

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Bakalářská práce

**Otisky rukou v prehistorickém nástěnném
umění a jejich využitelnost při odhadu pohlaví**

Karolína Svěcená

Plzeň 2015

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologie

Studijní program Antropologie

Studijní obor Sociální a kulturní antropologie

Bakalářská práce

**Otisky rukou v prehistorickém nástěnném
umění a jejich využitelnost při odhadu pohlaví**

Karolína Svěcená

Vedoucí práce:

Mgr. Patrik Galeta, Ph.D.

Katedra sociální a kulturní antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2015

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen
uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, červen 2015

.....

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Mgr. Patriku Galetovi, Ph.D. za věcné připomínky, rady a trpělivost.

Obsah

1	ÚVOD	7
2	CÍLE PRÁCE	9
3	ANATOMIE RUKY	10
	3.1 Ontogenetický vývoj	11
4	POHLAVNÍ DIMORFIZMUS RUKY	13
	4.1 Poměr 2D/4D	13
5	PALEOLITICKÉ NÁSTĚNNÉ UMĚNÍ	16
	5.1 Otisky rukou	17
	5.1.1 Evropa	18
	5.1.1.1 Francie	19
	5.1.1.2 Španělsko	20
	5.1.2 Asie	21
	5.1.2.1 Borneo/Kalimantan	21
	5.1.2.2 Indonésie	22
	5.1.3 Austrálie	23
6	OTÁZKA POHLAVÍ TVŮRCŮ OTISKŮ	24
	6.1 Genetická homogenita	25
	6.2 Analýza umístění otisků	25
	6.3 Otázka věku a participace dětí	26
7	FOREZNÍ STANDARDY	27

7.1 Měření délky a šířky ruky.....	28
7.2 Užití 2D/4D poměru	29
7.3 Odhad výšky postavy	30
8 METODY ODHADU POHLAVÍ PALEOLITICKÝCH UMĚLCŮ .	32
8.1 Kalimain	33
8.2 Měření na základě délky a velikosti ruky	34
8.3 Automatický klasifikační systém	36
8.4 Diskriminační analýza.....	37
9 DISKUZE	40
10 ZÁVĚR	44
11 RESUMÉ	45
12 SEZNAM PŘILOŽENÝCH OBRÁZKŮ.....	46
13 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ.....	47

1 ÚVOD

V recentní literatuře se mnozí badatelé zaměřili na otázku možnosti odhadu pohlaví paleolitického člověka podle jeho otisků (*handprints*) a stop (*stencils*) rukou na stěnách jeskyní. Stopy a otisky rukou se objevují v jeskyních na všech obydlených kontinentech, ovšem zájem vědců se soustředí především na Španělsko a Francii, kde umělecké projevy patří mezi nejstarší. Rozdíl mezi otiskem (*handprint*) a stopou (*stencil*) je v jejich provedení. První jmenovaný vzniká namočením palmy ruky do barviva a následným obtiskem na stěnu a vzniká tak pozitivní otisk, zatímco druhý přiložením suché ruky na stěnu a následné aplikace barvy okolo ní. Vzniká tak otisk negativní (Snow, 2006).

Mnoho studií předpokládá, že tvůrci paleolitického umění byli muži a chlapci (Canby, 1961, Prideaux, 1973, Moser, 1998). Snow ale tyto předpoklady zpochybňuje. Odvolává se výzkum Manninga, podle kterého jsou ruce jsou pohlavně dimorfní (Manning et al., 1998). Uvádí, že již v prenatalním vývoji ovlivňují pohlavní diferenciaci rukou hormony estrogen a testosteron. Na základě tohoto argumentu přišel s metodou odhadu pohlavní podle měření a poměrů ukazováčku a prsteníčku (2D/4D). Podle 2D/4D poměru byl vytvořen speciální program, který na základě otisků a stop čte velikost a morfologii ruky, z čehož se pak odhaduje pohlaví (Kalimain ©Noury 2005).

Snow však není první, kdo se tímto zabývá problematikou odhadu pohlaví podle otisku ruky. Již v 90. letech 20. století se Hennenberg a Mathers (1994) snažili určit pohlaví podle otisků u Khoisanské populace. Dalším výrazným pokusem je Guthrieho studie, kdy na základě vlastního výzkumu přisoudil 39 z 201 zkoumaných otisků ženám (Guthrie, 2005). Jako pokus o automatickou klasifikaci lze označit Wangovo automatický klasifikační systém (2010), který na základě morfologie ruky z otisku vytvoří její pravděpodobný digitální obraz.

Přestože pro předky Evropanů nejsou stanoveny žádné forenzní standardy, podle Snowa je evropská populace od svrchního paleolitu

homogenní. Tudiž je teoreticky možné porovnat archeologické záznamy s moderními bez obavy z chybného odhadu (Snow, 2006). To však ve své studii zpochybňuje Galeta (2014), který říká, že z důvodu velké nespolehlivosti je nutné se vyhnout porovnání paleolitických dat s morfometrickými daty moderních populací (Galeta et al., 2014). Na problematiku srovnání dat mezi populacemi upozorňují také Chazine a Noury (2006). Mezipohlavní rozdíly na ruce jsou mezi populacemi velmi odlišné a tak nelze měření provedené na jedné populaci generalizovat pro celý svět (Chazine&Noury, 2006; Galeta et al., 2014).

V opozici k popularitě určení pohlaví z historických otisků a stop, byly v rámci forenzní a biologické antropologie podniknuty pokusy o určení standardů pro vybrané moderní populace. Na základě přímých rozměrů máme standardní hodnoty pro určení pohlaví dospělé populace v Indii (Krishan et al., 2013), u Indo-Mauritské populace (Jowaheer & Agnihotri, 2011), Horních Egyptanů (Aboul-Hagag et al., 2011) a západních Australanů (Ishak et al., 2012). Dalším možným využitím otisku a rozměrů ruky je odhad výšky postavy, využívaný především v kriminologické praxi. Tato možnost je zkoumána společně s otisky a rozměry nohou a je považována za velmi spolehlivou (Agnihotri et al., 2008) (Habib & Kamal, 2010; Jowaheer & Agnihotri, 2011).

Výzkumy na toto téma jsou prováděny z různých důvodů. Někteří se domnívají, že určení pohlaví paleolitických umělců nám pomůže nahlédnout do jejich sociálního života, různé velikosti otisků svádějí např. k teoriím "rodinné" participace (Flood, 1987). Jiné zajímá, zda je účast obou pohlaví na tvorbě jeskynního umění znakem silnějšího a trvalejšího párování a zda to přineslo výhody oproti neandertálcům (Wang et al., 2010).

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je podat ucelený obraz o problematice odhadu pohlaví podle otisků ruky v prehistorickém nástěnném umění a zhodnotit spolehlivost a využitelnost metod předložených v případových studiích. Zhodnocení problematiky zahrnuje také forenzní studie, pokoušející se určit standardy pro současné populace a otázku srovnatelnosti a aplikovatelnosti na paleolitická data.

3 ANATOMIE RUKY

Kostra ruky (*ossa manus*) je složena z 29 kostí a můžeme ji rozdělit na kosti zápěstní (*ossa carpi*), kosti záprstní (*ossa metacarpi*), články prstů (*ossa digitorum* čili *phalanges*) a sezamské kůstky (*ossa sesamoidea*) (Čihák, 2001).

Kosti zápěstní, formující zápěstí, jsou poskládány do dvou řad po 4 kostech a tvoří dva příčné oblouky vyklenuté do hřbetu ruky (Borovanský 1992). Proximální řada od palce začíná kostí loďkovitou (*os scaphoideum*) a pokračuje kostí poloměsíčitou (*os lunatum*), kostí trojhrannou (*os triquetrum*) a končí kostí hráškovou (*os pisiforme*). V distální řadě ve stejném směru počítání najdeme kost trapézovou (*os trapezium*), kost trapézovitou (*os trapezoideum*), kost hlavatou (*os capitatum*) a kost hákovitou (*os hamatum*) (Čihák, 2001).

Na zápěstí (*carpus*) navazuje v distálním směru 5 kostí záprstních (*ossa metacarpalia*). Každý metacarp má 3 hlavní části: širší proximální úsek (*basis*), střední úsek (*corpus*) a hlavici na distálním konci (*caput*). Hlavice kosti je pak kloubem spojena s prvními články prstů (*ossa digitorum*). Každý článek pak dělíme na: proximální bazi (*basis phalangis*), tělo (*corpus phalangis*) a distální hlavici (*caput phalangis*). Sezamské kůstky (*ossa sesamoidea*) jsou dvě drobné kůstky konstantně při metakarpofalangových kloubech, v místech, kde se upínají šlachy svalů. Mimořádně je také můžeme najít i u jiných prstů, nejčastěji u 2 a 5. falangu (Borovanský 1992).

Oproti jiným kostem jsou *ossa carpi* a *ossa metacarpi* pouze monoepifýzové. Falangy mají epifýzu na proximální konci, II.-V. metacarp na distálním a palcový metacarp opět na konci proximálním. Některá zvířata toto mohou mít opačně nebo dokonce epifýzu na obou koncích kostí. U lidí na jednom konci vymizela z důvodu absence vhodných podmínek (Borovanský 1992).

Svaly ruky doplňují funkce svalů předloktí a tak dorsální strana ruky nemá žádné vlastní svaly. Na palmární straně vytvářejí vlastní charakteristické skupiny krátkých svalů částečně se podílejících na reliéfu dlaně a mající na starost jemnou motoriku ruky a opozici palce (Čihák, 2001). Tyto skupiny můžeme rozdělit topograficky a funkčně na: svaly thenaru (skupina palcová: *m. abductor pollicis brevis*, *m. flexor pollicis brevis*, *m. opponens pollicis* a *m. adductor pollicis*), svaly hypothenaru (skupina malíková: *m. palmaris brevis*, *m. abductor digiti minimi*, *m. flexor digiti minimi brevis* a *m. opponens digiti minimi*) a svaly středního prostoru dlaně (*musculi lumbricales* a *musculi interossei*) (Borovanský 1992). Přes svaly thenaru a hypothenaru je natažena tzv. dlaňová aponeuróza (*aponeurosis palmaris*) chránící šlachy flexorů, šlachové pochvy, cévy a nervy v dlani před stlačením (Borovanský 1992).

Hlavní nervy inervující tento celek jsou: mediánní, ulnární a radiální. Všechny tři pak ovlivňují pohyb celého zápěstí, prstů a palce (American Society for Surgery of the Hand, 1990). To vše je ještě doplněno dalšími nervy, šlachami, cévami a dalšími tkáněmi (Čihák, 2001).

3.1 Ontogenetický vývoj

Prenatální vývoj horních končetin začíná již 26 až 27 den těhotenství. První základ ruky vzniká v 6. týdnu oploštěním koncové části budoucí končetiny (Sadler, 2011). V období mezi 7. a 9. týdnem začínají objevovat primární osifikační centra pro distální falangy, v následujících týdnech to jsou centra pro primární osifikaci metakarpů, proximálních falangů a středních falangů. Již v 9. týdnu můžeme pozorovat malé mezipohlavní rozdíly. Celá ruka je vyvinutá asi v 21. - 24. týdnu (Malas et al., 2006) . Podle dohadů některých autorů se mezi 13. a 14. týdnem ustanovuje délka prstů a tudíž zde můžeme hledat pohlavní odlišnosti v 2D/4D poměru (Putz et al., 2004).

Tento vývoj může být ovlivněn nebo narušen také nemocemi. Sám Manning zkoumal možnost ovlivnění vývoje 2D/4D poměru autismem a Aspergerovým syndromem. Zjistil, že děti s autismem mají 2D/4D poměr

nižší než děti s Aspergerovým syndromem a kontrolní jedinci. Vzhledem k jeho dědičnosti můžeme podobné hodnoty 2D/4D najít i u blízkých příbuzných (Manning, 2002) . Další nemoc zkoumaná v souvislosti s 2D/4D poměrem a obecným vývojem ruky je Downův syndrom (Malas et al., 2006).

