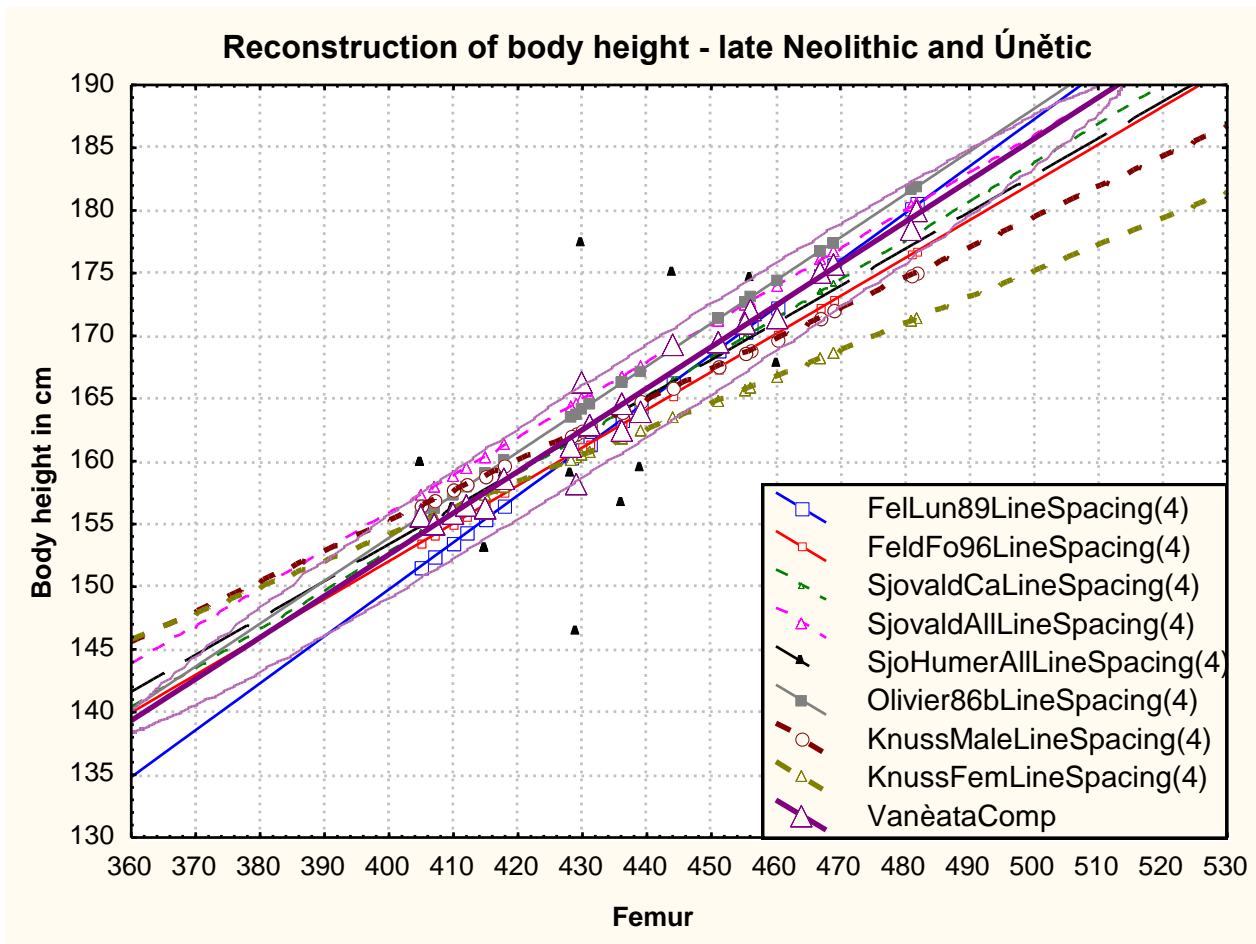
Z tohoto důvodu počítáme při odhadu výšky průměr z několika rovnic využívající délku femuru, u *Homo sapiens* i humeru, a to alternativně šest a osm rovnic u raných hominidů a osmi rovnic u *Homo sapiens* (netotožných viz tabulky). Tento přístup jsme zvolili proto, že i při použití velmi podobných rovnic pro odhad tělesné výšky výsledek pro daného jedince nahodile fluktuuje, zatímco u rovnic odlišného typu může být výsledek odhadu velmi podobný.

Podobné problémy můžeme pozorovat i při vypočtení základních statistických charakteristik. To by mohlo, při použití jednoho typu rovnice, nahodile zkreslovat výsledky jak pro jedince, tak pro zkoumanou skupinu, což je nežádoucí. Pokud vypočteme z hodnot průměr, a další statistické charakteristiky, tuto nahodilou fluktuaci omezujeme, a tím zvyšujeme věrohodnost variačního intervalu, včetně znalosti jakým způsobem fluktuují výsledky jak v odhadu pro populaci, tak pro daného jedince.

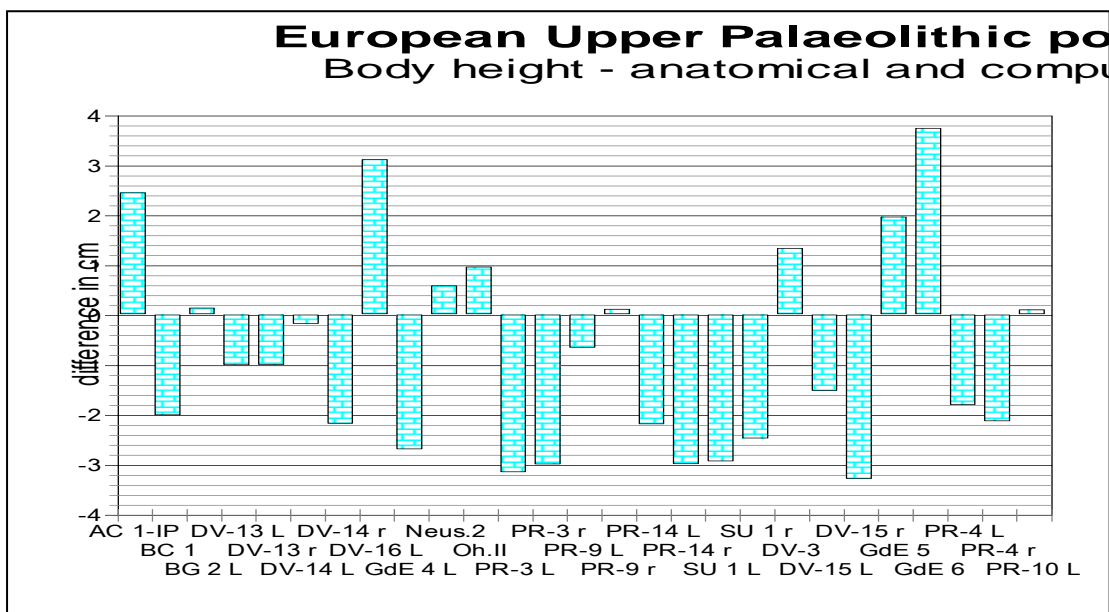
Pro rané hominidy je přiměřené a věrohodné využívání osm universálních rovnic vypočtených z různých etnických lidských skupin (Tabulka 1). U populací *Homo sapiens* pak bylo použito 6 rovnic pro délku femuru a dvě rovnice pro humerus (Tabulka 1).



Obr. 28 - Variabilita délky femuru v neolitu



Obr. 29 - Rekonstrukce tělesné výšky - neolit



Obr. 30 - Testování tělesné výšky – anatomická versus vypočtená



## ***Metody rekonstrukce hmotnosti***

U odhadů hmotnosti je situace dosti odlišná oproti výpočtům tělesné výšky. Až do osmdesátých let se předpokládalo na základě obecně fyziologických a růstových poznatků, že hmotnost je prostou funkcí tělesné výšky, a jako takovou ji lze jednoduše vypočítat pomocí lineární regresní rovnice (srov. Tab. 4). Vzhledem k logicky předpokládané velké variabilitě takového odhadu, korelace tělesné výšky a hmotnosti není příliš vysoká, se nebudeme tímto problémem do detailu zabývat.

Ukázalo se však, že již při ověřování etnických rozdílů (viz například diskuzi Wolpoff 1983 kontra Stern a Susman 1983) prostá závislost výšky a hmotnosti neplatí (je dosti odlišná u různých etnik), a tím méně pak pro studium fosilních hominidů a prehistorických a historických populací (Aiello and Dean 1990, Jungers 1987, 1988 a, McHenry 1988, 1991 b, c, d, 1992 b, Ruff 1991, Ruff and Walker 1993. Vančata 1998, atd.).

Je totiž nutno brát například v úvahu variabilní robusticitu skeletu (Stuedel 1980, 1996, Zihlman 1992) a základní, opět značně proměnlivou, tělesnou konstituci. Jako extrémny mohou být uvedeny vysoká a štíhlá postava některých afrických nebo australských (aboriginů) populací a malá a robustní postava, což je například případ neandrtálců nebo Inuitů. V takové případě bude hmotnost vysokých štíhlých Australanů nadhodnocována a malých ale velmi robustních neandrtálců podhodnocována. Ukázalo se také, že rovnice pro odhad hmotnosti na základě tělesné výšky jsou samy o sobě často dosti nepřesné, nevěrohodné a podstatně snižují variabilitu znaku v dané populaci.

Ve druhé polovině osmdesátých let změnili antropologové názor a začali se vážně zabývat odhadem hmotnosti vážně zabývat (Aiello and Dean 1990, Conroy 1987, McHenry 1988, Jungers 1977, 1988 a atd.). V devadesátých letech a počátkem tohoto století pak odhady hmotnosti soustavně rozpracovávali především Henry McHenry (1991 b, c, d, 1992 a, b, 1994), Chris Ruff (Ruff 1991, Ruff and Walker 1993, Ruff et al 1989) a Siegrid Hartwig-Scherer (Hartwig-Scherer 1993, Hartwig-Scherer and Martin 1992) a ověřovány různými autory (např. Myszka et al 2012 a literatura tamtéž).

Po mnoha diskuzích se zdá, že nejvhodnější pro odhad hmotnosti jsou dlouhé kosti dolní končetiny, femur a tibia, i když se různí názor na to, jaké parametry jsou nejvhodnější. Někteří badatelé a jejich týmy (např. C. Ruff a S. Hartwig-Scherer) se domnívají, že lepší jsou netradiční, bohužel však také z principu nestandardizované (pozn. Autor), průřezové nebo povrchové parametry.

Zdá se však, že "klasické rozměry", které používá například Henry Mc Henry nebo Chris Ruff (Auerbach, Ruff 2004): dávají srovnatelné, ne-li věrohodnější, výsledky na základě standardizovaných, běžně měřených osteometrických rozměrů. To nepochybně vysoce favorizuje standardizovaný a jasně definovaný systém rozměrů doporučený McHenryem (1988, 1991d). Ten využívá průměr hlavice a produkty (tj. násobky předozadního a mediolaterálního rozměru - asi 4/3 povrchu průřezu Mc Henry op. cit) subtrochanterický, distálního femuru, proximální tibia a distální tibia.

Podobně jako v případě odhadů výšky bylo nutno provést podrobnou revizi regresních rovnic na odhad hmotnosti. Většina zkoumaných rovnic je uvedena v **Tabulce XX- 10**, včetně údajů zda jsou využívány v rámci našich studií, a pro jaký soubor. V přípravné fázi projektu bylo testováno šedesát rovnic na odhad hmotnosti (Aiello and Dean 1991, Jungers 1987, 1988 a, b, Jungers and Stern 1983, McHenry, 1988, 1991 d, 1992 a, Myszka et al 2012, Piontek, Vančata

2002, 2004, 2012, Rafferty et al 1993, Ruff and Walker 1993, Vančata 2000, 2003, Wollpof 1983).

Pro rané hominidy jsou nejpřesnější odhady pomocí metod MA a RMA na základě souborů lidských, eventuálně smíšených souborů lidských souborů a gracilních lidoopů (srov. McHenry 1991 d. 1992a).

Tento typ odhadů však nelze využívat pro populace anatomicky moderního člověka. U souborů *Homo sapiens* jsou jednoznačně nejlepší odhady získané na základě rovnic z lidských souborů (Vančata 1998, 2000, 2001, 2003, 2005, Vančata, Charvátová 2003, Piontek, Vančata 2002, 2004, 2012 etc.).

Stejně jako u odhadů výšky těla je skutečně obtížné rozhodnout, která z rovnic je skutečně přesná a spolehlivá, protože výsledky značně u jednotlivců fluktuují, a to podstatně více než u odhadů tělesné výšky.

Proto jsme pro získávání výsledků nejlépe vystihujících předpokládané hodnoty jedince i variační šířku populace použili stejný metodický přístup jako v případě tělesné výšky, tedy přístup probablistický. Počítali jsme průměr 22 až 25 regresních rovnic založených na všech běžně používaných regresních postupech (LS, log LS, MA a RMA), konkrétně 22 pro rané hominidy a 25 pro *Homo sapiens* (viz Tabulky 4, 5),

Výpočty byly prováděny ve všech případech za použití rozměru velikosti hlavice femuru a čtyř produktů epifýz končetin (subtrochanterického, distálního femuru, proximální epifýzy tibie a distální epifýzy tibie - McHenry 1991 d, Tab. 5) a v případě raných hominidů a *Homo sapiens* také na základě odhadu výšky postavy (Tab. 4, 5).

Výpočet hmotnosti z výšky postavy by měl, jako zpětnovazebný faktor, ovlivnit nežádoucí náhodnou fluktuaci, kterou by mohlo způsobit poškození nálezu, morfologické zvláštnosti a nepravidelnosti ve stavbě dlouhých kostí apod. Výpočet průměru zabraňuje výskytu nahodilé fluktuace výsledků (viz diskuze u odhadů výšky).

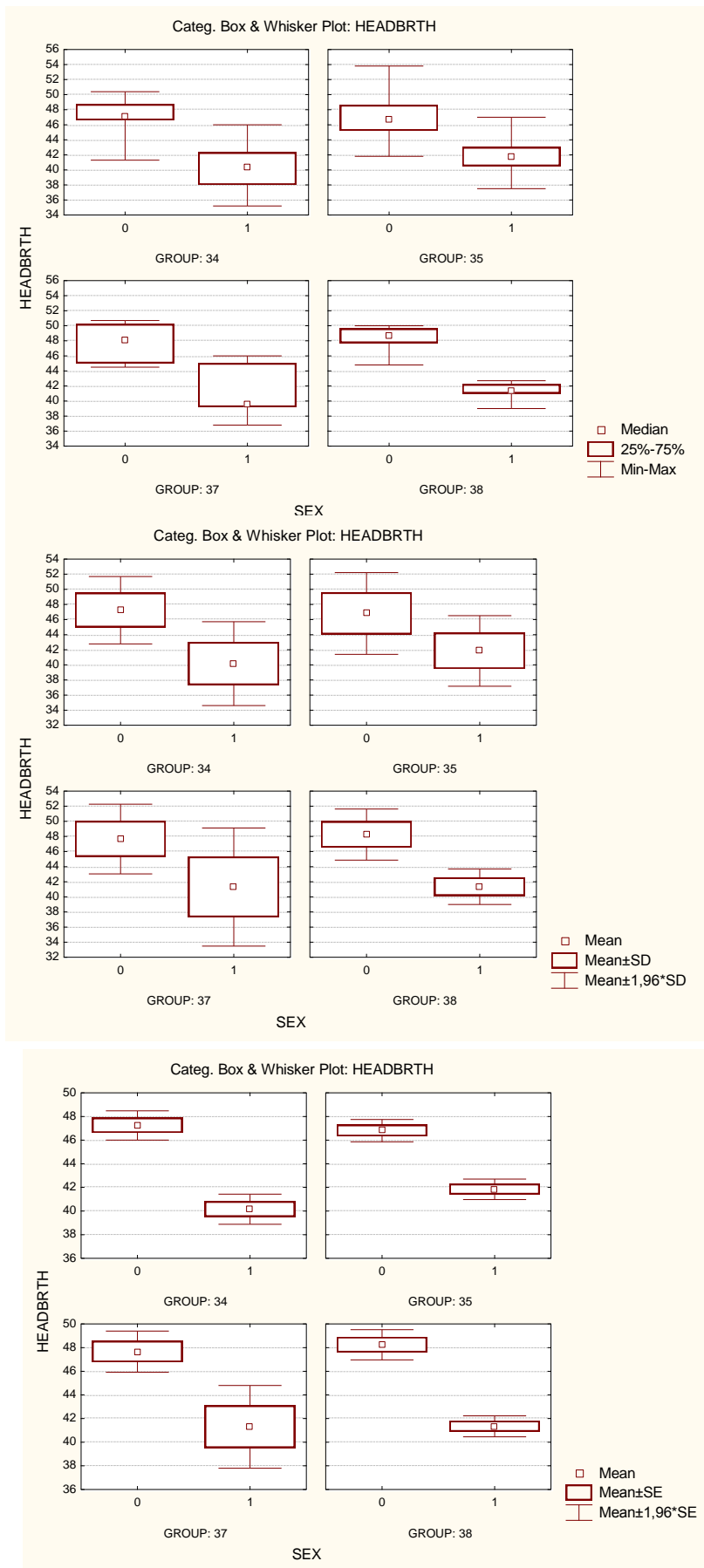


Fig. 31 Variabilita hlavice femuru v neolitu

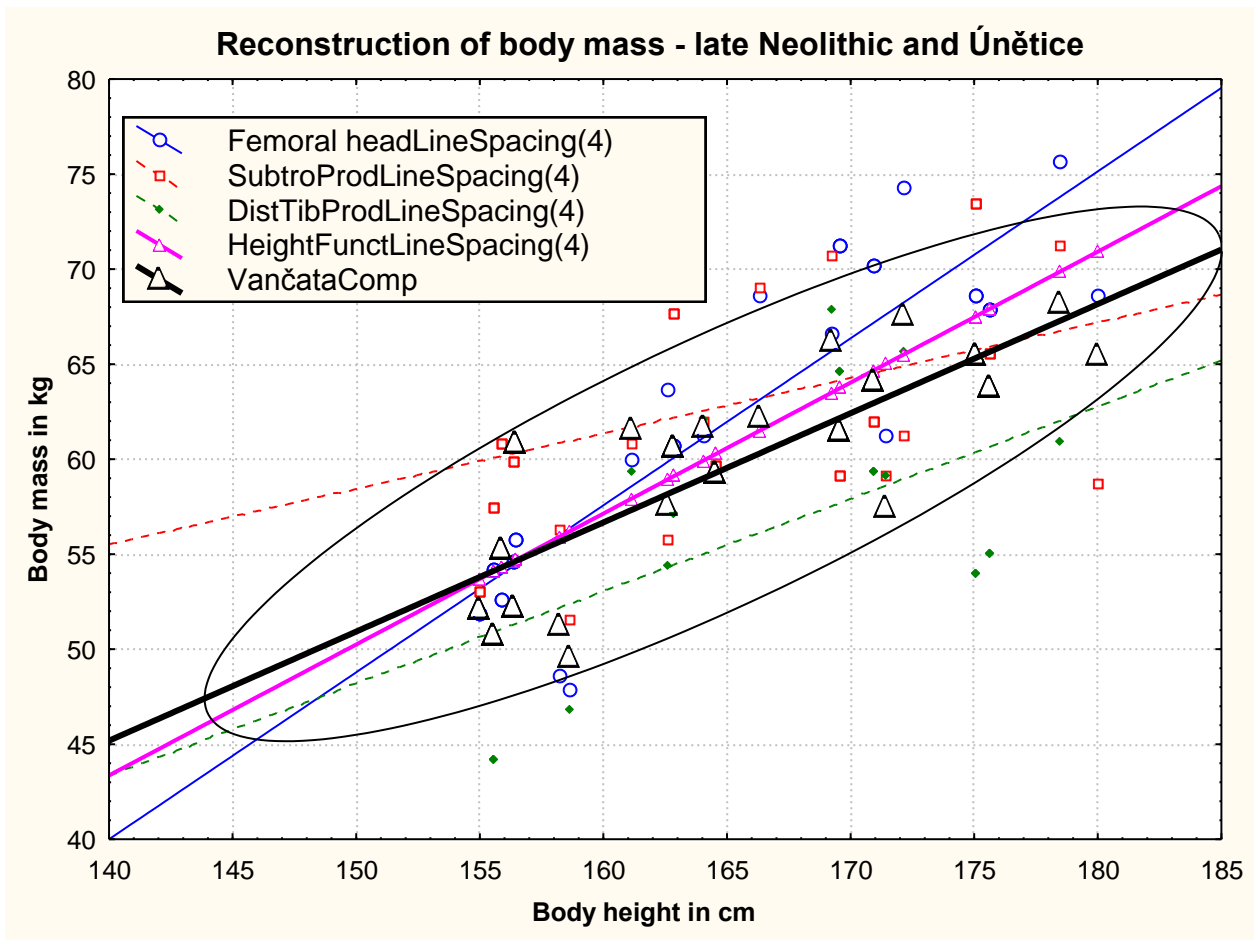


Fig. 32 Odhady hmotnosti v neolitu

## ***Rekonstrukce skeletálních ponderálních indexů a jejich význam***

V mnoha našich studiích (Vančata 1993, 1996, 1998, 2000, 2001, 2003, 2005, Piontek, Vančata 2002, 2004, 2012, Myszková 2006, Myszková et al. 2012, Vančata et al. 2014) jsme ukázali výhodnost použití skeletálních ponderálních indexů, tedy výškových indexů vypočtených na základě odhadu tělesné výšky a hmotnosti daného skeletu, v paleoantropologii a historické antropologie. Hodnoty různých ponderálních indexů (výškový index, s-BMI index, s-Rohrerův index a s-Livieho index) byly vypočteny a analyzovány u všech skupin hominidů.

Ze všech indexů se nejlépe osvědčil Rohrerův index ( $RI = \text{Výška [cm]}/\text{hmotnost [g]}^3$ ), který má univerzální použití, a proto byl vypočítáván pro fosilní hominidy i pleistocénní a holocénní populace *Homo sapiens*.

V našich výzkumech jsme zjistili, že s-BMI index ( $BMI = \text{Výška [cm]}/\text{hmotnost [g]}^2$ ) je velmi dobře použitelný pro kosterní soubory *Homo sapiens* zejména u holocénních populací, ale obtížně interpretovatelný u raných hominidů. Abychom se vyhnuli chybné terminologické interpretaci názvů ponderálních indexů, které jsou obvykle používány v souvislosti s analýzou v růstové a funkční antropologii, tedy výzkumem živého člověka, budeme je důsledně používat termíny skeletální BMI index (s-BMI) a skeletální Rohrerův index (s-Rohrerův index - Vančata 1998, 2000, 2001, 2003, 2005, etc.).

Přirozeně vyvstává otázka, k čemu mohou být skeletální ponderální indexy v různých antropologických výzkumech dobré, a pokud je užitečné je zkoumat, musíme si odpovědět na další otázku, a to zda je jejich přesnost natolik dostatečná, aby měl index dostatečnou a exaktní výpovědní hodnotu.

Na základě našich zkušeností můžeme konstatovat, že skeletální ponderální index je přes všechny teoretické i praktické problémy, skutečně komplexní, integrativní parametr nejlépe vyjadřující vztah linearitu těla a jeho objemu a hmotnosti. Proto můžeme považovat tyto indexy za obecné vyjádření základního tvarového parametru těla hominidů.

Při používání s-ponderálních indexů však musíme velmi striktně dodržovat zásadu, že jakékoliv zobecnování hodnot ponderálních indexů není možné bez jejich relace k hmotnosti a výšce. V mnoha případech může být problematické exaktně porovnávat hodnoty pro evolučně (časově) nebo etnicky velmi vzdálené skupiny, jako jsou fosilní a moderní populace *Homo sapiens*, nebo geograficky i geneticky velmi vzdálené populace anatomicky moderního člověka. V takových případech může srovnávací analýza poskytnout pouze rámcové informace o obecných vývojových trendech.

Přesnost a spolehlivost indexu by měla být dostatečná pro analýzu na populační nebo fylogenetické úrovni. Hodnoty ponderálních indexů vypočtené pro jedince mají vždycky jen orientační hodnotu, protože odhady hmotnosti jsou na úrovni jedince zatíženy poměrně vysokou individuální chybou. Proto je náhodná fluktuace indexu těžko vysvětlitelná a u daného jedince je prakticky neinterpretovatelná.

Je ale také pravda, že některé typy ponderálních indexů jsou v rámci dané populace dobře interpretovatelné, a v takovém případě bychom je mohli použít za určitých okolností i pro analýzu tělesné konstituce jednotlivých nálezů.

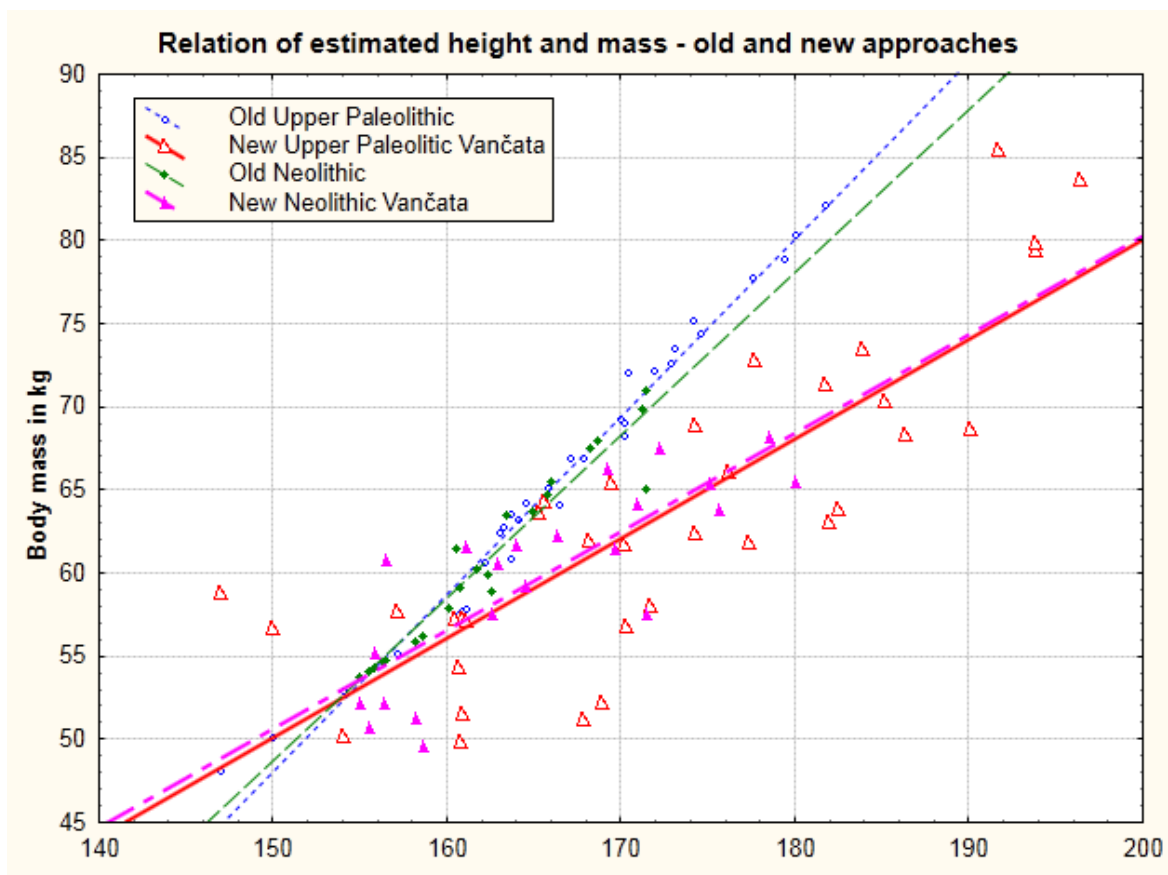


Fig 33 – porovnání odhadu výšky a hmotnosti novými a starými metodami

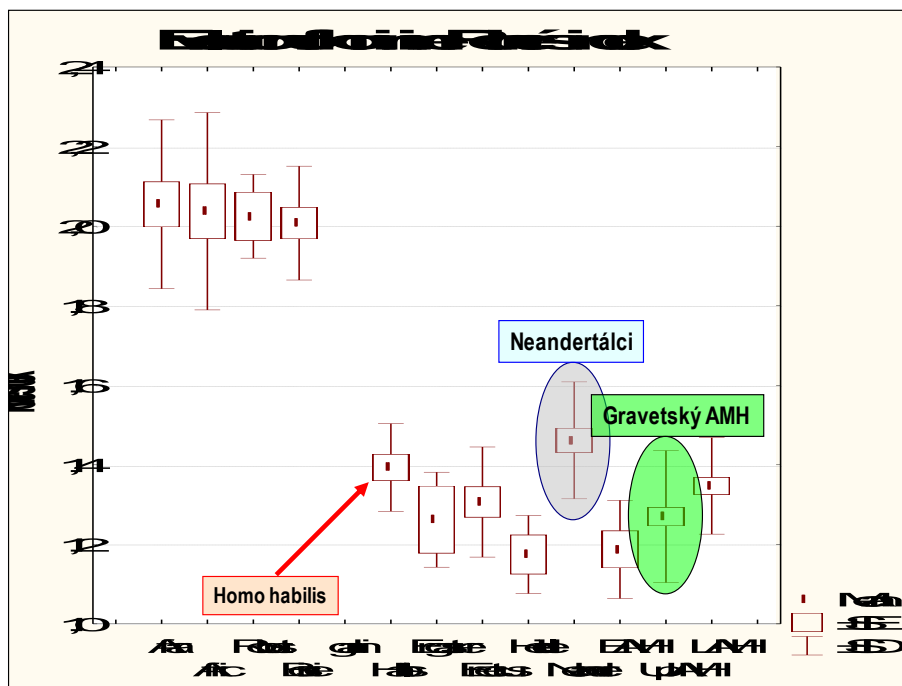


Fig 34 – porovnání Rohrerova indexu v evoluci člověka

### Tabulka 1 - Vybrané rovnice pro odhad tělesné výšky podle dlouhých kostí - část 1

přednostně byly vybírány rovnice pro femur, v některých případech byly přidány rovnice pro tibií a humerus (MH - miocénní Hominoidea, EH - raní Hominidae, HS - Homo sapiens)

