

# Metode procjene populacijske pripadnosti

---

**Fabijanić, Sara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:233063>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
University of Zagreb  
Faculty of Humanities  
and Social Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb  
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
Odsjek za etnologiju i kulturnu antropologiju  
Studij antropologije  
Akademska godina 2022./2023.

Sara Fabijanić

Diplomski rad

## **Metode procjene populacijske pripadnosti**

### **Mentorica:**

dr.sc. Zdravka Hincak, izv. prof.

Zagreb, veljača 2023.

Izjavljujem pod punom moralnom odgovornošću da sam diplomski rad „*Metode procjene populacijske pripadnosti*“ izradila potpuno samostalno uz stručno vodstvo mentorice izv. prof. dr. sc. Zdravke Hincak. Svi podaci navedeni u radu su istiniti i prikupljeni u skladu s etičkim standardom struke. Rad je pisan u duhu dobre akademske prakse koja izričito podržava nepovredivost autorskog prava te ispravno citiranje i referenciranje radova drugih autora.

Sava Farićević

(potpis)

## **Zahvale**

Autorica duguje jedno ogromno hvala mentorici, dr. sc. Zdravki Hincak, ne samo na stručnosti i pomoći tijekom studija i pisanja ovog rada nego na uvijek prijateljskom i pozitivnom pristupu, beskrajnom razumijevanju, strpljenju, podršci i ljudskosti.

Veliko hvala i mojim dragim roditeljima i bliskim prijateljima koji su bili velika podrška tijekom svih ovih godina, koji su strpljivo slušali sve moje nedoumice i probleme koji su me pratili tijekom pisanja ovog rada i ujedno bez straha iščekivali kraj ove priče.

## Sadržaj

1	Uvod.....	1
2	Razvoj koncepta “ <i>rase</i> “ u biološkoj antropologiji.....	3
2.1	Povijesni pregled .....	3
2.2	Terminologija u forenzičkoj antropologiji .....	8
2.3	Kulturološke prakse.....	9
3	“Rasa“ <i>prema</i> populacijska/etnička pripadnost .....	11
4	Metodologija u procjeni populacijske pripadnosti.....	13
4.1	Metričke metode.....	13
4.1.1	Procjena populacijske pripadnosti na temelju metričke analize kranijalnih mjera.	13
4.1.2	Procjena populacijske pripadnosti na temelju metričke analize mjera postkranijalnog skeleta.....	22
4.1.3	Procjena populacijske pripadnosti na temelju dentalnih metričkih karakteristika..	24
4.2	Morfološke metode .....	26
4.2.1	Procjena populacijske pripadnosti na temelju morfoloških (nemetričkih) kranijalnih karakteristika.....	26
4.2.2	Procjena populacijske pripadnosti na temelju metode morfoskopskih kranijalnih karakteristika (MMS metoda).....	31
4.2.3	Procjena populacijske pripadnosti na temelju postkranijalnih morfoloških (nemetričkih) karakteristika .....	35
4.2.4	Procjena populacijske pripadnosti na temelju dentalnih morfoloških (nemetričkih) karakteristika.....	36
5	Rasprava - izazovi i budućnost procjene populacijske pripadnosti .....	39
6	Zaključak.....	42
7	Popis slika .....	43
8	Popis literature .....	44
9	Sažetak i ključne riječi .....	63
10	Abstract and key words.....	64

# 1 Uvod

Duboko ukorijenjena u polje biološke antropologije, forenzična antropologija predstavlja zasebnu granu koja se temelji na primjeni teorija i metoda biološke antropologije, ali u medicinsko-pravnom kontekstu (Franklin *i sur.* 2016; Ubelaker 2018). Njezini počeci sežu još u drugu polovicu 19. st., kada su, po prvi put, dva ubojstva riješena uz pomoć antropologa, koji su u tim slučajevima bili službeni vještaci. Prije toga, antropologe se samo ponekad konzultiralo oko pojedinih medicinsko-pravnih pitanja, ali nisu bili pozivani na sudove niti su sudjelovali u analizama (Ubelaker 2018). Tijekom posljednjih 50 - ak godina ova je disciplina značajno evoluirala i jako se razlikuje od one objavljene u jednom od prvih udžbenika na tu temu - “*Essentials of Forensic Anthropology Especially as Developed in the United States*“ iz 1979. godine, autora T. D. Stewarta, a koja glasi:

“...that branch of physical anthropology which, for forensic purposes, deals with the identification of more or less skeletonized remains known to be, or suspect of being, human“ (Stewart 1979:IX citirano u Ubelaker 2018).

Njena je temeljna funkcija utvrđivanje identiteta ljudskih koštanih ostataka nepoznatog porijekla, što podrazumijeva procjenu dobi, određivanje spola, visine i populacijske pripadnosti, kao i dokumentaciju ante, peri i postmortem trauma te patoloških promjena. Ona se do danas nije promijenila, međutim sama se uloga forenzičnih antropologa u međuvremenu značajno razvila, a istraživanja smrtnih slučajeva postala su kompleksnija i danas pred antropologe stavljaju neke nove zahtjeve (Franklin *i sur.* 2016). Modernu forenzičnu antropologiju danas karakteriziraju interdisciplinarnost i tehnološki napredak pa se tako različite metode iz područja kemije, fizike i molekularne biologije primjenjuju kao dodatna pomoć u određivanju spola (Fazi *i sur.* 2014; Nakahori *i sur.* 1991; Quincey *i sur.* 2013), procjeni dobi (Zapico i Ubelaker 2016), mogućeg populacijskog (Buchanan *i sur.* 2012) i geografskog podrijetla nepoznate individue (Bentley 2006; Font *i sur.* 2015), a čak i identifikaciji mogućih bolesti (Ortner i Putschar 1985; Taylor *i sur.* 2007; Waldron 2001).

Identifikacija populacijske pripadnosti (*ancestry*) važna je ne samo u kontekstu forenzične antropologije (Gill i Rhine 1990) nego i u bioarheološkim analizama koštanih ostataka iz arheološkog konteksta. Pri određivanju biološkog profila neidentificiranih ljudskih koštanih ostataka iz forenzičnog konteksta, procjena populacijske pripadnosti pomaže suziti potragu za nestalim osobama i potencijalno pridonijeti pozitivnoj identifikaciji (Cunha i Ubelaker 2020). Upravo iz razloga što se metode procjene populacijske pripadnosti oslanjaju na korelaciju između koštane morfologije, geografskog podrijetla i socijalne rase pojedinca, populacijska pripadnost smatra se jednim od najzahtjevnijih aspekata biološkog profila (Dunn i sur. 2020).

Danas dostupna literatura kojoj je tema procjena populacijske pripadnosti poprilično je kompleksna i iscrpna, a često vodi i do nedoumica. Primjerice, i dalje je opće zastupljeno mišljenje kako se isključivo lubanja može uspješno upotrijebiti u ove svrhe dok se primjenom ostatka skeleta za procjenu populacijske pripadnosti pozabavilo svega nekoliko studija, što zaista nije točno (Cunha i Ubelaker 2020). S ciljem pružanja boljeg razumijevanja ove tematike, E. Cunha i D. Ubelaker (2020) dali su vrlo koristan pregled metoda zastupljenih u procjeni populacijske pripadnosti od samih početaka razvoja forenzične antropologije pa do danas, koji će poslužiti i kao jedan od glavnih izvora za pisanje ovog rada.

U radu će se, na temelju dostupnih literaturnih izvora, dati pregled razvoja metodologije korištene u procjeni populacijske pripadnosti koštanih ostataka nepoznatih pojedinaca od samih početaka razvoja forenzičke antropologije pa do danas. Premda ove metode u prvom redu uključuju procjenu određenih morfoloških i metričkih karakteristika viscerokranijuma, naglasak će biti na prikazu i obradi modernijih metoda temeljenih na računalnim programima i statističkim analizama. Procjena same učinkovitosti svih zastupljenih metoda odredit će se analizom rezultata nekoliko studija provedenih na odgovarajućim referentnim uzorcima. Naime, mnoge se tradicionalne, ali danas zastarjele i ne toliko učinkovite metode još uvijek koriste u pojedinim laboratorijima te je nužno istaknuti razloge zbog kojih bi s njihovom primjenom bilo najbolje prestatu.

## 2 Razvoj koncepta “*rase*“ u biološkoj antropologiji

### 2.1 Povijesni pregled

Naše moderno razumijevanje ljudskih “*rasa*” ima svoje korijene u nekoliko znanstvenih disciplina (Rhine 1990), međutim jedino se biološka antropologija temelji na konceptu “*rase*” (Caspari 2003). Smatra se da je jedan od prvih antropologa Herodot (Penniman 1965, citirano u Rhine 1990) budući da su biološke i kulturne raznolikosti prvi put prepoznate u njegovo vrijeme. Tijekom Doba istraživanja (*Age of Exploration*, op.a.) otkriveni su novi primjerci biljaka i životinja, ali i egzotični ljudi, a kao rezultat toga, biološka se antropologija počela usmjeravati na djela Charlesa Darwina i Thomasa Huxleya 1850-ih. Glavni fokus ovih ranih bioloških antropologa bio je određivanje podrijetla i odnosa različitih ljudskih populacija, a taj fokus je prisutan čak i danas (Rhine 1990). Međutim, u to se vrijeme smatralo da je “*rasa*” način unutarnje podjele ljudske vrste, ili drugim riječima, prirodna kategorija s posebnim, ali odgovarajućim biološkim i bihevioralnim karakteristikama (Caspari 2003). Na “*rase*” se gledalo kao na različite i čiste, uglavnom zbog nedostatka znanja o evolucijskim procesima i genetskim osnovama “*rasnih*” osobina. Bilo je puno lakše promatrati i klasificirati raznolikost prisutnu u prirodi nego je razumjeti. Glavna zabluda u to vrijeme bila je da se ljudske “*rase*” mogu klasificirati jednako učinkovito kao što je Linnaeus (1707.-1789.) bio sposoban klasificirati biljke i životinje prije nego što su shvaćeni njihovi evolucijski odnosi. Stoga su prvi pokušaji podjele čovječanstva provedeni uzimajući u obzir samo boju kože, oblik kose i oblik glave. Tako je Carl Linnaeus definirao četiri ljudske “*rase*”, dok je Blumenbach (1752.-1840.) definirao pet (Rhine 1990). Obojica su također uključila karakteristike ponašanja “*tipične*” za svaku kategoriju (Caspari 2003), na primjer *Asiaticus: žut, melankoličan, kojim vladaju uvjerenja* (Shanklin 1994:26 citirano u Hefner 2003). Međutim, Linnaeus i Blumenbach nisu dijelili potpuno isti stav o “*rasa*”. Dok je Linnaeus želio organizirati prirodni svijet u jedan hijerarhijski sustav s jednom svrhom razumijevanja Božjeg dizajna, Blumenbach i njegovi suvremenici vidjeli su varijacije među ljudima kao rezultate migracija stanovništva i promjena u okolišu koje su uzrokovale promjene i u kosturu i u mekim tkivima, što postala je nasljedna nakon vremena (Brace 2005 citirano u Hefner *i sur.* 2016). Blumenbach je bio jedan od najranijih monogenista koji je pretpostavio da su bijelci prototip za sve ostale ljudske oblike, izvorne, najljepše ljudske *rase*. “*Druge rase*”, prema njemu, bile su samo



transformacije iz ovog idealnog oblika. Kao što je danas poznato, ove varijacije od idealnog oblika proizašle su iz različitih uvjeta okoline, a ne poligene evolucije "rase" (Wolpoff i Caspari 1997. citirano u Hefner 2003.).

Njihovi pogledi, zajedno s poistovjećivanjem "rasa" s kladama, bili su prisutni sve do 1960-ih i objavljivanja *Podrijetla rasa* Carletona Coona, u kojem je sugerirao da je u prapovijesti, počevši od *Homo erectusa*, svaka od pet rasnih loza prešla prag *Homo sapiensa* u različitim vremenima, što je, prema njemu, bilo u korelaciji s njihovom razinom "kulturnog postignuća". Ova je publikacija izazvala veliki negativan odjek na svim stranama, pri čemu su izjave o rasi izdale *Američka udruga fizičkih antropologa* i *Američka antropološka udruga*, a Margaret Mead i Theodosius Dobzhansky organizirali su simpozij kako bi znanstveno razotkrili sve zablude i mitove u vezi s "rasom". Naposljetku, sve je to pomoglo da se stane na kraj staroj biološkoj antropologiji koja se gotovo isključivo usredotočila na koncept "rase" (Caspari 2003). Do prijelaza u 19. st. prepoznata je visoka razina raznolikosti među populacijama, ali su se znanstvenici i dalje usredotočili na mali broj fenotipskih svojstava s malo ili nimalo obzira na varijacije unutar populacije (Armelagos i sur. 1982. citirano u Hefner i sur. 2016).

Armelagos (1992) sugerira da su dva događaja imala potencijalno značajnu ulogu u promjeni temelja koncepta "rase" - objavljivanje teorije prirodne selekcije Charlesa Darwina 1859. g. i stvaranje teorije genetske evolucije od strane Ronalda Fishera i Sewalla Wright 1930. g. Otprilike 1930-ih, pojavio se jedan od glavnih doprinositelja proučavanju "rase", Earnest A. Hooton, koji je pokušavao odrediti neadaptivne osobine koje nisu pod utjecajem prirodne selekcije. Slijedio je polifiletski model koji je priznavao različitu transformaciju raznih rasa kako su evoluirale od *Homo erectusa* do *Homo sapiensa* u različitim regijama svijeta (Brace 1992. citirano u Hefner 2003.). Mislio je da je moguće procijeniti neadaptivne morfološke varijante koje bi pomogle u razlikovanju geografskih "rasa". Ove skeletne varijante poznate su kao nemetričke osobine, i danas su u upotrebi i sastavni su dio morfoskopskih karakteristika kojima će se ovaj rad pozabaviti u kasnijim poglavljima. Prije Hootona i njegovog rada, studije koje su proučavale korisnost fenotipskih svojstava za razlikovanje "rasa" razmatrale su samo svojstva povezana s mekim tkivom, na primjer boju kože, boju očiju ili oblik kose. Hooton je i sam proveo određeno vrijeme promatrajući ove varijacije. Također, poznat je po svom radu u "kriminalnoj antropologiji", polju iz kojeg se razvila forenzička antropologija, a koje se obično povezuje s radom Cesarea Lombrosa,

talijanskog kriminalista koji je smatrao da kriminalci dijele morfološke karakteristike lubanje s primitivnim ljudima, majmunima i čimpanzama (npr. širina lubanje, visina lubanje, oblik čela) (Gould 1997). Hootonov se rad, međutim, vrtio oko somatologije ili teorija o tipu tijela, i mislio je da je uspostavio somatotipove za "rođene kriminalce". Kako bi razlikovao kriminalce od "civila", prikupio bi imena, dob, visinu, težinu, boju kose i očiju, širinu lubanje, duljinu lubanje i lubanjski indeks poznatih kriminalaca. Međutim, Hooton je prvenstveno bio usredotočen na pitanje "rasnih" varijacija među populacijama (Hefner 2003).



Slika 1. Hootonovi somatotipovi rođenih kriminalaca (Hefner 2003).

Od 1930-ih poduzimaju se brojni naponi i kampanje kako bi se predstavili znanstveni argumenti koji bi potkopali koncept "rase". Britanski evolucijski biolog J. B. S. Haldane govorio je protiv rasizma na *Londonskom sastanku Međunarodnog kongresa antropoloških i etnoloških znanosti* 1934. g., pokušavajući skrenuti fokus svoje publike s korištenja znanosti za opravdavanje "rasnih" teorija. Godine 1935. Julian Huxley i Alfred Haddon objavili su djelo *Mi Europljani*, antirasistički traktat u kojem su umanjili ideje o "rasnoj" inferiornosti, doveli u pitanje postojanje

“rase” i predložili sintagmu “etničke skupine” kao zamjenu za “rasu” . Istu sintagmu predložio je kasnije 1942. godine Ashley Montagu u svom najznačajnijem djelu “*Man's Most Dangerous Myth; The Fallacy of Race*“ i njegovoj izjavi UNESCO-a o "rasi". Montagu je tvrdio da, iako su evolucijski faktori koji su se dogodili kod ljudi jednaki onima kod drugih životinjskih vrsta, postoji značajna razlika između nas i drugih životinja. Presudni čimbenik koji čini sve razlike je kultura, zajedno s mobilnošću, hibridizacijom i društvenom selekcijom. Po njegovom mišljenju, mješavina ovih i sličnih čimbenika razlikuje ljude od ostalih životinja, čineći pojam "rasa" neprimjenjivim na ljude. On nije negirao postojanje varijacija među populacijama, već je pokušao uvesti novi termin koji bi bio primjereniji za opisivanje tih varijacija, i što je još važnije, termin koji ne bi implicirao nikakve predrasude (Montagu 1962). Nažalost, "etničke skupine" nikada nisu ušle u upotrebu.

Godine 1992. Norman Sauer iznio je značajno pitanje “*Forensic anthropology and the concept of race: if races don't exist, why are forensic anthropologists so good at identifying them?*” Ono čime se bavio u svom članku bilo je može li se i treba li se koncept društvene “rase” proučavati u svjetlu znanstvenog stajališta da biološka rasa ne postoji. U osnovi, moguće je postići procjene "rase" jer su forenzički antropolozi sposobni prevesti morfološke osobine u određeni sustav klasifikacije stvoren kulturom koji ne prepoznaje važnost toga da su te osobine kulturološke, sociološke ili biološke. On nudi sljedeći primjer kako bi naglasio da točnost klasifikacije ne potvrđuje temeljno taksonomsko pitanje:

“...Nitko tko se protivi konceptu rase ne poriče postojanje ljudskih varijacija niti tvrdi da te varijacije nisu sustavne. Zapravo, sustavna varijacija omogućuje svakome da procijeni, s različitim stupnjem specifičnosti, mjesto podrijetla osobe na temelju njezinih fizičkih obilježja. Međutim, identificirati osobu kao osobu koja ima pretke iz, recimo, Sjeverne Europe ne identificira biološku rasu Sjevernih Europljana (Sauer 1992:10).

Stari “rasni“ koncept prema kojem su populacijske skupine statične, čiste i fiksne postupno je ustupio mjesto dinamičnijim, realističnijim stavovima koji su prepoznavali procese poput toka gena i genetsku varijaciju unutar svih populacija i geografskih područja. Osim protoka gena, veliku ulogu u oblikovanju među-populacijskih varijacija odigrali su i dinamička prilagodba (putem prirodne selekcije), demografija, odnosno veličina populacije, spolni odabir te genetički drift (Cunha i Ubelaker 2020). Kako tvrdi Roland B. Dixon, “rasa“ nije stalni entitet, nešto statično,

ona je dinamična i polako se razvija i mijenja. Prema njemu, rasu bi valjalo definirati kao "stanje pripadnosti posebnom narodu ili etničkoj skupini". Druge definicije odražavaju upotrebu pojma u općoj biološkoj literaturi kao "skupinu ili skup organizama koji pokazuju opće sličnosti, ali nisu dovoljno različiti od drugih oblika da bi sačinjavali vrstu" (Cunha i Ubelaker 2020 prema: Neilson i sur. 1934). Iako ove definicije ne odražavaju u potpunosti trenutna stajališta, one dokumentiraju povijesnu evoluciju stavova (Cunha i Ubelaker 2020).

Iako se velik dio "rasne" terminologije nastavio, mnogi su antropolozi tvrdili da su pojmovi i postali toksični i podložni iskorištavanju (Cunha i Ubelaker 2020 citirano u Montagu 1942). T. D. Stewart tvrdio je da i dalje postoji potreba za ispitivanjem i dokumentiranjem ljudskih varijacija, ali je primijetio zla rasizma i da je riječ "rasa" postala problematična jer je za različite ljude imala različita značenja. Dotadašnje etnocentrične klasifikacije često su odražavale svjetonazor i vjersku orijentaciju te su dovele do neispravnih vrijednosnih prosudbi i rasizma. Kao što je primijetio Boyd (Cunha i Ubelaker 2020 citirano u Boyd 1956) koncepti "rase", ili čak nedostatak istih, uvelike su varirali u različitim kulturama. S promjenom perspektiva o prirodi varijacija populacije, terminologija se pojavila kao glavni problem. Garn (Garn 1962 citirano u Cunha i Ubelaker 2020) je koristio terminologiju geografskih, lokalnih i mikro rasa u pokušaju da integrira tadašnju modernu znanost u klasifikaciju ljudskih varijacija. Drugi su se suzdržali od korištenja izraza "rasa" u korist populacijske skupine, uzgojne populacije i/ili kline za opisivanje ljudskih varijacija. Lasker (Cunha i Ubelaker 2020 citirano u Lasker 1976) je razlikovao "biološku rasu" od "društvene rase" na temelju stupnja do kojeg je diferencijacija ovisila o biološkim atributima ili grupama definiranim etničkim ili društvenim čimbenicima. Još se od Lewontina raspravljalo o ograničenoj varijaciji među ljudima na genomskoj razini (Lewontin 1972). Jasno je da većina varijacija postoji unutar svih ljudskih populacija i samo ograničena varijacija među populacijama (De Giorigio i sur. 2009). Sve u svemu, postoji ograničena količina varijacija kod ljudi koja se može koristiti za pomoć pri procjenjivanju populacijske pripadnosti pri identifikaciji. No, iznad svega, trenutačni naponi da se ta pripadnost razabere iz koštanih ostataka imaju za cilj povećati vjerojatnost pozitivne identifikacije (Cunha i Ubelaker 2020).

