

## Zhodnocení možností odhadu pohlaví autorů paleolitických nástěnných maleb z otisků ruky

An evaluation of the possibilities to estimate the sex of authors of Palaeolithic parietal art from handprints

Patrik Mik – Daniel Sosna – Patrik Aleta

*Ačkoliv jsou za autory paleolitického nástěnného umění tradičně považováni muži, otisky rukou, které se v kontextu maleb vyskytují, patří podle většiny recentních studií ženám. Překvapivé výsledky vyvolaly v posledních letech mezi archeology, biologickými a socio-kulturními antropology mezioborovou diskusi, která přesahuje až k chápání rolí mužů a žen v paleolitických společnostech. Cílem této studie je ukázat, že všechny dosavadní studie zabývající se odhadem pohlaví paleolitických otisků jsou metodologicky problematické a neumožňují spolehlivě určit, zda jsou autory otisků muži nebo ženy. Pohlaví paleolitických otisků bylo ve studiích odhadováno na základě morfologických standardů současných populací, které byly chybně aplikovány na paleolitickou populaci s odlišnou morfologií. V textu dále navrhuje metodologicky vhodnější způsob odhadu pohlaví autorů paleolitických otisků a diskutujeme, do jaké míry je v danou chvíli navrhovaný postup prakticky využitelný.*

otisky rukou – odhad pohlaví – paleolit – nástěnné umění – klasifikační funkce – diskriminační analýza

*Even though Palaeolithic cave painters are traditionally regarded as being male, the majority of recent studies have shown that the handprints that occur in the context of paintings belong to women. These surprising results have in recent years given rise to multi-disciplinary discussions among archaeologists, biologists and socio-cultural anthropologists, reaching a better understanding of the role of men and women in Palaeolithic societies. The aim of this study is to demonstrate that all studies to date that focus on the estimation of the sex of cave painters based on handprints are methodologically problematic and do not allow for the reliable estimation of sex. The sex of Palaeolithic painters was revealed in studies on the basis of morphological norms of today's populations, which were erroneously applied to the Palaeolithic population bearing a different morphology. In the text, the authors propose a methodology more suitable for estimating the sex of Palaeolithic painters based on handprints, and discuss the level to which the proposed procedure is practical in the given moment.*

handprints – estimation of sex – Palaeolithic – parietal art – classification functions – discriminant analysis

### Úvod

Otisky rukou paleolitických lovců a sběračů tvoří významnou součást paleolitického nástěnného umění a jsou ojedinělou stopou po měkkých tkáních paleolitického člověka. Technika otiskování rukou na stěny jeskyní (*obr. 1*) byla v minulosti široce rozšířena, otisky rukou byly nalezeny v Evropě (Snow 2006; García-Diez et al. 2015), v Africe (Lewis-Williams – Dawson 1989, 108; Manhire 1998), v Asii (Wallis 2002; Chazine – Noury 2006; Aubert et al. 2014; Brahic 2014) v Austrálii (Layton 1992, 74–75, 135–138), v Severní Americe (Ellis – Hammack 1968) i v Jižní Americe (Gardin 1988). Z území České republiky takové otisky neznáme a středoevropské paleolitické umění má výhradně mobilní charakter (Valoch – Lázníčková-Galetová edd. 2009, 19; Oliva 2005, 100). Domácí autoři, kteří se věnovali



Obr. 1. Otisky rukou z jeskyně Cueva de las Manos, Argentina. Autor: Matt Werner, CC BY-NC-SA 2.0.  
 Fig. 1. Handprints from cave at Cueva de las Manos, Argentina. Author: Matt Werner, CC BY-NC-SA 2.0.

nástěnnému umění paleolitu, jej studovali v zahraničí (např. *Jelínek – Tůma 2010; Svoboda – Frouz – Clottes 2011*).

Otisky rukou na stěnách jeskyní vznikaly dvěma způsoby: jako pozitivní otisk (*handprint*), namočením ruky do barviva a jejím otisknutím na stěnu, nebo jako negativní otisk (*hand stencil*), nanesením barviva okolo přitisknuté ruky (*Snow 2006*). Barvivo (pigment) mohlo být nanášeno v mokré nebo suché formě přímo na ruku nebo přes přiloženou ruku rozfoukáno ústy případně slámkou (*McDonald 2006*, 61). Stále není jasné, zda při vytváření negativních otisků byla ruka přiložena na stěnu dlaní nebo hřbetem (*Snow 2006*).

Studiu otisků ruky z pravěkých jeskyní se tradičně věnovaly retrospektivní vědy, především archeologie. Cílem studia byl zejména popis a klasifikace otisků (*McDonald 2006*, 69). Otisky rukou byly přiřazovány k archeologickým kulturám podle techniky tvorby, jejich stylu, formy, motivu, charakteru (*McDonald 2006*, 60–62) a stáří otisků bylo i absolutně datováno (*Aubert et al. 2007; Pike et al. 2012; David et al. 2013; García-Diez et al. 2015*). Sledováno bylo rovněž prostorové umístění otisků v jeskyních (*Whitley 2011*), jejich vzájemná poloha, překrývání a orientace (např. *Pettitt et al. 2014*).

Na popisnou a klasifikační úroveň navázalo studium významu otisků, jako charakteristického prvku paleolitického nástěnného umění. Již při prvních pokusech o interpretaci paleolitického nástěnného umění využili badatelé postupy založené na analogiích (*Cruz Berrocal 2011; Svoboda – Frouz – Clottes 2011*, 9–13), které vycházely z antropologických studií (*Binford 1967; Hodder 1982*). Projevy paleolitického umění byly obecně interpretovány jako doklad symbolického myšlení (*Breuil 1952*, 230, 374; *Lewis-Williams 2004; 2007*,

139; Valoch – Lázničková-Galetová edd. 2009, 10, 19, 22, 27, 28, 39, 42–44; Jelínek – Tůma 2010, 39, 43–51, 55–58; Svoboda – Frouz – Clottes 2011, 28–30, 77–85, 187–212, 215–225), resp. religiozity tehdejších populací (Whitley 2011). Paleolitické umění bylo považováno za součást rituálu (Insoll ed. 2011, 320–321, 344–356, 425–431), který byl projevem sympatické lovecké magie (Reinach 1903), čarodějnictví (Trezise 1968), šamanismu (Lewis-Williams 1998; 2004; 2007, 219–248, 339–341, 347) či totemismu (Layton 2000). Z paleolitického umění se vyvozovalo i uspořádání pravěké společnosti (Guthrie 2005, 275–276) nebo informace o sociálním životě a genderu (Hays-Gilpin 2004, 3, 15–42, 209–210). V současnosti je kladen důraz na kontextuální přístup k pravěkému umění, porovnání s celým archeologickým inventářem, k analogiím přistupují osobní zkušenosti archeologů a snahou je zohlednit koncepci času a prostoru tvůrců umění (Svoboda – Frouz – Clottes 2011, 45).

V posledních letech se vedle popisné a interpretační úrovně upřela pozornost studia pravěkých otisků ruky k odhadu biologických parametrů jejich tvůrců. Badatelé se pokusili o odhad jejich výšky postavy (Manhire 1998), věku dožití (Gunn 2006; Mackie 2015), stranové preference (Faurie – Raymond 2004; Uomini 2009) a pohlaví (Chazine – Noury 2006; Nelson – Manning – Sinclair 2006; Snow 2006; 2013; Wang et al. 2010; Mackie 2015). Vedle otisků celé ruky byly pro odhady biologických vlastností využity i otisky prstů (*fingerprints*) na pravěké keramice (Kamp et al. 1999; Kamp 2001; Králík – Novotný – Oliva 2002; Králík – Novotný 2003; 2005; Van Gelder – Sharpe 2009; Sanders 2015).