Reference	Použito pro	Sex	Soubor	Rovnice
Feldesman et al 1989, 1990	MH, EH, HS	A	all groups	$BH = 3.745 * Femur$
Feldesman and Fountain 1996	EH, HS	A	all groups	$BH = 3.01939 * Femur + 31.26332$
<i>všechny metody jsou Hlavní osa</i>				
Sjovald 1990	EH	A	Caucasians	$BH = 2.63 * Fem1 + 49.96$
<i>všechny metody jsou</i>	EH, HS	A	Caucasians	$BH = 3.10 * Fem2 + 28.82$
<i>Redukovaná hlavní osa</i>		A	Caucasians	$BH = 3.02 * Tib1 + 58.94$
	HS	A	Caucasians	$BH = 4.74 * Hum2 + 15.26$
	EH	A	all ethnic groups	$BH = 2.71 * Fem1 + 45.86$
	EH, HS	A	all ethnic groups	$BH = 3.01 * Fem2 + 32.52$
		A	all ethnic groups	$BH = 3.29 * Tib1 + 47.34$
	HS	A	all ethnic groups	$BH = 4.62 * Hum2 + 19.00$
Sciulli and Giesen 1993		M	prehist.Native Americans	$BH = 2.497 * Fem2 + 41.403 + 10.5$
		F	prehist.Native Americans	$BH = 2.381 * Fem2 + 43.697 + 10.5$
Olivier 1976a		A	regression - negroes	$BH = 1.74 * F2 + 84.5$
		A	correlation - negroes	$BH = 3.395 * F2 + 17.9$
		A	regression - negroes	$BH = 1.85 * Tib2 + 88.8$
		A	correlation - negroes	$BH = 3.25 * Tib2 + 39.2$
		A	regression - negroes	$BH = 1.31 * (F2 + T2) + 55.0$
		A	correlation - negroes	$BH = 1.61 * (F2 + T2) + 32.8$
Olivier 1976b	EH, HS	A	correlation - pygmies	$BH = 3.420 * Fem2 + 17.1$
		A	correlation - pygmies	$BH = 3.29 * Tib2 + 37.8$
Jungers 1988 b		A	Human pygmy sample - regr.	$BH = 3.3496 * Fem + 147.9$
	MH, EH, HS	A	Human pygmy sample - MA	$BH = 3.8807 * Fem - 51.0$
		A	Human pygmy sample - RMA	$BH = 3.6251 * Fem + 44.8$
		A	Human pygmy sample - regr.	$\ln BH = 0.9067 * \ln Fem + 1.8732$
		A	Human pygmy sample - MA	$\ln BH = 0.9784 * \ln Fem + 1.4480$
		A	Human pygmy sample - RMA	$\ln BH = 0.9802 * \ln Fem + 1.4377$

Jungers 1988 b		A	Pan paniscus sample - regr.	$BH = 3.9185 * Fem + 3.8$
		A	Pan paniscus sample - MA	$BH = 5.8707 * Fem - 568.9$
		A	Pan paniscus sample - RMA	$BH = 4.8317 * Fem - 264.1$
		A	Pan paniscus sample - regr.	$\ln BH = 1.0220 * \ln Fem + 1.2432$
		A	Pan paniscus sample - MA	$\ln BH = 1.2980 * \ln Fem - 0.3246$
		A	Pan paniscus sample - RMA	$\ln BH = 1.2403 * \ln Fem + 0.0034$
Feldesman and Lundy 1988	MH	M	negroes MA	$BH = 3.422 * Fem + 0.102$
		F	negroes MA	$BH = 3.416 * Fem + 0.002$
		M	negroes MA	$BH = 4.016 * Tib + 0.222$
		F	negroes MA	$BH = 4.051 * Tib + 0.127$
		M	negroes MA	$BH = 1.847 * (Fem + Tib) + 0.185$
		F	negroes MA	$BH = 1.853 * (Fem + Tib) + 0.072$
		M	negroes regression	$BH = 2.403 * Fem + 45.721$
		F	negroes regression	$BH = 2.769 * Fem + 27.424$
		M	negroes regression	$BH = 2.427 * Tib + 60.789$
		F	negroes regression	$BH = 2.485 * Tib + 55.968$
		M	negroes regression	$BH = 1.288 * (Fem + Tib) + 46.543$
		F	negroes regression	$BH = 1.410 * (Fem + Tib) + 34.617$

**Sex** (pro všechny tabulky): **M** - muži, **F** - ženy, **A** - pohlaví se nerozlišuje



## Tabulka 2 - Vybrané rovnice pro odhad tělesné výšky podle dlouhých kostí - část 2

přednostně byly vybírány rovnice pro femur, v některých případech byly přidány rovnice pro tibia a humerus

(MH - miocénní Hominoidea, EH - raní Hominidae, HS - Homo sapiens)

Reference	Sex	Soubor	Rovnice
Helmuth 1968	M	white males	$BH = 1.880 * Fem + 81.308$
	F	white females	$BH = 1.945 * Fem + 72.844$
	M	white males	$BH = 2.376 * Tib + 78.664$
	F	white females	$BH = 2.352 * Tib + 74.774$
Knussman 1988	M		$BH = 2.42 * Fem^2 + 58.5$
	F		$BH = 2.1 * Fem^2 + 70.2$
	M		$BH = 2.61 * Tib1b + 71.7$
	F		$BH = 2.30 * Tib1b + 80.4$
	M		$BH = 1.31 * Fem^2 + 1.39 * Tib1b + 57.3$
	F		$BH = 1.51 * Fem^2 + 1.27 * Tib1b + 51.3$
Rosing 1983	M	Calcutta	$BH = 1.987 * Fem + 78.00$
	F	Calcutta	$BH = 1.619 * Fem + 86.02$
	M	Calcutta	$BH = 2.288 * Tib + 79.55$
	F	Calcutta	$BH = 1.819 * Tib + 88.69$
	M	Calcutta	$BH = 0.936 * Fem + 1.685 * Tib + 61.80$
	F	Calcutta	$BH = 0.851 * Fem + 1.073 * Tib + 80.37$
Rosing 1983	M	Lucknow	$BH = 3.499 * Fem + 76.1$
	M	Lucknow	$BH = 4.019 * Tib + 14.72$
	M	Lucknow	$BH = 3.021 * Fem + 0.608 * Tib + 64.8$
Breitinger 1937	M	German	$BH = 1.645 * Fem + 94.31$
Bach 1965	F	Middle Europe (German)	$BH = 1.313 * Fem + 106.69$
Boldsen 1984	M	Danish	$BH = 2.519 * Fem + 52.85$
	F	Danish	$BH = 2.528 * Fem + 50.76$

Genovés 1967	M	Mesoamericans	$BH = 2.26 * Fem + 66.379 - 2.5$
	F	Mesoamericans	$BH = 2.59 * Fem + 49.742 - 2.5$
Lorke et al 1953	M	Western Europe	$BH = 2.358 * Fem + 61.34$
Stevenson 1929	M	N-Chienese	$BH = 2.4398 * Fem + 61207 - 2.5$
Telkka 1950	M	Finnish	$BH = 2.1 * (Fem - 45.5) + 169.4 - 2.5$
	F	Finnish	$BH = 1.8 * (Fem - 41.8) + 169.4 - 2.5$

### Tabulka 3 - Vybrané rovnice pro odhad tělesné výšky podle dlouhých kostí - část 3

přednostně byly vybírány rovnice pro femur, v některých případech byly přidány rovnice pro tibií a humerus

MH - miocénní Hominoidea, EH - raní Hominidae, HS - Homo sapiens

Reference	Sex	Soubor	Rovnice
Trotter and Gleser 1952	M	US-White	$BH = 2.38 * Fem + 61.41$
	F	US-White	$BH = 2.47 * Fem + 54.10$
	M	US-White	$BH = 2.52 * Tib + 78.62$
	F	US-White	$BH = 2.90 * Tib + 54.53$
	M	US-White	$BH = 3.08 * Hum + 70.45$
	F	US-White	$BH = 3.36 * Fem + 57.97$
	M	US-Black	$BH = 2.11 * Fem + 70.35$
	F	US-Black	$BH = 2.28 * Fem + 59.76$
	M	US-Black	$BH = 2.19 * Tib + 70.02$
	F	US-Black	$BH = 2.45 * Tib + 72.65$
	M	US-Black	$BH = 3.26 * Hum + 62.10$
	F	US-Black	$BH = 3.08 * Hum + 64.67$
Trotter and Gleser 1958	M	US-White	$BH = 2.32 * Fem + 61.53$
	M	US-Black	$BH = 2.10 * Fem + 72.22$
	M	Mongoloid	$BH = 2.15 * Fem + 72.57$
	M	Mexican	$BH = 2.44 * Fem + 58.67$
	M	Puerto Rican	$BH = 2.10 * Fem + 72.61$
Dupertuis and Hadden 1951	M	US-White	$BH = 2.116 * Fem + 77.048 - 2.5$
	F	US-White	$BH = 2.322 * Fem + 62.872 - 2.5$
	M	US-Black	$BH = 2.540 * Fem + 55.021 - 2.5$
	F	US-Black	$BH = 2.498 * Fem + 54.235 - 2.5$
	M	General formula	$BH = 2.238 * Fem + 69.089 - 2.5$
	F	General formula	$BH = 2.317 * Fem + 61.412 - 2.5$

**Tabulka 4 - Vybrané rovnice pro odhad hmotnosti na základě výšky**

Reference	Sex	Soubor	Parametr	Rovnice
Ruff and Walker 1993	A	world-wide adult	stature	$BM = 0.689 * Stat - 53.1$
	M	world-wide adult	stature	$BM = 0.888 * Stat - 87.1$
	F	world-wide adult	stature	$BM = 0.659 * Stat - 47.0$
	M	black African	stature	$BM = 0.637 * Stat - 50.0$
Jungers and Stern 1983	A	Pygmies	stature	$BM = 0.00013 * Stat^{2.554}$
Wolpoff 1983	A	Pygmies	stature	$BM = 0.00011 * Stat^{2.592}$
	A	Pygmies	stature	$BM = 0.00062 * Stat^{2.241}$

**Tabulka 5 (10) - Vybrané rovnice pro odhad hmotnosti na základě dlouhých kostí**

Reference	Sex	Soubor	Parametr	Rovnice
McHenry 1988	A	Homo sapiens	subtrochanteric product	$\log BM = 0.624 * \log \text{Subtroch} - 0.0562$
	A	African apes, and Homo sapiens	subtrochanteric product	$\log BM = 1.189 * \log \text{Subtroch} - 1.663$
McHenry 1991d	A	Human	femoral head	$\log BM = 1.7125 * \log \text{Head} - 1.048$
	A	Ape	femoral head	$\log BM = 2.9844 * \log \text{Head} - 2.8903$
	A	Human	subtrochanteric product	$\log BM = 0.7316 * \log \text{Subtroch} - 0.4527$
	A	Ape	subtrochanteric product	$\log BM = 1.1782 * \log \text{Subtroch} - 1.5679$
	A	Human	distal femoral product	$\log BM = 0.960 * \log \text{DistFem} - 1.5678$
	A	Ape	distal femoral product	$\log BM = 1.2066 * \log \text{DistFem} - 2.1745$
	A	Human	proximal tibial product	$\log BM = 1.0583 * \log \text{ProxTib} - 1.9537$
	A	Ape	proximal tibial product	$\log BM = 1.3848 * \log \text{ProxTib} - 2.8941$
	A	Human	distal tibial product	$\log BM = 0.9005 * \log \text{Subtroch} - 0.8790$
	A	Ape	distal tibial product	$\log BM = 1.3202 * \log \text{DistTib} - 1.8449$
McHenry 1992 a	A	Intra Homo - least squares	femoral head	$BM = 1.7125 * \text{Head} - 1.0480$
		Intra Homo - major axis		$BM = 1.7754 * \text{Head} - 1.1481$
		Intra Homo - reduced major axis		$BM = 1.7538 * \text{Head} - 1.1137$
	A	Hominoidea - least squares	femoral head	$BM = 2.6465 * \text{Head} - 2.4093$
		Hominoidea - major axis		$BM = 2.7930 * \text{Head} - 2.6269$
		Hominoidea - reduced major axis		$BM = 2.7284 * \text{Head} - 2.5310$
	A	Intra Homo - least squares	subtrochanteric product	$BM = 0.7927 * \text{Subtroch} - 0.5233$
		Intra Homo - major axis		$BM = 0.8069 * \text{Subtroch} - 0.5628$
		Intra Homo - reduced major axis		$BM = 0.8107 * \text{Subtroch} - 0.5\&33$
	A	Hominoidea - least squares	subtrochanteric product	$BM = 1.1823 * \text{Subtroch} - 1.5745$
		Hominoidea - major axis		$BM = 1.2217 * \text{Subtroch} - 1.6775$
		Hominoidea - reduced major axis		$BM = 1.2152 * \text{Subtroch} - 1.6605$

McHenry 1992 a	A	Intra Homo - least squares	distal femoral product	$BM = 0.9600 * DistFem - 1.5678$
		Intra Homo - major axis		$BM = 0.9919 * DistFem - 1.6754$
		Intra Homo - reduced major axis		$BM = 0.9921 * DistFem - 1.6762$
	A	Hominoidea - least squares	distal femoral product	$BM = 1.0829 * DistFem - 1.8467$
		Hominoidea - major axis		$BM = 1.1326 * DistFem - 2.0011$
		Hominoidea - reduced major axis		$BM = 1.1271 * DistFem - 2.7066$
	A	Intra Homo - least squares	proximal tibial product	$BM = 1.0583 * ProxTib - 1.9537$
		Intra Homo - major axis		$BM = 1.0689 * ProxTib - 1.9903$
		Intra Homo - reduced major axis		$BM = 1.0683 * ProxTib - 1.9880$
	A	Hominoidea - least squares	proximal tibial product	$BM = 1.2770 * ProxTib - 2.5918$
		Hominoidea - major axis		$BM = 1.3224 * ProxTib - 2.7380$
		Hominoidea - reduced major axis		$BM = 1.3127 * ProxTib - 2.7066$
	A	Intra Homo - least squares	distal tibial product	$BM = 0.9005 * DistTib - 0.8790$
		Intra Homo - major axis		$BM = 0.9227 * DistTib - 0.9418$
		Intra Homo - reduced major axis		$BM = 0.9246 * DistTib - 0.9473$
	A	Hominoidea - least squares	distal tibial product	$BM = 1.1806 * DistTib - 1.5390$
		Hominoidea - major axis		$BM = 1.2319 * DistTib - 1.6721$
		Hominoidea - reduced major axis		$BM = 1.2232 * DistTib - 1.6493$
Jungers 1987	A	Higher primates	femoral head	$lnBM = 2.9084 * lnHead - 6.3369$
Jungers 1988a	A	All hominoids	femoral head	$lnBM = 2.6142 * lnHead - 5.4282$
	A	Nonhuman hominoids	femoral head	$lnBM = 2.9047 * lnHead - 6.3233$
	A	All hominoids	medial condyle width	$lnBM = 2.1224 * lnMCW - 2.6824$
	A	Nonhuman hominoids	medial condyle width	$lnBM = 2.1743 * lnMCW - 2.8023$
	A	All hominoids	lateral condyle width	$lnBM = 1.9335 * lnLCW - 1.7269$
	A	Nonhuman hominoids	lateral condyle width	$lnBM = 2.1865 * lnLCW - 2.3033$
	A	All hominoids	AP distal tibial articulation	$lnBM = 2.5037 * lnDTB - 3.9397$
	A	Nonhuman hominoids	AP distal tibial articulation	$lnBM = 2.8561 * lnDTB - 4.8747$

## **Odhady tělesné výšky a hmotnosti u holocénních a svrchně pleistocénních populací anatomicky moderního člověka**

Metody (viz Tab. 6 – 12) byly ověřovány na desítkách skeletálních populací a mnoha tisících skeletů. Je potřeba na tomto místě zdůraznit autorovu zkušenost, a totiž, že velikost naleziště, správněji množství nalezených skeletů, neodpovídá v mnoha případech kvalitě nalezeného kosterního materiálu.

Podle našich zkušeností, například u raně středověkých lokalit, činí velmi fragmentární skelety, tedy skelety nevhodné pro rekonstrukci výšky a hmotnosti, valnou většinu nálezů, může to být i více jak tři čtvrtiny.

U velké části skeletových populací lze alespoň některé skelety zrekonstruovat, ale vyžaduje to pomoc většího týmu pracovníků, například studentů, neboť techničtí pracovníci muzeí i dalších institucí, které odkrývají lokality se skelety, jsou doslova přetíženi jinými úkoly, jako jsou výstavy, záchrané výzkumy a v neposlední řadě i grantovými výzkumy daného pracoviště.

*Tímto chci poděkovat všem mým studentům a doktorandům, kteří tuto mravenčí, ale velmi záslužnou činnost prováděli.*

Základní údaje pro použité metody jsou uvedeny v Tabulkách 6 – 12. Tyto tabulky jsou v původní anglické verzi tak, aby byly k dispozici zahraničním studentům, zejména studujícím v programu ERASMUS +. Verifikaci a podrobnější popis metod lze nalézt v následujících publikacích, které se také týkají tvaru a proporcí v evoluci člověka. Všechny testované a používané metody jsou pak presentovány v níže uvedených tabulkách.

### ***Literatura dokumentující využití metod odhadu tělesné výšky, hmotnosti a skeletárních ponderálních indexů při výzkumu pleistocénních a holocénních populací anatomicky moderního člověka:***

Vančata V., 1998: Velikost a tvar těla jako ukazatel významných evolučních a ekologických změn ve fylogenezi hominoidů (Body Size and Shape as an Indicator of Important evolutionary and Evolutionary Changes in Hominoid Phylogeny). Habilitační práce. Masarykova univerzita, Brno 1998.

Vančata V., 1988. Ecological aspects of skeletal sexual dimorphism in microevolution of Homo sapiens. Anthropologie, 26. 83-92.

Vančata V., 1989: Mikroevoluce Homo sapiens - morfologická analýza femuru a tibie. Časopis Národního musea - řada přírodovědecká 155: 205-206.

Vančata V., 1991. The roots of hominid bipedality. In (B.Senut & Y.Coppens). Origines de la Bipédie chez les Hominidés (Cahiers de Paléanthropologie) pp.157-174 . C.N.R.S., Paris.

Vančata V., 1991. Evolution of higher primate femur and tibia: Adaptive morphological patterns and phylogenetic diversity. Human Evolution, 6: 1-47.

Vančata V., 1994. New Estimates of Femoral Length in Early Hominids. Anthropologie, 32: 269 - 272.

- Vančata V., 1996. Major Patterns of Early Hominid Evolution: Body size, proportions, encephalisation and sexual dimorphism. *Anthropologie*, 34(1-2): 11 – 26.
- Vančata, V., 2000. Reconstruction of body height, body mass and body shape in fossil and historical human populations. In: J. Charzewski & J. Piontek (eds.) – *Nowe techniki i technologie badan materialow kostnych*, pp. 11 - 34. Akademia wychowania fizycznego Josefa Pilsudkeigo, Warszawa.
- Vančata V. and Charvátová M., 2001. Post-Paleolithic Homo sapiens evolution in Central Europe: Changes in body size and proportions in the Neolithic and early Bronze age. *Anthropologie*, 39(2-3): 133 – 152.
- Piontek J., Vančata V., 2002. Transition to agriculture in Europe: Evolutionary trends in body size and body shape. In: P. Bennike, E. Bodzsar, Ch. Susane (eds) - *Ecological aspects of past Human Settlements in Europe. Biennial Books of EAA, Vol. 2, , pp. 61 – 92.* Eötvös Univeristy Press, Budapest.
- Vančata V. and Vančatová M., 2002. Growth of Common Chimpanzee (*Pan troglodytes*) in Captivity: Specific Features of Growth in Genetically Related Individuals. *Variability and Evolution* 10: 19-38.
- Vančata V., 2003: Sexual Dimorphism in Body Size and Shape in Pavlovian Upper Paleolithic Group: A population approach. *Anthropologie* 41/3: 213-240.
- Piontek J., Vančata V., 2004: Two models of the adaptive strategy of the Neolithic populations in Central Europe (early pastoral and agricultural) and their biological consequence. In: A. Koško, M. Smyt (eds.), *Nomadyzm a pastoralizm w miedzyrzeczu Wisly i Dniepru (neolit, eneolit i opoka brazu)*, pp. 255 – 268. Wydawnictwo Poznańskie, Poznan.
- Vančata V., 2005: A preliminary analysis of long bone measurements of *Homo floresiensis*: Bone robusticity, body size, proportions and encephalisation. *Antropologie* 42(2-3): 273 – 282.
- Dočkalová M., Vančata V., 2005: Gravettian Human Remains Brno II: Postcranial Skeleton. *Antropologie* 42(2-3): 295 – 304.
- Vančata V., (2012): *Paleoantropologie a evoluční antropologie*. Praha: Nakladatelství PedF UK v Praze. (učebnice ISBN 978-80-7290-592-8)
- Myszka, A., Piontek J., Vančata V. 2012: Body mass reconstruction on the basis of selected skeletal traits. *Anthropologischer Anzeiger* 69, 305–315. (IF=0,535)
- Piontek J., Vančata V. 2012: Transition to Agriculture in Central Europe: Body Size and Body Shape Amongst the First Farmers. *IANSA*, III/1: 139–157.
- Vančata V. 2012: Svrchně paleolitické venuše– gender nebo sex-idoly? *Culturologia* 2: 23 – 27.

Tabulka 6 – Basic metrical traits and body size and shape parameters (Abbreviations: metric traits [ $x$  – number of a measurement] – K  $x$  – Kunssman 1988, VV  $x$  – Vančata 1988, MC  $x$  - Mchenry and Corruccini 1978, VG – VanGerven 1972, TH – Holliday 1995)

<b>Abbreviation</b>	<b>Definitions</b>
<i>FEMLINGMX</i>	Biomechanical length of femur (K2),
<i>TIBLINGMX</i>	Maximal tibial length (K 1a),
<i>HUTOLE</i>	Maximum length of humerus (K 1),
<i>RAMALE</i>	Maximum length of radius (K 1),
<i>HEADBRTH</i>	Medio-lateral head breadth (M 19),
<i>SUBTROAP</i>	Anterio-posterior subtrochanteric diameter (K 10),
<i>SUBTROML</i>	Medio-lateral subtrochanteric diameter (K 9),
<i>INTEREPI</i>	Bicondylar width (MC 12),
<i>DSTEPIMX</i>	Anterio-posterior of the distal femoral shaft (MC 13),
<i>DIAMDLAP</i>	Anterio-posterior diameter of midshaft (MC 15),
<i>DIAMDLML</i>	Medio-lateral diameter of midshaft (MC 14),
<i>PRXEPIML</i>	Anterio-posterior diameter of proximal tibial epiphysis (VV 47),
<i>PRXEPIAP</i>	Medio-lateral diameter of proximal tibial epiphysis (K3),
<i>DIEPIBRT</i>	Medio-lateral diameter of distal tibial epiphysis (VV 67),
<i>MALEMLBR</i>	Medio-lateral breadth of maleolus medialis (VV 66),
<i>ARTBRLAT</i>	Lateral antero-posterior diameter of distal tibial joint surface (VV 70),
<i>ARTBRMED</i>	Medial antero-posterior diameter of distal tibial joint surface (VV 71),
<i>TDML</i>	medio-lateral diameter of distal tibial joint surface (TH), it can be also computed by subtracting of medio-lateral breadth of maleolus medialis from of medio-lateral diameter of distal tibial epiphysis,
<i>TAPM</i>	middle antero-posterior diameter of distal tibial joint surface (TH), it can be also computed as a mean of lateral antero-posterior diameter of distal tibial joint surface and medial antero-posterior diameter of distal tibial joint surface.
<b>Products</b>	
<i>MIDSHAFT</i>	Midshaft product – product of medio-lateral diameter of midshaft and antero-posterior diameter of midshaft,
<i>SUBTROCH</i>	Subtrochanteric product – product of medio-lateral subtrochanteric diameter and antero-posterior subtrochanteric diameter,
<i>DISTFEM</i>	Distal tibial products – product of bicondylar width and antero-posterior of the distal femoral shaft,
<i>PROXTIB</i>	Proximal tibial product – product of antero-posterior diameter of proximal tibial epiphysis and medio-lateral diameter of proximal tibial epiphysis,
<i>DISTATIB</i>	Distal tibial product - product of medio-lateral diameter of distal tibial joint surface and middle antero-posterior diameter of distal tibial joint surface (can be calculated from computed values or from measured values (Holliday, 1995).



<b>Estimated traits</b>	
<b>Body height</b>	mean body height estimate from 8 regression equations (Vančata 1996, 1997, <i>see Table 2 for details</i> ),
<b>Body mass</b>	mean body height estimate from 26 regression equations (Vančata 1996, 1997 <i>see Table 3 for details</i> ),
<b>s - BMI</b>	skeletal Body mass index ( $s\text{-BMI} = \text{body mass [g]} / \text{height [cm]}^2$ ),
<b>s – Rohrer</b>	skeletal Rohrer's index ( $s\text{-Rohrer} = \text{body mass [g]} / \text{height [cm]}^3$ ).