Do souvislosti s prenatálním vývojem je dáována také laterarita a s ní související preference ruky. To, jaký si plod cucá palec by následně mělo být indikátorem preference ruky. Peter Hepper zkoumal tuto otázku na vzorku 80 dětí a zjistil, že většina zkoumaných dětí preferuje opačnou ruku, než na které si *in utero* cucalo palec (Hepper et al., 2005).

4 POHLAVNÍ DIMORFIZMUS RUKY

Pohlavní odlišnost ruky je biologům a antropologům známa již více jak 100 let, zmínky na toto téma můžeme najít již v roce 1888 u Bakera (Gunn, 2006). Všiml si, že muži mají prsteníček delší než ukazováček, zatímco ženy to mají naopak. Od té doby můžeme v literatuře pozorovat jistý zájem o toto téma, který lze vysledovat až do současnosti, kdy je tomuto tématu věnováno více pozornosti.

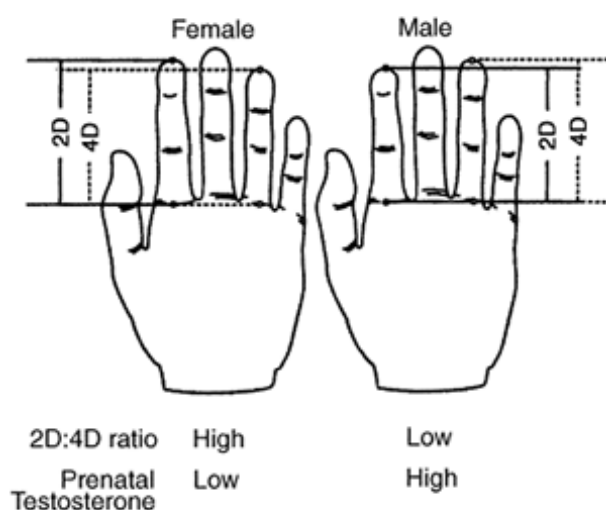
Dnešní výzkumníci jsou si vědomi viditelných rozdílů na mužské a ženské ruce spočívající převážně v celkové velikosti ruky, šířky dlaně, délky ruky nebo Manningova 2D/4D poměru (Jowaheer et al., 2011; Aboul-Hagag et al., 2011; Ilayperuma et al., 2009). Odlišnosti můžeme pozorovat i v rámci tělesného vývoje v dospívání, kdy se ženský organismus v pubertě vyvíjí dříve než mužský (Ilayperuma et al., 2009; Habib et al., 2010).

V dnešní době můžeme v otázce pohlavního dimorfismu ruky jako nejčastěji zkoumaný a využívaný označit právě Manningův 2D/4D poměr, o kterém sám napsal několik studií nebo se na nich podílel jako spoluautor (Manning et al., 1998; Manning et al., 2000; Manning 2002, Manning et al. 2004; Lutchmaya et al., 2004; Trivers et al., 2006). V souvislosti s Manningovým 2D/4D poměrem se spekuluje se o možnosti odhadu pohlaví souvislosti s velikostí plodu, preferencí ruky, autismem, Aspergerovým syndromem, počtem spermií, velikostí rodiny, věkem infarktu myokardu u mužů a rakoviny prsu u žen (Manning, 2002). Tento poměr je ale dáván do souvislosti i s jinými tématy jako mužskou homosexualitou, sportovními výkony obou pohlaví nebo nemocemi.

4.1 Poměr 2D/4D

V roce 1998 Manning publikoval studii, ve které tvrdí, že prenatální vývoj ruky je ovlivněn pohlavními hormony testosteronem a estrogenem. Podle této teorie testosteron ovlivňuje vývoj prsteníčku a estrogen ukazováčku. Obecně tak nižší hodnoty (okolo 0,96) tohoto poměru patří

mužům a jsou dále asociovány s velkým počtem spermií a vysokou koncentrací testosteronu. Vyšší hodnoty (1,0) patří ženám a jsou spojeny s vysokou koncentrací luteinizačního hormonu, estrogenu a prolaktinu (Lutchmaya et al., 2004). Rozdílná hodnota 2D/4D není pouze mezipohlavní, ale i mezi pravou a levou rukou každého člověka a každá je asociována s jinými hormonálními hodnotami (Manning et al., 1998).



Obr. 1 Srovnání poměru 2D:4D u ženy a u muže (zdroj: <https://pbmo.files.wordpress.com/2012/12/digit-ratio-2.png?w=370>[cit. 18.2.2015])

Dalším zjištěním je fakt, že tento poměr můžeme sledovat již u dětí ve věku 2 let. Nabízí se tedy otázka, zda se délka prstů během růstu a v pubertě rapidně nezmění. Podle Manninga ne. Provedl měření na 800 dobrovolnících (400 mužích a 400 ženách) z hrabství Merseyside. Vybraný vzorek zahrnoval děti předškolních let, žáky základních a středních škol a studenty Liverpoolské univerzity. Nenašel žádný důkaz pro změnu 2D/4D poměru v průběhu života a tak předpokládal, že hlavní vývojové procesy musí proběhnout *in utero* nebo v prvních dvou letech života (Manning et al., 1998). Relativní délka prstů se ustanovuje v 13. - 14. týdnu těhotenství a podle některých badatelů můžeme pravděpodobně hledat základ 2D/4D již zde (Manning et al., 1998).

Měření tohoto poměru je považováno za snadno opakovatelné s vysokou spolehlivostí (Putz et al., 2004). Měření tohoto poměru je prováděno na palmární straně ruky od proximální části prstu po distální konec posuvnými měřítky. Pro kontrolu a vyšší spolehlivost je měření opakováno s určenou maximální odchylkou (Manning et al., 1998). Nejpřesnější hodnoty získáme při měření měkké tkáně živého člověka, ale využívány jsou i foto kopie, otisky a vzácně také rentgenové snímky (J T Manning et al., 1998; J. T. Manning, 2002b).

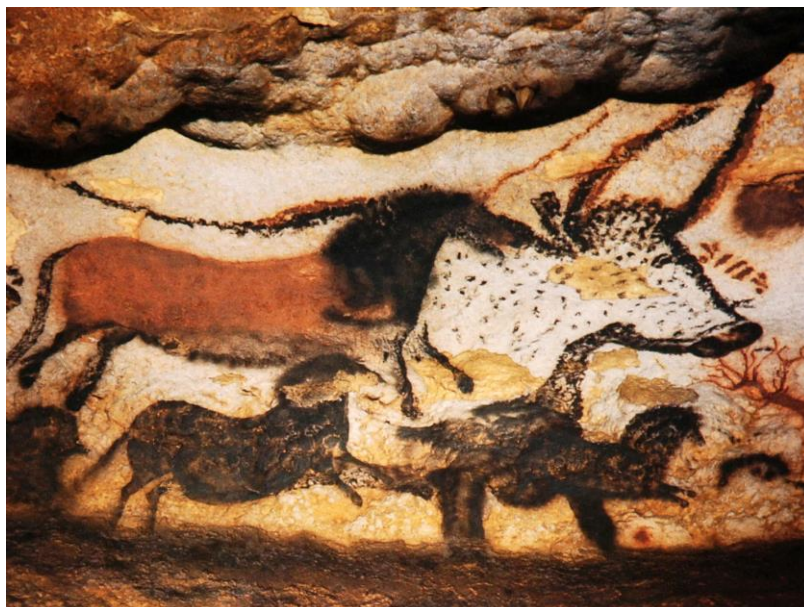
Podle dalších Manningovo výzkumů lze nízké hodnoty tohoto poměru asociovat také s porodní vahou a velikostí hlavy novorozence, vývojovými odchylkami u chlapců nebo s kongenitální adrenální hyperplasií. Také tvrdí, že 2D/4D poměr lze sledovat i u myší a jejich mezipohlavní rozdíly jsou velmi podobné těm lidským (Manning et al., 2004) .

Přestože je argument pohlavní odlišnosti 2D:4D poměru platný pro všechny lidi, nelze předpokládat jeho geografickou neměnnost. Například lidé žijící blíže rovníku mají tento poměr nižší. Důležitou otázkou tak zůstává, zda se tento poměr od prehistorie výrazně proměnil a jestli dříve existovala jednotná hodnota 2D:4D poměru nebo se lišil dle prostředí jako dnes. O odpovědích můžeme pouze spekulovat.

5 PALEOLITICKÉ NÁSTĚNNÉ UMĚNÍ

Pojem paleolitické nástěnné umění zahrnuje různé umělecké projevy. Obecně známé jsou poměrně realistické kresby zvířat zajímavě vsazené do terénu jeskyní. Dále sem patří abstraktní symboly a otisky a stopy rukou. Patří jsem také tzv. *finger fluttings*, což jsou čáry, které zanechaly prsty na měkkém povrchu skal. Umělci se neomezovali pouze na stěny jeskyní, kreslili i na plochá dna jeskyně, např. jeskyně Niaux (Lewis-Williams, 2007). Jedna z teorií vzniku předpokládá jeho rozvoj s příchodem anatomicky moderního člověka v mladém paleolitu. Mezi střední a mladým paleolitem pravděpodobně došlo ke kognitivní adaptaci, která pak umožnila plné využití lingvistických kompetencí a vytváření symbolické kultury, zahrnující mimo jiné i umělecké projevy (Soukup, 2011). Existují však i domněnky, které nesouhlasí s tím nesouhlasí a naopak říkají, že tvůrci byli robustní hominini, jako například neandertálci (Bednarik, 2008) nebo, že mohli být pod vlivem drog.

Umělci se neomezovali pouze na uzavřený prostor jeskyní, malby nalezneme i pod skalními převisy, na svislých skalních plochách nebo u vstupních prostor jeskyně. Také svá díla tvořili různými technikami, někdy i v rámci jednoho díla (Lewis-Williams, 2007). Typické je využívání přirozeného terénu jeskyně, jako puklin, ohybů nebo skalních stupňů, pro obrys zvířecího těla a jeho dokreslení barvami. Některé z takovýchto maleb jsou viditelné pouze pod dopadem světla v určitém uhlu a pro jejich viditelnost je nutné na ně přímo posvítit svítilnou nebo loučí (Lewis-Williams, 2007).



Obr. 2 Koně z Lascaux

(Zdroj:<http://www.donsmaps.com/images25/lascauxhorsesaurochshd.jpg> [cit. 25.4.2015])

Dnes je paleolitické umění chápáno především z funkčního hlediska. Vědci předpokládají, že to není tvorba jednotlivce, ale kolektivu. Tím pádem by bylo součástí společenských aktivit svojí doby a v tomto smyslu je zpochybňována ve smyslu umění (Malina).

5.1 Otisky rukou

Lidské otisky a stopy rukou najdeme v jeskyních na všech obydlených kontinentech s různou intenzitou výskytu. Za jedny z nejstarších jsou považovány záznamy z jeskyní jižní Francie a severního Španělska, kde některé jsou datovány okolo 27 000 let stáří, ale nalezneme zde i starší (Snow, 2006). Dlouho byly považovány za nejstarší umělecké projevy kresby v jeskyni Chauvet ve Francii, datovány na 32 000 let stáří. Pak ale byl ve španělské jeskyni El Castillo datován otisk, který je s pravděpodobností 99,7% starý 37 130 let (García-Diez et al., 2015). Poměrně nedávno byly ale nalezeny v Indonésii, na ostrově Sulawesi malby ještě staršího data. Tým vedený Maximem Aubertem z australské Griffithovy univerzity určil jejich stáří až na 39 900 let, což je staví mezi nejstarší (ne-li nejstarší) umělecké projevy na celém světě (Aubert et al., 2014). Pike ve své studii datoval kalcitový povlak na jednom

z disků na *Panel of Hands* v El Castillo na 41 400 +/- 570 let. Lze tedy předpokládat, že by otisky rukou obsažené v tomto panelu byly stejně staré. Což by je stavělo do pozice nejstarších otisků rukou na světě, ale také jako nejstarší umělecké projevy paleolitu (Pike et al., 2012).