Većina antropologa više ne priznaje valjanost koncepta "rase" kao argumenta za podjelu ljudske populacije, već vjeruje da diskretne "rase" nikada nisu niti postojale. Dekonstrukcija koncepta "rase" tijekom druge polovice 20. stoljeća odvijala se zajedno s usponom forenzičke

antropologije. Shodno tome, forenzički antropolozi našli su se u pomalo nezahvalnoj ulozi svrstavanja ljudskih koštanih ostataka u određenu skupinu, iako to nije sugeriralo njihovu podršku konceptu “rase”. Opisna terminologija bila je nužna unutar njihovog posla (i još uvijek jest!), a sustav identifikacije koji je stvoren odnosio se na “rasu” ili podrijetlo pojedinca (Hefner 2003). Iako ovi pojmovi nemaju ništa zajedničko, obično se koriste naizmjenično. Stoga slijedi daljnja rasprava o razlikama među njima.

## 2.2 Terminologija u forenzičkoj antropologiji

Forenzička se antropologija i dalje bori s terminologijom povezanom s procjenom populacijske pripadnosti jednako kao što se bori i biološka antropologija. Budući da se nestale osobe često opisuju korištenjem rasne terminologije, istu terminologiju koriste i forenzički antropolozi. Ovo je poprilično izazovno ako imamo na umu da antropolog treba koristiti izraze koji će biti prepoznati i korisni u pretraživanju, ali također treba izbjeći da ga kolege etiketiraju kao taksonomista iz 19. st. Dva članka koja se bave ovom dilemom u forenzičkoj antropologiji jezgrovito sažimaju to pitanje. Jedan od njih napisao je već spomenuti Sauer (1992) Drugi je članak objavio Kennedy (1995) u *Journal of Forensic Sciences*, a naslov mu glasi "But Professor, why teach race identification if races don't exist?" Velik dio suštinskog odgovora na ova retorička pitanja dao je Stewart još 1979. godine, koji tvrdi kako je sa stajališta forenzičke antropologije nužno kategorizirati ljudske koštane ostatke pomoću termina koji će jasno prikazati rasnu stvarnost onako kako ju se lokalno shvaća (Stewart 1979), a današnja moderna shvaćanja također naginju ovakvoj kategorizaciji, sve s ciljem izbjegavanja zastarjele tipologije i ujedno pružanja informacija i korištenja termina koji će olakšati identifikaciju (Cunha i Ubelaker 2020).

Zbog svega spomenutog, upotreba termina “rasa“ znatno se smanjila u publikacijama, raspravama i forenzičkim izvješćima o forenzičkoj antropologiji. Većina forenzičkih antropologa radije raspravljaju o vjerojatnom podrijetlu. Izvješća bi se trebala usredotočiti na vjerojatno podrijetlo ispitanе osobe ili, alternativno, sugerirati kako bi se ta osoba vjerojatno okarakterizirala ili bila društveno klasificirana prema zajednicama u kojima je živjela. Takav pristup pruža potrebne, korisne informacije, ali izbjegava bilo kakve sugestije korištenja zastarjele rasne tipologije od strane istraživača. Biološke informacije dobivene antropološkom analizom koštanih

ostataka moraju se uzeti u obzir pri prosuđivanju kako se na osobu gledalo u smislu definicija zajednice o rasi i podrijetlu. Danas su preporučeni izrazi koji se odnose na tri glavne geografske skupine - afrički, europski i azijski. Posebni slučajevi mogu koristiti terminologiju ciljanih skupina prema lokalnoj definiciji (Cunha i Ubelaker 2020).

### **2.3 Kulturološke prakse**

Na ljudskim se koštanim ostacima također mogu pronaći kulturološki podaci koji mogu pružiti izravne dokaze o podrijetlu. U većini dijelova svijeta kulturne informacije mogu pružiti tragove duboke prošlosti i ukazati na to da pronađeni ostaci odražavaju arheološke kontekste, a ne moderne forenzičke kontekste. Takve informacije obično imaju oblik povezanih artefakata koji otkrivaju kulturno i vremenski specifične mehanizme datiranja ostataka. Neki takvi tragovi mogu se pronaći direktno na skeletu, što baš i nije čest slučaj, ali svakako mogu doprinijeti konačnoj procjeni ukoliko je riječ o specifičnim kontekstima, poput zločina protiv čovječnosti u afričkim zemljama. Najpoznatiji primjeri ovakvih tragova predstavljaju kulturološke modifikacije zuba i lubanje. Dentalne modifikacije poznate su u mnogim dijelovima svijeta i odraz su posebnih kulturoloških praksi. Primjerice urezivanje i/li lomljenje zuba u određenim uzorcima bilo je praksa u nekolicini povijesnih američkih kultura, posebno srednoameričkih (Romero 1970). Ove su promjene uključivale i namjerno ispunjavanje zuba, bušenje i postavljanje različitih umetaka, primjerice u društvima prapovijesnog Ekvadora (Ubelaker 1987; 1999). Neke su afričke kulture prakticirale brušenje prednjih zuba kako bi ih oblikovale u špic, što je običaj zabilježen i na Karibima. Cybulski (1974) opisuje promjene zuba koje stvara nošenje ukrasnih labreta u nekim eskimskim kulturama. Također, Eskimi su zube upotrebljavali i kao alat za žvakanje kože, drobljenje kostiju i obavljanje drugih stresnih funkcija, što se na njihovoj denticiji manifestiralo kao pucanje okluzalnih površina zuba pod pritiskom. Zubi mnogih prošlih populacija također predstavljaju ekstremne obrasce okluzalnog trošenja koji odražavaju drevne metode pripreme hrane. Primjeri namjernih modifikacija lubanje također upućuju na povijesni kontekst. Ovakve su modifikacije zabilježene u brojnim narodima diljem svijeta (Maye, Inke, među ostalima) i toliko se razlikuju među populacijama da se pomoću njih može pouzdano identificirati ne samo vremenski okvir nego

i regija/populacijska skupina. Ovi primjeri sa sigurnošću upućuje na arheološki kontekst i nemaju medicinsko-pravni značaj (Cunha i Ubelaker 2020).

Još jedan način razlikovanja povijesnih od modernih ljudskih koštanih ostataka je izravno datiranje, za što se primarno koristi radiokarbonska analiza. Vrijednosti  $C^{14}$  s postotnom modernom vrijednošću od oko 100 označavaju uzorak tkiva formiran nakon 1950. godine. Vrijednosti ispod 100 pokazuju određeni stupanj radioaktivnog raspada, a datum prije 1950. godine može se procijeniti korištenjem opsega tog raspada (Ubelaker 2014). Važno je spomenuti i da procjena podrijetla pomaže u korištenju točnije referentne populacije prilikom odredbe dobi, spola i visine. Zbog toga neki autori predlažu da bi ovo trebao biti prvi parametar koji treba procijeniti jer će rezultat odrediti koje metode treba koristiti u ostala tri generička identifikacijska parametra (Cunha i Ubelaker 2020).

### 3 “Rasa“ prema populacijska/etnička pripadnost

Nakon prethodnih poglavlja, sa sigurnošću se može zaključiti da je pitanje biološke “rase” kao pojma za definiranje ljudske varijacije među populacijskim skupinama jedno od najkontroverznijih pitanja u području biološke antropologije. Kao što ističe Douglas Ubelaker, “*malo je riječi korištenih u biološkoj antropologiji koje izazivaju više različitih reakcija od “rase”*” (Ubelaker, 1996:236). Izraz "rasa" neadekvatno se koristi za biološke i kulturne varijacije, geografiju, gene, podrijetlo, ali i jezik. Čak i u kontekstu samo biološke varijacije, još uvijek je teško odrediti kako bi se koncept "rase" trebao primijeniti. Iako je danas postalo uobičajeno koristiti zemljopisno definirane “rase” unutar mnogih znanstvenih disciplina (npr. Afrikanci, Azijati, Europljani), to ne znači da je to najbolji način za opisivanje ljudskih varijacija (Relethford 2009). Ipak, pojam “rase” nalazi se ispod svake rasprave o procjeni porijekla (Sauer i sur. 2009.) pa je potrebno pozabaviti se neslaganjem između ovih pojmova na početku ovog rada. Povezivanje podrijetla i rase ima dugu povijest, ali to ne aludira na to da biološko podrijetlo treba smatrati sredstvom opravdavanja koncepta “rase” (Sauer 1992; Ratliff 2014).

Poznato je da mnoge sile utječu na evoluciju bioloških varijacija kod ljudi, tako da ne postoje potpuno različiti skupovi određenih osobina koje mogu definirati "rasu". Suprotno tome, biološko podrijetlo ovisi o relativnom i proizvoljnom mišljenju da su koštani ostaci pojedinca slični onima određenih skupina ljudi iz različitih zemljopisnih regija (Sauer 1992; Ratliff 2014). No, treba imati na umu da iako se može utvrditi regija iz koje je pojedinac došao, to ne ukazuje na “rasu” (Brace 1995).

Većina rasprava o konceptu "rase" posljednjih godina temelji se na istraživanjima genetskih markera i njihovoj sposobnosti klasifikacije, a ne na vidljivim morfološkim varijacijama (Rosenberg i sur. 2002; Bamshad i sur. 2004; Jurmain i sur. 2012). Posljedično, postalo je poznato da se genetska varijacija unutar populacije čini većom od one između populacija, stoga ne postoji genetska osnova za podjelu ljudi u zasebne “rasne” skupine (Livingstone 1962; Lewontin 1972; Lieberman i sur. 2003 ; Relethford 2009). Također postoji malo slaganja između opažene morfološke varijacije i genotipa jedinke. Iz tog razloga, “rasa” je više društveni konstrukt nego biološki, i može se objasniti kao način na koji se osoba opisuje (Sauer 1992; İşcan i Steyn 2013),



dok se podrijetlo može definirati kao biogeografska populacija kojoj određena jedinka pripada, na temelju svog genetskog nasljeđa (Barker i sur. 2007:322).

Postoji značajna povezanost između kulture i biologije kao što su pokazali Serre i Pääbo. Objasnili su da se bilo koji genetski diskontinuitet primijećen između populacijskih skupina ne bi trebao smatrati "rasnim" ili kontinentalnim po prirodi, već ovisnim o kulturnim i povijesnim čimbenicima (Serre i Pääbo 2004). Svakako, ne postoji skup svojstava koji se može smatrati specifičnim za populaciju, ali, nedvojbeno, razina varijacije doista postoji i može se kvantificirati, pružajući vjerojatnu klasifikaciju nepoznatih ljudskih koštanih ostataka (Ousley i sur. 2009). Kao što su pokazali Sauer (1992) i Ousley i sur. (2009), ono što forenzički antropolozi pokušavaju utvrditi kada procjenjuju podrijetlo (u kontekstu SAD-a) jest razina provjerljive korelacije između društvene rase, morfologije kostura i podrijetla, koja proizlazi iz genetskog pomaka, asortativnog parenja, institucionalnog rasizma i geografskog uzorka (Ousley i sur. 2009).

Za potrebe ovog istraživanja, izraz podrijetlo/etnička pripadnost koristi se za određivanje velikih skupina pojedinaca koji dijele sličnu morfologiju lubanje, vjerojatno kao rezultat života pod istim uvjetima okoliša tijekom dugih vremenskih razdoblja. U ovom slučaju, podrijetlo ne implicira da "rase" ljudi postoje. Koristi se samo za uspostavljanje geografskih odnosa za velike skupine ljudi koji mogu pratiti svoje podrijetlo do određenog kontinenta (Gill i Rhine 1990).

## 4 Metodologija u procjeni populacijske pripadnosti

U procjeni populacijske pripadnosti u kontekstu forenzičke antropologije postoje dva glavna pristupa, metrički i morfološki. U sljedećim će se poglavljima opisati metodologija korištena u svakom od njih kao i njihove prednosti i nedostaci. Morfološke metode za sada su još uvijek manje objektivne i oslanjaju se na više osobnog iskustva antropologa. Primjerice, postoji dvosmislenost u procjeni stupnja izraženosti nazalnog mosta, koji jedna osoba može klasificirati kao srednje izražen, a druga kao jače izražen. S druge strane, promatranjem morfoloških karakteristika može se dobiti puno više informacija pa mnogi autori preporučuju korištenje oba pristupa. Međutim, bez obzira na vrstu pristupa, točnost metoda uvijek ovisi o validacijskim studijama. Sve dok se metoda razvijena na temelju određenog uzorka ne primijeni na drugom uzorku, rezultati se ne mogu validirati. Pri odabiru metode uvijek treba dodatno provjeriti je li željena metoda preporučljiva za uzorak u pitanju. Iznad svega, važno je osigurati da postoji odgovarajući alat za razlikovanje podrijetla koji uključuje reference iz populacije iz koje pojedinac potječe. (Cunha i Ubelaker 2020).

### 4.1 Metričke metode

#### 4.1.1 Procjena populacijske pripadnosti na temelju metričke analize kranijalnih mjera

##### 4.1.1.1 Povijesni pregled

Najranije antropološke analize počele su se provoditi u drugoj polovici 18. st., a metričke su analize njihov sastavni dio od samih početaka (Blumenbach 1776, 1778). Do kasnih 1800-ih brojni su znanstvenici definirali homologne i prepoznatljive točke na lubanji, ili kranijalne oznake, korisne za ispitivanje razlika u obliku i formi lubanje (Broca, 1863; Morton, 1839). Martin je u svom djelu *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden für Studierende Ärzte und Forschungsreisende (Lerbuch, 1914)* standardizirao i sistematizirao zbirku podataka o ljudskoj morfologiji, uključujući mnoge kranijalne karakteristike koje se i danas koriste. Martinov *Lehrbuch* predstavlja opsežan

opis detaljnih definicija za svaku karakteristiku, njihove izračunate međusobne udaljenosti među (ILD) i geometrijske opise za svaku mjeru (Hefner, Pilloud, Buikstra i Vogelsberg, 2016). Howells (1973) je reorganizirao Martinove definicije u troslovne kratice kako bi olakšao kodiranje podataka i omogućio učinkovitiju analizu, a te su kratice ostale u upotrebi do danas (Buikstra i Ubelaker 1994; Langley i sur. 2016).

Kranijalne i postkranijalne mjere u svojim su se počecima, osim za opisivanje pojedinaca, uobičajeno koristile i za istraživanje biološke udaljenosti, odnosno međupopulacijske biološke varijabilnosti, koje su velikim dijelom rezultat genetskih čimbenika (Hiernaux 1968; Ousley 2016). U počecima su ove studije bile ograničene na američke domorodačke populacije (Hrdlička 1924; Neumann 1952), ali u novije se vrijeme istraživanja šire na populacije van Sjedinjenih Američkih Država (Hanihara 1996; Hanihara i sur. 2008; Kawakubo i sur. 2008). Do 1960. godine ove su se analize temeljile na mjerama koje su se mjerile neovisno ili na indeksima koji su kombinirali dvije mjere, a služili su kao indikator oblika lubanje (Buikstra i Ubelaker 1994). Tako je metrički pristup procjeni populacijske pripadnosti ne samo mnogo tradicionalniji nego i dugovječniji nego morfološki. Kranijalna metrika može postići visoke stope točnosti ovisno o odabranoj metodi i populaciji koja se proučava, pri čemu čimbenici poput spolnog dimorfizma i sekularnog trenda imaju utjecaj na točnost (Ross i sur. 2011). Svrstavanje nepoznatog pojedinca u bilo koje geografsko područje u svijetu dovodi u pitanje procjenu podrijetla, a zastupljenost populacije mora se uzeti u obzir kada ne postoji pretpostavka o podrijetlu pojedinca. Ipak, grupno raspoređivanje može biti pouzdanije i manje komplicirano u ograničenijim zemljopisnim regijama, kao što su npr. pokazali Stull i suradnici (2014) na južnoafričkom uzorku i Kranioti i suradnici (2018) na grčkim, grčko-ciparskim i turskim uzorcima.

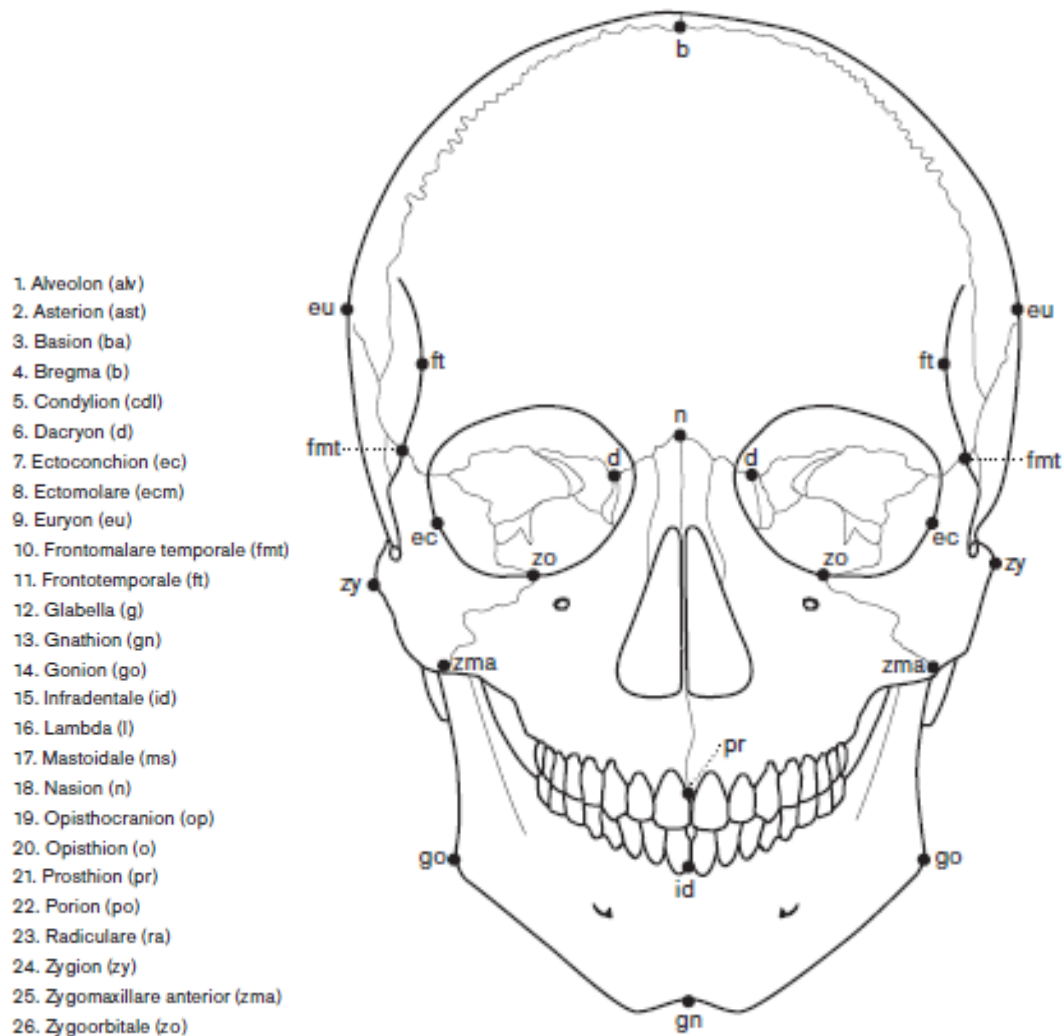
Kraniometrija se do danas pokazala kao objektivna metoda procjene podrijetla (Cunha i Ubelaker 2020), a razlozi tomu leže u činjenici što se davno shvatilo da lubanja odražava vezu s geografskim podrijetlom zbog kombinacije evolucijskih i genetskih čimbenika (Algee-Hewit i sur. 2020). Kao što je Howells izjavio, "postoje znakovi evolucijskih razlika u obliku lubanje među nedavnim populacijama različitih zemljopisnih područja, ali te su razlike vrlo ograničene u usporedbi s razlikama bilo koje moderne populacije od neandertalaca" (Howells 1989:83). Howells je došao do ovog zaključka nakon što je proveo veliku studiju koja je uključivala metričku kranijalnu analizu 18 populacija. Veličina lubanje može se usporediti svugdje, a Polinežani,

Guamanci i Buriati imaju najveću lubanju. Prema njegovoj analizi, varijacija oblika je u velikoj mjeri prisutna u gornjem dijelu lica, posebice u gornjem dijelu nosa i rubovima orbita, što je u ranijim studijama bilo potpuno zanemareno. Ono što se najviše razlikuje od svih njih je gubitak robusnosti koji je doveo do današnjeg oblika, ali ostaje neizvjesno je li taj gubitak uzrokovan genetskim izvorom ili je rezultat prilagodbe okoliša (Howells 1989).