Z biologických parametrů tvůrců paleolitického umění vzbudily mezi odbornou i laickou veřejností největší ohlas odhady jejich pohlaví. Výsledky studií totiž naznačily, že významná část otisků v pravěkých jeskyních patřila ženám. Jako jedni z prvních odhadovali pohlaví z prehistorických otisků ruky Chazine a Noury (2006). Z 33 negativních otisků ruky nalezených v jeskyni Gua Marsi II na Borneu přiřadili 17 otisků (52 %) ženám a 16 otisků mužům. Ve stejné době hodnotil Snow (2006) pohlaví šesti negativních otisků z jeskyně jižní Francie a určil, že čtyři z nich patřily ženám a dva mužům. Později Snow rozšířil zkoumaný soubor o další otisky z Francie a severního Španělska na celkem 32 otisků, z nichž jich 24 přiřadil ženám (75 %) a osm mužům (Snow 2013). Snowovy závěry později potvrdili, s výjimkou dvou jedinců, Wang et al. (2010), kteří stejný soubor analyzovali pomocí speciálně vyvinutého výpočetního software k automatickému odhadu pohlaví z otisků ruky. Nedávno se pokoušeli odhadnout pohlaví tvůrců/tvůrkyň negativních otisků na stěnách jeskyně La Garma a El Castillo ve Španělsku Pettitt et al. (2014). Z celkového souboru 63 otisků mohli odhadnout pohlaví u 11 z nich. Podle metody navržené Snowem (2006) přiřadil k sedmi otiskům pohlaví ženské (64 %) a ke čtyřem mužské (Pettitt et al. 2014). Zatím poslední pokus učinila Mackie (2015), která zkoumala prehistorické otisky z amerického státu Wyoming. Pohlaví přiřadila 20 z celkového počtu 78 otisků, sedm otisků (31 %) podle ní patřilo ženám a 13 mužům.

Zjištění, že pravěké nástěnné umění mohlo být vytvářeno ženami, bylo poměrně překvapivé. Tradičně se předpokládalo, že tvůrci nástěnných maleb byli výhradně muži (Van Gelder – Sharpe 2009; Snow 2013) a tento pohled byl reprodukován v učebnicích, populárních knihách či v naučných filmech (Conkey 1997; viz obr. 2). Usuzování na klíčovou roli muže v paleolitických společnostech vycházelo z genderových stereotypů, které byly po dlouhou dobu v archeologii rozšířeny (viz Lee – DeVore eds. 1968). V posledních čtyřiceti letech, v návaznosti na druhou vlnu feminismu (Gilchrist 1999, 2–9; Soukup 2011, 585), proběhla mezi archeology kritická diskuse, jejíž snahou byla dekonstrukce genderových předsudků ve výzkumu (Gilchrist 1999, 1–18). Feministická revize zrovnoprávnila postavení ženy



Obr. 2. Tradiční představa o mužích jako autorech paleolitického nástěnného umění. Obraz Charles R. Knighta „Kromaňonšti umělci malující v jeskyni Font-de-Gaume“ z roku 1920, který je vystaven v American Museum of Natural History. Zdroj: Wikimedia Commons.

Fig. 2. Traditional notion of men as authors of Palaeolithic cave paintings. Painting by Charles R. Knight, entitled “Cro-Magnon artists painting in Font-de-Gaume” from 1920, exhibited at the American Museum of Natural History. Source: Wikimedia Commons.

jako předmětu výzkumu (Conkey – Spector 1984) a odhalila ženy jako jednotlivce ukryté v „patriarchální“ společnosti (např. Slocum 1975; Gilchrist 1999, 109–145; Sørensen 2013, 182–202). Kritické hlasy upozornily, že genderové předsudky byly způsobeny především zkrslými východisky androcentrických etnografií, na nichž archeologie budovala své analogické interpretace a současně stereotypními kulturně vázanými představami o genderu (Conkey – Spector 1984).

Studium otisků rukou, původně spíše archeologické téma, se tak prostřednictvím zájmu o kulturně specifické konstrukce genderových identit a praxí ocitlo ve sféře zájmu socio-kulturní antropologie (např. Conkey 1997). Zároveň se ale stalo i tématem biologických antropologů (např. Galeta – Bruzek – Lázníčková-Galetová 2014), z jejichž oboru vychází metodologie analýz odhadu pohlaví a dalších biologických parametrů autorů paleolitického umění. Studium otisků ruky pravěkých umělců/umělkyní, je tak další vhodnou možností pro mezioborové setkání a diskusi příbuzných oborů (viz Sosna – Sládek – Galeta 2010).

V tomto příspěvku poukážeme, že současnou úroveň mezioborové spolupráce lze v tématu odhadu pohlaví tvůrců paleolitického nástěnného umění posunout dále. Nejprve přiblížíme metodické postupy, které byly použity v dosavadních pokusech o odhad pohlaví paleolitických otisků. Dále vysvětlujeme, že v nich byly nerespektováním metodologických zásad biologické antropologie získány nespolehlivé výsledky, které byly následně

nekriticky přebrány příbuznými obory, což v důsledku vedlo až k vyvozování neopodstatněných teorií o mužských a ženských rolích v prehistorii. V příspěvku nakonec ukážeme, jak by musela vypadat korektní metodologie odhadu pohlaví tvůrců paleolitických otisků a diskutujeme, do jaké míry je prakticky využitelná.

## Metodologie odhadu pohlaví autorů paleolitického umění

Odhady pohlaví z otisků ruky vycházejí z rozdílu ve velikosti a tvaru ruky mezi muži a ženami. Muži mají v průměru větší ruce než ženy, tvarové rozdíly se projevují především odlišnostmi tzv. Manningova indexu, tj. poměru druhého prstu (ukazováčku) a čtvrtého prstu (prsteníčku) ruky (*Manning et al. 1998; Manning 2002*). U žen je Manningův index obvykle roven nebo větší než 1, zatímco u mužů bývá index menší než 1. Jinými slovy, ženy mají obvykle oba prsty stejně dlouhé, resp. druhý prst delší než čtvrtý. U mužů je tomu naopak, druhý prst je většinou kratší než čtvrtý.

Po metodické stránce je k odhadu pohlaví z rozměrů otisků nejčastěji využívána tzv. diskriminační analýza. Diskriminační analýza je mnohorozměrnou statistickou technikou, která umožňuje na základě několika spojitých proměnných (rozměrů otisků ruky) odhadnout neznámou binární proměnnou (pohlaví jedince). Aplikace diskriminační analýzy při odhadu pohlaví probíhá ve dvou na sebe navazujících fázích. V první fázi je na tzv. referenčním souboru otisků (tj. souboru otisků známého pohlaví) vytvořeno klasifikační pravidlo, které se ve druhé fázi analýzy využije k odhadu pohlaví otisků neznámého pohlaví. Klasifikační pravidlo je matematickou funkcí, do jejíž rovnice se dosazují hodnoty rozměrů konkrétního otisku. Dosazením se vypočítává tzv. klasifikační skóre, podle jehož hodnoty se odhaduje pohlaví, resp. určuje pravděpodobnost, s jakou daný otisk patří ženě, nebo muži. Celková úspěšnost metody se vyjadřuje v procentech, a to podle toho, u jak velké části otisků referenčního souboru se skutečné pohlaví shoduje s odhadem.

