

MAGDA BANIĆ*, ŽELJANA BAŠIĆ**, ŠIMUN ANĐELINOVIĆ***

Vrednovanje morfoloških metoda za određivanje spola na lubanji

Sažetak

Napretkom znanosti upozoreno je na neizbježnu potrebu ispitivanja valjanosti i pouzdanosti objavljenih metoda identifikacije, radi njihove primjene kao vjerodostojnih dokaza u pravosuđu. U ovom radu dan je pregled rezultata forenzično-antropološkog istraživanja gdje je cilj bio utvrditi može li se uz pomoć morfoloških značajki na lubanji pouzdano i valjano procijeniti spol pojedinca. Analizirani uzorak je činio 40 lubanja sa srednjovjekovnih arheoloških nalazišta s područja istočne obale Jadrana. Odabrane su sljedeće kranijalne karakteristike lubanje: nihalni greben, mastoidni (sisasti) nastavak i oblik orbite. Ispitana je raspodjela značajki u populaciji te točnost klasifikacije koristeći se Walkerovim jednadžbama (2008). Za statističku analizu korišten je program MedCalc. Međuklasni koeficijent korelacije i vrijednost Cohenove kappe upotrijebljeni su kako bi se utvrdila unutarocjenjivačka i međuocjenjivačka pogreška. Rezultatima dobivenim ovim istraživanjem pokazano je da pouzdanost ocjenjivanja morfoloških značajki lubanje ovisi o iskustvu istraživača. Valjanost ocjenjivanja morfoloških značajki za istraživanu populaciju istočne obale Jadrana je niža od one za koju je standard izrađen. Istraživanje je pokazalo kako je važno poznavati reproducibilnost značajki za procjenu spola te njihov utjecaj na konačni rezultat klasifikacije. Pokazano je kako je važno poznavati točnost klasifikacije za promatranu populaciju te kako postoji populacijska specifičnost u značajkama lubanje koje pokazuju spolni dimorfizam. Diskriminativna funkcija koju je izradio Walker ne pokazuje dovoljnu točnost klasifikacije na **istraživanoj populaciji te se njeno korištenje ne preporučuje.**

Cljučne riječi: forenzične znanosti, forenzična antropologija, procjena spola, lubanja, nemetričke metode.

* Magda Banić, mag. forens., Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti. Rad je proizišao iz magistarskog rada (M. Banić: Vrednovanje morfoloških metoda za određivanje spola na lubanji rezultatima DNK analize: Sveučilišni odjel za forenzične znanosti, Sveučilište u Splitu, 2016.)

** doc. dr. sc. Željana Bašić, Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti.

*** prof. dr. sc. Šimun Anđelinović, Sveučilište u Splitu.

1. UVOD

Pod pojmom forenzične znanosti (lat. *forensis* – pred forumom) razumijeva se skup znanstvenih načela i tehničkih metoda koje se primjenjuju prilikom istraživanja kaznenih djela u svrhu preciznog i kvalitetnog odgovora na pitanja koja se pojavljuju radi razrješenja kaznenih događaja i pomoći pravosudnom tijelu da utvrdi počinitelja (u istražnim i dokaznim postupcima) (Modly, 2008). Ukoričena se u razne znanstvene discipline, a među tim disciplinama je i antropologija (grč. *antropos* – čovjek; *logos* – nauka, znanje). Antropologija podrazumijeva znanost o čovjeku te u najširem smislu proučava čovjekovo ponašanje i kulturu, primjenjujući aspekte raznih znanosti poput biologije, psihologije i drugih. Antropologija, kao znanost o ljudima, obuhvaća mnogo stručnih područja. Biološko područje, odnosno fizička (biološka, somatska, bioantropologija) antropologija je prirodna znanost koja proučava evoluciju ljudskih bića te njihovih živih i umrlih prethodnika. Bioarheologija je potpodručje biološke antropologije te je usmjerena na proučavanje ljudskoga koštanog materijala koji se pronađe na arheološkim nalazištima. Dok bioarheologija istražuje dentalnu antropologiju (utjecaj prehrane), paleopatologiju putem specifičnih bolesti, zdravlja stanovništva i slično, forenzična antropologija je usmjerena na medicinsko-pravna pitanja, metodološka svojstva te tafonomiju i u kaznenopravnim okvirima sudjeluje u otkrivanju i dokazivanju kaznenih djela. Forenzična je antropologija dio biološke antropologije koja je u službi suvremene kriminalističke znanosti te se primjenjuje u policijskim i sudskim istragama kako bi se utvrdio identitet osobe ili rasvijetlile činjenice vezane uz kazneni postupak te svojim djelovanjem pridonosi kriminalističkom istraživanju. Forenzični antropolog raznim ispitivanjima omogućava koštanim ostacima da "progovore" i tako postanu vrijedni dokazi u kriminalističkim istraživanjima i sudskim postupcima (Modly, 2008; Platt, 2003; Tersigni-Tarrant, 2012). Na njen razvoj kroz povijest utjecali su brojni istraživači među kojima je i Stewart. On opisuje forenzičnu antropologiju definirajući je kao granu fizičke antropologije, kojoj je predmet izučavanja identifikacija kostura čovjeka ili ostataka za koje se pretpostavlja da pripadaju čovjeku, s ciljem pomoći forenzičnoj znanosti. U današnje vrijeme takva definicija forenzične antropologije je preuska, budući da se smatra multidisciplinarnom znanostu koja pokušava rasvijetliti pitanja koja se postavljaju tijekom raznih forenzičnih istraga, uz pomoć kombiniranih znanja iz mnogih područja od fizičke antropologije, patologije, kriminalistike i drugih (Iscan, 2013). Identifikacija osobe jedan je od glavnih ciljeva forenzične analize ljudskih koštanih ostataka. Njome se utvrđuje istinitost osoba, dijelova tijela, tragova i predmeta, a cilj joj je utvrditi određena obilježja uz pomoć kojih će biti omogućeno pouzdano i jasno prepoznavanje. Čitav proces sastoji se od dva osnovna postupka te uključuje analizu grupnih i individualnih obilježja. Prvi korak zasniva se na istraživanju i zapisivanju karakterističnih osobina objekta koji je predmet analize, a nakon toga slijedi usporedba utvrđenih osobitosti s podacima o objektu koji su otprilike poznati (Definis-Gojanović, 2008:97). Neophodnost identifikacije ljudskih koštanih ostataka koji nisu prepoznatljivi te utvrđivanje načina i uzroka smrti dolazi do izražaja kod oružanih sukoba, ubojstava, samoubojstava, prirodnih i masovnih katastrofa. U navedenim slučajevima pronađena mrtva tijela mogu biti raskomadana i unakažena do te mjere da ih nije moguće identificirati. Forenzično-antropološkom analizom kostiju i njihovih osobitosti dobivamo informacije o njihovom podrijetlu, spolu i dobi u trenutku smrti, ali i brojne druge informacije, koje pomažu prilikom utvrđivanja identiteta pojedinca (Iscan, 2013; Krishan, 2016; Zečević, 2004).