Tabulka 7 - Selected equations for estimates of body height in *Homo sapiens* (Average values of body height were computed for each individual from the below listed eight equations for the estimate of body height from femoral length and humerus length)

<i>Reference</i>	<b>Parameter</b>	<b>Equations</b>
Feldesman et al 1989, 1990	Length of femur	$BH = 3.745 * \text{Femur}$
Feldesman & Fountain 1996	Length of femur	$BH = 3.01939 * \text{Femur} + 31.26332$
Sjovald 1990	Length of femur	$BH = 3.10 * \text{Fem}^2 + 28.82$
	Length of humerus	$BH = 4.74 * \text{Hum}^2 + 15.26$
	Length of femur	$BH = 3.01 * \text{Fem}^2 + 32.52$
	Length of humerus	$BH = 4.62 * \text{Hum}^2 + 19.00$
Olivier 1976b	Length of femur	$BH = 3.420 * \text{Fem}^2 + 17.1$
Jungers 1988 b	Length of femur	$BH = 3.8807 * \text{Fem} - 51.0$

Tabulka 8 - selected equations for estimates of body mass in *Homo sapiens* (Average values of body height were computed for each individual from the below listed 26 equations for the estimate of body mass from femoral and tibial parameters and the body height)

<i>Reference</i>	<b>Parameter</b>	<b>Equations</b>
Ruff and Walker 1993	Stature	$BM = 0.689 * \text{Stat} - 53.1$
Jungers and Stern 1983	Stature	$BM = 0.00013 * \text{Stat}^{2.554}$
Wolpoff 1983	Stature	$BM = 0.00011 * \text{Stat}^{2.592}$
	Stature	$BM = 0.00062 * \text{Stat}^{2.241}$
McHenry 1988	subtrochanteric product	$\log BM = 0.624 * \log * \text{Subtroch} - 0.0562$
McHenry 1991d	femoral head	$\log BM = 1.7125 * \log \text{Head} - 1.048$
	subtrochanteric product	$\log BM = 0.7316 * \log \text{Subtroch} - 0.4527$
	distal femoral product	$\log BM = 0.960 * \log \text{DistFem} - 1.5678$
	proximal tibial product	$\log BM = 1.0583 * \log \text{ProxTib} - 1.9537$
	distal tibial product	$\log BM = 0.9005 * \log \text{Subtroch} - 0.8790$
McHenry 1992 a	femoral head	$\log BM = 1.7125 * \log \text{Head} - 1.0480$
		$\log BM = 1.7754 * \log \text{Head} - 1.1481$
		$\log BM = 1.7538 * \log \text{Head} - 1.1137$
	subtrochanteric product	$\log BM = 0.7927 * \log \text{Subtroch} - 0.5233$
		$\log BM = 0.8069 * \log \text{Subtroch} - 0.5628$
		$\log BM = 0.8107 * \log \text{Subtroch} - 0.5\&33$

	distal femoral product	$\log\text{BM} = 0.9600 \cdot \log\text{DistFem} - 1.5678$
		$\log\text{BM} = 0.9919 \cdot \log\text{DistFem} - 1.6754$
		$\log\text{BM} = 0.9921 \cdot \log\text{DistFem} - 1.6762$
	proximal tibial product	$\log\text{BM} = 1.0583 \cdot \log\text{ProxTib} - 1.9537$
		$\log\text{BM} = 1.0689 \cdot \log\text{ProxTib} - 1.9903$
		$\log\text{BM} = 1.0683 \cdot \log\text{ProxTib} - 1.9880$
	distal tibial product	$\log\text{BM} = 0.9005 \cdot \log\text{DistTib} - 0.8790$
		$\log\text{BM} = 0.9227 \cdot \log\text{DistTib} - 0.9418$
		$\log\text{BM} = 0.9246 \cdot \log\text{DistTib} - 0.9473$

**Table 9 – Selected equations for the body height estimates from long bones - Part 1**

*MA - regression method Major Axis type, RMA - regression method Reduced Major Axis type*

Reference	Sample	Equation
Feldesman et al 1989, 1990	all groups	$BH = 3.745 * \text{Femur}$
Feldesman and Fountain 1996	all groups	$BH = 3.01939 * \text{Femur} + 31.26332$
<i>All regression methods are Major Axis type</i>		
Sjovald 1990	Caucasians	$BH = 2.63 * \text{Fem1} + 49.96$
<i>All regression methods are</i>	Caucasians	$BH = 3.10 * \text{Fem2} + 28.82$
<i>Reduced Major Axis typ</i>	Caucasians	$BH = 3.02 * \text{Tib1} + 58.94$
	Caucasians	$BH = 4.74 * \text{Hum2} + 15.26$
	all ethnic groups	$BH = 2.71 * \text{Fem1} + 45.86$
	all ethnic groups	$BH = 3.01 * \text{Fem2} + 32.52$
	all ethnic groups	$BH = 3.29 * \text{Tib1} + 47.34$
	all ethnic groups	$BH = 4.62 * \text{Hum2} + 19.00$
Olivier 1976a	regression - negroes	$BH = 1.74 * \text{Fem2} + 84.5$
	correlation - negroes	$BH = 3.395 * \text{Fem2} + 17.9$
	regression - negroes	$BH = 1.85 * \text{Tib2} + 88.8$
	correlation - negroes	$BH = 3.25 * \text{Tib2} + 39.2$
	regression - negroes	$BH = 1.31 * (\text{Fem2} + \text{Tib2}) + 55.0$
	correlation - negroes	$BH = 1.61 * (\text{Fem2} + \text{Tib2}) + 32.8$
Olivier 1976b	correlation - pygmies	$BH = 3.420 * \text{Fem2} + 17.1$
	correlation - pygmies	$BH = 3.29 * \text{Tib2} + 37.8$
Jungers 1988 b	Human pygmy sample - regr.	$BH = 3.3496 * \text{Fem} + 147.9$
	Human pygmy sample - MA	$BH = 3.8807 * \text{Fem} - 51.0$
	Human pygmy	$BH = 3.6251 * \text{Fem} + 44.8$

	sample - RMA	
	Human pygmy sample - regr.	$\ln BH = 0.9067 * \ln Fem + 1.8732$
	Human pygmy sample - MA	$\ln BH = 0.9784 * \ln Fem + 1.4480$
	Human pygmy sample - RMA	$\ln BH = 0.9802 * \ln Fem + 1.4377$
	Pan paniscus sample - regr.	$BH = 3.9185 * Fem + 3.8$
	Pan paniscus sample - MA	$BH = 5.8707 * Fem - 568.9$
	Pan paniscus sample - RMA	$BH = 4.8317 * Fem - 264.1$
	Pan paniscus sample - regr.	$\ln BH = 1.0220 * \ln Fem + 1.2432$
	Pan paniscus sample - MA	$\ln BH = 1.2980 * \ln Fem - 0.3246$
	Pan paniscus sample - RMA	$\ln BH = 1.2403 * \ln Fem + 0.0034$
Feldesman and Lundy 1988	negroes MA	$BH = 3.422 * Fem + 0.102$
	negroes MA	$BH = 3.416 * Fem + 0.002$
	negroes MA	$BH = 4.016 * Tib + 0.222$
	negroes MA	$BH = 4.051 * Tib + 0.127$
	negroes MA	$BH = 1.847 * (Fem + Tib) + 0.185$
	negroes MA	$BH = 1.853 * (Fem + Tib) + 0.072$
	negroes regression	$BH = 2.403 * Fem + 45.721$
	negroes regression	$BH = 2.769 * Fem + 27.424$
	negroes regression	$BH = 2.427 * Tib + 60.789$
	negroes regression	$BH = 2.485 * Tib + 55.968$
	negroes regression	$BH = 1.288 * (Fem + Tib) + 46.543$
	negroes regression	$BH = 1.410 * (Fem + Tib) + 34.617$

**Sex (for all tables): M - males, F - females, A – without sex, both males and females**

**Tabulka 10 (4 b) - Selected equations for the body height estimates from long bones - Part 2**

*Regression methods are Least Square type – exceptions are marked – MA – Major axis type*

Reference	Sample	Equation
Sciulli and Giesen 1993	prehist.Native Americans	$BH = 2.497 * Fem2 + 41.403 + 10.5$
	prehist.Native Americans	$BH = 2.381 * Fem2 + 43.697 + 10.5$
Dobisíková et al. 2000	Czech males	$BH = 2.03 * Femur + 79.047$
	Czech females	$BH = 1.59 * Femur + 95.753$
	Czech males and females	$BH = 2.17 * Femur + 71.983$
	Czech males	$BH = 2.51 * Humerus + 90.601$
	Czech females	$BH = 2.13 * Humerus + 99.335$
	Czech males and females	$BH = 2.88 * Humerus + 77.566$
Formicolla and Franceschi 1996	Neolithic mixed sample	$BH = 2.23 * Fem1 + 65.9$
	Neolithic mixed sample MA	$BH = 2.55 * Fem1 + 52.08$
	Neolithic mixed sample	$BH = 1.22 * (Fem + Tib) + 66.86$
	Neolithic mixed sample MA	$BH = 1.30 * (Fem + Tib) + 60.42$
	Neolithic mixed sample	$BH = 3.31 * Humerus + 60.87$
	Neolithic mixed sample MA	$BH = 4.04 * Humerus + 38.05$
Knussman 1988		$BH = 2.42 * Fem2 + 58.5$
		$BH = 2.1 * Fem2 + 70.2$
		$BH = 2.61 * Tib1b + 71.7$
		$BH = 2.30 * Tib1b + 80.4$
		$BH = 1.31 * Fem2 + 1.39 * Tib1b + 57.3$
		$BH = 1.51 * Fem2 + 1.27 * Tib1b + 51.3$
Rosing 1983	Calcutta	$BH = 1.987 * Fem + 78.00$
	Calcutta	$BH = 1.619 * Fem + 86.02$
	Calcutta	$BH = 2.288 * Tib + 79.55$
	Calcutta	$BH = 1.819 * Tib + 88.69$
	Calcutta	$BH = 0.936 * Fem + 1.685 * Tib + 61.80$
	Calcutta	$BH = 0.851 * Fem + 1.073 * Tib + 80.37$

Rosing 1983	Lucknow	$BH = 3.499 * Fem + 76.1$
	Lucknow	$BH = 4.019 * Tib + 14.72$
	Lucknow	$BH = 3.021 * Fem + 0.608 * Tib + 64.8$
Breitinger 1937	German	$BH = 1.645 * Fem + 94.31$
Bach 1965	Middle Europe (German)	$BH = 1.313 * Fem + 106.69$
Boldsen 1984	Danish	$BH = 2.519 * Fem + 52.85$
	Danish	$BH = 2.528 * Fem + 50.76$
Genovés 1967	Mesoamericans	$BH = 2.26 * Fem + 66.379 - 2.5$
	Mesoamericans	$BH = 2.59 * Fem + 49.742 - 2.5$

**Table 11 (5 c) - Selected equations for the body height estimates from long bones - Part 3**

*All regression methods are Least Square type*

Reference	Sample	Equation
Helmuth 1968	white males	$BH = 1.880 * Fem + 81.308$
	white females	$BH = 1.945 * Fem + 72.844$
	white males	$BH = 2.376 * Tib + 78.664$
	white females	$BH = 2.352 * Tib + 74.774$
Lorke et al 1953	Western Europe	$BH = 2.358 * Fem + 61.34$
Stevenson 1929	N-Chienese	$BH = 2.4398 * Fem + 61207 - 2.5$
Telkka 1950	Finnish	$BH = 2.1 * (Fem - 45.5) + 169.4 - 2.5$
	Finnish	$BH = 1.8 * (Fem - 41.8) + 169.4 - 2.5$
Trotter and Gleser 1952	US-White	$BH = 2.38 * Fem + 61.41$
	US-White	$BH = 2.47 * Fem + 54.10$
	US-White	$BH = 2.52 * Tib + 78.62$
	US-White	$BH = 2.90 * Tib + 54.53$
	US-White	$BH = 3.08 * Hum + 70.45$
	US-White	$BH = 3.36 * Fem + 57.97$
	US-Black	$BH = 2.11 * Fem + 70.35$
	US-Black	$BH = 2.28 * Fem + 59.76$
	US-Black	$BH = 2.19 * Tib + 70.02$
	US-Black	$BH = 2.45 * Tib + 72.65$
	US-Black	$BH = 3.26 * Hum + 62.10$
	US-Black	$BH = 3.08 * Hum + 64.67$
Trotter and Gleser 1958	US-White	$BH = 2.32 * Fem + 61.53$
	US-Black	$BH = 2.10 * Fem + 72.22$
	Mongoloid	$BH = 2.15 * Fem + 72.57$
	Mexican	$BH = 2.44 * Fem + 58.67$
	Puerto Rican	$BH = 2.10 * Fem + 72.61$
Dupertuis and Hadden 1951	US-White	$BH = 2.116 * Fem + 77.048 - 2.5$
	US-White	$BH = 2.322 * Fem + 62.872 - 2.5$
	US-Black	$BH = 2.540 * Fem + 55.021 - 2.5$
	US-Black	$BH = 2.498 * Fem + 54.235 - 2.5$
	General formula	$BH = 2.238 * Fem + 69.089 - 2.5$
	General formula	$BH = 2.317 * Fem + 61.412 - 2.5$



**Tabulka 12 (5) – selected equations for the estimates of body mass on the basis of long bones and stature**

BM – body mass, Stat – stature, abbreviations – see Table 1

<b>Reference</b>	<b>Sample</b>	<b>Parameter</b>	<i>Equation</i>	
Ruff and Walker 1993	world-wide adult	stature	<b>BM = 0.689*Stat - 53.1</b>	
	world-wide adult	stature	<b>BM = 0.888*Stat - 87.1</b>	
	world-wide adult	stature	<b>BM = 0.659*Stat - 47.0</b>	
	black African	stature	<b>BM = 0.637*Stat - 50.0</b>	
Ruff et al. 2005	world-wide adult (males)	Stature, living bi-iliac breadth	<b>BM = 0,422 * ST + 3,126 * LBIB – 92,9</b>	
	world-wide adult (females)	Stature, living bi-iliac breadth	<b>BM = 0,504 * ST + 1,804 * LBIB – 72,6</b>	
Ruff et al. 1991	world-wide adult (males)	Femoral head	<b>BM = [2,741 * (FH) – 54,9] * 0,90</b>	
	world-wide adult (females)	Femoral head	<b>BM = [2,426 * (FH) – 35,1] * 0,90</b>	
Jungers and Stern 1983	Pygmies	stature	<b>BM = 0.00013*Stat^2.554</b>	
Wolpoff 1983	Pygmies	stature	<b>BM = 0.00011*Stat^2.592</b>	
	Pygmies	stature	<b>BM = 0.00062*Stat^2.241</b>	
McHenry 1988	Homo sapiens	subtrochanteric product	<b>logBM = 0.624*log*Subtroch - 0.0562</b>	
	African apes, and Homo sapiens	subtrochanteric product	<b>logBM = 1.189*log*Subtroch - 1.663</b>	
McHenry 1991d	Human	femoral head	<b>logBM = 1.7125*logHead - 1.048</b>	
	Ape	femoral head	<b>logBM = 2.9844*logHead - 2.8903</b>	
	Human	subtrochanteric product	<b>logBM = 0.7316*logSubtroch - 0.4527</b>	
	Ape	subtrochanteric product	<b>logBM = 1.1782*logSubtroch - 1.5679</b>	
	Human	distal femoral product	<b>logBM = 0.960*logDistFem - 1.5678</b>	
	Ape	distal femoral product	<b>logBM = 1.2066*logDistFem - 2.1745</b>	
	Human	proximal tibial product	<b>logBM = 1.0583*logProxTib - 1.9537</b>	
	Ape	proximal tibial product	<b>logBM = 1.3848*logProxTib - 2.8941</b>	
	Human	distal tibial product	<b>logBM = 0.9005*logSubtroch - 0.8790</b>	
	Ape	distal tibial product	<b>logBM = 1.3202*logDistTib - 1.8449</b>	
	McHenry 1992 a	Intra Homo - least squares	femoral head	<b>logBM = 1.7125*logHead - 1.0480</b>
		Intra Homo - major axis		<b>logBM = 1.7754*logHead - 1.1481</b>
Intra Homo - reduced major axis			<b>logBM = 1.7538*logHead - 1.1137</b>	

	Hominoidea - least squares	femoral head	$\log\text{BM} = 2.6465*\log\text{Head} - 2.4093$
	Hominoidea - major axis		$\log\text{BM} = 2.7930*\log\text{Head} - 2.6269$
	Hominoidea - reduced major axis		$\log\text{BM} = 2.7284*\log\text{Head} - 2.5310$
	Intra Homo - least squares	subtrochanteric product	$\log\text{BM} = 0.7927*\log\text{Subtroch} - 0.5233$
	Intra Homo - major axis		$\log\text{BM} = 0.8069*\log\text{Subtroch} - 0.5628$
	Intra Homo - reduced major axis		$\log\text{BM} = 0.8107*\log\text{Subtroch} - 0.5\&33$
	Hominoidea - least squares	subtrochanteric product	$\log\text{BM} = 1.1823*\log\text{Subtroch} - 1.5745$
	Hominoidea - major axis		$\log\text{BM} = 1.2217*\log\text{Subtroch} - 1.6775$
	Hominoidea - reduced major axis		$\log\text{BM} = 1.2152*\log\text{Subtroch} - 1.6605$
	Intra Homo - least squares	distal femoral product	$\log\text{BM} = 0.9600*\log\text{DistFem} - 1.5678$
	Intra Homo - major axis		$\log\text{BM} = 0.9919*\log\text{DistFem} - 1.6754$
	Intra Homo - reduced major axis		$\log\text{BM} = 0.9921*\log\text{DistFem} - 1.6762$
	Hominoidea - least squares	distal femoral product	$\log\text{BM} = 1.0829*\log\text{DistFem} - 1.8467$
	Hominoidea - major axis		$\log\text{BM} = 1.1326*\log\text{DistFem} - 2.0011$
	Hominoidea - reduced major axis		$\log\text{BM} = 1.1271*\log\text{DistFem} - 2.7066$
	Intra Homo - least squares	proximal tibial product	$\log\text{BM} = 1.0583*\log\text{ProxTib} - 1.9537$
	Intra Homo - major axis		$\log\text{BM} = 1.0689*\log\text{ProxTib} - 1.9903$
	Intra Homo - reduced major axis		$\log\text{BM} = 1.0683*\log\text{ProxTib} - 1.9880$
	Hominoidea - least squares	proximal tibial product	$\log\text{BM} = 1.2770*\log\text{ProxTib} - 2.5918$
	Hominoidea - major axis		$\log\text{BM} = 1.3224*\log\text{ProxTib} - 2.7380$
	Hominoidea - reduced major axis		$\log\text{BM} = 1.3127*\log\text{ProxTib} - 2.7066$
	Intra Homo - least squares	distal tibial product	$\log\text{BM} = 0.9005*\log\text{DistTib} - 0.8790$
	Intra Homo - major axis		$\log\text{BM} = 0.9227*\log\text{DistTib} - 0.9418$
	Intra Homo - reduced major axis		$\log\text{BM} = 0.9246*\log\text{DistTib} - 0.9473$
	Hominoidea - least squares	distal tibial product	$\log\text{BM} = 1.1806*\log\text{DistTib} - 1.5390$
	Hominoidea - major axis		$\log\text{BM} = 1.2319*\log\text{DistTib} - 1.6721$
	Hominoidea - reduced major axis		$\log\text{BM} = 1.2232*\log\text{DistTib} - 1.6493$
Jungers 1987	Higher primates	femoral head	$\text{LnBM} = 2.9084*\text{LnHead} - 6.3369$
Jungers 1988a	All hominoids	femoral head	$\text{LnBM} = 2.6142*\text{LnHead} - 5.4282$

	Nonhuman hominoids	femoral head	<b>InBM = 2.9047*lnHead - 6.3233</b>
	All hominoids	medial condyle width	<b>InBM = 2.1224*lnMCW - 2.6824</b>
	Nonhuman hominoids	medial condyle width	<b>InBM = 2.1743*lnMCW - 2.8023</b>
	All hominoids	lateral condyle width	<b>InBM = 1.9335*lnLCW - 1.7269</b>
	Nonhuman hominoids	lateral condyle width	<b>InBM = 2.1865*lnLCW - 2.3033</b>
	All hominoids	AP distal tibial articulation	<b>InBM = 2.5037*lnDTB - 3.9397</b>
	Nonhuman hominoids	AP distal tibial articulation	<b>InBM = 2.8561*lnDTB - 4.8747</b>

## Odhady pohlaví a věku u holocénních kosterní nálezů

Určování pohlaví a věku nalezených koster je nedílnou součástí paleoantropologie k historické a forenzní antropologie. Tato problematika, podrobně popsaná v řadě monografií (např. Stloukal a kol, 1989, White et al. 2012) a je velmi komplexní. Jako taková nemůže být *in extenzo* obsažena v této příručce, která se primárně zaměřuje na jiné cíle.

Proto se v obou případech, tedy jak v případě určení pohlaví tak věku, budeme zaměřovat pouze na relevantní kosti postkraniálního skeletu. Analýzu určování pohlaví a věku na lebce a zubech lze nalézt v mnoha jiných studiích a příručkách (Brůžek et al. 2002, Stloukal a kol. 1989, White, Folken 2005, White et al. 2012, atd.).

Určení pohlaví i odhad věku dožití jsou tedy presentovány jako problematiky rámcově související s hlavními cíly příručky, tedy metrickým zpracováním postkraniálního skeletu a interpretace výsledků měření z hlediska velikosti a tvaru těla, a také rekonstrukce základních proporcí končetin z hlediska možných biomechanických a ekologických interpretací (srov. Myszka 2006, Myszka et al. 2012, Piontek, Vančata 2002, 2004, 2012 a další). Budou zohledněny jak nejdůležitější klasické metody morfologické, tak i metody morfometricko statistické a kvantitativní.

### **Určení pohlaví**

Určení pohlaví na skeletu je v zásadě jednodušší, než odhad věku dožití (Brůžek et al. 2002, White, Folken 2005, White et al. 2012). V podstatě jsou dvě základní cesty určení pohlaví, a to morfologická a morfometricko statistická (Brůžek et al. 2002, White, Folken 2005, White et al. 2012). Co se týká postkraniálního skeletu nejvhodnější je zpravidla určování pohlaví podle různých znaků na pánvi (Brůžek et al. 2002, Novotný 1981, White, Folken 2005, White et al. 2012), samozřejmě jsou-li kosti pánevní, případně kost křížová dostatečně zachované.

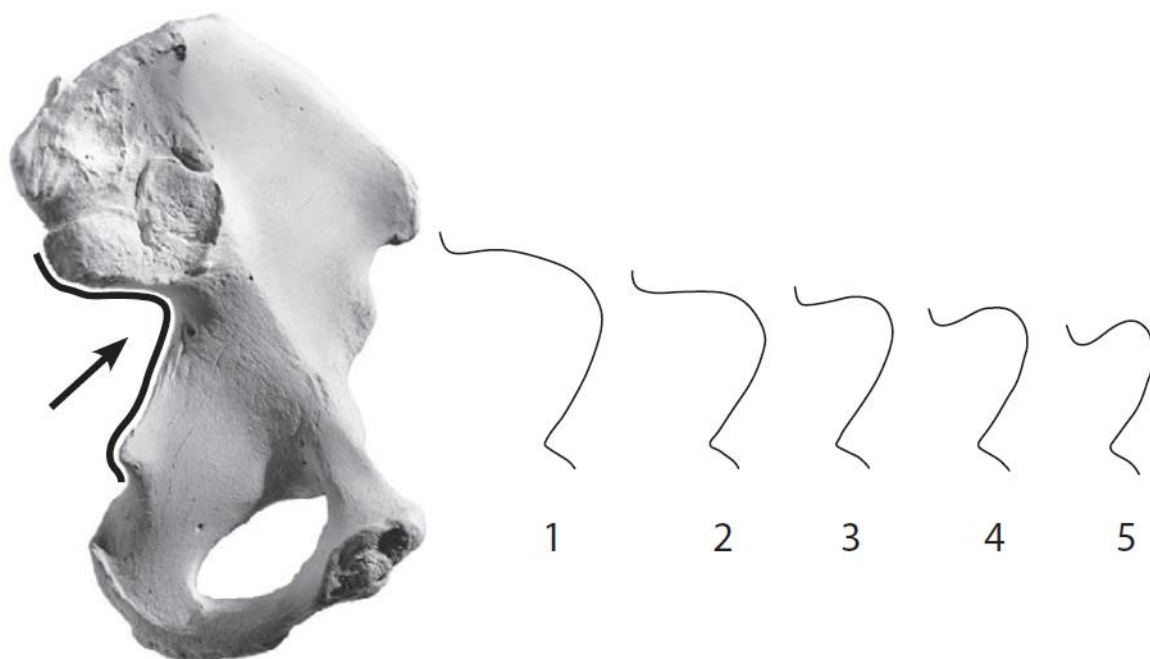
### **Morfologické metody**

V běžné praxi stále převažují klasické morfologické metody určování pohlaví (srov. Stloukal a kol. 1980, White et al. 2012, atd.), jejichž metodiky jsou dlouhodobě rozpracovávány a vylepšované. Jsou publikované ověřené škály, které kombinací jednotlivých nejlépe ověřených pohlavních znaků mohou dávat poměrně věrohodné výsledky (např. obr. 35 – 37).

Příkladem takových znaků jsou tvar insisura ischiadica major, morfologie pubis a úhel který svírají ramena stydkých kostí ( obr. 35 – 37), tvar kosti křížové, případně poporodní změny (např. Novotný 1981, White et al. 2012).

Ve starší literatuře bývají uváděny i poporodní změny v sulcus preauricularis, případně na sakru, novější literatura pak tyto znaky zpochybňuje (srov. Stloukal a kol. 1989, str. 186 – 87) Morfologické určení pohlaví může využívat složité matematické modely jako je Fourierova analýza v případě analýzy incisura ischiadica major (Novotný et al, Vacca et al. ).

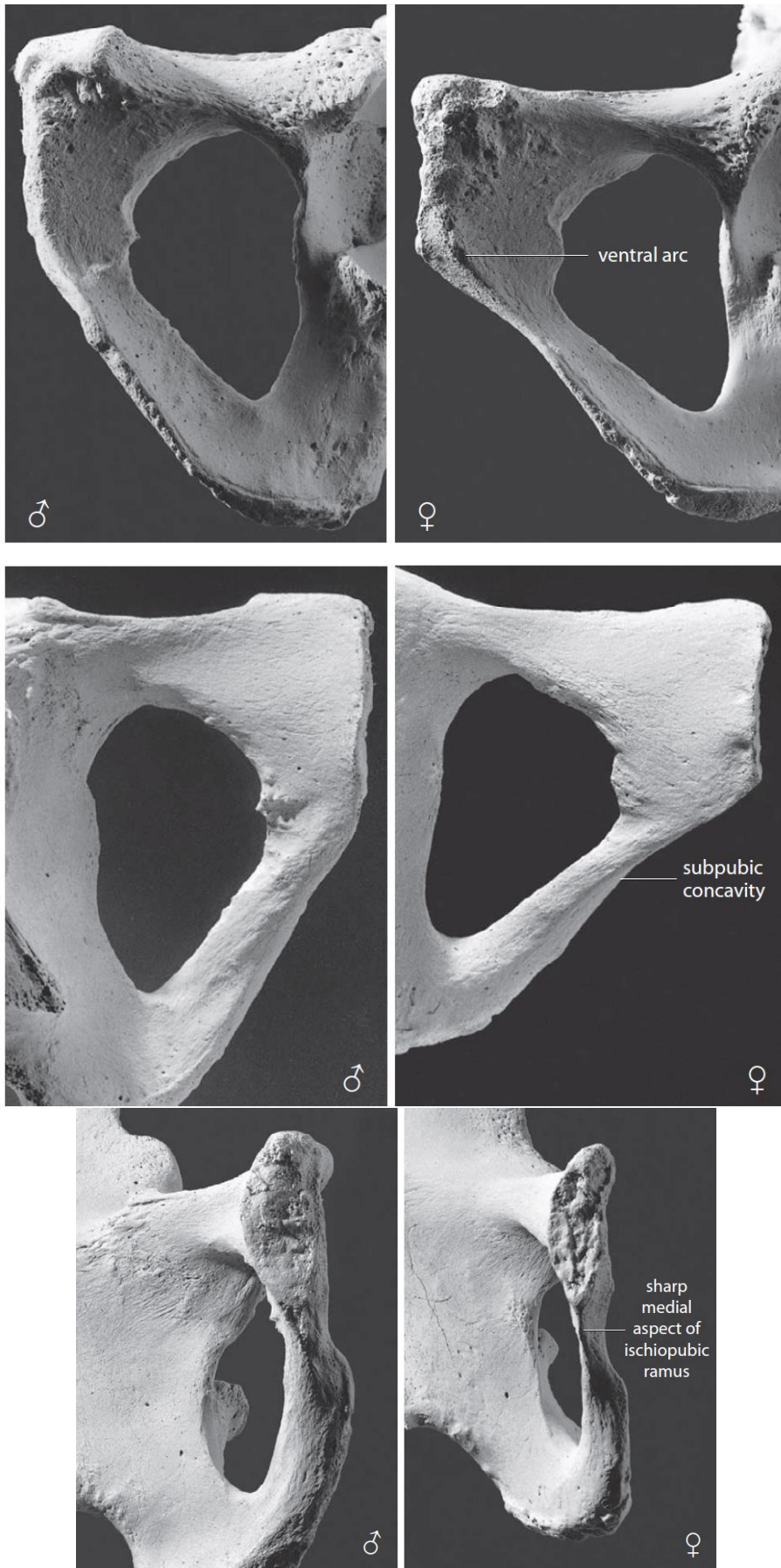
Při využívání morfologických znaků se mohou osvědčit také parametry získané rekonstrukcí, výšky a hmotnosti a velikosti a tvaru těla obecně, které mohou například vykreslit celkovou robusticitu nebo gracilitu stavby skeletu dané populace (Myszka 2006).



Obr. 35 - Pohlavní rozdíly na pánvi insisura ischiadica major (©White and Folken 2005)



Obr. 36 - Pohlavní rozdíly na pánvi – typické znaky ženské a mužské pánve (©White and Folken 2005)



Obr. 37 - Typické znaky na ženské a mužské os pubis (©White and Folken 2005)

### *Morfometrické metody (podle Brůžek et al. 2002)*

Morfometricko statistické určení pohlaví na kostře (Brůžek et al 2002) se nachází v poměrně jednoduché situaci – (normální) lidská pohlaví jsou totiž v zásadě jen dvě. Přesností určení pohlaví správnou klasifikací určitého jedince ve zkoumaném souboru.

Spolehlivostí při kvantitativním zpracování se rozumí úspěšnost správné zařazení jedince do dané kategorie pohlaví a možnost zobecnění této metody a využití takové metody pro pohlavní analýzu v jiných populacích.

Při jakékoliv analýze pohlaví je dobré znát zóny překryvu nebo nejistého zařazení do dané pohlavní kategorie. Zkušenosti ukazují, že minimálně několik procent zkoumané populace, zpravidla je to víc jak 5%, je pohlavně nezařaditelné, a to dokonce i při použití analýzy DNA.

Z tohoto důvodu je dobré si vymezit ještě třetí kategorii, tedy kategorii, kdy je pohlaví neurčitelné (pozor teoreticky zahrnuje i hermafrodity – srov. Novotný 1981). Pro kvantitativní určení pohlaví jsou nejčastěji využívány tzv. diskriminační funkce, které determinují, kolik jedinců z celku je zařaditelných do dané pohlavní kategorie, a také definuje riziko nesprávného nebo nerealizovatelného určení (u žen se může vyskytnout například kombinace úzké kosti křížové v kombinaci s velmi dlouhou kostí stydkou).