Příkladem může být hojně citovaná studie, ve které *Snow (2006)* odhadoval pohlaví paleolitických otisků z Francie. V první fázi vytvořil klasifikační funkci na referenčním souboru otisků ruky současných Američanů, 111 studentů Pensylvánské státní univerzity. Klasifikační funkce využily pěti rozměrů otisku ruky: celkové délky a délky otisku 2.–5. prstu ruky. V referenčním americkém souboru dosahovala klasifikační funkce uspokojivě úspěšnosti 78,8 %, a proto ji ve druhé fázi *Snow* použil k odhadu pohlaví šesti otisků neznámého pohlaví z paleolitických jeskyní Abri du Poisson, Les Combarelles, Font de Gaume a Pech-Merle. Po dosazení rozměrů paleolitických otisků do klasifikační funkce odhadl pohlaví čtyř otisků (67 %) jako ženské a dvou jako mužské (viz výše).

## Jsou dosavadní odhady pohlaví paleolitických otisků spolehlivé?

V biologické literatuře se opakovaně uvádí, že použití klasifikačních funkcí pro odhad pohlaví je omezeno jejich populační specifičností (např. *Calcagno 1981*). Klasifikační funkce lze totiž spolehlivě aplikovat pouze pro odhad pohlaví jedinců z té populace, ze které byl vybrán referenční soubor použitý pro vytvoření metody. Pokud je klasifikační pravidlo aplikováno na jinou populaci, úspěšnost odhadu pohlaví je obvykle výrazně nižší.

Populační specifičnost klasifikačních funkcí byla dokumentována v řadě studií, ve kterých se autoři zabývali odhadem pohlaví z lidského těla či kostry (*Henke 1977; Calcagno 1981; İşcan et al. 1998; Bidmos – Dayal 2004; Walrath – Turner – Bruzek. 2004; Bruzek – Murail 2006*). Např. *Bidmos a Dayal (2004)* odhadovali pomocí klasifikačních funkcí pohlaví z hlezenní kosti v souboru původních obyvatel Jihoafrické republiky a dosáhli přijatelné úspěšnosti 87 %. V souboru Jihoafričanů evropského původu ale dokázali se stejnou funkcí správně odhadnout pohlaví jen 50 % jedinců. Podobně *İşcan et al. (1998)* porovnávali úspěšnost klasifikačních funkcí vytvořených na pažní kosti v souboru Číňanů a Thajců. Funkce vytvořená na souboru Číňanů, ve kterém dosáhla 87% úspěšnosti, vykázala neuspokojivé výsledky v souboru Thajců. Zcela selhala při odhadu pohlaví thajských mužů (úspěšnost 0 %), dokázala ale přitom správně rozoznat pohlaví u všech thajských žen (úspěšnost 100 %).

Přimo na příkladu otisků ruky se populační specifičností klasifikačních funkcí zabývali *Galeta et al. (2014)*. Ve své studii aplikovali *Snowovu (2006)* klasifikační funkci odvozenou ze souboru otisků současných Američanů (viz výše) na soubor otisků současných Francouzů. Americká klasifikační funkce měla sice ve francouzském souboru celkově srovnatelnou úspěšnost (79,0 %) jako v referenčním americkém souboru (78,8 %), *Galeta et al. (2014)* ale zaznamenali velice nerovnoměrnou úspěšnost podle pohlaví. Francouzští muži byli klasifikováni s velmi nízkou úspěšností 58 %, naopak francouzské ženy s nereálně vysokou úspěšností 100 %. *Galeta et al. (2014)* argumentovali, že pokud klasifikační funkce odvozená z jedné současné populace nedokáže úspěšně rozpoznat pohlaví ani v jiné současné populaci, nelze očekávat, že bude poskytovat spolehlivé výsledky při odhadu pohlaví autorů evropského paleolitického umění. Ukázali, že dosavadní studie odhadu pohlaví autorů paleolitických otisků mají podstatný metodologický nedostatek, protože ve všech z nich byly klasifikační funkce vytvořeny na základě současných referenčních standardů a následně byly použity pro odhad pohlaví odlišné populace, tj. autorů paleolitických otisků.

## Proč jsou klasifikační funkce populačně specifické?

Populační specifičnost klasifikačních funkcí je vysvětlována mezipopulačními rozdíly ve tvaru a velikosti lidského těla a jeho částí. Velikost i tvar těla je mezi populacemi značně variabilní. Vedle genetických faktorů jsou za rozdíly zodpovědné faktory prostředí, především klima, ale i zdravotní stav či výživa během ontogeneze jedince (*Ruff 2002*). Působení klimatu je zdůrazňováno již od 19. století. Podle tzv. Bergmannova pravidla (*Bergmann 1847*) se velikost těla teplokrevných živočichů směrem k chladným klimatickým pásům zvětšuje a směrem k teplým klimatickým pásům se naopak zmenšuje. Allenovo pravidlo (*Allen 1877*) zase popisuje relativní zkracování končetin vůči trupu u teplokrevných živočichů žijících v chladných klimatických pásách v porovnání s odpovídajícími živočichy z teplých klimatických pásů. Obě pravidla jsou vlastně součástí stejné adaptivní strategie (*Ruff 2002*). V chladných oblastech je pro živočichy výhodné mít relativně k objemu těla co nejmenší povrch, aby byly umenšeny energetické ztráty. V teplých oblastech mají oproti tomu výhodu živočichové, kteří mají ke svému objemu relativně velký povrch těla, protože jim umožňuje efektivněji se zbavovat nadbytečného tělesného tepla. Změna velikosti povrchu je dosahována právě zvětšováním velikosti (objemnější těleso má relativně menší povrch než těleso menšího objemu) a zkracováním končetin (nejmenší povrch mají tělesa bez výrůstků).

Změny v délce horní končetiny nejsou zajišťovány rovnoměrnou změnou délek všech kostí končetiny. Autoři prokázali, že při zkracování horní končetiny se relativně více zkracují kosti předloktí (loketní a vřetenní kost) než pažní kost (*Trinkaus 1981; Holliday 1997; Holliday – Ruff 2001; Betti et al. 2015*). Důvodem pravděpodobně je, že distálnější části končetiny (tj. části dále od trupu) jsou náchylnější na změny teploty. Nízká teplota působí již během časného postnatálního vývoje, kdy zpomaluje růst chrupavčitého modelu, ze kterého později kost osifikuje (*Serrat 2013*). Ačkoliv by podle této logiky měly na změnu klimatu nejvíce reagovat kosti nejdistančnější části horní končetiny, tj. ruky, *Betti et al. (2015)* ukázali, že tomu tak není. Podle jejich výsledků se sice kosti ruky směrem od tropických k polárním oblastem zkracují relativně rychleji než kost pažní, ale nezkracují se rychleji než kosti předloktí. I tak je zřejmé, že mezi lidskými populacemi lze očekávat výrazné rozdíly v absolutní i relativní velikosti ruky.

Kromě mezipopulačních rozdílů ve velikosti ruky a otisků jsou dobře dokumentovány i rozdíly v jejich tvaru. *Manning et al. (2000)* srovnali poměr druhého a čtvrtého prstu (tj. Manningův index) u devíti populací Evropy, Afriky a Ameriky. Zjistili, že polští muži mají nejvíce feminizovaný index (0,994), oproti tomu muži kmene Zulu spolu s finskými muži mají index v mezipopulačním porovnání nejvíce maskulinizovaný (0,930; *Manning et al. 2000*).

