

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Biologie



Lada Šťovíčková

Stanovení biologického profilu jedince ve forenzních vědách v období
globalizace

The assessment of biological profile of a person in forensic sciences at the age
of globalisation

Bakalářská práce

Školitel: doc. RNDr. Jaroslav Brůžek, CSc.

Praha, 2016

Poděkování patří mému školiteli doc. RNDr. Jaroslavu Brůžkovi CSc. za pomoc, cenné rady a trpělivost při psaní této práce.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10. 5. 2016

Podpis

Abstrakt

Forenzní antropologie v dnešní době čelí problému v podobě globalizace a častého přesunu obyvatel ať už v rámci turistiky a obchodu nebo kvůli válečným konfliktům a přírodním katastrofám. Cílem této bakalářské práce je seznámit se s metodami používanými pro odhad biologického profilu jedince a zhodnotit jejich vyrovnávání se s populační specificitou a sekulárním trendem.

Klíčová slova: Forenzní antropologie, biologický profil, metody, spolehlivost

Abstract

Today's forensic anthropology is facing a problem in the form of globalization and frequent relocation of people whether in the purpose of tourism and business or because of war conflicts and natural catastrophes. The aim of this bachelor's thesis is to introduce the methods used for estimation of biological profile of a person and to validate their coping with population specificity and secular trend.

Key words: Forensic anthropology, biological profile, methods, reliability

Obsah

1. Úvod	1
2. Forenzní antropologie a současnost	2
2.1. Forenzní antropologie.....	2
2.1.1. Identifikační proces.....	3
2.1.2. Biologický profil jedince	5
2.1.2.1. Odhad pohlaví	5
2.1.2.2. Odhad věku dožití podle kostry	12
2.1.2.3. Odhad tělesné výšky.....	20
2.1.2.4. Odhad populační afinity	23
3. Diskuze	24
4. Globalizace a pohyb obyvatel	26
5. Závěr	28
6. Použitá literatura	29
7. Internetové zdroje	35

1. Úvod

Forenzní antropologie se opírá o sestavení biologického profilu složeného z parametrů, jako jsou pohlaví, věk dožití, výška a populační afinita. Metody, které k tomu využívá, musí splňovat určité předpoklady, které vyjadřujeme v termínech jako přesnost, spolehlivost a reprodukovatelnost. S tím souvisí i populační specifita jednotlivých nástrojů identifikace, která je často deklarována, avšak v praxi není vždy dodržována. Zpřísnění kritérií užití metod forezních disciplín přinesla Daubertova kritéria (Brautbar, 1999) používaná v americkém soudním systému, která vyžadují, aby použité metody byly testovány a publikovány, aby byla známa potenciální úspěšnost metody a aby byla metoda přijata relevantní vědeckou komunitou.

Cílem práce je seznámit se se základy běžně užívaných metod odhadu biologického profilu a zhodnotit, jak se tyto metody vypořádávají s jejich populační afinitou. Ta je podmíněna přítomností variability mezi jednotlivými populacemi a sekulárního trendu.

Rizika používání lokálních standardů nejsou plně známa, ale jejich význam je obzvláště důležitý hlavně teď, v době častých přesunů jedinců či skupin ať už v souvislosti s turistikou, obchodem, migrací, válečnými konflikty či přírodními katastrofami.

2. Forezní antropologie a současnost

2.1. Forezní antropologie

Forezní antropologie je relativně mladý, ale v dnešní době velmi se rozrůstající obor, který se pomalu ale jistě dostává i do povědomí širší veřejnosti, a to hlavně díky nesčetnému množství televizních seriálů na toto téma. Mezi prvními, kteří definovali pole forezní antropologie, byl T. Dale Steward v roce 1979, který napsal:

„Forensic anthropology is that branch of physical anthropology which, for forensic purposes, deals with the identification of more or less skeletonized remains known to be, or suspected of being human. Beyond the elimination of nonhuman elements, the identification process undertakes to provide opinions regarding sex, age, race, stature, and such other characteristics of each individual involved as may lead to his or her recognition“ (Stewart, 1979).

Podle této definice je forezní antropologie disciplína, která se zabývá pouze identifikací daného jedince a je provozována zásadně v laboratoři. V dnešní době je ale pole působnosti forezní antropologie mnohem širší a spolupracuje se spoustou dalších sesterských disciplín, jako např. forezní odontologie, genetika, patologie, či tafonomie. Nedílnou součástí forezní antropologie je také archeologie. Stewart byl ve své práci skeptický, co se týkalo vytvoření forezní archeologie jako samostatné disciplíny. Dnes se ale prokazuje, že trénink v archeologických technikách a metodách je pro práci forezního antropologa v terénu při vyzdvihování ostatků neocenitelný (Komar a Buikstra, 2008).

Dnešní podoba definice forezní antropologie, která je publikována na webových stránkách *American Board of Forensic Anthropology (ABFA)*, stanovuje že:

„Forensic anthropology is the application of the science of physical or biological anthropology to the legal process. Physical or biological anthropologists who specialize in forensics primarily focus their studies on the human skeleton. The analysis of skeletal, badly decomposed, or otherwise unidentified human remains is important in both legal and humanitarian contexts. Forensic anthropologists apply standard scientific techniques developed in physical anthropology to analyze

human remains, and to aid in the detection of crime. In addition to assisting in locating and recovering human skeletal remains, forensic anthropologists work to assess the age, sex, ancestry, stature, and unique features of a decedent from the skeleton. Forensic anthropologists frequently work in conjunction with forensic pathologists, odontologists, and homicide investigators to identify a decedent, document trauma to the skeleton, and/or estimate the postmortem interval.“

Jak vidíme, definice se silně rozšířila oproti té původní Stewartově. Navíc už se neklade důraz pouze na kosterní pozůstatky, ale také na ostatky v silném rozkladu měkkých tkání nebo jinak neidentifikované. S tím souvisí to, že se zvyšuje počet případů, kdy forenzní antropolog asistoval při identifikaci ostatků obsahujících i měkké tkáně (Komar a Buikstra, 2008). Dále dochází k nárůstu množství případů vyšetřujících masová úmrtí, ke kterým došlo vlivem přírodních katastrof nebo i válečných konfliktů, na kterých se podílí právě forenzní antropologové a pomáhají s identifikací ostatků. Příkladem může být zapojení forenzních antropologů při identifikaci jedinců po vlně tsunami v Thajsku, která vznikla následkem zemětřesení 26. prosince 2004 (Perrier et al., 2006).

Forenzní antropolog se však nezabývá pouze ostatky těl zemřelých, ale jeho expertiza je zároveň žádaná např. při rozpoznávání obličejů z bezpečnostních kamer či při zjišťování změn v obličejí vlivem stárnutí u mladých delikventů nebo pohřešovaných osob (Cattaneo, 2007; Koudelová et al., 2015; Mýdlova et al., 2015).

Problémem v dnešní době je nízký počet forenzních antropologů. Zdaleka ne ve všech státech jsou zastoupeni. V takovém případě přebírá zodpovědnost za identifikaci ostatků a interpretaci traumat na kostře forenzní patolog, který ale nemá potřebné znalosti osteologie a metod pro přesné sestavení biologického profilu nalezeného jedince. To má za následek nižší procento úspěšného určení např. pohlaví, čehož může u soudu využít obhajoba nebo obžaloba a zdiskreditovat tak celý znalecký posudek (Kranioti a Michalodimitrakis, 2009).

2.1.1. Identifikační proces

Identifikační proces začíná sestavením biologického profilu nalezeného jedince, to znamená, že se určí pohlaví, věk v době smrti, výška a populační afinita jedince (zatímco první tři aspekty biologického profilu se určují vždy, populační afinitu není tak snadné určit, proto ji někteří forenzní antropologové do biologického profilu nezahrnují). Tyto čtyři údaje

ale samy o sobě nestačí, a tak je potřeba doplnit profil dalšími informacemi, jako jsou odhad doby uplynulé od smrti, různé patologie a traumata jedince viditelné na těle nebo kostře a zjištění příčiny smrti (Komar a Buikstra, 2008). Biologický profil pak může podpořit nebo i potvrdit předběžnou identifikaci, která vznikla na základě osobního majetku nalezeného u těla (např. peněženka s doklady) nebo místa nálezu jedince (Dirkmaat, 2012). Cílem procesu identifikace je co nejvíce zúžit okruh možných pohřešovaných osob, které odpovídají danému biologickému profilu, a dosáhnout tak pozitivní identifikace jedince (Komar a Buikstra, 2008).

Existuje mnoho dalších metod, které napomáhají k identifikaci jedince. Nejčastěji se jedná o vizuální identifikaci, porovnání otisků prstů, lékařských a zubních záznamů nebo o analýzy nukleární a mitochondriální DNA (Komar a Buikstra, 2008). V některých případech však není možné využít ani jedné z těchto metod následkem procesu rozkladu, působením zvěře a nebo proto, že pachatel znetvořil tělo tak, aby vyšetřovatelům co nejvíce ztížil identifikaci jedince. V některých případech ani není možné rozlišit lidské kosti od zvířecích a tak se musí přistoupit k mikroskopickým metodám (Adams, 2007).

Při procesu identifikace je důležité zjistit přesný sled událostí, které se podepsaly na těle, a určit, jestli se staly před smrtí (antemortem), v době smrti (perimortem) nebo až po smrti (postmortem). Takovéto chronologické uspořádání událostí napomáhá určit příčinu smrti, identifikovat jedince nebo i zjistit, jestli a jak bylo s tělem zacházeno (Adams, 2007).

Při identifikačním procesu u skeletalizovaných ostatků nepřipadá v úvahu použití metod jako je analýza DNA nebo porovnání otisků prstů. Proto je nejefektivnější a nejpresnější metodou porovnání dentálních záznamů s chrupem neidentifikovaného jedince. K tomuto účelu se provádějí postmortem rentgenové snímky chrupu, právě aby mohly být porovnány se snímky získanými antemortem. Pokud antemortem záznamy existují, je už pak snadné získat pozitivní identifikaci jedince (Adams, 2007).

Další možností je využití rentgenových snímků ostatních částí těla. Rentgenové snímky hrudníku pomohly identifikovat člena posádky vrtulníku, který havaroval v roce 1967 ve Vietnamu. Vrtulník se střetl s letadlem, pilot letadla přežil, ale celá posádka vrtulníku zahynula. Podařilo se identifikovat všechny členy s výjimkou jednoho. Ten se dočkal identifikace až po téměř 34 letech a to z části díky rentgenovým snímkům hrudníku získaným antemortem. V květnu 2001 byl jedinec určen jako Jerry Degnan a jeho ostatky byly vráceny rodině (Adams a Maves, 2002).