Procjena podrijetla u forenzičkoj antropologiji općenito se odnosi na klasifikaciju najvjerojatnijeg geografskog podrijetla nepoznatog pojedinca u jednu ili više referentnih skupina korištenjem klasifikacijske statistike i metoda analize temeljenih na iskustvu (Ousley 2016; Spradely i Jantz 2016). Temeljna teorija koja podupire procjenu podrijetla iz kranimetrijskih varijabli je umjerena do visoka nasljednost kraniofacijalnog kompleksa (Spradley i Weisensee 2017). Svaka kranijalna mjera definirana je na temelju jednako dobro definirane kranimetrijske karakteristike, a metodologija kvantitativnog pristupa podrazumijeva prikupljanje pojedinačnih mjera, indekse ili omjere. Ipak, indekse ili omjere ne bi trebalo samostalno koristiti za procjenu podrijetla budući da složenije kranimetrijske metode nude veću točnost (Hanihara i Ishida 2001). Od ključne je važnosti način odabira nekoliko kranijalnih mjera, kao i odabir mjera koje su najrelevantnije (Cunha i Ubelaker 2020). U kvantitativnom pristupu najčešće korištena statistička analiza je analiza linearne diskriminantne funkcije (L DFA) (Birkby 1966). Zasluge prvih kranimetrijskih studija za procjenu populacijske pripadnosti pripadaju Gilesu i Elliotu (1962) koji su osmislili prve jednadžbe za klasifikaciju nepoznate lubanje u jednu od tri skupine: crna, bijela ili indijanska (Ousley i Jantz 2012). Nekoliko je studija usvojilo ovu tehniku procjene podrijetla (Howells 1973; Gill i Stanley 1990), a Gilesov i Elliotov L DFA postao je standardna klasifikacijska statistika. Međutim, s vremenom se pokazalo kako je metoda Gilesa i Elliota (1962) pružala loše rezultate (visoke stope pogrešne klasifikacije) kada se primjenjivala na populacijama koje nisu bile uključene u izvorni uzorak (Birkby, 1966.). Ubrzo je postalo jasno da je potrebno pronaći odgovarajuće referentne uzorke, ali za to su bile potrebne godine.

#### 4.1.1.2 Standardizacija i načini prikupljanja podataka

Kraniometrijska analiza počinje prikupljanjem ILD-ova<sup>1</sup> iz kranijalnih karakteristika. Najčešća korištena mjera navedene su u *Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material 2.0* (Langley i sur. 2016) i *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains* (Buikstra i Ubelaker 1994). Vjeruje se da ovih 26 najčešćih mjera obuhvaća cjelokupni kraniofacijalni kompleks, a lako se mogu izmjeriti pomoću kalipera (Spradley i Jantz 2016.).



Slika 2. Anatomske strukture lubanje korištene u kraniometriji (Langley 2016, 61)

<sup>1</sup> Inter-landmark distance

### 4.1.1.3 Računalne metode

Zbog širokog prihvaćanja metričke metodologije procjene populacijske pripadnosti, s vremenom su razvijene statističke metode i računalna tehnologija kako bi se manipuliralo skupovima podataka (Giles i Elliott 1962; Ousley i Jantz 2013; Navega i sur. 2015). Metrički pristup danas se koristi unutar dva računalna programa koji se pojavljuju kao glavni alati u forenzičkoj antropologiji: Fordisc (Ousley i Jantz 2013) i AncesTrees (Navega i sur. 2015).

Fordisc je računalni program koji u svom radu koristi linearnu diskriminantnu analizu. Na temelju maksimalno 34 kranijalne i 39 postkranijalnih mjera izračunava diskriminantnu funkciju (DF). U suštini, nepoznati se pojedinac uspoređuje s onima u bazi podataka, odnosno izmjerene vrijednosti nepoznatog pojedinca uspoređuju se s mjerama pojedinaca čiji su preci u bazi podataka. To znači da ako zemljopisna regija pojedinca kojeg se analizira nije zastupljena u referentnom uzorku, skupina predaka neće se moći pronaći jer se klasifikacija nepoznate osobe temelji na općoj sličnosti. Trenutačno se uglavnom koristi u SAD-u i budući da je baza podataka sastavljena uglavnom od sjevernoameričkih forenzičkih slučajeva, ondje radi bolje nego u drugim zemljopisnim regijama (Dudzik i Jantz 2016). Dobar primjer specifičnosti Fordisc-a može biti kategorija Hispanoamerikanaca, koja je društveno konstruiran pojam koji se ne odnosi na neku biološku značajku, već samo na jezik i kulturu. Portugalac se lako može klasificirati kao takav, što je netočno. Stoga, kada se koriste takvi pojmovi, važno je prepoznati kako su definirani lokalno (Cunha i Ubelaker 2020).

Budući da LDFA nije probabilistička analiza, Fordisc će uvijek nepoznatog pojedinca smjestiti u jednu od grupa premda možda taj pojedinac ne odgovara niti jednoj od tih grupa. Iz tog se razloga *post hoc* provode dvije statističke analize kako bi se procijenila vjerojatnost ispravne dodjele određenoj grupi (Van Vark 1992; Albanese i sur. 2022). Prva je analiza posteriorne vjerojatnosti, koja predstavlja vjerojatnost članstva nepoznatog pojedinca u svakoj grupi na temelju relativnih udaljenosti od svake grupne težišnice i zbroja do zbroja jedan. Drugim riječima, posteriorna vjerojatnost procjenjuje vjerojatnost da pojedinac pripada svakoj skupini pod pretpostavkom da zapravo pripada jednoj od skupina razmatranih unutar funkcije (Tatsuoka, 1971; Van Vark 1992) Druga statistička analiza koju Fordisc koristi je vjerojatnost tipičnosti, koja se izračunava na tri različita načina. Ona daje  $p$  vrijednost između 0 i 1 i namijenjena je rješavanju situacije u kojoj nepoznanica ne pripada nijednoj od razmatranih skupina. Svaka vjerojatnost

tipičnosti iznad 0,05 je prihvatljiva budući da nema dovoljno razloga za odbacivanje mogućnosti da nepoznanica dolazi iz određene skupine. Također, može značiti da nepoznato pripada nekolicini ili nijednoj od skupina o kojima je riječ (Tatsuoka 1971; Jantz i Ousley 2013). Stoga je vjerojatnost tipičnosti važna u ocjenjivanju "prilagođenosti" pojedinca klasifikaciji. Na primjer, ako je lubanja klasificirana kao "bijeli muškarac", posteriorna vjerojatnost za ovu klasifikaciju može biti 0,452, a vjerojatnost tipičnosti između 0,956 i 0,960 (Skalic 2018). Kako bi se ove spomenute diskriminantne funkcije mogle izračunati, potreban je referentni uzorak identificiranih pojedinaca. U te svrhe Fordisc koristi dvije baze. Jedna od njih je *Forensic Anthropology Database* (FDB), a druga je baza podataka Howells (Jantz i Ousley 2013). FDB je pokrenut 1984. godine nakon što se pojavila zabrinutost oko toga koliko su zbirke koštanih ostataka Hamann-Todd i Terry danas zaista korisne (Ousley i Jantz 1998). Zbirka anatomskih kostura Roberta J. Terryja zbirka je od 1728 ljudskih kostura sa zabilježenim podacima o tim pojedincima, a koji uključuju ime, spol, dob, podrijetlo te uzrok i datum smrti (Albanese i Hunt 2005). Trenutno se nalazi u Nacionalnom prirodoslovnom muzeju Instituta Smithsonian na Odjelu za antropologiju. Zbirka Hamann-Todd je zbirka od približno 3000 ljudskih koštanih ostataka koji su prikupljeni između 1912. i 1938. godine (Kern 2006; Albanese i Hunt 2005). Iako su obje zbirke korisne u skeletnoj biologiji, ujedno su problematične po pitanju toga u kojoj mjeri predstavljaju ljudske populacije iz drugih "genetskih bazena, geografskih područja i vremenskih razdoblja" (Katzenburg i Saunders 2008). Budući da su pojedinci iz obje zbirke rođeni u rasponu od 1850-ih do 1900-ih, ti su uzorci danas neprikladni zbog pristranosti koje su nastale iz tih zbirki (Ousley i Jantz 1998). Kako se forenzička antropologija s vremenom sve više počela razvijati diljem Sjeverne Amerike, postalo je nužno osmisliti koncept nove baze podataka. *Forensic Anthropology Database* sastoji se od približno 3400 skeletnih ostataka (identificiranih individua) i ne prestaje prikupljati nove slučajeve kako bi održala korak s među-populacijskim varijacijama u Sjevernoj Americi koje se neprestano razvijaju. Iz različitih razloga (nedostatak pozitivne identifikacije, podaci koji nedostaju itd.) u praktičnoj upotrebi nije svih 3400 primjeraka nego svega 900, koliko iznosi referentni uzorak u Fordiscu (Jantz i Ousley 2013). Također, unatoč uočenim ograničenjima anatomskih zbirki, značajan dio referentnog uzorka korištenog u Fordiscu sastoji se i od pojedinaca iz zbirki Terry i Hamann-Todd rođenih nakon 1900. godine jer su ti pojedinci sličniji ranijim pojedincima rođenim u 20. st. koji su uneseni u FDB (Ousley i Jantz 1998). Postoji 13 uzoraka populacija koji su izrađeni korištenjem FDB-a, a koji uključuju: američke crne muškarce i žene, američke Indijance muškarce

i žene, američke bijelce muškarce i žene, kineske muškarce, gvatemalske muškarce, latinoameričke muškarce i žene, japanske muškarce i žene i muškarce Vijetnamce.

Drugi referentni uzorak koji Fordisc koristi je baza Howells (1973), koju čine kranimetrijske varijable 18 različitih skupina. Howells (1989) je za stvaranje svoje kolekcije koristio arheološke uzorke budući da je proučavao varijacije u anatomiji ljudske lubanje i njihov odnos prema geografiji. Pokušao je poboljšati usporedivost veličine i oblika skupljajući mjere svih pojedinaca u kolekcijama na temelju srednjih vrijednosti i standardnih odstupanja. Howells je zatim napravio popis od 65 različitih kranijalnih mjera koje uključuju i naziv i kraticu mjere. Također je osmislio 28 geografskih kategorija, a podatke za te kategorije nije skupljao nasumično nego je svakoj skupini dodijelio lubanje koje je smatrao tipičnima za tu skupinu (Howells 1995).

Name	Abbreviation	Area
AINU	AIN	Hokkaido, Japan
ANDAMAN ISLAND	AND	Andaman Islands
ANYANG	ANY	China
ARIKARA	ARI	South Dakota, USA
ATAYAL	ATA	Taiwan
AUSTRALIA	AUS	Lower Murray Rive
BERG	BER	Austria
BURIAT	BUR	Siberia, Russia
BUSHMAN	BUS	South Africa
DOGON	DOG	Mali
EASTER ISLAND	EAS	Easter Island
EGYPT	EGY	Gizah
ESKIMO	ESK	Greenland
GUAM	GUA	Guam
HAINAN	HAI	China
MOKAPU	MOK	Hawaii
MORIORI	MOR	Chatham Islands
NORSE	NOR	Oslo, Norway
NORTH JAPAN	NJA	Hokkaido, Japan
PERU	PER	Peru
PHILLIPINES	PHI	Phillipines
SANTA CRUZ	SAN	California, USA
SOUTH JAPAN	SJA	Kyushu, Japan
TASMANIA	TAS	Tasmania
TEITA	TEI	Kenya
TOLAI	TOL	New Britain
ZALAVAR	ZAL	Hungary
ZULU	ZUL	South Africa

Slika 3. Howellove grupe u Fordiscu (Fordisc Help 2015)



Howells je opravdao svoj odabir potkrjepljujući svoje procjene prethodnim istraživanjima koja su obavljena na istim ostacima. U analizu nije uključio lubanje koje su bile “morfološki neuobičajene za populaciju u cjelini“ (Howells 1989:89) i sklone mijenjanju referentnih uzoraka kako bi se stvorile umjetno homogene skupine koje nisu uzorkovale stvarni raspon varijacija u bilo kojoj skupini. Budući da je klasifikacija pomoću analize diskriminantne funkcije obrnuto proporcionalna stupnju preklapanja među grupama (Elliott i Collard 2009), svi rezultati su pretjerani. Zbog toga Fordisc koristi Howellsov referentni uzorak kao sekundarnu referentnu bazu. Preporuka je da se ova baza koristi za starije primjerke budući da ju čine arheološki uzorci. Mnogo je autora provelo validacijske studije na temu razine točnosti rezultata dobivenih Fordisc analizom (Kosiba 2000; Leathers i sur. 2002; Ubelaker i sur. 2002; Freid i sur. 2005; Williams i sur. 2005; Urbanová i sur. 2014; Albanese i sur. 2018), a rezultati ovih studija nisu obećavajući. Primjerice, u svojoj su analizi Williams i sur. (2005) zaključili da Fordisc pogrešno klasificira ogroman broj lubanja zbog činjenice da statistički definirane populacije jednostavno ne mogu adekvatno predstaviti biološke varijacije koje karakteriziraju pojedince unutar i izvan njihove grupe (str. 343). O ovoj i drugim validacijskim studijama više će riječi biti u poglavlju Rasprava.

CRANID (Wright 2010) je statistički program koji je razvio Richard Wright sa Sveučilišta u Sydneyu. Potencijalna valjanost programa opravdana je dosljednim nalazom da mjerenja lubanje, kada se tretiraju multivarijantno, točno odražavaju široki zemljopisni obrazac ljudskih populacija (Howells 1973, 1989; Relethford 2009; Ousley i sur. 2009). To daje povjerenje u premisu na kojoj se temelji CRANID, a prema kojoj bi nam posteriorne vjerojatnosti iz *post hoc* diskriminantnih analiza globalnog kranimetrijskog skupa podataka trebale omogućiti da zaključimo zemljopisno podrijetlo lubanje nepoznatog podrijetla. Howellsova (1996) baza podataka čini osnovni referentni uzorak, koji je naknadno proširen uzorcima iz Ujedinjenog Kraljevstva, Italije, Danske, zapadne Azije, Indije, Patagonije i autohtone Australije kako bi se dobilo ukupno 3163 lubanje iz 39 populacija diferenciranih u 74 muška i ženska zemljopisna uzorka (Wright 2010).

AncesTress je računalni program koji pomoću algoritama i metode random forest (stablo odlučivanja) klasificira ljudske lubanje u pripadajuće populacijske skupine (Navega i sur 2015). Random forest algoritam je, najjednostavnije rečeno, Algoritam slučajne šume, jednostavno rečeno, skupna je metoda koja konstruira višestruka stabla odlučivanja na početku i generira

najvjerojatnije izlazno ili srednje predviđanje za pojedinca. Baza podataka, baš kao i Fordiscova sekundarna zbirka, sastoji se od Howellovih 30 kraniometrijskih varijabli koje su povezane s njegovim primarnim skupinama predaka ili klasterima. Kao i Fordisc, ove kraniometrijske varijable opisuju ukupnu morfologiju lubanje kao što su duljina, visina i širina zajedno s određenim regijama lubanje i mogu se lako prikupiti pomoću kalipera (Navega i sur. 2015.). Međutim, za razliku od Fordisca, random forest je tehnika strojnog učenja koja omogućuje integraciju suprotnih pristupa podacima u veliku bazu podataka unutar računala. AnceTrees radi u web pregledniku i korisnik unosi mjerenja koja su uzeta s lubanje i odabire koje skupine predaka treba uključiti kada se podaci pokrenu. Rezultati algoritma zatim se prikazuju u zasebnoj tablici koja prikazuje vjerojatnosti pripadnosti odabranim skupinama predaka (Navega i sur. 2015).

Svi ovi analitički programi imaju svoje prednosti i nedostatke. Kao skalabilni alati, mogu točno procijeniti etničku pripadnost iz očuvane ili oštećene lubanje. Što je možda najvažnije, svoje klasifikacije provode s povezanim i dokumentiranim stopama pogreške. Predstavljaju složene i moćne alate koji kombiniraju iterativne skupove podataka za treniranje modela ili velike referentne uzorke (ili oboje) kako bi se maksimizirale klasifikacije i stvorile provjerene i primjenjive metode (Dunn i sur. 2020).

Software	Variables	Reference groups	Access Link	References
3D-ID	Cranial landmarks (34)	19	Free <a href="https://www.3d-id.org/home">https://www.3d-id.org/home</a>	Ross and Slice (2019); Urbanová and Ross (2016)
3Skull	Cranial landmarks (108)	-	Free <a href="https://www.statemachine.net/software/3Skull/">https://www.statemachine.net/software/3Skull/</a>	Ousley (2014)
AnceTrees	Craniometric traits (23)	9	Free <a href="http://osteomics.com/AnceTrees/">http://osteomics.com/AnceTrees/</a>	Navega et al. (2015)
Combo MaMD Analytical	Cranial MMS traits (8) and postcranial MMS traits (11)	2	Free <a href="https://macromorphoscopictraitanalysis.shinyapps.io/combo_mamd/">https://macromorphoscopictraitanalysis.shinyapps.io/combo_mamd/</a>	Spiros and Hefner (2019)
CRANID	Craniometric traits (29)	74	Free <a href="https://web.archive.org/web/20151123145725/http://osteoware.si.edu/forum/osteoware-communityannouncements/cranid-richard-wright-0">https://web.archive.org/web/20151123145725/http://osteoware.si.edu/forum/osteoware-communityannouncements/cranid-richard-wright-0</a>	Kallenberger and Pilbrow (2012); Wright (2008)
FORDISC 3.1	Craniometric (36) and postcranial (42) traits	Cranial: 13 Postcranial: 4	\$395 <a href="https://fac.utk.edu/fordisc-3-1-personal-computer-forensic-discriminant-functions/">https://fac.utk.edu/fordisc-3-1-personal-computer-forensic-discriminant-functions/</a>	Jantz and Ousley (2005); Ousley and Jantz (1998, 2012)
HefneR	Cranial MMS traits (11)	4	Free <a href="http://osteomics.com/hefneR/">http://osteomics.com/hefneR/</a>	d'Oliveira Coelho and Navega (2019)
(hu)MANid	Morphological (6) and metric (11) mandibular traits	24	Free <a href="https://anthropologyapps.shinyapps.io/humanid/">https://anthropologyapps.shinyapps.io/humanid/</a>	Berg and Kenyhercz (2017)
Locate LAMBDA	Cranial landmarks (108)	-	Free <a href="http://locatelambda.org">http://locatelambda.org</a>	Kannikar, Plemons, and Hefner (2018)
MaMD Analytical	Cranial MMS traits (10)	7	Free <a href="https://macromorphoscopictraitanalysis.shinyapps.io/MaMDAnalytical/">https://macromorphoscopictraitanalysis.shinyapps.io/MaMDAnalytical/</a>	Hefner (2018); Hefner & Byrnes, 2019)
Naïve Bayesian Classifier	Cranial MMS traits (10)	3	Free <a href="http://macromorphoscopic.com/links/">http://macromorphoscopic.com/links/</a>	Hermann (2019)
OSSA	Cranial MMS traits (6)	2	Free <a href="http://macromorphoscopic.com/links/">http://macromorphoscopic.com/links/</a>	Hefner (2019)
rASUDAS	Dental (21) morphological traits	7	Free <a href="http://osteomics.com/rASUDAS/">http://osteomics.com/rASUDAS/</a>	Scott et al. (2018)
SkullProfiler	Lateral skull outline	7	Free <a href="http://craniofacialidentification.com">http://craniofacialidentification.com</a>	Caple, Byrd, and Stephan (2018)

Slika 4. Pregled svih dostupnih računalnih programa za procjenu populacijske pripadnosti (Dunn i sur. 2020)

## 4.1.2 Procjena populacijske pripadnosti na temelju metričke analize mjera postkranijalnog skeleta

### 4.1.2.1 Povijesni pregled

Premda je lubanja bila u fokusu najvećeg broja kvantitativnih studija, ona nije uvijek dostupna, a dimenzije postkranijalnog skeleta također predstavljaju važan izvor informacija i potencijalnu alternativu za procjenu podrijetla (Flouri i sur. 2022). Ipak, treba uzeti u obzir utjecaj okolišnih čimbenika kao što je klima i njihov utjecaj na veličinu tijela i tjelesne proporcije (Katzmarzyk i Leonard 1998; Liebenberg i sur. 2019), kao i utjecaj gena, godine, spol, visinu, stil života i prehranu (Flouri i sur. 2022). Povijesno, metričke analize postkranijalnog skeleta u prvom su se redu usmjeravale na proporcionalne razlike između ljudskih skupina, primata i drugih sisavaca, s ciljem identificiranja indeksa korisnih za razlikovanje "rasa" (Broca 1875; Flower i Garson 1879; Cobb 1942; Hrdlička 1928; Schultz 1937; Todd 1929). Većina je studija pokušavala izgraditi temelje za usporedbu, a ne razviti novu metodologiju za analizu. Istraživanje izoliranih postkranijalnih regija dobilo je značaj u studijama biološke udaljenosti i biomehaničkih studija, koje su dokumentirale morfološke razlike između skupina, potaknuvši istraživanje regionalno specifičnih metoda za primjenu u forenzičke svrhe (Cowgill i Hager 2007; Ruff i sur. 1993; Ruff i sur. 2006; Wescott 2006; Wescott i Zephro 2016).