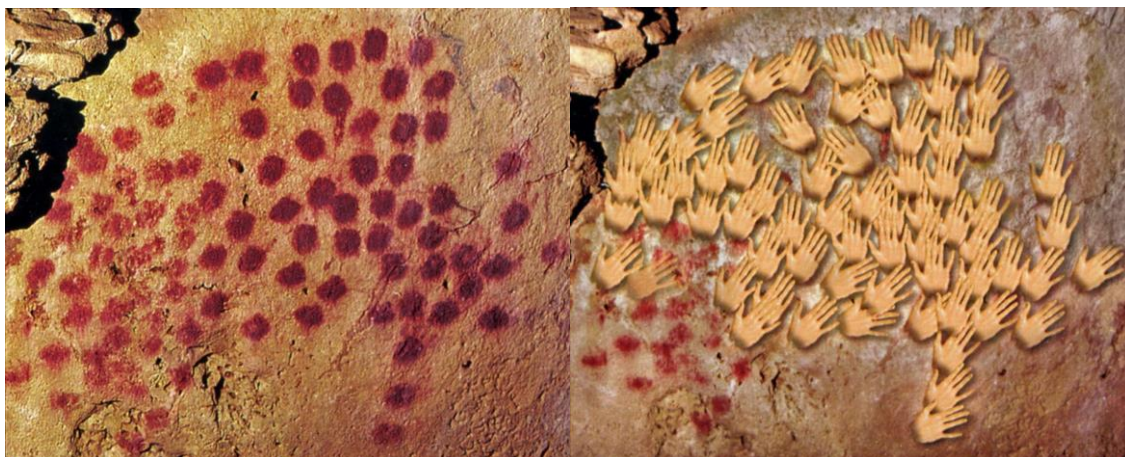
Jak již bylo řečeno výše, tento typ paleolitického umění můžeme rozdělit na otisky a stopy. Otisk je pozitivním obrazem a zobrazuje palmu ruky, stopa je pak obraz negativní. V Evropě převažují stopy (Snow, 2006). Ty vznikaly dvěma způsoby. Buď umělec přiložil ruku na skálu v místě, kam otisk chtěl umístit a ve druhé ruce držel tubu s barvou, do které foukal a tak ji aplikoval na stěnu, nebo barvu plival přes našpulené rty (Snow, 2006).

Faurie a Raymond ve své studii ukázali, že lidé už od mladého paleolitu mají tendenci využívat spíše pravou ruku jako dominantní, nezávisle na pohlaví a že tato tendence se dodnes nezměnila (Faurie & Raymond, 2004). To zakládají na skutečnosti, že u většiny paleolitických otisků nalezených v Evropě lze určit laterality. Díky tomu víme, že většina stop zobrazuje levou ruku, tudíž v pravé musel držet umělec tubu s barvou. Pro potvrzení své teorie provedli na francouzské univerzitě v Montpellier pokus na 179 studentech, ve kterém zjišťovali dominanci rukou. Výsledek ukázal stejné procentuální zastoupení praváků v paleolitu a dnešní době (Faurie & Raymond, 2004).

5.1.1 Evropa

První objev paleolitického umění přišel již ve třicátých letech devatenáctého století ve Francii. Jeskyně Chaffaud ale nebyla veřejností přijata jako skutečně prehistorická, propracované malby budily dojem zfalšování (Lewis-Williams, 2007). Další důležitý bod představovalo objevení Altamiry roku 1879 amatérským archeologem Marcelinem Sanz de Sautuolou a jeho dcerou Mariou. Plného uznání se ale tomuto objevu dostalo až na počátku 20. století s objevem jeskyní v Périgordu (Svoboda 2002).

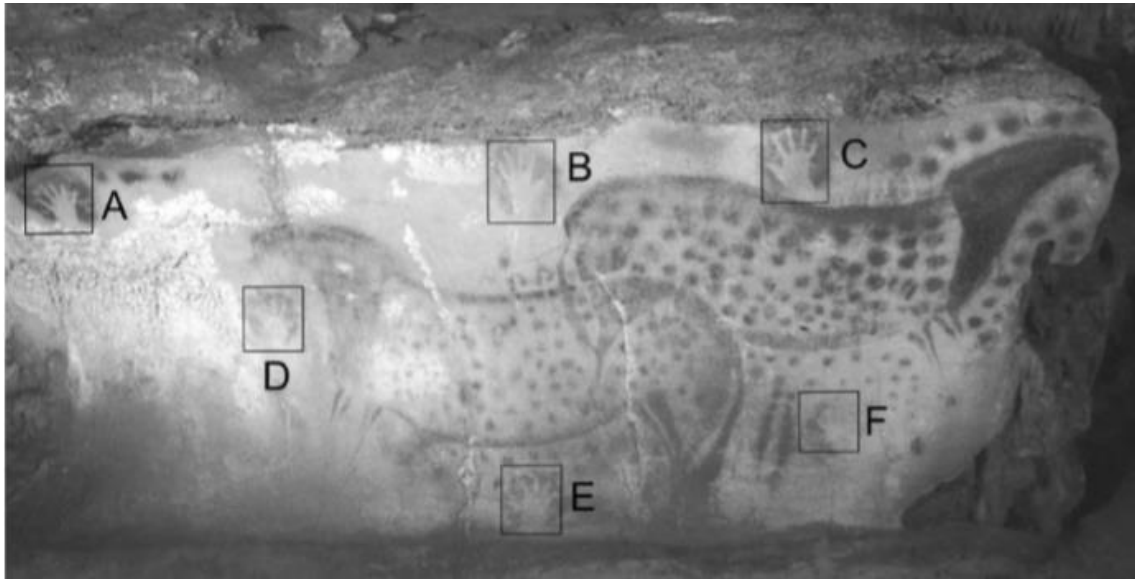
Nejvíce jeskyní se nachází v tzv. Franko-kantabrijské oblasti, která zahrnuje jižní Francii a severní Španělsko. Spadá sem nejméně 27 jeskyní, kde nalezneme otisky a stopy rukou. Obecně lze říct, že ve všech těchto jeskyních převažují stopy, velké množství otisků nalezneme pouze v jeskyni Chauvet. Nachází se jich zde 442, většina z nich jsou ale otisky pouze palmy ruky (Snow, 2006).



Obr. 3 Chauvetské palmy rukou a předpokládaný odhad nasměrování otisků (zdroj: <http://donsmaps.com/chauvetcave.html>)

5.1.1.1 Francie

Francie je jedna je dvou zemí výše zmíněného Franko-cantabrijského regionu. Na Francii spadá 18 jeskyní (Snow, 2006). Jako nejvýznamnější jeskyně je chápána Gargas. Nachází se zde celkem 231 otisků a stop a jejich stáří je určováno okolo 27 000 let. Bohužel ne všechny otisky jsou kompletní. Nejčastějším problémem jsou chybějící elementy prstů. Pro to existují různá vysvětlení. Jedním z nich je například to, že ruka byla obtisknuta dorzální stranou s ohnutými prsty (Snow, 2006).



Obr. 4 Grošáci z Pech Merle a stopy okolo nich (Zdroj: Snow, 2006)

Podle Snowa je další důležitou jeskyní Pech Merle, kde sám prováděl výzkum. Zde nalezneme celkem 16 stop. Nezískal ale povolení pro focení a tak měl k dispozici 3 repliky stop v muzeu u jeskyně a publikovanou velikost piktografu ryby, kterou použil jako měřítko pro 6 černých stop okolo slavných grošovaných koní (Snow, 2006). Tři z těchto stop jsou situovány palcem na pravou stranu a tři s palcem na stranu levou. Poslední stopa, kterou zmiňuje je umístěna v jiné části jeskyně a je vytvořena červenou barvou. Další jeskyně, které zkoumal jsou: Les Combarelles, Font-de -Gaume a Abri du Poisson, obsahující každá pouze jednu dobře čitelnou stopu (Snow, 2006).

5.1.1.2 Španělsko

Sem spadá celkem 9 jeskyní s otisky rukou: Altamira, Altamira II, El Castillo, Fuente del Salín, Fuente del Trucho, La Garma, Maltravieso, La Pasiega a El Pindal.

Nejbohatším nalezištěm je jeskyně Maltravieso obsahující 71 otisků a stop. Bohužel i zde, stejně jako v Gargas, je mnoho otisků nekompletních z důvodu chybějících elementů prstů (Snow, 2006). V tomto případě si badatelé myslí, že při tvorbě otisků tyto části prstů prostě

chyběly úplně a nebyly pouze ohnuté jako v případě Gargas (Snow, 2006).

Jeskyně El Castillo je nazývána *encyklopedií paleolitického umění*. Nalezneme zde totiž téměř všechny motivy, techniky a styly oblíbené ve své době (García-Diez et al., 2015). Obrazový materiál jeskyně zahrnuje také 60 stop, převážně na začátku (*Panel od Hands*) a ve střední části jeskyně (*Gallery of the Disks*). Všechny tyto stopy jsou vyvedeny červenou barvou a nejstarší z nich je datována na minimálně 37 130 let (García-Diez et al., 2015).

5.1.2 Asie

Paleolitické umění v Asii se týká pouze několika zemí, přesto je Asie v oblasti prehistorického paleolitického umění nejméně prozkoumaným kontinentem. První komparativní studii o asijském paleolitickém umění přinesl v roce 1990 právě Bednarik a sám se tímto tématem zabýval i v dalších studiích (Bednarik, 1992; Bednarik, 1994). V zemích jako Indie nebo Čína nalezneme jedny z nejstarších známých nálezů paleolitického umění. Významným nalezištěm je také Sibiř (Bednarik, 1992). Přesto odsud pochází spíše materiální nálezy (př. rytiny v kostech, vyřezávané figurky) než nástěnné malby. Ty jsou zde, stejně jako ve východní Evropě, poměrně ojedinělé a mezi nejdůležitější naleziště nástěnného umění patří Borneo (Kalimantan) a ostrov Sulawesi v Indonésii.

5.1.2.1 Borneo/Kalimantan

Výzkum paleolitického umění obecně je na Borneu záležitostí posledních třiceti let. Dnes víme zhruba o 100 jeskyních a skalách s důkazy osídlení prehistorických lovců a sběračů. Z toho 16 z nich obsahuje prvky jeskynního umění. Nejoblíbenějším motivem byli otisky a stopy rukou, nachází se jich zde okolo 1500. Často jsou však doplňovány a překreslovány dalšími kresbami, což vede badatele k domněnce, že stopy a otisky jsou důkazem prvotního využívání jeskyně (Chazine, 2005).

Některé jeskynní lokality jsou zvláštní vrstvením stop přes sebe, případně vedle, a doplněním dalších kreseb vytváří dojem, že celek by mohl vyprávět příběh (Chazine, 2005). To je případ například Gua Ilas Kenceng a Gua Tewet.



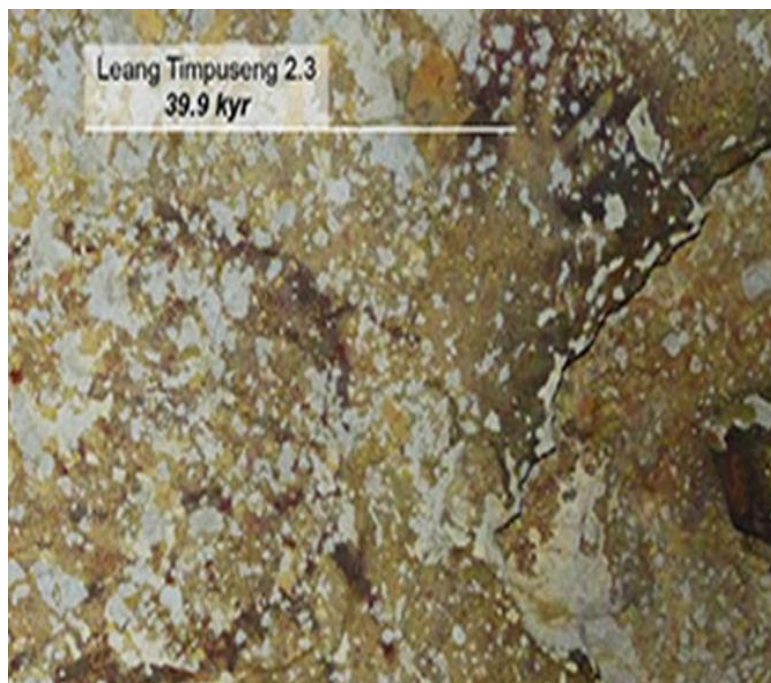
Obr. 5 Panel stop jako "strom života" z jeskyně Gua Tewet (zdroj: Chazine, 2005)

Další jeskyní s obsáhlými panely stop je Gua Masri II. J.-M. Chazine a P. Setiawan zde našli a prozkoumali okolo 140 stop (Chazine, & Noury, 2006).

