

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

**Odhad délky ruky z kostí ruky anatomickou
metodou**

Sára Kuncová

Plzeň 2017

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologie

Studijní program Antropologie

Studijní obor Antropologie populací minulosti

Diplomová práce

Odhad délky ruky z kostí ruky anatomickou

metodou

Sára Kuncová

Vedoucí práce:

Mgr. Patrik Galeta, Ph.D.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2017

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2017

.....

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Mgr. Patriku Galetovi, Ph.D. za vedení práce, cenné připomínky a odborné rady. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Patriku Mikovi za poskytnutí materiálu v podobě rentgenových snímků.

Obsah

1 ÚVOD	6
2 CÍLE PRÁCE	9
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	10
3.1 Anatomie ruky	10
3.2 Ontogenetický vývoj ruky	14
3.2.1 Vývojové vady ruky	15
3.3 Fylogenetický vývoj ruky	16
3.4 Variabilita	19
3.4.1 Allenovo pravidlo	19
3.4.2 Bergmannovo pravidlo	19
3.4.3 Cylindrický model	19
3.5 Odhad výšky postavy jedince	19
3.5.1 Matematická metoda odhadu	19
3.5.2 Anatomická metoda odhadu	19
3.5.3 Aplikace obou metod na ruku	19
3.6 Otisky rukou v paleolitickém umění	19
3.7 Odhad pohlaví z otisků a stop rukou na stěnách jeskyní	19
4 MATERIÁL	19
5 METODY	21
6 VÝSLEDKY	21

7 DISKUZE	21
8 ZÁVĚR	21
9 LITERATURA	21

1 ÚVOD

Ruka jako anatomický útvar je pro mnoho antropologů a badatelů z výzkumného hlediska velmi zajímavá. Již v roce 1952 vznikla velká komparativní studie zabývající se antropometrií ruky u vojáků americké armády z důvodu zajištění správné velikosti rukavic. Mezi měřenými rozměry byla například délka ruky, šířka ruky nebo zápěstí (White, 1952). O deset let později vznikla studie, ve které autoři podobné rozměry snímali z rentgenových snímků ruky (Vicinius, 1962).

Během let, tak vzniklo množství prací, které se věnují nejen rozměrům, ale také různým odhadům z ruky. Kromě evolučního vývoje ruky a srovnání s primáty (Young, 2003) lze z ruky odhadovat nespočet parametrů na základě její délky, šířky, poměrů délky jednotlivých prstů, celkového tvaru a velikosti nebo kostí. Mezi odhadované biologické parametry patří například pohlaví jedince (Stojanowski, 1999; Barrio et al., 2006; McIntyre et al., 2006) nebo výška postavy (Wilbur, 1998; Agnihotri et al., 2008).

V posledních letech se zájem badatelů obrátil směrem k paleolitickému umění na stěnách jeskyní. Na nichž můžeme najít otisky (*handprints*) a stopy (*hand stencils*) rukou v různých částech světa – Španělsku (Garcia-Diez et al., 2015), Francii (Snow, 2006), Indonésii (Aubert et al., 2014), Africe (Manhire, 1998) nebo Severní Americe (Ellis a Hammack, 1968). Rozdíl mezi otiskem ruky a stopou ruky spočívá v tom, že *otisk* vzniká jako pozitiv namočením ruky do barviva a otisknutím na zeď. Zatímco *stopa* vzniká nanesením barvy kolem přitisknuté ruky jako negativ (Snow, 2006). Pomocí snímání různých rozměrů z takovýchto otisků se mnoho autorů zabývá vytvořením metody pro odhad pohlaví jejich tvůrců. Z recentních studií jsou to například Wang a kolektiv (Wang et al., 2010), Pettit (Pettit et al., 2014), Mackie (Mackie, 2015) nebo Nelsonová s kolektivem (Nelson et al., 2016). Pro naši diplomovou práci je však zásadní publikace Snowa (2006, 2013) a práce Galety s kolektivem (Galeta et al., 2014), který přesvědčivě vyvrací Snowovy

závěry o přesnosti a spolehlivosti jím navržené metody pro odhad pohlaví z otisků rukou.

Snow (2006) představil metodu odhadu pohlaví u šesti stop rukou z francouzské paleolitické jeskyně Pech Merle na základě vytvoření dvou diskriminačních funkcí z referenčního souboru 111 jedinců ze současné americké populace v Pennsylvanii. Stejnou metodu použil v roce 2013, kdy měl k dispozici soubor 32 stop z devíti evropských jeskyní. Došel k závěru, že více než polovinu stop zanechaly na stěně jeskyně ženy (v případě první studie to bylo 67 % žen, v případě druhé studie bylo 75 % stop přisouzeno ženám). Spolehlivost jeho metody vyvrací Galeta s kolektivem (Galeta et al., 2014) na souboru ze současné francouzské populace. Při aplikaci Snowem vytvořené diskriminační funkce zjistili, že vykazuje u současné francouzské populace nižší spolehlivost, než u populace americké. Snow ve svých pracích předpokládá, že evropské obyvatelstvo je od svrchního paleolitu homogenní a nebere v potaz lidskou variabilitu a adaptabilitu. Jak Galeta s kolektivem (2014) v článku předkládají, tak rozdíly ve spolehlivosti mohou být zapříčiněny variabilitou ve velikosti a tvaru ruky mezi americkou a francouzskou populací, a tudíž není možné odhadovat pohlaví paleolitických umělců na základě diskriminační funkce vytvořené na recentní populaci.