Mezipopulační rozdíly způsobují, že funkce, které úspěšně klasifikují otisky určité velikosti a tvaru z jedné populace, nemohou stejně dobře klasifikovat otisky odlišné velikosti a tvaru z jiné populace. *Galeta et al. (2014)* například vysvětlili, že rozdíly v úspěšnosti americké klasifikační funkce při odhadu pohlaví francouzských otisků (viz výše) byly nejspíše způsobeny tím, že ruce Francouzů jsou průměrně menší než ruce referenčního souboru Američanů, který *Snow (2006)* použil pro vytvoření klasifikačních funkcí. Část otisků francouzských mužů, které byly velikostně srovnatelné s otisky amerických žen, tak byly americkou klasifikační funkcí chybně považovány za otisky žen, což vysvětluje nízkou, 58% úspěšnost jejich odhadu. Podobně otisky francouzských žen byly ve srovnání s otisky amerických mužů i žen natolik malé, že byly americkými standardy všechny (tj. ze 100 %) správně rozpoznány jako ženské (*Galeta – Bruzek – Lázníčková-Galetová 2014*).

## Alternativní způsob odhadu pohlaví tvůrců paleolitických otisků

V předcházejícím rozboru jsme ukázali, že pro spolehlivou klasifikaci pohlaví paleolitických otisků je nutné použít klasifikační pravidlo, které bude odvozeno z referenčního souboru paleolitických otisků známého pohlaví. Zjevným problémem ale je, že soubor otisků paleolitického stáří, u kterých známe pohlaví autorů, není dostupný. Zároveň ani nelze takový soubor získat přímým způsobem (otisknutím), protože z paleolitu se dochovaly jen kostry lidí bez měkkých tkání. Teoreticky by ale mohl být referenční soubor vytvořen nepřímým způsobem, a to s využitím paleolitických kosterních pozůstatků.

V následujícím textu popisujeme postup, jakým by měl metodologicky správný odhad pohlaví tvůrců paleolitických otisků proběhnout, a diskutujeme jeho praktickou použitelnost. Navrhovaný postup rozdělujeme do tří kroků. V prvním kroku by paleolitické otisky byly zrekonstruovány na základě kostí ruky jedinců, jejichž kostry se z paleolitu dochovaly. Ve druhém kroku by bylo na základě kostry odhadnuto pohlaví „autorů“ zrekonstruovaných otisků. Tímto způsobem by vznikl referenční soubor paleolitických otisků „známého pohlaví“.

V posledním, třetím kroku by na základě referenčního souboru rekonstruovaných paleolitických otisků „známého pohlaví“ byla vytvořena populačně specifická klasifikační funkce. Funkce by umožňovala metodologicky správný odhad pohlaví reálných otisků ze stěn paleolitických jeskyní, protože by, oproti všem dosavadním studiím, byla vytvořena na referenčním souboru ze stejné, tj. paleolitické populace.

### **Krok 1: Rekonstrukce otisků z kostí ruky**

Rekonstrukcí otisků ruky z kostí ruky se doposud nikdo nezabýval a bylo by třeba vypracovat novou metodiku. Nebylo by přitom nutné, aby byly zpětně vytvořeny celé otisky, ale jen některé rozměry otisku, např. jen délka otisku, která má z individuálních rozměrů otisku nejlepší diskriminační sílu (*Galeta – Bruzek – Lázníčková-Galetová 2014*). Při vytváření nové metodiky je výhodou, že odhad délky otisku ruky je principiálně shodný s odhadem výšky postavy živého jedince z jeho kostry, pro který lze v antropologické literatuře najít vhodné řešení. Odhad délky otisku by tedy po metodologické stránce mohl následovat odhad výšky postavy.

Metody odhadu výšky postavy jsou rozdělovány na tzv. anatomické (např. *Fully 1956; Raxter – Auerbach – Ruff 2006*) a matematické (např. *Sjøvold 2000; Ruff et al. 2012*). Anatomické metody odhadu výšky postavy živého jedince spočívají v přímém měření výšky kostry (součet výšek a délek všech kosterních elementů od lebky až po patní kost) a následné korekci na výšku měkkých tkání (především kloubních chrupavek a meziobratlových plotének). Matematické metody odhadují výšku postavy jen na základě jedné kosti skeletu, nejčastěji délky stehenní kosti, která s výškou dobře koreluje.

Nevýhodou matematických metod odhadu výšky postavy je jejich populační specifická, protože tělesné proporce (poměr délky končetin a trupu) se mezi populacemi odlišují (*Trotter – Gleser 1952; Sjøvold 1990; Holliday 1997*). V některých populacích mají jedinci při stejné výšce postavy krátké končetiny a dlouhý trup, v jiných populacích zase dlouhé končetiny a krátký trup. Z toho důvodu nelze rovnice vypracované pro jednu populaci použít pro odhad výšky postavy u populace s jinými tělesnými proporcemi. Anatomické metody oproti tomu nejsou mezipopulačními rozdíly v tělesných proporcích ovlivněny (*Raxter – Auerbach – Ruff 2006*), protože při odhadu výšky jsou započteny jak délka trupu, tak délka končetin. Jedna a táž metoda je proto použitelná pro odhad výšky postavy v mnoha populacích.

### **Odhad délky otisku ruky anatomickou metodou**

Délka otisku pomocí anatomické metody by byla odhadována z délky kostry ruky a následné korekce na šířku měkkých tkání. Metoda by byla vypracována na souboru jedinců současné populace, u kterých by byly změřeny jak délka otisku, tak rozměry kostí ruky. Metodu by bylo možné následně použít pro spolehlivý odhad délky otisku paleolitických jedinců, protože anatomické metody nejsou populačně specifické a lze je aplikovat i v populacích s odlišnými tělesnými proporcemi (viz výše).

Referenční soubor pro vytvoření metody by mohl sestávat např. jen z 50 současných mužů a 50 žen, jejichž ruce bychom otiskli na kopírce a zároveň snímkovali pomocí CT, popř. RTG. Zatímco na snímku z kopírky by byla měřena délka otisku ruky, CT či RTG snímky by sloužily k měření délek kostí ruky. CT technologie by byla vhodnější, protože



Obr. 3. RTG snímek ruky s naznačeným způsobem měření délky 2. až 5. záprstní kosti a délky celé ruky. Zdroj RTG snímku: Tomáš Kunc.

Fig. 3. X-ray of handprint, with indicated method of measuring length of second to fifth metacarpal bones and length of entire hand.



oproti RTG umožňuje přesnější a spolehlivější měření kostí při snímání objektu v nestandardizované poloze (Sabharwal – Kumar 2008). Délka kostry ruky by byla určena jako součet délek všech kostí, které se na délce ruky podílejí, konkrétně délek dvou zápěstních kostí: kosti poloměsíčitě a hlavatě, délky třetí záprstní kosti a délek třech článků třetího prstu.

Pravděpodobným problémem při praktickém použití anatomické metody v paleolitickém souboru je určení pořadí článků prstů, které je i při dobré zachovalosti kostry ruky nespolehlivé. Pořadí článků je nutné zaznamenat již při exkavaci kostry v terénu, ale ani u dnešních terénních výzkumů to není běžnou praxí. Je tedy bohužel pravděpodobné, že délka otisku ruky by se pomocí anatomické metody podařila odhadnout jen u několika málo paleolitických jedinců.

#### Odhad délky otisku ruky matematickou metodou

Délka otisku pomocí matematické metody by byla odhadována pomocí rovnic z délky některé ze záprstních kostí. Referenční soubor by, podobně jako u anatomické metody, musel pocházet ze současné populace, aby bylo možné měřit jak délky otisku (ze snímku z kopírky) tak délky záprstních kostí (z CT či RTG). Vypočítané rovnice by se následně použily pro rekonstrukci délky otisků paleolitických jedinců, u kterých se zachovaly jejich záprstní kosti.