Největší spolehlivosti a přesnosti dosahujeme využitím výpočtem diskriminačních funkcí podle údajů, které jsme změřili na pánevních kostech, eventuálně kosti křížové (Brůžek et al. 2002, Novotný 1981, 1992, Murail, Bruzek, Braga 1999).

U jiných částí skeletu je určení pohlaví méně spolehlivé, ve většině případů je možné pouze u gracilního a robustního spektra zkoumané populace (teoreticky tzv. typických žen a mužů). Nicméně některé analýzy ukazují, že parametry proximální epifýzy femuru, části kostry, která se ontogeneticky vyvíjí spolu s pánví, je možné také úspěšně využít s relativně dobrými výsledky (Vančata 1998, 2001, 2003).

Faktem ale je, že i diskriminační rovnice mají svá omezení jak z hlediska zkoumaných holocenních populací tak z hlediska universalit těchto metod a nakonec i z hlediska dostatku kostí vhodných pro takovou analýzu.

Zdá se, že dobrým indikátorem pohlavních rozdílů mohou být i velikostní a proporční parametry vypočtené z daného skeletu, které umožňují porovnat výšku, přibližnou hmotnost a skelální ponderální indexy a proporce segmentů končetin pro dané populace. Takové údaje jsou velmi výhodné pro srovnávací mezipopulační srovnávací analýzy pohlaví ve zkoumaných populacích (Vančata 1998, 2000, 2001, 2003, 2005, Piontek Vančata 2002, 2004, 2012, Myszka et al 2012).

## ***Odhad věku (dožití)***

Odhad věku daného skeletu je jedním ze základních parametrů pro paleodemografické studie. Bohužel, spolehlivý odhad věku, kterého se daný jedinec dožil, správněji věk v době jeho úmrtí je velmi komplikovaný problém. Používá se řada nejrozličnějších metod, ve většině případů je odhad buď nepřesný, nebo nespolehlivý – někdy to funguje někdy nikoliv. V podstatě je jediným spolehlivým ukazatelem je analýza zubní skloviny (srov. například Brůžek et al. 2002), která udělala v současné době obrovské pokroky, ale jedná se však o technologicky náročnou invazivní metodologii, která není nijak levná. Nejspolehlivější jsou pokročilé 3D ultraCT metody, jejich cena je však zatím naprosto vylučuje pro odhad věku u holocenních populací.

Navíc je při analýze věku dožití nutné vzít v úvahu, že *de facto* mluvíme o věku kalendářním, tedy proměnné kvantitativní, ale většina obecně využívaných morfologických metod (viz Obrázky 38 - 46 v další části příručky) je *de facto* kvalitativních, tedy určuje kategorie dožitého věku daného jedince.

Takový odhad je vždy zatížen značnou chybou už jen ve vztahu k variabilitě skeletu a různému stavu zachování zkoumaných kostí – to platí i pro zuby. Zmíněné kategorie přesnosti a spolehlivosti se mohou dokonce i vzájemně vylučovat.

„Budeme-li extrémně přesní v odhadu věku dožití na základě kostry, bude výsledek s velkou vysokou mírou pravděpodobnosti naprosto nespolehlivý“ (Brůžek et al. 2002). „Upřednostníme-li zcela slepě spolehlivost, dosáhneme takové nepřesnosti, že odhad ztrácí smysl, neboť výsledek nalezeme v intervalu hodnot již očekávaných. Je proto třeba vážit mezi přesností a spolehlivostí a optimalizovat jejich vztah případ od případu. To považujeme za práci antropologa“ (Brůžek et al. 2002).

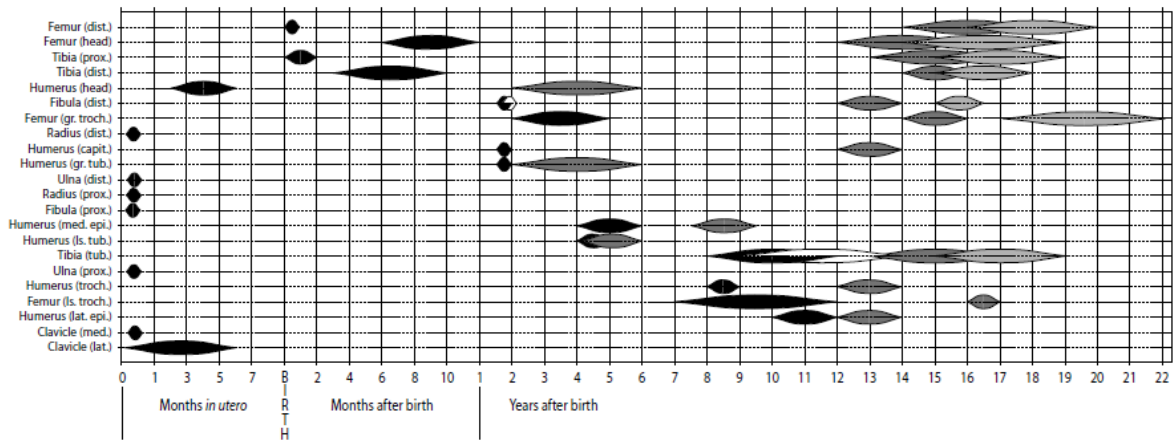
Ve skutečnosti ale existuje i jiný a daleko závažnější problém, a to že ve skutečnosti pracujeme nikoliv s kalendářním, ale s biologickým věkem dožití, které je, budeme-li využívat různé části skeletu, různý a nemusí vůbec odpovídat modelu, který je vypracován na nějakých napříkald evropských populací.

Musíme si uvědomit, že například nástup jednotlivých růstových spurtů, puberty, adolescence, charakter vývoje skeletu v dospělosti a klimakteria je velmi variabilní nejen mezi různými populacemi, ale i uvnitř populací. Proto i posuzování přesného věku podle přírůstků skloviny může být, stejně jako u mnoha dalších struktur skeletu ovlivněn mírou stresů, kvalitou a složením výživy, životním stylem, přítomností určitých stopových prvků a mnoha dalšími faktory. Proto se jeví pro odhady věku využívání věkových kategorií, a to přes veškeré problémy, které taková klasifikace věku přináší.

Klasické metody odhadu věku dožití budeme dokumentovat na následujících schématech a diagramech (podle White, Folkens 2005, White et al. 2012), které jsou zároveň i demonstrací, že kategoriální odhady dožitého věku jsou pravděpodobně tou nejrealističtější metodou, kterou v dané situaci lze využít při práci s holocenními skelety.

Přísně kvantitativní odhady je možné využívat pouze pro účely paleodemografické s tím, že se jedná o rámcové populační odhady a nikoliv přesné určení demografického standardu populace. Ostatně studie skeletů nám dává informaci pouze o jedincích, kteří v dané lokalitě zemřeli a jejichž skelet se dostatečně zachoval pro účely studie odhadu věku dožití dané skeletové populace.





Obr. 38 - Určování věku na základě osifikace jednotlivých kostí lidského skeletu (©White and Folken 2005, White et al. 2012)

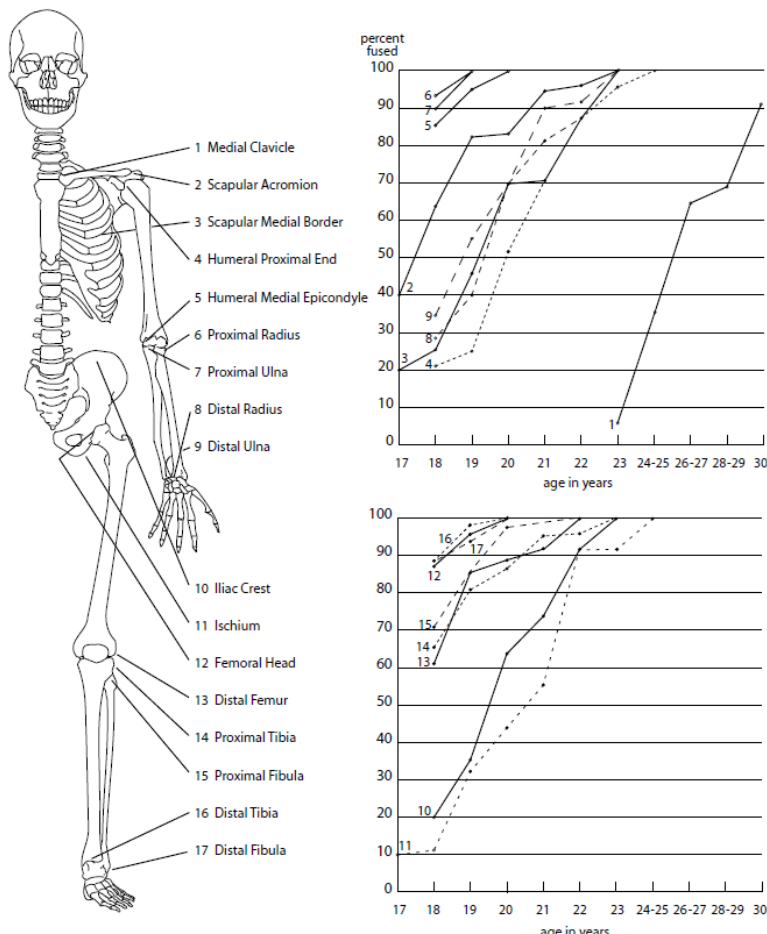
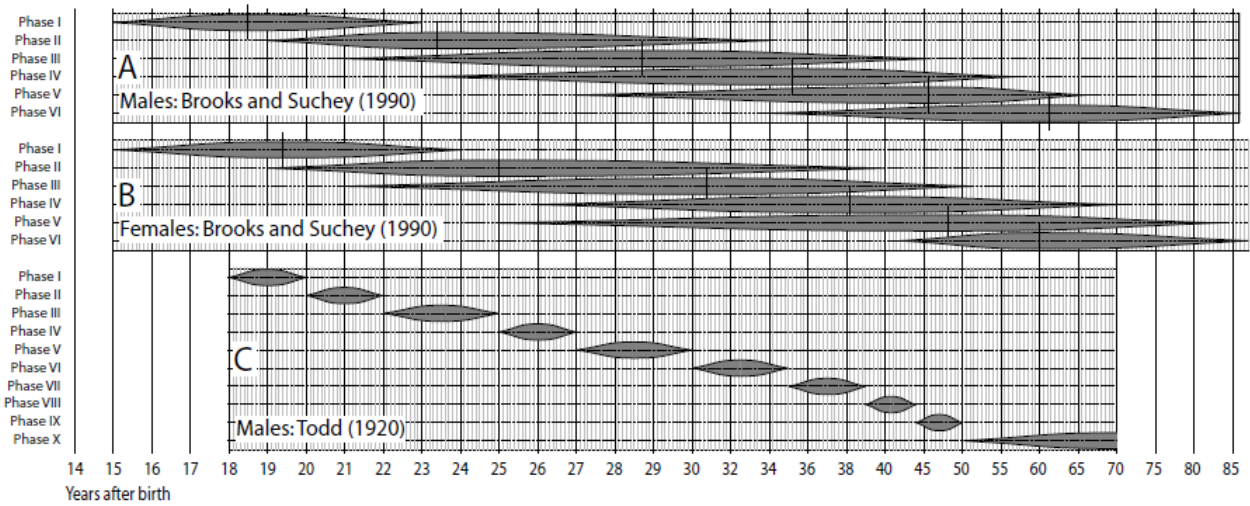
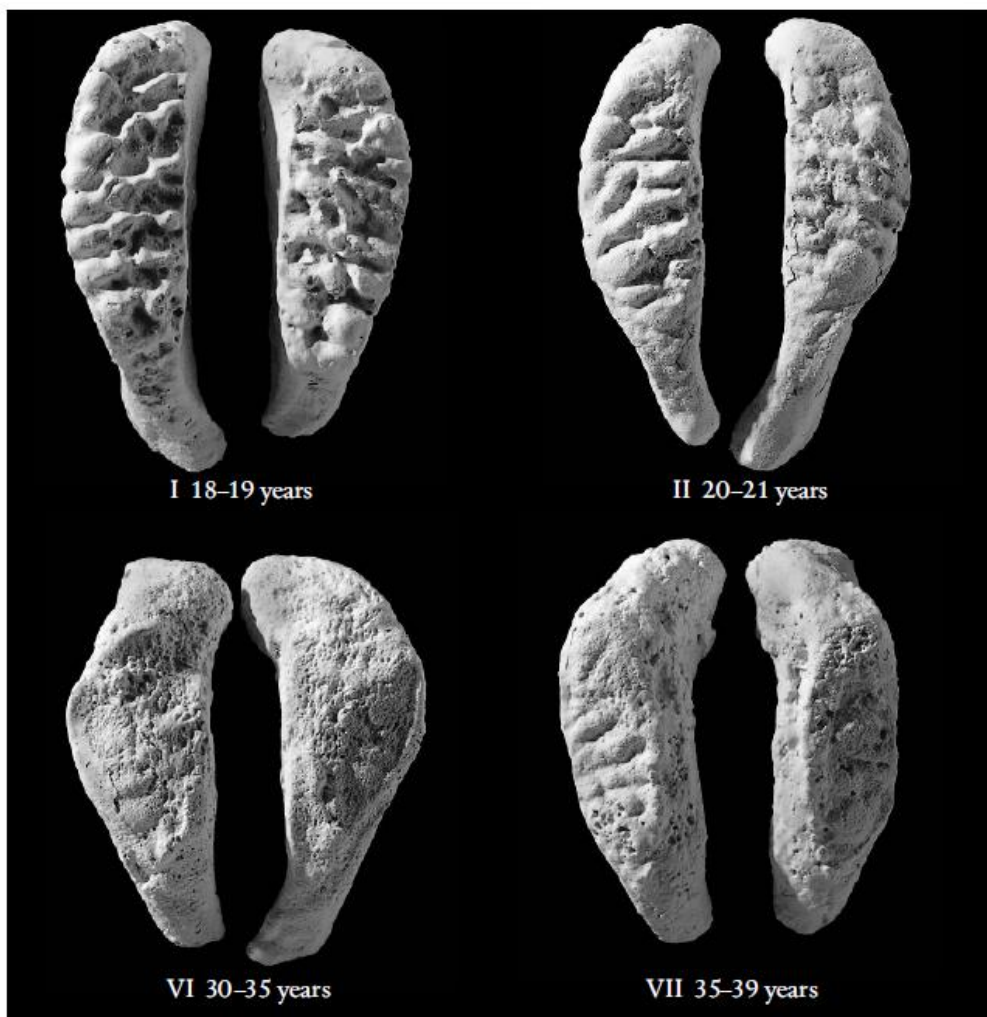


Figure 18.11 Ages of fusion for various male skeletal elements. Data on fusion from McKern and Stewart (1957). These standards, derived from U.S. military personnel who died in the Korean War, show considerable variation in fusion for any given element. For example, in the medial clavicle, McKern and Stewart (1957) found that of 10 individuals aged 17 years, none had fused epiphyses. For the clavicle, the epiphyseal cap begins to unite to the medial end of the clavicle as early as 18 years but can begin to unite at any time between 18 and 25 years. The earliest complete fusion came among some soldiers who died at 23 years, but the study showed that others lived to age 31 before fusion was complete. To use this table, choose a numbered epiphysis from above or below the waist and find its graph to the right of the skeleton. The graph shows what percentage of adult male individuals showed full fusion of each epiphysis at any given age.

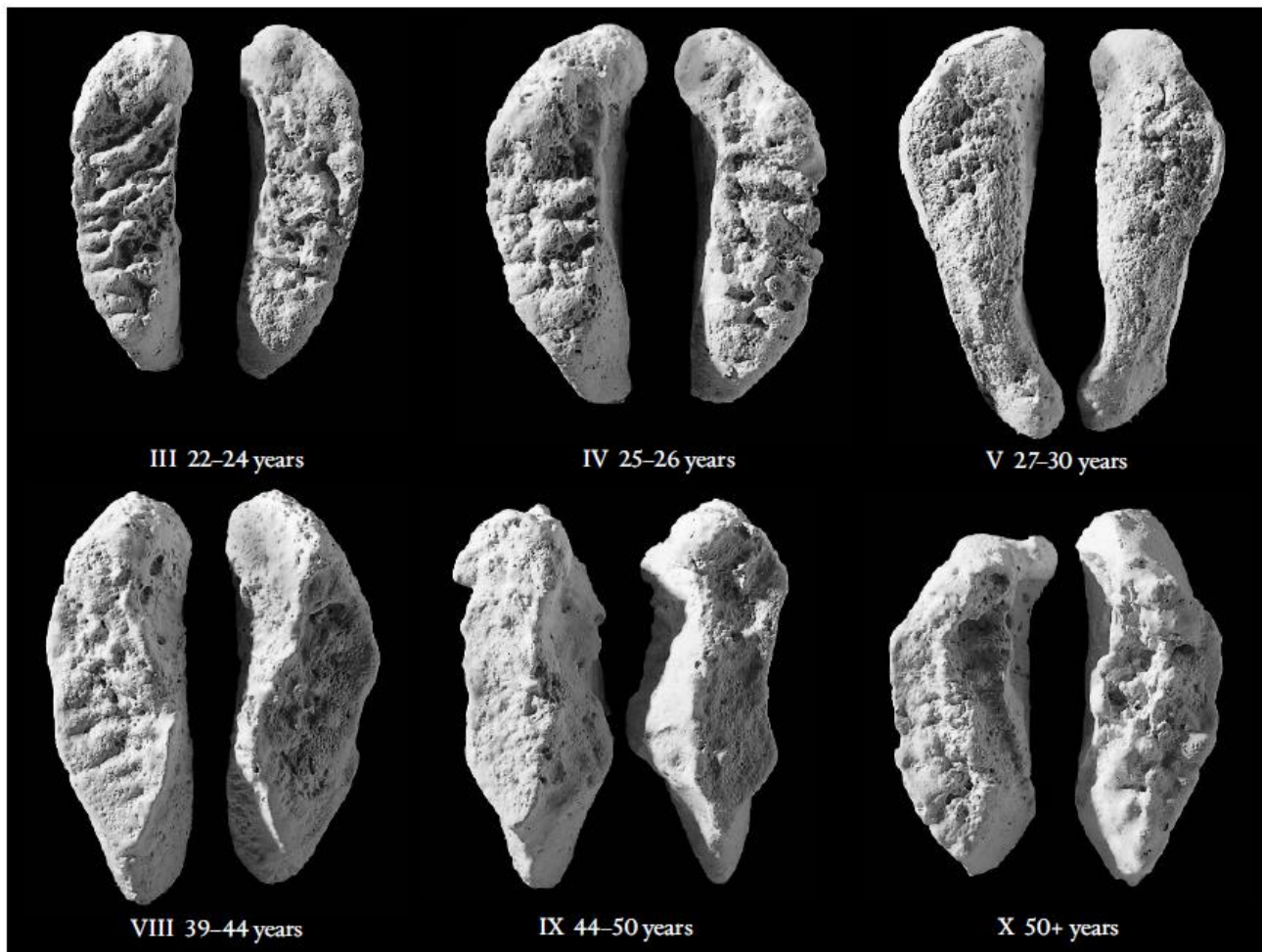
Obr. 39 - Určování věku na základě osifikace jednotlivých kostí lidského skeletu (©White and Folken 2005, White et al. 2012)



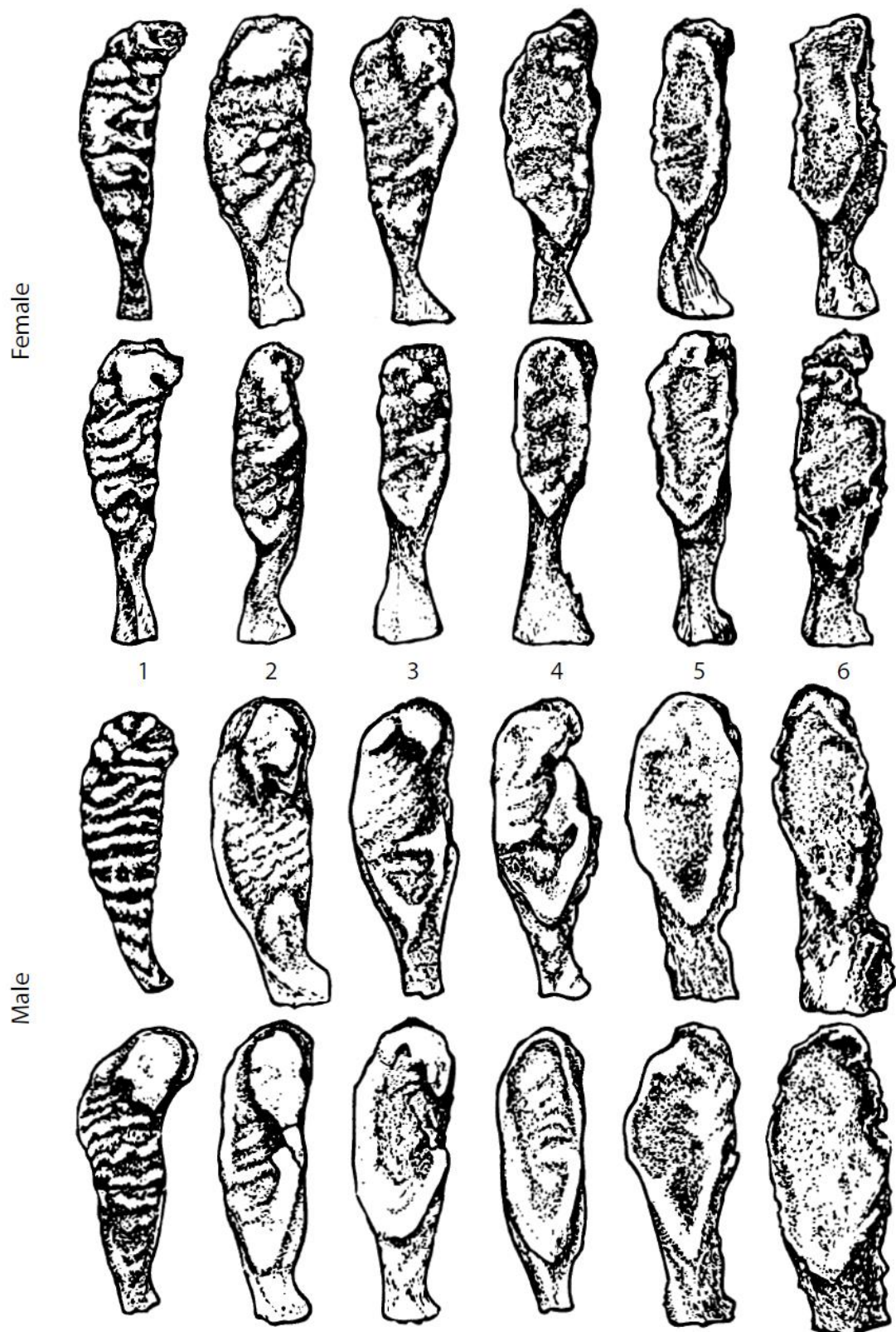
Obr. 40 - Určování věku na základě změn na symfýze osis pubis (©White and Folken 2005, White et al. 2012)



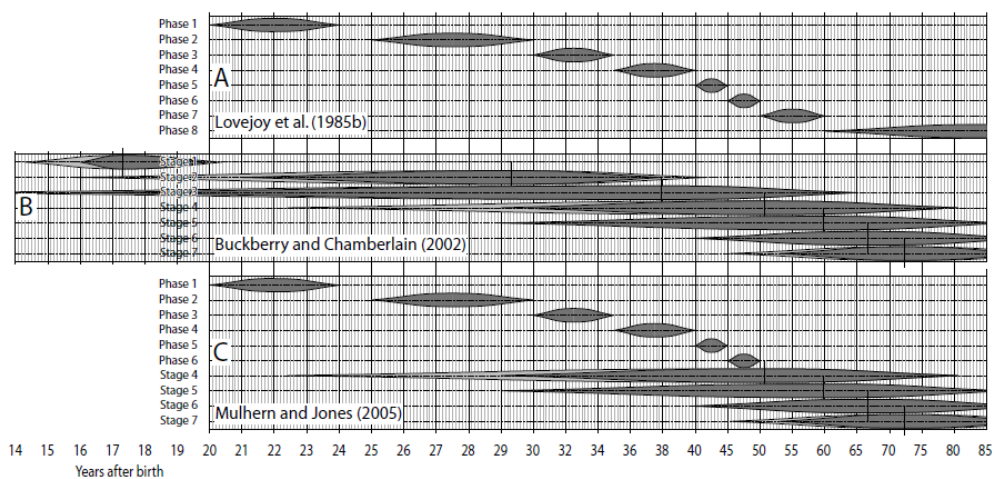
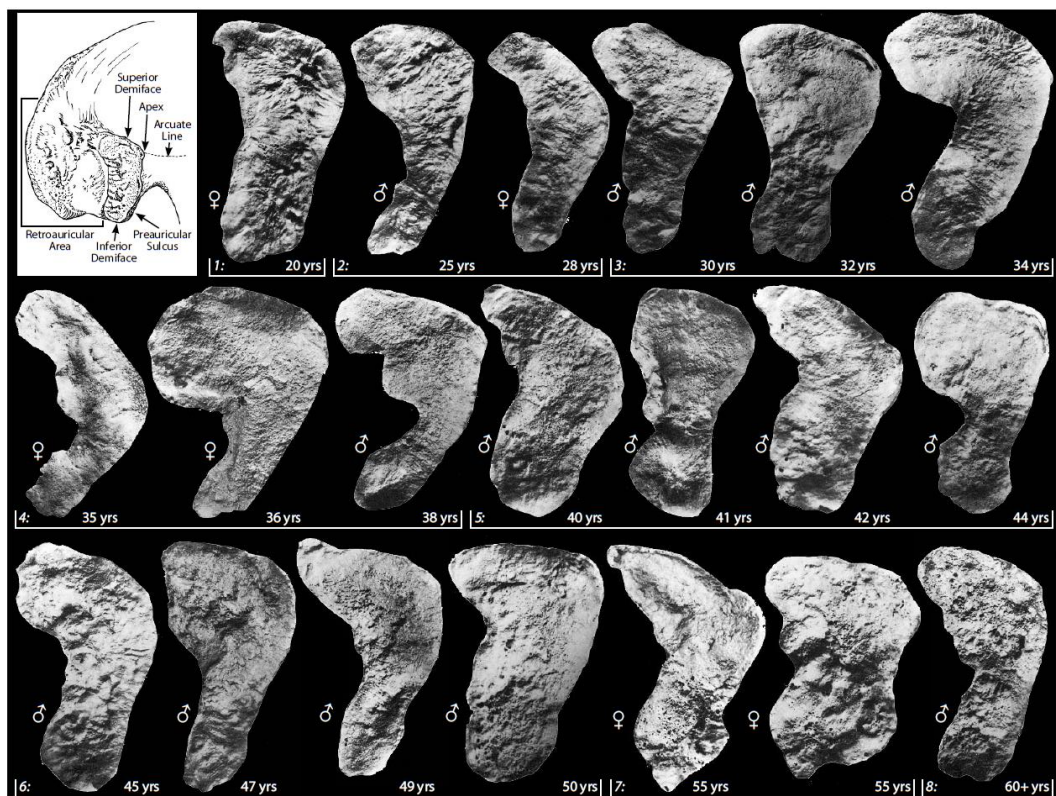
Obr. 41 - Určování věku na základě změn na symfýze osis pubis (©White and Folken 2005, White et al. 2012)



Obr. 42 Určování věku na základě změn na symfýze osis pubis (©White and Folken 2005, White et al. 2012)



Obr. 43 Určování věku na základě změn na symfýze osis pubis (©White and Folken 2005, White et al. 2012)



Obr. 44 - Určování věku na základě změn facies auricularis kyčelní kosti (©White and Folken 2005, White et al. 2012)

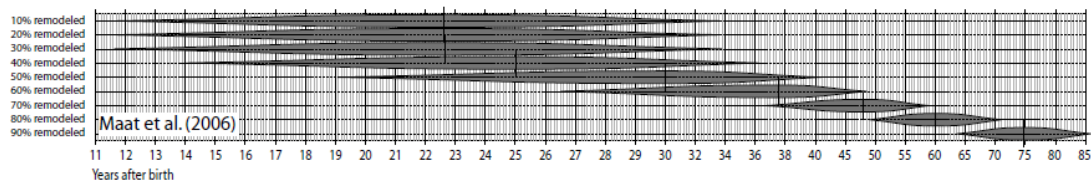
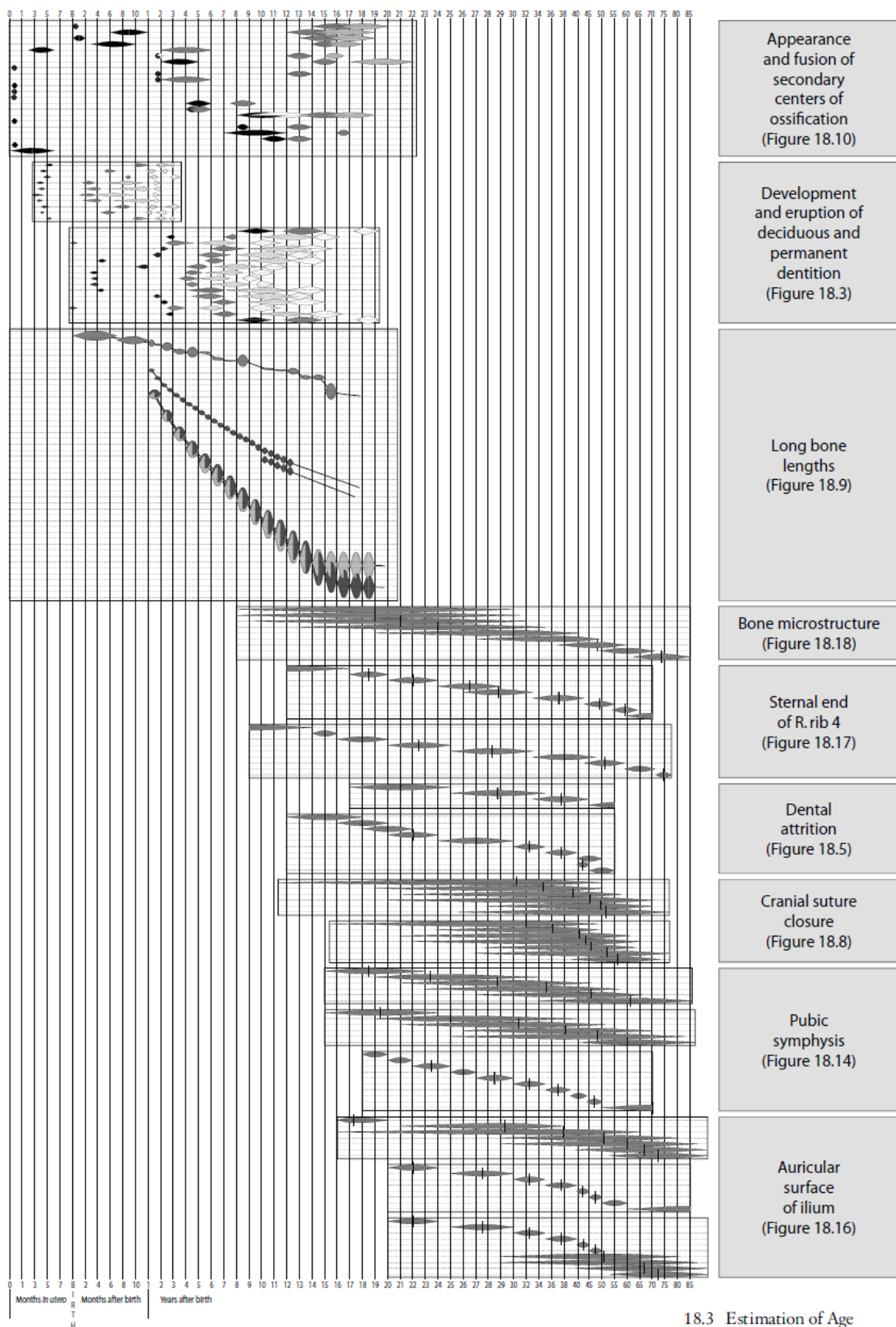


Figure 18.18 Estimates of age that can be obtained through analysis of bone microstructure. The degree to which older lamellar bone has been replaced by newer lamellar bone is determined by counting the number of intact and fragmentary osteons in a given area of bone. The short black vertical lines represent mean ages for each phase, and the gray spindles illustrate the  $\pm 1$  SD range. For explanation of the nonlinear scale used here, see the caption to Figure 18.1. Data are derived from regression equation (for mixed sex sample) from Maat et al. (2006: 233).