2.1.2. Biologický profil jedince

Sestavení biologického profilu jedince, neboli osteobiografie, je hlavní náplní práce forenzního antropologa (Komar a Buikstra, 2008). Spočívá v určení čtyř základních znaků neznámého jedince, což jsou pohlaví, tělesná výška, věk dožití a populační afinita, a dále pak v zaznamenání všech zvláštních znaků na kostře, které by mohly pomoci v identifikaci ostatků a ke zjištění příčiny smrti, to jsou například různá zranění a traumata na kostře.

Práci antropologů při sestavování biologického profilu neznámého individua mohou usnadnit i informace, jak uvádíme výše, získané antemortem, např. rentgenové snímky chrupu hledané osoby, které se mohou porovnat s chrupem z nalezených ostatků, čímž se zabývá forenzní odontologie, nebo osobní majetek zesnulého objevený spolu s ostatky (Komar a Buikstra, 2008). Ne vždy se ale podaří informace takto získat, a tak je potřeba, aby se při sestavování biologického profilu používaly ty nejúspěšnější a nejspolehlivější metody, které jsou k dispozici.

Metody pro odhad biologického profilu jsou publikovány v řadě vědeckých časopisů a přehledy těch nejdůležitějších jsou pak shrnuty v příručkách a učebnicích. Na základě stáří učebnic a věhlasu autorů jsme vybrali tři, které jsou rovněž recentního data (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013) a využili je jako základ pro výběr dále popsaných metod. V přehledu těchto metod se zaměříme na jejich úspěšnost a charakteristiku kosterních souborů, které byly využity jako referenční vzorky pro navržení jednotlivých metod hlavně z hlediska jejich chronologie. O odhadu populační afinity se zmíníme jen krátce.

2.1.2.1. Odhad pohlaví

Pohlaví je u většiny lidí velmi snadno rozpoznáno už podle vzhledu, u kosterních ostatků už to tak snadné není, zvláště jsou-li fragmentární. Forenzní antropologové proto používají řadu morfologických a metrických metod, které jim pomohou odhadnout pohlaví daného jedince (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013). Je obecně známo, že pro odhad pohlaví se nejčastěji využívá pánev a lebka, proto jsme se při výběru metod zaměřili právě na ty, které využívají tyto dvě části kostry.

Metody jsou jednak vizuální (morfologické), zatížené vyšší subjektivitou, a metrické s vyšší objektivitou (např. Brůžek a Murail, 2006). V přehledu doporučovaných metod se budeme řídit tímto rozdělením a jednotlivé metody prezentujeme s krátkou charakteristikou.

Zároveň se zaměříme na stáří a populační afinitu materiálu použitého při navrhování metod. Přehled metod udává tabulka 1.

Tabulka 1. Přehled vybraných metod pro odhad pohlaví a jejich zastoupení v jednotlivých publikacích

Část skeletu	Komar & Buikstra (2008)	Dirkmaat (2012)	İşcan & Steyn (2013)	Úspěšnost %	Poznámka (počet znaků, charakteristika materiálu)
Pánev					
<i>Morfologické metody</i>					
Phenice (1969)	Ano	Ano	Ano	96	3 znaky <i>os pubis</i> ; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Brůžek & Ferembach (1992)	Ne	Ne	Ano	93	8 znaků <i>os coxae</i> ; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Francie, Portugalsko
Brůžek (2002)	Ne	Ano	Ano	95	5 znaků <i>os coxae</i> ; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Francie, Portugalsko
Walker (2005)	Ne	Ne	Ano	80 a 89	<i>Incisura ischiadica major</i> ; vzorek z 18. až 1. pol. 20. stol., Anglie, USA
<i>Metrické metody</i>					
Washburn (1948)	Ne	Ne	Ano	66	Ischio – pubický index; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Howells (1965)	Ne	Ne	Ano	93,1 – 97,8	Ischio – pubický index, <i>Incisura ischiadica major</i> , <i>acetabulum</i> ; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Francie
Kimura (1982)	Ne	Ne	Ano	77,2 – 96,7	Ischio – pubický, ilio – ischiální a ilio – pubický index, diskriminační analýza; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Japonsko, USA
Taylor & DiBennardo (1984)	Ne	Ne	Ano	61,2 – 91	<i>Acetabulum</i> , <i>Incisura ischiadica major</i> , diskriminační analýza; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA

Albanese (2003)	Ano	Ne	Ano	90 – 98,5	<i>Os pubis, os coxae, femur</i> , diskriminační analýza; vzorek převážně z 1. pol. 20. stol., Portugalsko, USA
Lebka					
<i>Morfologické metody</i>					
Buikstra & Ubelaker (1994)	Ne	Ano	Ano	-----	5 znaků lebky
Williams & Rogers (2006)	Ano	Ano	Ano	96	20 znaků lebky; vzorek z konce 19. až 21. Stol., USA
<i>Metrické metody</i>					
Giles & Elliot (1963)	Ne	Ano	Ano	82 – 89	9 rozměrů lebky, diskriminační analýza; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Walker (2008)	Ne	Ano	Ano	> 90	5 znaků lebky; vzorek z 18. až 1. pol. 20. stol., Anglie, USA
Spradley and Jantz (2011)	Ne	Ano	Ano	> 90	24 rozměrů lebky, 10 měření na <i>mandibule</i> , diskriminační analýza; vzorek z 20. až 21. stol., USA

Morfologické metody pro odhad pohlaví z pánevní kosti

Phenice 1969

Jednu z nejčastěji užívaných a testovaných metod pro odhad pohlaví podle pánevní resp. stydké kosti publikoval Phenice (1969). Metoda využívá zhodnocení 3 proměnných na stydké kosti. Kosterní soubor, který byl využit při navrhování metody, se skládal z 275 dospělých jedinců z Terryho kosterní sbírky. Ta byla shromažďována v letech 1898 – 1967 a čítá celkem 1728 jedinců, jejichž rok narození se pohybuje mezi lety 1828 – 1943. Nejčastěji zastoupeným etnikem jsou Afroameričané a Euroameričané (Hunt a Albanese, 2005). Dosažená úspěšnost správného odhadu činila 96 % pro obě pohlaví a všechny etnické skupiny přítomné v testovaném vzorku. Tato metoda měla velký vliv na poli fyzické a forenzní antropologie a byla dále testována mnohými antropology, z nichž někteří došli k velmi

odlišným výsledkům (např. MacLaughlin a Bruce, 1990; Rogers a Saunders, 1994; Ubelaker a Volk, 2002).

Brůžek 2002

V roce 2002 vyvinul novou metodu Brůžek, kterou testoval na dvou evropských sbírkách z Paříže (Francie) a Coimbr (Portugalsko). Francouzská sbírka obsahuje identifikované jedince z první poloviny 20. století, portugalská se skládá z jedinců narozených v letech 1820 – 1920. Vzorek čítal celkem 402 jedinců známého pohlaví a věku. Při pozorování pěti znaků na pánevní kosti bylo dosaženo správného odhadu v 95 % případů. Úspěšnost této metody by se dle autora ale mohla blížit až 98 %, protože u 3 % případů nebylo možné pohlaví určit (Brůžek, 2002).

Walker 2005

Walker (2005) hodnotil pohlavní dimorfismus *Incisura ischiadica major* na 296 jedincích známého pohlaví z amerických sbírek Hamann-Todd a Terry a z londýnské sbírky St. Bride's. Jedinci z amerických sbírek zemřeli v letech 1915 – 1955, zatímco jedinci z londýnské sbírky zemřeli už v letech 1761 – 1851. Walker vytvořil rozmezí celkem 5 bodů, přičemž číslo 1 znamená typicky femininní a číslo 5 typicky maskulinní. Autor byl schopen udělat správnou diagnózu pohlaví v 80 % případů, a po vyloučení těch jedinců, kteří vykazovali největší překryv pohlaví, dosahovala správná diagnóza pohlaví 89 %.

Evropská doporučení pro odhad věku a pohlaví podle kostry (Ferembach et al., 1980)

O této metodě se zmiňujeme na závěr, protože přehled čerpá z publikací amerických autorů, které tuto metodu neuvádějí, ačkoliv je nejužívanější evropskými antropology. Jedná se o doporučení pracovní skupiny evropských antropologů, které validoval Brůžek a Ferembach (1992) v souboru pánevních kostí francouzské a portugalské provenience a úspěšnost metody činí 93 %.

Metrické metody pro odhad pohlaví z pánevní kosti

Washburn 1948

Tato metoda se soustřeďuje jen na měření *os pubis* a *os ischii*, jehož výsledkem je tzv. ischio-pubický index (Washburn, 1948). Metoda byla testována na vzorku 300 jedinců afroamerického a euroamerického původu známého pohlaví a věku ze sbírky Hamann – Todd, která byla shromažďována v letech 1912 – 1939 (Kern, 2006). Výsledná úspěšnost oddělení

pohlaví u všech jedinců dohromady dosahovala 66 %, po oddělení jedinců podle etnicity se úspěšnost vyšplhala nad 90 %. Tento rozdíl je podle autora dán rozdílnou délkou *os pubis* u afroamerických a euroamerických jedinců.

Howells 1965

Howells (1965) byl jedním z prvních antropologů, kteří využili diskriminační analýzu. Testoval celkem 144 jedinců z francouzské Olivierovy kosterní sbírky, a kromě ischio – pubického indexu měřil ještě oblast acetabula a *incisura ischiadica major*. Správná diagnóza pohlaví se pohybovala mezi 93 a 98 %. Metoda nebyla často používána, protože obsahuje numerickou chybu v přepisu diskriminační funkce (Brůžek, osobní sdělení).

Kimura 1982

Navržením nové metody za pomoci jedinců z různých populací se zabýval Kimura (1982). Metodu testoval na 103 jedincích japonského původu uložených na univerzitě v Jokohamě a pocházejících z poloviny 20.století a 199 jedincích afroamerického a euroamerického původu z americké Terryho sbírky. Autor se zaměřil na určení ischio – pubického, ilio – ischiálního a ilio – pubického indexu a publikoval několik diskriminačních funkcí. Všechny kombinace měření dosahovaly úspěšnosti odhadu pohlaví větší než 90 % kromě funkce, která využívala kombinaci délky *os pubis* a šířky *os ilium*. Ta nepřesáhla hranici 80 %.

Taylor & DiBennardo 1984

Dalšími autory, kteří publikovali diskriminační funkce navržené na Terryho sbírce, byli Taylor a DiBennardo (1984). Testovací vzorek se skládal z celkem 260 jedinců afroamerického a euroamerického původu, kteří žili koncem 19. a počátkem 20.století. Měření jednotlivých proměnných se soustředilo na *acetabulum* a *incisura ischiadica major*. Autoři zkoušeli odhadnout pohlaví jak samostatně tak společně s etnicitou jedinců. Úspěšnost diagnózy pohlaví dosahovala přibližně 90 % v případě, že byl znám původ jedinců. Při simultánním odhadu pohlaví a původu dosahovala úspěšnost pouze přibližně 60 %.

