

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Pero Bubalo**

**Osteometrijsko određivanje spola žrtava  
Domovinskoga rata temeljem dimenzija  
acetabuluma, aurikularne i retroaurikularne  
plohe zdjelične kosti**

**DISERTACIJA**



**Zagreb, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Pero Bubalo**

**Osteometrijsko određivanje spola žrtava  
Domovinskoga rata temeljem dimenzija  
acetabuluma, aurikularne i retroaurikularne  
plohe zdjelične kosti**

**DISERTACIJA**

**Zagreb, 2019.**

Disertacija je izrađena na Zavodu za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor: prof.dr.sc. Davor Mayer, dr.med.

Zahvaljujem mentoru prof. Davoru Mayeru na stalnim poticajima i ohrabrenjima, iskrenoj kritici i velikoj podršci tijekom izrade ove doktorske disertacije.

Također, veliko hvala kolegama sa Zavoda za sudsku medicinu i kriminalistiku na iskazanom razumijevanju i stručnoj pomoći!

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji i prijateljima koji su uvijek uz mene.

## **Popis kratica**

AD – acetabularni promjer

ASSD – aurikularno spinozna duljina

AUC – površina ispod krivulje

CASD – središnji promjer aurikularne plohe

CI – interval pouzdanosti

df – stupnjevi slobode

DNA – deoksiribonukleinska kiselina

INARD – sjedna aurikularno-retroaurikularna duljina

M – muškarci

Min – najmanja vrijednost

Max – najviša vrijednost

N – broj ispitanika

P – statistička značajnost

RH – Republika Hrvatska

ROC – krivulja značajke djelovanja prijarnika

SD – standardna devijacija

SE – standardna pogreška

t – vrijednost iz t testa za nezavisne uzorke

TAD – poprečni acetabularni promjer

TASD – poprečni promjer aurikularne plohe

TRASD – poprečni promjer retroaurikularne plohe

VASD – duljina aurikularne plohe

VRASD – okomiti promjer retroaurikularne plohe

Ž – žene

## SADRŽAJ

1.0. UVOD.....	1
1.1. Identifikacije.....	1
1.2. Domovinski rat.....	6
1.3. Povijest i pojam antropologije.....	10
1.4. Forenzička antropologija.....	12
1.5. Postupak s koštanim ostacima.....	14
1.6. Metode forenzičke antropologije.....	16
1.7. Biološki identitet.....	23
1.8. Razvoj i anatomija zdjelične kosti.....	36
1.9. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	45
2.0. HIPOTEZA.....	50
3.0. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	51
4.0. MATERIJAL I ISPITANICI.....	52
5.0. REZULTATI.....	59
6.0. RASPRAVA.....	81
6.1. Spolni dimorfizam promatranih područja zdjelične kosti.....	82
6.2. Varijabilnost promatranih područja zdjelične kosti.....	93
6.3. Populacijska specifičnost.....	94
6.4. Utjecaj dobi na rezultate.....	97
6.5. Praktična primjena rezultata.....	99
7.0. ZAKLJUČCI.....	102
8.0. SAŽETAK.....	103
9.0. SUMMARY.....	104
10.0. LITERATURA.....	105
11.0. ŽIVOTOPIS.....	121

## **1.0. UVOD**

### **1.1. Identifikacija**

Identifikacija označava postupak utvrđivanja identiteta neke osobe. Provodi se i kod živih, no znatno češće kod umrlih osoba, utvrđivanjem određenih činjenica i značajki koje su jedinstvene nekoj osobi (1, 2). Dva su osnovna tipa identifikacije, potpuna ili apsolutna i nepotpuna ili djelomična. Potpuna označava apsolutno utvrđivanje identiteta neke osobe, dok nepotpuna označava utvrđivanje samo nekih činjenica, odnosno značajki, koje su svojstvene nekoj osobi (3). U svim zemljama, s uređenim pravnim poretkom, mrtvo tijelo prije ukopa mora biti identificirano. Više je razloga zbog kojih je to nužno učiniti, prije svega razlozi moralne i etičke prirode, no identifikacija je nužna i kako bi se mogle pokrenuti istražne radnje ukoliko postoji potreba za njima, primjerice ukoliko je smrt posljedica kaznenog djela ili stoji u svezi s kaznenim djelom. Bez utvrđivanja identiteta preminule osobe praktički je nemoguće započeti bilo kakve istražne radnje (4). Isto tako, postupak identifikacije preminule osobe je nužno provesti i u svrhu rješavanja pravnih pitanja, kao primjerice rješavanja imovinsko pravnih odnosa, te u druge administrativne svrhe (5). U današnje vrijeme i problem identifikacije živih osoba postaje sve više značajan, a razlog tome je sve veća mobilnost stanovništva, kao i priljev imigranata iz područja Bliskog istoka, koji u velikom broju dolaze u zemlje Europske unije bez ikakvih osobnih podataka (4, 6).

Smrt pojedinca u normalnim, mirnodopskim okolnostima neće predstavljati problem za osobu koja vrši identifikaciju. Pomoć u identifikaciji uglavnom pružaju članovi obitelji, rođaci ili prijatelji, koji će vizualno identificirati tijelo, odnosno potvrditi da se radi o određenoj osobi (7). Međutim, postoje okolnosti u kojima identifikacija predstavlja daleko veći problem, te je potreban angažman brojnih službi i stručnjaka

iz različitih forenzičkih disciplina. Primjerice, kod razvijenih postmortalnih promjena, ozljeda glave ili lica, izloženosti tijela gorenju, vizualna identifikacija postaje neprimjenjiva, te se u tim slučajevima pribjegava drugim postojećim metodama, koje uključuju dentalne metode, identifikaciju putem otisaka prstiju, laboratorijske metode i identifikaciju uz pomoć materijalnih dokaza, predmeta.

Poseban problem predstavljaju identifikacije u slučajevima masovnih stradanja (prometne nesreće, poplave, potresi, oružani sukobi i dr.). U ovim se situacijama, na nacionalnim razinama, organiziraju i djeluju ekipe za identifikaciju žrtava masovnih katastrofa (8, 9).

Sudska medicina, kao i druge srodne znanosti, svakodnevno su suočene s problemom utvrđivanja i dokazivanja identiteta neke preminule osobe. Kao što je već navedeno takve identifikaciju uglavnom ne predstavljaju problem, budući da je u najvećem broju riječ o tijelima koja nisu zahvaćena postmortalnim promjenama, te se identifikacija najčešće obavljaju vizualnom metodom, odnosno prepoznavanjem od strane bliskih srodnika (4, 7). No, katkad identifikacija osobe može predstavljati jako složen postupak. Kad govorimo o identifikaciji umrlih, mogu se razlikovati tri načina, odnosno tipa identifikacije, na koja tijelo može biti prezentirano osobi koja obavlja identifikaciju, a svaki od tih načina zahtjeva i poseban način rada.

Prvi tip predstavlja identifikaciju mrtvog tijela neke osobe čiji je identitet potpuno nepoznat. Dakle, ne postoje nikakvi opći podaci za tu osobu, o kome bi se uopće moglo raditi. Ovakvi slučajevi zahtijevaju rekonstrukciju biološkog profila osobe (spol, dob, visina i etničku pripadnost), te se na temelju dobivenih podataka vrši usporedba sa osobama koje se vode kao nestale.

Drugi tip predstavlja tzv. „također poznat kao“ tip identifikacije (eng. also known as). Naime, ovdje se radi o tijelu neke osobe čiji identitet se temelji na pogrešnim

podacima o imenu, prezimenu, dobi, mjestu rođenja, što se obično susreće kod ilegalnih imigranata. Ponekad jedna osoba može imati i više identiteta, pa ova paradoksalna situacija, gdje jedna osoba ima više identiteta, od kojih niti jedan nije pravi, predstavlja velik problem u identifikaciji, ništa manji problem od prvog tipa gdje ne postoje nikakvi podaci o identitetu preminule osobe.

Treći tip identifikacije označava identifikaciju tijela koje ne može biti vizualno identificirano, primjerice zbog ozljeda ili uznapredovalih postmortalnih promjena, no postoji sumnja o kojem identitetu, odnosno o kojoj određenoj osobi se radi (4, 10).

### *Metode identifikacije*

Mrtvo tijelo neke osobe koje je potrebno identificirati, može biti u različitim postmortalnim fazama, od dobro očuvanog pa sve do skeletiranog tijela (2, 11). O stanju u kakvom se tijelo nalazi, ovisit će i odabir metoda koje će se koristiti u postupku identifikacije, kao što će o istoj činjenici ovisiti i sastav tima koji će sudjelovati u identifikaciji, a koji uglavnom uključuje specijalistu sudske medicine, forenzičkog antropologa i odontologa, radiologa, stručnjaka iz područja DNA i stručnjaka za otiske (10, 12, 13).

Općenito, tijelo može biti u jednoj od tri sljedeće kategorije:

1. Svjež i neoštećen leš. U ovoj kategoriji vizualno prepoznavanje izlaganjem tijela ili putem načinjenih fotografije, najčešće je dovoljno za identifikaciju.
2. Leš zahvaćen određenim stupnjem postmortalnih promjena, odnosno leš u raspadanju. Dio vanjskih, površinskih obilježja tijela može biti dijelom ili u cijelosti izgubljen. Izravna mjerenja tijela ovdje su još uvijek moguća, a predmeti pronađeni uz tijelo uvelike mogu doprinijeti pozitivnoj identifikaciji.



3. U cijelosti ili većim dijelom skeletiran leš. Utvrđivanje identiteta u ovom slučaju oslanja se na morfološki pregled i osteološka mjerenja, kao i na prepoznavanje anatomskih i patoloških nalaza na kostima.

Postoji veliki broj metoda, kao i njihovih podjela, koje se mogu koristiti u postupku identifikacije. Jedan od obuhvatnijih pokušaja svrstava moguće metode u sljedeće skupine (2, 14):

1. Biomolekularne metode

- analiza DNA
- serološke metode

2. Otisci

- otisci prstiju
- otisci ušne školjke
- otisak stopala
- otisak nepca

3. Meka tkiva

- tjelesna građa i izgled
- patologija mekih tkiva
- ozljede mekih tkiva
- kirurške intervencije
- kosa i nokti

4. Čvrsta tkiva

- zubi
- kosti
- radiološke snimke

## 5. Lice

- antropologija i rekonstrukcija lica
- prepoznavanje lica, analiza fotografija
- fotografska superimpozicija
- šare na šarenici

## 6. Komunikacijska sredstva

- rukopis
- glas
- govor
- mentalno stanje

## 7. Hod

- tragovi
- način hoda

## 8. Predmeti

- osobni predmeti uz tijelo
- modifikacije i intervencije na tijelu (npr. piersing, tetovaže)

S obzirom na preciznost i osjetljivost, metode identifikacije dijele se na subjektivne i objektivne. U najčešće korištene objektivne metode spadaju daktiloskopija, usporedba medicinskih i stomatoloških podataka, bioloških podataka, te DNA analiza. Odabir metode i tragova, te slijed postupaka koji će se koristiti, tijekom utvrđivanja identiteta preminulih osoba, izravno ovisi o stanju tijela koje se analizira, odnosno o dostupnosti elemenata za analizu, kao i o raspoloživim financijskih sredstava (5, 14).

Republika Hrvatska se s problemom identifikacija suočila s početkom Domovinskog rata. Taj problem je aktualan i dan danas, unatoč činjenici da su ratna djelovanja prestala prije više od dva desetljeća.

## **1.2. Domovinski rat**

Domovinski rat (1991-1995) bio je obrambeni i osloboditeljski rat za cjelovitost i neovisnost Hrvatske države. Zastupnički dom Hrvatskog Sabora donio je 13. listopada 2000. godine Deklaraciju o Domovinskom ratu u kojoj se ističe kako je na Republiku Hrvatsku oružanu agresiju izvršila Srbija, Crna Gora i JNA uz oružanu pobunu dijela srpskog pučanstva u Republici Hrvatskoj (15). U razdoblju Domovinskog rata mogu se razlikovati tri etape (16).

Prva etapa počinje u travnju 1991. godine s oružanim sukobima uz postupno očitovanje naklonjenosti JNA srpskim pobunjenicima, do kolovoza 1991.godine (17). Ti su sukobi prerasli u izravnu agresiju iz Srbije, kojom se nastojalo učvrstiti i proširiti područje koje su snage lokalnih Srba uz pomoć JNA uspjele staviti pod svoj nadzor (18). U drugoj etapi (siječanj 1991. – svibanj 1995.) dolazi do zastoja u agresiji i do razmještanja mirovnih snaga Ujedinjenih naroda, duž crta prekida vatre. U trećoj etapi, u svibnju i kolovozu 1995. bile su izvedene operacije (Bljesak i Oluja) u kojima je oslobođen najveći dio okupiranog područja. Naposljetku, kroz svojevrsnu četvrtu etapu reintegrirano je područje hrvatskog Podunavlja bez korištenja vojne sile, a uz pomoć međunarodne uprave (1996. – 1998.).

Ratom i ratnim razaranjima bilo je obuhvaćeno 54% hrvatskog teritorija. Uz ogromnu materijalnu štetu, a procjena je da samo izravna materijalna šteta iznosi više od 27 milijardi američkih dolara, izgubljen je i velik broj ljudskih života. Točan broj poginulih

se ne zna, prema nekima se radi se 13 233 poginule osobe, a prema nekima o 15 970 poginulih osoba na hrvatskoj strani, dok oko 8 039 poginulih na srpskoj strani.

Agresija na Republiku Hrvatsku prouzročila je i neizvjesnost o sudbini još oko 18 000 osoba, koje se vode kao nestale (19). Još 1991. godine Republika Hrvatska je, sukladno odredbama međunarodnog humanitarnog prava, osnovala institucionalne mehanizme za rješavanje ovog pitanja. Iako je poduzetim mjerama i aktivnostima nadležnih tijela riješena većina slučajeva nestalih, zatočenih i nasilno odvedenih osoba, ovo pitanje i danas je najteže pitanje ratnih posljedica u Republici Hrvatskoj (20).

Utvrđivanje identiteta smrtno stradalih osoba, u tijeku samog rata, bio je sastavni dio obrade tijela, odnosno sudskomedicinske obdukcije, a identitet velike većine stradalih je bio poznat. Međutim, istodobno je i rastao broj osoba kojima se gubio trag. Proces traganja za nestalim osobama, tijekom ratnih zbivanja, ostvarivao se pregovorima sa suprotnom stranom u svrhu razmijene podataka o zatočenima, razmijene zarobljenika i preuzimanja tijela poginulih koja su bila u posjedu druge strane. Vremenom je sve manji broj traženih osoba pronalažen živ. U rujnu 1995. godine, a posebice nakon prestanka ratnih djelovanja i postizanja kontrole nad cjelokupnim teritorijem, u Hrvatskoj je otpočeo intenzivan proces traganja za nastalim osobama, za koje je bilo izvjesno da su smrtno stradale, putem lociranja pojedinačnih i masovnih grobnica. Ovaj složen proces kontinuirano traje i danas, a tijekom godina se usavršavao, te je danas poznat kao hrvatski model identifikacije u masovnim nesrećama, koji se sastoji od osam koraka (5, 21, 22, 23):

1. sastavljanje popisa nestalih osoba
2. prikupljanje antemortalnih podataka
3. lokalizacija grobnica

4. ekshumacija
5. rad s postmortalnim ostacima
6. preliminarna identifikacija
7. po potrebi DNA identifikacija
8. završna identifikacija

U određenom broju slučajeva pokazalo se da je popis nestalih osoba bio presudan za konačnu identifikaciju. Za najveću masovnu grobnicu u Hrvatskoj, Ovčaru (200 tijela), sastavljen je kvalitetan popis nestalih osoba, koji je u bitnome olakšalo postupak identifikacije i omogućio identifikaciju svih žrtava.

Antemortalni podatci su nerijetko i slaba karika ovog postupka. Dobiveni podatci uglavnom su nepotpuni i nedostatni za identifikaciju, osobito u slučajevima kad se podatci uzimaju nakon većeg protoka vremena. Posebnu važnost u antemortalnim podacima imaju zubni kartoni, ali i druga medicinska dokumentacija o nekim medicinskim stanjima i terapijskim postupcima (stanje nakon prijeloma, ugradnje osteološkog materijala, proteza i sl.) U Domovinskom ratu uništene su mnoge zdravstvene ustanova, a zajedno s njima i medicinska dokumentacija, koja bi u bitnome olakšala identifikaciju.

Lociranje i pronalazak grobnica može, uslijed protoka vremena i nedostatka informacija, također predstavljati problem zbog bujanja vegetacije i mijenjanja krajolika. U tu svrhu koriste se metode kao što su inspekcija terena, snimanje terena, snimanje iz zraka, kao i metode ispitivanja tla, sondiranje, ultrazvučni pregled i sl.

Ekshumacija zahtijeva profesionalan pristup, te je potrebno da ekshumaciji nazoči forenzički antropolog, kako bi se što korektnije izvadilo tijelo i predalo na daljnju analizu. U ovom hrvatskom modelu, forenzičkog antropologa zamijenio je specijalist sudske medicine. Poseban problem pri ekshumacijama predstavljaju sekundarne masovne grobnice, odnosno grobnice u koja su tijela premještena s mjesta gdje su prvotno bila pokopana. S obzirom da su u takvim grobnicama koštani ostatci najčešće pomiješani, od osobite važnosti je nazočnost forenzičkog antropologa, jer i najmanji detalj može biti presudan za identifikaciju. Postupak ekshumacije je potrebno provoditi na način da se prikažu sva tijela u grobnici, bez bilo kakvog izmještanja tijela, a tek nakon toga pristupiti vađenju svakog pojedinog tijela.

Obrada ostataka se provodi, ili na samom terenu ili što je optimalnije, ako je to moguće, u obdukcijskoj dvorani. Idealno bi bilo, kada bi uz forenzičkog antropologa/sudskog medicinara u obradi sudjelovali i stručnjaci iz drugih područja, kao što su forenzička odontologija, radiologija, uz pomoćno osoblje, kao primjerice zapisničar, fotograf i dr.

Ovaj hrvatski model identifikacije se temelji na usporedbi podudarnosti antemortalnih podataka o traženoj osobi i postmortalnih podataka proizišlih iz obrade posmrtnih ostataka. U velikom broju slučajeva već usporedbom antemortalnih s postmortalnim podacima, dobivenih pri analizi koštanih ostataka, može se postići pozitivna identifikacija. Ukoliko ne postoji dostatan broj informacija za pozitivnu analizu, primjenjuje se metoda DNA identifikacije.

Dakle, model zahtjeva multidisciplinarni pristup obradi ostataka, a medicinska struka, odnosno sudska medicina intenzivno je uključena u pet zadnjih koraka, a kad je to moguće timski zajedno s antropologom, stomatologom, rentgenologom.

Hrvatski model nije primjenjiv samo u situacijama oružanih sukoba, nego i u svim drugim slučajevima čija je posljedica veći broj nestalih osoba (prometne nesreće, prirodne katastrofe, terorističke akcije i sl.).

Zahvaljujući sustavnom radu različitih službi i djelovanja po prethodno navedenom modelu, u Republici Hrvatskoj do danas je riješena sudbina preko 80% evidentiranih nestalih osoba, no još uvijek nepoznata je sudbina 1571 osobe i mjesto ukopa posmrtnih ostataka 422 smrtno stradale osobe (20).

Ključ uspješne identifikacije leži u dobro izvedenoj antropološkoj analizi kostura, a što zahtjeva dobro poznavanje osteologije, i to je područje u kojem se preklapaju forenzička antropologija i sudska medicina (22). Domovinski rat je znatno ubrzao put razvoj forenzičke antropologije u Hrvatskoj (24).

### **1.3. Povijest i pojam antropologije**

Antropologija je znanost koja se bavi proučavanjem čovjeka, a naziv potječe od grčkih riječi *anthros* (čovjek) i *logos* (znanost). Istražuje podrijetlo, biološka i kulturna obilježja ljudske vrste u vremenu i prostoru na holistički, transdisciplinarni i komparativan način. Dijeli se u četiri glavna područja: kulturna antropologija, arheologija, lingvistika i biološka antropologija koja će biti i predmet ovog poglavlja.

Biološka antropologija proučava ljudsku biološku varijabilnost u prostoru i vremenu (25), a njena su područja primatologija, paleoantropologija, biologija čovjeka, rast i razvoj čovjeka, prehrana, genetika i osteologija (26). Osteologija proučava ljudski

kostur, odnosno njegove anatomske značajke, te patološke i traumatske promjene. Rezultati osteoloških analiza daju podatke o spolu, dobi, zaživotnoj visini, etničkoj pripadnosti, patološkim i traumatskim promjenama vidljivim na kosturu, te o habitualnim radnjama i kvaliteti života (26, 27). Biološka antropologija našla je svoju primjenu i u sferi sudstva gdje se metodologije antropologije i sudske medicine objedinjuju u relativno novoj znanstvenoj disciplini forenzičkoj antropologiji, koja se primjenjuje u medicinsko-pravnom kontekstu (5, 26, 28).

Začetnikom svih istraživanja u antropologiji smatra se Jean Joseph Sue, profesor anatomije u Louvreu, koji je 1755. godine objavio rezultate detaljnih mjerenja četrnaest ljudskih tijela, čija je dob bila u rasponu od šestomjesečnog fetusa do 25 godina. Tijekom 19. i početkom 20. stoljeća istraživanja u biološkoj antropologiji svode se na deskriptivne prikaze anatomske karakteristika i patoloških stanja kostura. Europski su se antropolozi u to vrijeme bavili kranimetrijskim istraživanjima. Ta su istraživanja temeljena na mjerenjima ljudskih lubanja i statističkim analizama dobivenih rezultata, na temelju čega se rekonstruiraju migracije različitih populacija. Pretpostavka tih analiza jest da morfološke i metričke značajke odražavaju genetske sličnosti između populacija. Isto načelo se koristi i danas, samo što su na raspolaganju veće baze podataka (29, 30). U Sjedinjenim Američkim Državama utemeljiteljem biološke i forenzičke antropologije smatra se Aleš Hrdlička, koji je u 20. stoljeću osnovao danas najpoznatiju zbirku kostura (Terry Collection), a koja sadrži više od 33 000 kostura iz cijelog svijeta. Također je pokrenuo i znanstveni časopis *American Journal of Physical Anthropology*, specijaliziran za teme iz biološke antropologije (30).

Početak antropoloških istraživanja u Hrvatskoj veže se uz ime geologa Dragutina Gorjanovića Krambergera, koji je ostavio i veliki trag u svjetskoj antropologiji. On je



krajem 19. i početkom 20. stoljeća vodio paleoantropološka istraživanja ljudske osteološke građe s nalazišta Hušnjakovo brdo u Krapini. Njegove multidisciplinarne analize rezultirale su rekonstrukcijom uvjeta života i društvenih obilježja neandertalaca iz Krapine i novih spoznaja o evoluciji čovjeka (31). Sastavio je zbirku od 884 radiografa u kojoj su dokumentirani koštani tumori, kirurške amputacije i primjeri osteoartritisa, što je imalo velik utjecaj na primjenu radiografskih tehnika u biološkoj i forenzičkoj antropologiji (32). Nakon Drugog svjetskog rata značajno ime na području antropologije je Franjo Ivaniček, koji je zaslužan i za osnivanje Antropološkog odsjeka Biološkog zavoda na Medicinskom fakultetu u Sveučilišta u Zagrebu 1946. godine (33, 34). Veliki obol razvoju moderne antropologije dali su i profesori Pavao Rudan i Hubert Maver, koji su 1997. godine osnovali Hrvatsko antropološko društvo i pokrenuli znanstveni časopis *Collegium Anthropologicum*, a 1992. godine osnovali Institut za antropologiju u Zagrebu (24). Suvremena istraživanja u biološkoj antropologiji, na području Republike Hrvatske počinju devedesetih godina 20. stoljeća istraživanjima Jadranke Boljunčić (35, 36), Aide Šarić Bužančić (37), Petre Radić Šikanić (38) i Maria Šlausa (39, 40). Početak Domovinskog rata može se smatrati ujedno i početkom forenzičke antropologije na području Republike Hrvatske (24). Osobitom napretku u razvoju istraživanja pridonijela je analiza koštanih ostataka žrtava Domovinskog rata i poraća, jer se osim uvođenja novih metoda, a zbog velikog obima posla, razvija i sama forenzička antropologija.

#### **1.4. Forenzička antropologija**

Forenzička antropologija je dio biološke antropologije koja se bavi identifikacijom ljudskih ostataka u kontekstu sudskog istraživanja (41). Veliki razvoj ove discipline

bilježi se u posljednjem desetljeću. Do nedavno, forenzičku antropologiju se vezalo uglavnom uz rad sa koštanim ostacima, no u novije vrijeme forenzički antropolozi su sve više uključeni i u proces identifikacije živućih osoba, osobito pri identificiranju počinitelja različitih kaznenih djela, u određivanju dobi, te vezano uz spolne delikte nad maloljetnim osoba (42), uz problem identifikacije ilegalnih imigranata (4) i sl. U različitim dijelovima svijeta stručnjaci različitih profila se bave ovim područjem: antropolozi, sudski medicinari, biolozi i dr. Forenzička antropologija je znanost u kojoj multidisciplinarni pristup nekom problemu postaje sve više naglašavan, pa je i jasno pitanje koje se sve češće postavlja, a to je tko je uistinu forenzički antropolog, odnosno kome pripadaju i tko bi se trebao baviti ljudskim ostacima, koji su pronađeni u forenzičkom kontekstu. Načelo koje se uvriježilo u većini zemalja govori da je antropolog taj koji bi trebao riješiti pitanja određivanja spola, dobi, visine, populacijske pripadnosti, a sudski medicinar je taj koji bi se trebao baviti pitanjem identifikacije i utvrđivanjem uzroka smrti. Razvoj ove discipline u svijetu je izrazito neuravnotežen, pa i među bogatim zemljama zapada (42). Za razliku od Sjedinjenih Američkih Država, gdje je ova disciplina puno bolje organizirana, u Europi se tek u posljednjih nekoliko godina radi sustavnije po ovom pitanju. Osnivanjem Europskog udruženja forenzičkih antropologa, stvaraju se smjernice za razvoj ove struke i uniformira način izobrazbe stručnjaka (43, 44, 45). S obzirom na nedostatan broj forenzičkih antropologa u svijetu, pa tako i u Europi, velik dio ovog posla obavljaju specijalisti sudske medicine, koji se dodatno educiraju u ovom području, a što je slučaj i u Republici Hrvatskoj.

## **1.5. Postupak s koštanim ostacima**

Najveći dio posla forenzičkog antropologa odnosi se na rad s koštanim ostacima. Forenzičko antropološka analiza koštanih ostataka može se podijeliti u tri faze. Prva faza podrazumijeva pronalazak koštanih ostataka i detaljno istraživanje mjesta pronalaska, uz cjelovito prikupljanje koštanog i zubnog materijala. Druga faza je antropološka analiza prikupljenih koštanih ostataka uz izradu izvješća, a treća faza je faza identifikacije (46).

Analizom različitih morfoloških obilježja kostura i mjerenjima dijelova kostura forenzički antropolog utvrđuje spol, dob, visinu i populacijsku pripadnost, a što predstavlja biološki profil (47), koji čini temelj identifikacije koštanih ostataka (10). No, isto tako zadaća forenzičkog antropologa je i dati odgovore na pitanja vezana u uzrok smrti, kao i utvrditi postmortalni interval. Iz tog razloga forenzička antropologija se ne bi trebala izjednačavati s forenzičkom odontologijom, toksikologijom i entomologijom. Naime, stručnjaci iz navedenih područja bave se samo jednim određenim segmentom tijela, odnosno ostatka tijela ili kostura, dok je zadaća forenzičkog antropologa baviti se tijelom, odnosno ostacima u cijelosti (45).

Ljudski ostaci na terenu mogu se naći kao ukop, ali i češće kao površinski nalazi (48). U oba slučaja prikupljanje materijala mora biti sustavno, kako bi iz njega proizašla što veća količina bitnih informacija. Optimalno bi bilo kada bi i relevantni stručnjaci nazočili mjestu pronalaska ostataka (5, 23), prije svega, kako bi se utvrdilo je li riječ o ostacima humanog ili animalnog podrijetla, te jesu li ostaci dio arheološkog nalaza ili recentni (10). Kad je riječ o recentnim nalazima, onda se takvi u Republici Hrvatskoj dopremaju u Zavode za sudsku medicinu većih medicinskih centara u državi (24), gdje je moguća adekvatna obrada koštanih ostataka. No, prije samog transporta koštanih ostataka važan je rad na terenu (5, 29). Nalazište je potrebno

adekvatno osigurati. Samo kriminalistička policija i forenzički antropolog smiju pristupiti nalazištu, a prije nego što se pristupi ostacima, potrebno je sustavno pretražiti širu okolicu oko mjesta pronalaska ostataka. Kostur je potrebno otkriti u cijelosti, detaljno opisati i fotografirati, a tek onda pristupiti prikupljanju ostataka (5, 29, 48).

Kad se radi o koštanim ostacima iz masovnih grobnica, u kojima su ostaci bili pomiješani, potrebno je adekvatno razdvojiti tijela. Svrstavanje dugih kostiju na pravu stranu (lijevo, desno) od velike je pomoći, zatim određivanje relativne duljine kostiju, kao i izraženost robusnosti i boja kostiju koji olakšavaju ovaj posao. Svojevrsan problem mogu predstavljati kosturi djece, ukoliko ih je više, te je u tom slučaju od posebne važnosti poznavanje anatomije nezrelih kostura.

Kosti treba prikupljati oprezno kako se ne bi oštetile. Počinje se s kostima stopala, a zatim šake, ivera itd., od lateralnih prema medijalnim dijelovima. Pri podizanju lubanje prsti se nikada ne smiju staviti u veliki zatiljni otvor, kao niti u orbitalne šupljine. Ti dijelovi lubanje su krhki, pa lako dođe do oštećenja kosti. Treba pažljivo postupati i s donjom čeljusti, kako ne bi došlo do gubitka zuba. Vlažne kosti prije transporta valja ostaviti da se posuše, no nikako ne na suncu, jer to može dovesti do njihovog pucanja. Ukoliko se kosti transportiraju vlažne, onda se nikako ne smiju stavljati u plastične vreće, jer će to pospješiti truležne procese i uništenje materijala. U tom slučaju kosti, za transport, treba pospremiti u kartonske kutije, s jasno istaknutim obilježjem, a pri pakiranju teške se kosti ne smiju stavljati povrh krhkih (5, 27, 29, 48, 49). Nakon što su prikupljeni materijalni dokazi i sve kosti izvađene iz nalazišta, nastavlja se s kopanjem, sve dok se ne dođe do sterilnog sloja zemlje.