Obr. 45 Určování věku na základě změn mikrostruktury kostí (©White et al. 2012)



Obr. 46 Komplexní určování věku na základě komparativní analýzy výsledků jednotlivých metod odhadující věk dožití na kostře (©White and Folken 2005, White et al. 2012)

## Závěry

V této příručce se nesnažíme podat encyklopedický přehled relevantních informací, není jejím cílem ani podat úplný výčet metod souvisejících se zpracováním kosterních pozůstatků, resp. postkraniálního skeletu, holocénních lidských populací.

Tato příručka má za cíl předat osobní zkušenosti autora, který se ve spolupráci s řadou kolegů a studentů zabýval přes 40 let problematikou kosterní antropologie od miocénních lidoopů až po současnou lidskou populaci.

Měl jsem to štěstí, že jsem mohl spolupracovat s velikány antropologie, jako byl Jan Jelínek a Emanuel Vlček, od kterých jsem převzal mnohé znalosti a dovednosti při práci s lidskou kostrou. V souvislosti s mým rozvojem oblasti osteometrie, morfometrických metod a evoluční a historické antropologie a paleoantropologie bych rád zmínil také další antropology a přírodovědce jako Jana Beneše, Alana Bilsborough, Jaroslava Brůžka, Glenna Conroye, Davida Frayera, Stanisława Gronkiewiczze, Tomáše Havránka, Miroslava Králíka, Henryho McHenryho, Jiřího Mlíkovského, Annu Myszkę, Vladimíra Novotného, Janusze Piontka, Holgera Preuschofta, Vladimíra Přívratského, Milana Stloukala, Erika Trinkause a Milforda Wolpoffa (a mnohé další).

Všichni tito kolegové, a troufám si říci v mnoha případech i přátelé, mi umožnili lépe a efektivněji rozvíjet využití osteometrických metod na postkraniálním skeletu, rozvíjet metody odhadu tělesné výšky a hmotnosti a v neposlední řadě i jejich využití při analýze skeletu pleistocénních a holocénních skeletů. Proto výčet doporučovaných osteometrických metod se většinou omezuje na metody, které jsem používal sám, nebo ve spolupráci s výše uvedenými spolupracovníky a samozřejmě také desítkami studentů a doktorandů, zejména v České republice a Polsku.

V této příručce jsme prokázali, že využití klasických morfometrických metod může být stále užitečné, zejména pro jejich jednoduchost a porovnatelnost. Zároveň jsme poukázali na význam unifikace interpretačních metod, tedy odhady velikosti a tvaru těla, zaručující spolehlivost v odhadu populační variability, což je obzvláště důležité pro srovnávací studie evoluce lidských populací nejen v pleistocénu, ale i při výzkumu populací holocénních.

Tyto metody výzkumu nám mohou pomoci najít specifické pohlavní rozdíly u jednotlivých zkoumaných holocénních populací v průběhu evoluce od spodního holocénu – fáze neolitu, až po analýzu diverzity středověkých i novověkých a moderních lidských populací.

Analýza přechodného období mesolitu a neolitu a období doby bronzové a rané doby železné ukazuje, jaký byl charakter změn v evoluci člověka v holocénu i zásadních ekologických změnách v této fázi mikroevoluce *Homo sapiens*. K těmto změnám došlo zřejmě v souvislosti s principiálním obratem v evoluci člověka - se vznikem nové adaptivní strategie raného zemědělství a pastevectví a jeho dalším rozvojem v pozním holocénu.

Řada studií ověřila i správnost metod i teoretických přístupů týkajících se na jedné straně odhadu tělesné výšky a hmotnosti u různých skupin a populací *Homo sapiens* (viz literatura), a mnohé jiné studie pomohly ověřit a verifikovat naše teoretické přístupy k rekonstrukci tvaru těla a

tělesných proporcí v praxi na straně druhé (Piontek Vančata 2002, 2004, 2012, Myszka et al 2012, Dočkalová, Vančata 2005, Vančata, Charvátová 2003 a další).

Postupné získávání reprezentativních údajů pro analýzu klíčových událostí v evoluci hominidů umožnilo mnohem přesnější a srovnatelná data, rozsáhlou analýzu svrchně pleistocénních a holocénních skeletových populací, a tím i přesnější evolučně antropologickou a evolučně ekologickou rekonstrukci těchto klíčových událostí v evoluci rodu *Homo*, zejména pak mikroevoluci v období holocénu.

Analýza proporcí končetin a rekonstrukce základních biomechanických parametrů je v současné době natolik teoreticky i metodicky propracovaná (srov. např. Frayer 1980, Jacobs 1985 a, b, Jungers 1987, 1988 a, b, c, McHenry 1992 b, Ruff 1991, Ruff et al 1993, 1994, Stern and Jungers 1982, Vančata 1988, 1991 a, b, 1993, Vančata 2001, 2003, 2005, Piontek Vančata 2012, Vampolová and Vančata n. d atd.), že hlavním problémem nejsou vlastní metody či teoretický rámec analýz, ale množství a kvalita materiálu. To je pak dáno množstvím a kvalitou fosilního materiálu a kvalitou srovnávacích souborů.

Daleko komplikovanějším problémem se však ukázal odhad tělesné výšky, a zejména odhad hmotnosti fosilních hominidů. Zde totiž hraje roli již nejen množství a kvalita fosilního materiálu a výběr, kvalita a četnost srovnávacích vzorků, ale především metody odhadu a také teoretický rámec pro uplatnění těchto metod.

Reálný odhad síly a věrohodnosti těchto odhadů i samotné výpovědní hodnoty metod odhadů výšky a hmotnosti je totiž jednou z klíčových otázek moderní paleoantropologie a evoluční a historické i forenzní antropologie (např. Myszka et al. 2012, Vančata 1998, 2000).

Úhelním kamenem problematiky odhadů výšky a hmotnosti hominidů je totiž dlouholetý "svár" mezi úsilím odhadnout co nejpřesněji tyto hodnoty pro daného jedince a mezi možnostmi a limity metod odhadu jako metod statistických, tedy metod pracujících na základě teorie pravděpodobnosti.

Statistické metody totiž principiálně nejsou schopné, a ani nemohou, popsat jednoznačně kauzální vztahy, a proto odhad hodnot pro jedince musí být v praxi vždy zatížen určitou statistickou chybou.

K tomu je nezbytné přičíst i další komplikující faktor, totiž to, že i nejreprezentativnější výběr z populace zůstává pouze výběrem, a tudíž použití rovnice pro odhad výšky nebo hmotnosti je nutně aproximací i v populaci, ze které byl výběr učiněn, natož pak v případě populací jiných, které mohou mít odlišnou variabilitu a pohlavní rozdíly.

V případě rekonstrukcí výšky a hmotnosti v paleoantropologii, evoluční a historické antropologii se pak již vlastně pohybujeme nikoliv na empirické, ale na modelové úrovni. Je to proto, že vzhledem k neúplné informaci o variabilitě v daných znacích nejsme schopni přesně kauzálně stanovit relace mezi modelovou recentní skupinou, tj. skupinou pro níž byly vypočteny regresní odhady, a zkoumanými fosilními jedinci, ale můžeme tyto vztahy pouze aproximativně odhadnout.

Neméně komplikovaným problémem je i volba optimální regresní metody a optimálního parametru pro odhad (srov. např. Aiello and Wood 1994, Feldesman 1993, Feldesman and Fountain



1996, Formicolla 1983, 1993, Formicolla and Francesci 1996, Hartwig-Scherer 1993, Ruff and Walker 1993, Sjovald 1990, Vančata 1998, 2000, 2003).

V obou případech, tj. jak ve výběru optimálních metod, tak ve výběru optimálních parametrů pro odhady, se názory na přesnost metod velmi různí. Pokud bychom se zabývali výhodami a nevýhodami jednotlivých metod a parametrů pro odhad jako takových mohli bychom předložit desítky argumentů pro a proti pro každou jednotlivou metodu či parametr.

Z této diskuze například vyplynulo, že výběr metody, tedy regrese metodou hlavních čtverců, hlavní osy nebo redukované hlavní osy, je závislý na hodnotách korelačního koeficientu (srov. např. Sjovald 1990). Je-li korelace vysoká, je síla všech metod přibližně stejná, je-li korelace nižší, pak buď můžeme zvolit logaritmickou transformaci, nebo metody hlavní osy či redukované hlavní osy.

Naše analýza však ukazuje, že tato čistě teoretická úvaha má řadu praktických úskalí. Jiná je totiž situace při odhadech výšky, kdy se regrese metodou hlavních čtverců ukázala jako metoda v mnoha případech jako problematická nebo dokonce nevhodná (výrazně ovlivňuje variabilitu výšek pro zkoumanou populaci), a jiná je při odhadech hmotnosti, kdy se jsme ověřili, že rozhodující je, jaký parametr pro odhad hmotnosti používáme, a nikoliv metoda samotná. Ostatně základním problémem v odhadu hmotnosti je i to, že samotná vstupní data jsou a priori variabilní a mnohdy i vyloženě nepřesná (srov. Myszková et al 2012, Vančata et al 2014).

Základní a nejdůležitější otázkou však je, co tato teoretická diskuze znamená prakticky. Jinými slovy jaké jsou skutečné relace mezi metodami a použitými parametry, vhodnost metod v určitých situacích a jejich přesnost pro daný typ studií. Jiné budou požadavky na danou metodu při rekonstrukci historické osobnosti, či rekonstrukci velikosti těla u jednotlivého kostrového nálezu, a jiné budou při odhadu výšky a hmotnosti určité neolitické populace. V prvním případě budeme mít zvýšené nároky na přesnost odhadu, a ve druhém pak na robusticitu a věrohodnost odhadu. V prvním typu úloh bychom tedy zpravidla měli dát přednost metodě "šité" na míru dané populace, paralelně s výpočtem universálními rovnicemi, eventuálně i diferencované podle pohlaví, které bývá v takových případech téměř jisté, ve druhém případě pak metodě spíše universální.

Celá řada teoretických studií (srov. např. Aiello and Wood 1994, Feldesman 1993, Feldesman and Fountain 1996, Hartwig-Scherer 1993, Ruff and Walker 1993, Sjovald 1990), a také výsledky naší rozsáhlé analýzy, však jasně prokázala, že pro populační studie je takový přístup principiálně chybný, neboť metodu na míru dané populace je prakticky nemožné vytvořit. Jednotlivé metody odhadu tělesné výšky a hmotnosti dávají v konkrétních případech výsledky velmi různé kvality a věrohodnosti (srov. např. Aiello and Dean 1990, Aiello and Wood 1994, Formicolla 1983, 1993, Formicolla and Francesci 1996).

Neméně zásadní je problém zdrojového materiálu (srov. velmi podrobnou diskuzi např. Feldesman and Fountain 1996, Sjovald 1990, Trotter and Glasser 1952, 1957), který může být ovlivněn celou řadou nahodilých i systémových faktorů.

Ironií osudu je, že ve skutečnosti je tzv. homogení materiál, tj. vzorek vybraný z jedné populace, zatížen větší chybou odhadu než soubor několika populací, protože korelační koeficient mezi daným parametrem a výškou nebo hmotností je vždy nižší v případě jedné homogení populace než v případě použití více populací. Ukazuje se tedy, že ve skutečnosti jsou daleko vhodnější metody universální, které jsou schopny poskytnout věrohodný odhad pro celé spektrum populací.

Podobně lze hodnotit i parametry, které jsou k odhadu výšky či hmotnosti používány. Jako nejvhodnější, a především nejvýhodnější, se totiž ukázaly relativně jednoduché, dobře měřitelné parametry, jako jsou například délka femuru či průměr velikosti hlavice femuru. Důležité také je, aby variabilita daného parametru nebyla ovlivňována nahodilými faktory.

Zatímco u metod odhadu tělesné výšky je prakticky dosaženo konsensu, že bikondylární (případně maximální) délka femuru je nejlepším a nejuniversálnějším parametrem, u odhadů hmotnosti stále přetrvává snaha některých, spíše teoreticky zaměřených, badatelů (např. Hartwig-Scherer 1993, Ruff et al 1989, Ruff and Walker 1993, Myszka et al 2012, Vančata et al 2014) najít takové speciální parametry skeletu, např. průřez diafýzy, velikost kloubní plochy, který by byl pro odhad hmotnosti vhodnější a přesnější, než jsou běžné osteometrické rozměry, jako je například průměr hlavice femuru.

Na základě zkušenosti z našich analýz můžeme konstatovat, že takové metody mohou být sice z hlediska teoretického korektnější, avšak zjevně přesahují limity možné věrohodnosti regresních metod a neposkytují v žádném případě lepší výsledky než metody využívající tradičních a běžně používaných osteometrických parametrů. V případě nestandardních parametrů navíc není prakticky možná úplná standardizace metod a je téměř vyloučeno tyto parametry standardně využívat v terénní praxi, kdy jsou analyzovány stovky jedinců (Myszka et al 2012, Vančata et al 2014).

Na tomto místě se dostáváme, jak ukážeme na řešení jednotlivých problematik naší studie, ke klíčovému problému odhadů tělesné výšky a hmotnosti, který však spíše spadá do oblasti evoluční antropologie a růstové biologie. Snahou mnoha paleoantropologů a evoluční a historických antropologů, tak jako forensních antropologů, je z minima materiálu získat maximum informací. Z tohoto důvodu se často používají pro rekonstrukci výšky těla (např. Formicolla 1993, Formicolla and Francesci 1996, Ruff et al 1987, Trinkaus and Jelínek 2003) nebo hmotnosti (např. McHenry 1992 a, b) všechny možné části skeletu, čímž se zvýší počet jedinců, jejichž tělesné parametry můžeme rekonstruovat.

Použijeme-li však takový postup, narážíme na dva zásadní teoretické problémy:

1) Každá část skeletu má jinou výpovědní hodnotu (jinou korelaci s jinou významností) a výsledky odhadů pro některé z částí skeletu jsou tak variabilní a málo věrohodné, že nemají téměř žádnou výpovědní hodnotu. Výsledky takových analýz jsou tedy pod informačním prahem, a jejich použití je nutně zavádějící.

2) Použijeme-li v jedné analýze pro různé jedince různé typy rovnic vypočtené pro jiné části skeletu, pak jsou výsledky neporovnatelné a nestandardizovatelné. Je tedy nekorektní používat jakékoliv kvantitativní hodnocení výsledků. Výsledky tak mají nanejvýš ilustrativní charakter. Použijeme-li navíc modelový soubor z nějakých důvodů nevhodný pro výpočet odhadů výšky nebo hmotnosti určité skupiny hominidů (např. použití orangutaních a gorilích samců - Jungers 1988 a, nebo „pygmejské“ rovnice pro normální populace), pak při interpretaci dat při rekonstrukci ekologických vlastností můžeme dojít ke zcela nesprávným a zavádějícím závěrům.

Například Foley (1987) použil ve své ekologické analýze údaje pro robustní australopitéky publikované Jungersem (1988a) a mylně tak zařadil robustní australopitéky do skupiny velkých savců. Ve skutečnosti byli robustní australopitéci téměř dvakrát lehčí (McHenry 1992 a, b, 1994a, Vančata 1994 b, 1996) a vypočteme-li za pomoci Jungersových rovnic hmotnost pro robustnější a

vyšší populace *Homo sapiens*, nebo i neandrtálce dostáváme i bizarní několikasetkilogramové hmotnosti. Používají-li dvě studie stejných skeletových populací zcela odlišné metody nemůžeme jejich výsledky exaktně porovnat a použitá kvantitativní metoda ztrácí svojí hodnotu, tedy měřitelnost a testovatelnost výsledků.

Zdá se, že jediným reálným východiskem, jak neztratit možnost efektivního použití odhadů výšky a hmotnosti pro evoluční a ekologické studie hominoidů, je důsledná standardizace pokud možno universálních metod odhadů.

Při standardizaci však vyvstává další závažný problém, jehož řešení je zvláště důležité pro paleoantropologii a historickou antropologii. Při výpočtu rovnic totiž musíme využít jediného dostupného zdroje informací, a to jsou žijící populace primátů a člověka. Dobře víme, že vývoj skeletu, načasování jeho osifikace a růst jeho jednotlivých částí je velmi individuální. To je ostatně zřejmé i na fosilním, prehistorickém a historickém materiálu.

Problém je však to, že při zachování určitých metodických zásad jsme schopni takovou variabilitu u žijící populace hominidů analyzovat a vysvětlit, například pomocí lékařských záznamů a v případě lidoopů veterinárních listů. To je však zcela vyloučené u fosilních nebo prehistorických nálezů, kde navíc můžeme předpokládat více či méně, podle míry příbuznosti k dané žijící populaci, odlišné morfogenetické dráhy a procesy maturace.

Takové odlišnosti jsou patrné již u neolitických populací, které jsou současným lidským populacím nepochybně velmi blízce příbuzné. Erik Trinkaus (2014) poukázal i na opomíjený fakt, totiž že zkoumané skeletové populace jsou často nevyrovnané z hlediska předpokládaného poměru pohlaví a často se v nich vyskytují i patologičtí jedinci.

Z toho vyplývá, že použití rovnic z některých parametrů skeletu je u fosilních a prehistorických nálezů přinejmenším velmi problematické, i když u současných populací jsou výsledky odhadů solidní. Například při použití délky humeru jsou svrchně paleolitické populace jasně nadhodnocovány a neolitické a bronzové podhodnocovány.

Výsledky použití rovnic pro maximální délku femuru jsou relativně méně přesné, protože variabilita může být negativně ovlivněna velikostí kolodíafyzárního a bikondylárního úhlu. Naše výzkumy ukazují, že nejlepší a nejrobustnější je používání biomechanické (bikondylární) délky femuru, tedy femuru v přirozené pozici, což je zřejmě rozměr těla primátů nejlépe korelovaný s tělesnou výškou (Vančata et al 2000).

Jiná je situace u výpočtů hmotnosti. Tam naše analýzy ukazují, že na úrovni jedince nemůžeme zodpovědně a jednoznačně říci, která část skeletu je vlastně pro odhad hmotnosti nejpřesnější, a tato nejistota se zvyšuje tím více, čím víc se morfologicky a evolučně vzdalujeme od recentních populací *Homo sapiens*. Navíc vedle hmotnosti hraje důležitou roli i biomechanika pohybu dolních končetin, kdy nutně musíme vzít v úvahu řadu biomechanických specifík lokomočního aparátu současných lidských populací (Vančata 1988, 1993, 1998). Proto například je bez CT metod obtížně použitelná střední část diafýzy femuru (McHenry 1988, 1981c), která je ve skupině hominidů velmi proměnlivá dokonce i na úrovni rodu nebo druhu.

Porovnáme-li například výsledky odhadů pro jednotlivé části dolní končetiny u studovaných svrchně paleolitických nálezů a neolitických a raně bronzových populací, pak jasně vidíme, že jednotlivé části skeletu mají různou váhu pro přesnost odhadu. Nalézáme dokonce významné rozdíly mezi muži a ženami, i mezi jednotlivými svrchně paleolitickými populacemi. Jediným

východiskem jak dosáhnout optimálního odhadu, je tedy použít co nejvíce odhadů z různých částí dolní končetiny a vypočítat jejich průměrnou hodnotu. Tento přístup má ale jednu zásadní podmínku.

Odhad hmotnosti pro každého zkoumaného jedince bude tvořen standardní sadou odhadů. Pokud tuto podmínku pro jedince nejsme schopni alespoň částečně splnit pro většinu jedinců zahrnutých do analýzy ve studované fosilní skupině, nejsme schopni provést odhad hmotnosti na individuální úrovni, ale pouze na úrovni populace. Standardně je například využívána velikost hlavice femuru, která však v mnoha případech dává problematické výsledky (srov. Myszka et al. 2012, Vančata et al. 2014).

Nepřesnost odhadu pak stoupá s fragmentárností materiálu, která má většinou za následek nízký počet zkoumatelných jedinců s porovnatelnými parametry. Při nízké kvalitě a zlomkovitosti materiálu tak můžeme pouze přibližně rekonstruovat variační šíři souboru, a při hodnocení pohlavních rozdílů v hmotnosti se již mohou objevovat poměrně významné nepřesnosti v interpretaci výsledků.

Dalším důležitým úkolem je stanovit míru nepřesnosti odhadu výšky a hmotnosti u fosilních hominidů a populací anatomicky moderního člověka. Přirozeně každá metoda odhadu výšky i hmotnosti má uvedeny, více či méně důkladně, také základní statistické údaje, včetně chyby odhadu. Někdy je uvedena i podrobná analýza korelace pozorovaných a odhadovaných hodnot. To všechno jsou však pouze teoretické aspekty metody, které platí u vzorového souboru, nikoliv však při praktickém použití rovnice u souborů jiných nebo na fosilním materiálu.

Naše analýzy ukázaly (Vančata 1998, 2000, 2001, 2003, 2005), že hominidé mají délku femuru velmi dobře korelovanou s výškou a, což je velmi důležité, délka trupu a délka dolní končetina se morfogeneticky vytváří podobným způsobem, čili mírně kratší dolní končetina je kompenzována delším trupem. *Per analogiam* (viz rekonstrukce výšky postavy a velikosti a tvaru těla - Schmid 1983, 1991) platí stejné pravidlo, a předpokládáme, že ve větší míře, i u raných hominidů.

Jako příklad nesprávného použití rovnic může posloužit příklad, kdy jsme použili pro odhad tělesné výšky rovnice vypočtené na základě údajů z longitudinálního výzkumu růstu makaků odhady reálně zcela selhával, hodnoty byly pro hominidy byly i dvojnásobně vyšší než se dalo reálně předpokládat (Vančata et al 2000, nepublikované údaje). To ukazuje jednak na zcela odlišné proporce těla u opic a hominidů a jednak, a to především, na velmi odlišné morfogenetické dráhy u opic a lidoopů. I když v případě použití nesprávného lidského modelu a regresních rovnic by neměly být výsledky odhadů tak dramaticky odlišné, může být ve specifických případech, jako je nenáhodně vybraný malý soubor, zkresení odhadu velmi významné.

Proto počínaje druhem *Homo erectus* je nutné pro rekonstrukci tělesné výšky volit výhradně lidské modely (srov. také Ruff and Walker 1993), s tím, že některé modely, třeba „pygmejský“ nebo „tropický“, jsou pro normání lidské populace nevhodné.

U fosilních, prehistorických a historických lidských populací nám již podle všeho nehrozí možnost vysloveně nepřesných odhadů. Vzniká ale výrazná možnost systémového zkresení odhadu výšky v dané populaci. Na první pohled by se tedy zdálo, že se již nemusíme obávat chyb v odhadech výšky a hmotnosti, ale opak je pravdou.

Vzhledem k tomu, že na přesnost odhadu u lidských populací klademe mnohem vyšší požadavky a chceme, aby analýzy byly podstatně přesnější, může být taková chyba v odhadu stejně vážná jako ve výše uvedeném příkladu robustních australopitéků. Systémové zkreslení výsledků může například velmi negativně ovlivnit definici pohlavních rozdílů a následná analýza životní historie populace nebo jejích ekologických parametrů může být zcela zavádějící.

Proto je například pro odhad výšky nutno používat jako hlavní zdroj informací bikondylární délku femuru, protože relativní i absolutní délka humeru se v průběhu mikroevoluce *Homo sapiens* podstatným způsobem měnila, jak jsme ukázali v předchozích částech této příručky. V mnohem větší míře to platí i pro tibií a radius, které jsou z hlediska odhadu tělesné výšky v paleoantropologii, evoluční a historické antropologii prakticky nepoužitelné, zvláště pak pro srovnávací studie.

Jako zcela nevhodné se pak ukázaly všechny pokusy o výpočet tělesné výšky na základě obou segmentů horní či dolní končetiny (viz např. Sjovald 1990), a navíc často jsou radius nebo tibiie poškozeny, a tím se zbytečně snižuje možný počet zkoumaných jedinců.

U všech studovaných fosilních zástupců *Homo sapiens*, jsme vypočítávali hmotnost také jako funkci tělesné výšky (Ruff and Walker 1993), což se plně osvědčilo. Jednak nové rovnice dávají relativně spolehlivou informaci a jednak tímto způsobem můžeme korigovat nahodilé odchylky způsobené nahodilou vlastností některé z částí skeletu. U srovnávacích studií je nutné počítat hmotnost důsledně ze všech šesti parametrů, protože jednotlivé regiony skeletu dolní končetiny mohou dávat značně různé odhady hmotnosti a tím mohou zkreslit statistické parametry souboru. Tímto způsobem sice může být mírně zkreslena hodnota pro jedince, ale lépe je popsána variabilita znaku v populaci.

Vraťme se nyní opět k teoretickým přístupům k rekonstrukci výšky a hmotnosti. Základní teoretický problém je, proč a jak, a zda vůbec, bychom měli počítat tělesnou výšku a hmotnost, a jak a v jakém rámci bychom měli tyto parametry velikosti a tvaru těla hominidů obecně a v rámci studia holocénních lidských populací zvláště, interpretovat.

Naše studie nejen prokázala smysluplnost výpočtu výšky a hmotnosti u všech hominidů, ale tento přístup nám zároveň poskytl nové cenné údaje o evoluci hominidů i *Homo sapiens* jako takového. Ovšem taková data lze interpretovat pouze za předpokladu, že výška a hmotnost budou hodnoceny ve vzájemné relaci. Navíc se ukazuje jako výhodné hodnotit je také ve formě jejich funkčního poměru, podnerálních indexů, které jsou dalším důležitým ukazatelem velikosti a tvaru těla hominidů.