Podmínkou přesného odhadu délky otisku by musel být silný korelační vztah mezi délkou otisku a délkou záprstních kostí. Síla tohoto vztahu zatím nebyla studována, nicméně k dispozici je předběžná studie (Mik 2014), ve které jsme ověřovali sílu vztahu mezi délkou záprstních kostí ruky a délkou ruky (nikoliv tedy otisku). Všechny rozměry jsme měřili z RTG snímků ruky, protože na nich byly měřitelné nejen rozměry záprstních kostí, ale i délka „živé“ ruky. Zkoumali jsme celkem 73 mužských a 73 ženských rentgenových snímků

ruky Čechů, které jsme získali ze tří radiologických pracovišť v Plzni. Věk snímaných mužů se pohyboval mezi 18 a 73 lety a žen mezi 18 a 79 lety. Do souboru jsme zařadili jen snímkový pacientů, u kterých nebyl zaznamenán patologický nálezu ruky.

Délku ruky (*obr. 3*) jsme měřili jako vzdálenost od středu spojnice mezi dnem vnějšího a vnitřního prohnutí zápěstí k nejbližšímu bodu na třetím prstu (prostředníčku) podle *Snowa (2013, 750)*. Délku 2.–5. záprstní kosti jsme měřili jako vzdálenost od středu baze proximální kloubní plochy k vrcholu hlavice záprstní kosti podle *Musgrave a Harneja (1978)*. Měření délek z rentgenových snímků jsme prováděli v programu ImageJ 1.48k (*Rasband 2013*) na monitoru HP L1950 s rozlišením 1280×1024 dpi.

Sílu vztahu mezi délkou záprstních kostí a délkou ruky jsme měřili pomocí korelačního koeficientu, který může dosahovat hodnot od 0 (žádný vztah) po 1 (absolutní vztah dvou proměnných). Zjistili jsme, že vztah mezi délkou záprstních kostí a délkou ruky je uspokojivě silný. Nejsilnější korelační vztah u mužů jsme našli mezi délkou ruky a délkou čtvrté záprstní kosti (koeficient 0,81) a u žen mezi délkou ruky a délkou druhé a třetí záprstní kosti (koeficient shodně 0,72).

Síla vztahu mezi délkou záprstních kostí a délkou ruky je podobná jako u metod, které se používají pro odhad jiných biologických parametrů jedince z jeho kostry. Např. při odhadu výšky postavy z dlouhých kostí končetin se korelační koeficienty pohybují mezi 0,76 a 0,94 (*Ruff et al. 2012*), případně mezi 0,58 a 0,99 (*Sjøvold 1990; 2000*). Při odhadu tělesné hmotnosti z průměru hlavice stehenní kosti dosahuje síla vztahu obou proměnných hodnot od 0,64 do 0,67 (*Ruff et al. 2012*).

V předběžné studii (*Mik 2014*) jsme rovněž vytvořili regresní rovnice, ze kterých je možné délkou ruky z délky záprstní kosti odhadnout, resp. zjistit interval, ve kterém se s 95% spolehlivostí odhadovaná délka ruky vyskytuje. Přesnost odhadu se hodnotí tzv. směrodatnou chybou odhadu (*Zar 2010*), která tvoří přibližně čtvrtinu ze šířky 95% intervalu. V našich datech jsme nejmenší chybu odhadu u mužů získali při odhadu délky ruky ze čtvrté záprstní kosti (5,85 mm) a u žen ze třetí záprstní kosti (4,92 mm). Pro srovnání přesnosti odhadu mezi různými metodami jsme chybu odhadu vyjádřili na relativní škále, a to jako procentuální část z odhadované délky. V našem souboru dosahovala relativní chyba odhadu u mužů 3,1 % z odhadované délky ruky a u žen 2,8 %.

Přesnost odhadu délky ruky je rovněž dobře srovnatelná s mezinárodně používanými odhady výšky postavy, u kterých se relativní chyba odhadu pohybuje od 1,9 % (*Ruff et al. 2012*) do 2,9 % (*Sjøvold 1990; 2000*) výšky postavy. Odhad délky ruky je dokonce přesnější než odhad tělesné hmotnosti z průměru hlavice stehenní kosti, u kterého se relativní chyba pohybuje mezi 7,8 % a 10,1 % (*Ruff et al. 2012*).

Očekávaným omezením při praktické aplikaci matematické metody je její populační specifická. Je známo, že matematické metody nelze spolehlivě použít u populací, které mají jiné tělesné proporce než referenční populace (viz výše). Spolehlivost odhadu našich regresních rovnic u jiných populací jsme sice nestudovali, hodnotili jsme ji alespoň na intra-populační úrovni. Zjistili jsme, že regresní rovnice pro muže jsou málo spolehlivé u žen a naopak, protože muži mají při stejné délce ruky absolutně kratší záprstní kosti. Bylo by tedy nutné vytvořit regresní rovnice pro muže a rovnice pro ženy. Do jaké míry by tyto metody byly populačně specifické, zbývá ověřit. Poté by bylo jasnější, zda regresní rovnice vytvořené pro současnou českou populaci mohou spolehlivě odhadovat délku otisků také v paleolitickém souboru.

## Krok 2: Odhad pohlaví rekonstruovaných otisků z kostry

Po odhadu délky „rekonstruovaných“ paleolitických otisků náš navrhovaný postup pokračuje odhadem pohlaví z koster jejich „autorů“. Odhad pohlaví, pokud je prováděn na základě morfoskopie pánevní kosti, má vysokou úspěšnost (vyšší než 95 %) a je populačně nespecifický (Bruzek 2002), tj. stejnou metodu lze použít napříč populacemi. Vysoká úspěšnost a populační nespecifičnost metod odhadu pohlaví podle pánevní kosti vychází z toho, že pánevní kost jako jediná část kostry vykazuje nejen velikostní, ale i funkční pohlavní dimorfismus, který je mezi lidskými populacemi stálý, protože pouze ženy rodí děti. Úroveň pohlavního dimorfismu je navíc v mladším paleolitu vysoká (Ruff 1987), tj. rozdíl mezi kostrami mužů a žen je zřetelný, což umožňuje správný odhad pohlaví u většiny jedinců. Z tohoto důvodu by soubor „rekonstruovaných“ otisků mohl být považován za referenční soubor „známého pohlaví“, i když skutečné pohlaví paleolitických jedinců neznáme. Obdobným způsobem vytvářeli „referenční soubor“ známého pohlaví i jiní autoři při odhadu jiných biologických parametrů (Murail – Bruzek – Braga 1999; Ruff et al. 2012).

## Krok 3: Vytvoření populačně specifických klasifikačních funkcí a odhad pohlaví otisků ze stěn paleolitických jeskyní

Populačně specifické klasifikační funkce je nutné vytvořit na souboru „rekonstruovaných“ paleolitických otisků „známého pohlaví“ a poté by mohly být použity pro spolehlivý odhad pohlaví otisků neznámého pohlaví nalezených na stěnách jeskyní.

Praktickým problémem při vytváření klasifikačních funkcí by nejspíše byla malá velikost referenčního souboru, protože dostatečně velký soubor je jedním z předpokladů diskriminační analýzy. Na základě empirických zjištění se obvykle vyžaduje (Tabachnick – Fidell 2013), aby počet jedinců nejmenší referenční skupiny (zde mužů nebo žen) byl výrazně větší než počet prediktorů v analýze (zde počet použitých rozměrů otisků ruky). U analýzy malých souborů mohou klasifikační funkce místo skutečných rozdílů mezi muži a ženami popisovat náhodnou variabilitu v souboru.

V navrhovaném postupu by diskriminační analýza vycházela jen z jednoho prediktoru (délky otisku ruky), proto by mohl postačovat i poměrně malý referenční soubor 10–15 jedinců každého pohlaví. Vliv malého souboru na výsledky diskriminační analýzy by bylo možné dále omezit použitím některých statistických technik (souhrnně např. Galeta – Bruzek – Lázníčková-Galetová 2014).