Po završetku postupka na terenu, koštane ostatke je potrebno transportirati u odgovarajuću ustanovu u kojoj će isti biti i analizirani. Ova faza, odnosno analiza

koštanih ostataka se dalje može podijeliti u tri faze, a ista može trajati različito dugo, od nekoliko dana pa sve do nekoliko tjedana, ovisno o stanju koštanih ostataka. Prva faza podrazumijeva čišćenje koštanih ostataka uz uklanjanje mekih tkiva, ukoliko ista još uvijek postoje, a potom se kosti podvrgavaju pranju. Ovaj postupak treba izvesti pažljivo, jer su kosti vrlo često krhke, te lako pucaju, a kosti se nikako ne smiju zadržavati potopljene u vodi. Ovim načinom omogućuje se optimalna vizualizacija dijelova kostura koji su relevantni u antropološkoj obradi. Druga faza se sastoji u rekonstrukciji prelomljenih dijelova kostura, odvajanja koštanih ostataka različitih osoba ako je riječ o više osoba i ponovnog uzglobljavanja kostiju. Posljednja tj. treća faza je analiza koštanih ostataka pri kojoj se utvrđuju sve one osobitosti koje odgovaraju određenoj osobi (27, 46), odnosno sastavnice biološkog identiteta (profila).

Općenito, prije samog utvrđivanja biološkog identiteta, pred forenzičkog antropologa postavljaju se dva bitna pitanja na koja treba dati odgovor.

Prvo pitanje je radi li se uopće o ljudskim koštanim ostatcima ili su pronađeni ostatci životinjskog podrijetla, a drugo pitanje je radi li se o recentnim ostatcima ili je pak riječ o arheološkom nalazu (50). Ova pitanja će biti detaljnije obrađena u poglavlju određivanja biološkog identiteta.

## **1.6. Metode forenzičke antropologije**

Metode koje se koriste u forenzičkoj antropologiji mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine. Jednu skupinu čine metode kojima se dobivaju podatci, dok drugu skupinu čine metode kojima se analiziraju dobiveni podatci (27).

### *Metode za prikupljanje podataka*

Antroposkopija je najstarija metoda koja se koristi u forenzičkoj antropologiji, a temelji se na vizualnom pregledu ljudskih koštanih ostataka (51), s tim da se nerijetko dopunjuje radiološkim tehnikama (27). Riječ je o metodi kojom se utvrđuju specifična kvalitativna, odnosno morfološka obilježja koštanog materijala vizualnim pregledom (52). Zbog jednostavnosti, ova metoda je najčešće korištena metoda u forenzičkoj antropologiji (27), a uz to je i najjeftinija, jer ne zahtjeva posebnu opremu i instrumente (30). Za ovu metodu su prije svega važni stečeno znanje istraživača i iskustvo, a njena loša strana je to što je ipak riječ o subjektivnoj metodi (10, 29). Metoda se koristi u utvrđivanju spola, dobi, i populacijske pripadnosti. Utvrđivanje spola temelji se na prepoznavanju razlika u građi i izgledu muških i ženskih zdjelčnih kostiju i lubanje. Za utvrđivanje dobi na koštanim ostacima koriste se promjene u razvoju zubi, razlike u spajanju epifiza dugih kostiju, zatim stanje zglobnih površina bočne i stidne kosti, prsnih krajeva rebara, prsnog kraja ključne kosti, stanje šavova lubanje i tvrdog nepca. Na temelju morfologije ovih navedenih područja može se približno utvrditi dob neke osobe u trenutku nastupa smrti, a kojoj koštani ostaci pripadaju (50). Određivanje populacijske pripadnosti temelji se na morfološkim obilježjima lubanje. S obzirom da je riječ o subjektivnoj metodi, a zbog sve većeg broja istraživanja na području forenzičke antropologije, brojna istraživanja su upravo usmjerena ka postizanju veće točnosti vizualnih metoda. U tu svrhu primjenjuju se razvijene binarne i ordinalne ljestvice, te klasifikacijski fazni i komponentski sustavi, na način da se obilježjima promatranog morfološkog svojstva pridružuje određena numerička vrijednost, a koja odgovara njegovoj veličini, odnosno intenzitetu, što je svakako pogodnije za daljnju statističku analizu. Primjer za to su Suchey-Brooks sustav za određivanje dobi temeljem promjena simfize (53), te Lovejoy sustav za

određivanje dobi na temelju izgleda, odnosno promjena na aurikularnoj plohi bočne kosti zdjelice (54), a o čemu će biti više govora u poglavlju o utvrđivanju biološkog identiteta. Ovi relativno novi sustavi pokazuju veću objektivnost, ali su i složeniji od tradicionalnih sustava, primjerice Phenice metode (55, 56).

Druga skupina metoda, koje također služe za prikupljanje podataka, su antropometrijske, odnosno osteometrijske metode. Radi se o kvantitavnoj metodi, koja se temelji na mjerenjima dijelova ljudskog kostura, a mjere se izražavaju u centimetrima i milimetrima, ovisno o području mjerenja (27, 50). Za razliku od antroposkopije ova metoda je objektivna metoda. U radu ovom metodom mjerenja se provode mjernim instrumentima, kao što su kaliper (klizni, šireći), metar, osteometrijska ploča, kutomjer (27). Numerički podaci koji se prikupe ovom metodom, analiziraju se putem unifaktorskih i multifaktorskih statističkih metoda, kao što su diskriminantne funkcijske jednadžbe i regresijska analiza (57). Prvi put su osteometrijske metode primijenjene za izračunavanje visine na temelju dugih kostiju (27), dok se danas koriste i za određivanje spola kao i populacijske pripadnosti (58). Preciznost ovih metoda je veća kad se koristi više parametara, a danas postoje i brojni softverski programi koji na temelju velikog broja unesenih linearnih udaljenosti, kako kranijalnog, tako i postkranijalnog kostura, izračunavaju moguću rasnu i spolnu pripadnost (59).

Prednost osteometrije, osim njene objektivnosti, je i njena cijena. Radi se o jeftinoj metodi koja ne zahtjeva skupu opremu (27, 50), a rezultati se dobiju u kratkom vremenu (60). Današnja klasična forenzičko antropološka analiza temelji se na kombinaciji ovih dviju metoda, antroposkopije i antropometrije, gdje se nedostaci jedne pokušaju nadomjestiti drugom metodom (56 i 60). Uz to, ova metoda je pogodnija za početnike u području forenzičke antropologije.

Kao pomoć u povećanju preciznosti osteometrijskih mjerenja, danas se sve više primjenjuju i digitalne tehnologije, kao što su geometrijska morfometrija i digitalna volumetrijska analiza. Geometrijska morfometrija predstavlja kvantitativnu analizu, a primjer takve metode je 3D digitalizacija. Najčešće se koristi uz pomoć lasera, na više točaka neke površine nekog objekta (primjerice lubanje), kako bi se dobio digitalni trodimenzionalni prikaz. Ova tehnika je korisna u rekonstrukciji dijelova kostura koji nedostaju, odnosno nisu dostupni pregledu. Primjerice, ako desna polovica lubanje nedostaje, onda se mjerenjima na lijevoj može dobiti digitalni prikaz cjelovite lubanje. Utvrđivanje populacijske pripadnosti ovom tehnikom, može se dobiti digitaliziranim prikazom približnog izgleda lica (27, 61).

Digitalna volumetrijska analiza oblika predstavlja kvantitativno morfološki pristup analizi bioloških oblika, koji se temelji na kvantifikaciji oblika, izračunavanjem njihovog volumena, i to onih regija koje su se do sada opisno klasificirale (primjerice kao velike-male, tanke-debele). Pogodna je i za izračunavanje volumena i mekotkivnih struktura koje su ispunjavale koštane šupljine (mozak), kao i volumena samih koštanih šupljina (sinusi) (62).

U posljednja dva desetljeća uslijedila je prava ekspanzija i oduševljenje u stručnim krugovima, ovim metodama. No, vremenom se pokazalo da i nisu pronašle opću primjenu, prvenstveno zbog skupe opreme i kompliciranosti izvođenja, te potreba posebne edukacije, pa se većina forenzičara oslanja uglavnom na klasične metode forenzičke antropologije.

U forenzičkoj antropologiji primjenjuju se i kemijske metode, kojima se utvrđuje sastav pojedinih dijelova kostura, a koje mogu dati korisne podatke o starosti kostiju, odnosno razlučiti je li riječ o recentnim ili pak arheološkim nalazima (10, 27). U tu



svrhu može se određivati razina ugljika (63), razina stroncija (64), ravnoteža odnosa polonija i olova (65). Međutim, ove navedene metode nisu u širokoj upotrebi iz razloga što je riječ o složenim postupcima, koji uz to zahtijevaju i vrijeme i skupu opremu (10, 42).

Jedna od metoda koja se također koristi u svrhu određivanja postmortalnog intervala je luminolska metoda, koja nije skupa, a u nekim slučajevima može dati korisne podatke. Temelji se na reakciji luminola s tragovima krvi (66).

Histološke metode su također u primjeni u forenzičkoj antropologiji. Uz histološki pregled rezova kosti, često se primjenjuje i histološki pregled zubnog tkiva, a radi utvrđivanja demografskih obilježja, primjerice dobi (5, 27). Ova metoda je korisna i slučajevima kada se radi o manjim fragmentima kosti, kada temeljem morfoloških karakteristika forenzičar nije u mogućnosti razlučiti je li riječ o dijelovima ljudskog ili pak životinjskog kostura, a što može razlučiti mikroskopski temeljem veličine osteona i izgleda Haversovog kanala.

U svrhu određivanja postmortalnog intervala, koristi se i elektronska mikroskopija. Ona polazi od činjenice da se skeletizacija pokopanog tijela događa otprilike pet godina od pokopa, a s tim intervalom poklapaju se i histološke promjene kompaktne kosti (67, 68).

U forenzičkoj antropologiji se uvelike koristi i DNA metoda, prvenstveno kao potvrda identifikacije, no isto tako se može koristiti u utvrđivanju podrijetla kosti, odnosno je li riječ o humanim ili pak životinjskim ostatcima, te u određivanju spola. Nedostatak ove metode je njena cijena, a kad se radi o manjim koštanim fragmentima vrlo često se javlja i problem nemogućnosti ekstrakcije DNA (69).

### *Metode za analizu podataka*

Po protokolu forenzičke antropologije, svaki korak u radu ima i svoje specifične metode (70), a pet je osnovnih metoda koje se koristi u analizi dobivenih podataka. To su: matrica odlučivanja, raspon grafikona, indeksi, diskriminantne funkcije i regresijska analiza (27). U ovom dijelu, svaka od metoda će biti ukratko opisana.

Matrice odlučivanja pomažu istraživaču u prosudbi važnosti suprotstavljenih, oprečnih informacija kako bi se došlo do jednostranog zaključka. Primjerice promatrajući morfološke indikatore spola, u nekim slučajevima se na jednom kosturu koji pripada jednoj osobi, mogu naći značajke i muškog i ženskog spola. Najjednostavnija metoda za donijeti konačnu odluku o spolu, između suprotstavljenih informacija, je na temelju odlučujuće matrice, koju je razvio Stewart Pugh (1996. godine), označivši je tablicom odluke. U vrhu tablice navedene su mogućnosti odlučivanja, a u stupcima ispod se unose značajke koje određuju gore navedene opcije. Istraživač provjerava značajke koje se poklapaju s gore navedenim opcijama, označavajući ih, te u konačnici ona opcija koja ima najviše zabilježenih značajki predstavlja i konačnu odluku (27, 51).

Druga metoda, raspon grafikona, uključuje izradu vizualnog prikaza više utvrđenih raspona, a onda se prema vizualnom prikazu utvrdi središnja tendencija. Primjerice, prilikom utvrđivanja dobi, pokazatelji na lubanji mogu ukazivati na jednu, dok pokazatelji na zdjelici mogu upućivati na sasvim drugu dob. Iz tog razloga se i razvila ova metoda, koja će kombinirati ove dvije dobivene, različite informacije, uvrstiti vrijednosti na grafikon iz kojeg će jasno biti vidljivo najveće područje preklapanja i na temelju toga istraživač će i donijeti konačnu odluku (27, 71).

Treća metoda standardiziranja koštanih mjera za dvije dimenzije je metoda indeksa. Indeksi su izrađeni kako bi numerički izrazili oblik strukture. Radi se o jednostavnoj ali

i snažnoj metodi za kvantifikaciju antroposkopskih obilježja. Kad za određeno obilježje postoje dvije mjere (primjerice nosni otvor, dužina i širina), vrijednost jedne podijeli se s vrijednošću druge, pomnoži sa sto, te dobivena vrijednost predstavlja indeks. Koristi se u procjeni spola i pripadnosti populacijskoj skupini (29, 71).

Posljednje dvije metode su praktički preuzete iz statistike (27).

Diskriminantno funkcijske analize, kao i indeksi, su metode za izračunavanje brojčanog prikaza morfološkog obilježja. Za razliku od indeksa, koji se koriste za dvije vrijednosti, diskriminantne funkcije se mogu koristiti za dvije i više mjerenih vrijednosti (72). Najzaslužniji za primjenu ove metode u antropologiji su Eugene Giles i Orville Elliot (1962.).

Oni su, koristeći više različitih mjerenja na lubanji crnaca i bijelaca na području Sjedinjenih Američkih Država, kao i lubanje američkih domorodaca, razvili diskriminantne funkcije za svaku populacijsku skupinu (27). Ove funkcije su i danas u uporabi (51). Osim populacijske pripadnosti diskriminantne funkcije su važne i u utvrđivanju spola, vrjednije su od indeksa, a nedostatak im je populacijska specifičnost (29, 71).

Posljednja metoda je metoda regresijske analize. Ova metoda uključuje predviđanje veličine jedne značajke, na temelju veličine neke druge značajke. Najčešće se koristi u utvrđivanju visine neke osobe, na temelju njenih dugih kostiju. Zbog slučajeva nedostatka dugih kostiju, razvijene su i regresijske analize za neke druge kosti, primjerice za prvu metatarzalnu kost, što je postavio Byers sa suradnicima (27).

## 1.7. Biološki identitet

### *Utvrđivanje podrijetla i postmortalnog intervala koštanih ostataka*

Određivanje biološkog identiteta podrazumijeva procjenu spola, određivanje dobi, procjenu zaživotne tjelesne visine, populacijske pripadnosti, a naknadno i analizu patoloških i traumatskih promjena (4, 10, 27).

Prije utvrđivanja samog biološkog identiteta, potrebno je razlučiti radi li se uopće o ljudskim koštanim ostacima ili je pak riječ o životinjskim kostima, kao i utvrditi koliki je postmortalni interval, odnosno koliko je vremena proteklo od nastupa smrti (5, 10).

Prepoznavanje ljudskih ostataka za iskusnog forenzičkog antropologa uglavnom ne predstavlja problem (67, 73). Problem prepoznavanja obično se javlja kad je riječ o manjim koštanim fragmentima, kao primjerice dijelovima dijafiza dugih kostiju, dijelovima rebara i slično (42). Nekad se ova dvojba može riješiti vrlo jednostavnim načinom, kao primjerice zagrijavanjem kosti. Naime, zagrijavanje kosti dovodi do oslobađanja mirisa specifičnog za pojedinu vrstu (svinja, ovca), pa se na temelju toga vrlo lako zaključi da je riječ o životinjskim koštanim ostacima, koji najčešće predstavljaju ostatke objeda. No, često su pri utvrđivanju podrijetla koštanih ostataka neophodne složenije metode, kao što su radiološke mikroskopske, molekularne i dr. (10).

Kad se utvrdi da je riječ o ljudskim koštanim ostacima, od forenzičkog antropologa se, u pravilu, zahtijeva i utvrđivanje postmortalnog intervala. Ako se radi samo o koštanim ostacima, bez prisustva mekih tkiva, preciznije utvrđivanje postmortalnog intervala je praktički nemoguće. U tom slučaju, forenzički antropolog može samo zaključiti je li riječ o recentnim ili arheološkim ostacima. Podjela u ove dvije skupine je bitna u pravnom kontekstu, a kao granica između ovih skupina uzima se postmortalni interval od oko 70 godina. Smatra se, ako je prošlo manje od 70 godina

od nastupa smrti, te ako je smrt posljedica kaznenog djela, primjerice ubojstva, onda još uvijek postoji mogućnost da je počinitelj kaznenog djela živ, kao i eventualni svjedoci događaja. Prema tome, postoji i mogućnost za pokretanje kaznenog postupka.

Problem u svrstavanju koštanih ostataka u ove dvije skupine je u tome što ne postoji jedinstvena i precizna metoda kojom bi se to moglo izvesti (42). Forenzički antropolozi u rješavanju ovog pitanja posežu za radiološkim, mikroskopskim i različitim kemijskim metodama, koje su već prethodno opisane, koje zahtijevaju vrijeme, a vrlo često je riječ o skupim metodama, jer u svom radu zahtijevaju sofisticiranu opremu (4, 10, 27).

#### *Određivanje biološkog identiteta*

Cilj svake antropološke analize je određivanje biološkog identiteta (74, 75).

Određivanje biološkog identiteta na nekim ljudskim koštanim ostacima uključuje procjenu spola, određivanje dobi, procjenu tjelesne visine i populacijske pripadnosti (10, 42).

Na prvi pogled čini se jednostavno, no nije rijetkost da se pri pregledu kostura pojedini od gore navedenih elemenata ne mogu utvrditi. To se obično događa u slučajevima kada kostur nije cjelovit, a vrlo često su i kosti koje su dostupne analizi znatno oštećene i fragmentirane, kako zbog vanjskih tako i unutarnjih čimbenika (50, 75).

Osim ovih osnovnih odrednica biološkog identiteta koje se utvrđuju analizom koštanih ostataka, forenzički antropolog, tijekom analize, može doći i do drugih značajnih informacija, kao što su primjerice patološka stanja kostura, neke medicinske intervencije na tijelu, što uvelike pridonosi pozitivnom ishodu identifikacije. U nekim

slučajevima moguće je utvrditi i sam uzrok smrti. Informacije koje se prikupe tijekom analize uspoređuju se s antemortalnim podacima, ukoliko takve postoje (5).

### *Određivanje spola*

Spolni dimorfizam predstavlja razlike između muške i ženske vrste, s obzirom na veličinu i oblik tijela, kao i brzinu rasta i razvoja. Rezultat je genetskih i okolišnih čimbenika. Primarne spolne razlike na kosturu počinju se razvijati već *in utero*, no jasno su izražene tek završetkom puberteta (50, 27).

Određivanje spola predstavlja prvi i najvažniji korak u određivanju biološkog identiteta koštanih ostatka, jer će o rezultatima ove analize ovisiti koje metode će se koristiti dalje, prilikom određivanja dobi, visine i populacijske pripadnosti (75). S druge strane ispravno određivanje spola na nekim koštanim ostacima smanjuje broj potencijalnih osoba, za čijim se koštanim ostacima traga, za 50 % (10). Iako se antropološka procjena spola čini jednostavnim zadatkom, velik broj čimbenika utječe na pouzdanost određivanja spola. Među nekoliko najvažnijih čimbenika ubrajaju se: fragmentiranost kosti, dob u trenutku smrti, te varijabilnost ljudskog tijela (50). Ukoliko je analizi dostupan cjelovit kostur, točnost procjene spola iznosi gotovo 100% (73). Zdjelična kost, a potom lubanja pokazuju najveći stupanj spolnog dimorfizma kod ljudi, te ukoliko je analizi dostupna samo zdjelična kost, točnost procjene se kreće do otprilike 90%, a ako je dostupna samo lubanja točnost procjene spola iznosi oko 80% (76). Spolni dimorfizam očituje se na dva načina i to po veličini i po funkcionalnim razlikama u morfologiji. Pri određivanju spola moguće je razlikovati dva pristupa. Prvi se temelji na vizualnom pregledu morfoloških obilježja kostura, s obzirom da se kostur muškarca i žene razlikuje po veličini. Kostu muškarca su dulje, masivnije (robustnije), s jače izraženim mišićnim hvatištima od kostiju žena (29). Razlike u veličini objašnjavaju se činjenicom da rast žena završava prije nego rast muškaraca,

te nije obilježen značajnim skokovima u rastu, kao što je to slučaj kod muškaraca. Ženski kostur zadržava i brojna obilježja dječjeg kostura (77). Osim toga, rast ženskog kostura u pubertetu je obilježen izraženijim endokortikalnim formiranjem kosti, za razliku od muškog koji pokazuje periostalnu apoziciju (78). Drugi način očitovanja spolnog dimorfizma je po funkcionalnim razlikama u morfologiji. Funkcionalne razlike postoje u zdjeličnom obruču, a posljedica su kompromisa koji je kostur žene morao učiniti tijekom evolucije. Naime, zadaća je zdjeličnog obruča da omogući bipedalni hod, prenosi težinu tijela, s kralježnice na kostur noge, služi za hvatište snažnim mišićima, štiti zdjelične organe, a u žena mora i omogućiti prolazak glave djeteta kroz porođajni kanal. Iz tog razloga, zdjelica žene je šira i kraća od zdjelice muškarca, a kanal male zdjelice je u žena širi i ravniji (29, 79, 80).

Drugi pristup utvrđivanju spola jest osteometrijski, a temelji se na statističkoj analizi prethodno izmjerenih dimenzija različitih dijelova kostura, pri čemu se najčešće rabi diskriminantno funkcijska statistička analiza. Velika vrijednost ovog postupka je njegova jednostavnost. Dovoljno je izmjeriti unaprijed definirane parametre i dobivene vrijednosti unijeti u odgovarajuću jednadžbu (29, 74). Međutim, taj pristup ima i dva nedostatka. Prvi je što su neki dijelovi zdjelice relativno krhki, pa stoga brzo propadaju i nisu dostupni analizi. Drugi nedostatak je taj, što se pokazalo, da su diskriminantno funkcijske jednadžbe populacijski specifične. To znači da se formule dobivene za jednu populaciju ne mogu primijeniti na drugu, te bi zbog toga svaka populacija trebala imati svoje specifične standarde (29, 81, 82, 83).

Važno je naglasiti da se spolni dimorfizam u građi kostura, unatoč činjenici da se funkcionalne razlike u morfologiji kostura počinju razvijati još prije rođenja, jasno očituju tek u pubertetu. Zbog tog razloga je točnost određivanja spola na kosturima

djece znatno manja od točnosti određivanja spola na kosturima odraslih osoba, te sam morfološki pristup nije dostatan za procjenu spola (10).

Spolni dimorfizam zdjelice opisan je u poglavlju razvoj i anatomija zdjelične kosti.

### *Spolni dimorfizam lubanje*

Spolne razlike u morfologiji lubanje jasno su izražene pred kraj puberteta, jer mišićna masa koja je u to vrijeme znatnija kod muškaraca, uz mišićni vlak, vodi tome da su mišićna hvatišta na muškoj lubanji jasno naglašenija (10, 30). Tako je kod muškaraca izraženije supraorbitalno područje, glabela, mastoidni nastavci, te nuhalno i malarno područje, u odnosu na žensku lubanju (4, 10, 29, 47, 48). Ovdje treba istaknuti i činjenicu da mišićna hvatišta kod žena, u dobi iznad 55 godina postaju naglašenija, a što onda može utjecati na točnost procjene. Lubanja žena doima se više okruglastom od lubanje muškarca, s obzirom da su kod muškarca više naglašene čeone i tjemene izbočine (46). Profilna linija čela kod žena je okomita, a kod muškaraca je više ukošena. Orbitalne šupljine kod žena su više okrugle, s oštrijim rubovima u odnosu na muškarce, gdje su orbite više četvrtaste i zaobljenih rubova. Jagodične kosti su veće i više izbočene u muškaraca nego u žena (4, 29, 84). Muška donja čeljust je veća i masivnija od ženske, s prominentnom bradom i naglašenim mišićnim hvatištima. Kut koji tvori trup i grana donje čeljusti kod muškaraca je manji od  $125^\circ$ , dok je kod žena veći od navedenog (27, 29, 85, 86). Unatoč navedenim osobitostima na donjoj čeljusti, veliki broj autora smatra da procjena spola na temelju donje čeljusti i nije baš precizna morfološka metoda. Preciznost povećava nazočnost zavoja na stražnjoj strani grane donje čeljusti, koji je prisutan kod muškaraca, a izostaje kod žena (87), no problem je što je riječ o vulnerabilnom dijelu kosti, pa često nedostaje u analiziranim dijelovima.



### *Spolni dimorfizam postkranijalnog kostura*

Spolni dimorfizam postkranijalnog kostura odrasle osobe, manje je izražen od onog na zdjelici i lubanji. Promatrajući postkranijalni kostur, općenito se može reći da su muške kosti šire, dulje i robusnije od ženskih kostiju. Za procjenu spola na postkranijalnom kosturu najčešće se koriste nadlaktična kost (88, 89), bedrena kost (90, 91, 92), goljenična kost (93, 94).

S obzirom na morfologiju općenito se može reći da su duge kosti muškarca veće i masivnije od dugih kosti žena. U procjeni spola, temeljem dugih kostiju, najčešće se koristi osteometrijski pristup, putem diskriminantnih funkcijskih jednadžbi, dok je bedrena kost najčešće korištena kost u tu svrhu. S obzirom na postojanje populacijske specifičnosti, danas postoje diskriminantne funkcije jednadžbe za bedrenu kost, za brojne svjetske populacije, između ostalog i za suvremenu hrvatsku populaciju, a kojom se postiže točnost u procjeni spola do 94,4% (92).

Osim na dugim kostima značajne spolne razlike zabilježene su i na prsnoj kosti i lopatici. Tijelo prsne kosti kod muškaraca dva puta je duže od drška prsne kosti, dok je kod žena taj omjer znatno manji. Radiološkim analizama utvrđeno je da svaka prsna kost kraća od 122 mm pripada ženskoj osobi, a ako je dulja od 173 mm pripada muškoj osobi (95).

Lopatična kost muškarca ima dublji supraskapularni urez od lopatične kosti žene. Uz to, lopatica muškarca je viša od lopatice žene, te se uzima da svaka lopatica viša od 157 cm pripada muškoj osobi (96).

Nedostatak u procjeni spola temeljem ove dvije kosti je njihova krhkost, te su rijetko cjelovite u koštanim nalazima.

### *Određivanje spola na kosturu djeteta*

S obzirom da procjena spola na kosturu djeteta nije predmet ovog istraživanja, samo ćemo se ukratko osvrnuti na razlike u metodologiji.

Budući da morfološke razlike muškog i ženskog kostura kod djece nisu toliko izražene, u procjeni spola primjenjuju se i neke druge metode.

Jedna od tih metoda je usporedba stupnja kalcificiranosti zuba sa stupnjem razvoja postkranijalnog kostura. Ova metoda temelji se na spoznaji da se postkranijalni kostur dječaka razvija nešto sporije od postkranijalnog kostura djevojčica, dok je brzina kalcifikacije zuba gotovo podjednaka. Dakle, doživljena starost procjenjuje se na temelju stupnja dentalnog razvoja, a potom na temelju razvoja kosti, pri čemu se koristi standardima uspostavljenim za dječake. Ukoliko su velika odstupanja između prethodno navedenih procjena, onda je riječ o kosturu djevojčice, a ukoliko su približne onda je riječ o kosturu dječaka.

Točnost procjene spola na temelju lubanje nezrelog kostura, znatno je manja nego na kosturu odraslih osoba, i kreće se ispod 80%. Spolni dimorfizam je prisutan i na nezrelim kosturima, no ne postiže zadovoljavajuću preciznost u forenzičkom smislu. Pronalaskom DNA i primjenom tehnika DNA moguće je riješiti i problem procjene spola, no svakako treba istaknuti da su klasične antropološke metode puno brže i znatno jeftinije (4, 10, 27, 29, 50).

### *Određivanje dobi*

Određivanje dobi, koju je neka osoba doživjela, temelji se na promatranju morfoloških karakteristika analiziranih posmrtnih ostataka, te usporedbi uočenih obilježja s promatranim obilježjima u populaciji poznate dobi. Stupanj do kojeg su razvijeni standardi za procjenu dobi na prethodnim populacijama, mogu se koristiti za

suvremenu populaciju, no dostupne studije upućuju na činjenicu da individualne razlike predstavljaju veći problem od same populacijske specifičnosti. Veliki je broj metoda koje se koriste u procjeni dobi, a da bi se dob ispravno procijenila potrebno je poznavanje kronoloških promjena na kosturu, jer na toj spoznaji se temelji i odabir metode koja će se koristiti. Prije procjene, potrebno je razlučiti je li neki koštani ostaci pripadaju djetetu, mlađoj osobi (juvenilna dob, adolescencija) ili pak odrasloj osobi (27,29).

#### *Metode za procjenu dobi na kosturima djece i adolescenata*

Kad je riječ o kosturu djeteta, ovisno o stupnju razvoja skeleta, dob se može procjenjivati na temelju većeg broja obilježja, no najčešće korišteni parametri su stupanj razvoja zuba i kostura, a ove metode pokazuju veću točnost u procjeni od metoda koje se koriste u procjeni dobi odrasle osobe. Ovi standardi postavljeni su još 1963. godine, analizom kojom je identificirano po nekoliko stupnjeva u procesu stvaranja krune i korijena mliječnih i trajni zuba, s tim da je najmanji raspon varijacija uočen u razvoju zubne krune, a najveći u zatvaranju apeksa na korijenu zuba (5, 10, 29). Dentalna dob koja se utvrđuje na temelju nicanja zuba i stupnju mineralizacije zuba, pokazala se boljom od procjene dobi na temelju kostura, a gdje se promatra pojava osifikacijskih centara, primarnih i sekundarnih, njihova morfologija i veličina, te njihovo zatvaranje, odnosno spajanje (10). Mogući razlog ovoj tvrdnji je taj što su decidualni zubi kao i dio trajnih zuba razvijeni prije rođenja i u zaštićenom okruženju, za razliku od kostura koji je pod značajnim genetičkim utjecajem, a s druge strane kostur je znatno dulje i pod utjecajem okolišnih čimbenika (97). Analizom dentalne mikrostrukture postiže se još i veća preciznost u određivanju dobi, no riječ je o priličnoj skupoj metodi i metodi koja zahtjeva i vrijeme (98).

Za ovo razdoblje života koristi se i metoda procjene dobi na temelju duljine dugih, a katkada i drugih kostiju. No, njen nedostatak je to što brzina rasta ovisi o brojnim čimbenicima koji se razlikuju, ne samo između različitih populacija, nego i unutar jedne te iste populacije. Dimenzije dugih kostiju pokazale su se najkorisnijima kod fetusa i vrlo male djece (29).

Ukoliko je riječ o koštanim ostacima koji pripadaju adolescentu ili pak mlađoj odrasloj osobi u procjeni dobi primjenjuju se drugi standardi, odnosno metode. Ovo razdoblje obilježeno je prestankom rasta u visinu, a što označava početak procesa zatvaranja epifiza dugih kostiju, pa sve do njihovog potpunog zatvaranja (4, 10). Kako se spajanje epifiza u različitim kostima događa u različito vrijeme, stupanj spojenosti epifiza i dijafiza koristan je pokazatelj doživljene starosti, osobito od desete do dvadesete godine života, kada su kronologija zubnog razvoja i duljina dugih kostiju od manje koristi.

Osobito preciznim u procjeni dobi pokazao se sfenookcipitalni šav, koji u 95% osoba srasta u dobi između 18. i 25. godine života, s centralnom tendencijom srastanja oko 22 godine života (48, 50), a što je u dobroj korelaciji s izbijanjem drugog molara (99). Isto tako, zapaženo je da se najkasnije zatvara epifiza na medijalnom kraju ključne kosti, kod većine osoba potpuno je zatvorena oko 30. godine života (100, 101), te na neki način služi kao granica za dvije dobne skupine, odnosno između mladih odraslih i odraslih osoba (10).