O nutnosti výpočtu těchto údajů pro rané hominidy nikdo nepochybuje, ale jen zcela výjimečně jsou výška a hmotnost hodnoceny společně. Výška je zde totiž chápána jako "lidský" parametr a hmotnost jako "obecný" či "fyziologický" parametr. A zde je odpověď na druhou část otázky. Nejenže má smysl hodnotit tělesnou výšku i hmotnost a příslušný ponderální index, ale je nezbytné je hodnotit spolu jako základní parametry velikosti a tvaru těla.

Na tomto místě je třeba se kriticky zamyslet nad některými studiemi, které se zabývají problematikou odhadu tělesné výšky a hmotnosti (např. Conroy 1987, Geismann 1986, Jungers 1988 a, Sjovald 1990 atd.). Po jejich přečtení totiž může nezaujatý čtenář snadno získat dojem, že autorům jde pouze o výpočet čísel, možná co nejpřesnější, vyjadřujících daný velikostní parametr,

ale samotný biologický význam těchto nanejvýš významných biologických a ekologických parametrů jim uniká.

V interpretaci výsledků těchto studií pak převládá diskuse o tom, proč a jak se liší výsledky nové studie od výsledků jiných autorů, ale téměř nic o tom jak by například bylo možné tyto nové a "nejlepší" výsledky interpretovat ekologicky nebo biomechanicky. Při takovéto úvaze by pak autoři velmi pravděpodobně zjistili, že jejich výsledky jsou v mnoha ohledech málo slučitelné s poznatky o žijících primátech, zřejmě by svoje postoje revidovali.

V současné době není pochyb o tom, že tělesná výška a hmotnost jsou dva nejvýznamnější parametry reprezentující velikost lidského těla. Tyto parametry, spolu s délkou končetin a jejich proporcemi, a případně i absolutní a relativní velikostí mozku, fundamentálně popisují základní biologické a ekologické vlastnosti a tvar těla hominoidů.

Jeich komplexní analýza pak může významným způsobem poodhalit i některé aspekty chování a sociální struktury fosilních hominoidů. Proto je také nezbytné, samozřejmě je-li to možné a účelné, rekonstruovat všechny tyto vlastnosti na každé zkoumané populaci fosilních hominoidů, aby bylo možno tyto vlastnosti hodnotit spolu, pokud možno při použití stejných jedinců.

Takové hodnocení, založené na principu experimentální morfometriky (Vančata 1991c, 1993), je ve své podstatě analogické studiím, které jsou prováděny funkčními a růstovými antropology na současných lidských populacích (např. Bogin 1993, Cieslik et al 1995, Evelett and Tanner 1990).

Díky tomuto principu nám naše metoda umožňuje využívat v plném rozsahu také rozsáhlé poznatky současné antropologie získané studiem ontogeneze současného člověka, protože data, která jsou výsledkem našich analýz, jsou s těmito poznatky plně kompatibilní.

Obdobně můžeme využívat i poznatky moderní ontogenetické primatologie, která začíná důsledně využívat antropologické metodiky (Vančata et al 1995, Zlámalová et al 1995). Tím vzniká v paleoantropologii a evoluční i historické antropologii, kvalitativně nový přístup, který poprvé umožňuje zkoumat fosilní materiál důsledně v rámci neontologických poznatků v oblasti primatologie a fyzické antropologie, a tím postupně přejít od analogií a dedukcí ke kauzálnímu hodnocení fosilního materiálu na základě poznatků o žijících primátech.

Spolu s poznatky behaviorální ekologie (srov. Borgerhoff Mulder 1993, Foley 1995, Foley and Lee 1989, Gamble 1995, Harvey and Bradbury 1993, Lessels 1993, McHenry 1994 a, Plavcan and van Schaik 1997) nám to umožní také mnohem přesnější rekonstrukci ekologie a chování fosilních hominoidů. Samozřejmě, takové hodnocení musí přísně sledovat určitý fylogenetický rámec, a musí být založeno na jasně a korektně formulovaných hypotézách, jinak ztrácí celý postup smysl a výsledky takové analýzy ztrácejí objektivitu a srovnatelnost.

Posudme sílu tohoto postupu na příkladu encefalizačního koeficientu. Při použití původních nízkých odhadů hmotnosti pro gracilní australopitéky (např. Robinson 1972, McHenry 1982), velmi vysokých odhadů pro robustní australopitéky (Jungers 1988 a) a relativně nízkých odhadů pro *Homo habilis* (McHenry 1982, Tobias 1987) vychází u robustních australopiték velmi nízký encefalizační kvocient, u gracilních australopiték vyšší a *Homo habilis* nejvyšší.

Jak však prokázala naše studie (srov. také McHenry 1992b, 1994a) je tato hypotéza zcela chybná, a to ne proto, že se významným způsobem změnilo naše informace o velikosti mozku

fosilních hominidů, ale proto, že pro odhad hmotnosti byly zvoleny různé metody, a některé z nich navíc velmi nepřesné (D'Amore et al. 2003 a, b).

Na základě experimentálně morfometrického přístupu bylo možno rovněž rekonstruovat délky končetin a proporce jednotlivých segmentů končetin. Byly tak poprvé získány komplexní údaje pro všechny základní vývojové stupně hominidů i pro skupinu *Homo erectus*. Pro všechny výše zmíněné skupiny hominidů pak bylo možno provést popis variability a statisticky testovat rozdíly mezi jednotlivými skupinami raných hominidů i mezi pohlavími.

Bylo by ovšem zcela chybné podrobně hodnotit výsledky na úrovni jedinců, u nichž byly například délky chybějících kostí dopočítávány pomocí indexů a nikoliv rekonstrukcí či alespoň regresním odhadem. Jednoduše řečeno jedinci s chybějícími daty mohou posloužit pouze při rekonstrukci variability daného znaku v populaci, ale nikoliv pro studium variability daného znaku u jedinců.

To ale platí u jakékoliv rekonstrukce, kde nemáme žádnou přímou referenci k danému znaku (tedy kost chybí), ale využíváme nepřímé reference, například velikost kosti, jejíž znak je dobře korelován se znakem na jiné kosti. Klasickým případem je použití velikosti acetabula raných hominidů pro rekonstrukci délky femuru (McHenry 1991 a).

Ten se naopak ukázal jako málo vhodný pro hominidy sensu stricto, kde musely být naopak používány pouze rovnice vypočtené pro smíšený lidský soubor (Mc Henry 1991c, 1992a). Na tomto místě se právě ukázala velká přednost experimentálně morfometrického přístupu (Vančata 1991 c, 1993), který nám neustálou zpětnovazebnou kontrolou umožnil optimalizovat systémy rovnic tak, aby mohla být zachována jejich optimální kompatibilita.

Jak jsme se již zmínili dříve, podrobná analýza věrohodnosti odhadů hmotnosti u hominidů ukázala, že je výhodné zahrnout do výpočtů hmotnosti také její výpočet z výšky těla. Takto vypočtená hmotnost je faktor snižující vliv náhodných fluktuací výsledků získaných výpočtem hmotnosti z rovnic založených na parametrech skeletu málo korelovaných s výškou těla. Následná analýza výsledků pro rané hominidy a populace *Homo sapiens*, a také některé nové studie publikované v posledních třech letech (Feldesman and Fountain 1996, Formicola and Francesco 1996, Ruff and Walker 1993), nás pak vedla k mírné modifikaci původního souboru rovnic jak pro rané hominidy, tak pro populace *Homo sapiens*.

Nejvýznamnějším rozdílem mezi souborem rovnic pro výpočet výšky a hmotnosti raných hominidů a souborem rovnic u lidských populací, spočíval zahrnutí rovnic pro výpočet výšky založených na délce humeru, a na maximální délce femuru do souboru rovnic určených pro odhad výška a hmotnosti u lidských populací.

Následná analýza věrohodnosti odhadů za pomoci párových t-testů však ukázala, že nové rovnice nejsou spolehlivé a vykazují značné fluktuace. Proto byly nakonec nově zahrnuté rovnice pro odhad tělesné výšky, s výjimkou dvou rovnic pro humerus, vyloučeny jako málo spolehlivé. Jak vidíme z Tabulek 1, 2, 3, 4 jsou soustavy rovnic pro výpočet výšky a hmotnosti velmi podobné. U raných hominidů byla při výběru rovnic nakonec zohledněna jejich předpokládaná relativně malá tělesná výška a hmotnost.

Výše diskutované metody a přístupy byly v největší míře úspěšně ověřovány na celé řadě holocénních populací, od populací mezolitických a neolitických přes populace z doby bronzové a populace středověké i novověké (Vančata 1988, 1998 doplnit, Vančata et al 2014, Piontek, Vančata

2002, 2004, 2012, Vančata et al 2014, Myszka et al 2012, etc). Metody nám poskytly nové možnosti interpretace mikroevoluce zkoumaných holocénních populací, jejich ekologické a adaptační vlastnosti, způsob života a v neposlední řadě i definovat rozdíly mezi pohlavími ve stavbě těla a proporcích.

Důležitost odhadů u holocénních skeletálních popu pohlaví je nezpochybnitelná a v mnoha případech se právě rekonstrukce tvaru a velikosti těla, rozdílnost ve stavbě těla mezi muži a ženami osvědčila jako velmi efektivní výzkumný nástroj.



## Literatura

- Adams BJ, and Konigsberg LW, 2004: Estimation of the most likely number of individuals from commingled human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology* 125:138-151.
- Aiello L. and Dean C., 1990: *An Introduction to Human Evolutionary Anatomy*. Academic Press, London, San Diego.
- Aiello L. C. and Wood B. A., 1994: Cranial variables as predictors of Hominine body mass. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 95: 409 - 426.
- Aleksejev, V. P. . Debec, G. P., 1964: *Kraniometrika. Metodika antropologičeskich issledovanij*. Moskva: Akademiya nauk SSSR.
- Allbrook D., 1961: The estimation of stature in British and East African males, based on tibial and ulnar bone lengths. *J. Forens. Med.*, 8: 15 - 28.
- Ammermann A. J. and Cavalli-Sforza L., 1984: *The Neolithic Transition and the Genetics of Populations in Europe*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Angel, J. L., 1982: A new measure of growth efficiency: Skull base height. *American Journal of Physical Anthropology*, 58: 2297-305.
- Angyal, M., Poto, L., Schaig, K., 2000: Accuracy of two methods of age determination by teeth in the Hungarian population. *Fogorvosi Szemle* 93, 216–222.
- Anthony D. W., 1994: On subsistence change at the Mesolithic-Neolithic transition. *Current Anthropology*, 35: 49 - 58.
- Ascádi, G., Nemeskéry, J., 1970: History of human life span and mortality. Budapest, Akadémiai Kiado, 122–135. *Archeologické rozhledy LIV* (2002): 451
- Ashley, G. T., 1956: The human sternum: The influence of sex and age on its measurement. *Journal of Forensic Medicine*, 3: 27-43.
- Auerbach, B.M., Ruff C.B., 2004: Human body mass estimation: a comparison of “morphometric” and “mechanical” methods. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 125, 331-342.
- Aufderheide, A. C., Rodríguez-Martín, C., 1998: *The Cambridge Encyclopaedia of Human Paleopathology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Augier, M. 1931: Squelette cephalique. In: Poitier, P. . Charpy, A., ed., *Traite d'Anatomie Humaine*. T 1, fascicle 1. Paris: Masson.
- Aykroyd, R. G., Lucy, D., Pollard, A. M., Roberts, Ch. A., 1999: Nasty, brutish, but not necessarily short: a reconsideration of the statistical methods used to calculate age at death from adult human skeletal and dental age indicators. *American Antiquity* 64, 55–70.
- Aykroyd, R. G., Lucy, D., Pollard, A. M., Solheim, T. 1997: Technical note: regression analysis in adult age estimation. *American Journal of Physical Anthropology* 104, 259–265.
- Bach A., 1965: Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. *Anthropological Anzeiger*, 29: 12 - 21.
- Bach A., 1978: *Neolitische Populationen in Mittel-Elbe-Saale-Gebiet*. Weimar Monographien zur Ur- and Frühgeschichte, Weimar.

- Bach H. and Bach A., 1981: Robustizitätverhältnisse und Körperhöhenentwicklung bei Neolithischen and Frühbronzezeitlichen Bevölkerungen des Mittel-Elbe-Saale-Gebietes. *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte I*, 16: 185 - 195.
- Barbujani G, Pilastro A., de Domenico S., and Renfrew C., 1994. Genetic Variation in North Africa and Eurasia: Neolithic Demic Diffusion vs. Paleolithic Colonisation. *American Journal of Physical Anthropology*, 95: 137 - 154.
- Barchilon, V., Arensburg, B. 1996: Factor affecting the rate and pattern of the first costal cartilage ossification. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 17, 239–247.
- Barchilon, V., Hershkovitz, I., Rotschild, B. M., Wish–Baratz, S., Latimer, B., Jellema, L. M., Hallel, T., Arensburg, B., 1996: Factor affecting the rate and pattern of the first costal cartilage ossification. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 17, 239–247.
- Bass, W. M. 1981 *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual of the Human Skeleton*. 2nd Edition. Columbia: Missouri Archaeological Society.
- Bass, W. M. 1995 *Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton*. By William M. viii + 272 pp., figures, tables, appendices, bibliography. Missouri Archaeological Society, Columbia
- Bello SM, Thomann A, Signoli M, Dutour O, and Andrews P. 2006: Age and sex bias in the reconstruction of past population structures. *American Journal of Physical Anthropology* 129:24–38.
- Bentley G. R., Goldberg T., Jasińska G., 1993. The Fertility of Agricultural and Non-agricultural Traditional Societies. *Population Studies*, 47: 169-281.
- Bentley G. R., Jasińska G., Goldberg T., 1993. Is the fertility of agriculturists higher than that of non-agriculturists? *Current Anthropology*, 34: 785-788.
- Beretta–Piccoli, B. C., Sauvain, M. J., Gal, I., Schibler, A., Saurenmann, T., Kressebuch, H., Bianchetti, M. G. 2000: Synovitis, acne, pustulosis, hyperostosis, osteitis SAPHO syndrome in childhood: a report of ten cases and review of the literature. *European Journal of Pediatrics* 159, 594–601.
- Blau, S. and Ubelaker, D.H., Eds.(2009). *Handbook of Forensic Archaeology and Anthropology*. Left Coast Press Inc., pp.800.
- Bodorikova, S., Drozdova, E., Vesela, S. (2001): Periapikalne zapalove procesy u jedincov zo staroslovanského pohrebiska Pohansko . Pohrebišče okolo kostela. In: Nekuda R., Unger J., ed., *Veslubah archeologie III*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, s. 25.30.
- Bogin, B., 1993: *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bogin, B., 2001. *The Growth of Humanity*. Wiley-Liss. New York.
- Bogucki P., 1982. *Early Neolithic Subsistence and Settlement in the Polish Lowlands*. Oxford: British Archaeological Reports (International Series 150).
- Bogucki P., 1988. *Forest Farmers and Stockherders: Early Agriculture and its Consequences in North-Central Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Boldsen, J., 1984: A statistical evaluation of the basis for the predicting stature from lengths of long bones in European populations. *Am J. Phys. Anthropol.*, 65: 305 - 311.
- Bonfils, O., Pirsig, W., Parsche, F., Ziegelmayer, G., 1987: Flexible fiberendoscopy. *New Approaches and First Findings in Egyptian Mummies*. *Ossa* 13, 61–73.

- Bowers C.M. *Forensic Dental Evidence*. (2009). Elsevier Academic Press, London, pp.211.
- Bräuer G (1988) Osteometrie in anthropologie. In R Knussmann (ed.): *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie der Menschen. Band I. Wesen und Methoden der Anthropologie*. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag
- Bräuer, G., 1988: 2. Osteometrie. In Knussmann, R. et al. (Eds.). *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie der Menschen. Zugleich 4. Auflage des Lehrbuchs des Anthropologie begründet von Rudopf Martin. Band I. Wesen und Methoden der Anthropologie*, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag: 160-232.
- Breitinger, E., 1936: Zur Messung der Schadelkapazität mit Senfkornern. *Anthropologischer Anzeiger*,13: 140.148.
- Breitinger, E., 1937: Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen. *Anthrop. Anz.*, 14: 249 - 274.
- Bridges, P.S., 1995: Skeletal biology and behavior in ancient humans. - *Evol. Anthropol.* 4(4), 112-120.
- Broca, P. 1875: Instructions craniologiques et craniometriques. *Bulletins et Memoires de la Societe de l'Anthropologie de Paris*, 2: 1.203.
- Brooks ST, Suchey JM. 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evol* 5:227-238.
- Brown, T. 1973: *Morphology of the Australian Skull. Studies by Multivariate Analysis*. Canberra: Australian Institute of Aboriginal Studies.
- Bruzek J, Murail P. 2006: Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. In: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J, editors. *Forensic anthropology and medicine: complementary sciences from recovery to cause of death*. Totowa, N.J.: Humana Press. p 225- 242.
- Bruzek J. 2002: A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157-168.
- Brůžek J, Likovský J, Černý V., 2002: Současné metody biologické antropologie a jejich využití při hodnocení kostry přisuzované českému knížeti Spytihněvovi I. *Archeologické rozhledy* LIV:439-456.
- Brůžek, J., Novotný, V., 1999: Jak staří umírali staří Přemyslovci aneb jak přesná je přesnost určení věku jedince podle kostry. *Vesmír* 129, 453–455.
- Buckberry JL, Chamberlain AT. 2002. Age Estimation From the Auricular Surface of the Ilium: A Revised Method. *Am J Phys Anthropol* 119:231-239. Ferembach D, Schwidetzky I,
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H. 1994: Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas archeological survey research*. 44.
- Buikstra JE, Ubelaker DH, editors. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville, Ark.: Arkansas Archeological Survey.
- Buikstra, J. E., Koningsberg, L. W. 1985: Paleodemography: critiques and controversies. *American Anthropologist* 87, 316–333.
- Buxton, L. H. D., Morant, G. M. (1933): The essential craniological technique. *Journal of Royal Anthropological Institute London*, 63: 19.47.
- Caillard, P. 1976: Le habitat necropole de Tevieg et les sepultures de Hoedic. *Bulletins et Memoires de la Societe de l'Anthropologie de Paris*, t 3, serie 13: 363.382.

- Cieslik J., 1979: Wielopoziomowy rozwój fenotypowy osobnika i populacji w ontogenezie. Wydawnictwo naukowe UAM, Poznań.
- Cieslik, J., Kaczmarek, M., Kaliszewska-Drozdowska, M. D. 1994: Dziecko Poznańskie '90. Poznań: Bogucki, Wydawnictwo naukowe.
- Clement, J.G. and Marks, M.K. 2005: Computer-graphic facial reconstruction. Elsevier Publ., pp.390.
- Cohen, M. M. 1993: The osteological paradox reconsidered. *Current Anthropology* 35, 629–637.
- Comas, J., 1960: *Manual of Physical Anthropology*. Springfield/III: Charles C. Thomas.
- Corruccini, R. C., Ciochon, R. L., 1976: Morphometrics affinities of the human shoulder. *American Journal of Physical Anthropology*, 45: 19.38.
- Coruccini, R. S., 1978: Comparative osteometrics of the hominoid wrist joint, with special reference to knucklewalking. *Journal of Human Evolution*, 7: 307.321.
- Cox, M. 2000: Ageing adults from the skeleton. In: M. Cox – S. Mays (eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science*, London, Greenwich Medical Media Ltd., 61–82.
- Cox, M., Flavel, A., Hanson, I., Laver, J., Wessling, R. (2008). *The scientific investigation of mass graves : towards protocols and standard operating precedures*. Cambridge Univ. Press, pp. 262.
- Czerniak L., 1980. Rozwój społeczeństw kultury późnej ceramiki wstęgowej na Kujawach. Wydawnictwa Naukowe UAM, Poznań.
- Czerniak L., 1980. Rozwój społeczeństw kultury późnej ceramiki wstęgowej na Kujawach. Wydawnictwa Naukowe UAM, Poznań.
- Czerniak L., 1994. Wczesny i środkowy okres neolitu na Kujawach. 5400-3650 p.n.e. Wydawnictwo Instytutu Archeologii PAN, Poznań.
- D'Amore G., Frederic P., Vančata V., 2001. Encephalisation in human evolution: A statistical approach. *Universita degli studi di Bologna, Serie Ricerche* 2001 (2): 3 - 26.
- D'Amore G., Frederic P., Vančata V., 2001. Process of Encephalization in Hominid Evolution: Preliminary Results of Biostatistic Analysis of Brain Size Phylogenetic Changes, *Anthropologie*, 39 (2-3): 223-234
- Davivongs, V., 1963: The pelvic gridle of the Australian Aborigine; sex differences and sex determination. *American Journal of Physical Anthropology*, 21: 443.455.
- De Villiers, H. 1968: *The Skull of the South African Negro*. Johannesburg: Witwatersrand University Press.
- Dean, M. C., Wood, B. A., 1981: Metrical analysis of the basicranium of extant hominoids and *Australopithecus*. *American Journal of Physical Anthropology*, 54: 63.71.
- Dobisíková M., Velemínský P., Zocová J., Beran M.. 2000: Výpočet délky těla z délky dlouhých kostí. In: M. Thurzo (ed.): *Smolenice 1999*, pp. 33 – 37. Slovenská antropologická spoločnosť pri SAV, Bratislava.
- Dobisíková, M. 1999: Určování věku. In: M. Stloukal et al. (edd.), *Anthropologie. Příručka pro studium kostry*, Praha, Národní muzeum.
- Dočkalová M., Vančata V., 2005: Gravettian Human Remains Brno II: Postcranial Skeleton. *Anthropologie* 42(2-3): 295 – 304.
- Dokládál, M. (1972): *Systematicka anatomie pro stomatology*. Dil 1. Obecná anatomie, pohybový system. Skriptum. Brno: Leka.ska fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyn. v Brně

- Dokládál, M. (1994): Anatomie zub. a chrupu. Skriptum. Brno: Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně.
- Drozdová, E., Beran, H., 2002: Identifikace kosterních pozůstatků knížete Waltera Xavera Dietrichsteina. In: Nekuda R., Unger J., ed., *Ve službách archeologie IV*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, s. 203-206
- Drozdová, E., Petrasková, J. 2001: Antropologický rozbor kosterních pozůstatků hraběte Josefa Františka Dietrichsteina a knížete Leopolda Ignace Dietrichsteina. Pp.: 45 - 85. In: Nekuda R., Unger J., (eds.): *Ve službách archeologie II*. Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- Drozdová, E. (1998a): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků objevených na nádvoří zámku ve Slavkově u Brna. *Pravěk, nová řada*, 8/1998: 371-378. Brno: Ústav archeologické památkové péče.
- Drozdová, E., Beneš, J., (1999): Korunka lidského zubu: unikátní nález z mezolitické vrstvy v České Lipě. *Archeologické rozhledy*, LI/2: 269-273.
- Drozdová, E. (1998b): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků ze středověkého hřbitova na Dominikánském nám. v Brně. In: Nekuda R., Unger, J., ed., *Ve službách archeologie*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, s. 71-74.
- Drozdová, E. (2000): Antropologická charakteristika staroslovanského obyvatelstva hradiště Pohansko u Břeclavi. *Archeologia mediaevalis. Moravia et Silesiana*, 1/2000: 111-125.
- Drozdová, E. (2001a): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků připisovaných biskupovi Albertu II. ze Šternberka, jeho synovi Petrovi ze Šternberka a jeho ženě Anně Rebece rozené z Kravař. In: Nekuda R., Unger J., ed., *Ve službách archeologie II*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, s. 37-44.
- Drozdová, E. (2001b): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků z kláštera Louka u Znojma. *Pravěk, nová řada*, 10/2000: 151-161. Brno: Ústav archeologické památkové péče.
- Drozdová, E. (2001c): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků z Brna-Lin., Klicperovy ulice. *Pravěk, nová řada*, 11/2001: 181-193. Brno: Ústav archeologické památkové péče.
- Drozdová, E. (2001d): Zhodnocení znovuobjeveného fragmentu lidské dolní čelisti P 21 z Předmostí u Přerova. *Archeologické rozhledy*, LIII/3: 452-460.
- Drozdová, E. (2002a): Antropologický rozbor kosterních pozůstatků ruských vojáků z II. světové války nalezených na lokalitě Nikolčice-Nový Dvůr, okr. Brno-venkov. *Česka antropologie*, 52: 25-28.
- Drozdová, E. (2002b): A rediscovered fragment of a human mandible from Předmostí u Přerova (Czech Republic): Předmostí 21. *Bulletins et Memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 14, 1.2: 1-17.
- Drozdová, E., 2003: *Základy osteometrie*. Brno: Nadace Universitas Masarykiana, Masarykova Univerzita v Brně, Edice Scientia: Panoráma biologické a sociokulturní antropologie. Nakladatelství a vydavatelství Nauma v Brně, Brno.
- Drozdová, E., Beneš, J. (1997): Břeclav-Pohansko: Southern Precincts. *Anthropological Study. Anthropologie*, XXXV/3: 261-273.
- Drozdová, E., Beneš, J., Jarošová, L., Svoboda, J., 1998: Nález fragmentu lidského zubu z mezolitické vrstvy v České Lipě. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1997*. Praha: Vydavatelství českého geologického ústavu, s. 73-75.

- Dupertius C. W. and Hadden J. A., 1951: On the reconstruction of stature from long bones. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 9: 15 - 53.
- Ehler E, Vančata V., 2009. Neolithic transition in Europe: evolutionary anthropology study. *Anthropologie*, 47: 185-193.
- Éry K., 1998: Length of limb bones and stature in ancient populations in the Carpathian Basin. *Humanbiologia Budapestinensis*, 26: 1-86.
- Evellett P. B., Tanner J. M., 1990: *Worldwide Variation in Human Growth*, 2nd edition. Cambridge University Press. Cambridge.
- Falkner F. J., Tanner J. M. (eds.), 1985: *Human Growth*, Vol. 1. Plenum Press, New York.
- Falkner F. J., Tanner J. M. (eds.), 1986: *Human Growth*, Vol. 2. Plenum Press, New York.
- Farrally, M. R., Moore, W. J., 1975: Anatomical differences in the femur and tibia between Negroids and Caucasoids and their effects upon locomotion. *American Journal of Physical Anthropology*, 43: 63-70.
- Feldesman M.R., Fountain R.L. , 1996. "Race" specificity and the femur stature ratio. *American Journal of Physical Anthropology*, 100: 207-224.
- Feldesman M.R., Lundy J.K., 1988: Stature estimates for some African Plio-Pleistocene fossil hominids. *J. Human Evol.*, 17: 583-596.
- Feldesman M.R., 1993: Femur/stature ratio and estimates of stature in children. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 87: 447 - 459.
- Feldesman M.R., Kleckner J.G., Lundy J.K., 1990. The femur/stature ratio estimates of stature in mid- and late-Pleistocene fossil hominids. *American Journal of Physical Anthropology*, 83: 359-372.
- Feldesman M.R., Kleckner J.G., Lundy J.K., 1990: The femur/stature ratio estimates of stature in mid- and late-Pleistocene fossil hominids. *Am J. Phys. Anthropol.*, 83: 359-372.
- Feldesman M.R., Lundy J.K., Kleckner J.G., 1989: The femur/stature ratio estimates of stature in mid- and late-Pleistocene fossil hominids. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 78: 219-220.
- Fenart, R., (1979): La capacite a partir de l'aire sagittale. *Bulletins et Memoires de la Societe de l'Anthropologie de Paris*, t. 6, serie 13: 385-388.
- Ferembach D., Schwidetzky I., Stloukal M. (1979): Empfehlungen für die alters- und geschlechtsdiagnose am skelett. – *Homo*. 30: 1–32.
- Ferembach, D., Schwidetzky, I., Stloukal, M. 1980: Recommendation for age and sex diagnoses of skeleton. *Journal of Human Evolution* 9, 517–549.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchy, J., Titlbachova, S. a kolektiv (1967): *Antropologie*. Praha: Academia.
- Flander, L., Corruccini, R. S., 1980: Shape differences in the sacral alae. *American Journal of Physical Anthropology*, 52: 399-403.
- Formicola V. 1983: Stature in Italian prehistoric samples with particular references to methodological problems. *Homo*: 34: 33 - 47.
- Formicola V. 1988. The triplex burial of Barma Grande. *Homo*, 39: 130 -143.
- Formicola V. 1993. Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: An approach to the problem of its reliability. *American Journal of Physical Anthropology*, 90: 351 - 358.