1.1. Određivanje biološkog profila osobe i metode određivanja, procjene i ocjene spola

Osnova je svake analize u forenzičnoj i fizičkoj antropologiji prikupljanje što više podataka o pojedincu čiji se koštani ostatci analiziraju. Do tih se podataka dolazi tako da se utvrđuju značajke na koštanim ostacima ovim redoslijedom: podrijetlo (rasa), spol, dob, visina, patološke i traumatske promjene i druge značajke poput pokazatelja svakodnevnih aktivnosti, epigenetskih obilježja i slično (Šlaus, 2006).

Neovisno radi li se o sudskomedicinskim slučajevima ili je riječ o proučavanju drevnih populacija, važno je precizno odrediti spol. Određivanje spola na koštanim ostacima jedan je od bitnijih parametara uz pomoć kojeg se formira cjelokupni biološki profil, budući da su standardi kojima se utvrđuje doživljena starost osobe, prosječna tjelesna visina i slično uvjetovani mogućnošću procjene spola (Šlaus, 2006).

U okviru bioantropoloških analiza izdvajaju se dva temeljna pristupa određivanja spola: antroposkopija (morfološki – vizualni pristup) i osteometrija (metrička metoda – npr. diskriminantno – funkcijske jednadžbe) (Petaros, 2010). Antroposkopija ili morfološki pristup razumijeva vizualno ispitivanje morfoloških značajki na čitavom kosturu koji je predmet analize, a razlike između muškaraca i žena uočljive su u veličini i građi. Osteometrija (metrički pristup) temelji se na statističkoj analizi izmjerenih vrijednosti koštanih ostataka. Pristup je jednostavan jer se nakon mjerenja koštanog materijala dobivene vrijednosti uvrstavaju u odgovarajuće jednadžbe. Osteometrija ima teoretsku važnost i izvrsna je dopuna morfološkim procjenama i ocjenama, koje su usmjerene istraživanju i proučavanju populacija (Šlaus, 2006). Kao dopuna antropološkim metodama upotrebljava se molekularna metoda – analiza DNK. Čovjek ima ukupno 23 para kromosoma u jezgri, od kojih jedan par (dva kromosoma) predstavlja spolni kromosom. Spolni se kromosomi razlikuju u tome što dva X kromosoma (XX) određuju ženski spol, dok kombinacija jednog X i jednog Y kromosom (XY) određuju muški spol. Postupkom umnožavanja ciljanih dijelova amelogenin gena, primjenjujući lančanu reakciju polimeraze, pojavljuju se ulomci DNK različitih duljina. Kod muškaraca se pojavljuju dva ulomka, jedan duljine 112 pb (parova baza), a drugi 106, što je nakon računalne obrade vidljivo u obliku dvaju zubaca različitih veličina. S druge strane kod žena se pojavljuju dva ulomka iste duljine od 106 pb, odnosno nakon računalne obrade vidljiv je jedan zubac (Primorac, 2008; Marjanović, 2013; Francès, 2007).