#### *Određivanje dobi na kostima odraslih*

S obzirom da je u odrasloj dobi završen koštani rast i razvoj, odnosno sve epifize su zatvorene, te je za određivanje dobi na koštanim ostacima odrasle osobe nužno primijeniti druge metode. Pokazatelji za utvrđivanje dobi, koji se najčešće koriste su

zatvaranje šavova na lubanji, morfologija simfize preponske kosti i morfologija aurikularne plohe bočne kosti (10, 29, 48). Praćenje zatvaranja endokranijskih i ektokranijskih šavova na lubanji nije dalo zadovoljavajuće rezultate u procjeni dobi, unatoč nastojanjima pojedinih istraživača da se originalni model dogradi (84, 102). Šavovi na nepčanoj kosti također se koriste u procjeni dobi, s obzirom da prolaze kronološke promjene. Nepčana kost je, primjerice, do 18. godine života neravna i deblja, s jasno naznačenim svim šavovima. Između 18. i 50. godine života postaje glatkija i tanja, a nakon 50. godine počinje zatvaranje šavova (48).

Jedan od najčešće korištenih indikatora starosti su promjene na simfizama preponske kosti. Metodu je razvio Todd (103) 1920. godine na uzorku od 306 osoba muškog spola, gdje je na temelju morfologije simfize razlikovao deset faza. Meindel i suradnici (104) su 1985. godine testirali navedene metode i utvrdili da metoda daje najtočnije rezultate, ali kao i ostale, do tad primjenjivane, dovodi do podcjenjivanja starosti.

U današnje vrijeme se najčešće koristi metoda koju su razvili Brooks i Suchey (105), promatrajući simfize na velikom broju uzoraka (N=739). Oni razlikuju šest faza u morfologiji pubične simfize, s tim da u svakoj fazi razlikuju rani i kasni stadij, a za svaku fazu odredili su središnju vrijednost i raspon godina. Nedostatak ove metode je što daje velik raspon godina.

Otpribliže u isto vrijeme, Lovejoy i suradnici (106, 107) su utvrdili da se na aurikularnoj plohi bočne kosti pojavljuju pravilne kronološke promjene, a koje omogućuju procjenu dobi. Identificirali su ukupno 8 faza u metamorfozi aurikularne plohe, a koje odgovaraju vremenskim rasponima od pet godina. Prednost ove metode leži u činjenici da je aurikularni dio zdjelične kosti masivniji od simfize pubične kosti, pa

samim time i postojaniji, odnosno dostupniji analizi, a isto tako se metamorfoza aurikularne površine, za razliku od pubične simfize, nastavlja i iza 50. godine života. Iscan i Loth (108, 109) su razvili metodu za procjenjivanje starosti odraslih osoba muškog i ženskog spola na osnovu metamorfoze sternalnih krajeva četvrtog rebra. Identificirali su osam faza i za svaku dali raspon godina. Nedostatak ove metode je taj što je rebro često nedostupno u nekompletnim koštanim ostacima (110), no pokazalo se da se standard razvijen za četvrto rebro može primijeniti i na druga rebra (111).

Osim navedenih metoda postoje i drugi kriteriji koji se mogu koristiti u određivanju dobi, no loša strana istih je manja preciznost u procjeni. Ovi kriteriji se uglavnom koriste u kombinaciji s prethodno navedenim metodama ili pak kad je onemogućeno korištenje tih metoda, zbog nedostatka određenih dijelova kostura.

Degenerativne promjene se u suvremenim populacijama pojavljuju, obično, nakon 45. godine života (10), a moguće je razlikovanje tri stupnja degenerativnih promjena. Prvi stupanj označava pojavu rubnih osteofita. Drugi stupanj prepoznaje poroznost kosti (sitni okruglasti defekti na zglobnoj plohi), dok treći i najteži stupanj se očituje po pojavi eburnirane (izglačane) kosti. Ovaj zadnji stupanj se javlja, u pravilu, nakon 60. godine života.

Ovdje je bitno istaknuti da se ovim metodama dobije koštana dob, a koja se ne mora nužno podudarati s biološkom, kronološkom dobi (29).

### *Određivanje visine*

Određivanje visine neke osobe, na temelju koštanih ostatka, prvenstveno dugih kostiju, jedna je od sastavnica biološkog profila, koja se određuje s najvećom preciznošću (10).

Metode za određivanje visine temelje se na dokazanoj korelaciji između visine i duljine udova.

Prve studije o procjeni visine potječu iz 19. stoljeća, a najznačajnija među njima je svakako Rolletova. Standarde je dobio na način da je mjerio visinu kadavera, a potom dužinu dugih kostiju (112). Forenzička literatura uobičajeno sadrži i standarde za izračunavanje visine, odnosno regresijske jednadžbe za različite duge kosti (50). Preduvjet za preciznu procjenu visine je očuvanost dugih kostiju, a najmanju standardnu pogrešku pokazuju regresijske jednadžbe izračunate na temelju bedrene, a potom goljениčne kosti (10, 27, 29).

Ovdje svakako treba spomenuti genetske čimbenike koji značajno utječu na visinu, pa sukladno tome i znakovite varijacije u visini su prisutne među različitim populacijama, ali i unutar iste populacijske skupine. Idealno bi stoga bilo, kada bi standardi za izračunavanje visine, na temelju dimenzija dugih kostiju, bili specifično izračunati za svaku populaciju. U tom slučaju procjena zaživotne visine bi se mogla odrediti s izrazito velikom preciznošću (5). Osim bedrene kosti, za procjenu visine, mogu poslužiti i druge duge kosti, primjerice lisna i lakatna (113), nadlaktična (114) i palčana i lakatna kost (50). U slučaju nedostatka cjelovitih dugih kostiju, za procjenu visine, danas se koriste i fragmentirane duge kosti (115, 116). Međutim, točnost ovako dobivenih regresijskih jednadžbi je znatno manja (10). Isto tako, za procjenu visine danas su u upotrebi i regresijske jednadžbe za ključnu kost (117), metatarzalne kosti (27), kralješke (118), najčešće drugi vratni kralježak. Regresijske jednadžbe za ove navedene kosti se koriste u odsutnosti dugih kostiju.

Za hrvatsku populaciju postoje regresijske jednadžbe za procjenu visine, koje su postavljene za bedrenu i goljениčnu kost.

Tako primjerice za određivanje visine na temelju bedrene kosti, najveća duljina bedrene kosti, izražena u centimetrima se pomnoži s koeficijentom 3,76, dok za goljениčnu kost, najveća duljina goljениčne kosti, izražena u centimetrima, se pomnoži se s koeficijentom 4,63 (5).

### *Određivanje etničke pripadnosti*

Najteži zadatak koji se postavlja pred forenzičkog osteologa je određivanje populacijske, odnosno etničke pripadnosti (10, 27), a s obzirom da je isti složen, te nije u fokusu ovog istraživanja, ovdje neće biti niti detaljno elaboriran. Većina analiza vezano uz ovu problematiku provedena je na području Sjedinjenih Američkih Država, te se prvenstveno bavi proučavanjem razlika između pripadnika crne i bijele etničke skupine (10). Dodatni problem u određivanju etničke skupine je i postojanje znatnih razlika unutar jedne iste etničke skupine (27). Budući da Hrvatsku, kao turističku i tranzitnu zemlju, godišnje posjete milijuni turista iz različitih dijelova svijeta, za očekivati je da se na njenom teritoriju mogu pronaći i skeletirani ostatci pripadnika različitih etničkih skupina. Osnovne razlike između etničkih skupina uočavaju se na kostima lubanje i na zubima, dok postkranijalni kostur pokazuje znatno manji stupanj populacijske razlike (5, 29).

Prognantizam gornje čeljusti koristan je čimbenik u određivanju osnovne skupine, jer se s najvećom učestalošću sreće kod crne, a najmanje u azijskoj etničkoj skupini. Zatim, nazalni koštani otvor koji je najširi u crnaca, kao i šire tvrdo nepce. Pravokutne orbite su također najviše izražene kod crne rase. Zubna dijastema i sjekutići oblika lopatice karakterističniji su za crnu nego za ostale rase (4, 27).

Metrijski parametri lubanje ali i drugih kostiju, korišteni unutar specifičnog softera, kao npr. Fordisc 3.0, mogu pomoći u određivanju etničke pripadnosti, no standardizirana



je za američke populacijske skupine (119), pa se ne može bezuvjetno primijeniti na europskim populacijama (4).

## **1.8. Razvoj i anatomija zdjelične kosti**

### *Razvoj zdjelične kosti*

Kostur, pa tako i koštani dijelovi zdjelice nastaju diferencijacijom iz mezoderma prolazeći kroz proces osifikacije, od prethodno iz mezenhima nastale hrskavice. Unutar nekoliko tjedana prelaze u blastemično tkivo prehrskavice i hrskavice, a koji u stvari predstavljaju osifikacijske centre. Zdjelična kost (*os coxae*) osificira iz ukupno osam osifikacijskih centara, od toga tri primarna, po jedan za bočnu (*os ilium*), preponsku (*os pubis*) i sjednu kost (*os ischi*) i pet sekundarnih centara (za greben i prednju donju šiljastu izbočinu bočne kosti, hrapavu kvrgu sjedne kosti, simfizu preponske kosti i dno zglobne čašice – acetabuluma) (120, 121). Primarni osifikacijski centri se pojavljuju određenim redoslijedom. Oko osmog i devetog fetalnog tjedna se pojavljuje osifikacijski centar bočne kosti, odmah iznad velikog sjednog ureza. Oko trećeg intrauterinog mjeseca nastaje centar u gornjoj grani sjedne kosti. Između četvrtog i petog intrauterinog mjeseca se pojavljuje centar u gornjoj grani preponske kosti. Osifikacija u bočnoj kosti se odvija po enhondralnom tipu, što znači da bočna kost raste po principu dugih kostiju, dok je osnovni način rasta ostatka zdjeličnog prstena osteoklastično remodeliranje kosti. Epifizni rast odgovoran je za širinu zdjeličnog prstena. U ovom stadiju fetalnog razvoja, svi osifikacijski centri su jasno ocrtni, uključujući aurikularnu hrskavicu, trokraku hrskavicu, smještenu u području spoja bočne, sjedne i preponske kosti, koja je u uskoj vezi s acetabularnom hrskavicom. Do kraja embrionalnog razvoja razvijeni su svi elementi zgloba kuka, pa tako i acetabulum. Acetabulum nastaje spajanjem

bočne, sjedne i preponske hrskavice (120, 122, 123). Dakle, sve tri kosti koje oblikuju zdjeličnu kost razvijaju se zasebno, a pri rođenju su u području acetabuluma odijeljene trokrakom hrskavicom. Jasno su odijeljeni i primarni osifikacijski centri, a greben bočne kosti, dno acetabuluma, hrapava kvrga i donja grana sjedne kosti, te preponska kost su još uvijek hrskavični. U trokrakoj hrskavici dolazi do stvaranja sitnih koščica (*ossa acetabuli*), a kojima započinje spajanje sve tri kosti. (122, 123). Oko sedme, odnosno osme godine života donja grana stidne i sjedne kosti su gotovo srasle. Oko dvanaeste godine života počinje spajanje bočne i preponske kosti, koje završava oko osamnaeste godine života, kad se otprilike spajaju i bočna i preponska kost. Kosti su u potpunosti spojene negdje između 20. i 24. godine života (122). Brojna istraživanja su pokazala da su spolne razlike u građi zdjelične kosti, koja je završila rast, toliko izražene da omogućuju vrlo precizno određivanje spola (27, 50).

### *Anatomija zdjelične kosti*

Zdjelična kost (*os coxae*), uz križnu (*os sacrum*) i trtičnu kost (*os coccygis*) čini masivan koštani obroč, odnosno zdjelicu. Riječ je o parnoj kosti, koja je široka, masivna i nepravilno zavijena. Kao što je već prethodno spomenuto, zdjelična kost se sastoji iz tri kosti i to crijevne (*os ilium*), sjedne (*os ischii*) i stidne kosti (*os pubis*).

Bočna kost je lepezasta koštana ploča, a naziv je dobila i po funkciji, odnosno na neki način predstavlja bočnu potporu, osobito gornjem dijelu tijela, a čini i prednji i postranični zid zdjelice. Sastoji se od trupa i krila bočne kosti (124, 125, 126, 127). Trup je smješten u acetabulumu, a krilo se širi prema gore i lateralno. Granicu ova dva područja čini lučni greben (*linea arcuata*). Tijelo bočne kosti ulazi u sastav zglobne čašice (*acetabulum*), odnosno vanjski dio tijela je dijelom zglobni, dijelom ne-

zglobni, dok unutarnji dio tijela bočne kosti je dio zida male zdjelice, te služi kao hvatište mišića.

Krilo bočne kosti je široki dio koji čini lateralnu granicu velike zdjelice. Na njemu se razlikuju dvije plohe (vanjska i unutarnja) i dva ruba (prednji stražnji).

Unutarnja strana krila bočne kosti je zaobljena i udubljena (*fossa iliaca*), a u donjem dijelu je od ostalih dijelova omeđena lučnim grebenom, gore bočnim grebenom, a sprijeda i straga rubovima. Na stražnjem dijelu udubine nalazi se zglobna ploština, koja izgledom podsjeća na ušnu školjku (*facies auricularis*), a uzglobljuje se s križnom kosti. Ova zglobna ploština, sprijeda i dolje je omeđena plitkim žlijebom (*sulcus preauricularis*), a iza zglobne ploštine nalazi se hrapavost (*tuberositas iliaca*, *facies retroauricularis*), gdje se hvataju ligamenti koji učvršćuju navedeni zglob.

Vanjska strana bočne kosti je nepravilna i hrapava, kao posljedica vlaka mišića koji se tu hvataju. Na njoj se razlikuju tri pruge, prednja, stražnja i donja (*linea glutea anterior, posterior, inferior*). Prednja pruga počinje kod bočnog grebena i spušta se dolje i straga, te završava kod gornjeg dijela velikog sjednog ureza. Stražnja pruga, koja je najkraća, nalazi se blizu stražnjeg kraja krila bočne kosti. Donja pruga počinje na uvučenom dijelu prednjeg ruba bočne kosti i završava blizu središnjeg dijela velikog sjednog ureza.

Gornji rub krila bočne kosti naziva se bočni greben (*crista iliaca*) koji je zavijen u obliku slova S. Na grebenu se razlikuju tri koštane pruge, a koje predstavljaju hvatišta trbušnih mišića. Navedeni greben na prednjoj strani (rubu) završava izbočinom (*spina iliaca anterior superior*). Ispod nje nalazi se uvučeni prednji rub bočne kosti, koji također završava izbočinom (*spina iliaca anterior inferior*). Straga na bočnoj kosti greben završava također sa dvije šiljate izbočine (*spina iliaca posterior superior* i

spina iliaca posterior inferior), odvojene udubinom. Stražnji kraj krila bočne kosti je kraći od prednjeg (124, 125, 126, 127, 128).

Preponsku kost, smještenu ispod i medijalno od acetabuluma, tvore trup (corpus ossis pubis) te gornja i donja grana (ramus superior ossis pubis, ramus inferior ossis pubis). Vanjski dio trupa tvori prednji dio acetabuluma i to njegovu 1/5, a njegov unutarnji dio čini dio zida male zdjelice. Prema naprijed i medijalno trup se nastavlja u gornju granu (ramus superior ossis pubis). Na medijalnom dijelu gornje grane, koji je kvadratnog oblika mogu se razlikovati dvije plohe i tri ruba. Prednja ploha je gruba i hrapava, zbog vlakna mišića, dok je stražnja ploha glatka. Duž cijelog gornjeg ruba gornje grane pruža se greben (pecten ossis pubis), koji sprijeda završava preponskom kvržicom, a prema acetabulumu smještena je izbočina (eminentia iliopubica). Medijalni rub preponske kosti čini zglobna ploha (facies symphysealis) za zglob sa preponskom kosti suprotne strane. Ova ploha je ovalnog izgleda, a oblikuje ju osam ili devet transverzalnih grebena, koji su međusobno odijeljeni žljebovima (124, 125, 126, 127). Ovaj dio preponske kosti ima veliku važnost u procjeni dobi (27, 50)

Gornja grana preponske kosti, prema dolje i lateralno prelazi u donju granu preponske kosti.

Donja grana preponske kosti tanka je i zavijena, postaje nešto šira u svom silaznom dijelu, te se spaja sa donjom granom sjedne kosti. Ima dvije plohe (prednja i stražnja) i dva ruba (medijalni i lateralni). Prednja ploha je hrapava, stražnja glatka, a medijalni rub deblji od lateralnog (124, 125).

Preponska kost izražava jak spolni dimorfizam, no problem predstavlja njena krhkost, te je na koštanim ostacima pri analizi fragmentirana ili pak u cijelosti nedostaje (27, 50).

Sjedna kost (os ischii) čini donji i stražnji dio zdjelične kosti. Smještena je ispod acetabuluma i sastoji se od trupa (corpus ossis ischii) i dvije grane, gornja (ramus superior ossis ischii) i donja (ramus inferior ossis ischii). Vanjska strana trupa sjedne kosti čini stražnji dio acetabuluma i straga se nastavlja u šiljasti izdanak (spina ischiadica), koji razdvaja gornji veliki sjedni urez (incisura ischiadica major) i donji mali sjedni urez (incisura ischiadica minor). Unutarnja strana trupa čini zid male zdjelice. Gornja grana izlazi iz stražnjeg dijela trupa sjedne kosti, a na njoj se mogu razlikovati tri plohe, i to unutarnja, vanjska i stražnja. Stražnju, koja je hrapava čini sjedna izbočina (tuber ischiadicum), a obavijena je mišićima i masnim tkivom. Donja grana sjedne kosti je tanki, zavijeni dio sjedne kosti, a izlazi iz gornje grane, povezuje sjednu kost s preponskom kosti. Kod odraslih ovaj se spoj vidi kao uzdignuta linija. Na donjoj grani mogu se razlikovati dvije površine (vanjska i unutarnja) i dva ruba (medijalni i lateralni) (124, 126, 127).

Sjedna kost je dio zdjelične kosti koji pokazuje znatno manji spolni dimorfizam od preponske kosti (27).

Zglobna čašica (acetabulum) se nalazi na vanjskoj strani zdjelične kosti, a oblika je izdubljene polukugle, u koju sjeda glava bedrene kosti. Usmjerena je dolje, lateralno i naprijed. Medijalni dio acetabuluma pripada preponskoj kosti, gornji dio bočnoj, a donji i lateralni dio čini sjedna kost. U središnjem dijelu acetabuluma nalazi se hrapava udubina (fossa acetabuli). Ovu udubinu okružuje polumjesečasta zglobna

ploština (facies lunata). Rub zglobne udubine je masivan, te poput grebena oblikuje krov acetabuluma. Donji dio tog ruba, na granici između sjedne i preponske kosti, je prekinut urezom (incizura acetabuli) (124, 126, 127, 128). Zbog svoje masivnosti acetabulum u koštanim ostacima ostaje dugo sačuvan, neoštećen, pa je najčešće i dostupan antropološkoj analizi (27, 30, 50).

Pojedini dijelovi zdjelične kosti razlikuju se i u samoj građi. Tako su deblji dijelovi kosti građeni od spongiozne kosti, koja je zatvorena između dva sloja kompaktne kosti. Tanji dijelovi kao npr. dno acetabuluma i središnji dio udubine na bočnoj kosti su semitransparentni, sastavljeni uglavnom od kompaktne kosti. (124, 125). Kompaktna kost, promatrana golim okom, sastoji se od homogenog područja bez šupljina, a spongiozna kost građena je od područja s brojnim međusobno povezanim šupljinama. Histološki kompaktna kost se sastoji od lamena, u kojima su kolagena vlakna pravilno koncentrično raspoređene oko kanala, unutar kojih su krvne žile, živci i rahlo vezivo, tako čineći Haversov sustav ili osteon. S obzirom da se gredice u spužvastoj kosti prehranjuju difuzijom iz okolnih kapilara, razumljivo je onda da tih sustava niti nema u gredicama spužvaste kosti (129).

### *Spolni dimorfizam zdjelične kosti*

Kao što je već navedeno zdjelična kost je dio kostura koji pokazuje najveći stupanj spolnog dimorfizma, prvenstveno zbog razlika u funkciji zdjelice, s obzirom da ženska zdjelica čini dio porođajnog kanala. Iz tog razloga ženska zdjelica je u odnosu na mušku, kraća i šira, dok je muška uža, no masivnija i teža (4, 10, 27).

Preponska kost je dio zdjelične kosti koji pokazuje najveći stupanj razlike između muške i ženske zdjelice. Preciznost procjene spola na temelju preponske kosti je oko 95%. No, kako se radi o dijelu zdjelice koji je građen od spongiozne kosti obložene

tankim slojem kompaktne kosti, najčešće je nedostupan analizi ili je pak znatno oštećen (50). Zbog veće širine ženske zdjelice, preponska kost je u žena znatno duža nego u muškaraca (73). Tijelo preponske kosti u žena je više pravokutnog, a u muškaraca više trokutastog oblika (27). Postoje još tri bitna elementa, koja je opisao Phenice (55, 130), a po kojima se razlikuju preponske kosti muškarca i žene. To su ventralni greben, subpubični konkavitet i izgled medijalnog dijela ishiopubičnog ramusa. Ventralni greben je izbočina trokutastog oblika, koja započinje na otprilike polovini tijela preponske kosti i spušta se prema inferiorno i posteriorno. U muškaraca se može vidjeti tanka uzdignuta linija na ventralnoj strani preponske kosti, ali donji rub te linije nije nikad odvojen od simfize, kao što je to u žena.

Subpubični konkavitet je udubljenje na medijalnom rubu ishiopubičnog ramusa, koje se nalazi neposredno ispod simfize. U žena je taj konkavitet jasno izražen, dok u muškaraca nedostaje, ili je vrlo slabo izražen. Subpubični kut, što ga tvore preponske kosti spojene simfizom kod muškaraca ima oblik slova V, a u žena oblik slova U (27,50). Ishiopubični ramus, odnosno njegov medijalni rub, je kod muškaraca plosnat i širok, a u žena je znatno tanji.

Phenice (55, 130) je, promatrajući ova tri navedena morfološka elementa preponske kosti, zaključio da daju točnost u procjeni spola od oko 95 %. No, kasnijim istraživanjima na drugim populacijama pokazalo se da je točnost znatno ispod navedenih 95%, u nekim populacijama tek oko 69% (131, 132).

Obturatorni otvor, kojeg s medijalne strane omeđuju gornja i donja grana preponske kosti, u žena je više trokutastog, a u muškaraca više četvrtastog oblika (10, 48).

Uz morfološke karakteristike preponske kosti, vrlo često se, u procjeni spola, koriste i metrijske metode, a od njih najčešće ishiopubični indeks (koji se dobije tako što se pubična duljina pomnoži sa brojem sto i potom podijeli sa sjednom duljinom). Indeks

manji od 90 upućuje da je riječ o muškoj zdjeličnoj kosti, a veći od te vrijednosti karakterističan je za žensku zdjeličnu kost (27, 50).

Na sjednoj kosti, za procjenu spola najčešće se promatra veliki sjedni urez, odnosno njegova veličina i oblik.

Veliki sjedni urez (*incisura ischiadica major*) je u žena širi i plići nego u muškaraca i tvori kut od 60°, a kod muškaraca taj je kut znatno manji (27, 29, 50). Vrlo često se za procjenu spola koristi i Bouchner-ov indeks (širina velikog sjednog ureza x 100/ dubina), iako je riječ o populacijski specifičnom indeksu, te se uzima ako je vrijednost indeksa veća od 5 onda je riječ o ženskoj zdjeličnoj kosti, a ako je manji 5 radi se o muškoj zdjeličnoj kosti. Točnost u procjeni spola na temelju indeksa je nešto veća od procjene na temelju morfoloških obilježja velikog sjednog ureza gdje iznosi oko 75% (27, 50, 130).

Razlike na bočnoj kosti očituju se i na aurikularnoj zglobnoj plohi. U forenzičko antropološkoj literaturi se opisuje da je aurikularna zglobna ploha muške zdjelice veća u odnosu na žensku zglobnu plohu, te da je kod žena više uzdignuta od okolne kosti, dok je kod muškaraca u ravnini s okolnom kosti (133).

Nadalje, razlika između muške i ženske zdjelice očituje se i u postojanju prednjeg aurikularnog žlijeba. Ovaj žlijeb proteže se uz donji dio prednjeg ruba aurikularne plohe. Ima oblik tankog utora širokog 1-5 mm, a naglašen je na zdjeličnoj kosti žene, dok je neznatan ili izostaje na zdjeličnoj kosti muškarca (10, 27, 50). Radi se o mjestu gdje se veže prednji sakroilijakalni ligament (126). Ranije se smatralo da nastaje kao posljedica porođaja, odnosno kao posljedica natezanja ligamenata pri porodu (134), no ova pretpostavka je naknadno opovrgnuta, s obzirom da se viđa i kod nerotkinja (10), a posljedica je jačeg remodeliranja kosti u žena (135, 136).



Spolne razlike vidljive su i na acetabuluma, koji je veći i masivniji u muškaraca, za razliku od žena, a pokazalo se da i morfometrijskim mjerenjima različitih promjera, postiže preciznost do 95% (137, 138). Vrlo često se u procjeni spola koristi i indeks; veliki sjedni urez/acetabulum (139).

Sjedna kost je dio zdjelične kosti, koji pokazuje najmanji spolni dimorfizam, jedini element koji može poslužiti za spolnu diskriminaciju na sjednoj kosti je sjedno-čashični žlijeb (sulcus tuberoglenoidalis), koji je izražen u muškaraca (10). S druge strane, postoje i autori koji visinu sjedne kosti drže dobrim parametrom u procjeni spola, smatrajući da ukupnoj visini zdjelične kosti veći doprinos daje sjedna od bočne kosti (140).

Najčešće promatrane morfološke razlike na zdjeličnoj kosti prikazane su u Tablici 1.

**Tablica 1.** Morfološke razlike zdjelične kosti

<b>Osobina</b>	<b>Muškarci</b>	<b>Žene</b>
Veličina	veća, teža, masivnija	šira, manje masivna
Hrapavost	više izražena	manje izražena
Acetabulum	veći, masivniji, usmjeren lateralno	manji, gracilniji, usmjeren anterolateralno
Sjedni urez	uži, kut otprilike 30°	širi, kut otprilike 60°
Aurikularna ploha	veća, u ravnini s okolnom kosti	manja, izdignuta od okolne kosti
Preaurikularni žlijeb	rijetko prisutan	uglavnom prisutan
Ventralni luk	odsutan	prisutan
Subpubično udubljenje	odsutno/prisutno i vrlo malo	prisutno i jasno vidljivo
Subpubični kut	oštar	tup
Ishipubični ramus	ravan i širok	uži, često uz vidljiv greben
Obturatorni otvor	velik, četvrtast	mali, trokutast

## 1.9. Pregled dosadašnjih istraživanja

S obzirom na činjenicu da je procjena spola na temelju morfoloških značajki kostura dosta subjektivna, kvalitativna metoda, razumljiva su i nastojanja istraživača da se ova metoda upotpuni i objektivnom, kvantitativnom metodom, a sve u svrhu povećanja točnosti u procjeni spola. U tu svrhu najčešće su korištene osteometrijske metode mjerenja morfoloških značajki kostura, dok u obradi izmjerenih parametara se najčešće koriste diskriminantne funkcijske jednadžbe (27, 29, 50). Do danas u svijetu, na spolni dimorfizam, testirane su gotovo sve kosti na kojima se provode standardna antropološka mjerenja: lubanja (141, 142, 143), postkranijalni kostur, i to prsna kost (95), bedrena kost (92, 90, 144, 145), goljenična kost (93, 94), nadlaktična kost (146, 147), palčana (148) i lakatna kost (148, 149), karpalne kosti (150), patela (151), gležnjska kost (152), te petna kost (153).

S obzirom da je zdjelica kost dio ljudskog kostura koji pokazuje najveći spolni dimorfizam, onda i ne čudi spoznaja da je upravo najveći broj osteometrijskih istraživanja proveden upravo na zdjelici (4, 10, 27, 29, 50). Općenito, pouzdanost procjene spola temeljem mjerenja na zdjelici, kreće se oko 90%, no taj postotak preciznosti uvelike se mijenja s obzirom na mjerene parametre. Primjerice, ako su mjerenja ograničena samo na bočnu kost, točnost procjene spola, ovisno o populaciji uvelike varira, od oko 56% (58), pa do 81%, primjerice u meksičkoj populaciji (138).

U nastavku će biti iznesen pregled najznačajnijih istraživanja temeljenih na mjerenjima zdjelica, a u svrhu procjene spola, koja se donekle preklapaju s našim istraživanjem.

Ibraheim i Ghanem (154) istraživanje su obavili na 14 muških i 14 ženskih zdjelicih kostiju, na kojima su mjerili ukupno 15 varijabli (ukupnu visinu i širinu zdjelice kosti,

najveću širinu prednje granice zdjelice, udaljenost od prednje gornje izbočine bočne kosti do preponske kvržice, najveću prednju širinu velikog sjednog ureza, najveću dubinu velikog sjednog ureza, udaljenost od prednje donje izbočine bočne kosti do bočno-pubične eminencije, udaljenost od prednje donje izbočine bočne kosti do pubične kvržice, udaljenost između dvije prednje izbočine bočne kosti, udaljenost od prednje gore izbočine do simfizne površine i dubinu prednje granice.

Sve mjerene varijable pokazale su statistički značajnu razliku među spolovima, no tek četiri od navedenih petnaest varijabli (udaljenost od prednje donje izbočine do bočno-pubične eminencije i do pubične kvržice, dubina prednje granice, te indeks duljine prednje granice prema ukupnoj visini zdjelice) su pokazale i značajnu spolnu diskriminaciju, a koja se u praksi može koristiti u procjeni spola.

Steyn i Iscan (155) su proveli istraživanje na koštanim ostacima suvremene grčke populacije, na uzorcima 97 muških i 95 ženskih zdjelica, a mjerenja su obavili, kako na uzglobljenoj zdjelici tako i na izoliranoj zdjeličnoj i križnoj kosti. Mjerali su ukupno petnaest varijabli, od toga na izoliranoj zdjeličnoj kosti njih devet (pubičnu duljinu, visinu simfize, duljinu i širinu sjedne kosti, duljinu između sjedne kvrge i acetabuluma, najveću visinu zdjelične kosti, širinu i dubinu velikog sjednog ureza i promjer acetabuluma). Mjerenja na uzglobljenoj zdjelici su dala znatno lošije rezultate od mjerenja na izoliranoj zdjeličnoj kosti. Kao najbolja pojedinačna varijabla pokazao se acetabulum, s preciznošću u procjeni spola od 84%, dok su znatno lošije rezultate pokazale varijable mjerene na bočnoj kosti (visina bočne kosti 73%) i velikom sjednom urezu (širina 65 %).