Albanese 2003

Odlisný proces při navrhování metrické metody pro odhad pohlaví z pánve použil Albanese (2003). Namísto klasické diskriminační funkce použil logistickou regresi a popsal nový způsob měření *os pubis*. Zároveň ve své práci zahrnul i měření femuru.

Testovací vzorek se skládal z 324 jedinců z Terryho sbírky a z 232 jedinců z portugalské sbírky v Coimbře, kteří žili převážně počátkem 20. století. Výsledná úspěšnost diagnózy pohlaví se pohybovala mezi 90 – 98,5 %.

Morfologické metody pro odhad pohlaví z lebky

Buikstra & Ubelaker 1994

Dosud nejčastěji používanou metodou pro odhad pohlaví podle lebky je metoda popsaná v roce 1994 v knize *Standards for data collection from human skeletal remains* (Buikstra a Ubelaker, 1994). Metoda se zabývá zhodnocením 5 morfoskopických znaků na lebce. Tato metoda byla opakovaně testována, a to např. v roce 2005 na vzorku 46 jedinců z Kanady 19. století. Autor k původním 5 znakům přidal dalších 12. Výsledkem bylo dosažení správné diagnózy pohlaví v 89,1 % případech (Rogers, 2005).

Williams & Rogers 2006

Jednu z novějších metod publikovali Williams a Rogers (2006). Testovací vzorek se skládal z 50 jedinců z Bassovy kosterní sbírky uložené na univerzitě v Tennessee, USA. Ta byla založena v roce 1981 a v současné době obsahuje identifikované jedince, kteří se narodili mezi lety 1892 – 2011 (Web University of Tennessee). Testováno bylo celkem 20 znaků na lebce a mandibule. Šest těchto znaků však vykazovalo vysokou míru chybovosti pozorovatele (intra-observer error) a nízkou míru přesnosti, a tak byly ze studie vyřazeny. Kombinací zbylých 14 znaků bylo úspěšně diagnostikováno pohlaví v 92 % případů.

Evropská doporučení pro odhad věku a pohlaví podle kostry (Ferembach et al., 1980)

Rovněž i zde nutno opakovat, že tyto metodologické návody k odhadu pohlaví lebky američtí autoři neberou na vědomí, soudíme-li podle chybění odkazu v analyzovaných učebnicích (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013). V publikacích evropských badatelů se naopak odkazy na tuto metodu vyskytují velmi často (např. Durić et al., 2005; Cunha et al., 2009).

Metrické metody pro odhad pohlaví z lebky

Giles & Elliot 1963

Jednou z neznámějších metrických metod využívajících *cranium* k odhadu pohlaví jedince je ta, kterou publikovali Giles a Elliot (1963). Metoda spočívá ve vytvoření

diskriminační funkce na základě měření 9 rozměrů na lebce. Metoda byla vyvinuta pomocí vzorku 408 jedinců z Terryho kosterní sbírky, kteří byli afroamerického a euroamerického původu. Výsledná úspěšnost uvedená autorem dosahovala 82 – 89 %.

Walker 2008

Tento autor testoval spolehlivost 5 znaků na lebce doporučených pro odhad pohlaví dříve popsanych v knize *Standards for data collection from human skeletal remains* (Buikstra a Ubelaker, 1994). Jako testovací vzorek mu posloužilo 304 jedinců ze sbírek Hamann –Todd, Terry a St. Bride's, kteří byli afroamerického, euroamerického a anglického původu, a zároveň použil vzorek 156 původních obyvatel Ameriky, jejichž pohlaví bylo odhadnuto pomocí pánevní morfologie. Za použití logistické regrese a kombinací různých znaků došel autor k výsledné úspěšnosti odhadu pohlaví v moderních populacích, která nedosahovala 90 %. U původních Američanů dosáhl nejlepší výsledek odhadu pohlaví pouhých 78 % (Walker, 2008).

Spradley & Jantz (2011)

Správná diagnóza pohlaví je ve forenzní antropologii zásadní, a tak se stále hledají nové způsoby, jak docílit co největší spolehlivosti metod. Do hledáčku antropologů se tak dostávají i jiné kosterní elementy než pánev a lebka, a údaje jsou dostupné téměř pro každou kost lidského těla (Işcan a Steyn, 2013). Spradley a Jantz (2011) provedli studii, kde porovnávali spolehlivost odhadu pohlaví podle lebky a postcraniálních elementů vyjma pánve. Testovací vzorek se skládal z jedinců afroamerického a euroamerického původu obsažených ve *Forensic Data Bank* (FDB). FDB je spravována Univerzitou Tennessee v Knoxville. Byla založena v roce 1986 a obsahuje kolem 2400 jedinců známého pohlaví a věku, jejichž počet neustále narůstá (Web University of Tennessee). Výsledky ukazují, že použití několika postcraniálních znaků je spolehlivější než použití znaků na lebce. Kombinace postcraniálních měření umožnila správný odhad pohlaví až v 94 % případů, kdežto nejúspěšnější varianta pro lebeční znaky nepřesáhla 90 %. Sami autoři dále uvádějí, že je nutné mít na paměti populační specifitu metody, a že je možné ji použít pouze na jedince afroamerického a euroamerického původu. Diskriminační funkce navržené v této studii tak nahradily ty původní od Giles a Elliot (1963) a Giles (1970), které byly navržené podle vzorku z Terryho kosterní sbírky. Tato sbírka se čím dál více zdá být nereprezentativní a nevhodná k využití jakožto referenčního vzorku u forenzních případů.

Odhad pohlaví je nedílnou součástí sestavení biologického profilu jedince. Jak jsme si ale mohli všimnout v tabulce 1, většina navrhovaných a doporučených metod v námi vybraných publikacích (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013) byla navrhována na referenčních vzorcích z 19. a 1. poloviny 20. století. Tyto vzorky nereprezentují současnou moderní populaci. A ačkoli se tyto metody používají celosvětově, je třeba mít na paměti, že jsou populačně specifické. Většina jich byla navržena na vzorku jedinců afroamerického a euroamerického původu, proto se dá předpokládat, že tyto metody budou mít v rozdílných populacích odlišné výsledky v rozlišení pohlaví.

2.1.2.2. Odhad věku dožití podle kostry

Další nedílnou součástí biologického profilu jedince je odhad věku dožití, tedy jeho stáří v době smrti, a to představuje další výzvu pro forenzní antropology. Věk jako takový rozlišujeme na chronologický a biologický (Acsádi a Nemeskéri, 1970). Chronologický věk je striktně kalendářní a dá se určit pouze podle dokladů nebo záznamů o pohřešovaných osobách, kdy je známo datum narození. Biologický věk je oproti tomu ovlivněn mnoha faktory, a to především genetickými, environmentálními a nutričními, které se pak promítají i do kosterních pozůstatků. Forenzní antropologové se ve své práci zabývají co nejpřesnějším určením biologického věku jedince, aby tak mohli zjistit pravý chronologický (Işcan a Steyn, 2013). S tím ale souvisí to, že je třeba brát ohled na přesnost a spolehlivost odhadu tohoto parametru. Čím menší věkové rozmezí můžeme udat, tím lépe pro policejní složky, ale na druhou stranu je větší pravděpodobnost, že do užšího rozmezí nezahrneme pravý věk jedince, a může tak dojít k omylu při identifikaci. Je nutno přihlídnout i ke spolehlivosti výsledku. Když věkové rozmezí značně rozšíříme, je pravděpodobné, že zahrneme skutečný chronologický věk jedince, ale nijak výrazně to policii nepomůže při zužování seznamu hledaných osob (Dirkmaat, 2012). Proto je třeba vztah přesnosti a spolehlivosti optimalizovat.

Pro odhad věku se klasicky používají 4 hlavní oblasti kostry, a to: lebeční švy, žebra, pubická symfýza a aurikulární plocha kyčelní kosti. Námi vybrané metody z výše uvedených publikací (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013) jsou zobrazeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Přehled vybraných metod pro odhad věku dožití a jejich zastoupení v jednotlivých publikacích

Část skeletu	Komar & Buikstra (2008)	Dirkmaat (2012)	İşcan & Steyn (2013)	Poznámka (počet znaků, počet věkových tříd, materiál)
Kraniální sutury				
Acsádi & Nemeskéri (1970)	Ne	Ano	Ano	16 znaků, 5 stupňů uzavření švů; 5 kategorií s uvedením rozptylu věku
Meindl and Lovejoy (1985)	Ano	Ano	Ano	10 znaků, 4 stupně uzavření švů; 8 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Nawrocki (1998)	Ano	Ano	Ano	27 znaků, 4 stupně uzavření švů; regresní rovnice, chyba odhadu $\pm 12,1$ let; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Žebra				
İscan et al. (1984a, 1984b, 1985)	Ne	Ano	Ano	9 stupňů metamorfózy; 9 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 20. stol., USA
Kunos et al. (1999)	Ne	Ne	Ano	Seriace a slovní popis; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Dedouit et al. (2008)	Ne	Ano	Ano	Použití 2D a 3D obrazů z počítačové tomografie; vzorek z 2. pol. 20. stol., Francie
Pubická symfýza				
Todd (1920)	Ano	Ano	Ano	9 znaků, 10 stupňů metamorfózy; 10 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 19. a začátku 20. stol., USA
McKern and Stewart (1957)	Ano	Ano	Ano	3 znaky, 6 stupňů metamorfózy; 6 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 1. pol. 20. stol., USA
Gilbert and McKern (1973)	Ano	Ano	Ano	3 znaky, 6 stupňů metamorfózy; 6 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 1. pol. 20. stol., USA

Brooks & Suchey (1990)	Ano	Ano	Ano	6 stupňů metamorfózy; 6 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 20. stol., USA
Aurikulární povrch				
Lovejoy et al. (1985a, 1985b)	Ano	Ano	Ano	4 znaky, 8 stupňů metamorfózy; 8 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek většinou z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Osborne et al. (2004)	Ano	Ano	Ano	4 znaky, 6 stupňů metamorfózy; 6 kategorií s uvedením rozptylu věku; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Ostatní				
Rissech et al. (2006)	Ano	Ne	Ano	<i>Acetabulum</i> , 7 znaků; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Portugalsko
Boldsen et al. (2002)	Ano	Ano	Ano	Křížokyčelní kloub, pubická symfýza, kraniální sutury; „transition analysis“; vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA

Uzavírání (obliterace) lebečních švů

Ačkoliv se jedná o nejstarší ukazatel věkových změn dospělé kostry, nízká korelace s věkem a neznámé mechanismy obliterace vedou odborníky k odmítavým stanoviskům ohledně praktického použití (např. Powers, 1962; Key et al., 1994). Uzavření kraniálních sutur jako metoda pro odhad věku neznámého jedince tak bylo hojně kritizováno. Bohužel v některých případech, kdy lebka je to jediné, co se z jedince najde, je to jediná možnost, jak alespoň přibližně věk určit. Z výsledků dotazníku z roku 2011, kde se autoři ptali 145 respondentů, které metody pro odhad věku nejběžněji používají, vyplývá, že nejčastěji používanou metodou je metoda Suchey – Brooks pro pubickou symfýzu, a naopak nejméně používanou metodou je odhad podle uzavření kraniálních sutur a opotřebením zubů (Garvin a Passalacqua, 2012).