5.1.2.2 Indonésie

O jeskynním umění na ostrově Sulawesi v Indonésii víme již asi 50 let, ale teprve v nedávné době (na podzim roku 2014) zde byly nalezené stopy rukou datovány. Podle těchto datací se zde nachází nejstarší stopa

ruky na světě a je datována na minimálně 39 900 let stáří (Aubert et al., 2014). Tato ruka byla objevena v jeskyni Leang Timpuseng v krasové oblasti Maros-Pangkep. Výzkum zde prováděl Maxim Aubert a jeho tým z australské Griffithovy univerzity a zpráva o jejich úspěchu se objevila například na portále New scientist.



Obr. 6 V pravém horním rohu se nachází nejstarší datovaný otisk starý 39 900 let (zdroj: <http://www.newscientist.com/article/mg22429904.600-worlds-oldest-hand-stencil-found-in-indonesian-cave.html#.VT3XUyHtmkp> [cit. 25.4.2015])

5.1.3 Austrálie

Severní Queensland v Austrálii patří k světově nejproslulejším nalezištím jeskynního umění. Spolu s rytinami a kresbami Aboriginálů zde nalezneme i mnoho stop rukou. Mezi nimi je i mnoho nekompletních otisků, které bychom mohli označit za znetvořené pro chybějící elementy prstů. Ty však nemuseli vždy chybět, ale autor je mohl mít záměrně schované a snažil se tak předat určitou zprávu (Walsh, 1979).

Místní rytiny byly datovány na nejméně 13 000 let stáří. Datace stop je však obtížnější. Tvůrci na ně totiž použili neorganické červené barvivo. Rosemary A. Goodallová přišla se studií, ve které se pokusila o dataci 32 stop z jeskyně Fern metodou Ramanovy spektroskopie (Goodall et al., 2009). Zjistili tak, že pravděpodobné stáří stop se pohybuje mezi 4 000 – 1 000 let, tudíž jsou relativně nové (Goodall et al., 2009).

6 OTÁZKA POHLAVÍ TVŮRCŮ OTISKŮ

Dlouhou dobu vědci a badatelé jednoduše předpokládali, že jeskynní umění bylo převážně umění mužů a chlapců (Canby, 1961, Prideaux, 1973, Moser, 1998), případně šamanů. Tím navazovali na předchozí, převážně populární, archeologické publikace. Již brzy ale jejich pozornosti neunikly menší stopy a tak se někteří pro ně snažili najít vysvětlení. Například Sollas (1914) tyto menší stopy vysvětloval rasou Aurignacienských Pygmejů nebo Sahly (1969) aktivitou adolescentních mužů (Snow, 2013). Oproti tomu na přelomu dvacátého století Dunbar zachytil ženy a děti kmene Ngemba z Nového jižního Walesu vytvářející otisky rukou bílou barvou. Také se zmínil, že neviděl tuto činnost vykonávat žádného muže. Své poznatky pak zveřejnil v letech 1943 a 1944 (Gunn, 2006).

Konkrétní plány a pokusy o odhad pohlaví z otisků ruky můžeme najít již v 90. letech. 20. století Henneberg a Mathers (1994) chtěli zjišťovat pohlaví z otisků na skalních výběžcích v jižní Africe za pomoci měření provedených na Khoisanské populaci. Ti jsou považováni za nejbližší potomky tvůrců tamních otisků (Galeta et al., 2014). Výsledky ale ukázaly, že rozměry ruky dnešních Khoisanů se mezi muži a ženami hodně překrývají, tudíž je nutné odhady pohlaví na těchto základech brát s rezervou (Galeta et al., 2014). Navíc zjistili, že délka ruky je nejspolehlivější ukazatel věku a výšky, ale ne pohlaví (Gunn, 2006). Další výraznější pokusy najdeme o deset let později. Guthrie v roce 2005 identifikoval pohlaví u 201 z francouzských a španělských jeskyní a 39 z

nich přisoudil ženám (Guthrie, 2005). Podle jeho úvah lze mužům přisoudit asi 10% případů. Toto tvrzení bylo později Snowem potvrzeno jako pravdivé (Snow, 2013). V roce 2006 přišel Snow s tvrzením, že některé ze stop jasně nesou femininní znaky a v kombinaci s dalšími měřeními je lze určit jako ženské (Snow, 2006). Také tvrdí, že v mladém paleolitu byl mezipohlavní rozdíl ve velikosti rukou mnohem větší než je dnes, z důvodu těžké manuální práce a evolučních sil pozitivně selektivních proti pohlavní diferenciaci ruky (Snow, 2013). Jeho tvrzení vzbudilo v antropologických kruzích velký zájem a vytvořilo prostor pro vlnu výzkumů a studií snažících se tuto tezi potvrdit nebo vyvrátit.

6.1 Genetická homogenita

Snow ve své studii z roku 2006 předpokládá od paleolitu genetickou homogenitu chromozomu Y. Odvolává se na studii, podle té jsou tu určité specifické linie (konkrétně M173 a M170) přítomny již od mladého paleolitu. Důležitý je hlavně M173, euroasijský marker, který do Evropy přinesl a rozšířil *Homo sapiens sapiens* (Semino et al., 2000). Díky těmto liniím bychom se tedy podle Snowa neměli obávat nespolehlivosti způsobené velkým časovým rozdílem mezi paleolitickými tvůrci a moderním i lidmi (Snow, 2006). Podle jeho slov je často mezipohlavní rozdíl zjistit už z velikosti ruky. Ovšem, jak sám vyzkoušel, není možné výsledky geograficky zobecnit. Pokusil se svoje měření paleolitických stop porovnat s měřením provedeným na indiánské populaci v Oklahomě a uspěl stejně často „jako kdyby si hodil mincí“ (Snow, 2013).

6.2 Analýza umístění otisků

Chazine a Noury (2006) se ve své studii krom určení pohlaví tvůrců otisků a stop pokusili také o interpretaci a analýzu jejich umístění. Výsledky analýzy odhalily výrazné mezipohlavní rozdělení do 3 viditelných celků (Chazine & Noury, 2006). Podle autorů je viditelná zřejmá struktura ve které jsou otisky umístovány. Ženské otisky jsou spíše kruhově rozptýleny a nebo utváří jakousi „cestu“ připomínající spirálu. Muži naopak volili jakési sériové nebo hierarchické uspořádání. Krom toho také z různé

délky prstů a robusticity stopy získali data o tom, že na vzorku se podílelo 6 lidí a minimálně dvě série otisků byly provedeny na záměrně vybraném místě (Chazine & Noury, 2006).

Sami autoři jsou si však vědomi potřeby dalšího podrobnějšího zkoumání a dalšího vývoje programu (Chazine, J-M & Noury, 2006).

6.3 Otázka věku a participace dětí

Zkoumané jeskyně obsahují také otisky, které podle výzkumníků nemohou být přisouzeny ani dospělým, ani adolescentům. Některé z nich jsou tak malé, že je můžeme přisoudit dokonce nemluvňatům (Bednarik, 2008) . Účast dětí můžeme vysledovat i v jiných typech paleolitického umění, například v tzv. *finger fluttings*, které nalezneme na dobře viditelných, ale špatně dostupných místech. Bednarik to vysvětluje dětskou dobrodružnou povahou a větší hbitostí (Bednarik, 2008).

Zajímavé výsledky přinesla Guthrieho analýza 201 otisků z španělských a francouzských jeskyní. Podle té 20% vzorků patří pre-adolescentům, 92,5% jedincům pod 17 let a jeden otisk patřil 20-ti letému jedinci, který byl v celém vzorku nejstarší (Guthrie, 2005). Otázku věku pravěkých umělců ve svém výzkumu řeší i Gunn. Podle něj lze říct, že není možné spolehlivě odlišit teenagery (jedinec mezi 13 – 19 roky života) od dospělých. Malé otisky pak můžeme hrubě rozdělit podle jejich délky na 3 kategorie. Při délce menší než 150 mm patří pravděpodobně dítěti pod 12 let, pod 120 mm dítěti mladší 6 let a nemluvněti ruka menší než 105 mm (Gunn, 2006) .

7 FOREZNÍ STANDARDY

Podstatnou součástí forezní antropologie je určení pohlaví kosterních pozůstatků v legální kontextu. Je vytvářen komplexní biologický profil jedince, zahrnující pohlaví, věk, tělesnou výšku a rodové předky (Krishan, 2013). Za nejspolehlivější indikátor je považována pánevní kost, jejíž pohlavní odlišnost je společná pro všechny lidské populace. Za druhý nejspolehlivější indikátor je považována lebka, ta se však liší v závislosti na populaci (Bruzek & Murail, 2006) . Ne vždy však antropologové dostanou kompletní kostru a často jsou dohromady smíšené ostatky několika lidí (např. v případě hromadných hrobů nebo katastrof). V tomto kontextu jsou za účelem zjištění pohlavního dimorfismu a míře využitelnosti a spolehlivosti zkoumány různé tělesné části, jako např. kost loketní a vřetení (Celbis & Agritmis, 2015), kost stehenní (Mall et al., 2000) nebo klíční kost a lopatka (Frutos, 2002) .

Snahy určit forezní standardy pro odhad pohlaví zahrnuje také ruce a nohy. Vzhledem k mezipopulační odlišnosti existují různé studie s forezními standardy vázanými k dané populaci (Steele 1976, Scheuer et al. 1993, Lazenby 1994, Falsetti 1995, Smith 1996). Průměrná přesnost určení se pohybuje mezi 79 – 97,9 %, což podle Case navrhuje stejnou využitelnost, jakou má lebka a pánev (Case & Ross, 2007) . Navíc na rozdíl od jiných indikátorů užívaných k odhadu pohlaví jsou ruce (ani nohy) mnohem méně ovlivněny věkem (Case & Ross, 2007). Otisk ruky je také využíván v kriminalistice i za účelem zjištění výšky pachatele nebo oběti a jeho identifikaci (Ilayperuma et al., 2009) .

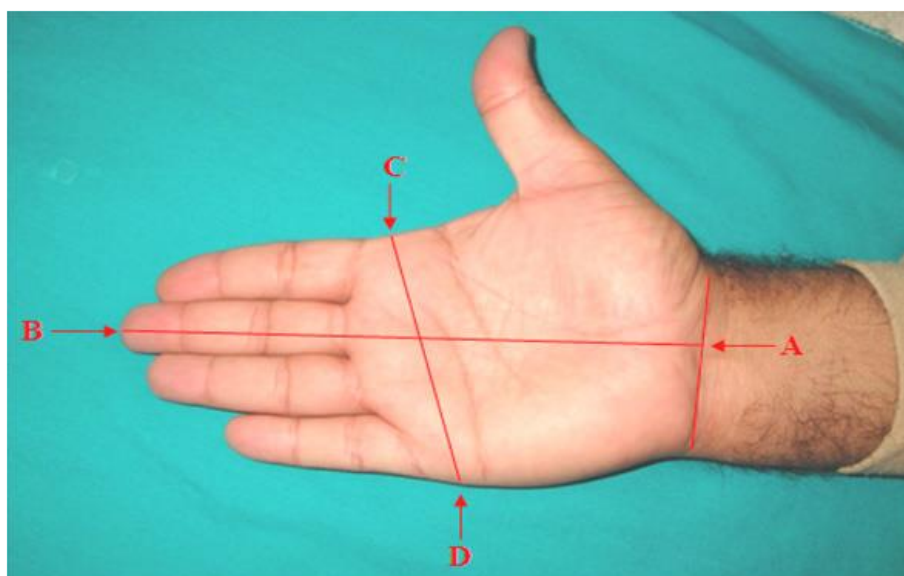
Case ve své studii poznamenává, že hodně výzkumů se u rukou zaměřují na metakarpální kosti (Lazenby 1994, Falzetti 1995, Stojanowski 1999). Burrows tato měření zpochybňuje, na základě vlastního testování. Metody navržené Lazenbym, Falzettim a Stojanowskim testoval na recentních Euro Amerických kostrách s malou úspěšností (Case & Ross, 2007). Case dále doporučuje jako spolehlivější pro měření využívat spíše falangy. Z jeho výsledků dále vyplývá, že spolehlivější výsledky získáme

při upřednostnění levé ruky před pravou a také při měření rukou než nohou (Case & Ross, 2007).