Velikost referenčního souboru paleolitického stáří by ale velmi pravděpodobně nedosahovala ani zmíněného minima 10–15 jedinců od obou pohlaví. Počet všech paleolitických koster z celé Evropy je nízký, v dosavadních studiích mohli autoři použít jen jedné či dvou desítek paleolitických jedinců. Např. Holt (2003) ve své analýze změn mobility studovala kostry 11 mužů a 5 žen ze starší fáze mladého paleolitu a 14 mužů a 7 žen z pozdní fáze mladého paleolitu Evropy. Formicola (1983) při studiu změn výšky postavy mohl použít kostry 20 mužů a 10 žen ze starší fáze mladého paleolitu a kostry 21 mužů a 15 žen z pozdní fáze mladého paleolitu Evropy. Reálná velikost souboru by ale v naší analýze byla ještě nižší. Do referenčního souboru by totiž mohli být zařazeni jen jedinci, kteří by měli dobře zachovalou pánevní kost a zároveň i většinu kostí ruky (v případě použití anatomické metody), nebo alespoň jednu ze záprstních kostí (v případě použití matematické metody). Jak pánevní kost, tak kosti ruky ale mají ze všech kostí skeletu jednu z nejnižších zachovalostí (Mays 2010).

## Závěr

Autoři všech dosavadních studií zabývajících se odhadem pohlaví z otisků rukou paleolitických umělců (*Chazine – Noury 2006; Snow 2006; 2013; Wang et al. 2010; Pettitt et al. 2014; Mackie 2015*) použili metodologicky nevhodné postupy, když pohlaví autorů paleolitických otisků klasifikovali na základě referenčních standardů současných populací. Klasifikační nástroje jsou vlivem mezipopulačních rozdílů ve tvaru a velikosti těla populačně specifické a nelze je používat v jiné populaci, než pro kterou byly odvozeny. Závěry dosavadních studií, podle kterých patří většina paleolitických otisků ženám, jsou proto zpochybnitelné a jako takové nemohou být podkladem k mezioborovému studiu paleolitického nástěnného umění.

Metodologicky vhodnější metody odhadu pohlaví autorů paleolitických otisků vyžadují, aby klasifikační nástroje byly vytvořeny z referenčního souboru nikoliv současných, ale paleolitických otisků známého pohlaví. Protože takový soubor není ze zřejmých důvodů přímo dostupný, předložili jsme k diskusi postup, jak referenční soubor paleolitických otisků získat nepřímým způsobem. Navrhli jsme, aby paleolitické otisky byly rekonstruovány z kostí ruky paleolitického stáří (anatomickou nebo matematickou metodou) a pohlaví jejich „tvůrců“ bylo odhadnuto z pánevní kosti. Z referenčního souboru rekonstruovaných otisků by mohly být vypočítány klasifikační funkce, které by umožnily spolehlivě odhadnout pohlaví reálných otisků ze stěn paleolitických jeskyní. Ačkoliv je uvedený postup teoreticky uskutečnitelný, problémem je jeho praktická proveditelnost. Referenční soubor by pravděpodobně nebyl dostatečně velký, protože počet paleolitických koster se zachovalou kostrou ruky a pánevní kostí je v současnosti velmi nízký.

Domníváme se proto, že v tuto chvíli nelze pohlaví tvůrců paleolitického umění spolehlivě odhadnout. Soudíme ale, že ani tato skutečnost nezakládá důvod, aby mezioborová diskuse o pohlaví tvůrců paleolitického nástěnného umění vycházela sice z prakticky uskutečnitelných, ale metodologicky nevhodných postupů, které poskytují výsledky bez možnosti určit jejich spolehlivost.

*Autoři děkují Jaroslavu Brůžkovi za podnět ke studiu pohlaví tvůrců paleolitického nástěnného umění a čtené diskuse k tématu a Tomáši Kuncovi a Hynku Mírkovi za zpřístupnění RTG snímků ruky radiologického pracoviště zdravotnického zařízení Plzeň – Doubravka, s. r. o., resp. na radiologickém pracovišti Fakultní nemocnice v Plzni.*

*Výzkum byl podpořen projektem SGS-2015–043 Grantové agentury Západočeské univerzity v Plzni.*

## Literatura

- Allen, J. A. 1877: The influence of physical conditions in the genesis of species. Radical Review 1, 108–140.*  
*Aubert, M. – Brumm, A. – Ramlil, M. – Suićkna, T. – Saptomo, E. W. – Hakim, B. – Morwood, M. J. – van den Bergh, G. D. – Kinsley, L – Dosseto, A. 2014: Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia. Nature 514 (7521), 223–227.*  
*Aubert, M. – O'Connor, S. – McCulloch, M. – Mortimer, G. – Watchman, A. – Richer-LaFlèche, M. 2007: Uranium-series dating rock art in East Timor. Journal of Archaeological Science 34, 991–996.*  
*Bergmann, C. 1847: Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien 3, 595–708.*  
*Betti, L. – Lycett, S. J. – von Cramon-Taubadel, N. – Pearson, O. M. 2015: Are human hands and feet affected by climate? A test of Allen's rule. American Journal of Physical Anthropology 158, 132–140.*

- Bidmos, M. A. – Dayal, M. R. 2004:* Further evidence to show population specificity of discriminant function equations for sex determination using the talus of South African blacks. *Journal of Forensic Sciences* 49, 1165–1170.
- Binford, L. R. 1967:* Smudge pits and hide smoking: the use of analogy in archaeological reasoning. *American Antiquity* 32, 1–12.
- Brahic, C. 2014:* Oldest hand stencil found in Indonesia. *New Scientist* 224 (2990), 10.
- Breuil, H. 1952:* Four hundred centuries of cave art. Montignac: Centre d'Études et de Documentation Préhistoriques.
- Bruzek, J. 2002:* A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology* 117, 157–168.
- Bruzek, J. – Murail, P. 2006:* Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. In: A. Schmitt – E. Cunha – J. Pinheiro eds., *Forensic anthropology and medicine*, Totowa, New Jersey: Humana Press, 225–242.
- Calcagno, J. M. 1981:* On the applicability of sexing human skeletal material by discriminant function analysis. *Journal of Human Evolution* 10, 189–198.
- Conkey, M. W. 1997:* Mobilizing ideologies: „Paleolithic art“, gender trouble and thinking about alternatives. In: L. D. Hager ed., *Women in human evolution*, London and New York: Routledge, 172–207.
- Conkey, M. W. – Spector, J. D. 1984:* Archaeology and the study of gender. *Advances in Archaeological Method and Theory* 7, 1–38.
- Cruz Berrocal, M. 2011:* Analogical evidence and shamanism in archaeological interpretation: South African and European Palaeolithic rock art. *Norwegian Archaeological Review* 44, 1–20.
- David, B. – Geneste, J.-M. – Petchey, F. – Delannoy, J.-J. – Barker, B. – Eccleston, M. 2013:* How old are Australia's pictographs? A review of rock art dating. *Journal of Archaeological Science* 40, 3–10.
- Ellis, F. H. – Hammack, L. 1968:* The inner sanctum of Feather Cave, a Mogollon Sun and earth shrine linking Mexico and the Southwest. *American Antiquity* 33, 25–44.
- Faurie, C. – Raymond, M. 2004:* Handedness frequency over more than ten thousand years. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 271. Supplementum 3, 43–45.
- Fornicolla, V. 1983:* Stature in Italian prehistoric samples with particular reference to methodological problems. *Homo* 34, 33–47.
- Fully, G. 1956:* Une nouvelle méthode de détermination de la taille. *Annales de Médecine Légale* 36, 266–273.
- Galet, P. – Bruzek, J. – Lázníčková-Galetová, M. 2014:* Is sex estimation from handprints in prehistoric cave art reliable? A view from biological and forensic anthropology. *Journal of Archaeological Science* 45, 141–149.
- García-Diez, M. – Garrido, D. – Hoffmann, D. – Pettitt, P. – Pike, A. – Zilhão, J. 2015:* The chronology of hand stencils in European Palaeolithic rock art: implications of new U-series results from El Castillo Cave (Cantabria, Spain). *Journal of Anthropological Sciences* 93, 1–18.
- Gardin, C. J. 1988:* Caracterización de las tendencias estilísticas del arte rupestre de la Patagonia (Provincias de Río Negro, Chubut y Santa Cruz, República Argentina). *Boletín de la SIARB N° 2*, 54–67.
- Gilchrist, R. 1999:* Gender and archaeology: Contesting the past. London and New York: Routledge.
- Gunn, R. G. 2006:* Hand sizes in rock art: interpreting the measurements of hand stencils and prints. *Rock Art Research* 23, 1–16.
- Guthrie, R. D. 2005:* *The nature of Paleolithic art*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hays-Gilpin, K. 2004:* *Ambiguous images: Gender and rock art*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Henke, W. 1977:* On the method of discriminant function analysis for sex determination of the skull. *Journal of Human Evolution* 6, 95–100.
- Hodder, I. 1982:* *Symbols in action: ethnoarchaeological studies of material culture*. Cambridge University Press.
- Holliday, T. W. 1997:* Body proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins. *Journal of Human Evolution* 32, 423–447.
- Holliday, T. W. – Ruff, C. B. 2001:* Relative variation in human proximal and distal limb segment lengths. *American Journal of Physical Anthropology* 116, 26–33.
- Holt, B. M. 2003:* Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: Evidence from the lower limb. *American Journal of Physical Anthropology* 122, 200–215.
- Chazine, J.-M. – Noury, A. 2006:* Sexual determination of hand stencils on the main panel of the Gua Masri II cave (East-Kalimantan/Borneo–Indonesia). *International Newsletter On Rock Art* 44, 21–25.