Talijanski istraživači na čelu s Benazzim (137) objavili su rezultate svoje studije koja se temelji samo na mjerenjima acetabuluma. Istraživanje je provedeno na 83 zdjelične kosti. Mjerenja su vršena na digitalnim fotografija acetabuluma, uz tehničku

pomoć softvera za crtanje, a uz pomoć kojeg je izrađena rešetka analognih dimenzija, koja je služila za superimpoziciju svake digitalne fotografije, uz ocrtavanje rubova acetabuluma.

Mjerenjem ukupno četiri varijable acetabuluma (uključujući i opseg) postavili su diskriminantnu funkcijsku jednadžbu, kojom su postigli točnost u procjeni spola od gotovo 96%. Ono što je zanimljivo u ovom istraživanju da su mjerenjem samo jedne varijable (razlika između najvećeg i najmanjeg profila acetabuluma) dosegli gotovo jednaku točnost (95,2 %), kao i korištenjem diskriminatne funkcijske jednadžbe.

Grupa meksičkih istraživača na čelu koje je bio Gomez-Valdes (138), objavila je rezultate istraživanja, temeljenog na mjerenjima zdjelice kod suvremene meksičke populaciju. Istraživanje su obavili na ukupno 146 zdjelica (61 ženska i 85 muških). Mjerili su ukupno 24 varijable, od toga njih devet na zdjeličnoj kosti (najveća visina i širina zdjelične kosti, najmanja pubična širina, udaljenost između prednje donje izbočine bočne kosti i najdublje točke velikog sjednog ureza, promjer acetabuluma i poprečni promjer acetabuluma, te duljine pubične, sjedne i bočne kosti.

Sva mjerenja su pokazala značajne statističke razlike, i sve mjere izuzev duljine pubične kosti, bile su veće na muškoj zdjeličnoj kosti. Od mjerenih varijabli najveći spolni dimorfizam su pokazali poprečni promjer acetabuluma (85%) i ukupna visina zdjelične kosti (81%), dok primjerice širina križne kosti uopće nije pokazala razlike među spolovima. Preciznost procjene spola temeljem uključivanja varijabli s najvećim strukturama matriksa dosegla je točnost u procjeni spola od 99,1%.

U svrhu procjene spola, uz već prethodno spomenutu bočnu kost, u većem broju populacija analizirani su i veliki sjedni urez, te križna kost. Rezultati procjene spola temeljem ovih mjerenja uvelike variraju. Tako primjerice diskriminantna funkcija za križnu kost kod američkih bijelaca daje točnost od jedva 58% (156), dok kod američki

crnaca postiže točnost u procjeni spola do 90% (157). Slično tome, veliku varijabilnost u točnosti procjene spola, pokazuje i veliki sjedni urez (82, 83, 140 158). U svim prethodno navedenim istraživanjima istaknuta je nužnost postojanja populacijski specifičnih diskriminantnih funkcijskih jednadžbi. Međutim, postoji i manji broj istraživača u ovom području, koji smatraju da je populacijska specifičnost diskriminantnih funkcija pre naglašena.

Svojim istraživanjem Steyn i Patriquin (159) dovode u upitnost populacijsku specifičnost diskriminantnih funkcija. Mjerenja su obavili na zdjeličnim kostima, tri različite populacijske skupine: Grka s područja Krete (193 uzorka), južnoafričkih bijelaca (200 uzoraka) i južnoafričkih crnaca (199 uzoraka). Mjereno je ukupno sedam varijabli za svaku populacijsku skupinu (pubična i sjedna duljina, najveća visina zdjelične kosti, širina bočne kosti, širina i dubina sjednog ureza, promjer acetabuluma). Diskriminantne funkcije su izrađene za svaku populacijsku skupinu pojedinačno, a potom i jedinstvena, kombinirana za sve tri populacijske skupine. Rezultatima ukazuju da populacijska specifičnost u ovom slučaju i nije bitno naglašena. Primjenom kombinirane, zajedničke diskriminantne funkcije preciznost procjene spola iznosi 93%. Pojedinačne funkcije za svaku od navedenih populaciju pokazuju tek nešto veću preciznost, koja iznosi 95%.

Macaluso (160) u svojoj studiji je razvio diskriminantne funkcije za spol, na temelju mjerenja koja je proveo na acetabulumima, koštanih ostataka iz Nacionalnog muzeja za prirodnu povijest u Parizu. U svom istraživanju mjerenja je obavio na 82 zdjelične kosti (46 muških i 36 ženskih). Mjerio je acetabularni promjer, od gornjeg ruba acetabuluma na mjestu gdje se sječe s prednjim granicom bočne kosti do najudaljenije točke donjeg ruba acetabuluma. Na temelju dobivenih rezultata točnost procjene za ženski spol iznosila je 88,9%, dok je za muški spol bila nešto niža, oko

83%. Nadalje, u svom istraživanju je primijenio kombiniranu diskriminantnu funkciju gore, prethodno spomenutih autora kojom je procjenu spola na ženskoj zdjelčnoj kosti obavio s točnošću od 80,6%, a na muškoj s točnošću od 87%.

U Hrvatskoj populaciji je do danas provedeno nekoliko osteometrijskih istraživanja. Postoji nekoliko radova u kojima se primjenjuju diskriminantne funkcijske jednadžbe za procjenu spola, iz osteoloških mjerenja bedrenih i goljeničnih kostiju (srednjovjekovna i suvremena populacija) (93, 92, 161, 162), nadlaktičnih kostiju (163), te donje čeljusti (srednjovjekovni i novovjekovni uzorak) (164).

Zdjelčna kost u hrvatskoj populaciji do sada nije bila predmet istraživanja, niti na arheološkim kosturima, niti u suvremenoj populaciji. Isto tako, pregledom dostupne literature, proizlazi da do sada nisu postavljene diskriminantne funkcijske jednadžbe za spol, temeljene mjerenjima aurikularne i retroaurikularne plohe, te izvedenom kombinacijom mjerenja ovih područja. Uzimajući u obzir morfološke značajke navedenih područja, a koje se uzimaju u obzir i doprinose morfološkoj procjeni spola, za pretpostaviti je da će i u osteometrijskom smislu dati zadovoljavajuće rezultate. Dakle, ovim istraživanjem obuhvaćen je acetabulum, i stražnji segment zdjelice, dok je prednji segment (preponska kost) izostavljen, prvenstveno zbog njegove krhkosti (4, 10, 29, 50, 130). Promatranje ovih, ograničenih područja, zdjelice omogućit će izradu diskriminantnih funkcijskih jednadžbi, koje će biti primjenjive i na fragmentiranim ljudskim koštanim ostacima, pri tom se vodeći antropološkim imperativom da u raznim geografskim regija postoje i standardi primjenjivi na lokalnu populaciju (165).

## **2.0. HIPOTEZA**

Vrijednosti varijabli dobivene mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti pokazat će statistički značajne razlike između spolova.

### **3.0. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Opći cilj ovog istraživanja je postaviti diskriminantne funkcijske jednadžbe za određivanje spola na temelju osteometrijskog mjerenja acetabuluma, aurikularne i retroaurikularne plohe, na koštanim ostacima žrtava Domovinskog rata, a koji su reprezentativni i za suvremenu hrvatsku populaciju.

Ovo smo postigli ostvarivanjem sljedećih specifičnih ciljeva:

1. mjerenjem acetabularnog i poprečnog acetabularnog promjera
2. mjerenjem poprečnog i središnjeg promjera aurikularne plohe, te mjerenjem duljine aurikularne plohe
3. mjerenjem okomitog i poprečnog promjera retroaurikularne plohe
4. mjerenjem aurikularno spinozne i sjedne aurikularno-retroaurikularne duljine



#### 4.0. MATERIJAL I ISPITANICI

Istraživanjem su obrađeni koštani ostatci žrtava Domovinskog rata (1991.-1995.), koji su na Zavodu za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prošli proces identifikacije. Pozitivna identifikacija je postignuta kombinacijom različitih metoda i postupaka, kao što su antropološka analiza, zubni kartoni, antemortalne radiološke snimke različitih dijelova kostura, te u konačnici DNA analiza. Istraživanje je provedeno u osteološkoj dvorani Zavoda za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Mjerenja su provođena u razdoblju od 2014. do 2017. godine. Jedan dio koštanih ostataka, na kojima je vršeno mjerenje, već je prethodno bio pohranjen na Zavodu za sudsku medicinu, dok je jedan dio pristigao naknadnim ekshumacijama. Naknadno pristigli koštani ostaci uključeni su u istraživanje nakon forenzičko-antropološke obrade i nakon provedene DNA analize. U ovo istraživanje su bili uključeni koštani ostaci stotinu muškaraca i stotinu žena. Koštani ostaci obuhvaćeni ovim istraživanjem, na Zavod za sudsku medicinu, pristigli su iz ukupno osam hrvatskih županija, od toga tri priobalne županije i pet kontinentalnih županija (Slika 1. prikazuje hrvatske županije iz kojih su pristigli koštani ostaci žrtava, uključeni u ovo istraživanje).

S obzirom na prethodno obavljenu forenzičko antropološku analizu kostura, kao i s obzirom na rezultate konačnih identifikacija, prosječna dob na cjelokupnom uzorku (N = 200) iznosila je 51 godinu. Prosječna dob za muškarce (N = 100) je bila 45.3 godina, s rasponom od 20-76 godina, dok je prosječna dob za žene (N = 100) iznosila 57.1 godina, s rasponom 34-80 godina. U mjerenom uzorku su bile zastupljene sve socioekonomske kategorije, kao i uzorci i kontinentalne i priobalne hrvatske populacije.

Mjerenja su provedena na izoliranoj (izglobljenoj) zdjeličnoj kosti i to na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi, a mjereno je ukupno devet varijabli (parametara). U ukupnom uzorku, mjerenje je obavljeno na 96 lijevih zdjeličnih kostiju (48 muških i 48 ženskih) i na 104 desne zdjelične kosti (52 muške i 52 ženske).

Prilikom provedbe mjerenja iz istraživanja su eliminirane zdjelične kosti koje su pokazivale degenerativne promjene, izražene u teškom stupnju, a isti postupak je primijenjen i na zdjelične kosti koje su pokazivale jasne znakove patoloških procesa (osteoartritis, reumatoidni artritis, ankilozantni spodilitis). Isto tako u ovo istraživanje nisu bile uključene zdjelične kosti koje su pokazivale i najmanja oštećenja u mjerenim područjima, bilo da je riječ o perimortalnim ili pak postmortalnim oštećenjima.

Zdjelične kosti koje su sadržavale meka tkiva, primjerice uslijed procesa saponifikacije, prije mjerenja su bile očišćene i podvrgnute pranju, kako navedeni ostaci ne bi remetili točnost mjerenja.

**Slika 1.** Županije iz kojih su pristigli koštani ostaci korišteni u analizi.

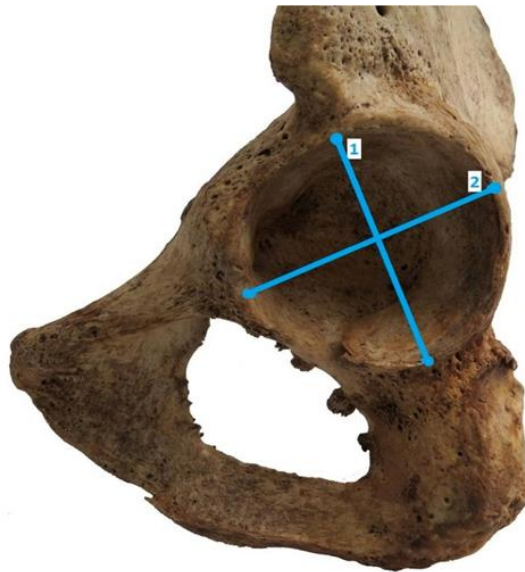


Na promatranom uzorku su provedena sljedeća mjerenja:

U području acetabuluma mjerene su dvije varijable, i to:

1. Najveći promjer acetabuluma, mjenen u superiorno-inferiornom smjeru, a mjera je uzeta kao promjer u smjeru pravca koji ide kroz osovinu tijela sjedne kosti i označen je kao acetabularni promjer, AD (acetabular diameter) (166).
2. Najveći promjer acetabuluma koji ide u smjeru pubične eminencije na suprotni acetabularni rub. Ovaj promjer označen je kao poprečni acetabularni promjer, TAD (transversal acetabular diameter) (167). Način mjerenja ova dva promjera prikazan je na Slici 2. Oba navedena promjera su mjerena uz pomoć kliznog kalipera.

**Slika 2.** Varijable mjerene na acetabulumu (1. AD, 2. TAD)



Na aurikularnoj plohi mjerene su ukupno tri varijable, i to:

1. Duljina koji ide od najviše do najniže točke aurikularne plohe dok se zdjelična kost nalazi u anatomskom položaju, a označena je kao duljina aurikularne plohe, VASD (vertical auricular surface distance). Mjerenje je vršeno uz pomoć kliznog kalipera.

2. Promjer koji spaja točke najvećeg konveksiteta i konkaviteta aurikularne plohe, označen kao poprečni promjer aurikularne plohe, T ASD (transversal auricular surface diameter). Mjerenje je vršeno uz pomoć kliznog kalipera.

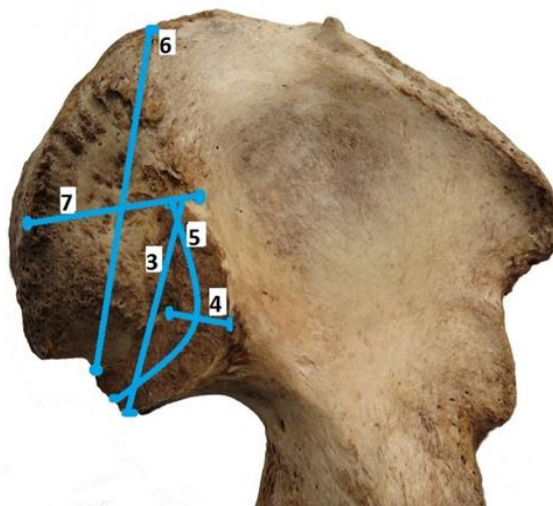
3. Promjer koji ide središtem aurikularne plohe, od njenog vrha do dna, koji je označen kao središnji promjer aurikularne plohe, CASD (central auricular surface diameter). Ova varijabla je mjerna uz pomoć fleksibilnog metra.

Na retroaurikularnoj plohi mjerene su dvije varijable, i to:

1. Promjer koji ide od najviše do najniže točke retroaurikularne plohe, označen kao okomiti promjer retroaurikularne plohe, VRASD (vertical retroauricular surface diameter).

2. Promjer koji ide od najmedijalnije do najlateralnije točke retroaurikularne plohe, označen kao poprečni promjer retroaurikularne plohe, TRASD (transversal retroauricular surface diameter). Način mjerenja varijabli na aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi prikazan je na Slici 3. Obje navedene varijable su mjerene uz pomoć kliznog kalipera.

**Slika 3.** Varijable mjerene na aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi (3. VASD, 4. T ASD, 5. CASD, 6. VRASD, 7. TRASD)

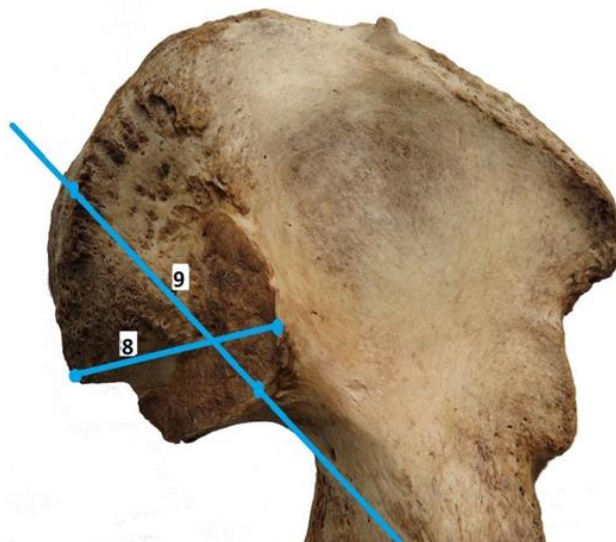


Provedena su i dva mjerenja koja su istodobno obuhvatila i aurikularnu i retroaurikularnu plohu:

1. Duljina koja spaja točku najvećeg konveksiteta aurikularne plohe s vrhom na gornjem stražnjem trnastom nastavku zdjelične kosti, koji je dio retrourikularne plohe. Ova duljina je označena kao aurikularno spinozna duljina, ASSD (auricular surface spinous distance). Mjerenje je vršeno uz pomoć kliznog kalipera.

2. Duljina na aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi koja je dio pravca koji spaja dno sjednog ureza s najvećim konkavitetom aurikularne plohe, s tim da je mjeren samo dio pravca koji obuhvaća aurikularnu i retroaurikularnu plohu. Ova duljina je označena kao sjedna aurikularno-retroaurikularna duljina, INARD (ischiatric notch auricular-retroauricular distance). Mjerenje je vršeno uz pomoć fleksibilnog metra i kliznog kalipera. Način mjerenja ovih duljina je prikazan na Slici 4.

**Slika 4.** Varijable koje uključuju istovremeno mjerenje aurikularne i retroaurikularne plohe (8. ASSD, 9. INARD).



Sve mjerene varijable su izražene u milimetrima. Vrijednost mjerenja je izražavana kao cijeli broj, odnosno najbliži milimetar iz čega proizlazi da bi greška u mjerenju mogla iznositi do 0,5 mm.

Dodatno je provedena ocjena utjecaja životne dobi na rezultate mjerenja, što je postignuto podjelom ispitanika u dvije skupine (do 50 godina i iznad 50 godina života) i međusobnom usporedbom rezultata mjerenja u ove dvije skupine. U skupini do 50 godina, izmjerene su 92 zdjelične kosti (N=54 muškarca, N=38 žena), a u skupini iznad 50 godina 108 zdjeličnih kostiju (N=46 muškarca, N=62 žena).

Jednako tako provedena je i usporedba rezultata mjerenja acetabuluma za hrvatsku populaciju s rezultatima dostupnih studija iz literature. Dobiveni rezultati na koštanim ostacima žrtvama Domovinskog rata, uspoređeni su s meksičkom populacijom, iz razloga što je acetabulum kod obje navedene populacije mjeren na identičan način. Podaci mjerenja su unijeti u bazu koja je prethodno oblikovana u tu svrhu.

### *Statistička analiza*

Sukladno hipotezi i ciljevima u istraživanju, izvršene su potrebne statističke analize:

- opisna statistika izmjerenih podataka na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti obzirom na spol (aritmetičke sredine i standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti, medijan i interkvartilni rasponi) za cjelokupni uzorak, te podijeljeno na mlađe i starije od 50 godina.
- analiza normalnosti raspodjele Kolmogorov-Smirnovljevim testom nakon čega su u daljnjoj analizi primijenjeni parametrijski testovi.
- nezavisnim t-testom su analizirane razlike izmjerenih vrijednosti obzirom na spol, stranu, te obzirom na populaciju iz referentne studije.

- razlike izmjerenih vrijednosti obzirom na spol dodatno su grafički prikazane Box i Whiskerovim plotovima.
- analizom krivulje osjetljivosti (krivulja značajke djelovanja prijarnika ili engl. receiver operating characteristics (ROC curve analysis) određene su optimalne granične vrijednosti (cut-off values) koje najbolje razdvajaju muški i ženski spol.
- primijenjena je kanonička diskriminativna analiza na osnovi karakterističnih korjenova kojom je utvrđena struktura diskriminativnih funkcija. Izračunati su standardizirani i nestandardizirani koeficijenti kanoničke korelacije. Položaj skupina u diskriminativnom prostoru u odnosu prema svim mjerenim varijablama, prikazan je centroidima skupina, te je izračunata predikcija pripadnosti po skupinama prema dobivenim klasifikacijskim funkcijama. Test funkcija napravljen je Wilks` Lambda i  $X^2$  testom na razini značajnosti od 0,05.

Sve P vrijednosti manje od 0,05 su smatrane značajnima. U analizi se koristila programska podrška IBM SPSS Statistics verzija 25.0.

## 5.0. REZULTATI

Razlike u vrijednostima varijabli dobivenih mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti obzirom na spol (N=100 muškaraca i N=100 žena) prikazane su u Tablici 2., te na Slikama 5 do 13. Tablica 2. uz aritmetičku sredinu, standardnu devijaciju, te minimalnu i maksimalnu vrijednost mjerenih parametara (varijabli), prikazuje i interkvartilni raspon i medijan. U svim promatranim varijablama muškarci su imali značajno veće vrijednosti ( $P < 0,001$ ) izuzev T ASD u kojem nije bilo značajnih razlika. Standardne devijacije koje prikazuje ova tablica upućuju na nešto veću varijabilnost promatranih varijabli kod muškaraca, što osobito vrijedi za varijable TAD, VASD, CASD.

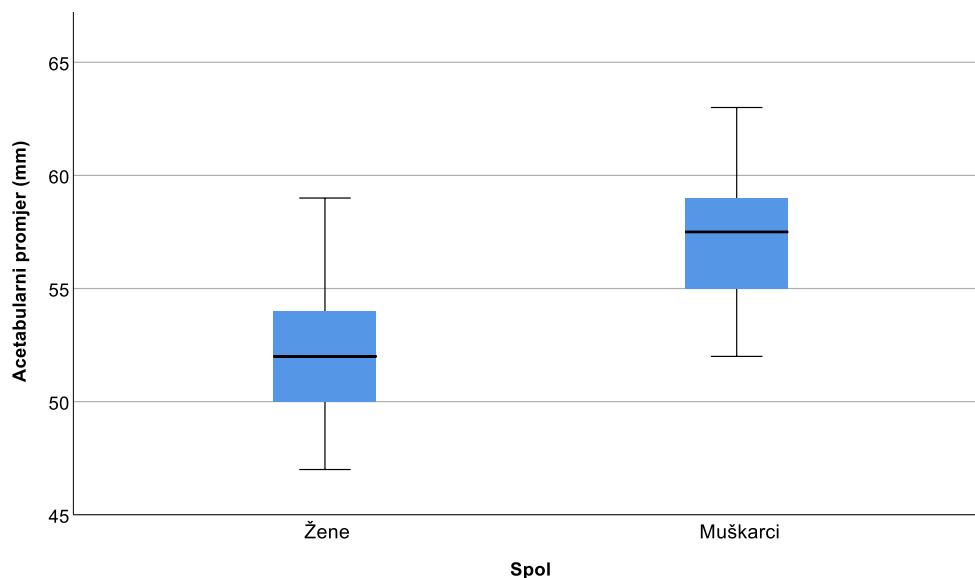
**Tablica 2.** Razlike u varijablama dobivenim mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti obzirom na spol [N=100 muškaraca (M) i N=100 žena (Ž)]: nezavisni t-test

		Aritmetička sredina	SD	Min	Max	25. centila	Medijan	75. centila	t	df	P
AD	Ž	51,95	2,59	47,00	59,00	50,00	52,00	54,00	-14,2	198	<0,001
	M	57,12	2,56	52,00	63,00	55,00	57,50	59,00			
TAD	Ž	50,72	2,05	46,00	56,00	50,00	51,00	52,00	-14,8	198	<0,001
	M	55,76	2,73	50,00	62,00	54,00	56,00	58,00			
VASD	Ž	59,26	4,69	50,00	70,00	55,00	59,00	62,00	-7,1	198	<0,001
	M	64,22	5,18	52,00	76,00	60,00	63,00	69,00			
TASD	Ž	26,04	3,39	20,00	37,00	23,00	26,00	28,00	0,6	198	0,536
	M	25,76	2,98	20,00	33,00	24,00	26,00	28,00			
CASD	Ž	73,57	4,59	62,00	82,00	71,00	74,00	77,00	-4,6	198	<0,001
	M	77,08	6,05	65,00	90,00	73,00	78,00	82,00			
VRASD	Ž	73,76	3,69	65,00	82,00	72,00	74,00	77,00	-7,2	198	<0,001
	M	78,20	4,97	69,00	89,00	74,00	79,00	83,00			
TRASD	Ž	48,04	4,60	39,00	58,00	45,00	48,00	51,00	-5,1	198	<0,001
	M	51,30	4,42	44,00	60,00	47,00	51,00	55,00			
ASSD	Ž	60,72	4,30	52,00	72,00	57,00	61,00	64,00	-6,7	198	<0,001
	M	64,60	3,84	56,00	75,00	62,00	64,50	68,00			
INARD	Ž	68,68	4,69	59,00	78,00	65,00	69,50	72,00	-9,1	198	<0,001
	M	75,00	5,14	64,00	85,00	71,00	75,00	79,00			

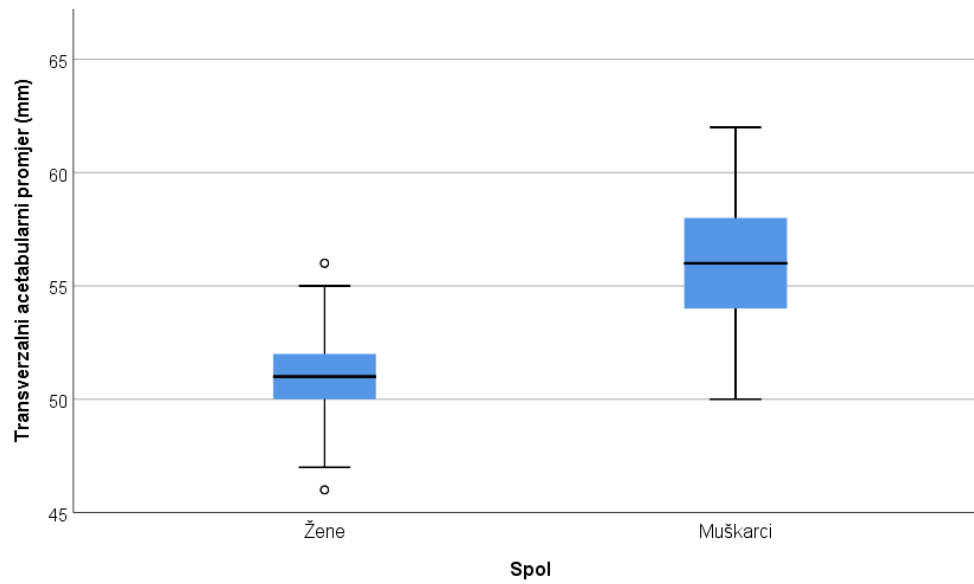


U Box-Whisker plotovima vidljiva je srednja vrijednost, interkvartilni raspon, te najmanja i najveća vrijednost za promatrane varijable kod muškaraca i žena. Uspoređujući medijane i interkvartilne raspone mjerenih varijabli, jasno proizlazi da AD i TAD (Slika 5. i 6.) imaju najbolji položaj navednih opisnih vrijednosti za procjenu spola, za razliku od TASD (Slika 8.), kod kojeg se medijan za muškarce i žene nalazi na gotovo identičnoj vrijednosti, a sličan raspored kod oba spola pokazuju i interkvartilni rasponi. Najveći interkvartilni raspon zabilježen je za TRASD varijablu kod muškaraca (Slika 11.), dok najmanji pokazuje VRASD varijabla kod žena (Slika 10.).