Problém při odhadování délky ruky a všech ostatních charakteristik spočívá v tom, že na výslednou morfologii ruky působí více faktorů – pohlaví, genotyp jedince nebo klima (Holliday, 1997a; b; Holliday a Ruff, 2001; Loehlin et al., 2006). Na tomto základě můžeme očekávat, že ve tvaru a velikosti ruky existují mezipopulační rozdíly a ruka je jako anatomický útvar populačně specifická. Veškeré studie zabývající se těmito odhady pracují s klasifikačními funkcemi, které jsou právě populačně specifické (Snow, 2006, 2013; Wang et al., 2010; Mackie, 2015) a jsou aplikovatelné pouze na populaci, na které byly vytvořeny.

Mik s kolektivem (Mik et al., 2016) navrhuje metodologicky vhodnější postupy, které by mohly být aplikovatelné na otisky rukou a stop nezávisle na tom v jaké části světa tento druh umění vznikl. Navrhují vytvořit referenční soubor paleolitických otisků rukou známého pohlaví, který v současnosti neexistuje. Prvním krokem je rekonstrukce otisků z kostí ruky, druhý krok spočívá v odhadu pohlaví z pánevní kosti paleolitického umělce a třetím krokem je vytvoření klasifikačních funkcí a odhad samotného pohlaví na základě otisků rukou na stěnách jeskyní (Mik et al., 2016). Rekonstrukci otisku z kostí ruky lze provést dvěma metodami. Matematickou metodou pomocí regresní rovnice vytvořené z délky některé záprstní kosti. Podmínkou je silný korelační vztah mezi délkou otisku a délkou záprstní kosti. Případně anatomickou metodou, ze součtu délek kostí středního paprsku ruky a následnou korekcí na měkké tkáně. Referenční soubor lze získat ze současné populace, získáním potřebných rozměrů z RTG nebo CT snímků. Obě navržené metody mají oporu v literatuře věnující se odhadu výšky postavy jedince (Mik et al., 2016).

Pro matematickou metodu odhadu existuje již předběžná studie věnující se vztahu mezi záprstními kostmi a délkou ruky (Mik, 2013). Přesnost odhadu délky ruky touto metodou je srovnatelná se známými odhady výšky postavy (Ruff et al., 2012), zatímco spolehlivost se liší podle pohlaví.

V této práci se budeme zabývat odhadem délky ruky z kostí ruky anatomickou metodou z rentgenových snímků, kterou navrhuje Mik s kolektivem (2016). Předpokládáme, že stejně jako metody odhadu výšky postavy anatomickou metodou (Fully 1956, Raxter et al., 2006) bude tato metoda populačně nespecifická a za příznivých okolností bychom ji mohli využít u otisků rukou různých populací, s jinými proporcemi než je referenční soubor.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je odhadnout délku ruky z kostí ruky anatomickou metodou. Z rentgenových snímků změříme délku ruky a rozměry jednotlivých kostí středního paprsku ruky. Délku kostry ruky spočítáme součtem délek kostí – kosti poloměsíčitá (*os lunatum*), kosti hlavatá (*os capitatum*), třetí záprstní kosti (*os metacarpi, MC 3*), a článků prstů (*phalanges*). Předpokládáme, že metoda, stejně jako metoda odhadu výšky postavy dle Fullyho (1956) nebo Raxterové s kolektivem (Raxter et al., 2006) bude populačně nespecifická a mohli bychom tak vytvořit spolehlivou metodu pro odhad pohlaví paleolitických umělců nezávisle na tom, z jaké populace pochází.

3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

3.1 Anatomie ruky

Horní a dolní končetinu tvoří bez rozdílu stejné segmenty. Končetinu tvoří pletenec (*cingulum*), který ji připojuje k osovému skeletu. Na pletenec je kloubním spojením připojena volná končetina (*extremitas libera*) se třemi úseky – *stylopodium* tvořené jednou dlouhou kostí, *zeugopodium* skládající se ze dvou dlouhých kostí a *autopodium*, konečný úsek, který se sestává s většího počtu krátkých a nepravidelných kostí. *Autopodium* se rozvětňuje do pěti paprsků a vytváří anatomický útvar – ruku nebo nohu (Čihák, 2011).