Acsádi & Nemeskéri 1970

První zde zmíněnou metodou je ta podle Acsádi a Nemeskéri (1970). Tato metoda si všímá endokraniálních švů, konkrétně korunového, šípového a lambdového. Ty se rozdělují celkem na 16 částí, z nichž každé je přiděleno vlastní skóre od 0 do 4 podle stupně uzavření. Střední hodnota všech 16 částí pak ukazuje na výsledný věkový interval, do kterého jedinec spadá. Pohlaví podle autorů nemá na uzavření švů žádný vliv.

Meindl & Lovejoy 1985

Mezi metody, které se v této oblasti nejčastěji používají, patří metoda Meindl-Lovejoy (1985). Ta byla testována na vzorku 236 jedinců z Hamann – Todd kosterní sbírky. Deseti pozorovaným znakům na kraniálních suturách bylo přiřazeno jedno ze čtyř stádií jejich uzavření a sloučením těchto čísel do jednoho skóre byl určen věkový interval, do kterého jedinec spadá. Těchto intervalů je celkem 8 a jsou velmi široké a překrývají se, přesto se autoři domnívají, že tuto metodu lze použít jak na jednotlivé forenzní případy, tak na ostatky z archeologických nálezů. Autoři mimo jiné zjistili, že pohlaví a populační afinita jedince nemají žádný vliv na úspěšnost odhadu věku.

Nawrocki 1998

Nawrocki (1998) navázal na studii Meimdla a Lovejoye a pro testování použil 100 jedinců euroamerického a afroamerického původu z Terryho sbírky. Pozoroval celkem 27 znaků na lebce a každému přiřadil jedno ze čtyř stádií uzavření. Poté vypracoval regresní vzorce pro jednotlivá pohlaví i pro obě dohromady, podle kterých vypočítal přibližný věk jedince. Jeho výsledky ukazují mírnou korelaci mezi věkem a progresí uzavření kraniálních sutur. Nawrocki ve své práci tvrdí, že celkový odmítavý postoj ke kraniálním suturám jakožto ukazatele věku není ničím podložený a že ve skutečnosti dosahuje podobných výsledků jako ostatní metody.

Sternální konce žeber

Işcan et al. 1984, 1985

Asi neznámější a nejpoužívanější metodu pro odhad věku podle úrovně osifikace sternální chrupavky publikovali Işcan et al. (1984a; b, 1985). Je to metoda čistě morfologická a byla testována na vzorku 204 jedinců z forenzních případů na Floridě, USA. Je založena na 9 metamorfických fázích sternálního konce čtvrtého žebra, které určují jednotlivé věkové

intervaly, do nichž jedinec spadá. Tyto fáze byly určeny v závislosti na formě, tvaru, textuře a celkové kvalitě sternálního konce žeber. Věkové intervaly jsou poměrně široké a vzájemně se dost překrývají. Při testování této metody bylo upozorováno, že proces stárnutí se liší v závislosti na pohlaví, a tak byly vytvořeny standarty pro muže a ženy zvlášť. Metoda si vyžádala poměrně velkou pozornost a byla nadále testována mnoha antropology (např. Oettlé a Steyn, 2000; Hartnett, 2010).

Kunos et al. 1999

Metodu pro odhad věku dožití využívající morfologických změn třech různých morfologických částí prvního žebra publikovali Kunos a kol. (1999). Na základě pozorovaných změn byl vytvořen standart pro dospělé a juvenilní jedince uvedený slovním popisem. Testovací vzorek se skládal z jedinců z Hamann – Todd kosterní sbírky. Výsledky této studie ukázaly, že morfologické změny prvního žebra mohou být dobrým ukazatelem při odhadu věku dožití a navíc nevykazují významné rozdíly u různých populačních vzorků a pohlaví. Přesto ale při testování této metody na thajské populaci byl správně odhadnut věk pouze v 55 % případů, což ukazuje, že morfologie prvního žebra může být mnohem variabilnější napříč populacemi, než si původní autoři mysleli (Schmitt a Murail, 2004). Nedávno DiGangi se spolupracovníky se pokusili nahradit slovní popis kategorizací 4 znaků ve 3 až 4 stupních a statistickým hodnocením s užitím pravděpodobnosti (Digangi et al., 2009).

Dedouit et al. 2008

Metodu pro odhad věku dožití podle sternálního konce čtvrtého žebra (Işcan et al., 1984a; b, 1985) povznesl na novou úroveň Dedouit a kol. (2008). Tito autoři využili vícevrstevné počítačové tomografie (*Multislice Computed Tomography*) a naskenovali žebra, která ještě nebyla zbavena měkkých tkání. Po naskenování všech žeber odstranili měkké tkáně a aplikovali metodu jak na kosterní vzorek, tak na naskenované 3D snímky. Testovací vzorek se skládal z 36 pravých čtvrtých žeber získaných pitvou v univerzitní nemocnici v Toulouse mezi lety 2004 – 2005. Všechny vzorky byly známého pohlaví a věku, a všechny byly francouzského původu. Ve výsledku byl pravý chronologický věk zahrnut v 21 případech z 36 u suchých kostí, a v 23 případech z 36 u 3D rekonstrukcí, což odpovídá 58,3 % a 63,9 % v tomto pořadí.

Pubická symfýza

Todd 1920 - 1930

Mezi průkopníky v této oblasti odhadu věku dožití jedince patří Todd, který strávil několik let zkoumáním metamorfózy pubické symfýzy (Todd, 1920, 1921a; b; c, 1923, 1930). Jím navrhovanou metodu testoval na vzorku jedinců afroamerického a euroamerického původu. Pozoroval 9 znaků na pubické symfýze a z různých kombinací a variací těchto pěti znaků sestavil celkem 10 fází, které zahrnovaly věkové intervaly od 18 do 50 a více let. Sám autor ve své studii tvrdí, že tato metoda je spolehlivější u jedinců od 20 do 40 let než u jedinců nad 40 let, ale zároveň nenašel důkaz o signifikantních populačních a pohlavních rozdílech.

McKern & Stewart 1957

Další metodu pro odhad věku dožití podle pubické symfýzy publikovali McKern a Stewart (1957). Ti nesouhlasili s tím, že pubická symfýza nevykazuje pohlavní rozdíly, a tak navrhli novou metodu, která se týkala pouze mužů. Byla navržena na vzorku identifikovaných i neidentifikovaných jedinců euroamerického původu padlých během války v Koreji v letech 1950 – 1953. Autoři rozeznávají pouze 3 znaky na pubické symfýze, přičemž každý z nich má 6 vývojových stádií. Věkové intervaly se pohybují mezi 17 a 38 a více lety, což je zapříčiněno nízkou věkovou variabilitou testovaného vzorku.

Gilbert & McKern 1973

Na předchozí studii navázali Gilbert a McKern (1973) a sestavili nový standart pro ženy. Testovací vzorek se skládal ze 180 jedinců známého věku. Stejně jako McKern a Stewart autoři pozorovali pouze 3 znaky na pubické symfýze a každému přiřadili 6 vývojových stádií. Věkové intervaly se pohybují mezi 13 a 59 lety. Dnes se metody McKern a Stewart (1957) a Gilbert a McKern (1973) moc často nepoužívají, ale měly velký přínos na poli forenzní antropologie.

Brooks & Suchey 1990

Nejčastěji používanou metodou je metoda Suchey-Brooks (Katz a Suchey, 1986; Suchey et al., 1986; Brooks a Suchey, 1990; Suchey a Katz, 1998). Při navrhování této metody byl použit vzorek 1225 jedinců známého pohlaví a věku zemřelých v letech 1977 až 1979, kteří náleží moderní populaci Los Angeles v Kalifornii, USA. Navíc byly k dispozici

záznamy o populační afinitě, zaměstnání a socioekonomickém statusu jedinců. Metoda je založena na 6 fázích celkové morfologie pubické symfýzy a každá fáze určuje věkové rozmezí jedince, které je ale velmi široké a v pokročilém věku i velmi variabilní u obou pohlaví.

Tato metoda byla pak dále testována na mnoha vzorcích z různých populací. Kimmerle a kolektiv (2008) publikovali článek, kde právě tuto metodu testovali na velkém vzorku jedinců amerického původu (2078) a menším vzorku východoevropských jedinců bývalé Jugoslávie (296). Autoři zjistili, že stárnutí u žen je ovlivněno etnickým původem, kdežto u mužů nikoliv, a tak navrhli nová věková rozmezí pro jednotlivé fáze u obou populací a obou pohlaví. Příkladem dalších autorů, kteří tuto metodu testovali, mohou být Djurić et al. (2007) nebo Sakaue (2006).

Aurikulární povrch kyčelní kosti

Lovejoy et al. 1985

Jedna z metod založených na chronologických změnách aurikulárního povrchu byla navržena v roce 1985 (Lovejoy et al., 1985a; b). Testována byla na vzorku o více než 250 jedincích americké předkolumbovské populace Libben, 500 jedincích z Hamann – Todd kosterní sbírky a na několika forenzních případech. Výsledkem bylo navržení celkem 8 morfologických stádií s poměrně úzkými věkovými intervaly. Tyto intervaly se pohybují mezi 20 a 60 a více lety.

Osborne et al. 2004

Osborne (2004) testoval metodu Lovejoy (1985b) na 266 jedincích z Terryho a Bassovy sbírky. Zpozoroval, že pohlaví ani populační afinita nemají na aurikulární povrch žádný vliv, a ani vliv sekulárního trendu nebyl zjištěn. Přesto ale při použití této metody byl s kolegy schopen správně určit věk pouze v 33 % případů. Po rozšíření věkových rozmezí jednotlivých fází se průměrná úspěšnost zvýšila na 59 %, což je stále poměrně málo. Proto navrhl modifikaci metody, která spočívá ve snížení počtu jednotlivých fází z 8 na 6 a rozšíření věkových rozmezí.