7.1 Měření délky a šířky ruky

Další zkoumanou metodou je využití délky a šířky ruky. Agnihotri et al. (2006) tyto rozměry měřil na studentech Medical College na Mauriciu a zjistil, že ženská ruka je průměrně o 1 cm menší než ruka mužská. Průměrné délka mužské levé ruky v mauricijské populaci se pohybuje okolo 18,90 cm a šířka 8,42 cm. U žen je to 17,22 cm na délku a 7,42 na šířku (Agnihotri et al., 2006). Na jeho výsledky navazuje Jowaheer et al. (2011) a zjišťuje, že pohlaví je lépe určitelné z šířky ruky, než z její délky. S přesností až 92% je možné tuto metodu považovat za velmi spolehlivou (Jowaheer et al., 2011).

Stejnou metodu aplikoval Ibechau et al. (2011) na studenty nigerijské University of Port-Harcourt. Zjistil, že u obou pohlaví jsou průměrné hodnoty délky vyšší u levé ruky a šířky naopak u ruky pravé. Průměrné naměřené hodnoty jsou pro muže 19,09 cm na délku a 8,43 cm na šířku a pro ženy 17,69 cm na délku a 7,58 cm na šířku (Ibechau, Abu, & Didia, 2011). V souvislosti se svými výsledky zmiňuje práci Barnabase, který zkoumal stejnou populaci, ale jinou etnickou skupinu a výsledné průměrné hodnoty jeho studie jsou vyšší (Barnabas et al., 2008).



Obr. 7 Body pro měření délky a šířky ruky (zdroj: Aboul-Hagag, 2011)

Pro Egyptskou populaci zkoumal tuto otázku Aboul-Hagag et al (2011). I on potvrdil znatelné mezipohlavní rozdíly mezi šířkou a délkou ruky. Nezhodnocuje však rozdíly mezi pravou a levou rukou, protože ani u jednoho pohlaví nenaměřili výrazné rozdíly. Navíc ještě počítali tzv. index ruky (šířka dělena délkou). Pro muže byla tato hodnota průměrně 41,79, pro ženu pak 39,50 (oba údaje se vztahují k levé ruce). Díky znatelnému rozdílu je podle nich možné určit mezní bod, podle kterého lze přisoudit danou hodnotu jednomu pohlaví. Tento bod je 40,55, hodnoty nižší mají být přisouzeny ženám a hodnoty vyšší zas mužům (Aboul-Hagag et al, 2011). Přesto nepovažují tato měření za dostatečně vypovídající k spolehlivému určení pohlaví. Ruka je poměrně nezávislá na velikosti těla a není nijak výrazně spojena s vahou a věkem, proto by k určení pohlaví měly být zohledněny další faktory, jako například 2D/4D poměr (Aboul-Hagag et al, 2011) .

7.2 Užití 2D/4D poměru

Pro větší spolehlivost měření užívají někteří výzkumníci i Manningův 2D/4D poměr. Jeho důležitost navíc vzrůstá v případě, že není možné provést DNA analýzu (Aboul-Hagag et al., 2011). Z důvodu větší spolehlivosti určení pohlaví ho pro svůj výzkum použil také Aboul-Hagag et al. Manningův poměr je založený na tom, že ženy mají ukazováček a prsteníček téměř stejně dlouhé a muži mají výrazně delší prsteníček, sloužící jako významný ukazatel pohlaví. I zde naměřili u mužů vyšší hodnoty u prsteníčku než u ukazováčku (Aboul-Hagag et al., 2011).

Trivers at al. (2006) na Jamajce zkoumali, jak se 2D/4D poměr mění v průběhu růstu a dospívání. U 108 dětí (54 chlapů a 54 dívek) udělali v roce 1998 a 2002 fotokopie jejich rukou. Věk dětí se v roce 1998 pohyboval mezi 7 a 13 lety. Všechny rozměry byly naměřeny právě na těchto fotokopiích. V roce 1998 byl průměr pro levou ruku $60,29 \pm 5,53$ mm u ukazováčku a $64,79 \pm 5,57$ mm u prsteníčku. V roce 2002 to bylo $69,90 \pm 4,90$ mm pro ukazováček a $73,73 \pm 5,58$ mm pro prsteníček

(Trivers et al., 2006). Z kalkulace poměru na základě rozměrů z roku 2002 nevyplývá žádný výrazný rozdíl mezi oběma pohlavími, ale společně s výsledky z roku 1998 měli chlapani nižší hodnoty 2D/4D poměru než dívky (chlapani 0,944, dívky 0,951) (Trivers et al., 2006). Dále zkoumali poměry i mezi ostatními prsty a zjištěné rozdíly pro ně jsou: 2D/3D (na levé ruce, rok 1998), 2D/5D (na levé ruce, v obou zkoumaných rocích) a 3D/5D (na pravé ruce, 1998). Na rozdíl od Case (Case & Ross, 2007) tvrdí, že pro 2D/4D poměr je lepší využít pravou ruku z důvodu její relativní stability v průběhu růstu, na levé ruce totiž probíhají větší a výraznější změny (Trivers et al., 2006) .

Ne ve všech případech je tento poměr průkazný. Krishan et al. (2013) na základě svých měření v severní Indii tvrdí, že 2D/4D poměr není pro vysokou míru překryvu obou pohlaví v naměřených hodnotách spolehlivým rozlišujícím faktorem. Své výsledky srovnávají se studiemi provedenými v jižní Indii, kde tyto hodnoty byly vyšší (Manning et al., 2000; Manning et al., 2004). Jako spolehlivější metodu navrhuje pouze měření délky těchto dvou prstů (Krishan et al., 2013). Přesnost tohoto určení se pohybuje mezi 70,7% u levého ukazováčku a 75% u pravého. Podle nich je také lepším pohlavním indikátorem prsteníček (Krishan et al., 2013) .

7.3 Odhad výšky postavy

Mnoho studií se také zabývá otázkou, zda je možné podle otisku ruky odhadnout také výšku postavy (Agnihotri et al, 2008; Ilayperuma et al., 2009; Ishak et al., 2012; Ishak, 2010). Vyplývá z nich, že mezi rukou a tělesnou výškou je jistá korelace, ovšem pouze rozměry ruky nedokáží vysvětlit variace ve výšce a je nutno zohlednit také biologické a environmentální faktory (Agnihotri et al., 2008). Nejlépe je možné tento odhad provést pouze na základě délky levé ruky u obou pohlaví. Jako druhý spolehlivý rozměr je chápána šířka u pravé ruky (opět u obou pohlaví) (Agnihotri et al., 2008). Ilayperuma et al. pak zohlednili i lateralitu a dominanci ruky a kvůli tomu vyloučili z měření všechny leváky. Při

samotném měření neupřednostňovali levou nebo pravou ruku a jejich výsledky i tak ukazují významnou korelaci (Ilayperuma et al., 2009) . Podle Ishak et al. (2012) jediný odlišný rozměr ruky je jejich šířka.

Tato metoda je již využívána v kriminalistice za účelem snazší identifikace pachatele nebo oběti. Z důvodu etnické odlišnosti je však i zde pro zachování spolehlivosti nutné aplikovat na každou populaci její vlastní standardní soubor hodnot (Habib, 2010).

8 METODY ODHADU POHLAVÍ PALEOLITICKÝCH UMĚLCŮ

K určení pohlaví bylo různými autory navrženo několik metod. Za základní je možné označit Manningův 2D:4D index, který využívá poměru mezi druhým a čtvrtým prstem ruky. Tento způsob použil pro svoji analýzu Snow (Snow, 2006). Na základě předpokladu, že je toto měření spolehlivé, byl vytvořen speciální program (Kalimain ©Noury 2005). Ten je schopen přečíst velikost a morfologii otisku i stopy, a díky vzorku mnoha otisků z Bornea a Manningova indexu otestovat jeho využitelnost v interpretaci jeskynního umění (Chazine & Noury, 2006). Další, kdo se zabývá touto problematikou je Guthrie, který použil pro svůj výzkum devět měřitelných rozměrů (Chazine & Noury, 2006). Wang se svým týmem jako první vytvořili metodu, která určuje pohlaví podle digitálního zpracování relativních rozměrů lidské ruky získaných z foto dokumentace (Guthrie, 2005). Samostatný soubor metod se pak zabývá odhadem pohlaví, výšky a věku podle různých měření dlaně (Wang et al., 2010).

Vzhledem ke stáří zkoumaných vzorků se při pokusu o jejich zkoumání pochopitelně vyskytnou problémy. První problém, na který Snow při svém výzkumu ve Francii a Španělsku narazil je chybějící měřítko u již publikovaných fotografií. To je bohužel činí pro další měření nepoužitelné a je tudíž nutné zhotovit fotografie nové a příslušnými měřítky (Snow, 2006). Zde Snow narazil na další problém, přístupnost jeskyní. Ne všechny jsou volně přístupné a do některých je zapotřebí získat speciální povolení pro vstup a fotografování. Z celkového množství jeskyní v tomto regionu Snow dále zpracovával materiál pouze ze 4 z nich - Les Combarelles, Font-de-Gaume, Abri du Poisson a Pech Merle. První tři jeskyně každé obsahují po jednom dostatečně kompletním otisku a z Pech Merle získal 3, celkový počet zkoumaného vzorku byl tedy pouze 6 otisků (Snow, 2006).

8.1 Kalimain

Podobně jako Snow, Chazine a Noury využívají pro svůj předběžný výzkum Manningův D2/D4 poměr, ovšem jeho aplikaci využívají skrze specifický program jménem Kalimain (© Noury 2005). Tento software je schopný zkontrolovat velikost a morfologii otisků a stop, následně je porovnat s dalšími stopami z jeskynních panelů na Borneu a Manningovým indexem a zjistit úspěšnost jejich aplikace do interpretace jeskynního umění (Chazine & Noury, 2006).

K analýze byl použit obrazový materiál z jeskyně Gua Masri II na východním Borneu v Indonésii. Ze souboru zhruba 140 stop autoři s pomocí Kalimainu analyzovali a zaznamenali pouze 34 z nich.



Obr. 8 Výsledky analýzy ukázaly, že světle vyvedené stopy patří mužům, tmavé ženám a s otazníkem byly označeny za sporné (Zdroj: Chazine & Noury, 2006)

Analýza ukázala poměrně vyrovnané výsledky. Program přisoudil 16 stop mužům, 15 ženám a 3 označil za nejasné. Jednu stopu nebylo možné určit z důvodu nekompletních prstů. Při spočítání Manningova poměru vyšel poměr ženských a mužských otisků stejně. Dvě z neurčitých stop se svými 2D/4D poměry blíží 1 (0,998 a 0,985) a tudíž je možné je přisoudit ženě, naopak zbylá stopa vykazuje hodnotu 0,977 a čímž je bližší mužským standardním hodnotám (Chazine & Noury, 2006).

Téměř souběžně vyšla reakce na tuto studii od Nelsonové (2006). V ní poukazuje na chybějící informace ohledně Kalimainu, výzkumného vzorku a možné problémy, které mohou nastat. Ohledně Kalimainu dostaneme pouze malé množství informací, bližší specifikaci autoři neuvádějí vůbec. Stejně tak chybí informace o procesu validace (Snow, 2013). Autoři neuvádí ani informace o procesu o získávání rozměrů prstů. Nelsonová předpokládá na základě jejich výsledků určitou míru digitalizace, která může vést k špatně naměřeným hodnotám a tudíž i špatnému odhadu pohlaví. Navrhuje proto metodu, která by takovou chybu měla eliminovat (Nelson et al., 2006). Navrhuje nejprve proximálního konce prstu zvolit na každé straně nejnižší bod, spojit je přímkou a na ni vést kolmo měření prostředkem prstu k jeho distálnímu konci.