- Insoll, T. ed. 2011: The Oxford handbook of the archaeology of ritual and religion. Oxford: Oxford University Press.*
- İşcan, M. Y. – Loth, S. R. – King, C. A. – Shihai, D. – Yoshino, M. 1998: Sexual dimorphism in the humerus: A comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. Forensic Science International 98, 17–29.*
- Jelínek, J. – Tůma, M. 2010: Sahara. České Budějovice: Foto Mida.*
- Kamp, K. A. 2001: Prehistoric children working and playing: a southwestern case study in learning ceramics. Journal of Anthropological Research 57, 427–450.*
- Kamp, K. A. – Timmerman, N. – Lind, G. – Graybill, J. – Natowsky, I. 1999: Discovering childhood: using fingerprints to find children in the archaeological record. American Antiquity 64, 309–315.*
- Králík, M. – Novotný, V. 2003: Epidermal ridge breadth: an indicator of age and sex in paleodermatoglyphics. Variability and Evolution 11, 5–30.*
- 2005: Dermatoglyphics of ancient ceramics. In: J. A. Svoboda ed., Pavlov I Southeast: A Window Into the Gravettian Lifestyles, Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, 449–497.
- Králík, M. – Novotný, V. – Oliva, M. 2002: Fingerprint on the venus of Dolní Vestonice I. Anthropologie 40, 107–113.*
- Layton, R. 1992: Australian rock art: A new synthesis. Cambridge: Cambridge University Press.*
- 2000: Shamanism, totemism and rock art: Les chamanes de la Préhistoire in the context of rock art research. Cambridge Archaeological Journal 10, 169–186.
- Lee, R. B. – DeVore, I. eds. 1968: Man the hunter. Chicago: Aldine Publishing Company.*
- Lewis-Williams, J. D. 1998: Quanto?: The issue of „Many Meanings“ in Southern African San rock art research. The South African Archaeological Bulletin 53 (168), 86–97.*
- 2004: The mind in the cave: Consciousness and the origins of art. London: Thames & Hudson.
- 2007: Mysl v jeskyni: vědomí a původ umění. Praha: Academia.
- Lewis-Williams, J. D. – Dowson, T. A. 1983: Images of power: understanding Bushman rock art. Johannesburg: Southern Book Publishers.*
- Mackie, M. E. 2015: Estimating age and sex: Paleodemographic identification using rock art hand sprays, an application in Johnson County, Wyoming. Journal of Archaeological Science: Reports 3, 333–341.*
- Manhire, A. 1998: The role of hand prints in the rock art of the South-Western Cape. The South African Archaeological Bulletin 53 (168), 98.*
- Manning, J. T. 2002: Digit ratio: A pointer to fertility, behavior, and health. New Brunswick: Rutgers University Press.*
- Manning, J. T. – Barley, L. – Walton, J. – Lewis-Jones, D. I. – Trivers, R. L. – Singh, D. – Thornhill, R. – Rohde, P. – Bereczkei, T. – Henzi, P. – Soler, M. – Szwed, A. 2000: The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success: evidence for sexually antagonistic genes?. Evolution and Human Behavior 21/3, 163–183.*
- Manning, J. T. – Scutt, D. – Wilson, J. – Lewis-Jones, D. I. 1998: The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. Human reproduction 13, 3000–3004.*
- Mays, S. 2010: The archaeology of human bones. Abingdon: Routledge/Taylor & Francis Group.*
- McDonald, J. 2006: Rock-art. In: J. Balme – A. Paterson eds., Archaeology in practice: A student guide to archaeological analyses, Lewiston: Wiley, 59–96.*
- Mik, P. 2014: Vztah délky ruky a kostí ruky: využití v odhadu pohlaví z otisků ruky u paleolitických umělců. Ms. diplom. práce, Západočeská univerzita, Plzeň.*
- 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.*
- Musgrave, J. H. – Hameja, N. K. 1978: The estimation of adult stature from metacarpal bone length. American Journal of Physical Anthropology 48, 113–119.*
- Nelson, E. C. – Manning, J. T. – Sinclair, A. G. M. 2006: Using the length of the 2nd to 4th digit ratio (2D:4D) to sex cave art hand stencils: factors to consider. Before Farming 1, 5–11.*
- Oliva, M. 2005: Civilizace moravského paleolitu a mezolitu. Katalog k expozici v Pavilonu Anthropos. Brno: Moravské zemské muzeum.*
- Pettitt, P. – Castillejo, A. M. – Arias, P. – Peredo, R. O. – Harrison, R. 2014: New views on old hands: the context of stencils in El Castillo and La Garma caves (Cantabria, Spain). Antiquity 88 (339), 47–63.*
- Pike, A. W. G. – Hoffmann, D. L. – Garcia-Diez, M. – Pettitt, P. B. – Alcolea, J. – Balbín, R. D. – González-Sainz, C. – Heras, C. de las – Lasheras, J. A. – Montes, R. – Zilhão, J. 2012: U-series dating of Paleolithic art in 11 caves in Spain. Science 336 (6087), 1409–1413.*