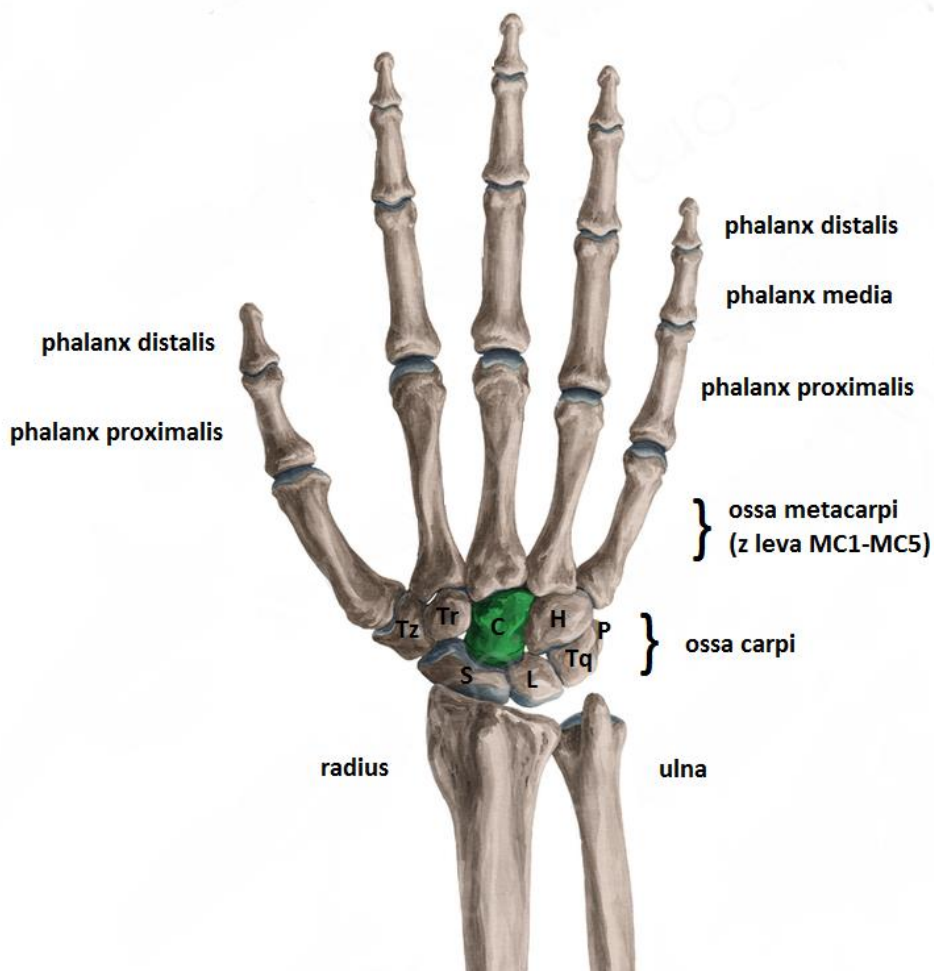
Lidskou ruku (*manus*) tvoří celkem 27 kostí. Kosti ruky (*ossa manus*) zahrnují kosti zápěstí (*ossa carpi*), kosti záprstní (*ossa metacarpi*), články prstů (*ossa digitorum manus* neboli *phalanges*) a v některých případech i sesamkové kůstky (*ossa sesamoidea*), jež se nacházejí uložené ve šlachách, u ruky při metakarpofalangovém kloubu palce (Čihák, 2011).

Kosti zápěstí jsou uspořádány do dvou řad po čtyřech nepravidelných kostech, celkem zápěstí (*carpus*) tvoří osm kostí. Proximální řada se skládá z kosti loďkovité (*os scaphoideum*), kosti poloměsíčitě (*os lunatum*), kosti trojhranné (*os triquetrum*) a kosti hráškové (*os pisiforme*). Distální řadu tvoří velká kost mnohohranná (*os trapezium*), malá kost mnohohranná (*os trapezoideum*), kost hlavatá (*os capitatum*) a kost hákovitá (*os hamatum*) (Čihák, 2011).

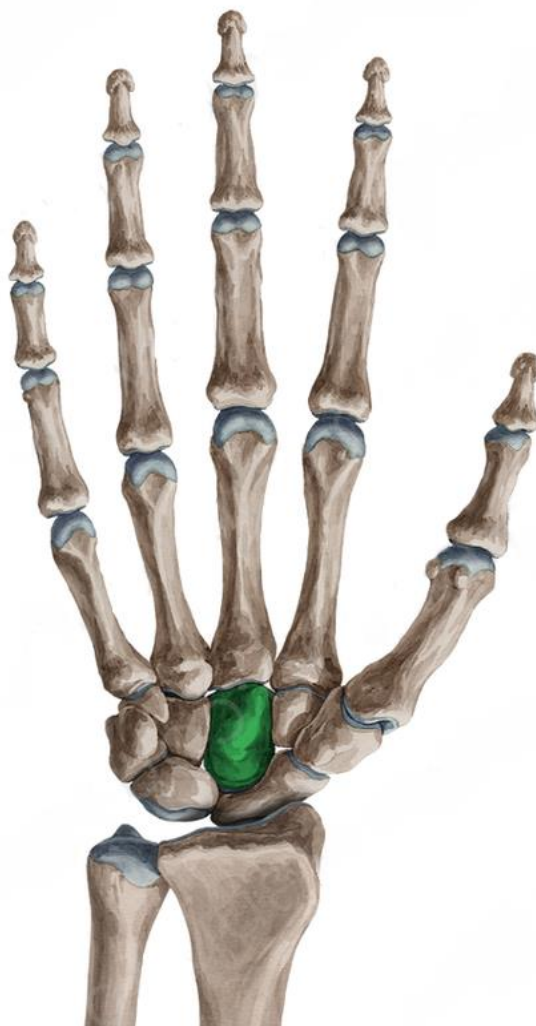
Zápěstí je dorsální konvexní oblast kostry ruky, která je zvýrazněna dvěma vyvýšeninami na radiálním a ulnárním okraji. *Eminentia carpi radialis* složená z *tuberculum ossis scapioidei* a *tuberculum ossis trapezii*. A *eminentia carpi ulnaris* složená z *os pisiforme* a *hamulus ossis hamati*. Vyvýšeniny jsou spojeny vazem, načež vzniká karpální tunel (*canalis carpi*). Tunelem prochází šlachy svalů a nervy (Čihák, 2011).

Kostru dlaně neboli zápěstí (*metacarpus*) tvoří pět kostí, jež odpovídají tvarově dlouhým kostem, ale řadí se mezi krátké. Distálně navazují na zápěstí. Jsou očíslovány 1 až 5 v radioulnárním směru, zjednodušeně lze použít název metacarpus 1 až 5 nebo zkratku MC1 až MC5 (Čihák, 2011).