Bedrena je kost zbog svoje robusnosti bila predmet mnogih studija (Meeusen i sur. 2015). Platimerni indeks (PI), lateralno spljoštenje u subtrohanteričnom području bedrene kosti, povezivao se s kretanjem i geografskim uzorkom (Hepburn 1896; Buxton 1938). Gill i Stanley (1990) predložili su ovaj indeks kao mjeru za procjenu podrijetla, a njegovu je uspješnost potvrdilo i nekoliko studija (Gill 2001; Wescott 2005, 2006). Međutim, među modernim populacijama, uključujući one izvan tradicionalnog modela tri skupine, PI nije koristan (Spradley i sur. 2008; Wescott i Srikanta 2008, McIlvaine i Schepartz 2015).

Postkranijalna mjerenja američke i južnoafričke populacije također su korištena za procjenu podrijetla, ali s prihvatljivim rezultatima (Katzmarzyk i Leonard 1998; Liebenberg i sur. 2019). U Europi, Kranioti i sur. (2019) koristili su metričke parametre potkoljenične kosti za procjenu

populacijske pripadnosti na 6 mediteranskih populacija, postigavši najviše stope klasifikacije za grčki uzorak (90%).

Nadalje, subpubični kut pokazao se kao koristan diskriminator između Europljana i tamnopusih Južnoafrikanaca s istaknutim razlikama između spolova i populacija (Small i sur. 2012). U jednoj su studiji (Ünlütürk 2017) korišteni kralješci za procjenu podrijetla pojedinaca iz različitih južnoafričkih populacija, postigavši stopu točnosti klasifikacije od 92,3% isključujući spol kao varijablu, pri čemu su torakalni kralješci dali najbolje rezultate, dok je križna kost pokazala najmanju točnost. Bidmos i sur. primijenili su metričke parametre iz talusa kako bi razlikovali crne i bijele južnoafričke pojedince i pokazali razlike među populacijama koje se proučavaju dajući stope točnosti u rasponu od 80% do 95,5% (2018).

#### **4.1.2.2 Standardizacija i načini prikupljanja podataka**

Mnogim gore navedenim metodama nedostaje standardizacija. Osim toga, pojedine su metode subjektivne i ograničenog opsega jer nemaju poznate stope pogrešaka niti mjere pouzdanosti i valjanosti. Također, većina postkranijalnih metričkih metoda razlikuje samo dvije skupine (Craig 1995; Taylor i DiBennardo 1984; Işcan 1983; Marino 1997; Ünlütürk 2017). Studije u posljednjih nekoliko desetljeća bore se protiv problema standardizacije kombiniranjem postkranijalnih elemenata u LDFA (Dibennardo i Taylor 1983; Holliday i Falsetti 1999; Krogman i Işcan 1986.; Liebenberg i sur. 2015). Danas u Fordisc-u postoji 13 mogućih klasifikacija prema podrijetlu/spolu za kranimetrijsku analizu, ali još uvijek postoje samo 4 za postkranijalnu analizu: američki crnci i američki bijeli muškarci i žene (Ousley i Jantz 2012).

### 4.1.3 Procjena populacijske pripadnosti na temelju dentalnih metričkih karakteristika

Dentalna metrika ili odontometrija odnosi se na skup mjera zubne krune korisnih za usporedbe populacija. Jedna od prvih odontometrijskih studija koju je proveo Muhltreiter (iz 1874.) definirala je nekoliko mjera, uključujući meziodistalnu dimenziju (Kieser 1990). Tri najčešće mjere zuba koje se koriste u ove svrhe su meziodistalni promjer (MD), bukolingvalni promjer (BD) i visina krune (CH). Različite načine zabilježavanja dentalnih mjera definirali su Buikstra i Ubelaker (1994), ali i Kieser (1990).

Prilikom prikupljanja bilo koje biološke varijable, uključujući dentalne mjere, potrebno je uzeti u obzir (i kada je moguće, kontrolirati) vanjske utjecaje. Brojni čimbenici, uključujući spol pojedinca, njegovu dob u trenutku smrti i opće zdravlje, uključujući oralno zdravlje, utječu na veličinu zuba. Spolni dimorfizam u veličini zuba dobro je dokumentiran (Goose 1971; Rosing 1983) premda nije toliko izražen u denticiji kao u drugim elementima skeleta (Dunn i sur. 2020 citirano u Harris i Foster 2015), a stupanj spolnog dimorfizma populacijski je specifičan (Garn i sur. 1965; Dun i sur. 2022 citirano u Hanihara 1978). Veličina zuba također je u korelaciji s dobi, zbog u određenoj mjeri predvidljivog smanjenja veličine povezanog s trošenjem zuba, što može utjecati na veličinu meziodistalne udaljenosti. Denticija s oralnim patologijama poput karijesa i kamenca može dovesti do netočnih mjera i ne treba je mjeriti. Potrebno je i napomenuti da biološki i okolišni stresori mogu dovesti do asimetričnih mjera u denticiji (DiBennardo i Bailit 1978; Guatelli-Steinberg i sur. 2006) i treba ih uzeti u obzir pri primjeni ovih metoda u praksi.

Kako korištenje dentalne metrike u procjeni podrijetla brzo napreduje, mjere cervikalne linije pokazale su se izrazito korisnima budući da se mogu izmjeriti bez obzira na stanje zuba. Primjerice istrošenost zuba može utjecati na neke mjere čak i kada je minimalna (Hillson i sur. 2005). Cervikalna mjera odnosi se na maksimalni promjer zuba na cementno-caklinskom spoju (Hillson i sur. 2005). Hillson i sur. (2005) pokazali su da se cervikalni promjeri, kao i dijagonalni promjeri, mogu mjeriti jednako pouzdano kao i maksimalni promjeri krune. Također, cervikalni su promjeri u značajnoj korelaciji s maksimalnim promjerima krunice, što znači da se mjere cervikalne linije mogu koristiti kao zamjena za mjere krunice (Hillson i sur. 2005). Mjere poput kutova zuba i poligona (Bailey 2004; Bailey i sur. 2008; Biggerstaff 1969a, 1969b), gingivnog ruba (Kenyhercz i sur. 2014; Yong i sur. 2018), ali i debljine cakline/dentina (Feeney i sur. 2010), također obećavaju identificiranje metričkih razlika u denticiji.

Do danas je bilo vrlo malo pokušaja implementacije dentalne metrike u procjenu podrijetla u forenzičkom kontekstu. Hanihara i Ishida (2005) uspostavili su globalne obrasce u varijacijama dentalne metrike i čak su predložili da se ti podaci mogu koristiti za razlikovanje među skupinama predaka koristeći njihov javno dostupan skup referentnih podataka. Harris i Foster (2015) nedvosmisleno podržavaju dentalnu metriku kao vrijedan oblik podataka za procjenu podrijetla, navodeći za to nekoliko argumenata. Prvi je dobra očuvanost zuba. Drugi je da su zubi pod umjerenom do visokom genetskom kontrolom. Zatim navodi jednostavnost prikupljanja metričkih podataka te naposljetku, činjenicu da se zubi ne remodeliraju tijekom života pojedinca. Pilloud i sur. (2014) primijenili su DFA na skup podataka koji su prikupili Hanihara i Ishida (2005) kako bi klasificirali uzorke afričkih, azijskih i europskih pojedinaca koristeći nekoliko mjera krune. Metoda se pokazala uspješnom, osobito kada se u model uključio i spol. Međutim, njihove jednadžbe diskriminantne funkcije zahtijevaju sve mjere. Kenyhercz (2014) i Harris i Foster (2015) proveli su slična istraživanja na populaciji SAD-a. Kenyhercz (2014) je koristio interkuspidne udaljenosti (stopa klasifikacije: 66,3%) i mjere gingivnog ruba (stopa klasifikacije: 72,3%) kako bi razlikovao američke crnce, američke bijelce i latinoamerikance. Harris i Foster (2015) koristili su maksimalne dimenzije krune kako bi razlikovali muškarce i žene američkih crnaca i američkih bijelaca. Lease i Sciulli (2015) primijenili su tri metričke karakteristike (meziodistalni dijametar mandibularnog očajnika te anteriornog i posteriornog prekutnjaka) zajedno s brojem kvržica maksilarnog anteriornog prekutnjaka na uzorku mliječne denticije europsko-američke i afroameričke djece. Rezultati su pokazali točnu klasifikaciju 88% pojedinaca, kao i da je točnost klasifikacije veća za 4-12% kada se kombiniraju metričke i morfološke karakteristike.

## 4.2 Morfološke metode

### 4.2.1 Procjena populacijske pripadnosti na temelju morfoloških (nemetričkih) kranijalnih karakteristika

Kranijalne morfološke karakteristike su „nepatološke varijacije skeletnih tkiva koje se mogu bolje klasificirati kao prisutne ili odsutne (ili kao točke na morfološkom gradijentu kao male prema velikim) umjesto kvantificirano mjerenjem” (Buikstra i Ubelaker 1994:85). Poznate su i kao nemetričke karakteristike, diskretne (Rightmire 1972), *discreta* (Rösing 1982), diskontinuirane (Ossenberg 1969), epigenetske (Berry i Searle 1963) i kvazikontinuirane (Grüneberg 1952) bilježe se na koštanom materijalu još od Blumenbacha (1776). Ove su karakteristike uvijek bile do u detalje opisane, ali rijetko su korištene kao temelj za usporedne analize populacija, unatoč tome što je njihov potencijal za to prepoznat u filogenetskim studijama koje je proveo Wood Jones još 1931. godine. Morfološke karakteristike tradicionalno su se bilježile u četiri različita oblika (kategorije). Prvi oblik predstavljaju male kosti unutar kranijalnih šavova, drugi abnormalne proliferativne osifikacije poput koštanih izraslina, treći su nepotpune osifikacije uslijed kojih bi nastajali defekti poput septalne aperture na distalnom kraju nadlaktične kosti, dok četvrtu skupinu čine varijacije u broju i lokaciji foramena (koštanih otvora) (Buikstra i Ubelaker 1994). Važnost morfoloških karakteristika u modernim antropološkim studijama temelji se na spoznaji kako su te karakteristike nasljedne kod *H. sapiensa* (Torgersen 1951; Selby i sur. 1955; Saunders i Popovich 1978), laboratorijskih miševa (Grüneberg 1952, 1954, 1955; Deol i sur. 1957; Grewal 1962; Self i Leamy 1978), zečeva (Sawin i Hamlet 1972) i rezuz makaki majmuna (Cheverud 1982; Cheverud i Buikstra 1981a, 1981b, 1982).

Kada je riječ o istraživanjima biološke udaljenosti, dvije su studije potaknule upotrebu morfoloških karakteristika kao markera i u ovu svrhu: Laughlin i Jørgensen (1956) i Lane i Sublett (1972). Premda su istraživanja biološke udaljenosti u SAD-u nešto rjeđa u odnosu na paleopatološka i forenzično antropološka, u Europi su češća, a rad Hausera i De Stefana objavljen 1989. godine u kojem su detaljno obrađene sve morfološke karakteristike lubanje i njihove varijacije smatra se polaznom točkom za svakoga tko želi provesti jedno istraživanje biološke udaljenosti (Buikstra i Ubelaker 1994).

Prednosti upotrebe metode morfoloških karakteristika u procjeni populacijske pripadnosti ogleda se prije svega u činjenici da ove karakteristike mogu biti zabilježene vrlo lako i učinkovito u usporedbi s čitavim procesom mjerenja, čak i u slučaju fragmentiranih i loše očuvanih skeletnih elemenata (Buikstra i Ubelaker 1994). Naravno, u ovom je slučaju od iznimne važnosti i pitanje među- i unutar-istraživačke pogreške (Konigsberg 1987). U studijama biološke udaljenosti ove se karakteristike koriste za istraživanje pitanja poput asimetrije, učestalosti određenih morfoloških karakteristika prema spolu i dobi kao i odnosu varijacija između pojedinih morfoloških karakteristika. Sva su ova pitanja populacijski specifična, a kako bi olakšali bilježenje ovih karakteristika i njihovih varijanti, J. Buikstra i D. Ubelaker (1994) osmislili su protokol za njihovo prikupljanje, pri čemu ističu tri stavke. Prva je da istraživači moraju zabilježiti realno stanje, odnosno prisutnost određene morfološke karakteristike, njenu odsutnost ili nemogućnost njenog zabilježavanja. Sljedeća je stavka da se bilateralne morfološke karakteristike trebaju zabilježiti na svakoj strani zasebno. Treća se stavka odnosi na zabilježavanje morfoloških karakteristika dihotomno (kao prisutno ili odsutno). Naime, određene se karakteristike mogu zabilježiti na taj način, međutim jasno je kako su ove karakteristike odraz učinka brojnih gena (Gruneberg 1963; Saunders i Popovich 1978) pa se slijedom toga pojavljuju u nekoliko različitih varijanti koje bi prema Falconeru (1965, 1967) i Hauseru i De Stefanu (1989) trebalo bilježiti u više stupnjeva jer takav način pruža daleko više informacija o genomu nego dihotomno bilježenje.



Trait	Category	Trait	Category
Metopic suture	Sutural	Foramen ovale incomplete	Hypostotic
Supraorbital foramen/notch	Vascular	Foramen spinosum incomplete	Hypostotic
Multiple infraorbital foramina	Vascular	Pterygospinous spur/bridge	Hyperostotic
Zygomaticofacial foramina	Vascular	Pterygoalar spur/bridge	Hyperostotic
Parietal (obelionic) foramen	Vascular	Tympanic dehiscence	Hypostotic
Epiteric bone	Sutural	Auditory exostosis	Hyperostotic
Coronal ossicle	Sutural	Mastoid foramen	Vascular
Bregmatic bone	Sutural	Multiple mental foramen	Vascular
Sagittal ossicle	Sutural	Palatine torus	Hyperostotic
Apical bone	Sutural	Mandibular torus	Hyperostotic
Lambdoid ossicle	Sutural	Mylohyoid bridge	Hyperostotic
Asterionic bone	Sutural	Paracondylar process	Hyperostotic
Ossicle in the occipitomastoid suture	Sutural	Os japonicum (transversozygomatic suture)	Sutural
Parietal notch bone	Sutural	Double condylar facet	Hypostotic
Inca bone	Sutural	Pharyngeal tubercle	Hyperostotic
Patent condylar canal	Vascular	Clinoid bridging	Hyperostotic
Divided hypoglossal canal	Vascular	Frontal groove	Vascular
Flexure for the superior sagittal sulcus	Vascular	Infraorbital suture	Sutural

Slika 5 Najčešće morfološke karakteristike prema Buikstra i Ubelaker (1994)

Ove morfološke karakteristike mogu pratiti svoje podrijetlo od već spomenutog istraživača, Earnesta A. Hootona, koji je vjerovao da mogu pomoći u određivanju razine biološke varijacije među različitim populacijama. Karakteristike koje je on koristio navedene su u sljedećoj tablici.

Morphological Trait	Whites	Negroids	Mongoloids
Interorbital Space	Narrowest	Broad	Broad
Upper Nasalia	Arched, high	Broad, flat	Flat, often narrow
Bridge (space)	Narrowest	Broadest	Lowest
Bridge (height)	Highest	Intermediate	Lowest
Nasal Aperture	Narrowest	Broadest	Intermediate
Nasal Sills	Sharpest	Infantile	Least developed
Nasal Spine	Most developed	Usually infantile	Variable

Slika 6. Morfološke karakteristike koje je koristio E. Hooton (Hefner 2003).

J. Hefner je u svom radu došao do zaključka da je Hooton svoj popis generirao vlastitim istraživanjem u kojem je proučavao Indijance iz Pecos Puebla, dok se ujedno nije bavio istraživanjima drugih znanstvenika. Ovo je značajno ako se uzme u obzir da su njegovi studenti bili među vodećim istraživačima načina procjene podrijetla, koji su svojim studentima prenijeli svoje znanje o morfološkim varijacijama, ali nitko od njih nije pokušao odrediti stvarne učestalosti ovih karakteristika u modernim populacijama (Hefner 2003). Hooton je prvenstveno bio usredotočen na pitanje “rasnih” varijacija među populacijama, vjerujući da forenzički antropolozi tog razdoblja još nisu unaprijedili metode “individualne identifikacije”, što je problem kojim se bavio razvijajući svoj “Harvardski popis”. Njegov rad o Indijancima iz Pecos Puebla ostaje ključni tekst za antropologe, morfološke karakteristike koje je razvio koriste se i danas, ali ujedno ga se kritizira jer u svoj rad nije uključio veći, geografski raznolikiji uzorak (Hefner 2003, 2009).

Morfološke se karakteristike povezuju s procjenom biološke srodnosti unutar i između populacija. Prva istraživanja koja su ispitivala učestalosti kranijalnih morfoloških karakteristika kako bi se procijenila razina varijacije između populacija provedena su početkom 20. st., ali studije Lanea i Subletta (1972) i Buikstre (1980) bile su među najutjecajnijima. Ovu početnu popularnost korištenja morfoloških karakteristika u studijama biološke udaljenosti u 1970-im i 1980-im godinama pratilo je razdoblje relativne stagnacije sve do nedavno. Godine 2013. N. Ossenberga (2013) objavila je veliku bazu podataka morfoloških karakteristika lubanje, sličnu Howellsovoj bazi, dok je Konigsberg učinio dostupnim statistički kod za izračun biološke udaljenosti (<http://hdl.handle.net/1974/7879>). Njihov rad ukazuje na potrebu za razvojem analitičkih alata kao sredstava za analizu podataka o morfološkim karakteristikama lubanje (Pink i sur. 2016). Hooton je prvi primijetio da su morfološke osobine korisne za klasifikaciju prema prisutnosti ili odsutnosti, te stupnju razvoja ili obliku, ali samo u slučaju da promatrač ima prethodno iskustvo i može zadržati određeni standard dok ocjenjuje osobine (Hooton 1947). Vlastite je studente podvrgnuo testiranju njihovih opažanja morfoloških karakteristika, a rezultati su bili obeshrabrujući. Otkrio je tako nisku razinu podudarnosti u odgovorima među njima da je bio gotovo uvjeren da su nepouzdan (Hooton 1947 citiran u Hefner 2009). Naposljetku je odlučio da je ključno pružiti standardizirane opise tih karakteristika, zajedno s točnim crtežima, a sve u nastojanju da se pogreška među promatračima svede na minimum. Iz tog nastojanja razvijen je “Harvardski popis” kranijalnih nemetričkih karakteristika i opažanja, a Hooton je također ilustrirao pojedine karakteristike uz ovaj popis, ali one nikada nisu objavljene.