- Formicolla V., Franceschi M., 1996. Regression equations for estimating stature from long bones Early Holocene European samples. *American Journal of Physical Anthropology* 100: 83 - 88.
- Formicolla V., Giannecchini M., 1999. Evolutionary trends of stature in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe. *Journal of Human Evolution* , 36: 319-333.
- Formicolla, V., Giannecchini, M., 1999: Evolutionary trends of stature in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe, *J. hum. Evol.*, 36, 319 – 333.
- Frayser D. W., Wolpoff M. H., 1985. Sexual dimorphism. *Annual Review of Anthropology*, 14: 429-473.
- Frayser D. W., 1980. Sexual Dimorphism and Cultural Evolution in the Late Pleistocene and Holocene of Europe. *Journal of Human Evolution* , 9: 399-415.
- Frayser D. W., 1981. Body Size, Weapon Use and Natural Selection in the Upper Paleolithic and Mesolithic Europe, *American Anthropologist*, 83: 57-73.
- Frayser D. W., 1984. Biological and Cultural Change in the European Late Pleistocene and Early Holocene. In: Smith F. H. and Spencer F. (eds.), *The Origins of Modern Humans. A World Survey of Fossil Evidence*, 211-250. Alan R. Liss, Inc., New York.
- Frey, H. (1923): Untersuchungen über die Scapula, speziell über ihre äußere Form und deren Abhängigkeit von der Funktion. *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte*, 68: 277.324.
- Frolík, J., Maříková–Kubková, J., Růžičková, E., Zeman, A., Becker, M.–J., Petříčková, J., 2000: Nejstarší sakrální architektura Pražského hradu. *Výpověď archeologických pramenů*. Praha, Peres, 342–344.
- Frost H.M. (1999): An approach to estimating bone and joint loads and muscle strength in living subjects and skeletal remains. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 11, 437-455.
- Gamble C., 1995. *Timewalkers. The Prehistory of Global Colonization*. Penguin Books, London (first published by Allan Sutton Publishing 1993).
- Geissman T., 1986 a: Estimation of australopithecine stature from long bones: A.L.288-1 as a test case. *Folia Primatol.*, 47: 119 - 127.
- Genoves S., 1967: Proportionality of the long bones and their relation to stature among Mesoamericans. *Am J. Phys. Anthropol.*, 26: 67 - 78.
- George, S. L. (1978): A longitudinal and cross-sectional analysis of the growth of the postnatal cranial base angle. *American Journal of Physical Anthropology*, 49: 171.178.
- Gieseler, W. (1927): Messtechnik der langen Gliedmasenknochen der Anthropoiden. In: Abderhalden, E. (ed.): *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abteilung VII, Methoden der vergleichenden morphologischen Forschung, Heft 3*. Berlin: Urban und Schwarzenberg.
- Giles, E., Elliot, O. (1963): Sex determination by discriminant function analysis of crania. *American Journal of Physical Anthropology*, 21: 53.68. 175
- Gingerich P.D., Smith B.H., Rosenberg K. (1982): Allometric scaling in the dentition of Primates and prediction of body weight from tooth size in fossils. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 58, 81-100.
- Glanville, E. V. (1967): Sexual dimorphism in the pelvic bones of the Tellem, a Medieval Negro population from the Mali Republic. *Amsterdam: Akademie van Wetenschappen, series C*, 70: 368.377.

- Grine F.E., Jungers W.L., Tobias P.V., Pearson O. M. (1995): Fossil Homo femur from Berg Aukas, Northern Namibia. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 26, 67-78.
- Grygiel R., Bogucki P., 1997: Early Farmers in North-Central Europe: 1989-1994 Excavations at Osłonki, Poland. *Journal of Field Archaeology* 24: 161—178.
- Gustafson, G. 1950: Age determination of teeth. *Journal of American Dental Association*, 41, 45–54.
- Haack, D. C., Meihoff, E. C. (1971): A method for estimation of cranial capacity from cephalometric roentgenograms. *American Journal of Physical Anthropology*, 34: 447-452.
- Haak W, Forster P, Bramanti B, Matsumura S, Brandt G, Tanzer M, Villems R, Renfrew C, Gronenborn D, Alt KW et al., 2005: Ancient DNA from the First European Farmers in 7500-Year-Old Neolithic Sites. *Science* 310(5750):1016-1018.
- Haglung, W.D., Sorg, M.H., 2001: *Advances in forensic taphonomy : method, theory and archaeological perspectives.* CRC Press Inc., pp.261.
- Hajniš, K., Novák, J. T. 1984: *Srůst švů lebeční klenby.* Praha, Avicenum.
- Hanihara, K., 1981: Sexing of Japanese skeleton and teeth by discriminant function method. *Journal of Anthropological Society Nippon* 89, 401–418.
- Hanihara, K., 1959: Sex diagnosis of Japanese skulls and scapulae by means of discriminant function. *Journal of Anthropological Society Nippon* 67, 191–197.
- Hartwig-Scherer S., 1993: Body weight prediction in Early Hominids: towards a taxon-„independent” approach. *Am. J. Phys. Anthropol.* 92, 17-36.
- Hartwig-Scherer S. and Martin r. D., 1992: Allometry and prediction in hominoids: A solution to the problem of intervening variables. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 88: 37 - 57.
- Hartwig-Scherer S., 1993: Body weight prediction in early fossil hominids: Towards a taxon-"independent" approach. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 92: 17 - 36.
- Hassan F. A., 1973. On mechanisms of population growth during the Neolithic. *Current Anthropology*, 14: 535-540.
- Hassan F. A., 1978. Demographic archaeology. In: M. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory*, 1: 49-103. Academic Press, New York.
- Hassan F. A., 1978. Demographic archaeology. In: M. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory*, 1: 49-103. Academic Press, New York.
- Hassan F. A., 1979. Demography and archaeology. *Annual Review of Anthropology*, 8: 137-160.
- Hassan F. A., 1981. *Demographic Archaeology.* New York, Academic Press.
- Hauser, G., De Stefano, G. F. 1989: Epigenetic variants of the human skull. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart*: S. 301.
- Heim, J. L., 1976: *Les hommes fossiles de la Ferrassie. Tome I.* Paris: Mason.
- Heiple, K. G., Lovejoy, C. O., 1971: Distal femoral anatomy of Australopithecus. *American Journal of Physical Anthropology*, 35: 75-84.
- Helmuth, H., 1968: Eine Masse des Processus mastoideus beim Menschen und seine Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 60: 75-84.
- Henke, W., 1973: *Wur Methode der diskriminanzanalytischen Geschlechtbestimmung am Schädel.* *Homo* 24, 99–117.



- Hershkovitz, I., Latimer, B., Dutour, O., Jellema, L. M., Witz-Baratz, S., Rotschild, B. M. 1997: Why do we fail in ageing the skull from the sagittal suture. *American Journal of Physical Anthropology* 103, 393–399.
- Herzhkowitz I., Speirs, M. S., Frayer D., Nadel D., Wish-Baratz S., and Arensburg B., 1995. Igaki II H2: A 19,000-Year-Old skeleton from a water-logged site at the sea of Galilee, Israel. *American Journal of Physical Anthropology*, 96: 215 - 234.
- Holland T. D., 1995: Brief communication: Estimation of adult stature from the calcaneus and talus. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 96: 315 - 320.
- Holliday T. W., 1995. *Body Size and Proportions in the Late Pleistocene Western Old World and the Origins of Modern Humans*, Ph.D. thesis, University of New Mexico, Albuquerque.
- Holliday T. W., 1997. *Body Proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins*. *Journal of Human Evolution*, 32: 423 - 447.
- Holt B. M., 2003: *Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: evidence from the lower limb*. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 122, 200-215.
- Hoppa R. D., 1999: *Modeling the Effects of Selection-Bias on Palaeodemographic Analyses*. *Homo* 50:228-243.
- Howells, W. W., 1973: *Cranial Variation in Man*. Papers of Peabody Museum of Archaeologie and Ethnologie. Cambridge: Harvard University Press.
- Howells, W. W. 1996: *Howells' craniometric data on the Internet*. *American Journal of Physical Anthropology* 101, 441–442.
- Hublin, J. J., 1978: *Anatomie du centre de l'écaille de l'occipital. Le probleme de l'infion*. *Cahiers de l'Anthropologie (Paris)*, 2: 65.83.
- Hunter, J., Cox, M., 2005: *Forensic Archaeology. Advances in Theory and Practice*. Routledge Publ., pp.233.
- Iscan, M. Y., Helmer, R. P., Eds. (1993): *Forensic analysis of the skull*. Wiley-Liss, Inc. New York.
- Jacks, M., 2000: *Building the bases for paleodemographic analysis: adult age determination*. In: M. A. Katzenberg – S. R. Saunders (eds.), *Biological anthropology of the human skeleton*, New York, Wiley–Liss, 417–466.
- Jacobs K. J., 1985 a: *Evolution in the postcranial skeleton of late Glacial and Postglacial European hominids*. *Zeitschrift Morphologie und Anthropologie* 75: 307 - 326.
- Jacobs K. J., 1985 b: *Climate and the Hominid Postcranial Skeleton in Wurm and Early Holocene Europe*. *Current Anthropology*, 26: 512 - 514.
- Jacobs K. J., 1992. *Estimating femur and tibia length from fragmentary bones: an evaluation of Steele's (1970) method using a prehistoric European sample*. *American Journal of Physical Anthropology*, 89: 333-345.
- Jacobs K. J., 1993: *Human postcranial variation in the Ukrainian Mesolithic-Neolithic transition*. *Curr. Anthropol.*, 34: 311 - 324.
- Jankowska D., Krenz-Niedbała M., Piontek J., Wierzbicki J., 1999. *Biological and cultural Consequences of the Transition to Agriculture in Central Europe*. *Monografie Instytutu Antropologii UAM*, 4, Poznań.
- Johanson, G. 1971: *Age determination of human teeth*. *Odontologisk Revy* 22, Suppl. 2, 1–126.

- Johnston, K. A., Elston, D. M. 1998: Palmoplantar pustulosis associated with sternocostoclavicular hyperostosis. *Cutis* 62, 75–76.
- Jungers W. L., Stern J. T., 1983: Body proportions, skeletal allometry and locomotion in the Hadar hominids: a reply to Wolpoff. *Journal of Human Evolution*, 12; 673 - 684.
- Jungers W. L., 1982: Lucy's limbs: Skeletal allometry and locomotion in *Australopithecus afarensis*. *Nature*, 297: 676-678.
- Jungers W. L., 1988. New estimates of body size in australopithecines. In: Grine F.E. (ed): *Evolutionary History of the "Robust" Australopithecines*, 115-125. Aldine de Gruyter, New York.
- Jungers W. L. 1988b: Lucy's length: Stature reconstruction in *Australopithecus afarensis* (A.L.288-1) with implications for other small-bodied hominids. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 76: 227-231.
- Jungers W.L., Stern J.T. , 1983: Body proportions, skeletal allometry and locomotion in the Hadar hominids: a reply to Wolpoff. *J. Human Evol.*, 12; 673 - 684.
- Jungers W. L., 1988 a: New estimates of body size in australopithecines. In: Grine F.E. (ed): *Evolutionary History of the "Robust" Australopithecines*. Pp.115-125. Aldine de Gruyter, New York.
- Jungers W.L., 1988b: Relative joint size and hominoid locomotor adaptations with implications for the evolution of hominid bipedalism. *Journal of Human Evolution*, 17: 247-265.
- Kaczmarek M., 1995: Variation in patterns of human growth and development: Its sources and causes. *Anthrologie* 33: 107 - 123.
- Kahn, M. F., Khan, M. A. 1994: The SAPHO syndrome. *Baillieres Clinical Rheumatology* 8, 333–362.
- Karlberg J., 1987: *Modelling of Human Growth*. Goetteburg University Press, Goetteburg.
- Katzenberg MA, Saunders SR, editors. 2000. *Biological anthropology of the human skeleton*. New York: Wiley.
- Kean, M.R., Houghton, P., 1982: The Polynesian head: Growth and form. *Journal of Anatomie*, 135: 423.435.
- Keen, J. A., 1950: A study of difference between male and female skulls. *American Journal of Physical Anthropology*, 8: 65.79.
- Key, C. A., Aiello, L. C., Molleson, T. 1994: Cranial suture closure and its implications for age estimation. *International Journal of Osteoarchaeology* 4, 193–207.
- Kilian, J., Vlček, E. 1989: Age determination from teeth in the adult. In: Y. M. Iscan (ed.), *Age markers in the human skeleton*, Springfield, Ch. Thomas Publisher, 255–275.
- Knussmann, R., 1988: *Anthropologie. Handuch de vergleichenden Biologie des Menschen. Band 1: Wesen und Methoden der Anthropologie*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York.
- Knussmann, R., 1967: *Humerus, Ulna und radius der Simiae. Vergleichend . morphologische Untersuchung mit Berucksichtigung der Function*. *Bibliotheca Primatologica. Fasc. 5*. Basel: Karger.
- Knussmann , R.,1988: *Anthropologie, Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen (4. Auflage des Lehrbuchs der Anthropologie begrundet von Rudolf Martin )*, Band I und II. Jena, New York,Stuttgart: Gustav Fischer.

- Kolasa E., 1980. Age at menarche and body build in female students of Wrocław in dependence upon environmental conditions (in Polish). *Materiały i Prace Antropologiczne*, 99: 3-62.
- Kolektiv autorů, 1999: *Soudní lékařství*, Grada Publishing., pp.606.
- Koningsberg, L. W., Buikstra, J. E., Bullington, J., 1989: Paleodemographic correlates of fertility. *American Antiquity* 54, 626–636.
- Koningsberg, L. W., Frankenberg, S. R., 1994: Paleodemography: “Not quite dead”. *Evolution and Anthropology* 3, 92–105.
- Kovacs, I. (1971): A systematic description of dental roots. In: Dahlberg, A. A., ed., *Dental Morphology and Evolution*. Chicago: University Chicago Press.
- Krenz-Niedbała M., 2000. Biological and cultural consequences of the transition to agriculture in human populations on Polish territories (in Polish). *Monografie Instytutu Antropologii UAM*, Poznań.
- Kritscher, H., Szilvássy, J., Vlček, E., Hauser, G., Poxletner–Blasl, H., Sekal, Ch., 1991: *Zur Identifizierung des Mozartschädels*. Wien.
- Krogman, W. M., Iscan, M. Y., 1988: *The human skeleton in forensic medicine*. Charles C. Thomas Publisher. Springfield..
- Kruk J., Milisauskas S., 1999: *The Rise and Fall of Neolithic Societies*. Institute of Archeology and Ethnology PAS, Kraków.
- Krzak Z., 1976. *The Złota Culture*. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Krzak Z., 1989. *Złota Culture*. Złota near Sandomierz, Tarnobrzeg province. Sites “Grodzisko I” and “Nad Wawrem”, Cemeteries. *Przełęcz Archeologiczny*, 36: 255-269.
- Kurki H.K., Ginter J.K., Stock J.T. & Pfeiffer S., (2010): Body size estimation of small-bodied humans: applicability of current methods. *Am. J. Phys. Anthropol.* 141/2, 169-180.
- Laitman, J. T., Heimbuch, R. C., Crelin, E. S., 1978: Developmental change in basicranial line and its relationship to the upper respiratory system in living primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 152: 467-482.
- Lamendin, H. 1988: Age determination with the “simplified” Gustafson method. *Le Chirurgien–dentiste de France* 58, 43–47.
- Landauer, C. A., 1962: A factor analysis of the facial skeleton. *Human Biology*, 34: 239-253.
- Larsen C. S., 1987: Bioarcheological interpretations of subsistence economy and behavior from human skeletal remains. In: M. B. Schiffer (ed.). *Advances in Archaeological Method and Theory*, 10, pp. 339 - 445. Academic Press, San Diego.
- Larsen C. S., 1990: *The Archaeology of Mission Santa Catalina De Guale: 2. Biocultural Interpretations of a Population in Transition*. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, Number 68. The American Museum of Natural History, New York.
- Larsen C. S., 1995: Biological changes in human populations with agriculture. *Annual Review of Anthropology*, 24: 185-213.
- Larsen C. S., 1995: Biological changes in human populations with agriculture. *Annual Review of Anthropology*, 24: 185-213.
- Larsen, C.S. 1997: *Bioarcheology. Interpretation behavior from the human skeleton*. Cambridge University Press

- Lavelle, C. L. B., Flinn, R. M., Foster, T. D., Hamilton, M. C., 1970: An analysis into age changes of the human dental arch by a multivariate technique. *American Journal of Physical Anthropology*, 33: 403-412.
- Lee, A., Pearson, K., 1901: A first study of the correlations of the human skull. *Philosophical Transactions of Royal Society of London, Series A*, 196: 225-264.
- Lewis, O. J. (1969): The hominoid wrist joint. *American Journal of Physical Anthropology*, 30: 251-268.
- Lewis, O. J. (1972): Osteological features characterising the wrists of monkeys and apes with a reconsideration of this region in *Dryopithecus (Proconsul) africanus*. *American Journal of Physical Anthropology*, 36: 45-58.
- Lieverse AR, Weber AW, Goriunova OI, 2006: Human taphonomy at Khuzhir-Nuge XIV, Siberia: a new method for documenting skeletal condition. *Journal of Archaeological Science* 33:1141-1151.
- Lin, P. M. (1973): A Study of Arikara Skeletal Populations by Multivariate Analysis. University of Kansas, Lawrence: Ph.D. Dissertation.
- Lisowski, F. P., Albrecht, G. H., Oxnard, C. E. (1974): The form of the talus in some higher primates: A multivariate study. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 191-216.
- Lorke D., Münzner H, and Walter E., 1953: Zur Reconstruction der Körpergrösse eines Menschen aus den langen Gliedmessenknochen. *Dutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin*, 42: 189 - 202.
- Lucy, D, Aykroyd, R. G., Pollard, A. M., Solheim, T., 1996: A Bayesian approach to adult human age estimation from dental observations by Johnson's age changes. *Journal of Forensic Sciences* 41, 189-194.
- Lucy, D., Pollard, A. M., Roberts, C. A., 1995: A comparison of three dental techniques for estimating age at death in humans. *Journal of archaeological science* 22, 417-428.
- Lucy, D., Pollard, A. M. 1995: Further comments on the estimation of errors associated with the Gustafson dental age estimation method. *Journal of Forensic Sciences* 40, 222-227.
- Maat G. J. R, Mastwijk E.W., Van der Velde E. A., 1997: On the reliability of non-metrical morphological sex determination of the skull compared with that of the pelvis in the low countries. *Int J Osteoarchaeol* 7:575-580.
- Machnik J., 1979: Krąg kulturowy ceramiki sznurowej. [In:] W. Hensel, T. Wiślański (eds.), *Prahistoria ziem polskich*, vol. 2, pp. 337-411, Neolit, Ossolineum, Wrocław.
- Malinowska-Łazarczyk H. (1982): *Cmentarzysko średniowieczne w Cedyni*, Muzeum Narodowe, Szczecin,.
- Manialawi, M., Meligy, R., Bucaille, M., 1978: Endoscopic examination of Egyptian Mummies. *Endoscopy* 10, 191-194.
- Manouvrier, L., 1880: Sur l'indice cubique du crane. C.-R. Association Franc. Avanc. Sci. (Reims), 869. 873.
- Maples, W. R., 1978: An improved technique using dental histology for the estimation of adult age. *Journal of Forensic Sciences* 23, 764-770.
- Maples, W. R. 1989: The practical applications of age-estimations techniques. In: M. Y. Iscan (ed.), *Age markers in the human skeletons*, Springfield, Ch. Thomas Publisher, 319-324.

- Martin , R., 1914: Lehrbuch der Anthropologie. Jena: Gustav Fischer.
- Martin , R., 1928: Lehrbuch der Anthropologie. 2. Auflage. Jena: Gustav Fischer.
- Martin , R., Saller, K., 1957: Lehrbuch der Anthropologie. 3. Auflage. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Martin R. & Saller K. (1957): Lehrbuch der Antropologie in Systematischer Darstellung mit Besonderer Berücksichtigung der Antropoloschen Methoden. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Masset, C. 1982: Estimation de l'a`ge au déce`s par les sutures cra`niennes. The`se de Doctorat d'Etat. Université Paris 1.
- Masset, C. 1987: « Recrutement » d'un ensemble funéraire. In: H. Duday – C. Masset (eds.), Anthropologiephysique et Archéologie. Methodes d'étude des sépultures, Paris, Edition CNRS, 115–147.
- Mathers K., Henneberg M. (1995): Were we ever that big? Gradual increase in Hominid size over time. – Homo. 46, 141-173.
- Matiegka J., 1938: Homo předměstensis: Fossilní člověk z Předměstí na Moravě. II. Ostatní části kostrové. Česká akademie věd a umění, Praha.
- McHenry, H. M. ,1975: A new pelvic fragment from Swartkrans and the relationship between the robust and gracile Australopithecines. American Journal of Physical Anthropology, 43: 245.262.
- McHenry, H. M., Corruccini, R. S. (1975): Distal humerus in hominoid evolution. Folia Primatologica, 23: 227.244.
- McHenry, H. M., Corruccini, R. S. . Howell, F. C., 1976: Analysis of an early hominid ulna from the Omo Basin, Ethiopia. American Journal of Physical Anthropology, 44: 295.304.
- McHenry, H. M., Corruccini R. S., 1978: Analysis of the hominoid os coxae by Cartesian coordinates. American Journal of Physical Anthropology, 48: 215.226.
- McHenry, H. M., Corruccini, R. S. (1978): The femur in early human evolution. American Journal of Physical Anthropology, 49: 473.488.
- McHenry, H. M., 1983: The capitate of Australopithecus afarensis and A. africanus. American Journal of Physical Anthropology, 62: 187.198.
- McHenry H. M., 1988: New estimates of body weight in early hominids and their significance to encephalization and megadontia in "robust" australopithecines In: F. E. Grine (ed.): Evolutionary History of the "Robust" Australopithecines, 133 -148. Aldine de Gruyter, New York.
- McHenry H. M., 1991: Sexual dimorphism in Australopithecus afarensis. Journal of Human Evolution, 20: 21 - 32.
- McHenry H. M., 1991: Femoral lengths and stature in Plio-Pleistocene hominids. Am. J. Phys. Anthropol., 85: 145-158.
- McHenry H. M., 1992: How big were early hominids. Evolutionary Anthropology 1: 15-20.
- McHenry H. M., 1992: Body size and proportions in early hominids. American Journal of Physical Anthropology, 87: 407-431.
- McHenry H. M., 1992: Body size and proportions in early hominids. Am. J. Phys. Anthropol., 87: 407-431.
- Meiklejohn C., Schentag C., Venema A., Key P., 1984: Socioeconomic change and patterns of pathology and variation in the Mesolithic and Neolithic in Western Europe: Some suggestions. In: Cohen M. N. and Armelagos G. J. (eds.). Paleopathology at the Origins of Agriculture, 75 - 100. Academic Press, Orlando.

- Milisauskas S., Kruk J., 1989: Neolithic economy in Central Europe. *Journal of World Prehistory* 3: 403 - 446.
- Mollison, T., 1938: Spezielle Methoden anthropologischer Messung. In: Abderhalden, E., ed., *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. VII, Methoden der vergleichenden morphologischen Forschung, Teil 2, Heft 3.* Berlin: Urban und Schwarzenberg.
- Molnar, S., 1971: Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *American Journal of Physical Anthropology* 34, 175–190.
- Morant, G. M. (1922,1923): A first study of the Tibetan skull. *Biometrika*, 14: 193.260.
- Morant, G. M. (1936): A biometric study of the human mandible. *Biometrika*, 28: 84.122.
- Moss, M. L., Chase, P. S., Howes, R. I., 1967: Comparative odontometry of the permanent post-canine dentition of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology*, 27: 125.142.
- Murail, P., Bruzek, J., Braga, J., 1999: A new approach to sexual diagnosis in past populations. Practical adjustments from van Vark's procedure. *International Journal of Osteoarchaeology* 9, 39–53.
- Murrill, R. I., Wallace, T. D., 1971: A method for making an endocranial cast through the foramen magnum of an intact skull. *American Journal of Physical Anthropology*, 34: 441.446.
- Myszka A. & Piontek J., 2010: Shape and size of the body vs. musculoskeletal stress markers , *Anthrop. Anz.* 68/2, 139-152.
- Myszka A., Piontek J., 2012: Variation of musculoskeletal stress markers in the medieval population from Cedynia (Poland) – Proposal of standardized scoring method application. - *Coll. Anthropol.* 36: 1009 - 1017.
- Myszka A., 2006: Rekonstrukcja budowy somatycznej człowieka na podstawie wybranych cech szkieletu. Praca doktorska. UAM Poznan.
- Myszka, A., Piontek, J., Vančata, V., 2012: Body mass reconstruction on the basis of selected skeletal traits. *Anthropologischer Anzeiger* 69, 305–315.
- Neumann, G. (1942): American Indian crania with low valuts. *Human Biology*, 14: 178.191.
- Nohejl, J. 1990: Nespecifikované bolesti v křížobederní oblasti. In: K. Trnavský – C. Dostál et al. (edd.), *Klinická revmatologie*, Praha, Avicenum, 319–327.
- Novotný V., 1996: "Sexuální dimorfismus a identifikace pohlaví na kostře člověka: teoretická východiska, metodologické problémy a praktická doporučení", Habilitační práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně.
- Novotný V., Pesce Delfino V., Potente M., Vacca E., Vančata V., 1996: Symmetry analysis of *Incisura ischiadica major* in sexing the human pelvis. *Anthropologie*, 34(3): 247 - 257.
- Novotný V., Vacca E., Vančata V., Pesce Delfino V., 1994. Differenze sessuali rilevabili sulla *incisura ischiadica major* del bacino dell'Uomo: Confronto tra analisi metrica e analisi della forma. *Antropologia Contemporanea*, 16: 229 - 237.
- Novotný, V. (1981): Pohlavní rozdíly a identifikace pohlaví panevní kosti. Kandidatska disertační práce. Brno: Lékařská fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Brně.
- Nowak O., Piontek J., 2002: Does the occurrence of Harris lines affect the morphology of human long bones? *Homo*. 52/3, :254–276.

- Nowak O., Piontek J., 2002: The frequency of appearance of transverse (Harris) lines in the tibia in relationship to age at death. - *Ann. Hum. Biol.* 29/3, 314-325.
- Oetteking, B. (1950): Sacropelvmetry. *Rev. mex. estud. antrop.*, 11: 27.
- Olivier G., 1976: The stature of australopithecines. *Journal of Human Evolution*, 5: 529 - 534.
- Olivier G., 1976: La stature des australopitheques. In: P. Tobias and Y. Coppens (eds.). *Les plus anciens hominidés. 9e cong. UISPP, Colloque VI., (Prétirage)*, pp. 201 - 206. CNRS, Paris.
- Olivier G., Aaron C., Fully G., Tissier G., 1978: New estimations of stature and cranial capacity in modern man. *J. Human Evol.*, 7: 513 - 518.
- Olivier, G., 1969: *Practical Anthropology*. Springfield: C. C. Thomas.
- Pearson K., 1899: Mathematical contribution to the theory of evolution. - V. On the reconstruction of the stature of prehistoric races. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A*, 192: 169 - 244 + 2 plates
- Pearson, K., 1925: The definition of the alveolar point. *Biometrika*, 17: 53-56.
- Pearson, K., 1935: Note on section of Dr. K. Wagners memoir. *Biometrika*, 27: 133-144.
- Perizonius, W. R. K., 1984: Closing and non-closing sutures in 256 crania of known age and sex from Amsterdam. *Journal of Human Evolution* 13, 201-216.
- Pfeiffer S., Seally J., 2006: Body size holocene foragers of the Cape Ecozone, Southern Africa. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 129, 1-11.
- Pinhasi R, von Cramon-Taubadel N. 2009: Craniometric Data Supports Demic Diffusion Model for the Spread of Agriculture into Europe. *PLoS ONE* 4(8):e6747.
- Pinhasi R., 2004: A new model for the spread of the first farmers in Europe. *Documenta Praehistorica*, 30:1-76.
- Pinhasi, R., Von Cramon-Taubadel N., 2012: Cranial variation and the transition to agriculture in Europe. *Human Biology*, 84, (1), article 3, in press.
- Piontek J., 1989: Biological consequences of the "Neolithic revolution": The case of the Middle European populations. In: Herzkhovitz I. (ed.). *People and Culture in Change*, 177 - 195. BAR International Series 508, Tel Aviv.
- Piontek J., 1996: A definition of biocultural system. In: A. Wiercińska (ed.) *Peculiarity of Man as a Biocultural Species. Proceedings of the Symposium of the World Congress of Universalism (Warsaw, August 16-17, 1993)*, 49-60, Sorus, Poznań.
- Piontek J., 1999a. Patterns of adaptive strategy in the Upper Paleolithic and post-Paleolithic populations: Evidence from Central Europe. In: Ullrich H. (ed.) - *Human Evolution and Environment*, 187 - 204. Humboldt Universität, Berlin.
- Piontek J., 1999b. Body Size and Proportions in the Upper Palaeolithic-Neolithic Transition: Evidence from Central Europe. In: *Biological and Cultural Consequences of the Transition to Agriculture in Central Europe. Monografie Instytutu Antropologii UAM, Poznań*, 4: 61-84.
- Piontek J., 2001. Culture as a Human Adaptive System: Human Ecology and Culture. In: F. Tobias et al. (eds.) *Humanity from African Naissance to Coming Millennia*, 47-54. Firenze University Press, Firenze.
- Piontek J., Jerszyńska B., Nowak O. (2001): Harris lines in subadult and adult skeletons from the mediaeval cemetery in Cedynia, Poland. - *Variability and Evolution*. 9: 33-43.