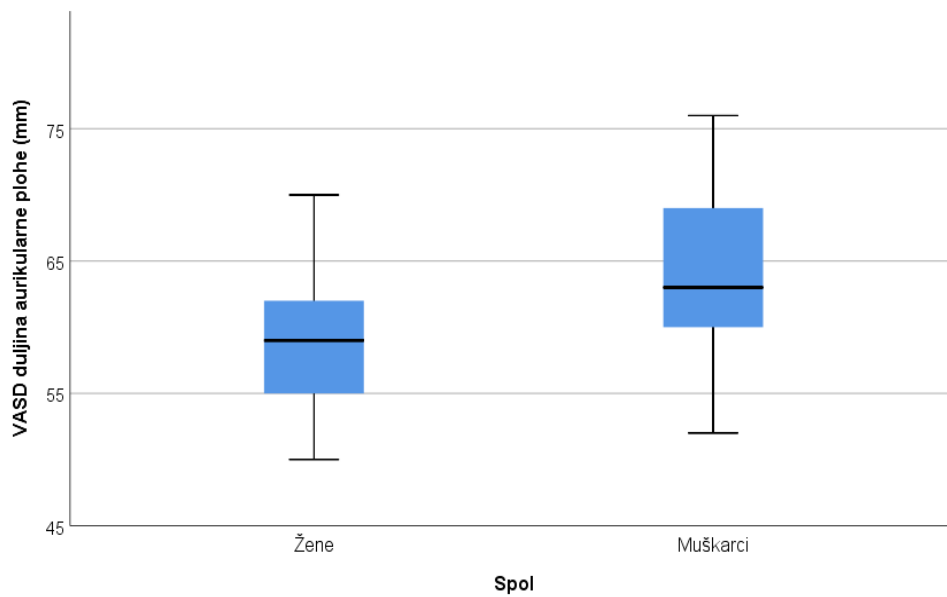
**Slika 5.** Razlike u izmjerenim vrijednostima AD između muškaraca i žena:  $P < 0,001$



**Slika 6.** Razlike u izmjerenim vrijednostima TAD između muškaraca i žena:  $P < 0,001$

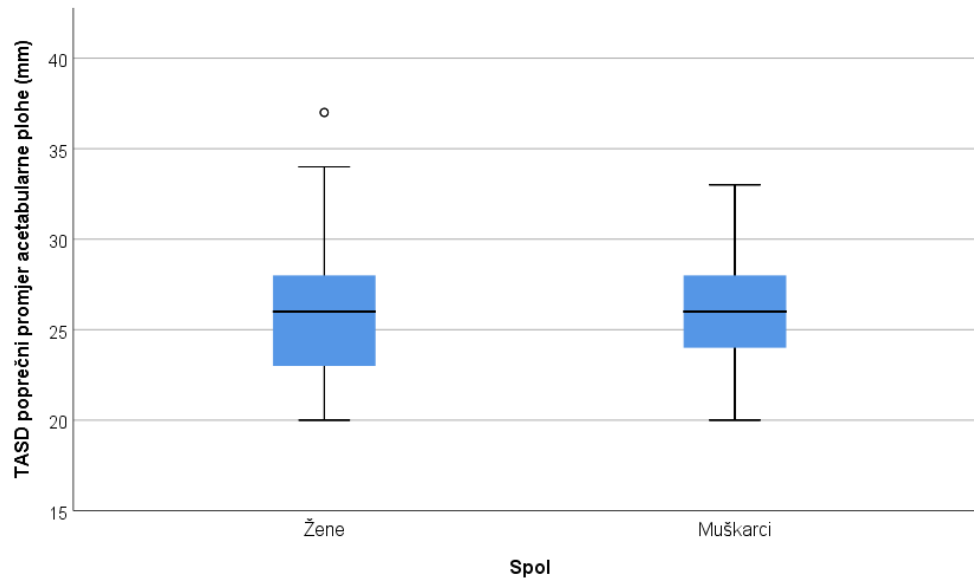


**Slika 7.** Razlike u izmjerenim vrijednostima VASD između muškaraca i žena:  $P < 0,001$



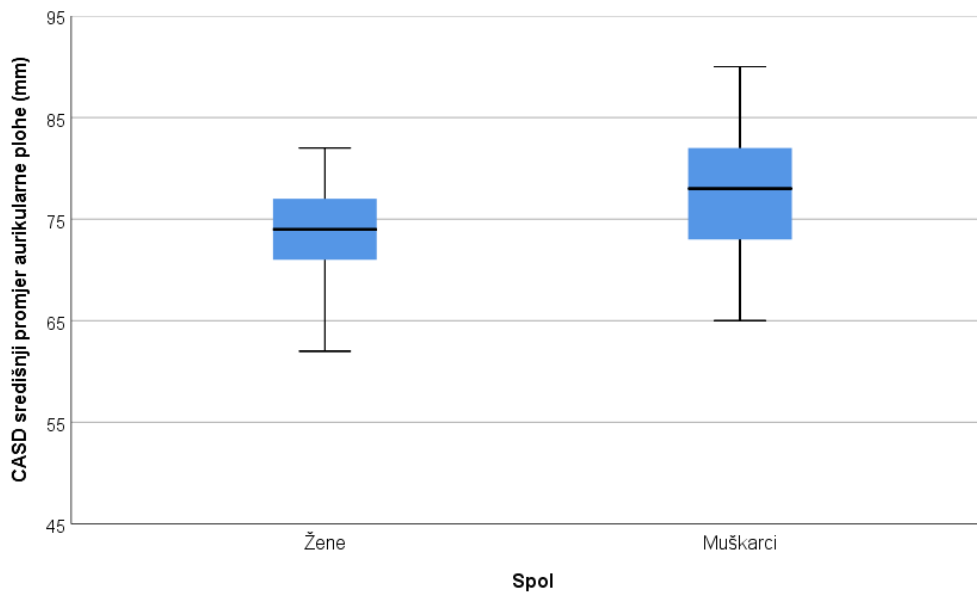
**Slika 8.** Razlike u izmjerenim vrijednostima TASD između muškaraca i žena:

P=0,536



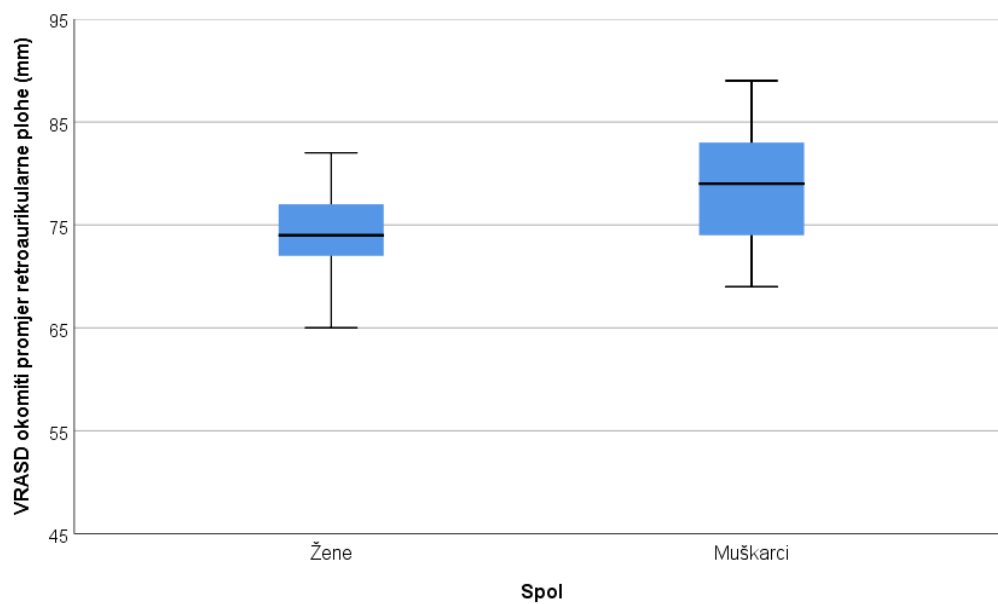
**Slika 9.** Razlike u izmjerenim vrijednostima CASD između muškaraca i žena:

P<0,001



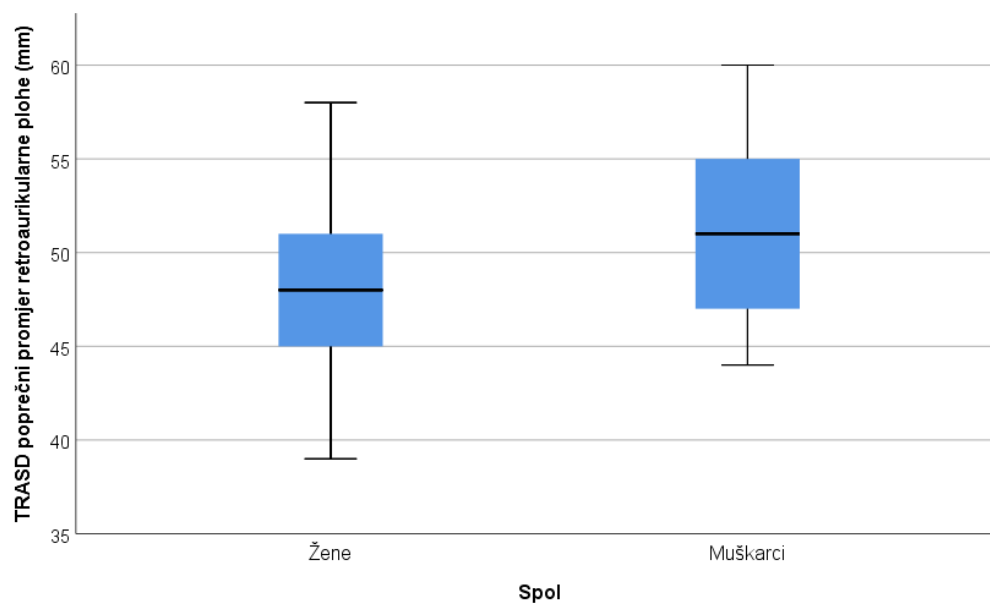
**Slika 10.** Razlike u izmjerenim vrijednostima VRASD između muškaraca i žena:

P<0,001



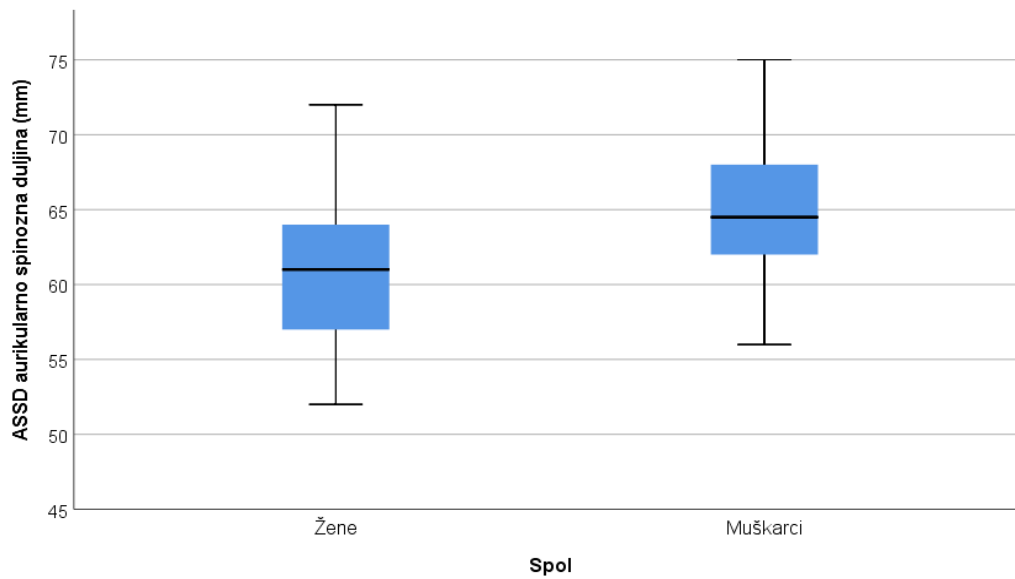
**Slika 11.** Razlike u izmjerenim vrijednostima TRASD između muškaraca i žena:

P<0,001



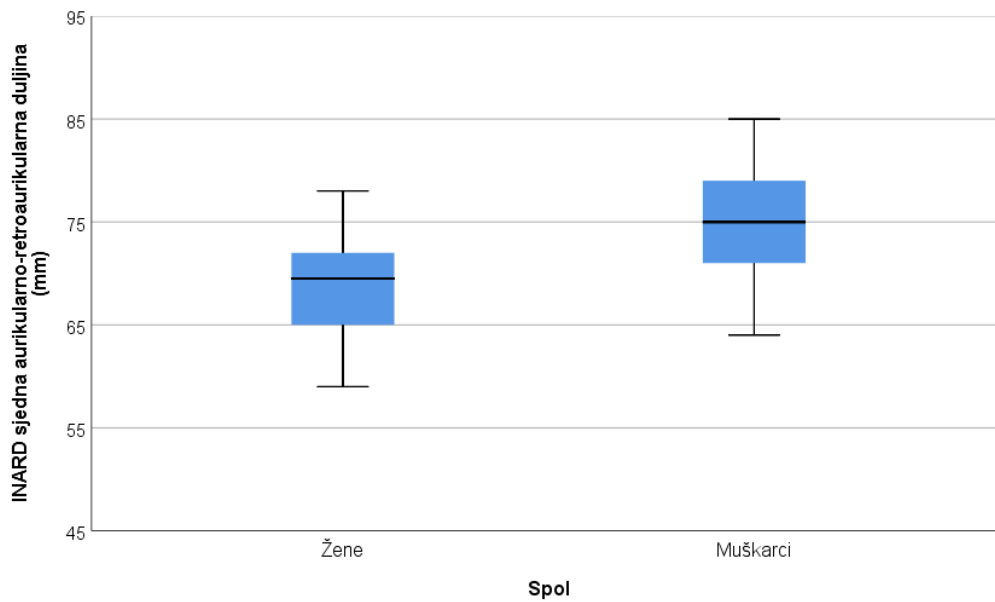
**Slika 12.** Razlike u izmjerenim vrijednostima ASSD između muškaraca i žena:

$P < 0,001$



**Slika 13.** Razlike u izmjerenim vrijednostima INARD između muškaraca i žena:

$P < 0,001$



Razlike u varijablama dobivenim mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti u dobnoj skupini mlađoj od 50 godina obzirom na spol (N=54 muškaraca i N=38 žena) prikazane su u Tablici 3., dok su razlike u dobnoj skupini iznad 50 godina prikazane u Tablici 4. Obrazac značajnosti razlika je identičan kao i na ukupnom uzorku (značajne su razlike u svim promatranim varijablama, izuzev T ASD), te su se stoga u daljnjoj analizi koristili podaci za cjelokupni uzorak. Nije utvrđeno postojanje razlika u promatranim varijablama s obzirom na dob.

**Tablica 3.** Razlike u varijablama dobivenim mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti u dobnoj skupini mlađoj od 50 godina obzirom na spol [N=54 muškaraca (M) i N=38 žena (Ž)]: nezavisni t-test

		Aritmetička sredina	SD	Min	Max	25. centila	Medijan	75. centila	t	df	P
AD	Ž	51,45	3,30	47,00	59,00	48,00	52,00	52,00	-8,5	90	<0,001
	M	56,96	2,85	52,00	63,00	55,00	57,00	59,00			
TAD	Ž	50,32	2,59	47,00	56,00	48,00	51,00	52,00	-8,8	90	<0,001
	M	55,41	2,79	50,00	62,00	53,00	55,00	57,00			
VASD	Ž	58,42	5,04	50,00	66,00	54,00	57,00	64,00	-5,8	90	<0,001
	M	64,89	5,39	57,00	76,00	60,00	64,00	69,00			
TASD	Ž	25,53	3,59	20,00	34,00	23,00	26,00	28,00	1,2	90	0,198
	M	24,67	2,76	20,00	30,00	23,00	25,00	26,00			
CASD	Ž	72,21	4,19	62,00	78,00	70,00	72,00	76,00	-3,9	90	<0,001
	M	77,07	6,78	65,00	90,00	71,00	78,00	82,00			
VRASD	Ž	73,05	3,92	65,00	78,00	70,00	74,00	76,00	-4,7	90	<0,001
	M	78,07	5,64	69,00	89,00	73,00	79,00	84,00			
TRASD	Ž	47,58	5,39	39,00	58,00	44,00	47,00	51,00	-3,7	90	<0,001
	M	51,48	4,67	44,00	60,00	47,00	51,00	55,00			
ASSD	Ž	61,68	4,59	54,00	72,00	59,00	62,00	65,00	-3,1	90	<0,001
	M	64,52	4,21	56,00	75,00	62,00	64,00	68,00			
INARD	Ž	68,63	4,49	62,00	78,00	65,00	67,00	73,00	-5,7	90	<0,001
	M	75,15	5,93	64,00	85,00	70,00	75,00	80,00			

**Tablica 4.** Razlike u varijablama dobivenim mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti u dobnoj skupini starijoj od 50 godina obzirom na spol (N=46 muškaraca i N=62 žena): nezavisni t-test

		Aritmetička sredina	SD	Min	Max	25. centila	Medijan	75. centila	t	df	P
AD	Ž	52,26	2,00	48,00	57,00	51,00	53,00	54,00	-12,4	106	<0,001
	M	57,30	2,18	52,00	61,00	56,00	58,00	59,00			
TAD	Ž	50,97	1,61	46,00	54,00	50,00	51,00	52,00	-12,7	106	<0,001
	M	56,17	2,63	52,00	62,00	54,00	56,00	58,00			
VASD	Ž	59,77	4,43	53,00	70,00	56,00	61,00	62,00	-4,1	106	<0,001
	M	63,43	4,86	52,00	71,00	60,00	63,00	67,00			
TASD	Ž	26,35	3,25	21,00	37,00	25,00	26,00	29,00	-1,2	106	0,247
	M	27,04	2,72	22,00	33,00	25,00	27,00	29,00			
CASD	Ž	74,40	4,65	65,00	82,00	72,00	75,00	78,00	-2,8	106	<0,001
	M	77,09	5,15	68,00	86,00	74,00	78,00	80,00			
VRASD	Ž	74,19	3,51	66,00	82,00	72,00	75,00	77,00	-5,7	106	<0,001
	M	78,35	4,09	72,00	87,00	74,00	79,00	80,00			
TRASD	Ž	48,32	4,07	40,00	56,00	45,00	49,00	51,00	-3,5	106	<0,001
	M	51,09	4,15	44,00	58,00	47,00	51,00	55,00			
ASSD	Ž	60,13	4,04	52,00	69,00	56,00	60,00	63,00	-6,2	106	<0,001
	M	64,70	3,41	57,00	71,00	62,00	65,00	68,00			
INARD	Ž	68,71	4,85	59,00	76,00	64,00	70,00	72,00	-6,9	106	<0,001
	M	74,83	4,08	65,00	81,00	72,00	75,00	79,00			

Tablica 5. prikazuje normalnost raspodjele mjerenih varijabli s obzirom na stranu zdjelične kosti (lijeva – desna), na ukupnom uzorku ovog istraživanja.

Nezavisni t-test pokazuje normalnost raspodjele za sve promatrane varijable, osim za varijablu VRASD, mjerenu na lijevoj zdjeličnoj kosti.

**Tablica 5.** Razlike između desne i lijeve zdjelične kosti: nezavisni t-test

		Aritmetička sredina	SD	Min	Max	25. centila	Medijan	75. centila	t	P
AD	Lijevo	54,90	3,32	48,00	63,00	52,00	54,00	58,00	1,42	0,157
	Desno	54,17	3,93	47,00	61,00	51,00	54,00	58,00		
TAD	Lijevo	53,52	3,51	46,00	62,00	51,00	53,00	57,00	1,14	0,258
	Desno	52,96	3,46	47,00	62,00	51,00	52,00	55,00		
VASD	Lijevo	62,44	5,27	53,00	76,00	59,00	62,00	66,00	1,80	0,073
	Desno	61,04	5,70	50,00	72,00	56,00	61,00	65,00		
TASD	Lijevo	25,64	2,81	20,00	30,00	24,00	26,00	28,00	-1,15	0,250
	Desno	26,16	3,52	20,00	37,00	23,00	26,00	28,00		
CASD	Lijevo	75,68	5,36	66,00	89,00	73,00	75,00	80,00	0,89	0,375
	Desno	74,97	5,91	62,00	90,00	71,00	75,00	78,00		
VRASD	Lijevo	76,08	4,81	66,00	89,00	73,00	75,50	79,00	0,29	0,774
	Desno	75,88	5,02	65,00	87,00	72,00	76,00	79,00		
TRASD	Lijevo	50,46	4,83	40,00	60,00	47,00	50,50	54,00	2,36	0,019
	Desno	48,88	4,64	39,00	58,00	45,00	49,00	52,00		
ASSD	Lijevo	62,08	3,82	55,00	68,00	60,00	62,00	65,00	-1,83	0,069
	Desno	63,24	5,06	52,00	75,00	61,00	64,00	67,00		
INARD	Lijevo	71,70	5,90	59,00	84,00	69,00	71,50	75,00	-0,34	0,736
	Desno	71,98	5,81	62,00	85,00	66,00	71,50	76,00		

Tablica 6. prikazuje ROC analizu graničnih (cut-off) vrijednosti dobivenih mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelične kosti u predikciji muškog spola. Od svih promatranih vrijednosti, površina ispod krivulje (engl. *area under the curve* (AUC) je značajno veća za vrijednosti AD i TAD ( $P < 0,05$ ) u odnosu na sve ostale mjerene varijable. Razlike između ROC krivulja AD i TAD u detekciji



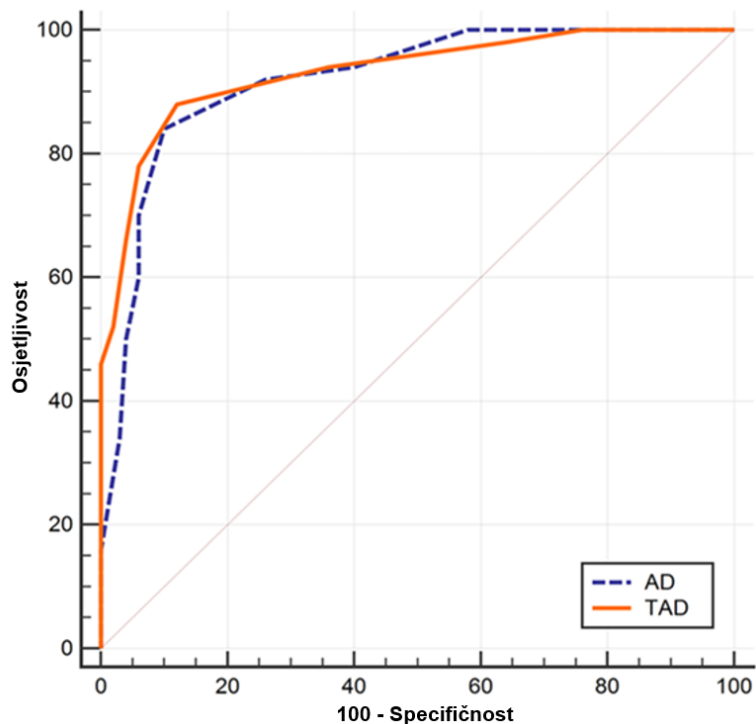
muškog spola nisu se pokazale značajnima ( $P=0,310$ ; Slika 14.), te se može tvrditi da i AD i TAD podjednako dobro prediktiraju muški spol, i to značajno bolje od ostalih varijabli. Kod AD najbolji omjer osjetljivosti i specifičnosti (osjetljivost 84% i specifičnost 90%) je kod vrijednosti 54 mm (Tablica 6., Slika 15.), dok je kod TAD najbolji omjer osjetljivosti i specifičnosti (osjetljivost 88% i specifičnost 88%) kod vrijednosti 52 mm (Tablica 6., Slika 16.).

Od varijabli promatranih na stražnjem segmentu zdjelice, najbolji omjer osjetljivosti i specifičnosti pokazuju varijable VASD i INARD (Tablica 6.). Obje varijable omogućuju predikciju muškog spola s točnošću od 74%. Promatrajući ROC krivulje vidljivo je da ove dvije navedene varijable imaju i najveće područje ispod krivulje (Slika 17., i 18.).

**Tablica 6.** ROC analiza graničnih (cut-off) vrijednosti dobivenih mjerenjima na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi zdjelice kosti u predikciji muškog spola

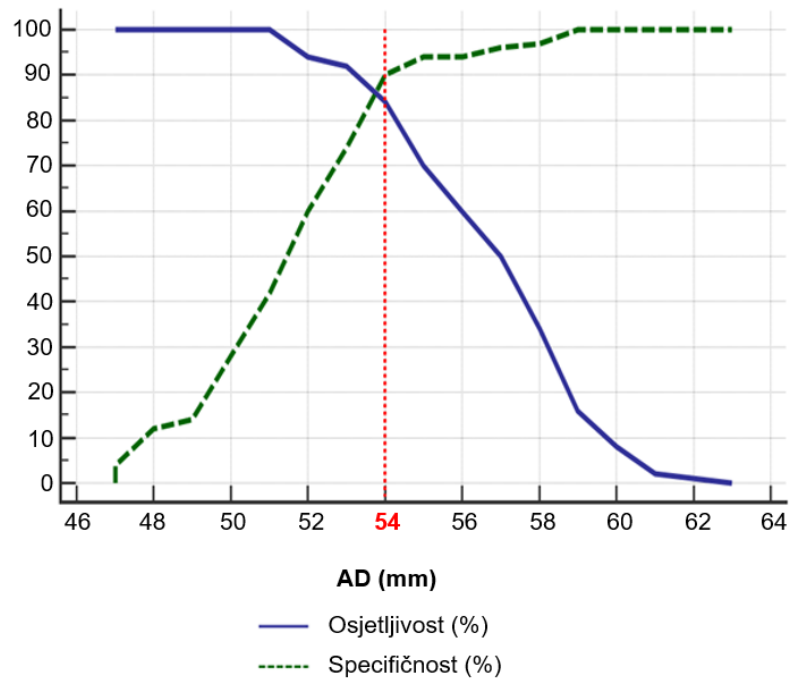
	Kriterij (mm)	Osjetljivost (%)	Specifičnost (%)	AUC	P
AD	>54	84,00	90,00	0,92	<0,001
TAD	>52	88,00	88,00	0,93	<0,001
VASD	>62	62,00	76,00	0,75	<0,001
TASD	≤26	60,00	46,00	0,52	0,649
CASD	>77	52,00	82,00	0,66	<0,001
VRASD	>78	54,00	94,00	0,75	<0,001
TRASD	>51	46,00	82,00	0,68	<0,001
ASSD	>60	90,00	44,00	0,75	<0,001
INARD	>73	64,00	84,00	0,81	<0,001

**Slika 14.** Razlike između ROC krivulja dviju najpouzdanijih mjera (AUC>90%) – AD i TAD u detekciji muškog spola

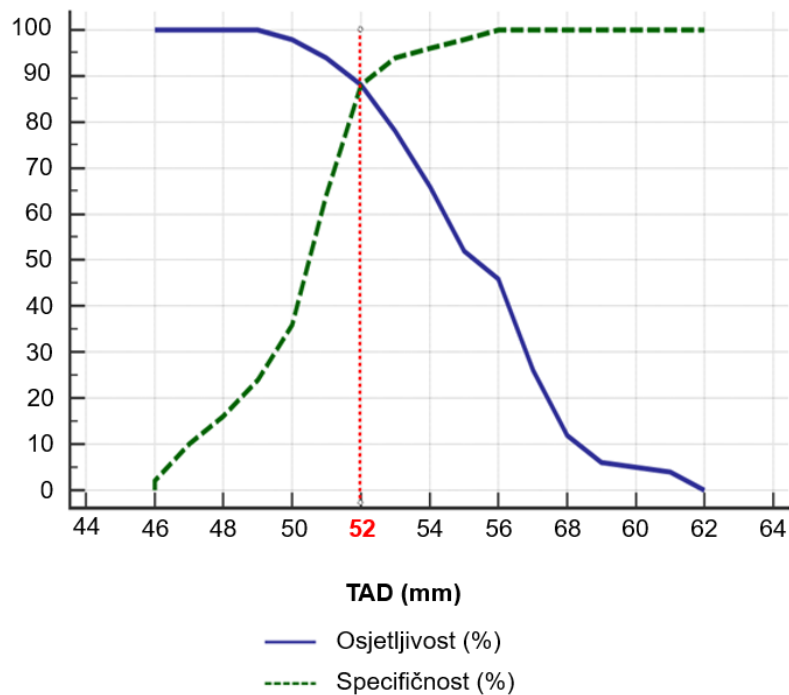


Varijabla	AUC	SE	95% CI	P
AD	0,919	0,019	0,872 to 0,953	0,310
TAD	0,932	0,017	0,888 to 0,963	

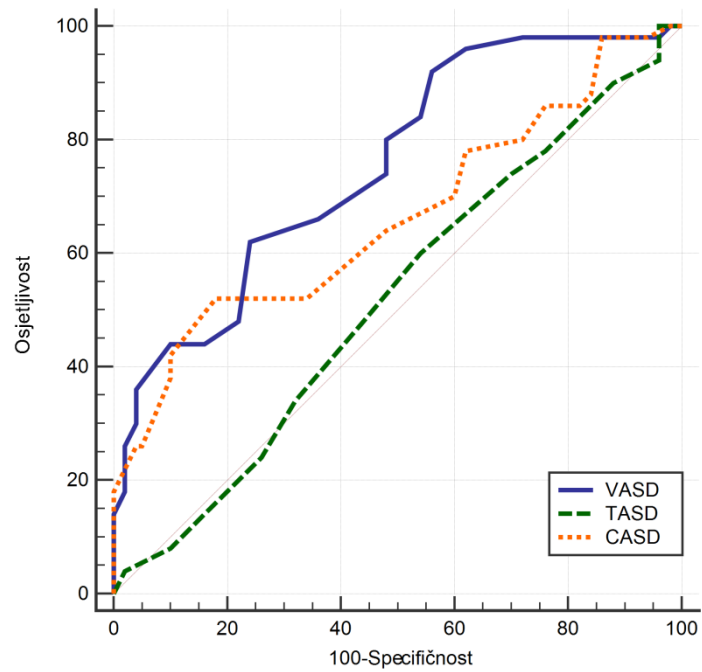
**Slika 15.** Odnos osjetljivosti i specifičnosti u detekciji muškog spola obzirom na vrijednosti AD i prikaz optimalne granične vrijednosti (54 mm)



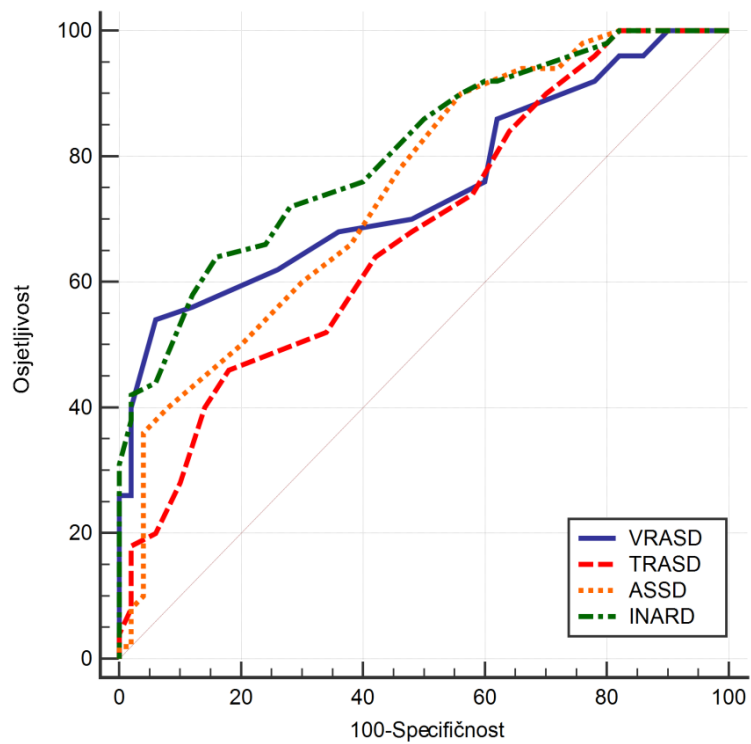
**Slika 16.** Odnos osjetljivosti i specifičnosti u detekciji muškog spola obzirom na vrijednosti TAD i prikaz optimalne granične vrijednosti (52 mm)



**Slika 17.** ROC analiza vrijednosti VASD, TASD i CASD u predikciji muškog spola



**Slika 18.** ROC analiza vrijednosti VRASD, TRASD, ASSD, INARD u predikciji muškog spola



Tablice u nastavku (6. – 14.) prikazuju izmjerene intervale s odgovarajućim rasponima za predikciju muškog spola, za sve promatrane varijable, osim za TASD, s obzirom da isti nije pokazao statistički značajne razlike između muškog i ženskog spola. Brojke koje su u tablicama prikazane crvenom bojom označavaju raspone intervala promatrane varijable u kojima su u većem broju zastupljene žene, a brojke prikazane plavom bojom označavaju raspone intervala u kojima su u većem broju zastupljeni muškarci.

Tablice 7. i 8. prikazuju izmjerene intervale AD i TAD, te njihov odnos s predikcijom muškog spola. Kod AD (Tablica 7.) vidljivo je da sve vrijednosti manje od 54 imaju omjer vjerojatnosti da je netko muškog spola manji od 1, dok vrijednosti iznad 54 taj omjer vjerojatnosti imaju iznad 1, odnosno iznad 6, što govori kolika je vjerojatnost da uzorak s tim vrijednostima pripada osobi muškog spola. Slična je interpretacija i u Tablici 8. kod vrijednosti TAD, samo što je granična vrijednost niža u odnosu na AD. Tablice 9. – 14. prikazuju omjere vjerojatnosti za varijable mjerene na aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi, te za varijable koje su kombinacija mjerenja aurikularne i retoaurikularne plohe.