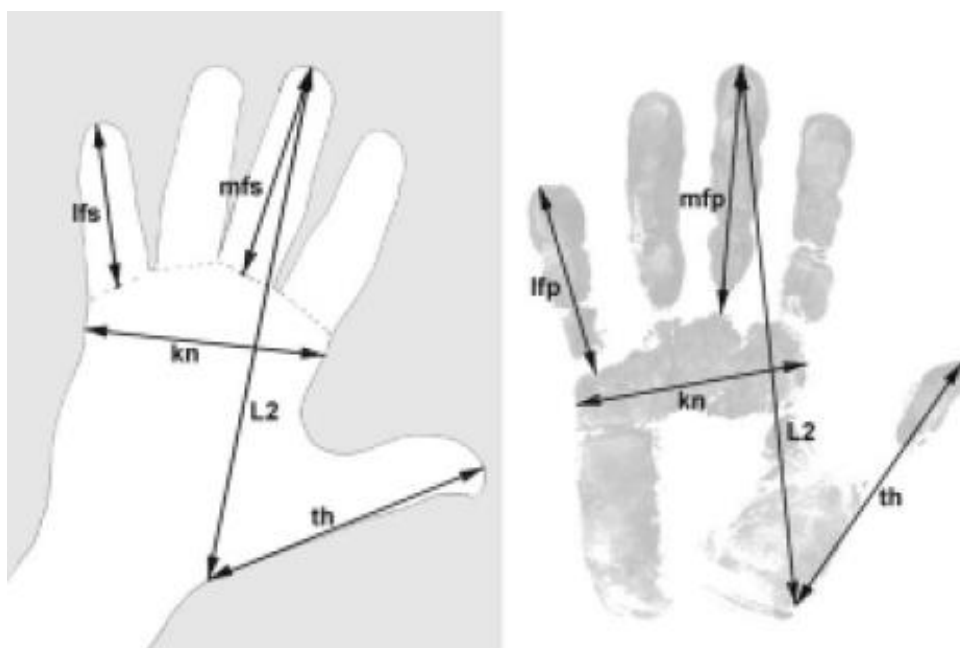
Nelsonová jim dále také vytýká pravděpodobné využití Evropských 2D/4D hodnot pro porovnání s pravěkými stopami. Pro značnou geografickou vzdálenost mohou tyto hodnoty zkreslit výsledky a celkově ovlivnit odhad pohlaví. Poukazuje také na výzkum provedený na roklí Cheddar Gorge v Anglii. Zde Barham se studentskými dobrovolníky nejprve vytvořili otisky rukou na skálu a na papír a následně zkoumali rozdíly v 2D/4D. Zjistili, že celkový charakter skály a proces aplikace barvy vede k mylným závěrům v 2D/4D poměru (Nelson et al., 2006). Proto jako lepší a spolehlivější variantu navrhuje využít hodnoty domorodé populace (Nelson et al., 2006).

8.2 Měření na základě délky a velikosti ruky

Tato metoda spočívá především v měření celkové velikosti ruky, zohledňovány jsou ale i další hodnoty jako např. délka prostředníčku, malíčku nebo rozpětí ruky. Tyto hodnoty byly zkoumány v souvislosti nejen s odhadem pohlaví, ale i určením věku a tělesnou výškou (Nelson et al., 2006).

Flood na základě svých měření prostředníčku rozdělila otisky podle velikosti do 5 kategorií: velmi malé (menší než 4 cm), malé (v rozpětí 4,1-

6,0 cm), střední (6,1-7,0 cm), velké (7,1-8,0 cm a velmi velké (větší než 8,1 cm). Také zjistila že pohlaví je možné určit v pouze v případě velmi velkých otisků, které patří mužům. I určení věku pouze podle podobných hodnot není spolehlivé. Ovšem z různé velikosti otisků na jednom místě usuzovala, že by mohly být vytvořeny „rodinou“. Na takových místech se velikost otisků různí a zahrnuje i velmi malé (kojenecké) otisky rukou i chodidel (Flood, 1987).



Obr. 9 Používaná měření ruky (zdroj: Gunn, 2006)

Podobnými měřeními se zabýval i Gunn. Cílem jeho výzkumu bylo určit variabilitu ruky jedince a prozkoumat šíři informací, kterou lze z otisku ruky získat. Jeho vzorek se skládal z 48 otisků jedné ruky, z čehož 17 z nich mělo odlišně situované prsty. Otisky byly vytvářeny za pomoci barviva simulujícího přírodní okrový pigment (Gunn, 2006). Před každým otiskem byla ruka důkladně očištěna. Následně byly měřeny rozměry šířky ruky, prostředníčku, malíčku, palce a celková délka ruky. Všechna měření byla provedena na nejbližší milimetr. Ze získaných rozměrů je patrné, že hodnoty naměřené na otiscích jsou větší než reálné, ovšem u prostředníčku to může být naopak z důvodu ztráty pigmentu. Nejmenší chybovost vykazovaly hodnoty u malíčku, největší rozdíl naopak byl u palce. Jako nespolehlivý ukazatel byl tedy z další analýzy vyřazen (Gunn,

2006). Jeho výsledky také ukázaly, že není možné podle těchto hodnot odhadnout pohlaví ani věk, ale je možné na základě poměru šířky a délky ruky odhadnout nejširší věkové rozpětí: kojeneček, dítě, dospělý muž. Také je podle něj možné na základě průměrné délky ruky odhadnout hrubé věkové rozpětí nedospělého jedince. Určil tři kategorie: 4 - 6 let, 7 – 12 let a 13 – 15 let (Gunn, 2006).

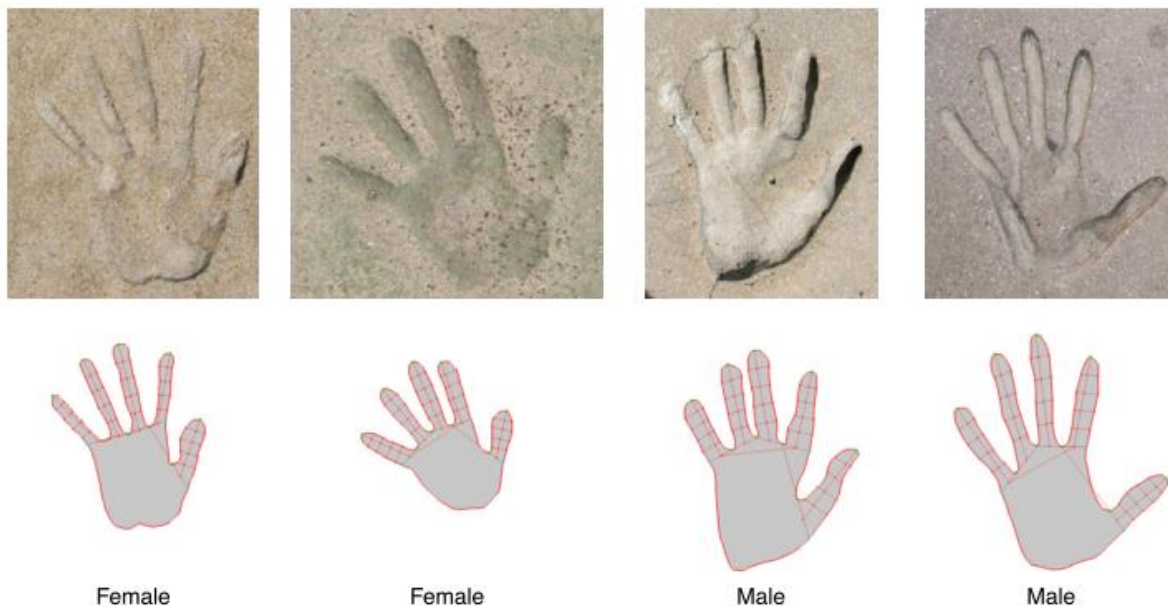
Spolehlivostí tohoto měření se zabýval také Galeta (2014). Velikost a tvar ruky byly počítány s využitím diskriminační funkce založené na velikosti (DF_{size}) a tvaru (DF_{shape}). Jejich výsledky podporují názor, že spolehlivost určení je závislá na variacích velikosti mezi populacemi a zdůrazňují důležitost velikosti ruky v odhadu pohlaví (Galeta et al., 2014). Ve své studii na francouzském vzorku demonstrují, že velikost ruky sama o sobě je pro odhad pohlaví spolehlivá na 82% (Galeta et al., 2014).

8.3 Automatický klasifikační systém

Wang a jeho tým poukazují na skutečnost, že mnoho existujících metod odhadu pohlaví ruky se opírá pouze o rozměry 3 prstů a celkové délky ruky. S tím ovšem vyvstávají problémy získání dat, chybovost, vzniklá v procesu měření prstů a chybějící měřítko u publikovaných fotografií. Pro překonání těchto překážek vyvinuli automatický klasifikační systém, který na základě standardizovaných relativních měření získá měřítko neměnnosti, což umožní prozkoumat mnohem větší soubor dat, než by bylo jinak možné (Gunn, 2006). Ačkoliv se již poměrně běžně využívají fotografie k určení pohlaví například podle obličeje nebo se analyzuje chůze z videosekvencí, automatická klasifikace pohlaví podle ruky je nová technika.

Nejprve se provádí segmentace otisku na části, kontrahování kontur ruky a označení tzv. bodů zajmu. Pro dostatečnou spolehlivost analýzy potřebujeme dvě fotografie – barevnou a v odstínech šedé, z nástěnného umění je totiž nemožné zjistit barvu kůže (Wang et al., 2010). Dále tyto fotky prochází procesy barevných úprav, segmentace na části, určování významných bodů a návrhu pravděpodobného tvaru ruky. Tento

proces byl testován na 175 tréninkových obrázcích (85 mužů a 70 žen), z nichž 68 jsou skeny dobrovolníků a 107 je sbírka fotografií otisků filmových hvězd z chodníku slávy (Wang et al., 2010).



Obr. 10 Výsledky tréninkového skenu získaného z (zdroj: Wang et al., 2010)

Experimentální výsledky naznačují, že v mladém paleolitu byl pohlavní dimorfismus větší než dnes, tudíž odhad pohlaví by měl být spolehlivější než u dnešních lidí. Mužská a ženská ruka moderních lidí totiž vykazuje ve středních hodnotách značné překrývání a tak se úspěšnost určení u dnešní populace pohybovala okolo 72% (Wang et al., 2010).

8.4 Diskriminační analýza

Diskriminační analýza (v angličtině *discriminant function analysis*) je klasifikační metoda vícerozměrné statistické analýzy, s jejíž pomocí se objekt zařadí do již existující třídy. Je potřeba mít jistou množinu objektů, která je charakterizována nejméně dvěma statistickými znaky, kde diskriminační analýza rozpoznává rozdíly, pro možnost jejich další klasifikace (Meloun et al., 2005). Lze ji popsat ve dvou hlavních krocích. Pokud jsou předem stanovené skupiny objektů, diskriminace znamená určení rozdílu mezi nimi, který vytváří pravidla pro následné prediktivní

oddělení skupin. Na základě svých charakteristických znaků jsou pak tyto skupiny klasifikovány do již existujících skupin (Klecka, 1980).

V otázce odhadu pohlaví je diskriminační analýza využívána k rozdělení vzorků na mužské a ženské. Pro její určení používají různí autoři různá měření. Snow považoval za nejlepší využít pět rozměrů: délku prstů D2, D3, D4 a D5 a celkovou délku ruky. Analyzoval takto 222 otisků dobrovolníků a 6 stop z paleolitických jeskyní Font de Gaume, Les Combarelles, Abri du Poisson a Pech Merle. Přesnost odhadu pro dobrovolníky z moderní populace se pohybovala na 77% pro levou ruku a 81% pro pravou ruku. Jednotná analýza celého vzorku pak ukázala přesnost 79% (Snow, 2006). U paleolitického vzorku 4 z 6 otisků jevíly jasně ženské znaky a přesnost určení byla tedy 67%.