- Piontek J., Marciniak A., 1990a: Struktura antropologiczna a kulturowe strategie adaptacyjne populacji neolitycznych w Europie Środkowej. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Piontek J., Marciniak A., 1990b: Biocultural Perspectives on Ecology of the Prehistoric Population from Central Europe. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- Piontek J., Marciniak A. 1992. Anthropological structure and culture adaptive strategies of the Neolithic populations in Central Europe. *International Journal of Anthropology*, 7: 71 - 86.
- Piontek J., Vančata V., 2002. Transition to agriculture in Europe: Evolutionary trends in body size and body shape. In: P. Bennike, E. Bodzsar, Ch. Susane (eds) - *Ecological aspects of past Human Settlements in Europe*. Biennial Books of EAA, Vol. 2, , pp. 61 – 92. Eötvös Univeristy Press, Budapest.
- Piontek J., Vančata V., 2004: Two model sof the adaptive strategy of the Neolithic populations in Central Europe (early pastoral and agricultural) and their biological consequence. In: A. Koško, M. Smyt (eds.), *Nomadyzm a pastoralizm w miedzyrzeczu Wisły i Dniepru (neolit, eneolit i opoka brazu)*, pp. 255 – 268. Wydawnictwo Poznańskie, Poznan.
- Piontek, J., Vančata, V., 2012: Transition to Agriculture in Central Europe: Body Size and Body Shape Amongst the First Farmers. *IANSA*, III/1: 139–157.
- Poissonnet, C. M., Olivier, G., Tissier, H., 1978: Estimation de la capacite cranienne a partir d'fun os de la voute. *Bulletins et Memoires de la Societe d'Anthropologie de Paris*, t. 5, serie 13: 217.221.
- Porter A. M.W., 1995: The body weight of AL 288-1 ("Lucy"): a new approach using estimates of skeletal length and body mass index. - *Internat. J. Osteoarcheol.* 5, 203-212.
- Porter A. M.W., 1999: The Prediction of Physique from the Skeleton. - *Internat. J. Osteoarcheol.* 9, 102-115.
- Porter, A. M. W., 1999: Modern Human, Early Modern Human and Neanderthal Limb Proportions. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 9, 54-67.
- Porter A.M.W., 2002: Estimation of Body Size and Physique from Hominin Skeletal Remains. – *Homo.* 53/1, 17-38.
- Porzeziński A. (2006): *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe na stanowisku 2a w Cedyni, województwo zachodniopomorskie (Muzeum Narodowe, Szczecin).*
- Preedy, V. R. (Editor), 2012: *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease, Parts 1 - 6*. New York: Springer Science + Business Media.
- Prokeš R., 2007: Posmrtné změny a jejich význam při interpretaci pohřebního ritu. *ÚAM FF MU Brno*, pp. 49.
- Radlauer, C., 1908: Beitrage zur Anthropologie des Kreuzbeins. *Morphlogisches Jahrbuch*, 38: 323. 447.
- Rafferty K. L., Walker A., Ruff C. R., Rose M. D., Andrews P, J., 1985: Postcranial estimates of body weight in Proconsul, with a note on a distal tibia of P. major from Napak, Uganda. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 97: 391 - 402.
- Rak, R. a kol., 2008. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. GRADA Praha, pp.631.
- Reicher, M., 1913: Beitrag zur Anthropologie des Calcaneus. *Archiv fur Anthropologie*, 12: 110.



- Reichs, K.J., 1998: Forensic osteology. Advances in the identification of human remains. Ch.C.Thomans Publ., pp.560.
- Remane, A., 1927: Zur Messtechnik der Primatenzähne. In: Aberhladen, E., ed., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. VII, Methoden der vergleichenden morphologischen Forschung. Heft 3. Berlin: Urban und Swarzenberg.
- Righthire, G. P., 1970: Iron Age skulls from Southern Africa reassessed by multiple discriminant analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 33: 147-168.
- Righthire, G. P., 1975: New studies of Post-Pleistocene human skeletal remains from the Rift Valley, Kenya. *American Journal of Physical Anthropology*, 42: 351-370.
- Rösing F. W., 1983: Stature estimation in Hindus. *Homo* 34: 168 - 171.
- Rösing, F. W., Kvaal, S. I. 1998: Dental age in adults – a review of estimation methods. In: K. W. Alt, F. W. Rösing, M. Teschler–Nicola (eds.), *Dental Anthropology, fundamentals, limits, and prospects*, Wien – New York, Springer, 443–468.
- Roth, H., 1985: Morphometric study of the evolution of mandibular arcades. *Journal of Human Evolution*, 14: 563-571.
- Ruff C. B., Larsen C. S. and Hayes W. C., 1984. Structural changes in the femur with the transition to agriculture on the Georgia coast. *American Journal of Physical Anthropology*, 64: 125 - 136.
- Ruff C. B., 1987. Sexual dimorphism in human lower limb bone structure: Relationship to subsistence strategy and sexual division of labour. *Journal of Human Evolution*, 16: 391 - 416.
- Ruff C. B., Walker A., Teaford M., 1989: Body Mass, Sexual Dimorphism and Femoral Proportions of Proconsul from Rusinga and Mfangano Islands, Kenya. *Journal of Human Evolution*;18:515-536.
- Ruff C. B., 1991: Climate and Body Shape in Hominid Evolution. *Journal of Human Evolution*;21:81-105.
- Ruff C. B., Scott WW, Liu A., 1991: Articular and Diaphyseal Remodeling of the Proximal Femur with Changes in Body Mass in Adults. *American Journal of Physical Anthropology*;86:397-413.
- Ruff C. B., Scott W.W., Liu A. (1991): Articular and diaphyseal remodeling of the proximal femur with changes in body mass in adults. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 86, 397-413.
- Ruff C.B. (1991): Climate and body shape in Hominid Evolution. *J. Hum. Evol.* 21, 81-105.
- Ruff C.B., Walker A. (1993): Body size and body shape. In: Walker A, Leakey R, editors. *The Nariocotome Homo Erectus skeleton*. Cambridge: Harvard University Press. pp. 234-265.
- Ruff C. B., Trinkaus E., Walker A., Larsen C.L. (1993): Postcranial robusticity in Homo. I: Temporal trends and mechanical interpretation. - *Am. J. Phys. Anthropol.* 9, 21-53.
- Ruff C. B., Walker A., 1993: Body size and body shape. In: A. Walker and R. E. Leakey (eds.): *The Nariocotome Homo erectus Skeleton*, pp. 234 - 265. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Ruff C. B., Trinkaus E., Walker A., Larsen C.L., 1993: Postcranial Robusticity in Homo. I: Temporal Trends and Mechanical Interpretation. *American Journal of Physical Anthropology*;91:21-53.
- Ruff C. B., Walker A. (1993): Body Size and Body Shape. In: Walker A, Leakey R, editors. *The Nariocotome Homo Erectus Skeleton*. Cambridge: Harvard University Press.;234-265.
- Ruff C. B. (1994): Morphological Adaptation to Climate in Modern and Fossil Hominids. *Yearbook of Physical Anthropology*;37:65-107.

- Ruff C. B., Trinkaus E., Holliday T. W., 1997. Body mass and encephalization in Pleistocene Homo. *Nature* 387: 173 - 175. (database supp.xls "Body Mass and Encephalization in Pleistocene Homo"; C. B. Ruff, corresponding author; ms #R 10108 HG/jw)
- Ruff C. B. (2000): Body Mass Prediction From Skeletal Frame Size in Elite Athletes. *American Journal of Physical Anthropology*;113:507-517.
- Ruff C. B. (2000): Body size, body shape and long bone strength in Modern Humans.- *J. Hum. Evol.* 38, 269-290.
- Ruff C. B. (2000a): Body Size, Body Shape and Long Bone Strength in Modern Humans. *Journal of Human Evolution*;38:269-290.
- Ruff C. B. (2002): Variation in Human Body Size and Shape. *Annual Review of Anthropology*,31:211-232.
- Ruff C. B, Niskanen M, Junno JA, Jamison P., 2005: Body Mass Prediction from Stature and Biliac Breadth in Two Latitude Populations, with Application to Earlier Higher Latitude Humans. *Journal of Human Evolution* 48:381-392.
- Ruff C. B., 2007: Body Size Prediction from Juvenile Skeletal Remains, *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 698-716,
- Sauter, M. R., Privat, F. (1955): Sur un nouveau procede metrique de determiation sexuelle du basin osseux. *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft fur Anthropologie und Ethnologie*, 31: 60.84.
- Sciulli P. W., Giesen M. J., 1993: Brief communication: An update on stature estimation in prehistoric Native Americans of Ohio. *Am. J. Phys. Anthropol.* 92: 395 - 399.
- Sciulli P. W., Blatt S. H., 2008: Evaluation of juvenile stature and body mass prediction. - *Am. J. Phys. Anthropol.*, 136, 6387-392.
- Segebarth-Orban, R. (1977): Comparaison de quelques dimensions de l'os coxal du Chimpanze, de l'Homme et d'un Australopitheque (Sts 14). *Bulletin de la Societe Royal Belge d'Anthropologie et Prehistoire*, 88: 101.116.
- Selmer-Olsen, R. (1949): An Odontometrical Study on the Norwegian Lapps. I. *Math. Naturv. Klasse. No. 3. Oslo: Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps . Akademie.*
- Sengupta, A., Whittaker, D. K., Shellis, R. P., 1999: Difficulties in estimating age using root dentine translucency in human teeth of varying antiquity. *Archives of oral biology* 44, 889–899.
- Schaefer, U., 1961: Grenzen und Moglichkeiten der anthropologischen Untersuchung von Leichenbranden. Bericht uber den V. Internationalen Kongress fur Vor- und Fruhgeschichte, Hamburg 1958, 712.724. Berlin.
- Schaefer, U., 1963: Die Grose der Hirnschadelkapazitat und ihre Bestimmung bei rezenten und vorgeschichtlichen Menschen. *Zeitschrift fur Morphologie und Anthropologie*, 53: 165.170.
- Scheuer, L., Black, S., 2000: *Developmental Juvenile Osteology*. Elsevier and Academic Press, pp. 587.
- Scheuer, L., 2002. Application of osteology to forensic medicine. *Clin. Anatomy*, 15:297-312.
- Schmitt, A., 2001: Variabilité de la senescence du squelette humain. Réflexions sur les indicateurs de l'âge au décès: à la recherche d'un outil performant. Thèse du Doctorat. Université Bordeaux 1.

- Schmitt, A. Et al., 2006: Forensic anthropology and medicine: Complementary sciences from recovery to cause of death.. Humana press Inc., Totowa, New Jersey, pp.450.
- Schultz, A. H., 1915: Form, Grose und Lage der Squama temporalis des Menschen. Zeitschrift fur Morphologie und Anthropologie, 19: 353.380.
- Schultz, A. H., 1930: The skeleton of the trunk and limbs of higher primates. Human Biology, 2: 303. 438.
- Schultz, A. H., 1969: Observation on the acetabulum of primates. Folia Primatologica, 11: 181.199.
- Simon, Ch. 1986: Evolution de la synostose des sutures cra^niennes dans quelques populations anciennes. In: C. Masset, H. Duday (eds.), Anthropologie physique et Archéologie, Paris, Editions du CNRS, 239–244.
- Sjøvold T., 1990: Estimation of stature from long bones utilising the line of organic correlation. Human Evolution, 5: 431-447.
- Sláma, J. 2001: Antropologie a kníže Spytihněv I. Archeologické rozhledy 53, 153–154.
- Smith R.J., 1996: Biology and body size in human evolution: Statistical Inference Misapplied. - Curr. Anthropol. 37, 451-481.
- Sokolowska-Pituchowa, J, Miaskiewicz, C., Litwin, J, Skawina, A. (1979): Metric characteristics of hand bones in the black race. II. Phallanges. Folia Morphologica (Warszawa), 4: 521.528.
- Solowiej, D. 1982: Určování pohlaví podle lebky – ověření metod doporučených různými autory. Diplomová práce. Katedra antropologie Přírodovědecké fakulty UK, Praha.
- Sporcq, J. (1981): Morphologie de la main humaine. Bulletin de la Societe Royal Belge d'Anthropologie et Prehistoire, 92: 55.66. 177
- Sprecher, H. (1932): Morphologische Untersuchungen an der Fibula des Menschen unter Berücksichtigung anderer Primaten. Dissertation. Zurich: O. Fussli.
- STATSOFT, Inc. 2010. Statistica (data analysis software system), version 9.1 (www.statsoft.com).
- Steele, D. G. (1976): The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. American Journal of Physical Anthropology, 45: 581.588.
- Studel, K., 1980: New estimates of early hominid body size. Am. J. Phys. Anthropol., 52: 63 - 70.
- Studel, K., 1981: Functional aspects of primate pelvic structure: A multivariate approach. American Journal of Physical Anthropology, 55: 399.410.
- Stloukal M. 1980. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. J Hum Evol 9:517-549.
- Stloukal, M. a kol.(eds.). 1999. Antropologie. Příručka pro studium kostry. Národní muzeum, Praha.
- Stojanowski CM, Seidemann RM, and Doran GH, 2002: Differential Skeletal Preservation at Windover Pond: Causes and Consequences. American Journal of Physical Anthropology 119:15-26.
- Stringer, C. B., Howell, F. C., Melentis, J. K. (1979): The significance of the fossil hominid skull from Petralona. Greece Journal of Archaeological Science, 6: 235.253.
- Susman, R.L. (1979): Comparative and functional morhprology of hominoid fingers. American Journal of Physical Anthropology, 50: 215.236.

- Svoboda, J., Jarošová, L., Drozdová, E. (2000): The North Bohemian Mesolithic revisited: The excavation seasons 1998.1999. *Anthropologie*, XXXVIII/3: 299.313.
- Šefčáková, A., Mizera, J., Thurzo, M. 1999: New human fossil remains from Slovakia: the skull from Moča (Late Upper Paleolithic, South Slovakia). *Bulletin Slovenskej Anthropologickej Spoločnosti* 2, 55–63.
- Tabaczyński S., 1970. Neolit środkowoeuropejski. Podstawy gospodarcze. Wrocław - Warszawa - Kraków.
- Tanner J. M., 1962: *Growth at Adolescence*, 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Telkkä A., 1950: On the prediction of human stature from the long bones. *Yb. Phys. Anthropol.*, 1950: 206 - 220.
- Tesař, V. 1984: *Soudní lékařství*. Praha, Avicenum.
- Thurzo M., Beňuš R.. 2005: *Základy tafonómie hominidov a iných stavovcov*. Univerzita Komenského Bratislava.
- Tildesley, M. L., Datta-Majumder, N. (1944): Cranial capacity: comparative data on the techniques of Macdonnell and Breiting. *American Journal of Physical Anthropology*, 2: 233.239.
- Toldt, C. (1920): *Über den zahlenmäßigen Ausdruck der Schadelhöhe und die Messung derselben*. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien*,50: 1.
- Trinkaus E., Jelínek J., 1997. Human remains from the Moravian Gravettian: The Dolní Věstonice 3 postcrania. *Journal of Human Evolution*, 33: 33 – 82.
- Trinkaus E., Tompkins R. L., 1990. The Neanderthal life cycle: The possibility, probability, and perceptibility of contrasts with recent humans. [In:] C. J. De Rousseau (ed.), *Primate life history and evolution*, 153-180. New York (Wiley-Liss).
- Trinkaus, E., 1975: *A Functional Analysis of the Neandertal Foot*. Ph.D. Dissertation. University of Pennsylvania.
- Trinkaus, E. (1978): Les metatarsiens et les phalanges du pied des Neanderthaliens de Spy. *Bulletin de la Societe Royal Belge d'Anthropologie et Prehistoire*, 51: 1.18.
- Trinkaus, E. (1982): The Sanidar 3 Neandertal. *American Journal of Physical Anthropology*, 57: 37.60.
- Trinkaus, E., Svoboda, J., West, D. L., Sladek, V., Hillson, S. W., Drozdova, E., Fišáková, M. (2000): Human remains from the Moravian Gravettian: Morphology and taphonomy of isolated elements from The Dolni V.stonice II site. *Journal of Archaeological Science*, 27: 1115.1132.
- Trotter M., Gleser G.C., 1952: Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *Am. J. Phys. Anthropol.* 10, 463-514.
- Trotter M., Gleser G. C., 1958: A re-evaluation of estimation of stature taken during life and of long bones after death. *Am. J. Phys. Anthropol.* 16: 79 - 123.
- Uspenskij, S. I., 1964: A new method for measuring cranial capacity. *American Journal of Physical Anthropology*, 22: 115.118.
- Vacca E., Novotný V., Vančata V., Delfino V. P. 1997. Shape Analysis of Incisura Ischiadica Major in Sexing the Human Pelvis *Anthropologie*, 35(3): 291 – 301
- Vacca E., Novotný V., Vančata V., Delfino V. P., 2007. Shape Analysis of Incisura Ischiadica Major: Definition of Reference Outlines in Sexing the Human Pelvis. *Antropologie* 45 (1): 91-96.

- Vančata, V., 1976. Multivariační analýza proximální epifýzy femuru a evoluce locomoce hominidů. Nepublikovaná rigorozní práce. Katedra anthropologie, Universita Karlova, Praha.
- Vančata V. & Lukavcová M., 1980. Multivariate analysis in morphology and taxonomy (in Czech, summary in English). *Biologické listy*, 45: 196-208.
- Vančata, V., 1981. Evoluce lokomočního aparátu a locomoce hominoidů: Vznik a vývoj locomoce hominidů. Nepublikovaná kandidátská dizertační práce. Laboratoř evoluční biologie, MBÚ ČSAV, Praha.
- Vančata, V., 1981. Utilization of mathematical methods in the study of the human evolution: The problem of the morpho- functional research in paleoanthropology. *Anthropologie*, 19: 205-215.
- Vančata, V., 1982. Evolutionary morphology of lower limb long bones: Multivariate analysis of femur and tibia. *Anthropos*, 21: 47-56.
- Vančata, V., 1983. Comment on 'The evolution of the advanced hominid brain' by Bennet Blumenberg. *Current Anthropology*, 24: 607-609.
- Vančata, V., 1985. Morphological trends in the lower limb skeleton of the recent Hominoidea. *Schriften zur Ur- und Fruehgeschichte*, 41: 210 - 212.
- Vančata, V., 1986. Comment on 'Phylogenetic analysis of early hominids' by R.R.Skelton, H.M.McHenry and G.M.Drawhorn. *Current Anthropology*, 27: 37-38.
- Vančata, V., 1986. Comments on the contemporary systematics of hominids. *Anthropologie* 24: 89-92.
- Vančata, V., 1986. Macroevolutionary and microevolutionary changes on hominid postcranial skeleton: An analysis of evolutionary morphological changes of femur as an example. *Anthropos*, 23: 35-40.
- Vančata, V., 1987. Ecological aspects of the origin and evolution of hominids. In (V.Pokorný, ed.). *Contribution of Czechoslovak Paleontology to Evolutionary Science 1945-1985*, pp. 120-130. Universitas Carolina, Praha.
- Vančata, V., 1988. Ecological aspects of skeletal sexual dimorphism in microevolution of Homo sapiens. *Anthropologie (Brno)*, 26: 83-92.
- Vančata, V., 1989. Mikroevoluce Homo sapiens - morfologická analýza femuru a tibie. *Časopis Národního Musea - řada přírodovědecká*, 155: 205-206.
- Vančata, V., 1991. Race Differences in Intelligence: A microevolutionary and ecological perspective. *Mankind Quarterly* 32: 147-152.
- Vančata, V., 1991. Allometry of hominoid femur and tibia and the origin of advanced hominoid lower limb morphological pattern. *Primate Report* 31: 35-36
- Vančata, V., 1991. Evolution of femur and tibia in higher primates: Adaptive morphological patterns and phylogenetic diversity. *Human Evolution* 6: 1-47
- Vančata, V., 1991. Osteometrical methods in paleoanthropology: Experimental morphometrics - a new approach to the old methods. In (J.Piontek, ed.). *Pojentie cechy v naukach biologicznych*, pp. 35-51. Adam Mickiewicz University Press, Poznan.
- Vančata, V., 1991. The roots of hominid bipedality. In (B.Senut & Y.Coppens). *Origines de la Bipédie chez les Hominidés (Cahiers de Paléoanthropologie)* pp.157-174 . C.N.R.S., Paris.
- Vančata, V., 1992. Adaptive radiation in higher primate evolution. In (P.K.Seth & S.Seth, eds.). *Perspectives in Primate Biology IV*, pp.43-54. Tomorrows & Todays Publishers, New Delhi.

- Vančata, V., 1993. Evolution of hominid femur and tibia: A morphometric approach to the evolutionary research in anthropology. *Human Evolution* 8 (2): 65-79
- Vančata, V., 1994. New Estimates of Femoral Length in Early Hominids. *Anthropologie*, 32: 269 - 272.
- Vančata, V., 1994. Základní metrické znaky a proporce dlouhých kostí dolní končetiny nálezu čtyř jedinců (DV-XIII, DV-IV, DV-XV, DV-XVI) ze svrchně paleolitického naleziště Dolní Věstonice. *Časopis Národního musea - řada přírodovědná*, 159: 144-155.
- Vančata, V., 1996. Major Patterns of Early Hominid Evolution: Body size, proportions, encephalisation and sexual dimorphism. *Anthropologie (Brno)* 34(1-3): 313 - 328
- Vančata, V., 1997: Velikost a tvar těla jako ukazatel významných evolučních a ekologických změn ve fylogenezi hominoidů (Body Size and Shape as an Indicator of Important evolutionary and Evolutionary Changes in Hominoid Phylogeny ). Habilitační práce. Masarykova univerzita, Brno 1998.
- Vančata, V., 2000: Reconstruction of body height, body mass and body shape in fossil and historical human populations. In: J. Charzewski & J. Piontek (eds.) – *Nowe techniki i technologie badań materiałów kostnych.* Akademia wychowania fizycznego im. Józefa Piłsudskiego, Warszawa. pp. 11 – 34.
- Vančata, V., 2003: Sexual Dimorphism in Body Size and Shape in Pavlovian Upper Paleolithic Group: A population approach. *Anthropologie* 41/3: 213-240.
- Vančata, V., 2005: A preliminary analysis of long bone measurements of *Homo floresiensis*: Bone robusticity, body size, proportions and encephalisation. *Antropologie* 42(2-3): 173 – 182.
- Vančata, V., 2012: *Paleoantropologie a evoluční antropologie*. Praha: Nakladatelství PedF UK v Praze. (učebnice ISBN 978-80-7290-592-8)
- Vančata, V., 2012: Svrchně paleolitické venuše– gender nebo sex-idoly? *Culturologia* 2: 23 – 27.
- Vančata, V., 2012: *Paleoantropologie a evoluční antropologie*. Praha: Nakladatelství PedF UK v Praze. (učebnice ISBN 978-80-7290-592-8)
- Vančata, V., 2013: 7 milionů–50 000 př. Kr.: Od hominidů k modernímu člověku. In: Bárta Miroslav, Kovář Martin a kol. - *Civilizace a dějiny*. Praha: Academia str. 25 – 47. EAN: 9788020023018, ISBN: 978-80-200-2301-8
- Vančata, V., Vančatová M. A., 1987. Major features in the evolution of early hominid locomotion. *Human Evolution*, 2: 512-537.
- Vančata, V., Charvátová M., 2001. Post-Paleolithic *Homo sapiens* evolution in Central Europe: Changes in body size and proportions in the Neolithic and early Bronze age. *Anthropologie*, 39(2-3): 133 – 152.
- Vančata, V., and Vančatová M., 2002. Growth of Common Chimpanzee (*Pan troglodytes*) in Captivity: Specific Features of Growth in Genetically Related Individuals. *Variability and Evolution* 10: 19-38.
- Vančata, V., Myszka A., Piontek J. (2014). Body mass reconstruction on the basis of selected skeletal traits: Application for Holocene and Late Upper Pleistocene human skeletons. In: *The Dolní Věstonice Studies, Volume 20/2014*, (159 – 162). Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, Brno and Masaryk University, Department of Anthropology, Brno 2014 ISBN 978-80-86023-46-5 (Archeologický ústav AV ČR. Brno) ISBN 978-80-210-6849-0 (Masarykova univerzita. Brno), ISSN 1801-7002

- Vančatová M. A., Vančata V. & Havránek T., 1991. Socialization in the ontogeny of higher primates and its evolutionary meaning. *Primate Report*, 29: 15-22
- Vlček, E. 1997: Nejstarší Přemyslovci. Fyzické osobnosti českých panovníků. I. díl. Postavy českých dějin očima antropologa. Praha, Vesmír.
- Vlček, E. 1999: Čeští králové I. Fyzické osobnosti českých panovníků. II. díl. Postavy českých dějin očima antropologa. Praha, Vesmír.
- Vlček, E. 2000: Smrtný úraz hlavy W. A. Mozarta a jeho následky. *Česká antropologie* 50, 58–66.
- Vyhnánek, L., Stloukal, M., 1971: Arthrosa, spondylosa a jejich význam pro určování věku. In: E. Vlček (ed.), Symposium o určování stáří a pohlaví jedince na základě studia kostry, Praha, Národní Muzeum, 150–158. *Archeologické rozhledy LIV–2002* 453
- Vystrčilová, M., Novotný, V. 2000: Estimation of age at death using teeth. *Variability and Evolution* 8, 39–49.
- Waldron T., 1987: The relative survival of the human skeleton: Implications for palaeopathology. In A Boddington, AN Garland and RC Janaway (eds.): *Death, Decay, and Reconstruction*. Manchester, UK Wolfboro, NH: Manchester University Press, pp. 55-64.
- Walker PL, Johnson JR, and Lambert PM (1988) Age and sex biases in the preservation of human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology* 76:183-188. Hodnocení zachovalosti
- Walker, P. L., Dean, G., Shapiro, P., 1991: Estimating age from tooth wear in archaeological populations. In: Hillson S. (ed.), *Dental anthropology*, Cambridge, University Press, 168–179.
- Walrath DE, Turner P, Bruzek J., 2004: Reliability test of the visual assessment of cranial traits for sex determination. *Am J Phys Anthropol* 125:132-137.
- Wanner, J. A., 1977: Variation in the anterior patellar groove of the human Femur. *American Journal of Physical Anthropology*, 47: 99.102.
- Weidenreich, F. (1943): The skull of *Sinanthropus pekinensis*: A comparative study on a primitive hominid skull. *Paleontologia Sinica, Ser. D, Vol. 10*: 1.298.
- Wheeler, R. C. (1974): *Dental Anatomy, Physiology and Occlusion*. 5. vydání. Philadelphia: Saunders Co
- White TD, and Folkens PA (2000) *Human osteology*. San Diego: Academic Press.
- White T. D., and Folkens P. A. (2005). *The Human Bone Manual*. London and New York: Elsevier Academic Press.
- White Tim D., Michael T. Black, Pieter A. Folkens 2012. *Human Osteology, Third Edition* Academic Press is an imprint of Elsevier, 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA
- White, T. D., Folkens, P. A., 1991: *Human Osteology*. San Diego: Academic Press.
- White, Tim D., Michael T. Black, Pieter A. Folkens (2011). *Human Osteology (third edition)*. Academic Press, New York (Elsevier Publishing 2012)
- Whittaker, D. K., Bakri, M. M. 1996: Racial variation in the extend of tooth root translucency in ageing individuals. *Archives of Oral Biology* 41, 15–19.
- Wilder, H. H. (1920): *A Laboratory Manual of Anthropometry*. Philadelphia: Balkinston's Son.
- Wilkinson, C. (2004). *Forensic facial reconstruction*. Cambridge Univ. Press, pp.290.

- Wolański N., 1979. Human Biological Growth (in Polish). PWN, Warszawa.
- Wolpoff M. H. (1973): Posterior tooth, body size, and diet in South African Gracile Australopithecines. *Am. J. Phys. Anthropol.* 39, 375-394.
- Wolpoff M.H., 1983. Lucy's little legs. *Journal of Human Evolution*, 12: 443-453.
- Woo, T. L. (1937): A biometric study of the malar bone. *Biometrika*, 29: 113.123.
- Woo, T. L., Morant, G. M. (1934): A biometrics study of the . flatness of the facial skeleton in man. *Biometrika*, 26: 196.250.
- Wood, B. A., Abbott, S. A. (1983): Analysis of the dental morphology of Plio-Pleistocene hominids. I. Mandibular molars: Crown area measurements and morphological traits. *Journal of Anatomy*, 136: 197.219.
- Xiaohu, X., Philipsen, H. P., Jablonski, N. G., Weatherhead, B., Pang, K. M., Jiazhen, Z., 1991: *Forensic Science International* 51, 281–288.
- Zihlman A. L., 1992: Locomotion as a life history character: The contribution of anatomy. *J. Human Evolution*, 22: 315 - 325.