**Tablica 7.** Izmjereni intervale AD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
46 - 48	0	12	0,000	0,000 to 0,696
48 - 50	0	16	0,000	0,000 to 0,514
50 - 52	6	32	0,188	0,0820 to 0,429
52 - 54	10	30	0,333	0,172 to 0,645
54 - 56	24	4	6,000	2,160 to 16,666
56 - 58	26	3	8,667	2,710 to 27,716
58 - 60	26	3	8,667	2,710 to 27,716
60 - 62	6	0	∞	0,679 to ∞
62 - 64	2	0	∞	0,183 to ∞
<b>Ukupno</b>	100	100		

**Tablica 8.** Izmjereni intervali TAD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
46 - 48	0	16	0,000	0,000 to 0,514
48 - 50	2	20	0,100	0,0240 to 0,417
50 - 52	10	52	0,192	0,104 to 0,357
52 - 54	22	8	2,750	1,286 to 5,882
54 - 56	20	4	5,000	1,772 to 14,106
56 - 58	34	0	∞	4,225 to ∞
58 - 60	6	0	∞	0,679 to ∞
60 - 62	6	0	∞	0,679 to ∞
Ukupno	100	100		

**Tablica 9.** Izmjereni intervali VASD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
50 - 56	4	38	0,105	0,0390 to 0,284
56 - 62	34	38	0,895	0,618 to 1,296
62 - 68	36	22	1,636	1,041 to 2,572
68 - 74	24	2	12,000	2,913 to 49,429
74 - 80	2	0	∞	0,183 to ∞
Ukupno	100	100		

**Tablica 10.** Izmjereni intervali CASD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
60 - 65	2	6	0,333	0,0689 to 1,612
65 - 70	12	18	0,667	0,339 to 1,310
70 - 75	34	42	0,810	0,566 to 1,157
75 - 80	26	29	0,897	0,571 to 1,407
80 - 85	18	5	3,600	1,391 to 9,320
85 - 90	8	0	∞	0,931 to ∞
Ukupno	100	100		

**Tablica 11.** Izmjereni intervali VRASD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
60 - 66	0	6	0,000	0,000 to 1,472
66 - 72	14	32	0,438	0,249 to 0,769
72 - 78	32	56	0,571	0,409 to 0,798
78 - 84	44	6	7,333	3,273 to 16,430
84 - 90	10	0	∞	1,184 to ∞
Ukupno	100	100		

**Tablica 12.** Izmjereni intervali TRASD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
35 - 40	0	8	0,000	0,000 to 1,074
40 - 45	10	22	0,455	0,227 to 0,910
45 - 50	38	36	1,056	0,735 to 1,516
50 - 55	32	28	1,143	0,747 to 1,748
55 - 60	20	6	3,333	1,398 to 7,950
Ukupno	100	100		

**Tablica 13.** Izmjereni intervali ASSAD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
50 - 55	0	18	0,000	0,000 to 0,455
55 - 60	10	26	0,385	0,196 to 0,755
60 - 65	50	48	1,042	0,785 to 1,382
65 - 70	34	6	5,667	2,490 to 12,898
70 - 75	6	2	3,000	0,620 to 14,509
Ukupno	100	100		

**Tablica 14.** Izmjereni intervali INARD i odnos s predikcijom muškog spola

Interval	Muškarci	Žene	Omjer vjerojatnosti	95% CI
55 - 58	0	0	$\infty$	0 to $\infty$
58 - 61	0	6	0,000	0,000 to 1,472
61 - 64	2	14	0,143	0,0333 to 0,612
64 - 67	6	20	0,300	0,126 to 0,716
67 - 70	16	20	0,800	0,441 to 1,452
70 - 73	12	24	0,500	0,265 to 0,944
73 - 76	22	14	1,571	0,854 to 2,892
76 - 79	21	2	10,500	2,529 to 43,600
79 - 82	15	0	$\infty$	1,817 to $\infty$
82 - 85	6	0	$\infty$	0,679 to $\infty$
Ukupno	100	100		



Usporedba podataka naše studije s podacima studije Gomez-Valdes et al. 2011. prikazana je u Tablici 15. Ova tablica prikazuje odgovor na jedan od postavljenih ciljeva i u njoj je razvidno kako je hrvatska populacija značajno veća u svim promatranim varijablama osim u TAD kod muškaraca, gdje su na desnoj strani značajno veće vrijednosti u meksičkoj populaciji. Osobito velike razlike između ove dvije populacije utvrđene su za varijablu AD, koja je značajno veća i kod muškaraca i žena hrvatske u odnosu na meksičku populaciju, a iz kojih je vidljivo značajno preklapanje žena hrvatske populacije s muškarcima meksičke populacije.

**Tablica 15.** Usporedba podataka naše studije s podacima studije Gomez-Valdes et al. 2011 (138).

Mjera	Spol	RH			Meksiko			P	
		N	Aritmetička sredina	SD	N	Aritmetička sredina	SD		
Desno	AD	M	48	57,17	2,70	81	54,60	2,90	<0,001
		Ž	48	55,50	2,92	55	48,80	3,10	<0,001
	TAD	M	52	51,40	2,65	81	52,40	2,90	0,046
		Ž	52	50,62	1,94	55	46,40	2,70	<0,001
Lijevo	AD	M	52	57,08	2,44	81	54,50	2,80	<0,001
		Ž	52	56,00	2,55	55	48,80	2,80	<0,001
	TAD	M	48	52,54	2,41	81	52,20	3,00	0,505
		Ž	48	50,83	2,18	55	46,30	2,60	<0,001

U nastavku ovog poglavlja bit će prikazana ukupno četiri modela diskriminantnih funkcijskih jednadžbi, dobivena različitom kombinacijom i različitim brojem mjerenih varijabli.

Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za svih devet izmjerenih varijabli prikazana je u Tablici 16. Ovaj model uspješno klasificira 87% ispitanika, a diskriminantna funkcija za ovaj model izgleda slijedeće:

$$D_{f1} = -22,35 + 0,12 \cdot AD + 0,24 \cdot TAD + 0,03 \cdot VASD - 0,06 \cdot CASD + 0,04 \cdot VRASD - 0,03 \cdot TRASD + 0,06 \cdot ASSD + 0,02 \cdot INARD$$

Parametar TASD je isključen iz diskriminantne funkcijske jednadžbe, s obzirom da nije pokazao statistički značajne razlike između muškog i ženskog spola.

Ako su dobivene vrijednosti ove funkcije veće od 0,0 taj rezultat upućuje da je uzorak dobiven od osobe muškog spola (88% vjerojatnost ispravne klasifikacije).

**Tablica 16.** Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za svih 9 izmjerenih varijabli (Model 1)

Varijable	Struktura matriksa	Standardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Nestandardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Wilks' Lambda	P	Rezultati klasifikacije
<b>Model 1 (9 varijabli)</b>						
AD	0,907	0,319	0,124	0,495	<0,001	
TAD	0,874	0,584	0,242	0,476	<0,001	
VASD	0,558	0,156	0,032	0,797	<0,001	
TASD	0,441	-0,242	-0,076	0,998	0,536	
CASD	0,436	-0,301	-0,056	0,903	<0,001	
VRASD	0,414	0,171	0,039	0,794	<0,001	
TRASD	0,314	-0,144	-0,032	0,884	<0,001	
ASSD	0,284	0,249	0,061	0,814	<0,001	
INARD	-0,038	0,118	0,024	0,706	<0,001	
Konstanta			-22,353			
Grupni centroidi za ženski spol			-1,150			
Grupni centroidi za muški spol			1,150			
Točka razdvajanja			0,000			

Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za šest izmjerenih varijabli prikazana je u Tablici 17. Ovaj model uspješno klasificira 85% ispitanika, a diskriminantna funkcija za ovaj model izgleda slijedeće:

$$D_{f2} = -23,8 + 0,16 \cdot AD + 0,23 \cdot TAD - 0,02 \cdot CASD + 0,05 \cdot VRASD - 0,02 \cdot TRASD + 0,02 \cdot INARD$$

Ako su dobivene vrijednosti ove funkcije veće od 0,0 taj rezultat upućuje da je uzorak dobiven od osobe muškog spola (85% vjerojatnost ispravne klasifikacije).

**Tablica 17.** Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za 6 izmjerenih varijabli (Model 2)

Varijable	Struktura matriksa	Standardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Nestandardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Wilks' Lambda	P	Rezultati klasifikacije
<b>Model 2 (6 varijabli)</b>						
AD	0,945	0,400	0,156	0,495	<0,001	
TAD	0,910	0,561	0,232	0,476	<0,001	
CASD	0,581	-0,114	-0,021	0,903	<0,001	
VRASD	0,459	0,222	0,051	0,794	<0,001	89%
TRASD	0,327	-0,074	-0,016	0,884	<0,001	ispravno
INARD	0,296	0,107	0,022	0,706	<0,001	klasificirano (85% unakrsno validirano)
Konstanta			-23,848			
Grupni centriodi za ženski spol			-1,105			
Grupni centriodi za muški spol			1,105			
Točka razdvajanja			0,000			

Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za AD i TAD prikazana je u Tablici 18. Ovaj model uspješno klasificira 88% ispitanika, a diskriminantna funkcija za ovaj model izgleda slijedeće:

$$D_{f3} = -22,8 + 0,17 \cdot AD + 0,26 \cdot TAD$$

Ako su dobivene vrijednosti ove funkcije veće od 0,0 taj rezultat upućuje da je uzorak dobiven od osobe muškog spola (88% vjerojatnost ispravne klasifikacije).

**Tablica 18.** Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za AD i TAD (Model 3)

Varijable	Struktura matriksa	Standardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Nestandardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Wilks' Lambda	P	Rezultati klasifikacije
<b>Model 3 (2 varijable)</b>						
AD	0,967	0,431	0,168	0,495	<0,001	
TAD	0,932	0,618	0,256	0,476	<0,001	88%
Konstanta			-22,778			ispravno klasificirano (88% unakrsno validirano)
Grupni centriodi za ženski spol			-1,079			
Grupni centriodi za muški spol			1,079			
Točka razdvajanja			0,000			

Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za sve izmjerene varijable osim AD, TAD i TASD (koja nije bila statistički značajna) prikazana je u Tablici 19. Ovaj model uspješno klasificira 81% ispitanika, a diskriminantna funkcija za ovaj model izgleda slijedeće:

$$D_{f4} = -19,509 + 0,113 \cdot \text{VASD} - 0,05 \cdot \text{CASD} + 0,0088 \cdot \text{VRASD} - 0,04 \cdot \text{TRASD} + 0,016 \cdot \text{ASSD} + 0,149 \cdot \text{INARD}$$

Ako su dobivene vrijednosti ove funkcije veće od 0,0 taj rezultat upućuje da je uzorak dobiven od osobe muškog spola (80% vjerojatnost ispravne klasifikacije)

**Tablica 19.** Standardizirani i nestandardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije, struktura matriksa i klasifikacija za sve izmjerene varijable osim AD, TAD i TASD (Model 4)

Varijable	Struktura matriksa	Standardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Nestandardizirani koeficijenti kanoničke diskriminantne funkcije	Wilks' Lambda	P	Rezultati klasifikacije
<b>Model 4 (6 varijabli)</b>						
VASD	0,558	0,557	0,113	0,797	<0,001	
CASD	0,436	-0,271	-0,05	0,903	<0,001	
VRASD	0,414	0,384	0,088	0,794	<0,001	
TRASD	0,314	-0,182	-0,04	0,884	<0,001	
ASSD	0,284	0,065	0,016	0,814	<0,001	
INARD	-0,038	0,731	0,149	0,706	<0,001	
Konstanta			-19,509			
Grupni centroidi za ženski spol			-0,821			
Grupni centroidi za muški spol			0,821			
Točka razdvajanja			0			

## 6.0. RASPRAVA

Određivanje spola na neidentificiranim koštanim ostacima prvi je i najvažniji korak u forenzičko-antropološkoj analizi (58), a pri tom se najčešće koriste osteometrijske metode (160). Prednost osteometrijske metode, u odnosu na morfološke, leži u činjenici da se ovim načinom gotovo u potpunosti eliminira subjektivnost istraživača, te ne zahtjeva veliko iskustvo istraživača. Osteometrijski podatci prikupljeni i od manje iskusnih istraživača su se pokazali pouzdanima u procjeni spola. Još jedna prednost osteometrijskih mjerenja, u odnosu na morfološku procjenu spola, je njihova veća pogodnost kod fragmentiranih koštanih ostataka. Stoga je i razumljivo nastojanje i inzistiranje antropologa na razvoju osteometrijskih mjerenja u različitim populacijama. Ovim istraživanjem su prvi put provedena osteometrijska mjerenja na zdjeličnoj kosti suvremene hrvatske populacije i postavljene diskriminantne funkcijske jednadžbe za procjenu spola. Isto tako, u dostupnoj literaturi ne postoje diskriminantne funkcijske jednadžbe za spol, temeljene na mjerenju aurikularne i retroaurikularne plohe i kombinacijama mjerenja ovih područja, za bilo koju populacijsku skupinu u svijetu. Osteometrijska istraživanja provedena do sada na zdjeličnoj i na drugim kostima, pokazala su da ovakav način utvrđivanja spola pokazuje visoki stupanj diskriminacije spola. Acetabulum je prepoznat kao bitan element zdjelične kosti u procjeni spola, a i aurikularna i retroaurikularna ploha koriste se u morfološkom pristupu ocjene spola, pri čemu se, kao bitna karakteristika, ističe njihova veličina (27, 29, 50). Upravo ova činjenica je bila i pretpostavka za provedbu ovog istraživanja. Metoda predložena ovim istraživanjem je razvijena na koštanim ostacima žrtava Domovinskog rata (1991. – 1995.). S obzirom na protok vremena, tek nešto više od dva desetljeća, rezultati dobiveni ovim istraživanjem mogu se smatrati reprezentativnima za

suvremenu hrvatsku populaciju. Iz tog razloga se i ovaj antropološki termin češće koristi u ovom istraživanju.

Broj koštanih uzoraka u ovom istraživanju u najvećem dijelu brojem nadilazi uzorke drugih, sličnih istraživanja, provedenih na različitim populacijskim skupinama u svijetu (83, 93, 137, 138, 141, 142, 144, 145, 147, 149-151, 155, 159, 160).

Rezultati ovog istraživanja potvrdili su neke već poznate činjenice o spolnom dimorfizmu zdjelične kosti, a u isto vrijeme i dali neke nove spoznaje. Pokazali su kako je procjena spola temeljem mjerenja acetabuluma visoko pouzdana metoda, za razliku od znatno manje pouzdanih mjerenja aurikularne i retroaurikularne plohe.

Provedbom mjerenja, pokazalo se da promatrani dijelovi, acetabulum i stražnji segment (aurikularna i retroaurikularna ploha), predstavljaju dijelove zdjelične kosti, koji su otporniji na postmortalne promjene, odnosno koji dosta dugo ostaju sačuvani (168, 169). Zbog navedenih razloga je i izostavljen prednji segment zdjelične kosti, odnosno preponska kost i ishiopubična grana, s obzirom da se radi o dijelovima zdjelične kosti, koji su često ili znatno oštećeni ili pak u potpunosti nedostaju (170). Tijekom mjerenja, najvulnerabilnijom se pokazala retroaurikularna ploha, osobito njen krajnji bočni dio. To je ujedno bio i najčešći razlog zbog kojeg su pojedine zdjelične kosti izostavljene iz istraživanja. Ovo je i očekivano, s obzirom da je navedeni dio kosti građen od spongiozne kosti, obložen tanjim slojem kompaktne kosti (124), no opet zbog masivnosti postojaniji od preponske kosti (10, 50).

## **6.1. Spolni dimorfizam promatranih područja zdjelične kosti**

### *Acetabulum*

Od promatranih elemenata zdjelične kosti acetabulum se pokazao kao najbolji pokazatelj spola u suvremenoj hrvatskoj populaciji. Usporedbom osjetljivosti i

specifičnosti predložene metode, proizlazi točnost od 88% u procjeni muškog spola temeljem TAD, dok se temeljem AD postiže točnost od 87%. Pri tom je granična vrijednost za TAD nešto manja u odnosu na AD (TAD 52 mm, AD 54 mm, Tablica 6.). Uključujući obje varijable u diskriminantnu funkcijsku jednadžbu, točnost procjene spola iznosi 88%, a što predstavlja zadovoljavajuću točnost, kako u forenzičkom kontekstu (171), tako i točnost koja se uzima relevantnom i u pravnom kontekstu (77, 172). Dakle, mjerenjem TAD varijable dobiva se ista točnost kao i diskriminantnom funkcijskom jednadžbom koja uz TAD uključuje i AD (Tablica 18.).

Dobar spolni dimorfizam acetabuluma pripisiv je općim razlikama u veličini i tjelesnoj konstituciji između spolova, dok funkcionalne razlike nemaju značajnog utjecaja, kao što funkcionalne razlike ne utječu na vrijednosti promjera glave bedrene kosti (92).

Rezultati za acetabulum dobiveni ovim istraživanjem u korelaciji su s rezultatima drugih studija provedenim na različitim svjetskim populacijama.

Istraživanja koja je proveo Murphy (173) mjereći jednu varijablu acetabuluma na zdjeličnoj kosti, na polinezijskim koštanim ostacima, pokazuju točnost u procjeni spola od 86%. Stayn i Iscan (155) također sugeriraju postojanje snažnog spolnog dimorfizma acetabuluma. Mjereći acetabularni promjer od najviše do najniže točke acetabularnog ruba, na uzorku suvremene grčke populacije, postigli su točnost od 84%. Maculoso (159) je na isti način proveo mjerenje acetabuluma na francuskoj populaciji, a točnost u procjeni spola je iznosila 85%.

Benazzi i suradnici (137) mjereći acetabulume na suvremenoj talijanskoj populaciji, gdje su osim standardnih mjerenja mjerili i opseg, postižu točnost preko 95%.

Ovi rezultati približne, no u isto vrijeme i različite točnosti u procjeni spola, temeljem acetabuluma, jednim dijelom su posljedica mjerenja različitih točaka acetabuluma, ali isto tako dijelom su pripisivi i interpopulacijskoj specifičnosti. Na postojanje



populacijske specifičnosti upućuje i istraživanje koje je provedeno na populaciji južnoafričkih crnaca i bijelaca gdje je točnost procjene spola temeljem acetabuluma iznosila tek 77%. (174). No, ovdje svakako treba u obzir uzeti i utjecaj sekularnog trenda na ovaj rezultat, s obzirom da su u navedenom istraživanju korišteni koštani ostaci iz zbirke kostura u Pretoriji, a koja datira iz početka 20. stoljeća.

### *Usporedba acetabuluma suvremene hrvatske i suvremene meksičke populacije*

Jedan od ciljeva ovog istraživanja je i usporedba rezultata dobivenih za suvremenu hrvatsku populaciju s nekom drugom populacijskom skupinom.

Dobivene rezultate usporedili smo s rezultatima za suvremenu meksičku populaciju, koje su dali Gomez Valdez i suradnici (138), a koji su varijable na acetabulumu mjerili na identičan način. S druge strane radi se o populacijama koje su različite, u genetskom, sociološkom i kulturološkom smislu.

U obje populacije se TAD pokazao preciznijom varijablom u procjeni spola od AD. U meksičkoj populaciji, stupanj točnosti je nešto niži (87%), u odnosu na našu populaciju. Isto vrijedi i za AD, kojim se veća točnost postiže u hrvatskoj populaciji.

Upoređujući srednje vrijednosti ovih populacija, jasno proizlazi populacijska specifičnost, zbog koje rezultati dobiveni na suvremenoj hrvatskoj populaciji ne mogu biti primijenjeni i na suvremenoj meksičkoj populaciji i obrnuto. Srednje vrijednosti varijabli acetabuluma se značajno razlikuju između navedenih populacija, i to u oba spola. Primjerice, srednja vrijednost za AD u muškaraca hrvatske populacije je 57,1, kod muškaraca meksičke populacije 54,6; dok u žena hrvatske populacije iznosi 55,5, a u žena meksičke populacije 48,8. Iz ovoga jasno proizlazi da bi primjena hrvatskih standarda na meksičku populaciju, dovela do toga da bi značajan broj muških zdjeličnih kostiju u meksičkoj populaciji bio identificiran kao žene. Obrnuto,

primjena meksičkih standarda na hrvatski uzorak rezultirala bi svrstavanjem značajnog broja ženskih zdjeličnih kostiju u muške.

Manje, ali ipak značajne razlike u srednjim vrijednostima pokazuje i TAD, osim u slučaju usporedbe lijevih zdjeličnih kostiju muškaraca (TAD u hrvatskoj populaciji je 52,5, a u meksičkoj 52,2 (Tablica 15.)).

Ove razlike se prvenstveno mogu pripisati razlikama u broju uzoraka. U meksičkom uzorku broj lijevih zdjeličnih kostiju muškaraca je bio 81, dok u hrvatskom uzorku taj broj iznosi 48. Moguće je da su ove razlike, jednim dijelom, uvjetovane i različitim pristupom u analizi uzoraka. Gomez Valdezi i sur. su u istraživanje uključili i lijevu i desnu zdjeličnu kost jedne individue, u svrhu utvrđivanja bilateralne asimetrije, dok je u našem istraživanju promatrana samo jedna, bolje očuvana, zdjelična kost jedne individue, ili lijeva ili desna. Tako je u našem istraživanju bio skoro podjednak broj desnih i lijevih zdjeličnih kostiju (48 lijevih i 52 desne), podjednako za oba spola.

S obzirom da je statistička analiza pokazala normalnu raspodjelu između desnih i lijevih varijabli na acetabulumu, za oba spola, smatramo da smo time premostili eventualni utjecaj bilateralne asimetrije na rezultate istraživanja (Tablica 5.).

Gomez Valdez i sur. (138) su utvrdili postojanje manjeg stupnja bilateralne asimetrije, a veća točnost, i za muškarce i za žene, postignuta je na lijevim zdjeličnim kostima.

Dosadašnja istraživanja bilateralne asimetrije pokazala su značajan stupanj bilateralne asimetrije izražen na kostima udova, posebice gornjih, pri tome ističući veće dimenzije desne strane. Ovo tumače češćom uporabom navedenog uda ili pak ponavljanim aktivnostima tijekom života, što uvelike ovisi o zanimanju pojedinca (175). Međutim, postoje i istraživanja koja negiraju bilateralnu asimetriju, primjerice istraživanja glenoidne udubine (176, 177), gdje bi istu očekivali.

Osim na udovima, bilateralna asimetrija opisana je na lubanji, najviše u razlikama u širini lijeve i desne očne šupljine, što se objašnjava asimetrijom ljudskog lica (178). Međutim, u mnogim radovima koji se bave diskriminacijom spola nije uopće predložen podatak jesu li mjerenja provedena na lijevim ili pak desnim kostima (179, 180).

Rezultate dobivene ovim istraživanjem za acetabulum moguće je komparirati s rezultatima Šlausea i suradnika (92), koji su postavili osteometrijske standarde za bedrenu kost, za suvremenu hrvatsku populaciju, a s obzirom da se radi o komplementarnim dijelovima istog zgloba. Ustanovili su da je promjer glave bedrene kosti izrazito snažna varijabla u procjeni spola koja postiže točnost od 94% u procjeni muškog spola, s graničnom vrijednošću od 45 mm. Usporedba s boljom varijablom acetabuluma (TAD), odnosno točnošću od 88%, upućuje da komplementarni dijelovi istog zgloba pokazuju različit stupanj spolnog dimorfizma.

Točnost procjene spola temeljem acetabuluma moguće je usporediti s rezultatima mjerenja širine i visine glenoidne plohe, koja se može promatrati kao zglobno tijelo ekvivalentno acetabulumu. Istraživanja provedena na glenoidnoj plohi suvremene meksičke i tajlandske populacije (176, 177) su postigla točnost od 88%. Proizlazi da ove ekvivalentne zglobne plohe, koje sudjeluju u uzglobljavanju gornjeg i donjeg uda s trupom, pokazuju visok stupanj spolnog dimorfizma.

#### *Aurikularna i retroaurikularna ploha*

Za razliku od acetabuluma, koji pokazuje dobar spolni dimorfizam, aurikularna i retroaurikularna ploha, kao i varijable koje su uključivale njihove kombinacije, pokazale su znatno manji stupanj spolnog dimorfizma. Kao najbolji indikator spola, promatranog dijela stražnjeg segmenta zdjelice, pokazali su se VRASD i INARD. Ove dvije varijable imaju identičan stupanj spolnog dimorfizma. Usporedbom osjetljivosti i

specifičnosti (Tablica 6.), proizlazi da obje varijable postižu točnost u procjeni muškog spola od 74%. Ova postignuta točnost može se smatrati prihvatljivom u forenzičkom smislu (171). Najlošijom se pokazala varijabla T ASD, mjerena na aurikularnoj plohi, koja ne pokazuje statistički značajne razlike između spolova (Tablica 2.). Općenito, iz rezultata proizlazi da su se boljima pokazale one varijable, koje su se više odnosile na visinu nego na širinu stražnjeg segmenta bočne kosti.

Rezultati ovog istraživanja usporedivi su sa studijama kojima je predmet istraživanja također bio stražnji segment zdjelice. Segebarth-Orban (140) provodeći istraživanja na bočnoj kosti, na uzorcima iz belgijske i francuske populacije, utvrdio je značajan stupanj spolnog dimorfizma, temeljem ukupne visine bočne kosti, dok se mjerenje širine nije pokazalo značajnim, iako je veće dimenzije zabilježio kod muškaraca. Iste rezultate, za širinu bočne kosti, dobio je Gomez Valdez za meksičku populaciju, a visinom bočne kosti ispravno je identificirao spol u 81% uzoraka (138). Suprotno navedenom, istraživanja na kosturima Aboridžina su pokazala da je bočna kost relativno šira kod žena nego kod muškaraca (181), dok mjerenjima na uzorcima bočnih kostiju južnoafričkih crnaca i bijelaca, nisu utvrđene razlike u širini bočne kosti među spolovima, ali je visina bila značajnija kod muškaraca (182). Nadalje, Mahato (183) je u mjerenjima na indijskoj populaciji, utvrdio značaj hiloitične linije bočne kosti (linije koja seže od pubične eminencije do preaurikularne točke) u procjeni spola, s točnošću od oko 80%, dok je nešto veću točnost, temeljem indeksa, također za indijsku populaciju postigao Kausar (184). Točnost u procjeni temeljem hiloitične linije može se usporediti s INARD varijablom, mjenom u našem istraživanju (Slika 4.). Obje varijable imaju gotovo isti smjer prostiranja, osim što se varijabla INARD proteže više straga, uz dno sjednog ureza i pri tome reflektira visinu gornjeg, stražnjeg dijela zdjelice kosti, dok hiloitična linija donjeg, više prednjeg dijela

zdjeljne kosti. Uspoređujući točnost u procjeni spola, proizlazi da INARD pokazuje manju točnost od hilitične linije. (INARD vs. hilitična linija – 74% vs. 80%).

Iz navedenih istraživanja i ovog istraživanja proizlazi da se manji spolni dimorfizam širine bočne kosti, opisan u različitim svjetskim populacijama, prenosi i na širinu aurikularne i retroaurikularne plohe. Širina aurikularne plohe (TASD), u suvremenoj hrvatskoj populaciji, nije pokazala postojanje značajnih razlika između spolova, dok širina retroaurikularne (TRASD) plohe pokazuje mali stupanj razlika (Tablica 6., Slika 18.). Nešto bolji spolni dimorfizam u duljini bočne kosti dovodi i do boljih rezultata u varijablama koje su mjerile duljinu (visinu) aurikularne i retroaurikularne plohe (VASD i VRASD) i spomenute varijable INARD, a koja istovremeno mjeri aurikularnu i retroaurikularnu plohu (Tablica 6., Slika 17. i 18.). S druge strane, u nekim populacijama nije utvrđen značajan spolni dimorfizam u visini bočne kosti (185).

Neka od spomenutih istraživanja, koja su također mjerila cjelovitu zdjeljnu kost, bolji spolni dimorfizam ukupne visine zdjeljne kosti, u odnosu na ukupnu širinu, prvenstveno pripisiju većim razlikama u dimenzijama sjedne kosti, a ne bočne kosti (138, 140). Međutim, našim istraživanjem je potvrđeno da i visina stražnjeg segmenta bočne kosti ima ulogu u spolnom dimorfizmu.

Istraživanja kojima je mjerena cjelovita i uzglobljena zdjelica, utvrđeno je da ilijačni promjer ne pokazuje značajne razlike između spolova (181), što autori tumače činjenicom da je širina bokova u žena (zbog širine zdjelice) na neki način kompenzirana većim dimenzijama muške zdjeljne kosti, što rezultira istim dimenzijama ovog promjera. Istraživanja su pokazala da se bolji rezultati postižu mjerenjima provedenim na izoliranoj zdjeljnoj kosti, nego na cjelovitoj zdjelici (155).

U procjeni spola lošom se pokazala i širina križne kosti, kao još jedan dio stražnjeg segmenta zdjelice. Istraživanjima nekih europskih populacija (Francuska i Belgija)

(140) nisu utvrđene razlike između spolova u širini križne kosti, isto kao i u meksičkoj populaciji (138). Nasuprot njima, postojanje razlike u širini križne kosti, u korist muškaraca, utvrdio je Benazzi (186) u talijanskoj populaciji, dok su istraživanja provedena na uzorcima križne kosti Aboridžina utvrdila širi sakrum kod žena u odnosu na muškarce, a vrijednost ovog parametra u procjeni spola je oko 61% (181). Opće je poznato da neki segment kostura, koji je dobar indikator spola u morfološkom smislu, nije nužno i dobar indikator u osteometrijskom smislu. Ova tvrdnja se djelomično može primijeniti na aurikularnu i retroaurikularnu plohu. Kao morfološki pokazatelji spola, navodi se uzdignutost aurikularne plohe i prisustvo postaurikularnog žlijeba kod žena, te veća aurikularna ploha u muškaraca (27, 50). Za retroaurikularnu plohu se navodi da je uža kod muškaraca, nego kod žena (187), te da je kod muškaraca hrapavost retroaurikularne plohe više okruglasta, nego kod žena.

Međutim, istraživanja su pokazala da ovi segmenti zdjelice kosti nisu postojani, odnosno da nakon 45. godine života, i uzdignutost i postaurikularni sulkus iščezavaju, što onemogućuje procjenu spola temeljem ovih morfoloških značajki (168). Naši rezultati opovrgavaju navode morfoloških studija o širini retroaurikularne plohe, budući da osteometrijski, u hrvatskoj populaciji, retroaurikularna ploha je šira kod muškaraca. Naime, varijabla TRASD koja mjeri širinu retroaurikularne plohe, statistički je šira kod muškaraca suvremene hrvatske populacije, a u predikciji muškog spola pokazuje točnost od 64% (Tablica 2. i 6.). Dakle, aurikularna ploha je u suvremenoj hrvatskoj populaciji viša i duža kod muškaraca, dok je širinom jednaka u oba spola, a retroaurikularna ploha u hrvatskoj populaciji je i viša i šira kod muškaraca.

Nesklad između morfologije i osteometrije i nije rijetka pojava u antropologiji, a najbolji primjer je dio stražnjeg segmenta zdjelice – sjedni urez. Većina studija koje su se bavile morfologijom sjednog ureza ističu da je širina veća kod žena (140, 181, 188), a dubina kod muškaraca (189, 190). No, neka provedena istraživanja (83, 191) nisu pokazala velik stupanj spolnog dimorfizma u osteometrijskom smislu (jedva 70%), a istraživanjima na engleskoj populaciji, mjerenjem širine sjednog ureza, nisu ustanovljene osteometrijske razlike među spolovima (192). Prema tome, visina retroaurikularne plohe (VRASD) mjerena u našem istraživanju pokazuje se boljim osteometrijskim parametrom u procjeni spola od širine sjednog ureza.

Iz svega navedenog moguće je zaključiti da stražnji segment zdjelice, pa tako i aurikularna i retroaurikularna ploha, očituje evolucijski kompromis zdjeličnog obruča, koji je dovoljno uzak da omogući uspravan hod, a s druge strane dovoljno širok da omogući nesmetan prolaz dječjoj glavici, tijekom poroda (10, 27, 29, 50). Povećanje dimenzije pojedinih dijelova ženske zdjelice vodi većem preklapanju s vrijednostima muških varijabli, a to pak vodi smanjenju pouzdanosti u procjeni spola (193, 194).