Morfološke i metričke metode u odnosu na analizu DNK karakterizira njihova jednostavnost i brzina utvrđivanja spolnih obilježja. Iako je određivanje spola analizom DNK s današnjeg aspekta najpouzdanija metoda, pojavljuju se poneki nedostaci u primjeni spomenute molekularne metode. Analiza DNK je skupa, dugotrajna, rezultati su ovisni o količini, truležnim promjenama koji nastaju zbog nepovoljnih uvjeta, stupnju degradacije i kontaminacije (npr. utjecaj bakterija) te varijacijama amelogenina koje se pojavljuju među pojedincima i populacijama. Sve navedeno zna utjecati na analizu, bilo da oteža, ali i onemogućiti njenu provedbu (Marjanović, 2013; Francès, 2007; Petaros, 2010; Tersigni-Tarrant, 2012).

Morfološke i metričke metode mogu biti vrlo nepouzdanе prilikom pronalaska sitnih fragmenata koštanih ostataka, koji nisu u očuvanom stanju te se na temelju njih spol ne može pouzdano utvrditi. Još jedan nedostatak metričkih, ali i morfoloških metoda jest populacijska specifičnost. Taj nedostatak karakterizira činjenica da jednadžbe koje se koriste za analizu određene populacije nisu primjenjive na druge populacije (Zečević, 2004; Šlaus, 2006; Tersigni-Tarrant, 2012).

1.1.1. Određivanje, procjena i ocjena spola na koštanom materijalu

Pojam određivanje spola koristi se kada govorimo o ljudskom koštanom materijalu, ali radi lakšeg shvaćanja važno je objasniti pojmove koji preciznije određuju metodologiju analize spola. Kada spol razmatramo pregledom morfoloških karakteristika kostura, pri čemu ne postoji pouzdanost, a ni stopa pogreške, govorimo o ocjeni spola (engl. *sex assessment*). U slučaju razmatranja spola mjerenjem kostura ili bilježenjem morfoloških obilježja, a da su pritom pokazatelji pouzdanosti utvrđeni, tada je riječ o procjeni spola (engl. *sex estimation*). Ako se spol analizira uz pomoć molekularnih metoda DNK, jedino se u tom slučaju može reći kako je riječ o određivanju spola (engl. *sex determination*) (Iscan, 2013).

Prvi korak pri određivanju biološkog profila je ocjena/procjena spola, koji je ujedno i jedan od važnijih. Postoje samo dva biološka stanja (muškarac i žena) te kako bi istraživač između tih dviju opcija odredio točnu, mora poznavati spolni dimorfizam koji je karakterističan za ljudske koštane ostatke. Problem ne postoji ako se pronađe dobro očuvan čitavi kostur, već ako se pronađu samo fragmenti određenoga koštanog materijala što onda može ometati proces analize spola. Poteškoće u analizi spola ovise o populacijskoj specifičnosti morfoloških značajki, ali i o iskustvu istraživača koji analizira spol na koštanom materijalu. Morfološke osobitosti koje su najpouzdanije za analizu spola započinju razvojem u pubertetu i adolescenciji, a postaju naglašene tek u odrasloj dobi. Zato je analiza spola djece vrlo otežana, a dobiveni rezultati nisu pouzdani. Spolni dimorfizam odraslih osoba može biti ovisan o životnoj dobi, pa se tako robusnost postkranijalnog kostura u muškaraca može povećati i nakon prestanka rasta dugih kostiju zbog povećane mišićne aktivnosti, no pojava robusnosti je moguća i kod žena, ali u starijoj dobi, i to pod utjecajem osteoporoze. Spolni dimorfizam nije nepromjenjiv tijekom životnog vijeka i o tom može ovisiti analiza spola (Vance, 2011).

Kada se spol ocjenjuje koristeći se deskriptivnim metodama za koje nije poznata statistička pozadina, promatraju se morfološke osobitosti koje su makroskopski vidljive na ljudskim kostima. Dobra strana je što su promatrane morfološke karakteristike prepoznatljivije unatoč populacijskoj specifičnosti i proteku vremena, međutim u ocjenjivanje je uključena subjektivnost istraživača te se zbog tog najčešće ne može znati koliko su pouzdani i valjani rezultati dobiveni takvim istraživanjem (Iscan, 2013).

Postupci analize spola na kosturu djece razlikuju se u odnosu na odrasle osobe. Dok se na koštanim ostatcima djeteta spol analizira usporedbom razvoja postkranijalnog kostura sa stupnjem kalcifikacije zuba (kao važna značajka se ističe i uzdignutost aurikularne zglobne ploštine), u odraslih osoba koštani materijal kojeg karakterizira izraženi spolni dimorfizam jesu kosti zdjeličnog obruča (lat. *os coxae*) i lubanja (lat. *cranium*). Moguće je koristiti se i postkranijalnim kosturom gdje je spolni dimorfizam vizualno teže uočljiv, ali upravo zbog te činjenice za njegovu analizu u svrhu procjene spola primjenjuju se osteometrijske metode (Hunt, 1955; Šlaus, 2006).