Kosti prstů *ossa digitorum manus* čili *phalanges*. Články prstů jsou dva pro palec a tři pro ostatní 4 prsty, jsou uspořádány ve třech řadách jako *phalanx proximalis*, *media* a *distalis* (Čihák, 2011).

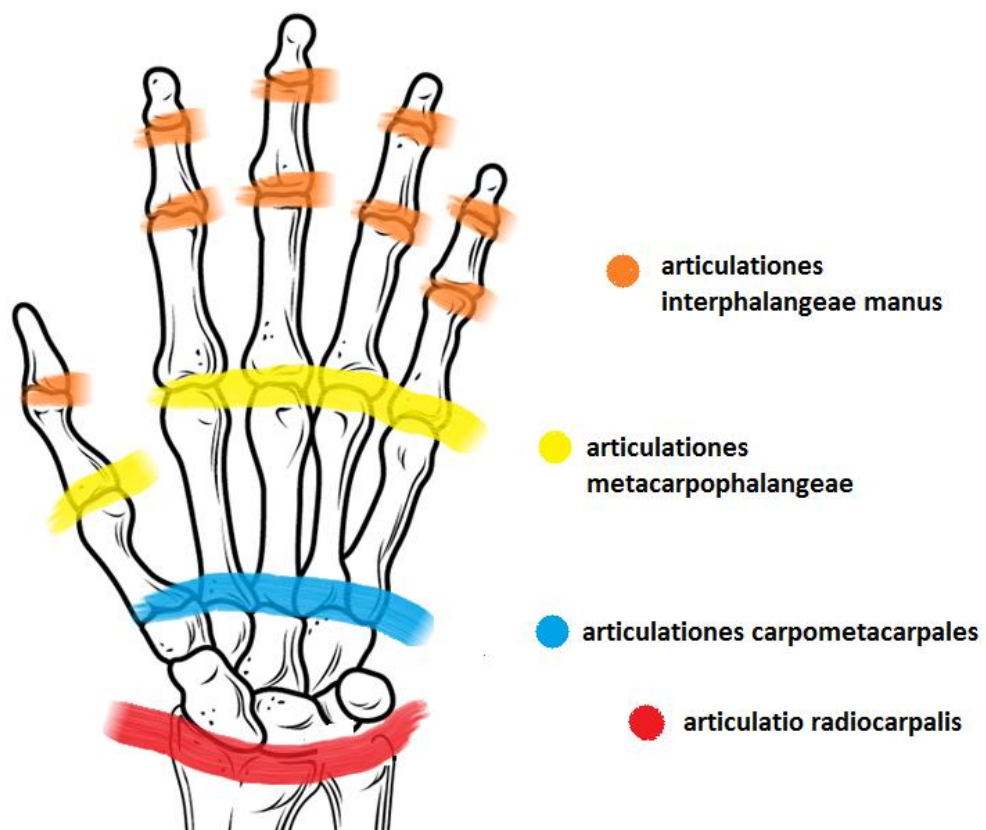


Obrázek 1. Kosti pravé ruky z dorzálního pohledu. **Tz** – os trapezium, **Tr** – os trapezoideum, **C** – os capitatum, **H** – os hamatum, **S** – os scaphoideum, **L** – os lunatum, **Tq** – os triquetrum, **P** – os pisiforme. Zdroj: <https://www.kenhub.com/en/atlas?sequence=hand-bones-and-ligaments> (upraveno).



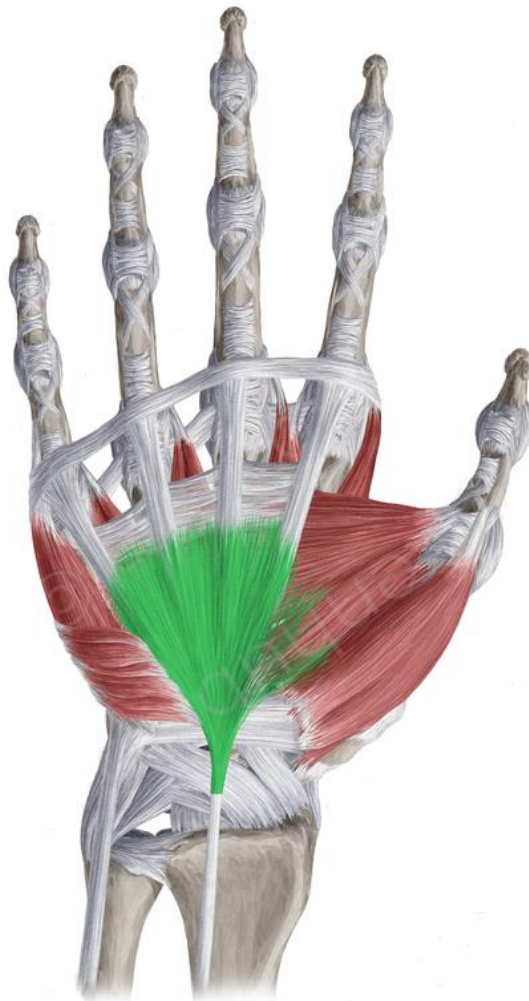
Obrázek 2. Kostí pravé ruky z palmárního pohledu. Zdroj: tamtéž, upraveno.