Iz tablice koja u rezultatima prikazuje omjer vjerojatnosti za TRASD mjeran na retroaurikularnoj plohi (Tablica 12.), kao i iz Slika 8. i 11. za TASD i TRASD proizlazi i visok stupanj preklapanja (*overlap*) između spolova što u konačnici rezultira i manje preciznim diskriminantnim funkcijama. Još je Hrdlička naveo da su preklapanja raspona u varijacijama ženskih i muških kostiju temelj razvoja spolnih obilježja. Prema ovom principu, kosti muškaraca mogu se svrstati u rasponu od hipo do hiper maskuliniziranih, a kosti žena od hipo do hiper feminiziranih. Preklapanja se događaju kod hipomaskuliniziranih muških i hipofeminiziranih ženskih kostiju. Preklapanja dovode do smanjenja mogućnosti ili pak nemogućnosti procjene spola (181), što se pokazalo i ovim istraživanjem, za pojedine varijable (TRASD, TASD).

No, tu ne treba zaboraviti i značaj funkcionalnih razlika među spolovima, u promatranju varijabli mjerenih na aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi, za razliku od acetabuluma, gdje funkcionalne razlike ne postoje (182).

Morfološka istraživanja zdjelice su pokazala da je spolni dimorfizam zdjelice prvenstveno uvjetovan razlikama u prednjem segmentu zdjelice (155), što je potvrđeno i osteometrijskim istraživanjima provedenima na prednjem segmentu zdjelice za meksičku populaciju (138). Prema rezultatima našeg istraživanja na stražnjem segmentu zdjelice, proizlazi da se gore navedena morfološka teza može primijeniti i kod osteometrijskog određivanja spola. Odnosno, ukupni spolni dimorfizam zdjelice, funkcija je interakcije parcijalnog dimorfizma dva glavna područja zdjelice, prednjeg i stražnjeg segmenta. Stoga, prema konceptu funkcionalne integracije manji spolni dimorfizam u jednom morfološko-funkcionalnom zdjeličnom segmentu, bude kompenziran većim spolnim dimorfizmom dugog morfološko-funkcionalnog zdjeličnog segmenta (191).

Temeljem našeg istraživanja, a i temeljem rezultata sličnih istraživanja u različitim populacijama, proizlazi da acetabulum pokazuje visok stupanj spolnog dimorfizma i da je stabilan indikator spola, u gotovo svim populacijama u kojima je promatran.

S druge strane, stražnji segment zdjelice (bočna kost uz sjedni urez, te križna kost) je znatno lošiji osteometrijski indikator spola, te u različitim populacijama pokazuje i različit stupanj spolnog dimorfizma, ali i veću varijabilnost u stupnju točnosti procjene spola među različitim populacijama, nego što to pokazuje acetabulum.



### *Multifaktorska analiza*

U ovom dijelu rasprave, ukratko ćemo se osvrnuti na modele multifaktorske analize, postavljene u ovom istraživanju.

Provedenom multifaktorskom analizom postavljena su ukupno četiri modela diskriminantnih funkcijskih jednadžbi (Tablice 16.-19.). Osam od ukupno devet mjerenih varijabli, korišteno je u izradi četiri modela. Varijabla T ASD je eliminirana u izradi svih modela jer nije pokazala statistički značajne razlike među spolovima. Točnost procjene spola, temeljem diskriminantnih funkcijskih jednadžbi u korelaciji je s točnošću pojedinačnih varijabli.

Najboljim se pokazao model 2 u koji je uvršteno ukupno 6 varijabli (AD, TAD, CASD, VRASD, TRASD, INARD), te je postignuta točnost u procjeni muškog spola od 89%. Dobiveni postotak preciznosti zadovoljava i u forenzičkom, ali i u pravnom kontekstu. Usporedbom standardiziranih koeficijenata, jasno proizlazi da najveći doprinos u ovom modelu daju AD i TAD, a od varijabli mjerenih u području stražnjeg segmenta zdjelične kosti, najveći doprinos daje VRASD.

Model 4 uključuje varijable mjerene na stražnjem segmentu (ukupno 6 varijabli), te postiže točnost u procjeni muškog spola od 81%. Ova točnost je prihvatljiva u forenzičkom kontekstu, ali je ispod pravne prihvatljivosti. No, treba imati na umu da je, slična razina točnosti postignuta u istraživanjima koja su mjerila cjelovitu zdjeličnu kost (138) iz čega proizlazi i prednost ovog modela kod fragmentiranih kostiju.

Kombinacije postavljenih modela, upravo su i zamišljene na način da omogućе korištenje različitih varijabli, s obzirom na stanje zdjelične kosti, odnosno koji njeni dijelovi su dostupni mjerenju u određenom forenzičkom slučaju.

## 6.2. Varijabilnost promatranih područja zdjelične kosti

Promatrajući raspone standardnih devijacija varijabli mjenjenih u ovom istraživanju proizlazi da većina promatranih varijabli (TAD, VASD, CASD, VRASD, INARD), pokazuje veću varijabilnost kod muškaraca, nego kod žena (Tablica 2.). Veće varijacije kod muškaraca mogu se tumačiti posljedicom djelovanja, kako bioloških, tako i okolišnih čimbenika. Ovakav rezultat je i očekivan s obzirom na činjenicu da je žensko tijelo, a samim time i kostur, otporniji na promjene iz okoliša nego što je to muški kostur (195). Većina autora veće razlike u varijabilnosti kod muškaraca, objašnjava prvenstveno činjenicom da muški kostur svoj rast i razvoj završava znatno kasnije od ženskog kostura, pa je i dulje izložen djelovanju okolišnih čimbenika. Još jedan važan čimbenik za varijabilnost je i selekcijski pritisak, a koji se kod žena manifestira činjenicom da ženska zdjelica osim uspravnog hoda mora omogućiti i reproduktivnu funkciju, odnosno porođaj (193, 196). Mindel (191) smatra da je to i razlog zbog kojeg se, vizualnim pregledom, ženski kostur znatno rjeđe pogrešno procjenjuje od muškog. Razlike u stupnju varijabilnosti muške i ženske zdjelice, posljedica su djelovanja testosterona koji je odgovoran za razvoj obilježja koja dovode do morfoloških i ostemetrijskih razlika muške i ženske zdjelice, vidljiva na zdjelicama odraslih. Prisutnost ili odsutnost estrogena nema utjecaja na razvoj spolnog dimorfizma zdjelice. Ovaj zaključak je potkrijepljen i istraživanjem na muškim i ženskim miševima, gonadektomiranima po porodu, koji su, i jedni i drugi, kasnije razvili ženski tip zdjelice. No, opet s druge strane, u literaturi postoje i radovi koji opovrgavaju razlike u stupnju varijabilnosti među spolovima (193).

Helen Kurki (196) u svojem istraživanju dimenzija koštanog dijela zdjeličnog kanala, nije potvrdila postojanje veće varijabilnosti kod muškaraca u odnosu na žene.

Bez obzira na moguće, eventaulne uzroke, rezultati ovog istraživanja govore u prilog veće varijabilnosti muške zdjelice.

### **6.3. Populacijska specifičnost**

Općenito, jedan od glavnih nedostataka ostemetrijskih istraživanja, pa tako i ovog je postojanje populacijske specifičnosti (29, 50). Ovim istraživanjem postavljeni su standardi za pojedine dijelove zdjelice kosti, za suvremenu hrvatsku populaciju, a koje ne bi trebalo koristiti na drugim populacijama. Stupanj spolnog dimorfizma je populacijski specifičan, uzrokovan kombinacijom genetičkih, intrinzičnih i ekstrinzičnih čimbenika (182). Usporedba suvremene hrvatske populacije i suvremene meksičke populacije jasno upućuje na izrazite razlike između ovih populacija (Tablica 15.). Jedan od glavnih čimbenika koji uvjetuje ove razlike je prosječna visina u navedenim populacijama. Prosječna visina muškaraca u Hrvatskoj je 180 cm, žena 166 cm (197), dok je prosječna visina meksičkih muškaraca 164 cm, a žena 158 cm (176). Iz navedenog jasno proizlazi visok stupanj populacijskih razlika. Na potrebu postojanja specifičnih standarda već su 1966. godine upozorili Birkby i Kajanoja (198, 199). Iscan (200) je analizirajući rezultate istraživanja provedenih na koštanim ostacima francuske, njemačke i engleske populacije utvrdio značajan stupanj spolnog dimorfizma, zbog kojeg smatra nužnim postavljanje specifičnih standarda. Hual (185) je u istraživanju populacijskih razlika, standarde za zdjelicu dobivene na afričkoj populaciji primijenio na populaciju afroamerikanaca te je utvrdio pad točnosti sa 90% (na specifičnoj afričkoj populaciji) na svega 60% (na nespecifičnoj populaciji). Također, najveći dio novijih istraživanja, naglašava potrebu postojanja specifičnih standarda za procjenu spola (92, 93, 133, 137, 138, 141, 144, 146, 147). Black (170)

je osteometrijskim istraživanjem glave bedrene kosti utvrdio da je nevjerojatno da dvije biološki različite populacije budu identificirane istim diskriminantnim funkcijama.

Unatoč tome, neki autori su mišljenja da se korištenjem više specifičnih diskriminantnih funkcija može razviti univerzalna funkcija, koja će biti primjenjiva u većini svjetskih populacija (159). Svoja nastojanja u postavljanju univerzalnog standarda, obrazlažu činjenicom da je često gotovo nemoguće utvrditi kojoj populacijskoj skupini neki koštani ostaci pripadaju, kao što je i nemoguće da sve populacije u svijetu imaju specifične diskriminantne funkcije, odnosno standarde. Diskriminantnu funkciju koju su dobili sintezom diskriminantnih funkcija južnoafričkih crnaca i bijelaca, te suvremene grčke populacije s Krete, primijenili su na nespecifičnoj populaciji, uz točnost od 84%, tek za oko 2% manju od one kad se primjenjuje na specifičnoj populaciji. Ovakav rezultat se može tumačiti sličnim srednjim vrijednostima mjerenih varijabli populacija korištenih u ovoj studiji. Talijanski istraživači također navode da standardi, osim na promatranoj populaciji, mogu biti korišteni i na populacijama približno istih srednjih vrijednosti, odnosno graničnih točaka (137). No, s druge strane, srednje vrijednosti i granične točke pojedinih varijabli za neku populaciju utvrđuju se tek istraživanjima na specifičnoj populaciji.

Današnja osteometrijska istraživanja su sve više usmjerena i na procjenu varijabilnosti između različitih populacija, u pojedinim dijelovima kostura (200). No, poznato je da osim razlika među različitim populacijama, postoje i razlike unutar jedne iste populacije, prvenstveno regionalno uvjetovane. Primjerice, diskriminantna funkcijska jednadžba za bedrenu kost, a koja je utemeljena na kontinentalnoj srednjovjekovnoj hrvatskoj populaciji (točnost od oko 94%), primijenjena na srednjovjekovnu populaciju istočne obale Jadrana, smanjuje točnost na svega 73% (162). Ove razlike prvenstveno su posljedica regionalnih razlika u visini – muškarci iz

područja dalmatinskog zaleđa spadaju u skupinu najviših muškaraca u svijetu (201), te je stoga za očekivati postojanje ovakvih razlika i u suvremenoj hrvatskoj populaciji. S obzirom da su u naše istraživanje bili uključeni koštani ostaci iz kontinentalnog, kao i priobalnog područja, odnosno zaleđa Dalmacije, smatramo da je time otklonjen i značajan utjecaj intrapopulacijske varijabilnosti na rezultate ovog istraživanja.

Iako sekularne promjene na zdjelici nisu predmet ovog istraživanja, smatramo da je potrebno ukratko se osvrnuti na njih, prvenstveno zbog praktične primjene rezultata ovog istraživanja (195). Za razliku od evolucijskih promjena, sekularne promjene u jednoj populaciji se događaju u puno kraćem vremenskom razdoblju (202).

Ove promjene su često predmet antropoloških istraživanja koja prate vremenske promjene unutar jedne iste populacije (195), pri čemu zdjelica nije često predmet ovakvih istraživanja. Morfologija zdjelice izložena je utjecaju različitih čimbenika (okolišnih, genetskih, nutritivnih, te utjecaju tjelesne aktivnosti) (202). Klales je istraživao pojavnost seksualnih promjena morfoloških obilježja prednjeg segmenta zdjelice te utvrdio postojanje značajnog stupnja sekularnog trenda između populacije Sjeverne Amerike, iz perioda 19. stoljeća i uzorka moderne sjevernoameričke populacije (203). Istraživanja na goljeničnim i bedrenim kostima u hrvatskoj populaciji, također upućuju na prisutnost sekularnog trenda u hrvatskoj populaciji, a što ukazuje i na sekularni trend glave bedrene kosti (92,93).

Iz ovog proizlazi indirektni zaključak da je i acetabulum zahvaćen ovim trendom, a vrlo vjerojatno i ostali dijelovi zdjelice kosti, uključujući i stražnji segment. Smatramo da se rezultati našeg istraživanja, temeljenog na suvremenoj hrvatskoj populaciji, trebaju s oprezom koristiti na koštanim ostacima arheoloških nalaza na području Republike Hrvatske. Poboljšanje metodologije u području forenzičke antropologije, prvenstveno s obzirom na poboljšanje kvantitativnih metoda, koristeći uzorke

suvremenih populacija, ključ je razvoja forenzičke antropologije posljednja tri desetljeća (204).

#### **6.4. Utjecaj dobi na spolni dimorfizam promatranih područja**

U ovom istraživanju odlučili smo sve uzorke podijeliti prema spolu, ali i prema dobi, i to u skupinu do 50 godina (N=54 muškaraca, N=38 žena), i skupinu iznad 50 godina (N=46 muškaraca, N=62 žena). Ovime smo željeli utvrditi utjecaj degenerativnih promjena na spolni dimorfizam promatranih dijelova zdjelice. Kad se govori o degenerativnim promjenama, najčešće se radi o osteoartritisu, kako u arheološkim (205), tako i u suvremenim populacijama (206). U suvremenim populacijama pojavnost osteoartritisa je različita među različitim populacijama te varira od 7% do 27%, referirajući se na radiološke znakove osteoartritisa (207, 208).

Značajne degenerativne promjene u suvremenim populacijama se mogu očekivati nakon 50. godine života dok se u arheološkim populacijama degenerativne promjene javljaju znatno ranije, već oko 35. godine što je prvenstveno uvjetovano različitim životnim vijekom i različitim načinom života. Rana pojavnost osteoartritičnih promjena u arheološkim populacijama se pripisuje preopterećenju zglobne hrskavice fizičkom aktivnošću, a manje je posljedica fiziološkog starenja hrskavice. Kod suvremene populacije, degenerativne promjene su rezultat produženog životnog vijeka (5, 29), kao i načina života (manja fizička aktivnost, prekomjerna tjelesna težina) (209).

Raspodjela osteoartritičnih promjena u arheološkim i suvremenim populacijama je značajno drugačija. U arheološkoj populaciji najzahvaćeniji su rame, lakat, koljeno i kuk (29), a u suvremenoj kuk, koljeno, zglobovi šake (206), što upućuje na različit način života. Prekomjerna tjelesna težina suvremene populacije je najodgovornija što su zglob kuka i koljena najčešće zahvaćeni ovim promjenama (210).

Usporedbom srednjih vrijednosti između dvije skupine po dobi i za oba spola nismo utvrdili statistički značajne razlike (Tablica 3. i 4.). Ovo ne znači da su promatrani dijelovi zdjelice u suvremenoj hrvatskoj populaciji pošteđeni degenerativnih promjena. Ovakav rezultat, vezano uz acetabulum, može se tumačiti činjenicama da osteoartritične degenerativne promjene zahvaćaju prvenstveno zglobnu hrskavicu, koja se nalazi unutar samog acetabuluma, a što onda ne utječe na mjerene varijable acetabuluma (AD i TAD). Ovo je u korelaciji s drugim istraživanjima (205, 211, 212), koja su također utvrdila osteoartritične promjene koncentrirane prvenstveno na hrskavični dio zgloba kao i na podležecu kost. U suprotnom, utjecaj degenerativnih promjena na mjerene varijable acetabuluma bi bio veći, s obzirom da zglob kuka, uz rame, lakat i koljeno, pripada skupini izrazito pokretljivih zglobova.

Razlike vezane uz dob nismo utvrdili ni na preostala dva promatrana dijela zdjelice kosti. Aurikularna ploha dio je sakroilijačnog zgloba koji je, u odnosu na zglob kuka, znatno manje pokretljiv, pa time i manje podložan osteoartritičnim promjenama. Degenerativne promjene i na ovom zglobu, prvenstveno pogađaju hrskavični dio zgloba i subhondralnu kost, te dovode do promjena u reljefu površine zglobne plohe, a bez većeg utjecaja na njene dimenzije. Uslijed navedenih promjena subhondralne kosti, aurikularna ploha na neki način tone te se uzdignuće aurikularne plohe, koje se opisuje u žena, s godinama gubi (prestaje biti vidljivo nakon 45. godine života (168)), a praćeno je i promjenom reljefa same plohe, što se u antropologiji koristi se za određivanje dobi na koštanim ostacima odraslih (107). Dakle, prema rezultatima našeg istraživanja rubne degenerativne promjene (osteofiti), nisu učestala pojava na aurikularnoj plohi, za razliku od nekih drugih zglobnih površina, što se onda može tumačiti velikom statičnošću ovog zgloba.

Nepostojanje razlika, s obzirom na dob, u području retroaurikularne plohe, također je posljedica promjena u morfologiji, a bez utjecaja na njene dimenzije. Morfološka istraživanja su pokazala da se s dobi smanjuje hrapavost navedene plohe, uz pojavu postaurikularnog žlijeba kod žena, no ne i kod muškaraca. Ove promjene ne utječu na dimenzije retroaurikularne plohe, a u prilog čemu govore i naši rezultati.

### **6.5. Praktična primjena rezultata**

Ideja za ovakvu vrstu istraživanja nastala je kroz rad na koštanim ostacima, u procesu identifikacije žrtava Domovinskog rata, na Zavodu za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Republika Hrvatska se i danas, nakon proteka više od dva desetljeća, suočava s problemom nestalih i problemom identifikacije ekshumiranih posmrtnih ostataka. Naime, prema podacima Ministarstva branitelja, Republika Hrvatska još uvijek potražuje tek nešto manje od 2000 žrtava (20), koje se vode kao nestali. Uz žrtve Domovinskog rata, na Zavodu se obavljaju i identifikacije posmrtnih ostataka iz Drugog svjetskog rata, a u svrhu utvrđivanja broja stradalih i obilježavanja grobišta. S obzirom na protoke vremena, posmrtni ostaci koji nakon ekshumacije budu dopremljeni na Zavod, različitog su stupnja očuvanosti, u pravilu nepotpuni i velikim dijelom fragmentirani, tako da je inicijalni korak u određivanju biološkog identiteta izrazito otežan, nerijetko i onemogućen. Iz tog razloga, a čemu danas i teže istraživanja u forenzičkoj antropologiji, potrebno je razviti specifične populacijske standarde za različite dijelove kostura.

Odlučili smo osteometrijski istražiti masivnije dijelove zdjelične kosti, pri čemu smo se vodili i spoznajom da zdjelična kost, u hrvatskoj populaciji, do sada nikad nije bila



predmet niti jednog osteometrijskog istraživanja, kako na suvremenom tako i na arheološkom uzorku.

Standardi dobiveni ovim istraživanjem (granične točke za mjerene varijable, diskriminantne funkcije jednadžbe), uvelike će olakšati rad s koštanim ostacima. Preciznost u procjeni spola temeljem jedne varijable na acetabulumu (TAD), koja postiže točnost od 88% u procjeni muškog spola, predstavlja iznimno dobar rezultat u forenzičkom smislu, te se ova metoda na Zavodu počela i primjenjivati u radu s koštanim ostacima. Točnost procjene od 88% ili pak od 89% koja se postiže diskriminantnom funkcijskom jednadžbom, zadovoljavajuća je i u pravnom kontekstu. Vrijednost rezultata se najbolje očituje u usporedbi s morfološkim načinom utvrđivanja spola, gdje se točnost od 90% postiže u slučaju kad je zdjelična kost cjelovita (10).

Standardi dobiveni mjerenjima aurikularne i retroaurikularne plohe, u svrhu procjene spola, manje su preciznosti u odnosu na acetabulum, no itekako će poslužiti u praktičnom radu s fragmentiranim zdjeličnim kostima, ali i u radu s pomiješanim koštanim ostacima više individua, u svrhu razvrstavanja. Razvrstavanje pomiješanih koštanih ostataka, kakvi se često nađu prilikom ekshumacija masovnih grobnica najsloženije je pitanje u forenzičkoj antropologiji. Uz morfološko razvrstavanje po veličini i robusnosti koštanih elemenata, osteometrijsko razvrstavanje predstavlja metodu izbora, s obzirom da znatno povećava preciznost samog postupka (213). Rezultati dobiveni ovim istraživanjem uvelike mogu olakšati ovaj postupak.

S obzirom da za suvremenu hrvatsku populaciju već postoje razvijeni standardi za bedrenu kost, standardi dobiveni ovim istraživanjem omogućiti će uparivanje glave bedrene kosti i acetabuluma čime se postiže još veća preciznost od pojedinačnog osteometrijskog razvrstavanja (214, 215).

Zaključno, predložena metoda procjene spola je brza, jeftina, lako izvediva, te ne zahtijeva veliko iskustvo istraživača (213). Dobiveni rezultati su važni i na globalnoj razini, jer će pridonijeti povećanju baze podataka specifičnih populacijskih standarda. Iako se radi o populacijski specifičnim standardima za suvremenu hrvatsku populaciju, smatramo kako ovi standardi mogu biti primijenjeni i na drugim populacijama, prvenstveno na populacijama u okruženju, ali i na drugim svjetskim populacijama, čije su srednje vrijednosti i granične točke bliske srednjim vrijednostima suvremene hrvatske populacije, te koje su konstitucijski slične hrvatskoj populaciji.

Buduća istraživanja u ovom području svakako bi trebalo usmjeriti na povećanje baze podataka za promatrane elemente, ali isto tako i na ispitivanje spolnog dimorfizma na drugim segmentima zdjelice kao i ukupnog kostura.

## 7.0. ZAKLJUČCI

1. Acetabulum i aurikularna ploha masivniji su dijelovi zdjelične kosti.
2. Sve mjerene varijable, osim širine aurikularne plohe (TASD), su veće na muškoj zdjeličnoj kosti. TASD ne pokazuje razlike s obzirom na spol.
3. Poprečni promjer acetabuluma (TAD) je najbolji indikator spola, od svih promatranih varijabli, te procjenjuje muški spol s točnošću od 88%.
4. Od varijabli promatranih na aurikularnoj plohi, najtočnija je njena visina, koja procjenjuje muški spol, s točnošću od 69%.
5. Od varijabli na retroaurikularnoj plohi, najtočnija je njena visina, koja procjenjuje muški spol s točnošću od 74%.
6. Od varijabli sastavljenih od aurikularne i retroaurikularne plohe, boljom se pokazala varijabla INARD, s točnošću u procjeni spola od 74%.
7. Od varijabli mjerenih na stražnjem segmentu, točnije su varijable koje su se odnosile na visinu stražnjeg segmenta, nego one koje se odnose na širinu.
8. Najveća preciznost u procjeni spola postiže se diskriminantnom funkcijskom jednadžbom koja uz varijable acetabuluma (AD, TAD), uključuje i četiri varijable stražnjeg segmenta bočne kosti (CASD, VRASD, TRASD, INARD), s točnošću u procjeni spola od 89%.
9. Ne postoje razlike u dimenzijama mjerenih varijabli s obzirom na dob.
10. Potvrđena je teza o populacijskoj specifičnosti diskriminantnih funkcija.
11. Predložena metoda je korisna, jeftina i lako izvediva.

## 8.0. SAŽETAK

*Cilj rada:* Ovo istraživanje je provedeno u svrhu postavljanja ostemetrijskih standarda za procjenu spola, temeljem mjerenja acetabuluma, aurikularne i retroaurikularne plohe, na žrtvama Domovinskog rata, a koji su reprezentativni uzorci suvremene hrvatske populacije. Zdjelična kost do sada nije bila predmet istraživanja uopće u hrvatskoj populaciji, dok do danas u literaturi ne postoje diskriminantne funkcijske jednadžbe temeljem mjerenja aurikularne i retroaurikularne plohe, za bilo koju svjetsku populaciju.

*Materijal i metode:* Ukupan uzorak se sastojao od 100 muških i 100 ženskih zdjeličnih kostiju. Na acetabulumu, aurikularnoj i retroaurikularnoj plohi je mjereno ukupno devet varijabli, uz pomoć kliznog kalipera i fleksibilnog metra. Dobivene vrijednosti, izražene u milimetrima, dalje su korištene u statističkoj analizi.

*Rezultati:* Vrijednosti mjerenih varijabli značajno su veće kod muškaraca u odnosu na žene, izuzev poprečnog promjera aurikularne plohe, koji nije pokazao statistički značajne razlike među spolovima. Unifaktorska analiza je pokazala da je poprečni promjer acetabuluma najbolja pojedinačna varijabla, koja postiže točnost u procjeni spola od 88%.

Visina aurikularne i retroaurikularne plohe su najbolje pojedinačne varijable u procjeni spola, promatranog stražnjeg segmenta zdjelične kosti.

Postavljena su četiri modela diskriminantnih funkcijskih jednažbi, a najboljim se pokazao model sa šest varijabli, s točnošću procjene od 89%.

*Zaključak:* Postavljenim standardima za hrvatsku populaciju postiže se zadovoljavajuća točnost u forenzičkom, kao i u pravnom kontekstu, u svrhu identifikacije spola koštanih ostataka.

## 9.0. SUMMARY

*Title:* Osteometric sex determination based on dimension of acetabulum, auricular and retroauricular surface of pelvic bone in victims of the War of Independence in Croatia

*Aim:* The purpose of this research was to establish osteometric standards for sex determination of skeletal remains of Croats, by measuring acetabula, auricular and retroauricular surface. The skeletal remains included were victims of Croatian War of Independence and they represent contemporary Croatian population.

*Materials and methods:* The material consisted of 100 male and 100 females pelvic bones. Nine variables were measured on the acetabulum, auricular and retroauricular surface using sliding caliper and flexible measuring tape. Measured variables were noted in millimeters and were used in statistical analysis.

*Results:* Measured variables showed significantly higher values in men than in women with the exception of transverse diameter of auricular surface which showed no statistical significant difference between the sexes.

Unifactor analysis showed the transverse acetabulum diameter is the best single variable with the accuracy of sex estimation in 88%.

Four models of discriminant function equations were established. The best accuracy was achieved with model which included six variables when the accuracy of sex estimation was 89%.

*Conclusion:* Satisfactory accuracy can be achieved when using these set standards for Croatian population in sex estimation, both for forensic and legal purposes of identifying skeletal remains.

## 10.0. LITERATURA

1. Kanchan T, Krishan K. Personal Identification in Forensic Examinations. *Anthropol.* 2013;2:114.
2. Thompson T, Black S. *Forensic Human Identification: An introduction.* UK:CRC Press; 2006.
3. Bardale R. *Principles of Forensic Medicine and Toxycology.* New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd; 2011.
4. Madea B. *Handbook of Forensic Medicine.* Grad: John Wiley and Sons Ltd; 2014.
5. Zečević D. i sur. *Sudska medicina i deontologija.* Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
6. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrman A, Kaatsch HJ, Knell B, Ramsthaler F, et al. Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Leg Med.* 2008; 122(6): 457-60.
7. Simpson EK, Byard RW. Unique Characteristic at Autopsy. In: Tsokos M(ur.). *Forensic Pathology Reviews, Volume 5.* Humana Press, Totowa, New Yersey, SAD, 2008.
8. Warren CP. Personal identification of Human Remains: An Overview. *J Forensic Sci.* 1977: 388-95.
9. Morgan OW, Sribanitmongkel O, Perera C, Sulasmi Y, Von Alphen D, Sondorp E. Fatality Management following the South Asian Tsunami Disaster: Case Studies in Thailand, Indonesia and Sri Lanka. *PLoS Med.* 2006;3(6):e195.
10. Scheuer L. Application of osteology to forensic medicine. *Clin Ant.* 2002;15:297-312.
11. Prieto JL, Magana C, Ubelaker DH. Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. *J Forensic Sci.* 2004;49:918-23.
12. Kumar A, Harish D, Singh A, Kulbhusan, Sunil Kumar GA. Unknown Dead Bodies: Problem and Solution. *J Indian Acad Forensic Med.* 2014;36:76-80.
13. Kringsholm B, Jakobsens J, Sejrsen B, Gregersen M. Identified bodies/skulls found in Danish waters in the period 1992-1996. *Forensic Sci Int.* 2001;123(2-3):150-8.

14. ICRC report: The Missing and their families: Action to resolve the problem of people unaccounted for as a result of armed conflict or internal violence and to assist their families, 2003. <https://www.icrc.org/eng/resources/documents/report/5jahr8.htm>
15. Zastupnički dom Hrvatskog državnog sabora. Deklaracija o domovinskom ratu. Narodne novine br. 102/2000. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2000\\_10\\_102\\_1987.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2000_10_102_1987.html)
16. Domovinski rat. U: Proleksis enciklopedija, Carnet. <http://proleksis.lzmk.hr/18243/>
17. Marijan D. Sudionici i osnovne značajke rata u Hrvatskoj 1990-1991. ČSP. 2008;1:47-64.
18. Domovinski rat. Hrvatska enciklopedija. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=15884>
19. Domovinski rat. Posljedice rata. U: Wikipedija. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Domovinski\\_rat](https://hr.wikipedia.org/wiki/Domovinski_rat)
20. Nestale osobe u domovinskom ratu. Ministarstvo hrvatskih branitelja Republike Hrvatske. <https://branitelji.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug/mjere/nestale-osobe/nestale-osobe-u-domovinskom-ratu-834/834>.
21. Strinovic D, Skavic J, Kostovic I, Henigsberg N, Judas M, Clark D. Identification of war victims in Croatia. Med Sci Law. 1994;34(3):207-12.
22. Strinovic D, Skavic J, Zecevic D. Experience based on the model of identification on mass casualites. In 10th International Meeting on Forensic Medicine Alpe-Adria-Panonia. Croatian Medical Association Zagreb: 2001;55-62.
23. Slaus M, Strinovic D, Petroveckii V, Vyroubal V. Contribution of Forensic Anthropology of Identification Process in Croatia: Examples of victim Recovered in Wells. Croat Med J. 2007;48(4):503-12.
24. Marquez-Grant N, Fibiger L. The Routledge Handbook of Archeological Human Remains and Legislation. London: Routledge; 2010.
25. Sujoldžić A. Antropološko nazivlje. Hrvatsko antropološko društvo-HAD. Znanstveno vijeće za antropološka istraživanja Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Zagreb: 2013.
26. Dupras TL, Schultz JJ, Wheeler SM, Williams LW. Forensic recovery of Human Remains: Archeological Aproaches. Florida: CRC Press; 2011.
27. Byres N. Introduction to Forensic Anthropology. Boston: Pearson; 2008.