Predmet ovog istraživanja je lubanja, najviše ispitivana kost u fizičkoj antropologiji te drugi dio ljudskog kostura koji upućuje na postojanje spolnog dimorfizma. Na vanjštinu lubanje utječe rasa, dob, individualni razvoj, ali i drugi vanjski čimbenici. Ocjenjivanje spola na lubanji uključuje promatranje određenih morfoloških osobitosti (tablica 1). Početni dojam često ima odlučujući faktor u ocjeni spola, pa tako velika i robusna lubanja najčešće pripada muškarcu, a manja i gracilnija ženi. Ženska lubanja je obično okruglija u odnosu na mušku te su kraniofacijalne osobitosti lubanje u žena obično slabije istaknute. Anatomske strukture

koje se ispituju na lubanji jesu: *trigonum mentale* na donjoj čeljusti, nosni otvor, orbite, jagodice, nadočni lukovi, glabela, čeona kost, mastoidni (sisasti) nastavak, zatiljna kost, nepce, zubi i baza lubanje. Neke od ovih nabrojanih anatomskih osobitosti ovise o dobi budući da se pojavljuju ili postaju naglašenije nakon adolescencije (Iscan, 2013).

Tablica 1: Prikaz razlika morfoloških značajki u građi lubanje (Iscan, 2013)

Morfološke značajke lubanje		
Značajka	Muškarci	Žene
Veličina	veća, robusnija	manja, gracilnija
Građa	gruba	glatka
Glabela	više naglašena	manje naglašena, ili izostaje
Orbite	manje, četvrtastije, postavljene niže	veće, zaobljenije, postavljene više
Mastoidni nastavak	veći	manji
Zatiljna kost	koštane pruge i zatiljni greben naglašeniji	koštane pruge i izbočine nisu izražene, glatka zatiljna kost
Čeona kost	veća, zakošenija, jače izraženi nadočni lukovi	glatko, okomito, slabije izraženi nadočni lukovi,
Donja čeljust	veća, deblja	manja, tanja
Grane donje čeljusti	šire	uže
Kut koji grana zatvara s trupom donje čeljusti	90°-120°	110°-140°
Zlogbni nastavci donje čeljusti	veći	manji
Nepce	veće, šire, u obliku slova "U"	oblik parabole
Brada	četvrtasta	ušiljena

Dodatne kriterije za ocjenu morfoloških značajki ponudili su Buikstra i Ubelaker, koje ujedno daju i potrebne podatke o pouzdanosti metode. U te kriterije spadaju ove morfološke značajke lubanje i donje čeljusti: robusnost zatiljne kosti (nuhalni greben), veličina mastoidnog nastavka, oštrina orbitalnog ruba, naglašenost glabele i izraženost *trigonum mentale* na donjoj čeljusti (Buikstra, 1994). Sve navedene karakteristike procjenjuju se pojedinačno, a ocjene se kreću u rasponu od 1 do 5 za sve promatrane morfološke osobitosti (Buikstra, 1994; Iscan 2013). Predmet velikog broja istraživanja je točnost metoda za procjenu spola te su Williams i Rogers u svom istraživanju istaknuli da pouzdani kriteriji nisu samo oni koji daju visoku točnost procjene spola, nego i kriteriji kojima različiti istraživači dobiju isti rezultat. Da bi se dobiveni rezultati prihvatili kao dokaz na sudu, treba utvrditi njihovu pouzdanost i valjanost, ali je također važno i istražiti postoje li nedostaci takvih metoda (Williams, 2006).

Osnovni cilj ovog istraživanja odnosio se na utvrđivanje je li moguće uz pomoć ispitivanih morfoloških značajki na lubanji pouzdano i valjano procijeniti spol pojedinca. Svrha ovog rada jest utvrđivanje pouzdanosti odnosno ponovljivosti ocjenjivanja morfoloških značajki lubanje za ocjenu i procjenu spola, valjanosti, tj. točnosti ocjenjivanja morfoloških značajki lubanje za ocjenu i procjenu spola te razdiobe ocijenjenih značajki po spolu na srednjovjekovnoj populaciji istočne obale Jadrana.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Materijali

Za potrebe ovog istraživanja korišten je uzorak kojeg čini 40 lubanja sa srednjovjekovnih arheoloških nalazišta s područja južne Hrvatske (istočna obala Jadrana). Analiziran je koštani materijal uzet s ovih arheoloških nalazišta: Ostrovica – Greblje (9. stoljeće), Svećurje – Žestinj (9./11. stoljeće), Rižinice (9./10. stoljeće), Bijaći – Stombrate (9./10. stoljeće), Šopot – Benkovac (14./15. stoljeće), Kamen Most – Kaldrma (14./15. stoljeće), Gornji Koljani – Crkvina (14.-16. stoljeće), Plina (14.-16. stoljeće) i Otok Vuletina rupa – Grebčine (17./18. stoljeće) (Bašić, 2015).

2.2. Metode

Prethodnom analizom DNK je određen spol za sve ispitivane kosture (Bašić, 2015). Četiri istraživača sudjelovala su u ocjenjivanju morfoloških značajki, dva bez prethodnog iskustva (u daljnjem tekstu Istraživač 1 i 2), a dva s prethodnim iskustvom u ocjenjivanju (u daljnjem tekstu Istraživač 3 i 4), kako bi se mogla odrediti međuocjenjivačka pogreška (engl. *interobserver error*). Sve ispitivane morfološke značajke ocijenjene su dva puta, s vremenskim odmakom od dva tjedna, kako bi se mogla odrediti unutarocjenjivačka pogreška (engl. *intraobserver error*). Ispitivane morfološke značajke su ocijenjene, za svaki uzorak, osim za uzorke kojima su te morfološke značajke lubanje nedostajale. Svi istraživači su ocijenili uzorak za sve ispitivane karakteristike, koristeći se pisanim opisima i ilustracijama. Svi uzorci su ocijenjeni samostalno te su morfološke karakteristike ocjenjivane istim redoslijedom kao što je prikazano i na ilustracijama koje su korištene za potrebe ovog istraživanja. Istraživačima koji su sudjelovali u istraživanju nije otkriven spol ispitivanih uzoraka koji je prethodno određen analizom DNK, kako bi se spriječila subjektivnost i pristranost prilikom ocjenjivanja morfološki karakteristika lubanje.