Pohyblivost ruky zaručují její klouby, které jsou uspořádány v několika řadách za sebou. Klouby umožňují pohyb ruky jako celku, v zápěstí i v prstech. Mezi kostí loketní (*ulna*) a vřetení (*radius*) a řadou karpálních kostí se nachází kloubní spojení *articulatio radiocarpalis*. Mezi proximální a distální řadou karpálních kostí je pak skloubení *articulatio mediocarpalis*. Mezi jednotlivými karpálními kostmi jsou klouby malé pohyblivosti *articulationes intercarpales*. Beze metakarpálních kostí s distální řadou karpálních kostí spojují *articulationes carpometacarpales*, ty jsou doplněny pomocnými klouby mezi MC2 až MC5 (*articulationes intermetacarpales*). Kloubní pouzdra jsou krátká a pevná, kloubní spojení je posíleno ligamenty (Čihák, 2011).



Obrázek 3. Klouby ruky. Zdroj: <https://twitter.com/AnatomyZone> (upraveno).

Dále musíme zmínit svalové skupiny ruky, protože svaly mají vliv nejen na morfologii ruky jako celku, ale také působí na tvar kostí. Na dorzální straně ruky nejsou upnuty žádné specifické svaly, za to na palmární straně, najdeme svaly, které tvoří dlaň. Tyto svaly (*musculi manus*) můžeme rozdělit do tří hlavních skupin: skupina palcová neboli *thenar*. Do této skupiny patří *musculus abductor pollicis brevis*, *musculus flexor pollicis brevis*, *musculus opponens pollicis*, *musculus adductor pollicis*. Další skupinou je malíková skupina neboli *hypothenar*. Do této skupiny patří *musculus palmaris brevis*, *musculus abductor digiti minimi*, *musculus flexor digiti minimi brevis*, *musculus opponens digiti minimi*. Třetí hlavní skupinu tvoří svaly středního prostoru – *musculi lumbiricales manus* a *musculi interossei manus*, které dělíme na svaly palmární (*musculi interossei palmares I – III* a *musculi interossei dorsales I – IV*).



Obrázek 4. Zeleně zvýrazněná vazivová vrstva (*aponeurosis palmaris*) pod kůží dlaně. Pod ní svalové skupiny palmy ruky. Zdroj: <https://www.kenhub.com/en/atlas?sequence=hand-bones-and-ligaments> (upraveno).

3.2 Ontogenetický vývoj ruky

Ontogeneze neboli vývoj jedince je proces, který začíná splynutím dvou pohlavních buněk (gamet). Oplozené vajíčko se postupně dělí, rýhuje a proměňuje. Během třetího týdne vývoje zárodku se utváří primitivní proužek, vyvíjí se *notochord* a diferencují se tři zárodečné listy (*ektoderm* – kůže a její deriváty, centrální nervová soustava, periferní nervová soustava, sítnice, *endoderm* – dýchací soustava, trávicí soustava

kromě ústní dutiny a řitního otvoru, *mesoderm* – pojiva, svaly, oběhový a lymfatický systém, pohlavní a vylučovací soustava, kosti) (Moore a Persaud, 2002). Kostra horní končetiny se začne utvářet 26. – 27. den gestačního období (Malas et al., 2006), u embrya velkého 3 mm jako končetinový pupen ploutvovitého tvaru. Diferenciace je regulována HOX geny a vývoj probíhá kraniokaudálním směrem (Vacek, 2006).

V pátém týdnu vývoje lze u ruky rozlišit autopodium, o týden později rozeznáváme stylopodium a zeugopodium. U autopodia je již naznačeno pět prstů, které zůstávají spojené kožní řasou. Začátkem druhého vývoje dítěte se vytvoří chrupavčité základy pletence horní končetiny, v druhé polovině tohoto měsíce se také vytvoří centra pro zápěstí, zápěstí a prsty. Plně diferenciovaná horní i dolní končetina je rozeznatelná u embrya velkého 25 mm (Vacek, 2006).

V době narození je většina kostí zápěstí chrupavčitá, karpální osifikace postupuje od kosti hlavaté (1. rok života), ke kosti hákovité (1. rok), od ní poté ke kosti trojhranné (3. rok), kosti měsíčitě (4. rok), kosti loďkovité (4. – 5. rok), velké mnohohranné kosti (5. – 6. rok), malé mnohohranné kosti (6. – 7. rok), jako poslední osifikuje kost hrášková mezi 8. a 13. rokem života (Čihák, 2011).

3.2.1 Vývojové vady ruky

Vrozené vady končetin se mohou vyskytnout v různém stupni rozsahu a s různou četností výskytu. 90 % vrozených defektů má genetický původ ve zbylých 10 % jsou příčinou biologické, fyzické nebo chemické teratogeny (viry, bakterie, jiné choroby matky, antibiotika a chemické látky nebo ionizující záření) (Šípek et al., 2010).