Jako druhou variantu diskriminační analýzy využil Manningův poměr 2D/4D a ještě poměr ukazováčku a malíčku (2D/5D). Výsledky ukázaly, že spolehlivost této metody je menší, pouze 59%. Pro paleolitické otisky nepovažuje tento postup za dostatečně robustní pro spolehlivý odhad pohlaví. Přesto tato metoda podpořila výsledky předchozího postupu a určila stejné 4 otisky jako jasně ženské. Snow jako optimální postup tak navrhuje provedení nejprve prvního postupu a pak druhého, pro eliminaci potenciálně nejasných otisků (Snow, 2006).

Zajímavostí je stopa z Les Combarelles, která v případě absolutního měření měla extrémně ženské hodnoty, v případě 2D/4D poměru nese hodnoty extrémně mužské. Na vzorku žijících lidí se podobný případ našel pouze jeden, kdy jedna žena měřena Manningovým indexem vykazovala extrémně mužské znaky. Snow tedy na základě výsledků předpokládá, že původní stopa patřila nedospělému muži (Snow, 2006).

Snow předpokládal, že při prozkoumání většího vzorku otisků povede ke změně tohoto poměru a zvýší se podíl mužské participace (Snow, 2006). V roce 2013 publikoval studii, ve které znovu navštívil některé jeskyně a provedl reanalýzu výsledků z prvního výzkumu.

Tentokrát zkoumal stopy z jeskyní Pech Merle, Bernifal, Gargas, Rocamadour, Grotte du Bison (vše Francie), El Castillo a Maltravieso (Španělsko) (Snow, 2006).

Pro větší počet zkoumaného materiálu mezi měřené stopy zařadil i takové, které nebyly úplně kompletní, ale poskytovaly dostatek potřebných, měřitelných rozměrů. Získal tak 32 otisků, které podrobil stejným postupům jako v případě první studie a zjistil, že procento ženské participace nečekaně vzrostlo na 75%. 24 z měřených otisků je tak možné přiřadit ženské umělkyni a pouze 8 muži (Snow, 2013).

Výsledky své studie porovnává se Snowem také Galeta et al. (2014) a demonstruje tak nemožnost srovnání vzorků dvou populací pomocí stejných kritérií. Pro svůj vzorek 100 otisků pravých rukou studentů (50 mužů a 50 žen) francouzské univerzity v Bordeaux určili dvě diskriminační funkce. První, označena jako DF_{direct} , kombinuje stejně jako Snow pět lineárně naměřených hodnot (délka ruky a délka 2DP - 5DP). Druhá, DF_{index} , zahrnuje dva indexy lineárního měření ruky (poměr 2DP/4DP a 2DP/5DP) (Galeta et al., 2014). DF_{direct} podle Snowa určil 100% francouzských žen, ale jen 58% mužů. Takto vysoký rozdíl v původním americkém vzorku nebyl, rozdíl úspěšnosti určení mezi muži a ženami byl pouze o 5,7% vyšší u žen než u mužů. Úspěšnost podle DF_{index} byla dokonce ještě nižší. Aplikace na francouzský vzorek ukázala pouze 50% celkovou úspěšnost. Navíc rozdíl v správném určení pohlaví je ještě větší než u DF_{direct} . DF_{index} určil správně pohlaví u všech mužů francouzského vzorku, ale u žádné ženy (Galeta et al., 2014).

9 DISKUZE

Snow sice nebyl první, kdo s otázkou odhadu pohlaví podle otisků a stop rukou v prehistorickém nástěnném umění přišel, svými tvrzeními však rozdmýchal debatu, ve které se výzkumníci snaží jeho tvrzení potvrdit nebo vyvrátit.

Důležitou součástí celé debaty je Manningův 2D/4D poměr, který je významným ukazatelem mezipohlavního rozdílu na ruce. První studii s tímto poměrem publikoval v roce 1998 (Manning et al., 1998), kde se zabýval nejen tímto poměrem, ale i jeho korelacemi s počtem spermií a koncentrací hormonů testosteronu, estrogeneru a luteinizačního hormonu. Mezipohlavně diferentní 2D/4D poměr nalezneme již u dvouletých dětí (Manning et al., 1998) a jeho počátky můžeme pravděpodobně hledat již *in utero* (Manning et al., 1998; Putz et al., 2004).

Vzhledem k časně odlišnosti 2D/4D poměru se nabízí také otázka jeho proměnlivosti v průběhu dospívání. Manning na základě svého výzkumu v hrabství Merseyside velké změny nepředpokládá (Manning et al., 1998). Ve stejném duchu hovoří i Triversova (2006) studie, která ovšem doporučuje k měření využít pravou ruku pro její relativní stabilitu při růstu (Trivers et al., 2006).

Mezipohlavní rozdíly ruky jsou zkoumány také v kontextu určení forezních standardů pro různé populace. Tyto standardy zahrnují nejen 2D/4D index, ale i zhodnocení velikosti ruky, měření její délky a šířky, měření délky a poměry mezi různými prsty, ale i otázky důležitosti laterality a rozdílů mezi pravou a levou rukou jedince. Case dokonce ve své studii vyzdvihuje důležitost ruky v odhadu pohlaví a srovnává její významnost s využitím pánevní kosti nebo lebky (Case & Ross, 2007). Ve většině rešeršovaných studií ukazují metody poměrně vysokou míru spolehlivosti, pouze Krishan et al. (2013) tvrdí, že poměr 2D/4D není pro vysokou míru překryvu mezi mužskou a ženskou rukou spolehlivým nástrojem.

Někteří autoři se v rámci forenzních standardů také zabývají otázkou odhadu výšky postavy na základě dimenzí ruky a spolehlivostí takovýchto odhadů. Přestože je nutné z důvodu mezipopulačních rozdílů zohlednit a zachovat etnicitu, je tento odhad považovaný za spolehlivý a je využívám v kriminalistice jako pomocný nástroj (Agnihotri et al, 2008; Habib, 2010; Ilayperuma et al., 2009).

Stanovení forenzních standardů by nám mělo být nápomocno k určení metod pro spolehlivější odhad z paleolitických otisků rukou. Snow předpokládá v mladém paleolitu mnohem větší mezipohlavní dimorfismus, takže současné metody vytvořené na základě moderních populací by měly být dostačující i pro paleolitické vzorky (Snow, 2013; Wang et al., 2010). Navíc, přestože si je vědom faktu, že dnešní populace už není dostatečně reprezentativní, na základě studie Semino et al. (2000) předpokládá relativní genetickou neměnnost Evropské populace. Tato studie přinesla fakt, že linie 95% moderního chromozomu Y jsou vysledovatelné již do mladého paleolitu (Semino et al., 2000). Snow tak říká, že můžeme dnešní standardy porovnávat s paleolitickými vzorky bez obav z chybných výsledků.

Jeho studie z roku 2006 je výsledkem takového srovnání (Snow, 2006). Měl k dispozici 6 otisků z jeskyní Font de Gaume, Les Combarelles, Abri du Poisson a Pech Merle a 111 dobrovolníků. Aplikoval dvě metody. Nejprve použil měření celkové délky ruky a délky 2.-5. prstu pro výpočet prediktivní diskriminační analýzy a jako druhou metodu zvolil právě 2D/4D poměr, ze kterého opět určil hodnotu pro prediktivní diskriminační analýzu. Výsledky viz Tab.1. Využitelnost jím zvolených postupů zkoumal Galeta et al. (2014) na studentech univerzity v Bordeaux. Jejich výsledky ukazují na rozdíl od Snowa velmi rozdílnou spolehlivost a vyvolávají otázku skutečné využitelnosti hodnot moderních populací k odhadu pohlaví paleolitických tvůrců. Na základě toho navrhuji, že každý autor by se měl vyhnout pokusům o komparaci a odhad pohlaví paleolitických umělců z moderních morfometrických dat (Galeta et al., 2014).

Tab. 1 Srovnání výsledků spolehlivost odhadu pohlaví podle studií Snow (2006) a Galeta et al. (2014)

Odhad pohlaví	Snow			Galeta et al.		
	Počet	DF _{direct}	DF _{index}	Počet	DF _{direct}	DF _{index}
		přesnost (%)	přesnost (%)		přesnost (%)	přesnost (%)
Muži	108	75,9	63,9	50	58,0	100,0
Ženy	114	81,6	55,3	50	100,0	0,0
Celkem	122	78,8	59,5	100	79,0	50,0

Stejný problém se srovnatelností naměřených hodnot nalezneme i v dalších studiích. Výzkumníci často operují s jinou moderní populací, než je ta původní. S tímto problémem se potýká nejen program Kalimain (© Noury 2005) operující s morfologií ruky a 2D/4D indexem. Paleolitické vzorky z Bornea jsou porovnávány s pravděpodobně evropskými standardy (Nelson et al., 2006). Na základě geografické vzdálenosti nelze předpokládat, že v moderní populaci Bornea bychom naměřili stejné hodnoty jako v Evropě, čímž může být způsobena stejná nerovnost ve výsledné analýze jako v případě Snowa (Snow, 2006) a Galety (Galeta et al., 2014).

Podobný problém by mohl vyvstat i u Wangova automatického klasifikačního systému (Wang et al., 2010), jehož spolehlivost byla trénována na rukou 68 dobrovolníků a fotografiích 107 otisků rukou filmových hvězd na nádvoří Čínského divadla v Hollywoodu a následně ke klasifikaci prehistorických otisků z francouzských jeskyní. Autoři to však vysvětlují precizní metodikou systému, kdy kontury ruky každého otisku amerického vzorku byly získány ručně a následně i automatickou segmentací obrazu. U všech fotek bylo srovnáno rozlišení na stejnou hodnotu a bylo vyzkoušeno několik klasifikátorů pro získání maximální přesnosti při mezipopulačním srovnání (Wang et al., 2010). Navíc svůj program vyzkoušeli i na velkém vzorku moderní evropské populace, k tomuto vzorku však neuvádějí další informace. A také podle nich byl v

paleolitu větší pohlavní dimorfismus, což nahrává větší spolehlivosti odhadu.

Pochybnost o spolehlivosti odhadů pohlaví podle otisků ruky přináší i Gunn (2006). Na základě měření různých rozměrů ruky tvrdí, že podle ruky není možné spolehlivě odhadnout pohlaví ani věk, pouze nejširší věkové rozpětí. Ve svém výzkumu zhodnocuje i tak malé otisky rukou, že je možné je přisoudit kojencům (Gunn, 2006). Otázku pravděpodobné participace dětí v paleolitickém nástěnném umění na základě nálezů velmi malých otisků rukou a jiných projevů (např. *finger fluttings*) vyzdvihuje i Bednarik (2008). Opět se zde nabízí otázka možné celodinné participace, kterou zkoumala již Flood (1987).

Přestože se výzkumy otázky pohlaví v paleolitickém umění budou vždy pohybovat v rovině pravděpodobnosti, vydané studie přinášejí zajímavé výsledky, stejně jako další otázky, pro možnosti dalších výzkumů.

10 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracování rešerše na téma možnosti odhadu pohlaví podle otisku ruky, aplikovatelnosti vytvořených metod na paleolitické vzorky a zhodnocení jejich spolehlivosti.

Výzkumníci zaujímají na toto téma různé názory. Někteří si myslí, že na základě předložených metod je takovýto odhad možný (Snow, 2006; Snow, 2013; Wang et al., 2010), jiní nesouhlasí pro příliš vysoký překryv mezi rukou muže a ženy a nejednoznačnost výsledků (Gunn, 2006; Krishan et al., 2013) nebo nemožností srovnání morfometrických dat moderních populací s paleolitickými vzorky (Galeta et al., 2014). Otázka odhadu pohlaví podle otisku ruky je sice poměrně kontroverzní téma s nejistými výsledky, ale výsledky studií nám mohou alespoň zhruba přiblížit život tehdejších homininů.

Přesto těmito studii vznikly další otázky. Podíleli se na paleolitickém umění také neandertálci? Pokud se na tvorbě paleolitického umění mohli podílet jedinci každého věku, byla jejich společnost rovnostářská? A jaký byl vlastně impuls pro začátek tvorby paleolitického umění?