Ostatní metody opírající se o jiné části kostry

Rissech et al. 2006, 2007

Jednou z novějších metod pro odhad věku neznámého jedince je metoda podle Rissech (2006), která využívá morfologických změn acetabula závislých na věku. Testovací vzorek se skládal z 242 mužských pánevních kostí z Portugalské sbírky v Coimbre. Autoři objevili významnou spojitost mezi jednotlivými znaky a věkem, a zároveň nízkou míru chybovosti. Odhadnutý věk jedinců byl v 89 % případů v rozmezí ± 10 let od pravého chronologického věku jedince. Při testování této metody na čtyřech západoevropských sbírkách bylo podle předpokladu zjištěno, že čím geograficky vzdálenější sbírka, tím horší výsledky (Rissech et al., 2007). Metoda se dočkala replikace na kanadském vzorku 100 pánevních kostí z Grantovy sbírky v Torontu. Nejmenší nepřesnost při odhadu věku vykazovaly kategorie starších jedinců mezi 46 – 65 a 76 – 90 lety, což naznačuje, že tato metoda je použitelnější u jedinců starších 40 let. Odhadnutý věk byl v rozmezí ± 12 let v 83 % a v rozmezí ± 10 let v 79 % případů. Autoři studie dále konstatují, že nejdůležitější částí této metody je výběr vhodného referenčního vzorku blízkého testované populaci (Calce a Rogers, 2011). Metoda byla dále testována na vícero populacích, jako např. na jihoafrickém vzorku negroidních jedinců (Botha et al., 2015).

Boldsen et al. 2002

Další relativně novou a hojně diskutovanou metodou je tzv. *Transition analysis*, která využívá přechodu jednotlivých proměnných z jedné fáze do druhé a počítá, s jakou pravděpodobností se daný znak vyskytuje v další (vyšší) fázi (Boldsen et al., 2002). Autoři ve své práci poukazují mimo jiné na problém dosavadních metod pro odhad věku, který spočívá v napodobování věku referenčního vzorku zvané „*age mimicry*“. Proto přišli s metodou, která využívá různých proměnných a moderního statistického přístupu, a která nevykazuje přítomnost této překážky. Metoda využívá proměnné z křížokyčelního kloubu, pubické symfýzy a kraniálních sutur a byla testována na 186 jedincích z Terryho sbírky. Pro ověření platnosti metody bylo použito dalších 84 jedinců ze stejné sbírky.

Při nedávném testování této metody na 252 jedincích z Bassovy sbírky a několika forenzních případech Milner a Boldsen (2012) zjistili, že *transition analysis* není tak výkonná pro odhad věku jako metody založené na zkušenostech pozorovatele.

Proces senescence se u různých populací liší (Schmitt et al., 2002), a proto metody, které byly navrženy na jednom populačním vzorku, nejsou tak úspěšné a spolehlivé při aplikaci na jedince jiné populace. Výše uvedené metody pro odhad věku, stejně jako metody pro odhad pohlaví, byly ve většině případů navrženy na populačních vzorcích z konce 19. a 1. poloviny 20. století z USA. Je tedy zřejmé, že jejich použití v celosvětovém měřítku by mělo být bráno s rezervou.

Dalším problémem při odhadu věku dožití dospělých jedinců z kosterních pozůstatků je fakt, že proto, aby byl odhad úspěšný a zároveň si zachoval potřebnou míru spolehlivosti, je třeba výrazně snížit počet věkových intervalů a zároveň je značně rozšířit. Výsledné intervaly pak jsou: <30, 30 – 60, >60 let (Buk et al., 2012). Takto široké intervaly jsou však pro použití ve forenzním kontextu nedostačující. V budoucím výzkumu je tedy třeba se zaměřit na hledání takových indikátorů senescence, které budou vykazovat co nejmenší populační variabilitu, a zároveň budou moci úspěšně, spolehlivě a co nejpřesněji určit věk daného jedince.

2.1.2.3. Odhad tělesné výšky

Odhad tělesné výšky má dlouhou historii jak ve forenzní antropologii, tak v bioarcheologii. Pokud je člověk výrazně malý nebo naopak velký, může to podstatně pomoci s jeho identifikací. V mnoha případech je však odhadované rozmezí výšky tak široké, že zahrnuje většinu populace (Işcan a Steyn, 2013). Ve své knize *Introduction to Forensic Anthropology* Byers (2011) zdůrazňuje, že při použití vzorce, který neodpovídá dané populaci, je výsledek mnohdy téměř nepoužitelný. Jedním z dalších problémů nejen při odhadu výšky postavy je vliv sekulárního trendu, který ovlivňuje i rozměry kostí (Meadows a Jantz, 1995; Guyomarc'h et al., 2016). Lidské tělo se v průběhu času neustále mění, a to jak mezi populacemi, tak v rámci jedné populace, a metody, které byly vyvinuty na referenčním vzorku z konce 19. století nebo začátku století 20., už nemusí platit na populaci moderní, speciálně co se týče odhadu výšky a pohlaví jedince.

Přehled námi vybraných metod z publikací (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013) je uveden v tabulce 3.

Tabulka 3. Přehled vybraných metod pro odhad tělesné výšky a jejich zastoupení v jednotlivých publikacích

Části skeletu	Komar & Buikstra (2008)	Dirkmaat (2012)	İşcan & Steyn (2013)	Poznámka (materiál)
Dlouhé kosti a obratle				
Trotter & Gleser (1952, 1958)	Ano	Ano	Ano	Vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA
Jantz et al. (2008)	Ne	Ne	Ano	Vzorek z 20. Stol., Kosovo, Chorvatsko, Bosna
Wilson et al. (2010)	Ne	Ne	Ano	Vzorek z 2. pol. 20. stol., USA
Celá kostra				
Fully (1956)	Ne	Ano	Ano	Vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., Evropa
Raxter et al. (2006)	Ne	Ano	Ano	Vzorek z 19. až 1. pol. 20. stol., USA

Dlouhé kosti a obratle

Trotter & Gleser 1952

Nejnámější regresní rovnice používané pro odhad výšky postavy z dlouhých kostí jsou ty, které byly publikované na začátku druhé poloviny 20. století (Trotter a Gleser, 1952, 1958; Trotter, 1970). Ve studii z roku 1952, která byla testována na afroamerických a euroamerických jedincích z druhé světové války a z Terryho sbírky, autoři za použití regresních rovnic zjistili, že Afroameričané obou pohlaví mají delší dlouhé kosti ve volných horních i dolních končetinách než Euroameričané. V roce 1958 tuto metodu ověřovali na vzorku obětí Korejské války, který obsahoval více Američanů a navíc ještě menší vzorky mongoloidů, Mexičanů a obyvatel Puerta Rica. Došli k závěru, že vztah mezi výškou postavy a délkou dlouhých kostí se u jednotlivých populací liší. Kvůli nepřesnostem při měření na tibii (Jantz et al., 1994) a stálému vlivu sekulárního trendu bylo od té doby publikováno mnoho dalších studií, které obsahují regresní rovnice pro jednotlivé populace, a které byly testovány na recentnějších populačních vzorcích.

Jantz et al. 2008

Regresní rovnice navržené pro jinou než americkou populaci navrhl Jantz a kolektiv (2008). Autoři vytvořili rovnice pro balkánskou populaci zahrnující obyvatele Kosova, Chorvatska a Bosny. Kosované podle nich mohou být charakterizováni jako „nízcí a robustní, Bosňané jako vysocí a méně robustní a Chorvati jako vysocí a gracilní podobající se bílým Američanům více než ostatní skupiny“. Dále ve své studii zjistili, že u Kosovanů se za posledních 70 let mírně zvýšil sekulární trend délky femuru.

Mezi další populace, pro které byla představena vlastní kritéria, patří např. američtí Hispánci (Spradley et al., 2008), Japonci (Hasegawa et al., 2009), Turci (Celbis a Agritmis, 2006), Thajci (Mahakkanukrauh et al., 2011) nebo chilská populace (Ross a Manneschi, 2011).

Wilson et al. 2010

Nejnovější regresní rovnice pro americkou populaci byly navrženy za použití dat z *Database for Forensic Anthropology in the United States a Forensic Data Bank* (FDB). Vzorek obsahoval celkem 242 jedinců, kteří se narodili po roce 1944, takže reprezentovali moderní populaci (Wilson et al., 2010). Nahradily tak ty původní od Trotter a Gleser (1952). Zvýšení úspěšnosti odhadu výšky postavy se projevilo jak u jedinců afroamerického tak i euroamerického původu.

Celá kostra

Fully 1956

Pokud je cílem co nejpřesnější odhad výšky postavy s nejmenším možným intervalem, a pokud je k dispozici celý skelet, je nejvhodnější použít metodu, kterou publikoval Fully (1956). Jako referenční vzorek použil 102 jedinců mužského pohlaví evropského původu, kteří zemřeli v koncentračním táboře během druhé světové války a pro které byly k dispozici záznamy o výšce postavy. V této metodě se měří údaje o basi-bregmatické výšce lebky jako vzdálenosti mezi body basion a bregma, délce páteře (od obratle C1 k S1), femuru a tibie a údaje o talo-kalkaneární výšce. K celkové naměřené výšce skeletu se poté přidá tzv. korekční faktor pro měkkou tkáň. Pokud je výsledná výška skeletu menší než 153,5 cm, přidá se 10 cm, pokud se pohybuje mezi 153,5 a 163,5 cm, přidá se 10,5 cm, a pokud je výška vyšší než 163,5 cm, přidá se 11,5 cm.

Raxter et al. 2006

O revizi Fullyho metody se zasloužili Raxter et al. (2006). Ve své studii zjistili, že původní metoda má tendenci podceňovat skutečnou výšku v průměru o 2,4 cm. Zároveň v původní studii nejsou přesně a jednoznačně popsány postupy měření. Autoři proto přišli s novými korekčními faktory pro měkkou tkáň a přesně popsali jimi použité metody měření. Testovací vzorek se skládal ze 119 jedinců afroamerického a euroamerického původu z Terryho kosterní sbírky. Správná výška postavy $\pm 4,5$ cm byla určena v 95 % případů. Autoři ve studii nezjistili žádný vliv pohlaví a populační afinity na správnost odhadu, na druhou stranu je tato metoda časově náročná a ne vždy je k dispozici celý skelet jedince.

Stejně jako u předchozích dvou aspektů biologického profilu i metody doporučené pro odhad tělesné výšky byly navrženy na referenčních vzorcích převážně z 20. století a jsou populačně specifické (i metoda, kterou publikovali Raxter et al. (2006), přestože tvrdí opak; viz dále). Pro různé populace tak byly navrženy nové rovnice odpovídající jejich průměrnému vzrůstu (např. Dayal et al., 2008; Mahakkanukrauh et al., 2011; Ross a Manneschi, 2011). To, že jsou metody pro odhad výšky postavy populačně specifické, dokazují například i jiné studie mimo oblast forenzní antropologie (Ruff et al., 2012; Sládek et al., 2015).