- Rasband, W. 2013:* Image] (verze 1.48k) [software]. Bethesda, Maryland: U. S. National Institutes of Health.
- Raxter, M. H. – Auerbach, B. M. – Ruff, C. B. 2006:* Revision of the Fully technique for estimating statures. *American Journal of Physical Anthropology* 130, 374–384.
- Reinach, S. 1903:* L'Art et la Magie: à propos des peintures et des gravures de l'âge du renne. *L'Anthropologie* 14, 257–266.
- Ruff, C. B. 1987:* Sexual dimorphism in human lower limb bone structure: relationship to subsistence strategy and sexual division of labor. *Journal of Human Evolution* 16, 391–416.
- 2002: Variation in human body size and shape. *Annual Review of Anthropology* 31, 211–232.
- Ruff, C. B. – Holt, B. M. – Niskanen, M. – Sládek, V. – Berner, M. – Garofalo, E. – Garvin, H. M. – Hora, M. – Maijanen, H. – Niinimäki, S. – Salo, K. – Schuplerová, E. – Tompkins, D. 2012:* Stature and body mass estimation from skeletal remains in the European Holocene. *American Journal of Physical Anthropology* 148, 601–617.
- Sabharwal, S. – Kumar, A. 2008:* Methods for assessing leg length discrepancy. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 466, 2910–2922.
- Sanders, A. 2015:* Fingerprints, sex, state, and the organization of the Tell Leilan ceramic industry. *Journal of Archaeological Science* 57, 223–238.
- Serrat, M. A. 2013:* Allen's Rule revisited: Temperature influences bone elongation during a critical period of postnatal development. *The Anatomical Record* 296, 1534–1545.
- Sjøvold, T. 1990:* Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. *Human Evolution* 5, 431–447.
- 2000: Anthropology. Stature estimation from the skeleton. In: J. A. Siegel ed., *Encyclopedia of forensic sciences*, Oxford: Elsevier, 276–284.
- Slocum, S. 1975:* Woman the gatherer: male bias in anthropology. In: R. R. Reiter ed., *Toward an anthropology of women*, New York and London: Monthly Review Press, 36–50.
- Snow, D. R. 2006:* Sexual dimorphism in Upper Palaeolithic hand stencils. *Antiquity* 80, 390–404.
- 2013: Sexual dimorphism in European Upper Paleolithic cave art. *American Antiquity* 78, 746–761.
- Sørensen, M. L. S. 2013:* Gender archaeology. Cambridge: Polity Press.
- Sosna, D. – Sládek, V. – Galeta, P. 2010:* Investigating mortuary sites: the search for synergy. *Anthropologie* 48, 33–40.
- Soukup, V. 2011:* Antropologie: teorie člověka a kultury. Praha: Portál.
- Svoboda, J. A. – Frouz, M. – Clottes, J. 2011:* Počátky umění. Praha: Academia.
- Tabachnick, B. G. – Fidell, L. S. 2013:* Using multivariate statistics. Boston: Pearson.
- Trezise, P. 1968:* Aboriginal cave paintings: sorcery versus Snider rifles. *Journal of the Royal Historical Society of Queensland* 8, 546–551.
- Trinkaus, E. 1981:* Neanderthal limb proportions and cold adaptation. In: C. B. Stringer ed., *Aspects of human evolution*, London: Tylor and Francis, 187–224.
- Trotter, M. – Gleser, G. C. 1952:* Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology* 10, 463–514.
- Uomini, N. T. 2009:* The prehistory of handedness: Archaeological data and comparative ethology. *Paleoanthropology Meets Primatology* 57, 411–419.
- Valoch, K. – Lázničková-Galetová, M. edd. 2009:* Nejstarší umění střední Evropy: první mezinárodní výstava originálů paleolitického umění. Brno: Moravské zemské muzeum.
- Van Gelder, L. – Sharpe, K. 2009:* Women and girls as Upper Palaeolithic cave 'artists': Deciphering the sexes of finger fluters in Rouffignac Cave. *Oxford Journal of Archaeology* 28, 323–333.
- Wallis, R. J. 2002:* The bwili or 'flying tricksters' of Malakula: a critical discussion of recent debates on rock art, ethnography and shamanisms. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 8, 735–760.
- Walrath, D. E. – Turner, P. – Bruzek, J. 2004:* Reliability test of the visual assessment of cranial traits for sex determination. *American Journal of Physical Anthropology* 125, 132–137.
- Wang, J. Z. – Ge, W. – Snow, D. R. – Mitra, P. – Giles, C. L. 2010:* Determining the sexual identities of prehistoric cave artists using digitized handprints: a machine learning approach. In: *Proceedings of the international conference on Multimedia*, New York: ACM, 1325–1332.
- Whitley, D. S. 2011:* Rock, art, religion and ritual. In: T. Insoll ed., *The Oxford handbook of the archaeology of ritual and religion*, Oxford: Oxford University Press, 307–326.
- Zar, J. H. 2010:* Biostatistical analysis. Upper Saddle River: Prentice-Hall/Pearson.

## An evaluation of the possibilities to estimate the sex of authors of Palaeolithic parietal art from handprints

Handprints and hand stencils of the Palaeolithic hunters and gatherers constitute an important part of Palaeolithic parietal art. Archaeologists were originally concerned with the description and classification of the handprints. Then, they turned their attention to interpretative level. Handprints were understood in the context of other elements of Palaeolithic art and were viewed as evidence of symbolic thinking of Palaeolithic foragers. There were also attempts to deduce social organisation or even information about social life and gender roles. Recently, increasing attention has been paid to the estimation of biological characteristic of the authors of parietal art from their handprints. According to these studies, the authors of handprints, which were left in Palaeolithic caves, were mainly women. These findings were, however, surprising because according to widespread gender stereotypes Palaeolithic art was supposed to be produced by men, who presumably played the central role in Palaeolithic societies.

The estimation of sex from handprints is based on size and shape differences of hands between men and women. On the statistical level, sex estimation is based on discriminant function analysis that, using a reference sample of handprints with known sex, provide the classification rules that permit to estimate sex of handprints of unknown origin. In this article, we argue that results of most of the recent studies concerning the sex estimation of Palaeolithic handprints are methodologically flawed because they overlook population specificity of classification rules. In these studies, sex of Palaeolithic handprints was estimated using the classification functions derived from recent populations. According to the dominant view in biological anthropology, however, classification functions do not perform reliably when used in populations different from those from which they were derived. Population specificity of classification tools is explained by the population differences in size and shape that vary in time and space as a result of changing environmental and genetic factors.

We claim that the sex estimation of Palaeolithic handprints must be based on classification functions derived from the reference sample of Palaeolithic handprints of known sex. Since it is virtually impossible to directly obtain such a reference sample, we propose an indirect three-step procedure that uses Palaeolithic skeletal remains.

In the first step, Palaeolithic handprints would be reconstructed from hand bones of Palaeolithic skeletons. In the second step, the sex of “authors” of these reconstructed handprints would be estimated from pelvic bones of the same individuals. In this way, the “reference sample” of Palaeolithic handprints of known sex would be obtained. In the third step, population specific classification functions would be produced from the “reference sample” and used for sex estimation of real handprints from Palaeolithic caves. Although such a procedure is methodologically correct, there are serious limitations with its application. Given the small amount of well-preserved Palaeolithic skeletons, the reference sample would be likely too small to allow calculation of classification functions. Hence, the sex of Palaeolithic handprint cannot be in our view accurately estimated at this moment. Although our study does not provide a straightforward solution of the issue we believe that the debate on gender relations in the Palaeolithic should not be based on questionable results that were recently published in the literature.

English by the *authors* and *Zuzana Maritzová*

*PATRIK MIK, Katedra antropologie, Fakulta filozofická, Západočeská univerzita v Plzni, Sedláčkova 15, CZ-306 14 Plzeň; patasovic@gmail.com*

*DANIEL SOSNA, Katedra antropologie, Fakulta filozofická, Západočeská univerzita v Plzni, Sedláčkova 15, CZ-306 14 Plzeň; dsosna@ksa.zcu.cz*

*PATRIK GALETA, Katedra antropologie, Fakulta filozofická, Západočeská univerzita v Plzni, Sedláčkova 15, CZ 306 14 Plzeň; galeta@ksa.zcu.cz*