28. Komar D, Buikstra J. Forensic anthropology: Contemporary theory and practice. New York: Oxford University Press; 2008.
29. Slaus M. Bioarheologija: demografija, zdravlje, traume i prehrana starohrvatskih populacija. Zagreb: Školska knjiga; 2006.
30. Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. Forensic anthropology and Medicine. Totowa, New Jersey: Humana Press Inc; 2006.
31. Sikanjic-Rajic P. Bioarchaeological research in Croatia – a historical review. Collegium Antropol. 2005;29(2):763-8.
32. Gorjanovic-Kramberger D. Del Paleolithische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Dilivium von Krapina in Kroatien, II. MAGW 1902;31:189–216.
33. Ivaniček F. Istraživanje nekropole ranog srednjeg vijeka u Bijelom Brdu. Ljetopis Jugoslovsne akademije. 1949;(55):111-44.
34. Ivaniček F. Staroslavenska Nekropola u Ptuju - Rezultati Antropoloških Istraživanja. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti; 1951.
35. Boljunčić J. Anomalije na gornjim luskama zatiljnih kostiju dviju bronačanodobnih, čovječjih lubanja iz spilje Bezdanjače kod Vrhovina u Lici. HAZU 1991;458:131-42.
36. Boljunčić J. Antropološka analiza kosturnih ostataka iz srednjovjekovnog groblja Zvonimirovo kod Suhopolja (Hrvatska). Prilozi Instituta za arhologiju 1993;10:131-48.
37. Šarić-Bužančić A. Pregled arheoloških i antropoloških istraživanja kasnosrednjovjekovnog groblja na lokalitetu Sv. Vid. Split. Arheološki muzej Split; 1999.
38. Rajić P, Ujčić Ž. Anthropological analysis of the Late Roman/Early Medieval cemetery of Novigrad (Istria). Collegium Antropol. 2003;27:803-8.
39. Brkic H, Strinovic D, Slaus M, Skavic J, Zecevic D, Milicevic M. Dental identification of war victims from Petrinja in Croatia. Int J Legal Med. 1997;110(2):47-51.
40. Slaus M, Orlic D, Pecina M. Osteochondroma in a skeleton from an 11th century Croatian cemetery. Croat Med J. 2000;41(3):336-40.
41. Kapoor AK. Forensic Anthropology: A Paradigm Shift in Classical Discipline. J Forensic Anthropol. 2016;1:106.
42. Cattaneo C. Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. Forensic Sci Int. 2009; 165:185-93.



43. Black S. Forensic osteology in the United Kingdom, In: Cox M, Mays S. Human Osteology in Archeology and Forensic Science. London: GMM; 2000.pp. 491-504.
44. Black S. Forensic anthropology – regulation in the United Kingdom. *Sci Justice*. 2003;43(4):187-92.
45. Cataneo C, Baccino E. A call for forensic anthropology in Europe. *Int J Legal Med*. 2002;116:N1-N2.
46. Bass WM. Human osteology: A laboratory and field manual of human skeleton. Special publication. Missouri archeological society, Columbia; 1992.
47. Buikstra JE, Ubelaker DH, editors. Standard for data collection from human skeletal remains. Fayetteville, AK: Arkansas Archaeological Survey; 1994.
48. Klonowski EE. Priručnik – uputstva za ekshumaciju i identifikaciju ljudskog skeleta. Sarajevo-Reykjavik-Miami: Physician for human rights; 1996.
49. Slaus M, Novak M, Vidanovic M. Croatia/Hrvatska, In: The Routledge Handbook of Arcaeological Human Remains and Legislation. London: Routledge;2011 pp 83-86.
50. Iscan MY, Steyn M. The human sceleton in forensic medicine. Spriengfield, IL: Charles C Thomas Publisher Ltd; 2013.
51. Klepinger LL. Fundamentals of forensic anthropology. Urbana IL: A John Wiley and Sons Inc; 2006.
52. Walker PL. Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *Am J Phys Anthropol*. 2008;136:39-50.
53. Brooks S, Suchey J. Skeletal age determinaton based on the Os Pubis: A Comparison of the Ascádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. *Hum Evol*. 1990;5:227-238.
54. Lovejoy CO, Meindel RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol*. 1985;68:15-28.
55. Phenice TW. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *Am J Phys Anthropol*. 1969;30:297-301.
56. Nagaoka T, Shizushima A, Sawada J, Tomo S, Hoshino K, Sato H. Sex determination using mastoid process measurement: standards for Japanese human skeleton of the medieval and early modern periods. *Anthropol Sci*. 2008;116:105-113.

57. Albanese J, Tuck A, Gomes J, Cardoso HF. An alternative approach for estimating stature from long bones that is not population- or group-specific. *Forensic Sci Int.* 2016;259:59-68.
58. Spradley MK, Jantz RL. Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *J Forensic Sci.* 2011;56:289-96.
59. Navega D, Coelho C, Vicente R, Ferreira MT, Wasterlain S, Cunha E. Ancestry Trees: ancestry estimation with randomized decision trees. *Int J Legal Med.* 2015;129(5):1145-53.
60. Lewis CJ, Garvin HM. Reliability of the Walker Cranial Nonmetric Method and Implications for Sex Estimation. *J Forensic Sci.* 2016;61(3):743-51.
61. DiGangi EA, Moore KM. *Research method in human skeletal biology.* London, UK: Elsevier Inc; 2013.
62. Weber GW, Bookstein FL. *Virtual Anthropology - a guide to a new interdisciplinary field.* New York: Springer; 2011.
63. Taylor RE, Suchey JM, Payen LA, Slota PJ. The use of radiocarbon ( $^{14}\text{C}$ ) to identify human skeletal materials of forensic science interest. *J Forensic Sci.* 1989;34:1196-205.
64. MacLaughlin-Black SM, Herd RJM, Willson K, Myers M, West IE. Strontium-90 as a indicator of time since death: a pilot investigation. *Forensic Sci Int.* 1992;57:51-56.
65. Swift B. Dating human skeletal remains: investigating the viability of measuring the equilibrium between  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  as a means of estimating the post mortem interval. *Forensic Sci Int.* 1998;98:119-26.
66. Introna F, Di Vella G, Campobasso CP. Determination of postmortem interval from old skeletal remains by image analysis of luminol test results. *J Forensic Sci.* 1999;44(3):535-38.
67. Karley ER. The microscopic determination of age in human bone. *Am J Phys Anthropol.* 1965;23(2):149-63.
68. Karley ER, Ubelaker DH. Revision in the microscopic method of estimating age at death in human cortical bone. *Am J Phys Anthropol.* 1978;49(4):545-6.
69. Cattaneo C, Di Martino S, Scali S, Craig OE, Grandi M, Sokol RJ. Determining the human origin of fragments of burnt bone: a comparative study of histological, immunological and DNA techniques. *Forensic Sci Int.* 1999;102:181-91.

70. Tersigni-Tarrant MTA, Shirley NR. *Forensic Anthropology: An Introduction*. New York, NY: CRC Press; 2013.
71. Houck M. *Forensic Anthropology*. San Diego, US: Elsevier Inc; 2017.
72. Rine S. *Bon Voyage: A Journey in Forensic Anthropology*. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press; 2010.
73. Stewart TD. *Essential of Forensic Anthropology*. Springfield: Charles C Thomas; 1979.
74. Bidmos MA, Dayal MR. Further evidence to show population specificity of discriminant function equations for sex determination using the talus of South African blacks. *J Forensic Sci*. 2004;49(6):1165-70.
75. Buzek J, Muroil P. Methodology and Reliability of Sex determination from the Skeleton. *Forensic Anthropol Med*. 2006;9:225-42.
76. Cox M, Mays S. *Human osteology in archaeology and forensic science*. London: Greenwich Medical Media Ltd; 2000.
77. Rogers TL. Determining the sex of human remains through cranial morphology. *J Forensic Sci*. 2005;50:493-500.
78. Bonner F, Farach-Carson MC, Rodan G. *Bone Formation*. London: Springer; 2004.
79. Nieves JW, Formica C, Ruffing J, Zion M, Garrett P, Lindsay R, et al. Males have larger skeletal size and bone mass than females, despite comparable body size. *J Bone Miner Res*. 2005;20(3):529-35.
80. Rosenberg KR, Trevathan W. Bipedalism and human birth: the obstetrical dilemma revisited. *Evol Anthropol*. 1995;4:161-68.
81. Iscan MY. Rise of forensic anthropology. *Am J Phys Anthropol*. 1988;31(9):203-29.
82. Steyn M, Pretorius E, Hutten L. Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *Homo*. 2004;54(3):197-206.
83. Ari I. Morphometry of the greater sciatic notch on remains of male Byzantine skeletons from Nice. *Eur J Anat*. 2005;9:161-5.
84. Ferembach D, Schwidetsky I, Stloukal M. Recommendations for age and sex of diagnosis skeletons. Report of the Workshop of European Anthropologists (WEA). *J Hum Evol*. 1980;9:517-49.
85. Calcagno JM. On the applicability of sexing human skeletal material by discriminant function analysis. *J Hum Evol*. 1981;10:189-98.

86. Maat GJR, Maswijk RW, Van der Valde EA. On the reliability of non-metrical morphological sex determination of the skull compared with that of the pelvis in the Low Countries. *Int J Osteoarchaeol.* 1997;7:575-80.
87. Loth SR, Henneberg M. Mandibular ramus flexure: a new morphological indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol.* 1996;99:473-85.
88. France DL. Osteometry at muscle origin and insertion in sex determination. *Am J Phys Anthropol.* 1988;76:515-26.
89. Iscan MY, Loth SR, King CA, Shihai D, Yoshino M. Sexual dimorphism in humerus: a comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Forensic Sci Int.* 1998;98:17-29.
90. Iscan MY, Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the femur in blacks and whites. *Coll Antropol.* 1984;8:169-75.
91. Trancho GT, Robledo B, Lopez-Bueis I, Sanchez JA. Sexual determination of the femur using discriminant functions. Analysis of a Spanish population of known sex and age. *J Forensic Sci.* 1997;42:181-85.
92. Šlaus M, Strinović D, Škavić J, Petrovečki V. Discriminant function sexing of fragmentary and complete femora: standards for contemporary Croatia. *J Forensic Sci.* 2003;48(3):509-12.
93. Šlaus M, Bedić Ž, Strinović D, Petrovečki V. Sex determination by discriminant function analysis of the tibia for contemporary Croats. *Forensic Sci Int.* 2013;226(1-3):301-4.
94. Holland TD. Sex assessment using the proximal tibia. *Am J Phys Anthropol.* 1991;85:221-27.
95. Stewart JH, McCormick WF. The gender predictive value of sternal length. *Am J Forensic Med Pathol.* 1983;4(3):217-20.
96. Dwight T. The range and significance of variation in the human skeleton. *Boston Med Surg J.* 1894;131: 97–101.
97. Demirjian A. Dentition. In: Falker F, Tanner JM, editors. *Human growth, vol.2. Postnatal growth.* 2nd Ed. New York: Plenum Press. 1986; 269-98.
98. Whittaker DK, MacDonald DG. *A color atlas of forensic dentistry.* London: Greenwich Medical Media Ltd; 1989.
99. Powell TV, Brodie AG. Closure of the spheno-occipital synchondrosis. *Anat Rec.* 1963;147:15-23.

100. Szilvassy J. Age determination on the sternal faces of the clavicle. *J Hum Evol.* 1980;9:609-10.
101. Web PAO, Suchey JM. Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern sample of American males and females. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68:457-66.
102. Meindl RS, Lovejoy CO. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68:57-66.
103. Todd TW. Age changes in the pubic bone: The male white pubis. *Am J Phys Anthropol.* 1920; 3:285-334.
104. Meindel C, Lovejoy CO, Mensforth R, Walker R. A revised method of age determination using the os pubis, with a review and tests of accuracy of other current methods of pubic symphyseal aging. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68:29-45.
105. Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: comparison on the Ascadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evol.* 1990; 5:227-38.
106. Lovejoy CO, Meindl RS, Mensforth R, Barton TJ. Multifactorial determination of skeletal age at death: A method and blind test of its accuracy. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68:1-14.
107. Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbek TR, Mensforth R. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol.* 1985; 68:15-28.
108. Iscan MY, Loth SR, Wright RK. Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *J Forensic Sci.* 1984;29:1094-104.
109. Iscan MY, Loth SR, Wright RK. Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *J Forensic Sci.* 1985;30:853-63.
110. Russel KF, Simpson SW, Genoves J, Kinkel MD, Meindl RS, Lovejoy CO. Independent test of the fourth rib aging technique. *Am J Phys Anthropol.* 1993; 92:53-62.
111. Dudar JC, Pfeiffer S, Saunders SR. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age-at-death estimation using ribs. *J Forensic Sci.* 1993;38:677-85.
112. Wurm H. Zur Geschichte der Körperhöhenachätzmethoden nach Skelettfunden. *Anthrop Anz.* 1986;44(2):149-67.

113. Auyeung TW, Lee JS, Kwok T, Leung J, Leung PC, Woo J. Estimation of stature by measuring fibula and ulna bone length in 2443 older adults. *J Nutr Health Aging*. 2009; 13(10):931-36.
114. Kate BR, Mujumdar RD. Stature estimation from femur and humerus by regression and autometry. *Acta Anat*. 1976;94(2):311-20.
115. Steele DG, McKern TW, A method for assessment of maximum long bone length and living stature from fragmentary long bones. *Am J Phys Anthropol*. 1969;31:215-28.
116. Prasad R, Vettivel S, Jayaseelan L, Isaac B, Chandi G. Reconstruction of femur lengths from markers at its proximal length. *Clin Anat*. 1996;9:28-33.
117. Rani Y, Naik SK, Singh AK, Murari A. Correlation of Stature of Adult with the Length of Clavicle. *J Indian Acad Forensi Med*. 2011;33(3):194-96.
118. Rodriguez S, Rodriguez-Calvo MS, Gonzales A, Febrero-Bande M, Munoz-Barus JI. Estimating height from the first and second cervical vertebrae in a Spanish population. *Leg Med*. 2016;19:88-92.
119. Elliot M, Collard M. FORDISC and the determination of ancestry from cranial measurements. *Biol Lett*. 2009;23(6):849-52.
120. Delaere O, Dhem A. Prenatal development of the human pelvis and acetabulum. *Acta Orthop Belg*. 1999;65(3):255-60.
121. Uthoff HK. The embryology of the human locomotor system. Berlin: Springer; 1990.
122. Gray H, Warwick R, William P. 1. (eds). *Gray's Anatomy*. Edinburgh: Longman; 1973.
123. Verbruggen SW, Nowlan NC. Ontogeny of the human pelvis. *Anat Rec*. 2017;300:643-652.
124. Drake RL, Vogl W, Mitchell AW. *Gray's basic anatomy*. Philadelphia, PA: Elsevier Inc; 2012.
125. Drake RL, Vogl W, Mitchell AW. *Gray's anatomy for students*. Philadelphia, PA: Elsevier Inc; 2010.
126. Krmpotić-Nemanić J. *Anatomija čovjeka*. Medicinska naklada Zagreb; 1993.
127. Jalšovec D. *Sustavna i topografska anatomija čovjeka*. Školska knjiga Zagreb; 2005.
128. Aiello L, Dean C. *An introduction to human evolutionary anatomy*. London, UK: Elsevier Ltd; 2002.

129. Junqueira LS, Craneiro J, Kelly RO. Basic histology, seventh edition. Connecticut: Appelton and Lange; 1992.
130. Knight B. Forensic Pathology. New York: Oxford University Press Inc; 1996.
131. Lovell NC. Test of Phenice's method for determining sex from os pubis. *Am J Phys Anthropol.* 1989;79:117-20.
132. MacLaughlin SM, Bruce MF. Morphological sexing of the os pubis-an anatomical approach. *Am J Phys Anthropol.* 1990;81:260-1.
133. Novak L, John MA, Schultz J, McIntyre M. Determining Sex of the Posterior Ilium from the Robert J. Terry and William M Bars Collections. *J Forensic Sci.* 2012; 57(5):1155-60.
134. Houghton P. The relationship of the pre-auricular groove of the ilium to pregnancy. *Am J Phys Anthropol.* 1974;41:381-4.
135. Suchey JM, Wiseley DV, Green RF, Noguchi TT. Analysis of dorsal pitting in the os pubis in an extensive sample of modern American females. *Am J Phys Anthropol.* 1979;51:517-40.
136. Cox M, Scott A. Evaluation of the obstetric significance of some pelvic characters in an 18th century British sample of known parity status. *Am J Phys Anthropol.* 1992; 89:431-40.
137. Benazzi S, Maestri C, Parisini S, Vecchi F, Gruppioni G. Sex assessment from the acetabular rim by means of image analysis. *Forensic Sci Int.* 2008;26(180):58e1-3.
138. Gomez-Valdez JA, Torres Ramirez G, Baez Molgado S, Herrera Sain-Leu P, Castrejon Caballero JL, Sanchez-Mejorada G. Discriminant Function Analysis for Sex Assessment in Pelvic Girdle Bones: Sample from the Contemporary Mexican Population. *J Forensic Sci.* 2011;56(2):298-301.
139. MacLaughlin SM, Bruce MF. The sciatic notch/acetabular index as a discriminator of sex in European skeletal remains. *J Forensic Sci.* 1986;31:1380-90.
140. Segebarth-Orban R. An evaluation of the sex dimorphism of human innominate bone. *J Hum Evol.* 1980;9:601-7.
141. Bašić Ž, Kružić I, Jerković I, Anđelinović D, Anđelinović Š. Sex estimation standards for medieval and contemporary Croats. *Croat Med J.* 2017;58(3):222-30.
142. Ibrahim A, Alias A, Shafie MS, Das S, Nor FM. Osteometric estimation of sex from mastoid triangle in Malaysian population. *Asian J Pharm Clin Res.* 2018;11(7):303-7.

143. Saini R, Saini V. Sexual dimorphism of North Indian crania and its forensic application. *J For Med Leg Aff.* 2016;1(2):108.
144. Soni G, Dhall U, Chhabra S. Determination of sex from femur: discriminant analysis. *Australian J Forensic Sci.* 2012;45(2):1-6.
145. Steyn M. Sex determination from the femur and tibia in South African white. *Forensic Sci Int.* 1997;90(1-2):111-9.
146. Reddy BB, Doshi MA. Sex determination from adult human humerus by discriminant function analysis. *Int J Res Med Sci.* 2017;5(9):3891-7.
147. Aydin Kabacki AD, Buyukmumcu M, Yilmaz MT, Cicekcibasi AE, Akin D, Cihan E. An osteometric study on humerus. *Int J Morphol.* 2017;35(1):219-26.
148. Barrier IL, L'Abbé EN. Sex determination from the radius and ulna in a modern South African sample. *Forensic Sci Int.* 2008;179(1):85.e1-7.
149. Srivastava R, Saini V, Rai RK, Pandey S, Singh TB, Tripathi SK, et al. Sexual dimorphism in ulna: an osteometric study from India. *J Forensic Sci.* 2013;58(5):1251-56.
150. Mastrangelo P, De Luca S, Sanchez-Mejorada G. Sex assessment from carpals bones: discriminant function analysis in a contemporary Mexican sample. *Forensic Sci Int.* 2011;209:1-3.
151. Peckman TR, Meek S, Dilkie N, Rozendaal A. Determination of sex from the patella in a contemporary Spanish population. *J Forensic Leg Med.* 2016;44:84-91.
152. Bidmos MA, Dayal MR. Further evidence to show population specificity of discriminant function equations for sex determination using the talus of South African blacks. *J Forensic Sci.* 2004;49(6):1165-70.
153. Peckman TR, Orr K, Meek S, Manolis SK. Sex determination from the calcaneus in a 20th century Greek population using discriminant function analysis. *Sci Just.* 2015;55:377-82.
154. Ibraheim FA, Ghanem AA. Osteometry and sexual dimorphism of the human hip bone. *MJFMCT.* 1994;2(2):11-17.
155. Steyn M, Iscan MY. Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks. *Forensic Sci Int.* 2008;179:86.e1-86.e6.
156. Flander L. Univariate and multivariate methods for sexing the sacrum. *Am J Phys Anthropol.* 1978;49:103-10.
157. Moore-Jansen P, Plochocki J. Morphometric variation in sex determination in the human sacrum. *Proceedings of the Sixty-Eight Annual Meeting of the AAPA;*



1999 April 28-May 1. Columbus, OH. Lawrence, KS: American Association of Physical Anthropologists, 1999.

158. Narwani R, Sharma VL. A morphometric analysis of hip bone for sex determination. *Int J Med Res Prof.* 2018;4(5):115-8.

159. Steyn M, Patriquin ML. Osteometric sex determination from the pelvis - Does population specificity matter? *Forensic Sci Int.* 2009;191:113.e1-113.e5.

160. Maculoso PJ. Sex determination from the acetabulum: test of a possible non-population-specific discriminant function equation. *J Forensic Leg Med.* 2010;17:348-51.

161. Slaus M, Tomicic Z. Discriminant function sexing of fragmentary and complete tibiae medieval Croatian sites. *Forensic Sci Int.* 2005;147(2-3):147-52.

162. Slaus M. Discriminant function sexing of fragmentary and complete femora from medieval sites in continental Croatia. *Opuscula Arch.* 1997;21:167-75.

163. Basic Z, Anteric I, Vilovic K, Petaros A, Bosnar A, Madzar T, et al. Sex determination in skeletal remains from medieval Eastern Adriatic coast-discriminant function analysis of humeri. *Croat Med J.* 2013;54(3):272-8.

164. Vodanović M, Dumančić J, Demo Ž, Mihelić D. Determination of sex by discriminant function analysis of mandibles from two Croatian archaeological sites. *Acta Stomatol Croat.* 2006;40:263-277.

165. Steyn M, Meiring JH, Nienaber WC. Forensic anthropology in South Africa: a profile of cases from 1993 to 1995 at the Department of Anatomy, University of Pretoria. *S Afr J Ethnol.* 1997;20:23-6.

166. Kelly M. Sex determination with fragmented skeletal remains. *J Forensic Sci.* 1979;24:154-8.

167. Arsuaga J, Carretero J. Multivariate analysis of the sexual dimorphism of the hip bone in a modern human population and in early hominids. *Am J Phys Anthropol.* 1994;93:241-57.

168. Mahadevappa RG, Shivalingaiah N. Sex determination by post auricular sulcus in South Karnataka. *Ind J Forensic Com Med.* 2017;4(3):176-80.

169. Wescott DJ. Sexual dimorphism in auricular surface projection and postauricular sulcus morphology. *J Forensic Sci.* 2015;60(3):679-85.

170. Back TK. A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *Am J Phys Anthropol.* 1978;48:227-32.

171. De Vito, Saunders SR. A discriminant function analysis of deciduous teeth to determine sex. *J Forensic Sci.* 1990;35:845-58.
172. Williams BA, Rogers TL. Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. *J Forensic Sci.* 2006;51(4):729-35.
173. Murphy AM. The acetabulum: sex assessment of prehistoric New Zealand polynesian inominates. *Forensic Sci Int.* 2000;108:39-43.
174. Iscan MY. Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci Int.* 2005;147(2-3):107-112.
175. Auerbach BM, Ruff CB. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *J Hum Evol.* 2006;50(2):203-18.
176. Hudson A, Peckmann TR, Logar CJ, Meek S. Sex determination in a contemporary Mexican population using the scapula. *J Forensic Legal Med.* 2016;37:91-6.
177. Peckmann TR, Scott S, Meek S, Mahakkanukrauh P. Sex estimation from the scapula in a contemporary Thai population: application for forensic anthropology. *Sci Justice.* 2017;57:270-5.
178. Peck S, Peck L, Katja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod.* 1991;61(1):43-8.
179. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. Determination of sex in South African blacks by discriminant function analysis of mandibular linear dimension. *Forensic Sci Med Pathol.* 2006;2(4):263-8.
180. Kranioti EF, Nathena D, Michalodimitrakis M. Sex estimation of the Cretan humerus: a digital radiometric study. *Int J Legal Med.* 2011;25(5):659-67.
181. Davivongs V. The pelvic girdle of the Australian aborigine: Sex differences and sex determination. *Am J Phys Anthropol.* 1963;21(4):443-55.
182. Patriquin ML, Steyn M, Loth SR. Metric analysis of sex differences in South African black and white pevles. *Forensic Sci Int.* 2005;147:119-27.
183. Mahato N. Assessment of pelvic dimensions and evaluating of new morphometric indices for determination of sex in human hip bones. *Australian J Forensic Sci.* 2010;42(2):123-35.
184. Kausar Z, Bhat GM, Shadad S, Bashir K. Morphometry of the adult dry hip bone in Kashmiri population. *Int J Res Med Sci.* 2018;6(11):3494-8.
185. Dibennardo R, Taylor JV. Multiple discriminant function analysis of sex and race in the postcranial skeleton. *Am J Phys Anthropol.* 1983;61:305-14.

186. Benazzi S, Mestri C, Parisini S, Vecchi F, Gruppioni G. Sex assessment from the sacral base by means of image processing. *J Forensic Sci.* 2009;54:249-54.
187. Wescott DJ. Sexual dimorphism in auricular surface projection and postauricular sulcus morphology. *J Forensic Sci.* 2015;60(3):679-85.
188. Rogers T, Saunders S. Accuracy of sex determination using morphological traits of the human pelvis. *J Forensic Sci.* 1994;39(4):1047-56.
189. Akpan TB, Igiri OA, Singh SP. Greater sciatic notch in sex determination in Nigerian skeletal samples. *Afr J Med Med Sci.* 1998;27:43-6.
190. Kimura K. Sex differences of the hip bone among several populations. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1982;58:265-76.
191. Bruzek J. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol.* 2002;117:157-68.
192. MacLaughlin SM, Bruce MF. Population variation in sexual dimorphism in the human innominate. *Hum Evol.* 1986;3:221-31.
193. Tague RG. Variation in pelvic size between males and females. *Am J Phys Anthropol.* 1989;71:59-80.
194. Isaac UE, Ekanem TB, Igiri AO. Gender differentiation in the adult human sacrum and the subpubic angle among indigenes of cross river and Akwa Ibom states of Nigeria using radiographic films. *Anat J Afr.* 2014;3(1):294-307.
195. Jantz LM, Jantz RL. Secular change in long bone length and proportion in the United States 1800-1970. *Am J Phys Anthropol.* 1999;110(1):57-67
196. Kurki HK. Shape variation in the human pelvis and limb skeleton: Implication for obstetric adaptation. *Am J Phys Anthropol.* 2015;159(4):630-8.
197. Average size of man and women. WorldData. info:  
<https://www.worlddata.info/average-bodyheight.php#by-population>
198. Birkby W. An evaluation of race and sex identification from cranial measurements. *Am J Phys Anthropol.* 1966;24:21-8.
199. Kajanoja P. Sex determination of Finnish crania by discriminant function analysis. *Am J Phys Anthropol.* 1966;24:154-8.
200. Iscan MY. Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci Int.* 2005;147(2-3):107-12.
201. Pineau JC, Delmarche P, Bozinovic S. Average height of adolescents in the Dinaric Alps. *C R Biol.* 2005;328(9):841-6.

202. Angel JL. 1976. Colonial to modern skeletal change in the U.S.A. *Am J Phys Anthropol.* 1976; 45(3):723-35.
203. Klales AR. Secular change in morphological pelvic traits used for sex estimation. *J Forensic Sci.* 2016;61(2):295-301.
204. Dirkmat DC, Cabo LC, Ousley SD, Symes SA. New perspective in forensic anthropology. *Yrbk Phys Anthropol.* 2008;51:33-52.
205. Yu D, Peat G, Bedson J, Jordan KP. Annual consultation incidence of osteoarthritis estimated from population-based health care data in England. *Rheumatol.* 2015;54(11):2051-60.
206. Janatovic Z, Mihelic R, Gulan G, Sestan B, Dembric Z. Osteoarthritis of the hip: an overview. *Period Biol.* 2015;1:95-108.
207. Nevitt MC, Lane NE, Scott JC, Hochberg MC, Pressman AR, Genant HK, et al. Radiographic osteoarthritis of the hip and bone mineral density. The study of osteoporotic fractures research group. *Arthritis Rheum.* 1995;38(7):907-16.
208. Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, Luta G, Dragomir AD, Woodard J, et al. Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African American and Caucasians: the Johnston Country Osteoarthritis Project. *J Rheumatol.* 2007;34(1):172-80.
209. Inoue K, Hukuda S, Fardellon P, Yang Z, Nakai M, Katayama K, et al. Prevalence of large joint osteoarthritis in Asian and Caucasian skeletal population. *Rheumatol.* 2001;40(1):70-3.
210. Ortner DJ. Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Cambridge, United States: Academic Press; 2003.
211. Cunha E. Osteoarthritis as an indicator of demographic structure of past population: the example of a Portuguese medieval sample. In Perez Perez (Eds): *Salud, enfermedad y muerte en el pasado.* Barcelona, Spain: Ramograph; 1996:pp149-56.
212. Shin DH, Jung GU, Oh CS, Kim MJ, Shin EK, Kim YS. Paleopathological patterns of degenerative arthropathy: prevalence of limb-joint osteoarthritis in Joseon people skeletons. *Anthropol.* 2016;24(3):702-10.
213. Byrd JE, Adams BJ. Osteometric sorting of commingled human remains. *J Forensic Sci.* 2003;48(4):717-24.
214. London MR, Curran BK. The use of hip joint in the separation of commingled remains. *Am J Phys Anthropol.* 1986;69(2):231.

215. London MR, Hunt DR. Morphometric segregation of commingled remains using the femoral head and acetabulum. *Am J Phys Anthropol.* 1998;26:152.

## **ŽIVOTOPIS**

Pero Bubalo, dr. med., specijalist sudske medicine

Zavod za sudsku medicinu i kriminalistiku

Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Šalata 11, 10 000 Zagreb, Hrvatska

E-mail: pero.bubalo@mef.hr.

### **Znanstvena i stručna izobrazba:**

1997.- 2003. Medicinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Bosna i Hercegovina

2004. položio državni ispit pred komisijom Federalnog ministarstva zdravstva Bosne i Hercegovine

2006. specijalizacija iz sudske medicine, specijalizantski staž odradio na Zavodu za patologiju Kliničkog bolničkog centra Zagreb i na Zavodu za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2010. položio specijalistički ispit iz sudske medicine pred komisijom Ministarstva zdravlja Republike Hrvatske

2012. položio državni ispit pred komisijom Ministarstva zdravlja Republike Hrvatske

2013. upisao poslijediplomski doktorski studij na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Biomedicina i zdravstvo.

**Zaposlenja:**

2003.- 2006. Dom zdravlja Široki Brijeg, Bosna i Hercegovina

2006-2013. Sveučilišna klinička bolnica Mostar, Zavod za patologiju citologiju i sudsku medicinu

2010. angažiran od strane općinskih vlasti na području općina Zapadno-hercegovačke županije na ekshumacijama posmrtnih ostataka žrtava tijekom i nakon II. Svjetskog rata, iz masovnih grobnica

2013. Zavod za sudsku medicinu i kriminalistiku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, stručni suradnik

**Jezik:**

Aktivno se služim engleskim i njemačkim jezikom.