Code A

**PEABODY MUSEUM OF HARVARD UNIVERSITY—CRANIAL OBSERVATIONS AND INDICES**

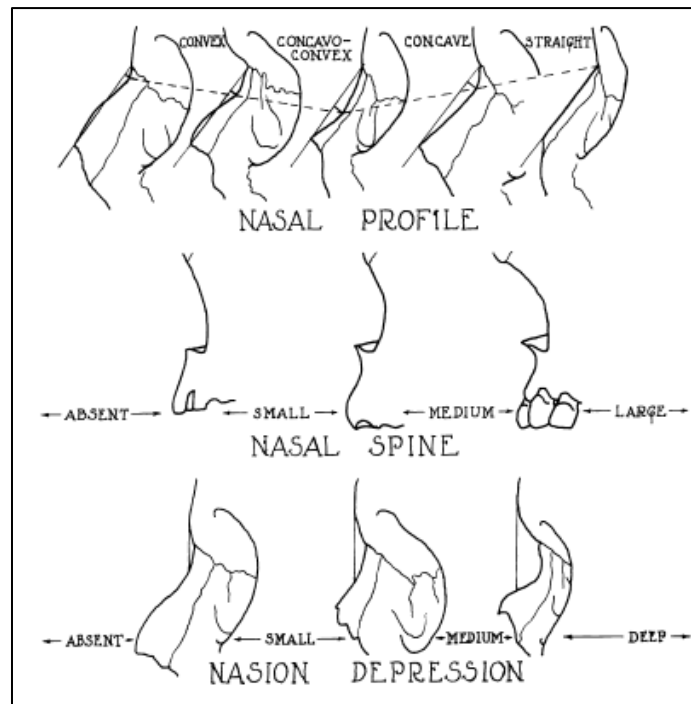
Catalogue No. 6450 Sex ♂

Area Italy Special Locality \_\_\_\_\_ Tribe \_\_\_\_\_

Observer EAH Date \_\_\_\_\_

<b>1 Description</b> 1 Cranium <del>2 Calvaria</del> 3 Calvaria 4 Calva Condition 5 Poor 6 Fair <del>7 Good</del> Sex Criteria 8 Uncertain <del>9 Certain</del> Muscularity 10 Small <del>11 Medium</del> 12 Large	<b>2 Age</b> 1 Infant (x-3) 2 Child (4-6) 3 Child (7-12) 4 Adolescent (13-17) 5 Subadult (18-20) <del>6 Young Adult</del> 7 Middle-aged Adult (36-55) 8 Old Adult (56-75) 9 Very Old (76-x) Weight 10 Light 11 Medium <del>12 Heavy</del>	<b>3 Deformation</b> 1 Occipital <del>2 Right Occipital</del> 3 Left Occipital 4 Lambdoid 5 Fronto-occipital 6 Other..... Degree Deformation <del>7 Trace</del> 8 Small 9 Medium 10 Pronounced Cause Deformation 11 Artificial <del>12 Pathological</del>	<b>4 Form</b> 1 Ellipsoid 2 Ovoid 3 Spheroid 4 Pentagonoid 5 Rhomboid <del>6 Sphenoid</del> 7 Brisoid	<b>5 Frontal Region</b> Brow Ridges 1 Median <del>2 None</del> 3 Continuous Brow Ridges Size 4 Trace <del>5 Small</del> 6 Medium 7 Large 8 Very Large Glabella <del>9 Small</del> 10 Medium 11 Large 12 Very Large	<b>6 Frontal Region</b> Height 1 Very low 2 Low 3 Medium <del>4 High</del> 5 Very High Slope 6 None, Bulging <del>7 Steep</del> 8 Medium 9 Pronounced 10 Very Pronounced <del>11 Transverse</del> 12 Complete
<b>7 Frontal Region</b> Postorbital Constriction 1 Small <del>2 Medium</del> 3 Large Bosses 4 Small 5 Medium <del>6 Large</del> Median Crest <del>7 Small</del> 8 Medium 9 Large Breadth 10 Small <del>11 Medium</del> 12 Large	<b>8 Parietal Region</b> Sagittal Elevation <del>1 Small</del> 2 Medium 3 Large 4 Very Large Postcoronal Depression 5 Small <del>6 Medium</del> 7 Large Bosses <del>8 Small</del> 9 Large Foramina 10 None <del>11 Small</del> 12 Large	<b>9 Temporal Region</b> Fullness 1 Flat 2 Small <del>3 Medium</del> 4 Large Crests 5 Low 6 Medium <del>7 High</del> Supramastoid Crest <del>8 Small</del> 9 Medium 10 Large Sphenoid Depression <del>11 Medium</del> 12 Large	<b>10 Occipital Region</b> Curve 1 None <del>2 Small</del> 3 Medium 4 Pronounced Inion <del>5 None</del> 6 Small 7 Medium 8 Large Torus <del>9 Absent</del> 10 Small 11 Medium 12 Large Shape of Torus 4, 8 Ridge	<b>11 Lambdoid Flattening</b> 1 None 2 Small 3 Medium <del>4 Pronounced</del> Transverse Suture <del>5 Absent</del> 6 Present Serration Lambdoid 7 ? 8 Simple <del>9 Submedium</del> 10 Medium 11 Pronounced 12 Very Pronounced	<b>12 Serration</b> Coronal 1 ? 2 Simple <del>3 Submedium</del> 4 Medium 5 Pronounced 6 Very Pronounced Serration Sagittal 7 ? 8 Simple <del>9 Submedium</del> 10 Medium 11 Pronounced 12 Very Pronounced

Slika 7. Harvardski popis (Hefner 2003)



Slika 8. Primjer crteža E. A. Hootona (Hefner 2009).

Hootonov Harvardski popis značajno je utjecao na nemetričke osobine (tj. makromorfoskopske/morfoskopske) koje se koriste u forenzičkoj antropologiji za procjenu podrijetla. Hooton je vjerovao da postoje određene karakteristike na koje okolina može utjecati i stoga se te osobine ne bi trebale koristiti, već bi više pažnje trebalo posvetiti određivanju stupnja varijacije specifične za svaku biološku "rasu" (Hooton 1946 citirano u Plemons i Hefner 2016). Njegovo je gledište bilo uključeno u rad forenzičkih antropologa donedavno, a oni su čvrsto vjerovali da kranijalne morfološke karakteristike predstavljaju izraze karakternog stanja koje je specifično za podrijetlo (Hefner i sur. 2014). Međutim, bez daljnjeg rada na njihovoj pouzdanosti, ne mogu se adekvatno primijeniti u tu svrhu (Rhine 1990; Hefner 2003, 2009). Ovo metodološko pitanje dalje će se razmatrati u sljedećem ulomku.

#### **4.2.2 Procjena populacijske pripadnosti na temelju metode morfoskopskih kranijalnih karakteristika (MMS metoda)**

Makromorfoskopske karakteristike predstavljaju kvazikontinuirane varijacije prisutne u obliku lubanje, a odražavaju razlike u mekim tkivima. Dijele se u pet klasa: oblik kosti; morfologija koštanih karakteristika; oblik šava; prisutnost ili odsutnost karakteristike; predstavljaju li istaknutost (oteknuće) ili izbočenost (Plemons i Hefner 2016; Hefner i Linde 2018). Obično se koriste u svrhu identifikacije u forenzičkoj antropologiji, ali postaju sve popularniji i u provođenju studija biodistance. Ova obilježja u Linnaeovoj hijerarhiji mogu se specificirati kao podtakson tradicionalnih kranijalnih nemetričkih obilježja (Hefner i Linde 2018).

Nemetričke (morfološke) karakteristike godinama su korištene u procjeni podrijetla (Brothwell 1981; Hauser i De Stefano 1986; Krogman i İşcan 1986; Hinkes 1990; Rhine 1990; Ousley i Jantz 2002; Bass 2005). Međutim, kada se raspravlja o primjenjivosti nemetričkih obilježja unutar forenzičkog konteksta, one se smatraju neprikladnima za veći skup uzoraka s kojima se forenzički antropolozi obično susreću. Tradicionalno, ove su se karakteristike koristile u forenzičkoj antropologiji u višestrukim stanjima superponiranim na ordinalnu ljestvicu (Rhine 1990; Tyrell 2000; Hefner 2003). Prema Tyrellu, ordinalni sustav je koristan u pružanju više informacija o razinama varijacije među karakteristikama koje se obično gube pri korištenju sustava prisutnosti/odsutnosti. Unatoč tome, zbog upotrebe ordinalne ljestvice, također se smatralo da

povećavaju unutar- i međuistraživačke pogreške, što je zahtijevalo potrebu za standardnim definicijama ovih karakteristika kao i za jasnim ilustracijama, kako na temelju anatomskih struktura tako i uzimajući u obzir razina varijacije nemetričkog svojstva. (Hefner 2003, 2009). Ove bi jasne definicije bile od značajne pomoći studentima početnicima u njihovom pokušaju da točnije definiraju te varijacije (Hefner 2003).

Sve do rada J. Hefnera (2003) nije bilo pokušaja kvantificiranja učestalosti nemetričkih karakteristika unutar četiri glavne skupine predaka koje su uobičajeno prisutne u Sjedinjenim Državama (Afrikanci, Indijanci, Istočnoazijati i Europljani). Osim toga, procjena podrijetla korištenjem nemetričkih karakteristika nije istražena u istoj mjeri kao što su bile istražene metode procjene dobi i spola (Hefner 2003). Pojedini su autori proveli nekoliko studija u kojima su analizirali nemetričke karakteristike (Gill i Rhine 1990; Rhine 1990), ali su kritizirani jer nisu uključili odgovarajuću veličinu uzorka. Rhineov rad (1990) predstavlja jedan od najčešće citiranih radova o kranijalnim nemetričkim karakteristikama koje se koriste u forenzičkoj antropologiji, a u svoju je analizu uključio nemetričke karakteristike koje se ne razlikuju od onih koje je opisao Hooton. Međutim, njegov uzorak odražava samo demografiju Novog Meksika, što znači da se zaključci izvedeni iz njegove analize ne mogu primijeniti šire. I sam priznaje problem objašnjavajući da njegovi rezultati pokazuju samo mali stupanj varijabilnosti kontinuuma (Rhine 1990).

Najčešće primjenjivana metoda u procjeni podrijetla korištenjem nemetričkih karakteristika u Sjedinjenim Državama zahtijeva da se pojedinci klasificiraju u tri diskretne skupine: bijelci, crnci ili Indijanci/Hispanci/Azijati, što znači da nepoznatog pojedinca smješta unutar određene grupe ne uzimajući u obzir razinu varijacije samih karakteristika (Hefner 2007; Christensen i sur. 2014). Povijesno, metoda nemetričkih karakteristika više se oslanjala na iskustvo promatrača i nije razmatrala ukupni raspon u ljudskoj varijaciji zbog tipološke prirode samih karakteristika. Vizualnu procjenu ovih karakteristika Hefner je također smatrao problematičnom (2003), jer je nakon nje obično slijedio odabir *post-hoc* karakteristika kako bi se podržao zaključak, što je potpuno neznanstven pristup koji se ne može statistički provjeriti. Nedostatak metodološkog pristupa i činjenica da nisu bile poznate stope pogrešaka koje su nastupale prilikom primjene metode nemetričkih karakteristika sugeriraju da one nisu istražene s odgovarajućim znanstvenim razmatranjima na umu (Plemons i Hefner 2016). Postojala je još jedna značajnija zabrinutost koju

je Hefner imao isticao tijekom razvijanja metode makromorfoskopskih karakteristika. Nemetričke karakteristike proizašle iz Hootonog Harvardskog popisa nisu zadovoljile Daubertove zahtjeve, što znači da se nisu mogle koristiti na sudu. Da bi se prihvatili na sudu, Daubertovi standardi zahtijevaju objektivne i standardizirane metodologije koje se mogu empirijski testirati i provjeriti (Christensen 2004; Plemons i Hefner 2016). Također, bilo je potrebno utvrditi postoje li korelacije među pojedinim nemetričkim karakteristikama ili među karakteristikama i skupinama predaka. Osim toga, Brace i Hunt (1990) preporučili su da se metoda nemetričkih karakteristika ne primjenjuje nigdje osim u Americi, jer je tamo razvijena. Drugi su istraživači zagovarali reviziju ovih karakteristika (Ross i sur. 2011; Hefner 2003, 2009; Plemons i Hefner 2016) u okviru nužne potrebe za kreiranjem šireg geografskog uzorka kako bi se obuhvatilo što više varijacija u ljudskoj populaciji.

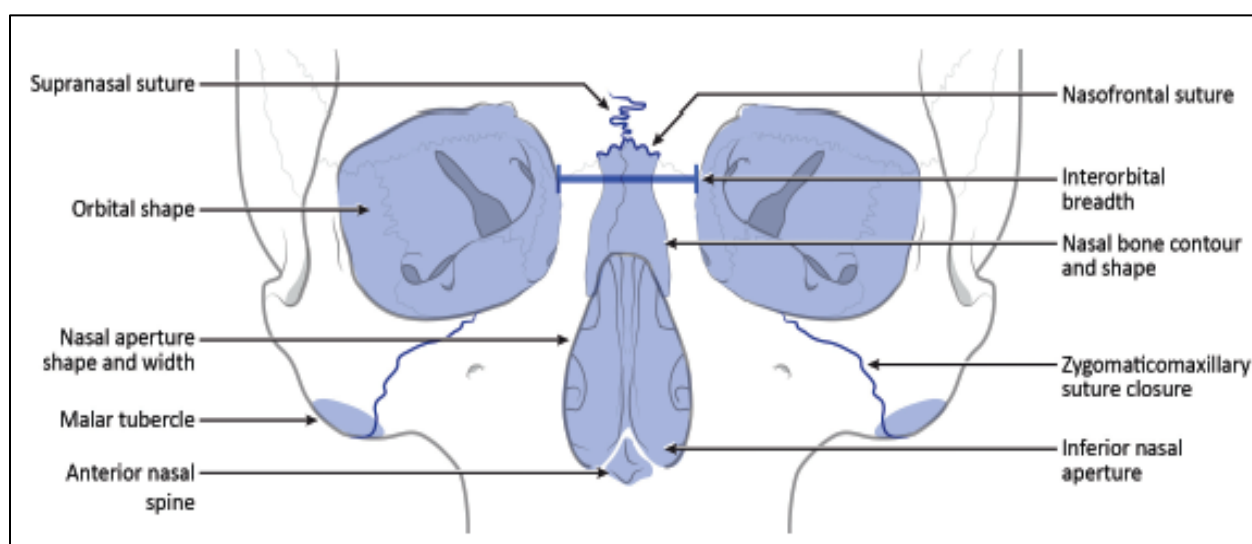
S ciljem rješavanja spomenutih pitanja, J. Hefner je proveo studiju na velikom, iako združenom uzorku (budući da nije pronađena povezanost između spola/dobi i izgleda karakteristika), kojeg je činilo 747 pojedinaca reprezentativnih za sve četiri skupine predaka koje se obično susreću u SAD-u (Afroamerikanci, Azijati, Europljani, Indijanci). Njegovo je istraživanje bilo usredotočeno na identificiranje frekvencija makromorfoskopskih karakteristika unutar i između populacija, međusobne korelacije tih karakteristika, ali i na pronalazak odgovarajućih statističkih analiza koje bi podržale njegove klasifikacije. Ispostavilo se da su mu stope klasifikacije visoke, od 84% do 93%, ovisno o korištenoj statističkoj metodi, ali i o kombinaciji makromorfoskopskih karakteristika uključenih u analizu (Plemons i Hefner 2016). Hefner i Ousley (2014) pokazali su i da su klasifikacije točnije ukoliko se koristi manje karakteristika. To također utječe na *post-hoc* odabir karakteristika koji nije više tako čest ukoliko ih je manje uključeno.

Hefner i Ousley skovali su izraz *makromorfoskopske karakteristike* kako bi razlikovali nemetričke osobine koje se obično koriste u studijama biološke udaljenosti te osobine koje su forenzički antropolozi koristili za procjenu porijekla pojedinaca (Hefner i Ousley 2014). Međutim, termin je kasnije skraćen u *morfoskopske*. Te su karakteristike u prvom redu odabrane za Hefnerovu analizu zbog činjenice što su prethodna istraživanja utvrdila visoke stope točnosti u klasifikaciji porijekla između američkih crnaca, američkih bijelaca i latinoamerikanaca kada se one koriste. Dodatno, svoj su izbor karakteristika potvrdili i multivarijantnim statističkim

analizama (Plemons i Hefner 2016). Nakon svoje prve objave 2003. godine (Hefner 2003), nekoliko je studija provelo validaciju metode morfoskopskih karakteristika (L'Abbé i sur. 2011, Hurst 2012, Ratliff 2014, Hefner i sur. 2015, Klaes i Kenyhercz 2015).

<b>Morphoscopic trait</b>	<b>Abbreviation</b>	<b>Scoring range</b>
Anterior nasal spine	ANS	1-3
Inferior nasal aperture	INA	1-5
Interorbital breadth	IOB	1-3
Malar tubercle	MT	0-3
Nasal aperture width	NAW	1-3
Nasal bone contour	NBC	0-4
Nasal overgrowth	NO	0-1
Palate shape	PS	1-3
Postbregmatic depression	PBD	0-1
Supranasal suture	SPS	0-4
Transverse palatine suture	TPS	0-3
Zygomaticomaxillary suture	ZS	0-3
Posterior zygomatic tubercle	ZT	0-3
Metopic suture	MS	0-1

Slika 9. Makromorfoskopske karakteristike (Plemons i Hefner 2016).



Slika 10. Lokacije makroskopskih karakteristika (Plemons i Hefner 2016).

### **4.2.3 Procjena populacijske pripadnosti na temelju postkranijalnih morfoloških (nemetričkih) karakteristika**

Kada je u pitanju procjena populacijske pripadnosti na temelju morfoloških karakteristika, postkranijalni je skelet nekako ostao po strani. Zapravo, korištenje postkranijalne morfologije za procjenu podrijetla u forenzičkom je kontekstu relativno novo. Rane studije zabilježile su morfološke karakteristike na vratnim kralješcima (Cunningham 1886; Macalister 1893) i nadlaktičnoj kosti (Macalister 1900) no većina je samo istraživala njihovu učestalost. Pojedine su studije bilježile prisutnost ili odsutnost postkranijalnih morfoloških karakteristika prema dobi, spolu ili strani tijela unutar jedne skupine (usp., Hrdlička 1932) (Trotter 1934). Koristile su se i u studijama biološke udaljenosti (Hrdlička 1942; Mathew i sur. 2016), ali i u kliničkim istraživanjima (Mitchell 1998) kako bi se bolje razumjela njihova etiologija, ekspresija i distribucija. Saunders (1978) je identificirala morfološke postkranijalne karakteristike za studije biološke udaljenosti i uočila snažne genetske komponente u njihovoj ekspresiji (Dunn i sur. 2020). Međutim, nije identificirala mehanizme koji stoje iza njihovog izražavanja, što je nedostatak vidljiv i danas. Finneganovi (1978) opisi i crteži 30 postkranijalnih morfoloških karakteristika bili su korak dalje. On je u svom radu čak sugerirao da bi ove karakteristike mogle biti prikladnije za daljnje analize budući da se mogu izraziti bilateralno, većina ih se pojavljuje na težim kostima koje imaju veću vjerojatnost preživljavanja ukopa i naknadnog iskopavanja, a mnoge od tih značajki su korištene u studijama o spolnom i bočnom dimorfizmu (Finnegan 1978). Također, istaknuo je da su nužna daljnja istraživanja i to po mogućnosti na uzorcima populacija u kojima su spol, podrijetlo i dob bolje kontrolirani (Finnegan 1978).

Stewart (1962) je istaknuo kako je Hrdlička kvalitativno procijenio podrijetlo kroz anatomske razlike prednje femoralne zakrivljenosti između “crnaca i bijelca”. Međutim, ono što je ovoj studiji nedostajalo je kako je zapravo došao od promatranja do klasifikacije. Čini se da su postkranijalne morfološke karakteristike korisne za procjenu podrijetla, ali samo u statističkom okviru (Dunn i sur. 2020).