Za određivanje pouzdanosti i točnosti procjene spola uz pomoć relevantnih morfoloških značajki odabrane su sljedeće kranijalne karakteristike lubanje: nuhalni greben, mastoidni (sisasti) nastavak i oblik orbite (Acsádi, 1970; Walker, 2008).

2.2.1. Nuhalni greben

Promatra se bočni profil nuhalnog grebena te se rukom prelazi po površini zatiljne kosti. Uočavaju se bilo kakve neravnine te reljef kosti. Vanjština i oblik nuhalnog grebena

ocjenjuju se ocjenama od 1 do 5. Kada je reljef nuhalnog grebena ravan, bez uočljivih koštanih izbočina daje se ocjena 1, dok se najveća ocjena 5 daje u slučaju kada je nuhalni greben vidno istaknut u odnosu na kost koja ga okružuje.

2.2.2. *Mastoidni (sisasti) nastavak*

Mastoidni nastavak uspoređuje se s okolnim strukturama (zigomatični nastavak temporalne kosti, vanjski slušni otvor) te se ocjenjuje njegova veličina, uz ocjenu broja i veličine sulkusa mastoidea. Najmanja ocjena -2 daje se malom mastoidnom nastavku koji ima mali razmak udaljenosti između inferiornih rubova vanjskog slušnog otvora i utora dvotrušastog mišića. Najvećom ocjenom +2 ocjenjuje se mastoidni nastavak koji je svojom veličinom nekoliko puta veći od vanjskoga slušnog otvora.

2.2.3. *Oblik orbite*

Prema zadanim opisima i ilustracijama ocjenjuje se oblik orbite. Ako je orbita zaobljena, više postavljena daje se najmanja ocjena -2, dok se najveća ocjena +2 dodjeljuje kada je oblik orbite četvrtastiji i niže postavljen.

2.2.4. *Statistički postupci*

Provjeravanje pouzdanosti i valjanosti ocjenjivanja morfoloških značajki na lubanji čini temelj vrednovanja istraživanja. Statistički program MedCalc je korišten za statističku analizu međuocjenjivačke i unutarocjenjivačke pogreške. Korištenjem međuklasnog koeficijenta korelacije i vrijednosti Cohenove kappe opisuje se povezanost, odnosno korelacija između dvaju mjerenja, u određenom vremenskom odmaku. Cohenov kappa test (engl. *Cohen's kappa*) korišten je za obradu podataka između i unutar ocjenjivača. Upotrebom unesenih podataka i stupnjem nesuglasica između ocjenjivača izračunava se podudarnost. Dobiveni rezultati kreću se u rasponu od 0 do 1, gdje rezultati bliže vrijednosti 1 pokazuju na veću podudarnost.

Tablica 2: Cohenov kappa test, rasponi stupnja podudarnosti (Landis, 1977)

loše	<0
slabo	0,00 – 0,20
prosječno	0,21 – 0,40
umjereno	0,41 – 0,60
dobro	0,61 – 0,80
gotovo savršeno	0,81 – 1,00

Izračunat je i međuklasni koeficijent korelacije (engl. *Intraclass correlation coefficient*, *ICC*) kako bi se procijenila međuocjenjivačka i unutarocjenjivačka pogreška te se želi pokazati u kojoj mjeri rezultati analiziranih karakteristika nalikuju jedni drugima između dva mjerenja. Test kao takav uzima u obzir isključivo potpunu podudarnost te ako postoji odstupanje među ocjenama istraživača smatra to nesuglasicom, čak i ako je približne podudarnosti. Dobiveni rezultati se kreću u rasponu od 0 do 1, gdje rezultati bliže vrijednosti 0 upućuju na veće nesuglasice između ocjena. Za ispitivanje primjenjivosti Walkerovih jednadžbi na promatrani uzorak, upotrijebljene su diskriminantne jednadžbe koje je izradio Walker za populaciju koja je bila predmet njegovih ispitivanja. U Walkerovoj jednadžbi granična vrijednost između spolova iznosi 0 te u slučaju kada je dobiveni rezultat veći od 0 radi se o ženskom spolu, a kada je vrijednost manja od 0 radi se o muškom spolu. Walkerove diskriminantne jednadžbe su primijenjene na prvi krug ocjenjivanja za Istraživače 1 i 3. Spol koji se procijenio koristeći već spomenute diskriminantne jednadžbe za sve ispitivane uzorke na temelju morfoloških značajki, uspoređuje se sa spolom koji je određen analizom DNK, kako bi se utvrdila točnost za oba ocjenjivača (Walker, 2008).