Amelie je vývojová vada při, které se končetiny nevyvinou vůbec, v případě *fokomelie* se diferencuje pouze autopodium a vzniknou tak ruce (nohy, v případě dolní končetiny) připojené přímo k trupu. Jako *meromelie*

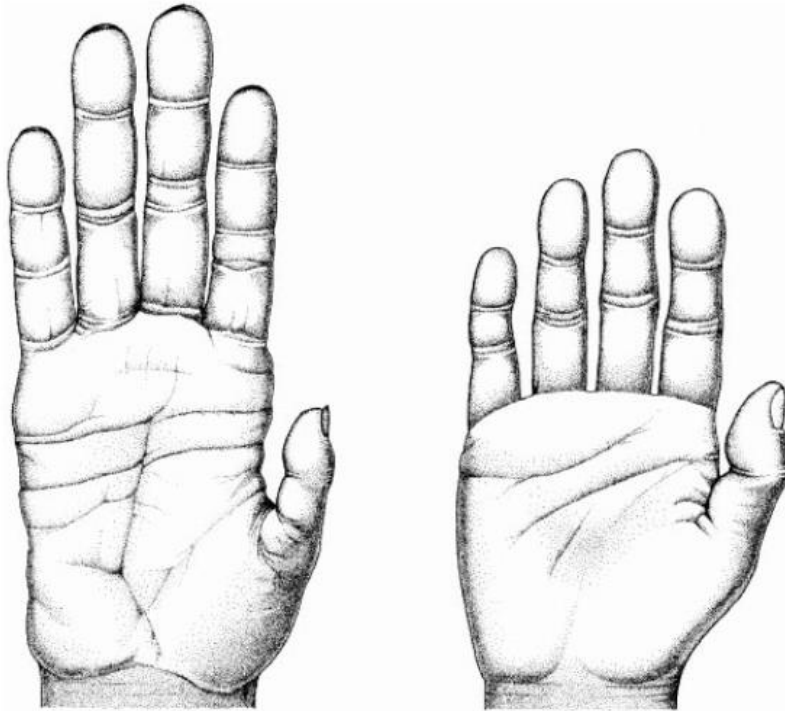
se označuje vada, kdy se vyvinou jen některé oddíly končetiny (Vacek, 2006).

Pokud během ontogenetického vývoje dojde k poruše apoptózy (programované buněčné smrti) vzniknou chyby v diferenciaci a separaci rukou a nohou. Může dojít ke spojení a pozdějšímu srůstu prstů tzv. *syndaktylii*, jenž je nejčastější vrozenou vadou končetin (výskyt 1:2000). *Syndaktylie* se vyskytuje ve dvou formách. Pokud jsou prsty spojeny v celé své délce, jedná se o kompletní syndaktylii, jestliže jsou prsty spojeny jen v proximální nebo distální části, jde o syndaktylie nekompletní (Dungl, 2005).

3.3 Fylogenetický vývoj ruky

Fylogenetický vývoj ruky se v mnoha studiích pojí s fosilními nálezy homininů, šimpanzy a otázkami spojenými s vývojem úchopu, precizního gripu nebo schopností házet předměty (Napier, 1960; Marzke a Marzke, 2000; Young, 2003; Almécija et al., 2015).

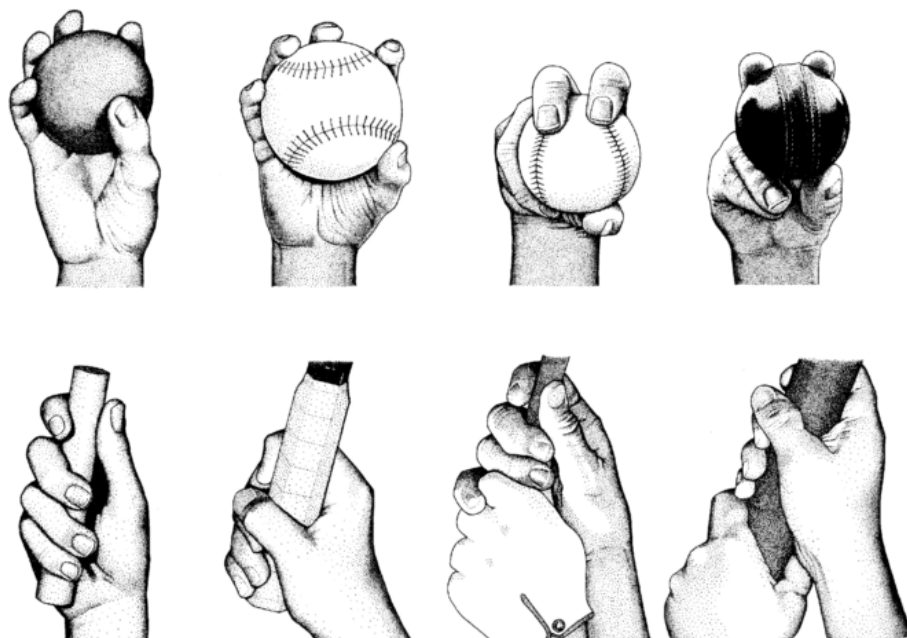
Ruka šimpanze nebo jakéhokoliv jiného primáta je typická svými dlouhými zakřivenými prsty a relativně krátkým palcem. Lidská ruka je naproti tomu více svalnatá, celkově větší s relativně delším palcem v opozici, ostatní prsty jsou kratší a rovnější než u primátů (obr. 5) (Young, 2003).



Obrázek 5. Nalevo ruka šimpanze, napravo lidská ruka (Young, 2003).