Stáří referenčních vzorků a populační specifická metod tedy naznačují, že při jejich aplikaci na moderní forenzní případy je potřeba se mít na pozoru, a zároveň je záhodno, aby používané metody byly testované na moderních referenčních vzorcích a na různých populacích.

2.1.2.4. Odhad populační afinity

Odhad populační afinity zde zmíníme jen krátce. Přestože populační afinita je součástí biologického profilu, není vůbec lehké ji správně odhadnout. Navíc většina metod je založena na zkušenostech pozorovatele a ne přímo na jednotlivých attributech specifických pro danou populaci (Dirkmaat, 2012). V souvislosti s populační afinitou zde tedy zmíníme pouze program Fordisc, který je doporučovaný ve všech námi vybraných publikacích (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013).

S názorem o možnosti zjednodušení práce forenzních antropologů při sestavování biologického profilu přišli Ousley a Jantz, kteří vyvinuli počítačový program s názvem FORDISC. Ten má pomáhat znalcům při odhadu pohlaví, výšky postavy a populační afinity neznámého jedince, k čemuž využívá data z *Forensic Data Bank* (FDB) a provádí

diskriminační analýzy na základě údajů změřených a vložených uživatelem (Jantz a Ousley, 2005). Přestože je program stále hojně využíván, provází ho v poslední době kritika. Například Ramsthaler (2007) porovnával úspěšnost odhadu pohlaví na vzorku forenzních případů z Německa za použití softwaru Fordisc a klasických morfologických metod. Výsledná úspěšnost oddělení pohlaví byla 86 % při použití Fordiscu a 94 % při použití morfologických metod. Závěr byl tedy takový, že spoléhat se při odhadu pohlaví pouze na program Fordisc není doporučováno a je třeba využít k odhadu i klasické morfologické metody.

V roce 2011 byl pak program testován na vzorku 50 jedinců francouzského a 91 jedinců thajského původu (tyto populace nejsou hojně zastoupeny v FDB). Výsledky testování byly velmi špatné, spolehlivost správného odhadu pohlaví se pohybovala mezi 52,2 % a 77,8 %, což by mohlo vypovídat o tom, že program Fordisc by se měl používat pouze ve Spojených státech, kdy byl vyvinut, a kde se většina potenciálních forenzních případů dá porovnat s FDB (Guyomarc'h a Brůžek, 2011).

3. Diskuze

U výše uvedených metod pomáhajících forezním antropologům při sestavování biologického profilu jedince, které jsou doporučovány v námi vybraných publikacích (Komar a Buikstra, 2008; Dirkmaat, 2012; Işcan a Steyn, 2013), je patrné, že většina jich byla navržena na referenčních vzorcích, které obsahovaly převážně jedince afroamerického a euroamerického původu z populací minulých století. U těchto metod pak ve většině případů není nijak komentována jejich populační specifita, a když už ano, není nabízeno žádné řešení jak se s problémem vyrovnat. Proto byla spousta těchto metod testována na různých referenčních vzorcích, které obsahovaly jedince jiné populace. Výsledky těchto pokusů jsou ale často alarmující (např. Lovell, 1989; Schmitt a Murail, 2004).

Vezměme si např. velmi známou a hojně používanou metodu pro odhad pohlaví podle stydké kosti, kterou publikoval Phenice (1969). MacLaughlin a Bruce (1990) testovali tuto metodu na 273 jedincích známého pohlaví a věku z Anglie, Nizozemska a Skotska, a jejich úspěšnost se pohybovala mezi 59 – 83 % oproti původním 96 %. Navíc zjistili, že úspěšnost správného odhadu je silně ovlivněna zkušenostmi pozorovatele. Význam zkušeností pozorovatele potvrdili i Ubelaker a Volk (2002). Ti metodu testovali na 198 jedincích z Terryho sbírky a první dosažená úspěšnost činila 88,4 %. Při druhém testování stejného vzorku stejným pozorovatelem a navíc s přidáním dalších nonmetrických pánevních

indikátorů se pak úspěšnost zvedla na 96,5 %. Takto vysoká úspěšnost ale může být důsledkem toho, že tito autoři použili pro testování metody stejný referenční vzorek jako původně Phenice, a to konkrétně Terryho kosterní sbírku (Hunt a Albanese, 2005). Výsledky těchto studií a nesčetného množství dalších (např. Rogers a Saunders, 1994) naznačují, že stydká kost může vykazovat různou míru pohlavního dimorfismu u různých populací, což by mohlo vysvětlovat oscilace ve výsledcích odhadu pohlaví jednotlivých autorů.

Dalším důkazem populační specifity metod odhadu pohlaví může být práce, kterou publikoval Timonov (2014). Ten s kolegy mimo jiné zkoušel aplikovat metrické metody pro odhad pohlaví podle femuru navržené na různých populacích na současnou bulharskou populaci. Výsledky těchto pokusů se mnohdy velmi lišily od výsledků publikovaných autory originálních studií. Například při aplikaci metody původně navržené na thajské populaci (King et al., 1998), která v originální studii dosahovala úspěšnosti odhadu pohlaví 94,2 % u mužů a 94,1 % u žen, bylo dosaženo správné diagnózy pohlaví ve 100 % případů u mužů, ale pouze ve 41,3 % případů u žen. Při použití metody navržené na vzorku euroamerických jedinců (Işcan a Millershaivitz, 1984) byla úspěšnost odhadu pohlaví 0 % u mužů a 100 % u žen, oproti původním 91,1 % a 92,6 %. Tato čísla dokazují, že je opravdu potřeba využívat pro odhad pohlaví podle femuru metody, které byly navrženy na patřičném referenčním vzorku, aby se předešlo zbytečným chybám, a aby byl odhad co nejspolehlivější.

Co se týká metod pro odhad věku dožití a jejich populační specifity, můžeme uvést jako příklad výše popsanou metodu, kterou publikoval Işcan (Işcan et al., 1984a). Ta byla testována na vzorku jedinců mexické populace, aby se zjistilo, zda je možné ji spolehlivě na tuto populaci použít. Autoři této studie zjistili, že metoda má tendenci podceňovat věk u mexického vzorku (Cerezo-Román a Hernández Espinoza, 2014). U metody Suchey – Brooks (1990) byla taktéž dokázána populační specifita. Příkladem může být práce, která testovala použitelnost této metody na vzorku jedinců balkánské populace (Djurić et al., 2007). Fáze dva a tři byly od sebe těžko rozpoznatelné a u šesté fáze byla zjištěna nízká korelace s reálným věkem jedinců. Proto autoři navrhli určité modifikace specifické pro balkánskou populaci.

Rovněž odhad výšky postavy se zdá být populačně specifický z důvodů rozdílů v proporcionalitě, i když se jedná o metodu, která používá celou kostru. Výše zmíněná metoda pro odhad výšky postavy, kterou publikovali Raxter et al. (2006), a o níž autoři tvrdí, že není populačně specifická, by přece jen populačně specifická mohla být. Bidmos a Manger (2012) testovali tuto metodu na vzorku původních obyvatel jižní Afriky za použití snímků z magnetické rezonance. Ve výsledku zjistili, že korekční faktory pro měkkou tkáň navržené

v původní studii podceňují skutečnou výšku postavy zhruba o 10 cm. Proto byl navržen nový korekční faktor pro jihoafrickou populaci.

Novou metodu pro odhad výšky postavy, která údajně není populačně ani pohlavně specifická, publikovali též Albanese et al. (2016). I v tomto případě je však potřeba metodu otestovat na recentních a populačně velmi variabilních vzorcích. Kromě populační specifické je třeba zmínit stáří jednotlivých referenčních vzorků, na kterých byly metody navrhovány. Většina kosterních sbírek totiž obsahuje jedince, kteří zemřeli v druhé polovině 19. a první polovině 20. století. Vezmeme-li v úvahu vliv sekulárního trendu na proporce lidského těla, jak uvádějí např. Price et al. (1987) nebo Meadows a Jantz (1995), ale i lebky (Godde, 2015) můžeme tvrdit, že tyto metody a tyto referenční vzorky nejsou vhodné pro použití na moderních forenzních případech.

Populační specifita metod odhadu všech indikátorů biologického profilu je způsobena tím, že se populace mění, jak ukazuje sledování sekulárního trendu (Meadows a Jantz, 1995; Weisensee a Jantz, 2011). Pro severoindickou populaci byla nedávno vytvořena nová diskriminační funkce pro odhad pohlaví podle lebky, a zároveň byl zkoumán vliv sekulárního trendu na lebeční proporce (Saini, 2014). Testovací vzorek se skládal ze 158 dospělých jedinců ze soudobé populace severní Indie, kteří byli shromážděni v letech 2006 až 2011, a 325 jedinců subrecentní populace, kteří jsou součástí kosterní sbírky založené v roce 1954. Analýza dat ukázala velké populační i pohlavní rozdíly mezi téměř moderní a moderní populací. U moderní populace byla maximální dosažená úspěšnost odhadu pohlaví 88,6 %, u subrecentní to bylo pouze 83,7 %. Z práce dále vyplývá, že pohlavní dimorfismus lebek v současné indické populaci klesá a zároveň se zvětšuje míra brachycefalizace.

Sekulární trend je všudypřítomný a v každé populaci manifestuje v jiném tempu (př. Shin et al., 2012). Spolu s populační variabilitou tak představuje pro forenzní antropologii překážku, kterou je potřeba překonat.

4. Globalizace a pohyb obyvatel

Dnešní doba možná není nejideálnější, stejně jako každé jiné období, ale v jednom aspektu se od historie odlišuje, a to konkrétně volností pohybu. V podstatě každý se dnes může přemístit z jednoho konce světa na druhý, ať už letadlem, lodí nebo autem, legálně nebo ilegálně. A tak se může stát, že člověk z jihovýchodní Asie se objeví v severní Americe. Řekněme, že tento člověk se tak ocitne ve špatný čas na špatném místě a stane se obětí zločinu, teroristického útoku nebo přírodní katastrofy. Jeho ostatky se pak najdou třeba za 10

let. Jak by měl forenzní tým postupovat při sestavování biologického profilu tohoto jedince, pak-li že je většina používaných metod populačně specifická? Nehledě na to, že většina metod byla navržena na referenčních vzorcích z 19. a 20. století, takže u moderních populací nemusí dosahovat takové úspěšnosti a spolehlivosti, jak by bylo potřeba. Získaný biologický profil pak může vést k chybné identifikaci jedince, což představuje velký problém pro policejní složky. Někteří autoři (např. Ubelaker, 2008; Buk et al., 2012) již tuto problematiku adresují a volají po opatrnosti při používání populačně specifických metod.