11 RESUMÉ

This thesis deals with the handprints and hand stencils in rock art and with their usefulness in the sex estimation. We present the topic of handprints and handstencils in parietal art and described several methods and approaches presented by different researchers and assessed and analysed their usefulness and reliability in parietal art sex estimation. The topic also involves forensic studies focused on modern population and the usability in order to reliably determine sex by hand dimensions. In the end we discuss and valorize all methods described in this thesis.

12 SEZNAM PŘILOŽENÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1 Srovnání poměru 2D:4D u ženy a u muže (zdroj: https://pbmo.files.wordpress.com/2012/12/digit-ratio-2.png?w=370 [cit. 18.2.2015])	14
Obr. 2 Koně z Lascaux (Zdroj: http://www.donsmaps.com/images25/lascauxhorsesaurochshd.jpg [cit. 25.4.2015])	17
Obr. 3 Chauvetské palmy rukou a předpokládaný odhad nasměrování otisků (zdroj: http://donsmaps.com/chauvetcave.html)	19
Obr. 4 Grošáci z Pech Merle a stopy okolo nich (Zdroj: Snow, 2006)	20
Obr. 5 Panel stop jako "strom života" z jeskyně Gua Tewet (zdroj: Chazine, 2005)	22
Obr. 6 V pravém horním rohu se nachází nejstarší datovaný otisk starý 39 900 let (zdroj: http://www.newscientist.com/article/mg22429904.600-worlds-oldest-hand-stencil-found-in-indonesian-cave.html#.VT3XUyHtmkp [cit. 25.4.2015])	23
Obr. 7 Body pro měření délky a šířky ruky (zdroj: Aboul-Hagag, 2011)	29
Obr. 8 Výsledky analýzy ukázaly, že světle vyvedené stopy patří mužům, tmavé ženám a s otazníkem byly označeny za sporné (Zdroj: Chazine & Noury, 2006)	33
Obr. 9 Používaná měření ruky (zdroj: Gunn, 2006)	35
Obr. 10 Výsledky tréninkového skenu získaného z (zdroj: Wang et al., 2010)	37

13 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

- Aboul-Hagag, K. E., Mohamed, S. a., Hilal, M. a., & Mohamed, E. a. (2011). Determination of sex from hand dimensions and index/ring finger length ratio in Upper Egyptians. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 1(2), 80–86. <http://doi.org/10.1016/j.ejfs.2011.03.001>
- Agnihotri, A. K., Agnihotri, S., Jeebun, N., & Googoolye, K. (2008). Prediction of stature using hand dimensions. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15, 479–482. <http://doi.org/10.1016/j.jflm.2008.03.002>
- American Society for Surgery of the Hand. (1990). *The Hand - Examination and Diagnosis*. Churchill Livingstone.
- Bardale, R. V., Dahodwala, T. M., & Sonar, V. D. (2013). Original Research Paper Estimation of Stature from Index and Ring Finger Length Introduction: Material and Methods: Corresponding Author: Discussion: Results: , 35(4), 353–357.
- Bednarik, R. G. (1992). The Paleolithic art of Asia. *Ancient images, ancient thought: the archaeology of ideology*, 383-390.
- Bednarik, R. G. (1994). The Pleistocene art of Asia. *Journal of World Prehistory*, 8(4), 351-375.
- Bednarik RG. 2008. Children as pleistocene artists. *Rock Art* [Internet] 25:173–182. Available from: http://mc2.vicnet.net.au/home/aura/shared_files/Child.pdf
- Borovanský, Ladislav: *Anatomie. Soustava kosterní*. Přepřacovali: Milan Doskočil, Jaroslav Kos, Praha, Triton, 1992.
- Borovanský, Ladislav: *Anatomie. Soustava svalová*. Přepřacovali: Milan Doskočil, Olga Mrázková, Praha, Triton, 1992.
- Bruzek, J., & Murail, P. (2006). Methodology and Reliability of Sex Determination from the Skeleton.pdf.
- Case, D. T., & Ross, A. H. (2007). Sex determination from hand and foot bone lengths. *Journal of Forensic Sciences*, 52(2), 264–270. <http://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00365.x>
- Celbis O, Agritmis H. 2015. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample.

Forensic Sci Int [Internet] 158:135–139. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.05.016>

Čihák, R. (2001). *Anatomie 1*. Grada.

Falsetti AB. Sex assessment from metacarpals of the human hand.

J Forensic Sci 1995;40(5):774–6.

Faurie, C., & Raymond, M. (2004). Handedness frequency over more than ten thousand years. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society, 271 Suppl*, S43–S45. doi:10.1098/rsbl.2003.0092

Flood, J. 1987. Rock art of the Koolburra plateau. *Rock Art Research* 4(2): 91–126.

Frutos LR. 2002. Determination of Sex from the Clavicle and Scapula in a Guatemalan Contemporary Rural Indigenous Population. *Am J Forensic Med Pathol* [Internet] 23. Available from:
http://journals.lww.com/amjforensicmedicine/Fulltext/2002/09000/Determination_of_Sex_from_the_Clavicle_and_Scapula.17.aspx

Galeta, P., Bruzek, J., & Lázničková-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*(1), 141–149. doi:10.1016/j.jas.2014.01.028

García-Diez, M., Garrido, D., Hoffmann, D. L., Pettitt, P. B., Pike, a, & 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). *Journal of Anthropological Sciences*. doi:10.4436/jass.93004

Goodall, R. a., David, B., Kershaw, P., & Fredericks, P. M. (2009). Prehistoric hand stencils at Fern Cave, North Queensland (Australia): environmental and chronological implications of Raman spectroscopy and FT-IR imaging results. *Journal of Archaeological Science, 36*(12), 2617–2624. doi:10.1016/j.jas.2009.07.007

Gunn, R. G. (2006). HAND SIZES IN ROCK ART : INTERPRETING THE MEASUREMENTS OF HAND STENCILS AND PRINTS, 23(1), 1–16.

Guthrie, R. D. (2005). *The Nature of Paleolithic Art*. *American Anthropologist* (Vol. 110). Retrieved from <http://www.loc.gov/catdir/description/uchi051/2004014399.html>

- Habib, S. R., & Kamal, N. N. (2010). Stature estimation from hand and phalanges lengths of Egyptians. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 17(3), 156–160. <http://doi.org/10.1016/j.jflm.2009.12.004>
- Henneberg, M., & Mathers, K. (1994). Reconstruction of body height, age and sex from handprints. *South African Journal of Science*, 90(8-9), 493-496.
- Hepper, P. G., Wells, D. L., & Lynch, C. (2005). Prenatal thumb sucking is related to postnatal handedness. *Neuropsychologia*, 43(3), 313–315. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2004.08.009
- Chazine, J.-M. (Jean-M. (2005). Rock Art, Burials, and Habitations: Caves in East Kalimantan. *Asian Perspectives*, 44(1), 219–230. doi:10.1353/asi.2005.0006
- Chazine, J-M & Noury, A. (2006). Sexual Determination of Hand Stencils at the Masri II Cave (East-Kalimantan/Borneo - Indonesia). International Newsletter On Rock Art (INORA).
- Ibeachu, P. C., Abu, E. C., & Didia, B. C. (2011). Anthropometric Sexual Dimorphism of Hand Length , Breadth and Hand Indices of University of Port-Harcourt Students. *Asian Journal of Medical Sciences*, 3(8), 146–150.
- Ilayperuma, I., Nanayakkara, G., & Palahepitiya, N. (2009). Prediction of personal stature based on the hand length. *Galle Medical Journal*, 14, 15–18. <http://doi.org/10.4038/gmj.v14i1.1165>
- Ishak, N. I., Hemy, N., & Franklin, D. (2012). Estimation of stature from hand and handprint dimensions in a Western Australian population. *Forensic Science International*, 216(1-3), 199.e1–199.e7. <http://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.09.010>
- Jowaheer, V., & Agnihotri, A. K. (2011). Sex identification on the basis of hand and foot measurements in Indo-Mauritian population - A model based approach. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18(4), 173–176. <http://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.02.007>
- Klecka, W. R. (1980). *Discriminant analysis* (No. 19). Sage.
- Krishan, K., Kanchan, T., Asha, N., Kaur, S., Chatterjee, P. M., & Singh, B. (2013). Estimation of sex from index and ring finger in a North Indian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(5), 471–479. <http://doi.org/10.1016/j.jflm.2013.03.004>

- Lazenby RA. Identification of sex from metacarpals: effect of side asymmetry. *J Forensic Sci* 1994;39:1188–94.
- Lewis-Williams, J. D. (2007). *Mysl v jeskyni: vědomí a původ umění*. Academia.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2Nd To 4Th Digit Ratios, Fetal Testosterone and Estradiol. *Early Human Development*, 77(1-2), 23–28. doi:10.1016/j.earlhumdev.2003.12.002
- Malas, M. A., Dogan, S., Hilal Evcil, E., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D : 4D). *Early Human Development*, 82(7), 469–475. doi:10.1016/j.earlhumdev.2005.12.002
- Mall G, Graw M, Gehring KD, Hubig M. 2000. Determination of sex from femora. *Forensic Sci Int* 113:315–321.
- Manning, J. T. (2002a). *Digit ratio.. a pointer to fertility, behavior, and health*. RUTGERS UNIVERSITY PRESS.
- Manning, J. T. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 446–450. doi:10.1016/S1090-5138(00)00052-0
- 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 (Oxford, England)*, 13(11), 3000–3004. doi:10.1093/humrep/13.11.3000
- 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 (Oxford, England)*, 13(11), 3000–3004. <http://doi.org/10.1093/humrep/13.11.3000>
- Meloun, M., Militký, J., & Hill, M. (2005). *Počítačová analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Academia.
- Nelson, E. C., Manning, J. T., & Sinclair, a. G. M. (2006). News Using the length of the 2nd to 4th digit ratio (2D: 4D) to sex cave art hand stencils: factors to consider. *Before Farming*, 1, 1–7. Retrieved from <http://www.designedbychris.net/Digitratio/CaveArt2D4D.pdf>

- Pike, a. W. G., Hoffmann, D. L., Garcia-Diez, M., Pettitt, P. B., Alcolea, J., de Balbin, R., ... Zilhao, J. (2012). U-series dating of Palaeolithic art in 11 caves in Spain, 1409. <http://doi.org/10.1126/science.1219957>
- Putz, D. a., Gaulin, S. J. C., Sporter, R. J., & McBurney, D. H. (2004). Sex hormones and finger length - What does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*, 25, 182–199. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2004.03.005
- Sadler, T. D. (2011). *Langmannova lékařská embryologie*. Grada.
- Sanz, I. D. (2011). Rock Art Recording Methods: From Traditional to Digital , 2.
- Semino, O., Passarino, G., Oefner, P. J., Lin, a a, Arbusova, S., Beckman, L. E., ... Underhill, P. a. (2000). The genetic legacy of Paleolithic Homo sapiens sapiens in extant Europeans: a Y chromosome perspective. *Science (New York, N.Y.)*, 290(5494), 1155–1159. doi:10.1126/science.290.5494.1155
- Scheuer JL, Elkington NM. Sex determination from metacarpals and the first proximal phalanx. *J Forensic Sci* 1993;38(4):769–78.
- Smith SL. Attribution of hand bones to sex and population groups. *J Forensic Sci* 1996;41(3):469–77.
- Snow, D. (2013). Sexual Dimorphism in European Upper Paleolithic Cave Art. *American Antiquity*, 78(4), 746–761. doi:10.7183/0002-7316.78.4.746
- Snow, D. R. (2006). Sexual dimorphism in Upper Palaeolithic hand stencils. *Hand The*, 80(August 2004), 390–404. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Sexual+dimorphism+in+Upper+Palaeolithic+hand+stencils#0>
- Steele DG. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *Am J Phys Anthropol* 1976;45:581–8.
- Trivers R, Manning J, Jacobson A. 2006. A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Horm Behav* 49:150–156.

Walsh, G. L. (1979). Mutilated hands or signal stencils? A consideration of irregular hand stencils from central Queensland. *Australian Archaeology*, 33-41.

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. *Proceedings of the International Conference on Multimedia - MM '10*, 1325. doi:10.1145/1873951.1874214