3. REZULTATI

3.1. Ponovljivost rezultata

Unutarocjenjivačke i međuocjenjivačke pogreške izračunate su na promatranom uzorku, kojeg su istraživači ocijenili dvaput s vremenskim odmakom. Za tumačenje rezultata upotrijebljen je kappa test (tablica 2) s različitim rasponima podudarnosti. Koristeći test za unutarocjenjivačku pogrešku (kappa test), iz prikazanih podataka uočljivo je kako se za ispitivane morfološke značajke prosječna ocjena za Istraživače 1 i 2 kreće u rasponu od 0,48 do 0,51, u odnosu na Istraživače 3 i 4 čija prosječna ocjena iznosi od 0,7 do 0,74 (tablica 3). Morfološke značajke lubanje koje su ocijenili Istraživači 1 i 2 pokazuju umjerenu ili dobru podudarnost, osim za mastoidni nastavak koji pokazuje stupanj prosječno. Dobiveni rezultati Istraživača 3 i 4 pokazuju dobar stupanj podudarnosti, osim za oblik orbite, koja pokazuje umjerenu podudarnost. Podatci pokazuju da se za sve ispitivane morfološke značajke korelacijski koeficijent (ICC) kreće iznad 0,61 (tablica 4), s izuzetkom mastoida u rezultatima Istraživača 1 (ICC=0,405) i Istraživača 2 (ICC=0,263), što upozorava na slabu suglasnost za ispitivanu morfološku značajku unutar ocjenjivača. Međutim, očigledno je da rezultati Istraživača 1 i 2 pokazuju manju točnost i veće neslaganje s odmakom vremena između uvedenih ocjenjivanja, u odnosu na Istraživače 3 i 4.

Tablica 3: Unutarocjenjivačka pogreška (kappa test)

Cohenova kappa				
Opazač	Istraživač 1	Istraživač 2	Istraživač 3	Istraživač 4
Prosječno	0,515	0,483	0,74	0,702
Nuhalna linija	0,657	0,64	0,784	0,717
Mastoidni nastavak	0,25	0,292	0,716	0,661
Oblik orbite	0,538	0,466	0,583	0,725

Tablica 4: Unutarocjenjivačka pogreška (ICC)

Međuklasni koeficijent korelacije				
Opazrač	Istraživač 1	Istraživač 2	Istraživač 3	Istraživač 4
Prosječno	0,698	0,632	0,846	0,817
Nuhalna linija	0,8437	0,7959	0,8877	0,8787
Mastoidni nastavak	0,4054	0,263	0,8244	0,8385
Oblik orbite	0,8066	0,6108	0,7774	0,8108

Rezultati međuocjenjivačke pogreške (tablica 5, tablica 6) izračunate kappa i ICC testom upućuju na umjerenu/dobru podudarnost za sve ispitivane morfološke značajke, s izuzetkom drugog mjerenja Istraživača 1 i 2, gdje mastoid pokazuje prosječnu podudarnost, kao i za oblik orbite za Istraživače 3 i 4. Rezultatima ICC testa vidljivo je da u oba mjerenja parovi istraživača pokazuju dobru ili odličnu suglasnost, izuzev mastoida koji u drugom mjerenju Istraživača 1 i 2 pokazuje slabu podudarnost.

Tablica 5: Međuocjenjivačka pogreška (kappa test)

Cohenova kappa među mjeriteljima				
Mjerenje	1	2	1	2
Opazrač	Istraživač 1 – Istraživač 2	Istraživač 1 – Istraživač 2	Istraživač 3 – Istraživač 4	Istraživač 3 – Istraživač 4
Prosječno	0,579	0,45	0,569	0,596
Nuhalna linija	0,567	0,51	0,628	0,694
Mastoidni nastavak	0,441	0,399	0,658	0,756
Oblik orbite	0,549	0,469	0,422	0,354

Tablica 6: Međuocjenjivačka pogreška (ICC)

Međuklasni koeficijent korelacije među mjeriteljima				
Mjerenje	1	2	1	2
Opazrač	Istraživač 1 – Istraživač 2	Istraživač 1 – Istraživač 2	Istraživač 3 – Istraživač 4	Istraživač 3 – Istraživač 4
Prosječno	0,693	0,606	0,726	0,752
Nuhalna linija	0,7522	0,7291	0,7554	0,8509
Mastoidni nastavak	0,4892	0,3864	0,8351	0,8583
Oblik orbite	0,6795	0,6776	0,6104	0,5211

3.2. Točnost klasifikacije po Walkeru

Koristeći se diskriminantnom jednadžbom koju je izradio Walker za suvremeni uzorak provjerena je točnost klasifikacije. Diskriminantna jednadžba ("nu – ma") primijenjena je na prvi krug ocjenjivanja za Istraživače 1 i 3. Dobiveni rezultat za Istraživača 1 iznosi 56,25 % za žene i 66,66 % za muškarce, dok za Istraživača 3 iznosi 56,25 % za žene i 70,83 % za muškarce.