Za pouzdanu primjenu postkranijalnih morfoloških karakteristika potrebno je standardizirati metode prikupljanja podataka. Duray i sur. (1999) razvili su metodu bilježenja stadija za bifurkaciju vratnih kralješaka i, pomoću tih podataka, razvili jednadžbe logističke



regresije za njihovo razlikovanje između dvije skupine. Finnegan i McGuire (1979) modelirali su tradicionalne postkranijalne morfološke podatke koristeći šest multivarijantnih pristupa (dva Bayesova, dva LDFA, većinsko glasovanje i Rubisonov postupak) kako bi razlikovali uzorke Aleuta, američkih crnaca, američkih bijelaca i Eskima. Rezultati tog vrlo ranog multivarijantnog pokušaja generirali su točnost klasifikacije u rasponu od 53 do 95% točnosti. Nedavno je Spiros (2019) standardizirao 11 postkranijalnih MMS (makromorfoskopskih; morfoskopskih ili morfoloških) obilježja stvaranjem dosljedne metode bilježenja njihovih stadija kako bi omogućio njihovu veću primjenjivost u forenzičkoj antropologiji. Spiros i Hefner (2019) zatim su kombinirali kranijalne i postkranijalne MMS značajke u brojnim klasifikacijskim modelima (tj. analiza kvadratne diskriminacijske funkcije, aNN, RFM i SVM<sup>2</sup>), povećavajući točnost klasifikacije za gotovo 15% u odnosu na modele koji koriste samo kranijalne ili postkranijalne podatke. U okviru ove su studije napravili i novi računalni program, Combo MaMD Analytical, koji je sada dostupan *online* za korištenje u forenzičkim istraživanjima (Spiros i Hefner 2019). Time su otvorili značajan prostor za dodatna istraživanja postkranijalnih morfoloških karakteristika (Dunn i sur. 2020).

#### **4.2.4 Procjena populacijske pripadnosti na temelju dentalnih morfoloških (nemetričkih) karakteristika**

Dentalne morfološke značajke također su korištene u svrhu identifikacije i procjene podrijetla (Edgar 2009; Kenyhercz i sur. 2014; Marado i Silva 2017). Morfologija krune zuba nije promjenjiva, što znači da je denticija otpornija na okolišne promjene pa se tako pokazala učinkovitom i u procjeni podrijetla (Edgar 2009). Nadalje, varijacije zuba mogu biti nasljedne prirode, što omogućuje praćenje podrijetla pojedinca unatrag do određene zemljopisno-specifične grupe (Hubbard i sur. 2015). Procjena podrijetla pomoću dentalne morfologije vuče korijene od Hanihare, koji je svoj rani rad usredotočio na opisivanje dentalnih kompleksa za azijsko i europsko stanovništvo, koje je nazvao "Mongoloidni dentalni kompleks" odnosno "Kavkaski dentalni kompleks" (Hanihara 1967; Pilloud i sur. 2016). Kasniji su radovi revidirali Haniharine (1967) nazive stanovništva Mongoloida i Kavkazoida u Sinodont (jugoistočna Azija), Sundadont

---

<sup>2</sup> Support vector machine = metoda potpornih vektora

(sjeveroistočna Azija i Indijanci) i Eurodont (Dunn i sur. 2020 citiran u Scott i sur. 2013), ali i istraživali četvrtu populaciju, Afridont (Afrikanac) (Dunn i sur. 2020 citiran u Irish 2013). Ove se skupine stanovništva koriste i danas, ali iako nisu sveobuhvatne, Pilloud i sur. (2016) tvrde da pružaju temelj za raspravu u istraživanju dentalne morfologije (Dunn i sur. 2020). Danas se u svrhu procjene populacijske pripadnosti rutinski istražuje nekoliko dentalnih karakteristika, poput lopatastih sjekutića, Carabellijeve kvržice i nazalnog grebena očnjaka (Christensen i sur. 2014). Sposobnost zamjećivanja i točnog bilježenja morfoloških značajki u denticiji ovisi o iskustvu, a točna identifikacija ovisi o uzorku koji se proučava i stupnju homogenosti populacije (Marado i Silva 2017). Nedavno je razvijena i nova aplikacija pod nazivom rASUDAS (Arizona State University Dental Anthropology System) koja omogućuje automatiziranu procjenu podrijetla na temelju morfoloških karakteristika zuba (Scott i sur. 2018). Ovaj program koristi naivni Bayesov klasifikator za izračunavanje posteriornih vjerojatnosti za dodjelu nepoznate individue grupi, koristeći 21 ASUDAS karakteristiku (Scott i sur. 2018). Referentni uzorak u ovoj aplikaciji čine ukupno 23 karakteristike krune i korijena zuba zabilježene kod 30 000 pojedinaca iz 21 svjetske populacije (Scott i sur. 2018). Nažalost, do danas nije provedena niti jedna validacijska studija na temu uspješnosti i točnosti rezultata dobivenih korištenjem ovog računalnog programa pa je u ovom trenutku nemoguće procijeniti njenu učinkovitost (Flouri i sur. 2022; Dunn i sur. 2020).

TABLE 1—Trait frequencies used in the rASUDAS application.

Trait and Tooth	Rank	American Arctic & NE Siberia	Australo-Melanesia & Micronesia	East Asia	American Indian	Southeast Asia & Polynesia	Sub-Saharan Africa	Western Eurasia
Winging UI1	0	0.773	0.860	0.746	0.500	0.773	0.967	0.938
	1+	0.227	0.140	0.254	0.500	0.227	0.033	0.062
Shoveling UI1	0-1	0.027	0.370	0.026	0.005	0.336	0.443	0.817
	2-3	0.811	0.606	0.654	0.542	0.589	0.558	0.181
	4+	0.162	0.024	0.319	0.453	0.074	0.000	0.002
Interruption grooves UI2	0	0.376	0.804	0.587	0.490	0.703	0.916	0.629
	1+	0.624	0.196	0.413	0.510	0.297	0.084	0.371
Hypocone UM2	0-1	0.289	0.059	0.097	0.115	0.018	0.086	0.253
	2-3	0.491	0.210	0.320	0.417	0.200	0.167	0.255
	4+	0.220	0.731	0.583	0.468	0.692	0.747	0.492
Carabelli's trait UM1	0-1	0.845	0.606	0.690	0.620	0.647	0.450	0.450
	2-4	0.134	0.213	0.165	0.325	0.168	0.416	0.288
	5+	0.021	0.182	0.145	0.055	0.185	0.134	0.262
Cusp 5 UMI	0	0.824	0.415	0.809	0.833	0.705	0.725	0.853
	1+	0.176	0.585	0.191	0.167	0.295	0.275	0.147
Enamel extensions UMI	0-1	0.569	0.932	0.585	0.563	0.735	0.993	0.978
	2-3	0.431	0.068	0.415	0.437	0.265	0.007	0.022
Multiple lingual cusps LP2	0-1	0.604	0.253	0.300	0.602	0.191	0.333	0.371
	2-3	0.396	0.747	0.700	0.398	0.809	0.667	0.629
Groove pattern LM2	X and +	0.721	0.666	0.750	0.759	0.703	0.540	0.735
	Y	0.279	0.334	0.250	0.241	0.297	0.460	0.265
4-cusped LM2	5	0.943	0.647	0.697	0.914	0.679	0.744	0.254
	4	0.057	0.363	0.303	0.086	0.321	0.256	0.746
Cusp 6 LM1	0	0.525	0.586	0.633	0.449	0.521	0.890	0.935
	1+	0.475	0.414	0.367	0.551	0.479	0.110	0.065
Cusp 7 LM1	0	0.962	0.931	0.945	0.939	0.945	0.674	0.956
	1+	0.038	0.069	0.055	0.061	0.055	0.326	0.044
	0	0.815	0.928	0.758	0.621	0.843	0.891	0.901
Protostylid LM1	1	0.169	0.061	0.137	0.321	0.231	0.100	0.091
	2+	0.016	0.011	0.106	0.060	0.012	0.009	0.008
	0-2	0.426	0.737	0.637	0.335	0.641	0.950	0.871
Deflecting wrinkle LM1	3	0.574	0.263	0.363	0.665	0.359	0.050	0.129
	1	0.942	0.612	0.744	0.857	0.644	0.359	0.501
UPI root number	2-3	0.058	0.388	0.256	0.143	0.356	0.641	0.499
	1-2	0.624	0.301	0.355	0.441	0.386	0.188	0.391
UM2 root number	3	0.376	0.699	0.645	0.559	0.614	0.812	0.609
	1	1.000	0.999	0.988	0.993	0.993	0.991	0.939
LC root number	2	0.000	0.001	0.012	0.007	0.007	0.001	0.061
	1-3	0.985	0.815	0.842	0.801	0.809	0.823	0.885
Tomes root LP1	4+	0.015	0.185	0.158	0.199	0.191	0.177	0.115
	1-2	0.773	0.967	0.803	0.934	0.899	0.963	0.995
3-rooted LM1	3	0.227	0.033	0.197	0.066	0.101	0.037	0.005
	2	0.686	0.871	0.700	0.672	0.722	0.943	0.752
LM2 root number	1	0.314	0.129	0.300	0.328	0.278	0.057	0.248
	0	0.786	0.936	0.641	0.842	0.792	0.950	0.835
Pegged-reduced-missing UM3	1	0.232	0.064	0.359	0.158	0.208	0.050	0.165

Slika 11. Dentalne morfološke karakteristike zastupljene u aplikaciji rASUDAS (Scott i sur. 2018)

## 5 Rasprava - izazovi i budućnost procjene populacijske pripadnosti

Metode korištene u forenzičkoj antropologiji tijekom svog su razvoja bile pod snažnim utjecajem društvenih i bioloških konstrukata društva. Metode su razvijene kako bi se odredio spol, dob, visina i podrijetlo modernih koštanih ostataka i to korištenjem ljudskih leševa iz anatomske kolekcije, a čiji su dob, spol i "rasa" dokumentirani (Thompson 1982). U ovakvom je načinu problematično to što su metodologije koje su razvijene stvorene na temelju pristranosti budući da su svi podaci o leševima bili poznati, stoga se sličnosti koje su prisutne u kosturima iste "rase" čine istaknutima samo zato što su viđene u već određenoj "rasnoj" kategoriji. Primjerice, na temelju korištenja lubanje razvijene su i morfološke i metričke tehnike za procjenu populacijske pripadnosti. Međutim, mnogi su antropolozi doveli u pitanje ove tehnike u pogledu ponovljivosti svoje procjene i visokih razina pogreške među promatračima, ponovno se vraćajući na pristranosti koje su bile prisutne tijekom razvoja tehnika. Zbog ove nepouzdanosti morfoloških tehnika i percipirane pouzdanosti i objektivnosti metričkih metoda, antropolozi većinom koriste potonje. Zbog širokog prihvaćanja metričke metode, razvijene su statističke metode i računalna tehnologija kako bi se manipuliralo skupovima podataka (Jantz i Ousley 2013; Navega i sur. 2015). Razvijene su računalne aplikacije za određivanje populacijske pripadnosti koje su ubrzo postale popularne među forenzičkim antropolozima. Nadalje, granica između društvenog i biološkog postala je zamagljena, a "rasne" tehnike i metodologije koje koriste forenzički antropolozi i dalje imaju obje ove pretpostavke ukorijenjene i u metodama i u računalnoj tehnologiji koja je danas u upotrebi (Skalic 2018).

Morfološke metode za sada su još uvijek manje objektivne i oslanjaju se na više osobnog iskustva antropologa. Primjerice, postoji dvosmislenost u procjeni stupnja izraženosti nazalnog mosta, koji jedna osoba može klasificirati kao srednje izražen, a druga kao jače izražen. S druge strane, promatranjem morfoloških karakteristika može se dobiti puno više informacija pa mnogi autori preporučuju korištenje oba pristupa. Međutim, bez obzira na vrstu pristupa, točnost metoda uvijek ovisi o validacijskim studijama. Sve dok se metoda razvijena na temelju određenog uzorka ne primijeni na drugom uzorku, rezultati se ne mogu validirati. Pri odabiru metode uvijek treba dodatno provjeriti je li željena metoda preporučljiva za uzorak u pitanju. Iznad svega, važno je osigurati da postoji odgovarajući alat za razlikovanje podrijetla koji uključuje reference iz populacije iz koje pojedinac potječe (Cunha i Ubelaker 2020). Primjerice, kranimetrijska su

istraživanja pokazala da postoje velike razlike među populacijama koje se svrstava pod termin Latinoamerikanac (Ross i sur. 2004; Spradley 2014; 2016; Hughes i sur. 2019). Međutim, trenutna metodologija klasificira ove pojedince u postojeće referentne skupine samo zato jer ne postoje prikladnije populacije u koje bi ih mogla klasificirati (Dudzik i Jantz 2016).

Studije koje su ocjenjivale valjanost FORDISC-a prikazale su različit uspjeh. Točnost klasifikacije bila je loša kada su se u analizama koristili suvremeni i arheološki uzorci (Ubelaker i sur. 2002; Williams i sur. 2005), ali pristaše FORDISC-a tvrde da su točnu atribuciju mogli spiječiti neusklađenost između analiziranih uzoraka i uzoraka predstavljenih u bazi podataka FORDISC, netočna mjerenja ili nedovoljno varijabli (Ubelaker i sur. 2002; Hubbe i Neves 2007; Ousley i sur. 2009). Međutim, kada bi se uzorci odabrali iz Howellsovog skupa podataka, a brojevi varijabli promijenili kako bi uključili veće i manje podskupove varijabli, FORDISC-ova klasifikacija još uvijek je bila uglavnom netočna (Elliott i Collard 2009.).

Leathers i sur. (2002) testirali su FORDISC 2.0 sa zbirkom postmeroitskih nubijskih lubanja koristeći 12 mjera. Od ukupno 89 primjeraka samo ih je 57% klasificirano kao afričko pa je istraživački tim zaključio da klasifikacije FORDISC-a 2.0 "nisu morfološki ili biološki točne" (str. 99). Albanese i sur. (2018) na temelju uzorka (n=105) odabranog iz referentnih zbirki identificiranih koštanih ostataka Terry i Coimbra, pokušali su slijepim eksperimentalnim pristupom testirati nekoliko metričkih metoda (Fordisc 3.0 i 3.1, i AncesTrees), koje se oslanjaju na različite statističke pristupe (analiza diskriminativne funkcije i algoritmi slučajne šume). Rezultati su im bili poražavajući, sa svega 36 do 50% točnih klasifikacija.

Unatoč sveprisutnom pritisku da se provede standardizacija dostupne metodologije za procjenu podrijetla (Lesciotto 2015), izazovi ipak ostaju. Neki istraživači i dalje koriste Hootonov Harvardski popis nemetričkih karakteristika unatoč njegovoj dokazanoj neučinkovitosti (Hefner 2003, 2007, 2009; Hefner i Ousley 2014; Plemons i Hefner 2016). Ovaj pristup ne zahtijeva standardan minimalan broj istih procjena za klasifikaciju nego generalizira varijabilni potencijal doprinosa klasifikaciji (Hughes i sur. 2011). Upotreba ove metode je zbog toga neprikladna i ima veliki potencijal za razvrtkom pristranosti promatrača (Hefner i sur. 2007 citirano u Dunn i sur. 2020).

U jeku je porast uključivanja statističkih metoda u procjene podrijetla u vidu različitih računalnih programa. Ovi alati kombiniraju različite metode procjene podrijetla (primjerice

kraniometriju, MMS) s različitim statističkim načinima klasifikacija (primjerice LDFA, aNN<sup>3</sup>), a svi koriste moderne i velike referentne uzorke (Dunn i sur. 2020).

Dunn i sur. (2022) vide potencijal u korištenju robusnih analiza kombiniranih modela za procjenu podrijetla. Primjerice, Berg (2014) je kombinirao metričke i morfološke karakteristike za procjenu podrijetla i spola, što je dovelo do izdavanja besplatnog, web-baziranog (hu)MANida programa (Berg 2014; Berg & Kenyhercz 2017). (hu)MANid koristi analizu linearne i mješovite diskriminacijske funkcije za klasificiranje pojedinaca u 1 od 24 svjetske populacije koristeći bilo koju kombinaciju od 6 morfoloških i 11 metričkih svojstava mandibule. Hermann i sur. (2016) kombinirali su dentalnu morfologiju, MMS karakteristike i dentalnu metriku za klasifikaciju arheoloških uzoraka. Maier (2019) je pokazao umjeren uspjeh kombinirajući kranijalne i dentalne nemetričke značajke. Spiros i Hefner (2019) kombinirali su Hefnerove (2009) kranijalne i postkranijalne nemetričke karakteristike (Spiros 2019), poboljšavajući klasifikacije do 15% u odnosu na modele koji koriste samo kranijalne ili postkranijalne podatke.

Budućnost istraživanja procjene podrijetla odnosno populacijske pripadnosti trebala bi se usredotočiti na sljedeće: 1. prestanak korištenja samo morfoloških karakteristika bez dodatnih statističkih analiza; 2. uspostavljanje većih i reprezentativnijih referentnih podataka; 3. procjenu korisnosti modela mješovitih metoda; 4. razvoj novih statističkih pristupa i ažuriranje postojećih softverskih alata (Dunn i sur. 2020).

---

<sup>3</sup> Artificial neural networks = umjetne neuronske mreže

## 6 Zaključak

Metode procjene podrijetla prošle su značajne promjene od ranih tipoloških pristupa do danas. Bezbrojna dostignuća u procjeni podrijetla, uključujući primjenu metoda, standardizaciju i statističke analize, poboljšala su točnost klasifikacije i nedvojbeno pomogla boljem razumijevanju kompliciranog odnosa između morfologije kostura, genetike i geografskog podrijetla. Međutim, potrebna su dodatna istraživanja kako bi se potkrijepio trenutni uvid, budući da u metodama i dalje postoje slabosti. Potrebne su referentne baze podataka koje sadrže veće, reprezentativnije uzorke za identifikaciju podrijetla na više razina, kao i njihovo uključivanje u nove metode procjene podrijetla i analize. Isto tako, mješoviti modeli koji koriste sve dostupne podatke pružit će robusnije i sveobuhvatnije analize za potrebe svakog korisnika. Usavršavanje starih metoda i uključivanje novih statističkih pristupa, kako u metodologiju tako i u trenutno dostupne forenzičke računalne programe, u porastu su i predviđaju obećavajuću budućnost.

Na kraju, unatoč nedostacima, Fordisc može ostati preferirana metoda analize (za sada) jer korisnik može razumjeti što program predviđa - možda ne razumije vjerojatnost ranga, ali razumije proizvod: klasifikaciju za njihovu nepoznatu lubanju. Nadolazeće platforme za strojno učenje i pristupi mješovitog modela procjeni porijekla zahtijevaju evaluaciju, testiranje u stvarnom svijetu i validaciju, ali i krajnji proizvod koji korisnik može cijeniti: klasifikaciju za nepoznatu osobu. Budućnost istraživanja procjene populacijske pripadnosti trebala bi se usredotočiti na sljedeće: 1. prestanak korištenja samo morfoloških karakteristika bez dodatnih statističkih analiza; 2. uspostavljanje većih i reprezentativnijih referentnih podataka; 3. procjenu korisnosti modela korištenja kombiniranih metoda; 4. razvoj novih statističkih pristupa i ažuriranje postojećih računalnih programa (Dunn i sur. 2020).

## 7 Popis slika

Slika 1. Hootonovi somatotipovi rođenih kriminalaca (Hefner 2003). .....	5
Slika 2. Anatomske strukture lubanje korištene u kranimetriji (Langley 2016, 61).....	16
Slika 3. Howellove grupe u Fordiscu (Fordisc Help 2015).....	19
Slika 4. Pregled svih dostupnih računalnih programa za procjenu populacijske pripadnosti (Dunn i sur. 2020) .....	21
Slika 5 Najčešće morfološke karakteristike prema Buikstra i Ubelaker (1994).....	28
Slika 6. Morfološke karakteristike koje je koristio E. Hooton (Hefner 2003).....	28
Slika 7. Harvardski popis (Hefner 2003) .....	30
Slika 8. Primjer crteža E. A. Hootona (Hefner 2009).....	30
Slika 9. Makromorfoskopske karakteristike (Plemons i Hefner 2016).....	34
Slika 10. Lokacije makroskopskih karakteristika (Plemons i Hefner 2016). .....	34
Slika 11. Dentalne morfološke karakteristike zastupljene u aplikaciji rASUDAS (Scott i sur. 2018) .....	38



## 8 Popis literature

1. ALBANESE J., HUNT, D.R. 2005. "History and demographic composition of the Robert J. Terry anatomical collection". *American Journal of Physical Anthropology* 127(4):406-417.
2. ALBANESE, J., DAGDAG, A., SKALIC, C., OSLEY, S., CARDOSO, H. 2022. "The Fall and Rise of Identified Reference Collection: It Is Possible and Necessary to Transition from a Typological Conceptualization of Variation to Effective Utilization of Collections". *Forensic Science* 2:438-454. <https://doi.org/10.3390/forensicsci2020033>
3. ALGEE-HEWITT B, COELHO C, NAVEGA D, CUNHA E. 2020. „*Statistical approaches to ancestry estimation: new and established methods for the quantification of cranial variation for forensic casework*“. U: Obertová, Z., Stewart, A., Cattaneo, S. (ur.) „*Statistics and Probability in Forensic Anthropology*.“ Academic Press, 227-247.
4. BAILEY, S. 2004. „A morphometric analysis of maxillary molar crowns of Middle-Late Pleistocene hominins“. *Journal of Human Evolution* 47 (3):183-198.
5. BAILEY, S., Glantz, M., Weaver, T. D., Viola, B. 2008. „The affinity of the dental remains from Obi-Rakhmat Grotto, Uzbekistan“. *Journal of Human Evolution* 55(2):238-248.
6. BASS, W. M. 2005. „*Human Osteology. A Laboratory and Field Manual*“. 5th edition. Columbia, Mo: Missouri Archaeological Society.
7. BENTLEY, R. A. 2006. „Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: a review“. *The Journal of Archaeological Methods and Theory* 13:135–187.
8. BERG, G. E. 2014. „*Biological affinity and sex from the mandible utilizing multiple world populations*“. U: Berg, G. E., Ta'ala, S. C. (ur.), „*Biological affinity in forensic identification of human skeletal remains: Beyond black and white*“. Boca Raton, FL: CRC Press., 43-81.
9. BERG, G. E., KENYHERCZ, M. W. 2017. „Introducing human mandible identification [(hu)MANid]: A free, web-based GUI to classify human mandibles“. *Journal of Forensic Sciences*, 62(2):1592-1598.