Jedno z dalších odvětví forenzních věd, které tuto problematiku zmiňuje, je forenzní entomologie, pro kterou celková globalizace a dovážení zboží z různých koutů světa také představuje problém (Turchetto a Vanin, 2004). Druhy hmyzu, které jsou nechtěně přemístěné ať už spolu se zbožím nebo s lidmi, totiž konkurují domácím druhům, podle kterých tamní forenzní entomologové určují dobu úmrtí.

Globalizace tedy představuje překážku nejen pro forenzní antropologii, ale pro forenzní vědy jako takové. Co se forenzní antropologie týče, alespoň částečným řešením tohoto problému by mohlo být navrhování nových metod a testování těch starých za pomoci lékařských zobrazovacích metod z vyšetření současných lidí, namísto klasických kosterních sbírek, které jsou pro dnešní forenzní účely nevhodné. Takto by se dal eliminovat přítomný problém sekulárního trendu. Jednu z prací, která se tímto problémem zabývá, publikoval Wittschieber et al. (2013). Tito autoři zkoumali možnost použití stupně srůstu apofýzy křídla kyčelní kosti jako indikátoru pro odhad věku dožití. Použili k tomu 643 rentgenových snímků jedinců od 14 do 30 let. Jejich výsledky byly velmi dobré a dokonce naznačovaly možnost rozlišení mezi 14 a 16 lety života jedince. Rozhodně je ale zapotřebí další testování. Mezi další možné lékařské zobrazovací techniky vhodné pro forenzní praxi patří počítačová tomografie (např. Dedouit et al., 2008) nebo magnetická rezonance (např. Hillewig et al., 2013). S populační specificitou to nebude tak jednoduché. Je totiž potřeba najít takové indikátory na kostře, které budou vykazovat co nejnižší variabilitu mezi populacemi a které budou relativně snadno pozorovatelné nebo měřitelné. K tomu bude zapotřebí rozsáhlé testování na mnoha referenčních vzorcích.

5. Závěr

Z toho, co jsme uvedli výše, je zřejmé, že forenzní antropologie v dnešní době čelí problému v podobě celkové globalizace, která stěží přesně a spolehlivě odhadnout biologický profil jedince. Forenzní antropologie zkrátka postrádá potřebný arzenál metod, které by splňovaly podmínky přesnosti a spolehlivosti, a které by obstály u soudního líčení. Do budoucna je tedy potřeba přijít s metodami, které by mohly být použity univerzálně a které byly testovány na moderních vzorcích namísto klasických kosterních sbírek z konce 19. a 20. století.

6. Použitá literatura

- Acsádi G, Nemeskéri J. 1970. History of Human Life Span and Mortality. Akadémiai Kiadó.
- Adams BJ, Maves RC. 2002. Radiographic identification using the clavicle of an individual missing from the Vietnam conflict. *J Forensic Sci* 47:369–373.
- Adams BJ. 2007. *Forensic Anthropology*.
- Albanese J, Tuck A, Gomes J, Cardoso HF V. 2016. An alternative approach for estimating stature from long bones that is not population- or group-specific. *Forensic Sci Int* 259:59–68.
- Albanese J. 2003. A metric method for sex determination using the hipbone and the femur. *J Forensic Sci* 48:263–273.
- Bidmos MA, Manger PR. 2012. New soft tissue correction factors for stature estimation: Results from magnetic resonance imaging. *Forensic Sci Int* 214:212.e1–212.e7.
- Boldsen JL, Milner GR, Konigsberg LW, Wood JW. 2002. Transition analysis: A new method for estimating age from skeletons. In: Hoppa RD, Vaupel JW, editors. *Paleodemography: Age distribution from skeletal samples*. Cambridge: Cambridge University Press. p 73 – 106.
- Botha D, Pretorius S, Myburgh J, Steyn M. 2015. Age estimation from the acetabulum in South African black males. *Int J Legal Med*:1–9.
- Brautbar N. 1999. Science and the law: scientific evidence, causation, admissibility, reliability “Daubert” decision revisited. *Toxicol Ind Health* 15:532–551.
- Brooks S, Suchey JM. 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evol* 5:227–238.
- Brůžek J, Ferembach D. 1992. Fiabilité de la méthode visuelle de détermination du sexe à partir du bassin, proposée par le “Groupe de travail d’Anthropologues européens”. Application à l’os coxal. *Nuova stamperia Pireti*.
- Brůžek J, Murail P. 2006. Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. In: *Forensic anthropology and medicine*. Humana Press. p 225–242.
- Brůžek J. 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157–168.
- Brůžek J. 2016. Osobní sdělení.
- Buikstra JE, Ubelaker DH. 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*.
- Buk Z, Kordik P, Brůžek J, Schmitt A, Snorek M. 2012. The age at death assessment in a multi-ethnic sample of pelvic bones using nature-inspired data mining methods. *Forensic Sci Int* 220:294.e1–294.e9.
- Byers SN. 2011. *Introduction to Forensic Anthropology*. 4th ed. Boston: Prentice Hall.
- Calce SE, Rogers TL. 2011. Evaluation of age estimation technique: Testing traits of the acetabulum to estimate age at death in adult males. *J Forensic Sci* 56:302–311.
- Cattaneo C. 2007. Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Sci Int* 165:185–193.
- Celbis O, Agritmis H. 2006. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Sci Int* 158:135–139.

- Cerezo-Román JI, Hernández Espinoza PO. 2014. Estimating age at death using the sternal end of the fourth ribs from Mexican males. *Forensic Sci Int* 236.
- Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, Lynnerup N, Cattaneo C. 2009. The problem of aging human remains and living individuals: A review. *Forensic Sci Int* 193:1–13.
- Dayal MR, Steyn M, Kuykendall KL. 2008. Stature estimation from bones of South African whites. *S Afr J Sci* 104:124–128.
- Dedouit F, Bindel S, Gainza D, Blanc A, Joffre F, Rougé D, Telmon N. 2008. Application of the Iscan method to two- and three-dimensional imaging of the sternal end of the right fourth rib. *J Forensic Sci* 53:288–295.
- Digangi EA, Bethard JD, Kimmerle EH, Konigsberg LW. 2009. A new method for estimating age-at-death from the first rib. *Am J Phys Anthropol* 138:164–176.
- Dirkmaat DC. 2012. *A Companion to Forensic Anthropology*.
- Djurić M, Džonić D, Nikolić S, Popović D, Marinković J. 2007. Evaluation of the Suchey-Brooks method for aging skeletons in the Balkans. *J Forensic Sci* 52:21–23.
- Durić M, Rakočević Z, Donić D. 2005. The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Sci Int* 147:159–164.
- Ferembach D, Schwindezy I, Stloukal M. 1980. Recommendation for age and sex diagnoses of skeletons. *J Hum Evol* 9.
- Fully G. 1956. Une nouvelle méthode de détermination de la taille. *Ann Med Leg* 35:266–273.
- Garvin HM, Passalacqua N V. 2012. Current Practices by Forensic Anthropologists in Adult Skeletal Age Estimation. *J Forensic Sci* 57:427–433.
- Gilbert BM, McKern TW. 1973. A method for aging the female Os pubis. *Am J Phys Anthropol* 38:31–38.
- Giles E, Elliot O. 1963. Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Crania. *Am J Phys Anthropol* 21:53–68.
- Godde K. 2015. Secular trends in cranial morphological traits: a socioeconomic perspective of change and sexual dimorphism in North Americans 1849–1960. *Ann Hum Biol* 42:255–261.
- Guyomarc'h P, Brůžek J. 2011. Accuracy and reliability in sex determination from skulls: A comparison of Fordisc 3.0 and the discriminant function analysis. *Forensic Sci Int* 208:30–35.
- Guyomarc'h P, Velemínská J, Sedlak P, Dobisíková M, Švenkrťová I, Brůžek J. 2016. Impact of secular trends on sex assessment evaluated through femoral dimensions of the Czech population. *Forensic Sci Int* 262:284.e1–284.e6.
- Hartnett KM. 2010. Analysis of age-at-death estimation using data from a new, modern autopsy sample - Part I: Pubic bone. *J Forensic Sci* 55:1145–1151.
- Hasegawa I, Uenishi K, Fukunaga T, Kimura R, Osawa M. 2009. Stature estimation formulae from radiographically determined limb bone length in a modern Japanese population. *Leg Med* 11:260–266.
- Hillewig E, Degroote J, Van Der Paelt T, Visscher A, Vandemaele P, Lutin B, D'Hooghe L, Vandriessche V, Piette M, Verstraete K. 2013. Magnetic resonance imaging of the sternal extremity of the clavicle in forensic age estimation: Towards more sound age estimates. *Int J*

- Legal Med 127:677–689.
- Howells WW. 1965. Détermination du sexe du bassin par fonction discriminante : étude du matériel du Dr . Gaillard. Bull Mem Soc Anthropol Paris 7:95–105.
- Hunt DR, Albanese J. 2005. History and demographic composition of the Robert J. Terry anatomical collection. Am J Phys Anthropol 127:406–417.
- Işcan MY, Loth SR, Wright RK. 1984a. Metamorphosis at the sternal rib end: a new method to estimate age at death in white males. Am J Phys Anthropol 65:147–156.
- Işcan MY, Millershaivitz P. 1984. Determination of sex from the femur in blacks and whites. Coll Antropol 8:169–175.
- Işcan MY, Steyn M. 2013. The Human Skeleton in Forensic Medicine.
- Işcan MY, Wright RK, Loth SR. 1984b. Age estimation from the rib by phase analysis: white males. J Forensic Sci 29:1094–1104.
- Işcan MY, Wright RK, Loth SR. 1985. Age estimation from the rib by phase analysis: white females. J Forensic Sci 30:853–863.
- Jantz RL, Hunt DR, Meadows L. 1994. Maximum length of the tibia: how did Trotter measure it? Am J Phys Anthropol 93:525–528.
- Jantz RL, Kimmerle EH, Baraybar JP. 2008. Sexing and stature estimation criteria for Balkan populations. J Forensic Sci 53:601–605.
- Jantz RL, Ousley SD. 2005. Fordisc 3.0: personal computer forensic discriminant functions.
- Katz D, Myers Suchey J. 1986. Age Determination of the Male Os Pubis. Am J Phys Anthropol 69:427–435.
- Kern KF. 2006. T. Wingate Todd: Pioneer of Modern American physical Anthropology. Kirtlandia:1 – 42.
- Key CA, Aiello LC, Molleson T. 1994. Cranial suture closure and its implications for age estimation. Int J Osteoarchaeol 4:193–207.
- Kimmerle EH, Konigsberg LW, Jantz RL, Baraybar JP. 2008. Analysis of age-at-death estimation through the use of pubic symphyseal data. J Forensic Sci 53:558–568.
- Kimura K. 1982. Sex differences of the hip bone among several populations. Okajimas Folia Anat Japan 58:265–275.
- King CA, Işcan MY, Loth SR. 1998. Metric and comparative analysis of sexual dimorphism in the Thai femur. J Forensic Sci 43:954–958.
- Komar DA, Buikstra JE. 2008. Forensic Anthropology Contemporary Theory and Practice.
- Koudelová J, Dupej J, Brůžek J, Sedlak P, Velemínská J. 2015. Modelling of facial growth in Czech children based on longitudinal data: Age progression from 12 to 15 years using 3D surface models. Forensic Sci Int 248:33–40.
- Kranioti EF, Michalodimitrakis M. 2009. Sexual Dimorphism of the Humerus in Contemporary Cretans-A Population-Specific Study and a Review of the Literature. J Forensic Sci 54:996–1000.
- Kunos CA, Simpson SW, Russell KF, Hershkovitz I. 1999. First rib metamorphosis: Its possible utility