Tablica 7: Postotak točno klasificiranih pojedinaca po Walkerovoj jednadžbi *

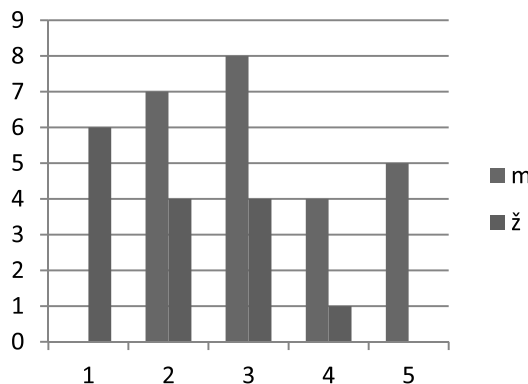
Walkerova jednadžba		
Istraživač 1	nu – ma	
	M	Ž
	66,66	56,25

Walkerova jednadžba		
Istraživač 3	nu – ma	
	M	Ž
	70,83	56,25

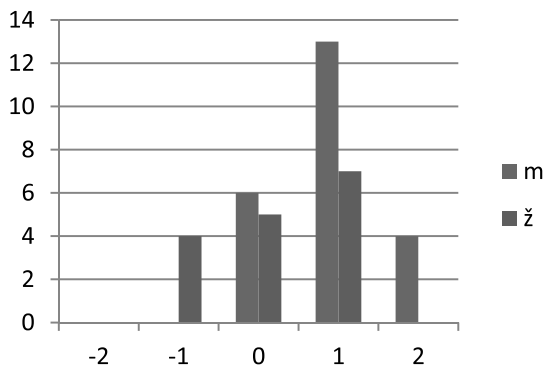
*Podcrtane vrijednosti označavaju točnost <70 %

Na grafovima 1-3 prikazane su raspodjele odabranih značajki prema spolu.

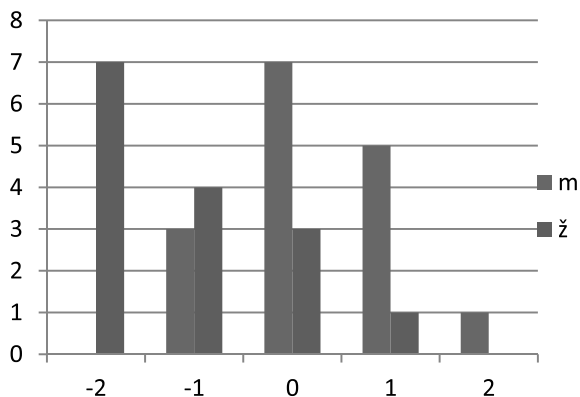
Graf 1: Prikaz razdiobe ocjena nuhalne linije za muškarce i žene ($\chi^2=13,6$, $P=0,009$)



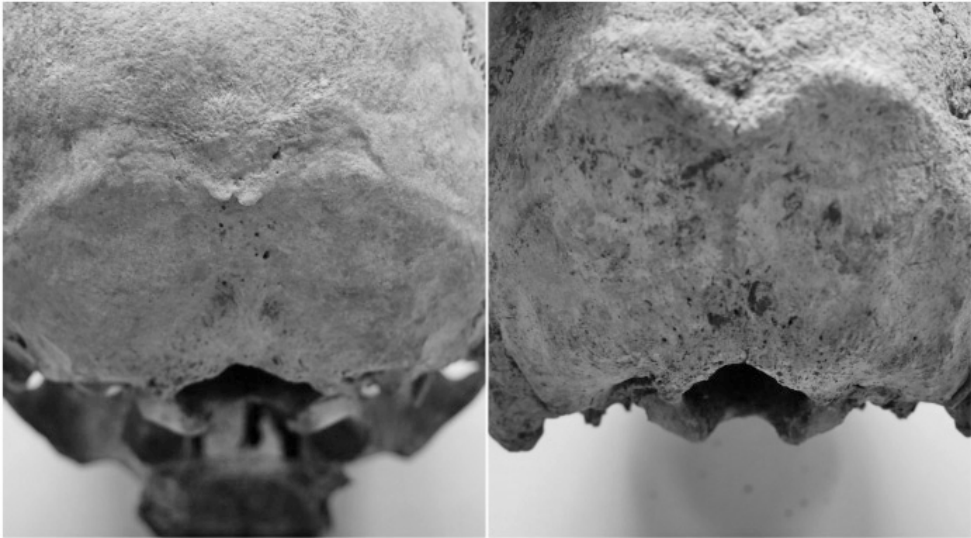
Graf 2: Razdioba ocjena mastoidnog nastavka za muškarce i žene ($\chi^2=3,82$, $P=0,148$)