10. BIDMOS, M. A., DAYAL, M. R., ADEGBOYE, O. A. 2018. „Measurements of the talus in the assessment of population affinity“. *Forensic Science International* 287:221.e1–221.e7. doi:10.1016/j.forsciint.2018.03.016
11. BIGGERSTAFF, R. 1969a. „The basal area of posterior tooth crown components: The assessment of within tooth variations of premolars and molars“. *American Journal of Physical Anthropology* 31, 163-170.
12. BIGGERSTAFF, R. 1969b. „Electronic models for the analysis of the human post-canine dentition“. *American Journal of Physical Anthropology* 31, 235-242.
13. BIRKBY, W. H. 1966. „An estimation of race and sex identification from the cranial measurements“. *American Journal of Physical Anthropology* 42:21-27. doi:10.1002/ajpa.1330240103
14. BLUMENBACH, J. F. 1776. „*De Generis Humani Varietate Nativa*“, Dietrich, Göttingen.
15. BLUMENBACH, J. F. 1778 „*Geschichte und Beschreibung der Knochen des Menschlichen Körpers*“. Dietrich, Göttingen.
16. BOYD, W. C 1956. „*Genetics and the races of man*“. Boston (MA): Little, Brown and Company.
17. BRACE, C. L. AND HUNT, K. D. 1990. „A non-racial craniofacial perspective on human variation“. *American Journal of Physical Anthropology* 82:341-360.
18. BROCA, M. P. 1863. „Review of the Proceedings of the Anthropological Society of Paris“. *Anthropology Review* 1:274-310.
19. BROTHWELL, D. R 1981. „*Digging Up Bones*“. 3<sup>rd</sup> Edition. Ithaca, New York: Cornell University Press.
20. BROUGH, A., RUTTY, G., VILLA, C., COLMAN, K., DEDOUIT, F., DECKER, S. J. 2019. „The benefits of medical imaging and 3D modelling to the field of forensic anthropology“. *Journal of Forensic Radiology and Imaging* 18:18-19

21. BUCHANAN, C. C., TORSTENSON, E.S., BUSH, W. S., RITCHIE, M. D. 2012. „A comparison of cataloged variation between International Hap-Map Consortium and 1000 Genomes Project data“. *Journal of American Medical Informatics Association* 19:289-294.
22. BUIKSTRA, J. E. 1980. „Epigenetic distance: a study of biological variability in the lower Illinois River region“. U: Browman, D. L. (ur.) „Early Native Americans: Prehistoric demography, economy, and technology“. Mouton, New York, 271-300.
23. BUXTON, L. H. 1938. „Platymeria and platycnemia“. *Journal of Anatomy* 73:31-36.
24. COBB, W. M. 1942. „Physical anthropology of the American negro“. *American Journal of Physical Anthropology* 29(2):113-223. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330290202>
25. CHRISTENSEN, A. M. 2004. „The impact of Daubert: implications for testimony and research in forensic anthropology (and the use of frontal sinuses in personal identification)“. *Journal of Forensic Sciences* 49(3):1-4.
26. CHRISTENSEN, A. M., PASSALACQUA, N. V., BARTELINK, E. J. 2014. „Ancestry estimation“. *Forensic Anthropology* 223-242. doi:10.1016/b978-0-12-418671-2.00009-4
27. COWGILL, L. W., HAGER, L. D. 2007. „Variation in the development of postcranial robusticity: An example from Catalhoyuk, Turkey“. *International Journal of Osteoarchaeology* 17(3):235-252. <https://doi.org/10.1002/oa.882>
28. CRAIG, E. A. 1995. „Intercondylar shelf angle: A new method to determine race from the distal femur“. *Journal of Forensic Sciences* 40(5):777-782. URL: <https://doi.org/10.1520/JFS15383J>
29. CUNHA, E., UBELAKER, D. 2020. „Evaluation of ancestry from human skeletal remains: a concise review“. *Forensic Sciences Research* 5(2):89-97.
30. CUNNINGHAM, D. J. 1886. „Neural spines of the cervical vertebrae as a race-character“. *Journal of Anatomy and Physiology*, 20( 4):637-640.
31. CYBULSKI, J. S. 1974. „Tooth wear and material culture: precontact patterns in the Tsimshian area, British Columbia“. *Syesis* 7:31-35.

32. DEGIORGIO, M., JAKOBSSON, M., ROSENBERG, N. A. 2009. „Out of Africa: modern human origins special feature: explaining worldwide patterns of human genetic variation using a coalescent-based serial founder model of migration outward from Africa“. *The Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:16057-16062.
33. DIBENNARDO, R., BAILIT, H. 1978. „Stress and dental asymmetry in a population of Japanese children“. *American Journal of Physical Anthropology*, 48:89-94.
34. DIBENNARDO, R., TAYLOR, J. V. 1983. „Multiple discriminant function analysis of sex and race in the postcranial skeleton“. *American Journal of Physical Anthropology* 61(3), 305-314. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330610305>
35. DUDZIK, B., JANTZ, R. L. 2016. „Misclassifications of Hispanics using FORDISC 3.1: comparing cranial morphology in Asian and Hispanic populations“. *Journal of Forensic Sciences* 61:1311-1318.
36. DUNN, R., SPIROS, M., KAMNIKAR, K. R., PLEMONS, A., HEFNER, J. T. 2020. „Ancestry estimation in forensic anthropology: A review“. *Wiley Interdisciplinary Reviews Forensic Science* 2(3):e1369 DOI:10.1002/wfs2.1369
37. DURAY, S., MORTER, H., SMITH, F. 1999. „Morphological variation in cervical spinous processes: Potential applications in the forensic identification of race from the skeleton“. *Journal of Forensic Sciences*, 44(5):937-944.
38. EDGAR, H. J. H. 2009. „Testing the utility of dental morphological traits commonly used in the forensic identification of ancestry.“ *Frontiers of oral biology* 13:49-54. doi:10.1159/000242390
39. ELLIOTT, M., COLLARD, M. 2009. „FORDISC and the determination of ancestry from cranial measurements“. *Biology Letters* 5(6):849-852.
40. FAZI, A., GOBESKI, B., FORAN, D. 2014. „Development of two highly sensitive forensic sex determination assays based on human DYZ1 and Alu repetitive DNA elements“. *Electrophoresis* 35:3028–3035.
41. FINNEGAN, D. M. 1978. „Non-metric variation of the infracranial skeleton“. *Journal of Anatomy* 125(1):23-37.

42. FINNEGAN, D. M., MCGUIRE, S. A. 1979. „Classification systems for discrete variables used in forensic anthropology“. *American Journal of Physical Anthropology* 51:547-553.
43. FLOURI, E. D., ALIFRAGKI A., GÓMEZ GARCÍA-DONAS, J., KRANIOTI, E. F. 2022 “Ancestry Estimation: Advances and Limitations in Forensic Applications”, *Research and Reports in Forensic Medical Science* 12:13-24.
44. FLOWER, W. H., GARSON, J. G. 1879 „On the scapular index as a race character in man“, *Journal of Anatomy and Physiology*, 14(1):13–17.
45. FONT, L., VAN DER PEIJL, G., VAN LEUWEN, C., VAN WETTEN, I., DAVIES, G. R. 2015. Identification of the geographical place of origin of an unidentified individual by multi-isotope analysis“. *Science & Justice* 55:34-42.
46. FRANKLIN, D., SWIFT, L., FLAVEL, A. 2016. “Virtual anthropology” and radiographic imaging in the Forensic Medical Sciences”. *Egyptian Journal of Forensic Sciences* 6:31-43.
47. FREID, D., SPRADLEY, M. K., JANTZ, R. L., OUSLEY, S. D. 2005. “The truth is out there: how NOT to use FORDISC“ *American Journal of Physical Anthropology* Supplement 40:103.
48. GARN, S. M. 1962. „*Human races*“. Springfield (IL): Charles C Thomas.
49. GARN, S., LEWIS, A., KERESKY, R. 1965. „Genetic, nutritional, and maturational correlates of dental development“. *Journal of Dental Research* 44:228-242.
50. GILES E, ELLIOT, O. 1962. „*Race identification from cranial measurements*“.
51. GILL, G. W, RHINE, S. 1990. „*Skeletal attribution of race: methods for forensic anthropology*“. Albuquerque (NM): Maxwell Museum of Anthropology, University of New Mexico.
52. GOOSE, D. 1971. „*The inheritance of tooth size in British families*“. U: A. Dahlberg (ur.), „*Dental morphology and evolution*“. Chicago,IL: The University of Chicago Press., 263-269.

53. GUATELLI-STEINBERG, D., SCIULLI, P. W., EDGAR, H. J. H. 2006. „Dental fluctuating asymmetry in the Gullah: Tests of hypotheses regarding developmental stability in deciduous vs. permanent and male vs. female teeth“. *American Journal of Physical Anthropology* 129:427-434.
54. HANIHARA, K. 1967. „Racial characteristics in the dentition“. *Journal of Dental Research* 46:923-926.
55. HANIHARA, K. 1978. „Differences in sexual dimorphism in dental morphology among several human populations“. U: P. Butler & K. Joysey (ur.), „Development, function and evolution of teeth“. London, UK: Academic Press., 127-134.
56. HANIHARA, T. 1996. „Interpretation of craniofacial variation and diversification of East and Southeast Asians“. U: M. Oxenham, N. Tayles (ur.) „Bioarchaeology of Southeast Asia“. Cambridge: Cambridge University Press.
57. HANIHARA T, ISHIDA H. 2001. „Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. II. Hypostotic variations“. *Journal of Anatomy* 198:707-725.
58. HANIHARA, T., ISHIDA, H. 2005. „Metric dental variation of major human populations“. *American Journal of Physical Anthropology* 128(2):287-298.
59. HANIHARA, T., YOSHIDA, K., ISHIDA, H. 2008. „Cranio-metric variation of the Ainu: An assessment of differential gene flow from Northeast Asian into northern Japan, Hokkaido“. *American Journal of Physical Anthropology* 137:283-293.
60. HARRIS, E., FOSTER, C. 2015. „Size matters: Discrimination between American blacks and whites, males and females, using tooth crown dimensions“. U: G. Berg, S. Ta'ala (ur.), „Biological affinity in forensic identification of human skeletal remains: Beyond black and white“, Boca Raton, FL: CRC Press, 209-238.
61. HAUSER, G., DE STEFANO, G. F. 1989. „Epigenetic Variants of the Human Skull“. Stuttgart, Germany: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
62. HEFNER, J. T. 2003. „Assessing nonmetric cranial traits currently used in forensic determination of ancestry“. (Unpublished master's thesis). The University of Florida, Gainesville, FL.

63. HEFNER, J. T. 2007. „The statistical determination of ancestry using cranial nonmetric traits“, Doktorska disertacija. Gainesville, FL: The University of Florida,
64. HEFNER, J. T., EMANOVSKY, P. D., BYRD, J., OUSLEY, S. D. 2007. „The value of experience, education, and methods in ancestry prediction“. Paper presented at the Proceedings of the 59th Annual Meeting of the American Academy of Forensic Sciences, Seattle, WA.
65. HEFNER, J. T. 2009. „Cranial nonmetric variation and estimating ancestry“. *Journal of Forensic Sciences* 54(5):985-995.
66. HEFNER, J. AND OUSLEY, S. 2014. „Statistical classification methods for estimating ancestry using morphoscopic traits“. *Journal of Forensic Sciences* 59(4):883-890.
67. HEFNER, J. T., OUSLEY, S. D. DIRKMAAT, D. C. 2014. „*A companion to forensic anthropology*.“ West Sussex (UK): John Wiley & Sons.
68. HEFNER, J. T., PILLOUD, M. A., BLACK, C. J. AND ANDERSON, B. E. 2015. „Morphoscopic trait expression in 'Hispanic' populations“. *Journal of Forensic Sciences* 60(5):1135-1139.
69. HEFNER, J. T., LINDE, K. C. 2018. „*Atlas of human cranial macromorphoscopic traits*“. Academic Press.
70. HEPBURN, D. 1896. „The platymeric, pilastric, and popliteal indices of the race collection of femora in the anatomical museum of the University of Edinburgh“. *Journal of Anatomy and Physiology*, 31(1):116-156.
71. HERMANN, N. P., PLEMONS, A. M., HARRIS, E. F. 2016. „Estimating ancestry of fragmentary remains via multiple classifier systems: A study of Mississippi State Asylum skeletal assemblage“. U: M. A. PillouD, Hefner. T. (ur.), „Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives“ London, UK: Elsevier Inc., 285-300.
72. HIERNAUX, J. 1968. „Bantu expansion: the evidence from physical anthropology confronted with linguistic and archaeological evidence“. *Journal of African history* 9(4):505-515. doi:10.1017/S0021853700009014

73. HILLSON, S., FITZGERALD, C., & FLINN, H. 2005. Alternative dental measurements: Proposals and relationships with other measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 126:413-426.
74. Hinkes, M. J. (1990) „*Shovel-shaped incisors in human identification*“. U: Gill, G. W., Rhine, S. (ur.) „*Skeletal Attribution of Race: Methods for Forensic Anthropology*“. Albuquerque, New Mexico: Maxwell Museum of Anthropology.
75. HOLLIDAY, T. W., FALSETTI, A. B. 1999. „A new method for discriminating African-American from European-American using postcranial osteometrics reflective of body shape“. *Journal of Forensic Sciences* 44(5):926-930.
76. HOOTON, E. A. „*Lecture notes of EA Hooton*“. Unpublished manuscript of the Peabody Museum Archives of E.A. Hooton, Cambridge, MA; 1946.
77. HOOTON, E. A. 1947. „*Up from the ape*“ (Revised edition). New York: Macmillan.
78. HOWELLS, W. W. „*Cranial Variation in Man; a Study by Multivariate Analysis of Patterns of Difference Among Recent Human Populations*“. Cambridge, Mass.: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University; 1973.
79. HOWELLS, W. W. 1989. „*Skull shapes and the map: Craniometric analyses in the dispersion of modern Homo*“. Cambridge, Mass: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.
80. HOWELLS, W. W. 1995. „*Who's Who in Skulls, Ethnic Identification of Crania from Measurements*“. Peabody Museum Press, Harvard University.
81. HOWELLS W. W. 1996 “Howells’ craniometric data on the internet“ *American Journal of Physical Anthropology* 101:441-442.
82. HRDLIČKA, A. (1924). “Catalog of human crania in the United States National Museum Collections: The Eskimo, Alaska and related Indians, northeastern Asiatics.“ *Proceedings of the United States National Museum*, 63(2480):1-51.
83. HRDLIČKA, A. 1928. „The full-blooded American negro“. *American Journal of Anthropology*, 7(1):15-27.



84. HRDLIČKA, A. 1932. „The humerus: Septal apertures“. *Anthropologie* 10(1/4):31-96.
85. HRDLIČKA, A. 1942. „The scapula: Visual observations“. *American Journal of Physical Anthropology* 29(1):73-94.
86. HUBBARD, A. R., GUATELLI-STEINBERG, D., IRISH, J. D. 2015. “Do nuclear DNA and dental nonmetric data produce similar reconstructions of regional population history? An example from modern coastal Kenya.“ *American Journal of Physical Anthropology* 157(2), 295–304. doi:10.1002/ajpa.22714
87. HUGHES, C. E., JUAREZ, C. A., HUGHES, T. L., GALLOWAY, A., FOWLER, G., CHACON, S. 2011. “A simulation for exploring the effects of the ‘trait list’ method's subjectivity on consistency and accuracy of ancestry estimation”. *Journal of Forensic Sciences* 56:1094-1106.
88. HUGHES, C. E., DUDZIK, B., ALGEE-HEWITT, B. F. B., JONES, A., ANDERSON, B. E. 2019. “Understanding (mis)classification trends of Latin Americans in Fordisc 3.1: Incorporating cranial morphology, microgeographic origin, and admixture proportions for interpretation”. *Journal of Forensic Sciences* 64(2):353-366.
89. HURST, C. V. 2012. “Morphoscopic trait expressions used to identify southwest Hispanics”. *Journal of Forensic Sciences* 57(4), 859-865. doi:10.1111/j.1556-4029.2012.02080. x.
90. IRISH, J. D. 2013. „Afridonty: The sub-Saharan African dental complex revisited“. U: G. R. Scott & J. D. Irish (ur.) „*Anthropological perspectives on tooth morphology: Genetics, evolution, variation*“ Cambridge: Cambridge University Press, 278-295.
91. KALLENBERGER, L., PILBROW, V. 2012. “Using CRANID to test the population affinity of known crania“ *Journal of Anatomy*, 221(5):459-464. doi: 10.1111/j.1469-7580.2012.01558.x
92. KATZMARZYK, P. T., LEONARD, W. R. 1998. “Climatic influences on human body size and proportions: ecological adaptations and secular trends“. *American Journal of Physical Anthropology* 106(4), 483-503. doi:10.1002/(SICI)1096-8644(199808)106:4<483::AID-AJPA4>3.0.CO;2-K

93. KATZENBERG, M. A., SAUNDERS, S. R. 2011. *Biological anthropology of the human skeleton*. John Wiley & Sons.
94. KAWAKUBO, Y., HANIHARA, T., SHIGEMATSU, M., & DODO, Y. 2008. „Interpretation of craniometric variation in northeastern Japan, the Tohoku region“. *Anthropological Scienc*, 117:57-65.
95. KENNEDY, K. 1995. „But Professor, why teach race identification if races don't exist?“. *Journal of Forensic Sciences* 40:797-800.
96. KENYHERCZ MW, KLALES AR, KENYHERCZ WE. 2014. „Molar size and shape in the estimation of biological ancestry: a comparison of relative cusp location using geometric morphometrics and interlandmark distances“. *American Journal of Physical Anthropology*. 153(2):269–279. doi:10.1002/ajpa.22429
97. KERN, K. 2006. „*T. Wingate-Todd: Pioneer of Modern American Physical Anthropology*“. Cleveland Museum of Natural History, 2006.
98. KIESER, J. 1990. „*Human adult odontometrics: The study of variation in adult tooth size*“. Cambridge: Cambridge University Press.
99. KLALES, A., KENYHERCZ, W. 2015. „Morphological assessment of ancestry using cranial macromorphoscopies“. *Journal of Forensic Sciences* 60(1):13-20.
100. KOSIBA S. 2000. „Assessing the efficacy and pragmatism of ‘race’ designation in human skeletal identification: a test of Fordisc 2.0 program“. *American Journal of Physical Anthropology* Supplement 30:200.
101. KRANIOTI, E. F., GARCÍA-DONAS, J. G., CAN, I. O., EKIZOGLU, O. 2018. „Ancestry estimation of three Mediterranean populations based on cranial metrics“. *Forensic Science International* 286:265.e1–265.e8. doi:10.1016/j.forsciint.2018.02.014
102. KRANIOTI, E. F, GARCIA-DONAS, J. G., KARELL, M. A., CRAVO, L., EKIZOGLU, O., APOSTOL, M. A., CUNHA, E. 2019. „Metric variation of the tibia in the Mediterranean: implications in forensic identification“. *Forensic Science International* 2019;299:223–228. doi:10.1016/j.forsciint.2019.03.044