- for human age-at-death estimation. *Am J Phys Anthropol* 110:303–323.
- Lovejoy CO, Meindl RS, Mensforth RP, Barton TJ. 1985a. Multifactorial Determination of Skeletal Age at Death: A method and Blind Test of Its Accuracy. *Am J Phys Anthropol* 68:1–14.
- Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP. 1985b. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol* 68:15–28.
- Lovell NC. 1989. Test of Phenice's technique for determining sex from the os pubis. *J Physical Anthropol* 79:117–120.
- MacLaughlin SM, Bruce MF. 1990. The Accuracy of Sex Identification in European Skeletal Remains Using the Phenice Characters. *J Forensic Sci* 35:1384–1392.
- Mahakkanukrauh P, Khanpetch P, Prasitwattanseree S, Vichairat K, Troy Case D. 2011. Stature estimation from long bone lengths in a Thai population. *Forensic Sci Int* 210:279.e1–279.e7.
- McKern TW, Stewart TD. 1957. Skeletal Age Changes in Young American Males.
- Meadows L, Jantz RL. 1995. Allometric secular change in the long bones from the 1800s to the present. *J Forensic Sci* 40:762 – 767.
- Meindl RS, Lovejoy CO. 1985. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *Am J Phys Anthropol* 68:57–66.
- Milner GR, Boldsen JL. 2012. Transition analysis: A validation study with known-age modern American skeletons. *Am J Phys Anthropol* 148:98–110.
- Mýdlova M, Dupej J, Koudelová J, Velemínská J. 2015. Sexual dimorphism of facial appearance in ageing human adults : A cross-sectional study. *Forensic Sci Int* 257:1–9.
- Nawrocki SP. 1998. Regression formulae for estimating age at death from cranial suture closure. In: *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. Charles C. Thomas, Springfield. . p 276–292.
- Oettlé AC, Steyn M. 2000. Age estimation from sternal ends of ribs by phase analysis in South African blacks. *J Forensic Sci* 45:1071–1079.
- Osborne DL, Simmons TL, Nawrocki SP. 2004. Reconsidering the auricular surface as an indicator of age at death. *J Forensic Sci* 49:905–911.
- Perrier M, Bollmann M, Girod A, Mangin P. 2006. Swiss DVI at the tsunami disaster: Expect the unexpected. *Forensic Sci Int* 159:30–32.
- Phenice TW. 1969. A Newly Developed Visual Method of Sexing the Os Pubis. *Am J Phys Anthropol* 30:297–301.
- Powers R. 1962. The Disparity Between Known Age and Age as Estimated by Cranial Suture Closure. *Man* 62:52–54.
- Price B, Cameron N, Tobias P V. 1987. A further search for a secular trend of adult body size in South African Blacks: evidence from the femur and tibia. *Hum Biol* 59:467–475.
- Ramsthaler F, Kreutz K, Verhoff MA. 2007. Accuracy of metric sex analysis of skeletal remains using Fordisc based on a recent skull collection. *Int J Legal Med* 121:477–482.
- Raxter MH, Auerbach BM, Ruff CB. 2006. Revision of the fully technique for estimating statures. *Am J Phys Anthropol* 130:374–384.

- Rissech C, Estabrook GF, Cunha E, Malgosa A. 2006. Using the acetabulum to estimate age at death of adult males. *J Forensic Sci* 51:213–229.
- Rissech C, Estabrook GF, Cunha E, Malgosa A. 2007. Estimation of age-at-death for adult males using the acetabulum, applied to four Western European populations. *J Forensic Sci* 52:774–778.
- Rogers T, Saunders S. 1994. Accuracy of Sex Determination Using Morphological Traits of the Human Pelvis. *J Forensic Sci* 39:1047–1056.
- Rogers TL. 2005. Determining the sex of human remains through cranial morphology. *J Forensic Sci* 50:1–8.
- Ross AH, Manneschi MJ. 2011. New identification criteria for the Chilean population: Estimation of sex and stature. *Forensic Sci Int* 204:206.e1–206.e3.
- Ruff CB, Holt BM, Niskanen M, Sládek V, Berner M, Garofalo E, Garvin HM, 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. *Am J Phys Anthropol* 148:601–617.
- Saini V. 2014. Significance of temporal changes on sexual dimorphism of cranial measurements of Indian population. *Forensic Sci Int* 242:300.e1–300.e8.
- Sakaue K. 2006. Application of the Suchey–Brooks system of pubic age estimation to recent Japanese skeletal material. *Anthropol Sci* 114:59–64.
- Shin DH, Oh CS, Kim YS, Hwang Y II. 2012. Ancient-to-modern secular changes in Korean stature. *Am J Phys Anthropol* 147:433–442.
- Schmitt a, Murail P. 2004. Is the first rib a reliable indicator of age at death assessment? Test of the method developed by Kunos et al (1999). *Homo* 54:207–214.
- Schmitt A, Murail P, Cunha E, Rougé D. 2002. Variability of the pattern of aging on the human skeleton: evidence from bone indicators and implications on age at death estimation. *J Forensic Sci* 47:1203–1209.
- Sládek V, Macháček J, Ruff CB, Schuplerová E, Přichystalová R, Hora M. 2015. Population-specific stature estimation from long bones in the early medieval Pohansko (Czech Republic). *Am J Phys Anthropol* 158:312–324.
- Spradley MK, Jantz RL, Robinson A, Peccerelli F. 2008. Demographic change and forensic identification: Problems in metric identification of hispanic skeletons. *J Forensic Sci* 53:21–28.
- Spradley MK, Jantz RL. 2011. Sex Estimation in Forensic Anthropology: Skull Versus Postcranial Elements. *J Forensic Sci* 56:289–296.
- Stewart TD. 1979. *Essentials of Forensic Anthropology: Especially as Developed in the United States*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Suchey JM, Katz D. 1998. Application of pubic age determination in a forensic setting. In: *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. Charles C. Thomas, Springfield. . p 204–236.
- Suchey JM, Wiseley D V., Katz D. 1986. Evaluation of the Todd and McKern-Stewart methods for aging the male os pubis. In: *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. Charles C. Thomas, Springfield. . p 33–67.
- Taylor J V, DiBennardo R. 1984. Discriminant function analysis of the central portion of the innominate. *Am J Phys Anthropol* 64:315–20.

- Timonov P, Antoaneta F, Radoinova D, Alexandrov A, Delev D. 2014. A study of sexual dimorphism in the femur among contemporary Bulgarian population. *Euras J Anthr* 1:46–53.
- Todd TW. 1920. Age Changes In the Pubic Bone I. The Male White Pubis. *Am J Phys Anthropol* 3:285–328.
- Todd TW. 1921a. Age Changes In the Pubic Bone II. The Pubis Of The Mael Negro-White Hybrid III. The Pubis Of The White Female IV. The Pubis Of The Female Negro-White Hybrid. *Am J Phys Anthropol* 4:1 – 77.
- Todd TW. 1921b. Age Changes In the Pubic Bone V. Mammalian Pubic Metamorphosis. *Am J Phys Anthropol* 4:334 – 406.
- Todd TW. 1921c. Age changes in the pubic bone VI. The Interpretation Of Variations In The Symphyseal Area. *Am J Phys Anthropol* 4:407–424.
- Todd TW. 1923. Age Changes in the Pubic Symphysis: VII. The Anthropoid Strain in Human Pubic Symphyses of the Third Decade. *J Anat* 57:274–294.
- Todd TW. 1930. Age Changes In the Pubic Bone VIII. Roentgenographic Differentiation. *Am J Phys Anthropol* 14:255 – 271.
- Trotter M, Gleser GC. 1952. Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *Am J Phys Anthropol* 10:463–514.
- Trotter M, Gleser GC. 1958. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *Am J Phys Anthropol* 16:79–123.
- Trotter M. 1970. Estimation of Stature from Intact Long Limb Bones. In: Stewart T, editor. *Personal Identification in Mass Disasters*. Washington: National Museum of Natural History. p 71–84.
- Turchetto M, Vanin S. 2004. Forensic entomology and globalisation. *Parassitologia* 46:187–190.
- Ubelaker DH, Volk CG. 2002. A Test of the Phenice Method for the Estimation of Sex. *J Forensic Sci* 47:19–24.
- Ubelaker DH. 2008. Issues in the Global Applications of Methodology in Forensic Anthropology. *J Forensic Sci* 53:606–607.
- Walker PL. 2005. Greater sciatic notch morphology: Sex, age, and population differences. *Am J Phys Anthropol* 127:385–391.
- Walker PL. 2008. Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *Am J Phys Anthropol* 136:39–50.
- Washburn SL. 1948. Sex differences in the pubic bone. *Am J Phys Anthropol* 6:199–207.
- Weisensee KE, Jantz RL. 2011. Secular changes in craniofacial morphology of the portuguese using geometric morphometrics. *Am J Phys Anthropol* 145:548–559.
- Williams BA, Rogers TL. 2006. Evaluating the Accuracy and Precision of Cranial Morphological Traits for Sex Determination. *J Forensic Sci* 51:729–735.
- Wilson RJ, Herrmann NP, Jantz LM. 2010. Evaluation of stature estimation from the database for forensic anthropology. *J Forensic Sci* 55:684–689.
- Wittschieber D, Vieth V, Domnick C, Pfeiffer H, Schmeling A. 2013. The iliac crest in forensic age diagnostics: Evaluation of the apophyseal ossification in conventional radiography. *Int J Legal Med* 127:473–479.

7. Internetové zdroje

American Board of Forensic Anthropology. <http://www.theabfa.org/>. Zpřístupněno dne 15. 3. 2016

University of Tennessee. WM Bass Donated Skeletal Collection.
<http://web.utk.edu/~fac/collection.html>. Zpřístupněno dne 14. 4. 2016

University of Tennessee. Forensic Anthropology Data Bank (FDB). <http://fac.utk.edu/background/>.
Zpřístupněno dne 18. 4. 2016