Vědci se shodují v tom, že tyto rozdíly ve tvaru a velikosti ruky lze během evoluce přičíst používání nástrojů (Marzke a Marzke, 2000). Ruka šimpanze je často brána jako model pro ruku nejstarších předků. Vyspělejší morfologie ruky se vyskytuje až s *australopithecus sediba*. Zápěstní, záprstní kosti a prsty mají šimpanzi protáhlé, palec je naproti tomu krátký a spíše imobilní. Proximální a mediální články prstů jsou zakřivené směrem do palmy ruky, což dává šimpanzům schopnost úchopu při arboreální lokomoci. Schopnost úchopu se značně liší od člověka. Palec může sloužit jako opora, ale nedokáže plně stisknout a není schopen precizního gripu (Young, 2003). Lidská ruka je význačná svým palcem v opozici. Opozitní postavení palce je umožněno postavením první záprstní kosti proximálněji a svaly *thenaru*, které umožňují pohybovat palcem (Čihák, 2011). Prsty jsou kratší a ztratily zakřivení typické pro šimpanze. Na distálních člancích prstů můžeme najít robustní apikální chomáčky, které napomáhají rozložení síly při silném stisku (Young, 2003). Mezi specifické pohyby palce a ostatních prstů patří dotek mezi palcem a všemi ostatními prsty, dále možnost uchopit předmět a odhodit ho, případně bezpečně a rychle vzít a držet zbraň. Fosilní

nálezky ukazují, že právě výše uvedené možnosti měly vliv na morfologii a anatomii ruky (Marzke a Marzke, 2000; Young, 2003).



Obrázek 6. Různé typy úchopů předmětů (Young, 2003).

3.4 Variabilita

3.4.1 Allenovo pravidlo

3.4.2 Bergmannovo pravidlo

3.4.3 Cylindrický model

3.5 Odhad výšky postavy jedince

3.5.1 Matematická metoda odhadu

3.5.2 Anatomická metoda odhadu

3.5.3 Aplikace obou metod na ruku

3.6 Otisky rukou v paleolitickém umění

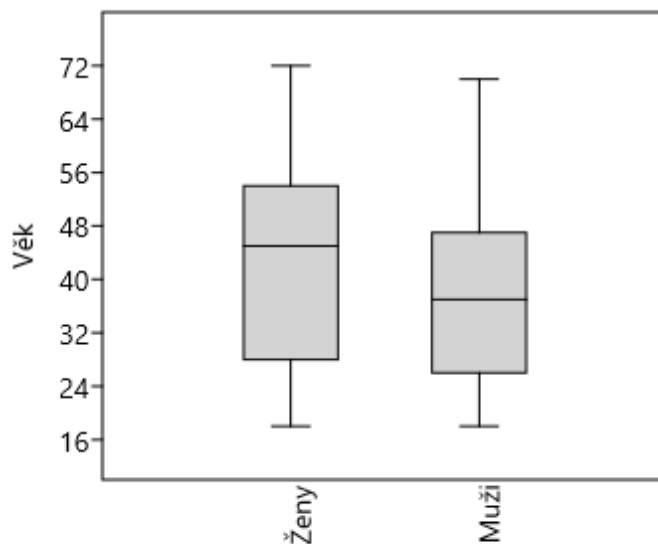
3.7 Odhad pohlaví z otisků a stop rukou na stěnách jeskyní

4 MATERIÁL

Pro měření délky ruky a kostí ruky jsme využili rentgenové snímky ruky. Snímky pochází z roku 2013 ze tří radiologických pracovišť v Plzni. Snímky jsme použili se souhlasem Mgr. Patrika Mika, který snímky zpracovával pro svou diplomovou práci v roce 2013 a se svolením MUDr. Tomáše Kunce, který rentgenové snímky převedl do formátu JPEG.

Snímky byly pořízeny v rámci běžného lékařského vyšetření a nebyly pořízeny za účelem této studie. Vybrali jsme snímky mužů i žen s minimální dukcí ruky, s dobře viditelnými kostmi ruky, bez patologií a v anteroposteriorní projekci.

Zkoumali jsme 50 vybraných rentgenových snímků u žen a 50 vybraných projekcí ruky u mužů. Věk žen se pohyboval od 18 do 72 let věku, jejich průměr byl 42,7 let. Věk mužů se pohyboval od 18 do 70 let věku, s průměrným věkem 38,4 let (Graf 1., Tabulka 1.).



Graf 1. Věk mužů a žen.

Tabulka 1. Věk žen a mužů.

	Ženy	Muži
Počet	50	50
Průměr	43	38
Sm. odchylka	15,4	14,4
Medián	44,5	37

5 METODY

6 VÝSLEDKY

7 DISKUZE

8 ZÁVĚR

9 LITERATURA

Agnihotri AK, Agnihotri S, Jeebun N, Googoolye K. 2008. Prediction of stature using hand dimensions. *J Forensic Leg Med* 15:479–482.

Almécija S, Smaers JB, Jungers WL. 2015. The evolution of human and ape hand proportions. *Nat Commun* 6:1–11.

Aubert M, Brumm A, Ramli M, Sutikna T, Saptomo EW, Hakim B, Morwood MJ, van den Bergh GD, Kinsley L, Dosseto A. 2014. Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia. *Nature* 514:223–7.

Barrio PA, Trancho GJ, Sanchez JA. 2006. Metacarpal sexual determination in a Spanish population. *J Forensic Sci* 51:990–995.

Čihák R. 2011. *Anatomie 1*. Praha: Grada.

Ellis F, Hammack L. 1968. The inner sanctum of Feather Cave, a Mogollon Sun and earth shrine linking Mexico and the Southwest. *Am Antiq* 33:25–44.

Fully G. 1956. Une nouvelle methode de determination de la taille. *Ann Med Legale* 35:266–273.

Galeta P, Brůžek J, Lázničková-Galetová M. 2014. Is sex estimation from handprints in prehistoric cave art reliable? A view from biological and forensic anthropology. *J Archaeol Sci* 45:141–149.