103. KROGMAN, W. M., ISÇAN, M. Y. 1986. „*The human skeleton in forensic medicine*“. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
104. L'ABBÉ, E. N., VAN ROOYEN, C., NAWROCKI, S. P. AND BECKER, P. J. 2011. „An evaluation of non-metric cranial traits used to estimate ancestry in a South African sample“. *Forensic Science International* 209(1):195.e1-195.e7. doi:10.1016/j.forsciint.2011.04.002.
105. LANE, R. A. AND SUBLETT, A. J. 1972. „Osteology of social organisation: residence pattern“. *American Antiquity* 37:186-201.
106. LANGLEY, N. R., MEADOWS JANTZ, L., OUSLEY, S. D., JANTZ, R. L., MILNER, G. 2016. „*Data collection procedures for forensic skeletal material 2.0*“. Department of Anthropology, University of Tennessee, Knoxville, TN.
107. LASKER GW. „*Physical anthropology*“. New York (NY): Holt, Rinehart and Winston; 1976.
108. LEASE, L., SCIULLI, P. 2005. „Brief communication: Discrimination between European-American and African-American children based on deciduous dental metrics and morphology“. *American Journal of Physical Anthropology* 126(1):56-60
109. LEATHERS, A., EDWARDS, J. ARMELAGOS, G. 2002. „Assessment of classification of crania using FORDISC 2.0: Nubian X –group test“. *American Journal of Physical Anthropology*, 34:99-100.
110. LESCIOTTO, K. M. 2015. „The impact of Daubert on the admissibility of forensic anthropology expert testimony“. *Journal of Forensic Sciences*, 60(3):549-555.
111. LEWONTIN, R. C. 1972. „The apportionment of human diversity“. *Evolutionary Biology* 6:391-398.
112. LIEBENBERG, L., L'ABBÉ, E. N., & STULL, K. E. 2015. „Population differences in the postcrania of modern South Africans and the implications for ancestry estimation“. *Forensic Science International* 257:522–529. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.10.015>

113. LIEBENBERG L, KRÜGER GC, L'ABBÉ EN, STULL KE. 2019. „Postcraniometric sex and ancestry estimation in South Africa: a validation study“. *International Journal of Legal Medicine* 133(1):289-296. doi:10.1007/s00414-018-1865-x
114. MACALISTER, A. 1893. „Notes on the development and variations of the atlas“. *Journal of Anatomy and Physiology* 27(4):519-542.
115. MACALISTER, A. 1900. „Perforate humeri in ancient Egyptian skeletons“. *Journal of Anatomy and Physiology*, 35:121-122.
116. MAIER, C. A. 2019. „Evaluating mixed-methods models for the estimation of ancestry from skeletal remains“. *Forensic Anthropology* 2(1): 45-56.
117. MARADO LM, SILVA AM. 2017. „Estimation of ancestry for an undocumented mandibular sample using dental morphology“. *Anthropologischer Anzeiger* 74(3):229-239. doi:10.1127/anthranz/2017/0690
118. MATHEW, A. J., GOPIDAS, G. S., SUKUMARAN, T. T. 2016. „A study of the supratrochlear foramen of the humerus: Anatomical and clinical perspective“. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR* 10(2), AC05.
119. MCILVAINE, B. K., SCHEPARTZ, L. A. 2015. „Femoral subtrochanteric shape variation in Albania: Implications for use in forensic applications“. *Homo*, 66(1):79-89. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2014.09.004>
120. MEEUSEN, R. A, CHRISTENSEN, A. M, HEFNER, J. T. 2015. „The use of femoral neck axis length to estimate sex and ancestry“. *Journal of Forensic Sciences* 60(5):1300-1304. doi:10.1111/1556-4029.12820
121. MITCHELL, J. 1998. „The incidence of the lateral bridge of the atlas vertebra“. *The Journal of Anatomy* 193(2):283-285.
122. MONTAGU, A. 1942. „*Man's most dangerous myth: the fallacy of race*“. New York (NY): Columbia University Press.

123. MORTON, S. G. 1839. „*Crania Americana; Or, a comparative view of the skulls of various aboriginal nations of North and South America: To which is prefixed an essay of the varieties of the human species.*“ London, NY: M. Simpkin.
124. NAKAHORI, Y., TAKENAKA, O., NAKAGOME, Y. 1991. „A human X–Y homologous region encodes “amelogenin”. *Genomics* 9:264-269.
125. NAVEGA, D., COELHO, C., VICENTE, R., FERREIRA, M. T., WASTERLAIN, S., CUNHA, E. 2015. „AncesTrees: ancestry estimation with randomized decision trees“. *International journal of legal medicine* 129(5):1145-1153.
126. NEILSON, W. A., KNOTT, T. A., CARHART, P. W. 1934. „*Webster’s new international dictionary of the English language*“. 2nd ed. Springfield (IL): G.&C. Merriam Company; 1934.
127. NEUMANN, G. K. 1952. „*Archaeology and race in the American Indian*“. U: J. B. Griffen (ur.), „*Archeology of the Eastern United States*“ Chicago, IL: University of Chicago Press., 13-34.
128. ORTNER, D. J., PUTSCHAR, W. G. J. 1985. „*Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*“. Washington DC: Smithsonian Institution Press.
129. OSSENBERG, N. S. 2013. „Brief communication: Cranial nonmetric trait database on the internet.“ *American Journal of Physical Anthropology* 152(4):551-553. URL: <https://doi-org.ezproxy.nsk.hr/10.1002/ajpa.22377>
130. OUSLEY, S, JANTZ, R. 1998. „*The Forensic Data Bank: Documenting Skeletal Trends in the United States*“. U: Reichs, K. J (ur.) „*Forensic Osteology*“. 2nd. Springfield: C.C Thomas.
131. OUSLEY, S., JANTZ, R., FREID, D. 2009. „Understanding race and human variation: why forensic anthropologists are good at identifying race“. *American Journal of Physical Anthropology* 139:68-76.
132. OUSLEY, S. D., JANTZ, R. L. 2012. „*Fordisc 3 and statistical methods for estimating sex and ancestry*“. U: D. C. Dirkmaat (ur.), „*A companion to forensic anthropology*“. West Sussex, UK: Blackwell Publishing Ltd., 311-329.

133. OUSLEY, S., JANTZ, R. (2013). *Fordisc 3*. Rechtsmedizin, 23(2): 97-99.
134. OUSLEY, S. D. 2016. „*Forensic classification and biodistance in the 21st century: The rise of learning machines*“. U: Pilloud, M. A., Hefner, J. T. (ur.), „*Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives*“ London, UK., 197-212.
135. PILLOUD, M. A., HEFNER, J. T., HANIHARA, T., HAYASHI, A. 2014. „The use of tooth crown measurements in the assessment of ancestry“. *Journal of Forensic Sciences*, 59(6):1493-1501.
136. PILLOUD, M. A., EDGAR, H. J. H., GEORGE, R., SCOTT, G. 2016. „Dental morphology in biodistance analysis“. U: Pilloud, M. A., Hefner, J. T. (ur.), „*Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives*“ London, UK: Elsevier, Inc., 109-133.
137. PINK, C. M., MAIER, C., PILLOUD, M. A. AND HEFNER, J. T. 2016. „*Cranial Nonmetric Data Sets*“. U: Pilloud, M. A., Hefner, J. T. (ur.), „*Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives*“. Amsterdam: Academic Press, 91-107.
138. PLEMONS, A., HEFNER, J. T. „Ancestry estimation using macromorphoscopic traits method“
139. QUINCEY, D., CARLE, G., ALUNNI, V., QUATREHOMME, G. 2013. „Difficulties of sex determination from forensic bone degraded DNA: a comparison of three methods“. *Science & Justice* 53:253-260.
140. RATLIFF, M. D. 2014. „*Evaluating morphoscopic trait frequencies of southeast Asians and Pacific Islanders*“ (Masters Dissertation). Retrieved from ScholarWorks.UMT.edu. (Paper No. 4275).
141. RELETFORD, J. H. 2009. „Race and global patterns of phenotypic variation“. *American Journal of Physical Anthropology* 139:16-22.
142. RHINE S. J. 1990. „*Nonmetric skull racing*“. U: Gill, G. W., Rhine, S. (ur.) „*Skeletal attribution of race*“. Albuquerque, NM: University of New Mexico: Maxwell Museum of Anthropology, 9-21.

- 143.ROMERO, J. 1970. „Dental mutilation, trephination, and cranial deformation“. U: Stewart T. D, (ur.). „Physical anthropology“. Austin (TX): University of Texas Press; 50-67.
- 144.ROSING, F. 1983.“Sexing immature human remains“. *Journal of Human Evolution* 12: 149-155.
- 145.ROSS, A. H., SLICE, D. E., UBELAKER, D. H., FALSETTI, A. B. 2004. „Population affinities of 19th century Cuban crania: Implications for identification criteria in South Florida Cuban Americans“. *Journal of Forensic Sciences* 49(1):1-6.
- 146.ROSS, A. H., UBELAKER, D. H., KIMMERLE, E. H. 2011. „Implications of dimorphism, population variation, and secular change in estimating population affinity in the Iberian Peninsula“. *Forensic Science International* 206(1–3):214.e1–214.e5. doi:10.1016/j.forsciint.2011.01.003
- 147.RUFF, C. B., TRINKAUS, E., WALKER, A., & LARSEN, C. S. 1993. „Postcranial robusticity in Homo. I: Temporal trends and mechanical interpretation“. *American Journal of Physical Anthropology*, 91(1):21-53.
- 148.RUFF, C., HOLT, B., & TRINKAUS, E. 2006. „Who's afraid of the big bad Wolff?: Wolff's law" and bone functional adaptation“. *American Journal of Physical Anthropology* 129(4):484-498.
- 149.SAUER, N. J. 1992. „Forensic anthropology and the concept of race: if races don't exist, why are forensic anthropologists so good at identifying them?“ *Social science and medicine* 34:107–111.
- 150.SAUNDERS, S. R. 1978. „The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton“. Doktorska disertacija. University of Toronto, Toronto, ON, Canada
- 151.SCHULTZ, A. H. 1937. „Proportions, variability, and asymmetries of the long bones of the limbs and the clavicles in man and apes“. *Human Biology*, 9(3):281–328.
- 152.SCOTT, G. R., ANTA, A., SCHOMBERG, R., & DE LA RUE, C. 2013. „Basque dental morphology and the “Eurodont” dental pattern“. U: G. R. Scott, Irish, J. D. (ur.),

„*Anthropological perspectives on tooth morphology: Genetics, evolution, variation*“  
Cambridge: Cambridge University Press, 296-318.

153. SCOTT, G., PILLOUD, M., NAVEGA, D., D'OLIVEIRA, J., CUNHA, E., IRISH, J. D. 2018. „rASUDAS: a new web-based application for estimating ancestry from tooth morphology“. *Forensic Anthropology* 1:18–31. doi:10.5744/fa.2018.0003
154. SKALIC, C. B. 2018. „*A critical approach to ancestry in forensic anthropology: an assessment of FORDISC 3.1. and AncesTrees*“. Master thesis, University of Windsor, 2018.
155. SMALL, C., BRITS, D. M., HEMINGWAY, J. 2012. „Quantification of the subpubic angle in South Africans“. *Forensic Science International* 222(1–3):395.e1–395.e6. doi:10.1016/j.forsciint.2012.06.002
156. SPIROS, M. C. 2019. „Standardization of postcranial nonmetric traits and their utility in ancestry analysis“. *Forensic Anthropology* 2(1):29-44.
157. SPIROS, M. C., HEFNER, J. T. 2019. „Ancestry estimation using cranial and postcranial macromorphoscopic traits“. *Journal of Forensic Sciences* 65(3):1-9. URL: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14231>
158. SPRADLEY MK, JANTZ RL, ROBINSON A, PECCERELLI F. 2008. „Demographic change and forensic identification: problems in metric identification of Hispanic skeletons“. *Journal of Forensic Sciences* 53(1):21-28. URL: doi:10.1111/j.1556-4029.2007.00614.x
159. SPRADLEY, M. K. 2014. „Toward estimating geographic origin of migrant remains along the United States-Mexico border“. *Annals of Anthropological Practice* 38:101-110.
160. SPRADLEY, M. K., JANTZ, R. L. 2016. „Ancestry estimation in forensic anthropology: Geometric morphometrics versus standard and nonstandard interlandmark distances“. *Journal of Forensic Sciences* 61(4):892-897. URL: <https://doi-org.ezproxy.nsk.hr/10.1111/1556-4029.13081>
161. SPRADLEY, M. K. 2016. „*Biological distance, migrants, and reference group selection in forensic anthropology*“. U: Pilloud, M. A., Hefner, J. T. (ur.), „*Biological distance*



- analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives*“ London, UK: Elsevier Inc., 231-244.
162. SPRADLEY, M. K., WEISENSEE, K. 2017. „*Ancestry estimation: The importance, the history, and the practice*“. U: N. R. Langley, M. T. Tersigni-Tarrant (ur.), „*Forensic anthropology: A comprehensive introduction*“ (2nd ed. New York, NY: CRC Press.
163. STEWART, T. D. 1962. „Anterior femoral curvature: Its utility for race identification“. *Human Biology* 31(1):49-62.
164. STEWART, T. D. 1979. „*Essentials of Forensic Anthropology Especially as Developed in the United States*“. Charles C. Thomas, Springfield.
165. STULL, K. E., KENYHERCZ, M. W., L'ABBÉ, E. N. 2014. „Ancestry estimation in South Africa using craniometrics and geometric morphometrics“. *Forensic Science International* 245:206.e1–206.e7. doi:10.1016/j.forsciint.2014.10.021
166. TATSUOKA, M. M. 1971. „*Multivariate analyses*“. John Wiley and Sons, New York.
167. TAYLOR, G. M, MURPHY, E., HOPKINS, R., RUTLAND, P., CHISTOV, Y. 2007. „First report of Mycobacterium bovis DNA in human remains from the Iron Age“. *Microbiology* 153:1243-1249.
168. TODD, T. W. 1929. „Entrenched negro physical features“. *Human Biology*, 1(1):57-69.
169. TROTTER, M. 1934. „Septal apertures in the humerus of American whites and negroes“. *American Journal of Physical Anthropology* 19(2):213-227. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330190221>
170. TYRELL, A. J. 2000. „*Skeletal non-metric traits and the assessment of inter- and intra-population diversity: Past problems and future potential*“. U: Cox, M., Mays, S. (ed.) „*Human Osteology in Archaeology and Forensic Science*“, London: Greenwich Medical Media
171. UBELAKER, D. H. 1987. „Dental alteration in prehistoric Ecuador: a new example from Jama-caoque“. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 77(2):76-80.
172. UBELAKER, D. H. 1999. *Human skeletal remains*. 3rd ed. Washington, DC: Taraxacum.

173. UBELAKER, D. H., ROSS, H., GRAVER, M. 2002. "Application of forensic discriminant functions to a Spanish cranial sample" *Forensic Sciences*, 4:1-5.
174. UBELAKER, D. H. 2014. „Radiocarbon analysis of human remains: a review of forensic applications“. *Journal of Forensic Science* 59:1466–1472.
175. UBELAKER, D. H. 2018. „A history of forensic anthropology“. *American Journal of Physical Anthropology* 165(4):915-923.
176. ÜNLÜTÜRK Ö. 2017. „Metric assessment of ancestry from the vertebrae in South Africans“. *The International Journal of Legal Medicine* 131(4):1123–1131. doi:10.1007/s00414-016-1483-4
177. URBANOVA, P., ROSS, A. H., JURDA, M., NOGUEIRA, M. I. 2014 "Testing the Reliability of Software Tools in Sex and Ancestry Estimation in a Multi-Ancestral Brazilian Sample. *Legal Medicine* 16(5):264-273. DOI:10.1016/j.legalmed.2014.06.002
178. VAN VARK, G. N. 1992. "Advances in the quantitative analysis of skeletal morphology". U: „*Skeletal biology of past peoples: research methods*“, 225-257.
179. WALDRON, H. 2001. „Are plague pits of particular use to palaeoepidemiologists?“ *International Journal of Epidemiology* 30:104-108.
180. web.archive.org: CRANID by Richard Wright [Internet]. Washington, DC: Smithsonian Institution.
181. WESCOTT, D. J. 2006. „Ontogeny of femur subtrochanteric shape in Native Americans and American blacks and whites“. *Journal of Forensic Sciences*, 51(6):1240–1245.
182. WESCOTT D, SRIKANTA D. 2008. „Testing assumptions of the Gilbert and Gill method for assessing ancestry using the femur subtrochanteric shape“. *Homo* 59(5):347-363. doi:10.1016/j.jchb.2008.05.002
183. WESCOTT, D. J., Zephro, L. R. 2016. „Secular changes in the femur diaphyseal biomechanical properties of American whites“. *Human Biology* 88(1):38-46.

184. WILLIAMS, F., BELCHER, R. L., ARMELAGOS, G. J. 2005. "Forensic Misclassification of Ancient Nubian Crania: Implications for Assumptions about Human Variation" *Current Anthropology* 46(2):340-346.
185. WRIGHT, R 2010. „*Guide to Using the CRANID6 Programs CR6aIND: For Linear and Nearest Neighbours Discriminant Analysis*“.  
<http://www.box.net/shared/static/n9q0zgr1y.EXE>
186. YONG, R., RANJITKAR, S., LEKKAS, D., HALAZONETIS, D., EVANS, A., BROOK, A., TOWNSEND, G. 2018. „Three-dimensional (3D) geometric morphometric analysis of human premolars to assess sexual dimorphism and biological ancestry in Australian populations“. *American Journal of Physical Anthropology* 166(2):373-385.
187. ZAPICO, S. C., UBELAKER, D. H. 2015. „Relationship Between Mitochondrial DNA Mutations and aging. Estimation of age-at-death“. *Journal of Gerontology: A Biological Sciences and Medical Sciences* 71(4):445-450.

## 9 Sažetak i ključne riječi

Temeljna funkcija forenzičke antropologije je utvrđivanje identiteta ljudskih koštanih ostataka nepoznatog podrijetla, što podrazumijeva procjenu dobi, određivanje spola, visine i populacijske pripadnosti, kao i dokumentaciju ante, peri i postmortem trauma te patoloških promjena. Procjena populacijske pripadnosti smatra se jednim od najzahtjevnijih aspekata biološkog profila, u prvom redu zbog kompleksne veze između skeletne morfologije i društvenih konstukata. Metode koje se danas koriste u procjeni etničke pripadnosti oslanjaju se na vezu između skeletne morfologije, geografskog podrijetla i društvene “rase“ pojedinca. Premda postoje opravdani razlozi za prestanak upotrebe određenih zastarjelih metoda u procjeni etničke pripadnosti, pojedini ih istraživači koriste i dalje. Pokušaj da se poboljša metodologija unutar koje se analiziraju podaci zahtijeva validaciju i ponovnu procjenu svake dostupne metode uz razvoj novih pristupa koji koriste moderna tehnološka dostignuća. Danas je dostupan niz računalnih programa dizajniranih za pomoć u procjeni etničke pripadnosti. Budućnost procjene populacijske pripadnosti trebala bi se usmjeriti na napuštanje upotrebe Hootonovog Harvardskog popisa, odbijanje klasifikacije u samo tri moguće grupe (u slučaju SAD-a), uspostavljanje većih i reprezentativnijih referentnih uzoraka, validaciju upotrebe kombiniranih metoda umjesto samo jedne te razvoj novih statističkih pristupa uz ažuriranje trenutnih statističkih alata.

Ključne riječi: etnička pripadnost, “rasa”, morfološke karakteristike, nemetričke karakteristike, kranimetrija, Fordisc, MMS

## 10 Abstract and key words

The fundamental function of forensic anthropology is to establish the identity of unidentified skeletal remains of unknown origin, which includes the estimation of age, assessment of sex, height, and ancestry, as well as the documentation of ante, peri and postmortem trauma and pathological changes. Ancestry assessment is considered one of the most demanding aspects of biological profiling, primarily due to the complex relationship between skeletal morphology and social constructs. The methods used today to assess ancestry rely on the link between skeletal morphology, geographic origin and the social "race" of the individual. Although there are legitimate reasons for discontinuing the use of certain outdated methods in the assessment of ancestry, some researchers continue to use them. Attempt to improve the methodology within which the data is analyzed requires validation and re-evaluation of each available method while developing new approaches that use modern technological advances. A number of computer programs are available today, and are designed to assist in the assessment of ancestry. The future of ancestry assessment should focus on abandoning the use of Hooton's Harvard list, rejecting classification into only three possible groups (in the case of the USA), establishing larger and older representative reference samples, validating the use of combined methods instead of just one, and developing new statistical approaches, and updating current statistical tools.

Key words: ancestry assessment, "race", metric traits, non-metric traits, craniometry, Fordisc, MMS