Garcia-Diez M, Garrido D, Hoffmann DL, Pettitt PB, Pike AWG, Zilhao J. 2015. The chronology of hand stencils in European Palaeolithic rock art: Implications of new u-series results from el Castillo cave (Cantabria, Spain). *J Anthropol Sci* 93:135–152.

Holliday TW. 1997a. Body proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins. *J Hum Evol* 32:423–448.

Holliday TW. 1997b. Postcranial evidence of cold adaptation in European

- Neandertals. *Am J Phys Anthropol* 104:245–258.
- Holliday TW, Ruff CB. 2001. Relative variation in human proximal and distal limb segment lengths. *Am J Phys Anthropol* 116:26–33.
- Loehlin JC, McFadden D, Medland SE, Martin NG. 2006. Population differences in finger-length ratios: Ethnicity or latitude? *Arch Sex Behav* 35:739–742.
- Mackie ME. 2015. Estimating age and sex: Paleodemographic identification using rock art hand sprays, an application in Johnson County, Wyoming. *J Archaeol Sci Reports* 3:333–341.
- Malas MA, Dogan S, Hilal Evcil E, Desdicioglu K. 2006. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D : 4D). *Early Hum Dev* 82:469–475.
- Manhire A. 1998. The Role of Hand Prints in the Rock Art of the South-Western Cape. *South African Archaeol Soc* 53:98–108.
- Marzke MW, Marzke RF. 2000. Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analysing and interpreting the anatomical evidence. *J Anat* 197 Pt 1:121–140.
- McIntyre MH, Cohn BA, Ellison PT. 2006. Sex dimorphism in digital formulae of children. *Am J Phys Anthropol* 129:143–150.
- Mik P. 2013. Vztah délky ruky a kostí ruky: využití v odhadu pohlaví z otisků ruky u paleolitických umělců. Diplomová práce. Plzeň: Západočeská univerzita.
- Mik P, Sosna D, Galeta P. 2016. Zhodnocení možností odhadu pohlaví autorů paleolitických nástěnných maleb z otisků ruky. *Archeol Rozhl*:3–18.
- Moore KL, Persaud TVN. 2002. Zrození člověka: embryologie s klinickým zaměřením. Praha: ISV nakladatelství.
- Napier JR. 1960. Studies of the Hands of Living Primates. *Proc Zool Soc London* 134:647–657.
- Nelson E, Hall J, Randolph-quinney P, Sinclair A. 2016. Beyond size : The potential of a geometric morphometric analysis of shape and form for the assessment of sex in hand stencils in rock art. *J Archaeol Sci* 30:1 - 12.
- Pettit PB, Maximiano AM, Ontañón R, Harrison R. 2014. New research on the hand stencils of La Garma and El Castillo caves (Cantabria). *Antiquity* 88:47–63.

- Raxter MH, Auerbach BM, Ruff CB. 2006. Revision of the fully technique for estimating statures. *Am J Phys Anthropol* 130:374–384.
- Ruff CB, Holt BM, Niskanen M, Sládek V, Berner M, Garofalo E, Garvin HM, Hora M, Maijanen H, Niinimiiki S, Salo K, Schuplerová E, Tompkins D. 2012. Stature and body mass estimation from skeletal remains in the European Holocene. *Am J Phys Anthropol* 148:601–617.
- Snow DR. 2006. Sexual dimorphism in Upper Palaeolithic hand stencils. *Hand* 80:390–404.
- Snow DR. 2013. Sexual dimorphism in European Upper Paleolithic Cave Art. *Am Antiq* 78:746–761.
- Stojanowski CM. 1999. Sexing potential of fragmentary and pathological metacarpals. *Am J Phys Anthropol* 109:245–252.
- Vacek Z. 2006. *Embryologie*. Praha: Grada Publishing.
- Vicinius J. 1962. *X-Ray Anthropometry of the Hand*. Arlington: Armed Services Technical Information Agency.
- Wang JZ, Ge W, Snow DR, Mitra P, Giles CL. 2010. Determining the sexual identities of prehistoric cave artists using digitized handprints: A machine learning approach. *18th ACM Int Conf Multimed ACM Multimed 2010, MM'10*:1325–1332.
- White RM. 1952. *Comparative Anthropometry of the Hand*. Natick, Massachusetts: United States Army: Natick Research and Development Laboratories.
- Wilbur A. 1998. The utility of hand and foot bones for the determination of sex and the estimation of stature in a prehistoric population from west-central Illinois. *Int J Osteoarchaeol* 8:180–191.
- Young RW. 2003. Evolution of the human hand: The role of throwing and clubbing. *J Anat* 202:165–174.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1. Kostí pravé ruky z dorzálního pohledu https://www.kenhub.com/en/atlas?sequence=hand-bones-and-ligaments (upraveno).....	12
Obrázek 2. Kostí pravé ruky z palmárního pohledu. https://www.kenhub.com/en/atlas?sequence=hand-bones-and-ligaments (upraveno).....	13
Obrázek 3. Klouby ruky. Zdroj: https://twitter.com/AnatomyZone (upraveno).....	14
Obrázek 4. Zeleně zvýrazněná vazivová vrstva (<i>aponeurosis palmaris</i>) pod kůží dlaně. Pod ní svalové skupiny palmy ruky. https://www.kenhub.com/en/atlas?sequence=hand-bones-and-ligaments (upraveno).....	15
Obrázek 5. Nalevo ruka šimpanze, napravo lidská ruka (Young, 2003)..	17
Obrázek 6. Různé typy úchopů předmětů (Young, 2003).....	18
Tabulka 1. Věk žen a mužů.....	20

11 RESUMÉ