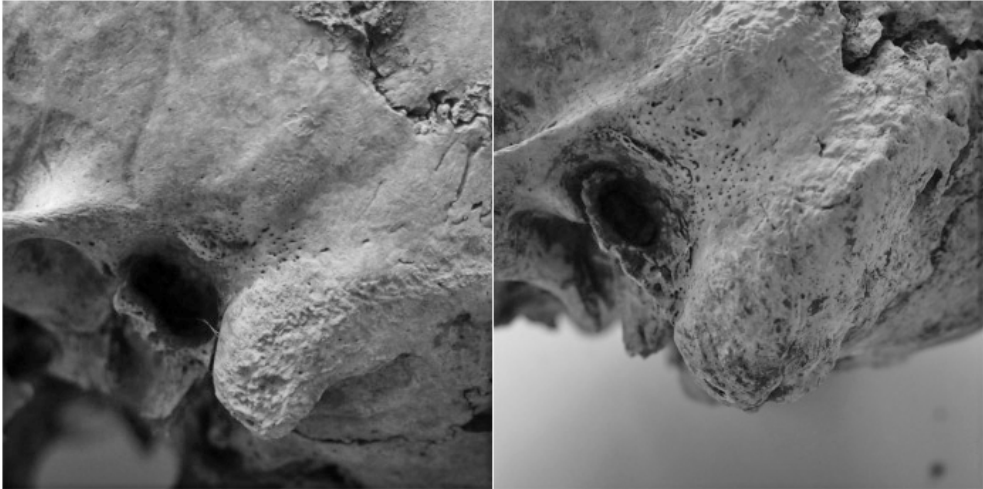
Graf 3: Prikaz razdiobe ocjena orbita za muškarce i žene ($\chi^2=12,39$, $P=0,015$)



Na slikama 1-3 prikazane su morfološke razlike odabranih značajki prema spolu na ispitivanom uzorku.



Slika 1: Prikaz nugalnih linija muškarca i žene (lijevo lubanja žene, desno lubanja muškarca)



Slika 2: Razlike u morfološkoj građi mastoidnog nastavka (lijevo lubanja žene – desni mastoidni nastavak, desno lubanja muškarca – lijevi mastoidni nastavak)



Slika 3: Prikaz razlika u morfološkoj građi oblika orbita (lijevo lubanja žene, desno lubanja muškarca)

4. RASPRAVA

Prigodom korištenja novih metoda, ili onih uvriježenih koje su ispitane na drugom uzorku, osobito uzevši u obzir populacijsku specifičnost, važno je utvrditi valjanost i pouzdanost metode. Standardizacija metoda realizira se i u forenzičnim znanostima te uključuje točno određivanje stope pogreške za metode identifikacije. Razvoj tih standarda od presudne je važnosti želi li se forenzične znanosti učiniti znanstveno valjanima. Valjanost metoda i istraživanja ključna je za forenzične znanosti s obzirom na to da pokazuje točnost, pouzdanost te stupanj pogreške za metode koje su neposredno korištene i objavljene te se upotrebljavaju i danas u raznovrsnim forenzičnim istragama. Metoda nema valjanost, ako nema podataka o razini standarda koju treba zadovoljiti te ako nije poznato koliko je pouzdana i točna. Metoda mora biti utemeljena na objektivnosti, znanstveno vrednovana, analitički provjerena i potvrđena od strane znanstvenika, kako bi se smatrala valjanom (Modly, 2008). Sjedinjene Američke Države upotrebljavale su standard *Frye* uz pomoć kojeg se donosila odluka kojim će se dokazima služiti u kaznenom postupku. Taj standard je uveden 1923. godine te je omogućavao da vještačenje (ekspertni dokaz) osobe koja je stručna u području koji je predmet ispitivanja, može biti priznat na sudu. Tim je prihvaćeno da jedino znanstvenici sa specijaliziranim znanjima daju iskaz, što je stavilo više naglasak na važnost kvalifikacija znanstvenika, a ne na kvalitetu nalaza i mišljenja koji bi se trebao predložiti na sudu (Dirkmatt, 2008). Slučaj Daubert (1993.) zahtijevao je mnogo stroža pravila za uvođenje znanstvenih dokaza na sudu i odbacio dotadašnje kriterije kao jedini postavljeni zahtjev za prihvaćanje dokaza. Standard "Daubert" određuje kako dokaz mora biti relevantan i pouzdan. Zahtjev relevantnosti ostvaren je kada stručna osoba (vještak) daje iskaz i mišljenje koji je pogodan slučaju koji je predmet ispitivanja, dok je zahtjev pouzdanosti ostvaren kada je vještakovo stručno

mišljenje postignuto znanstvenim sredstvima: ispitivanjem, utvrđivanjem stupnja pogrešaka, oblikovanjem najboljih postupaka za kalibraciju instrumenata i standardiziranim tehnikama kako bi se došlo do zaključka, i to poznavanjem i održavanjem standarda i drugo (Berger, 2005). Valjanost i uspostavljanje poznatog stupnja pogreške istraživanja pokazala se važnom u testiranju prethodno objavljenih metoda identifikacije te rezultati valjanosti pokazuju da je razina već spomenute točnosti i pouzdanosti visoka za antropološke metode koje imaju široku primjenu za identifikaciju spola u pravnom smislu (Buikstra, 1994). Uz pomoć provedenih statističkih analiza dolazi se do valjanosti i reproducibilnosti, ali i težine pojedinih karakteristika koje su predmet istraživanja. Iz toga se može zaključiti da procjena spola ima veću važnost za razliku od ocjene spola u forenzičnim istragama, s obzirom na to da je kod procjene spola poznata pouzdanost i valjanost metode, u odnosu na ocjenu spola za koju nisu poznati ni pouzdanost, a ni stupanj pogreške.

Provedeno antropološko istraživanje činio je uzorak od 40 lubanja sa srednjovjekovnih arheoloških nalazišta s područja istočne obale Jadrana te je prvo takvo istraživanje na populaciji s ovog područja, ali i na povijesnim populacijama u cijelom svijetu. Prethodnom provedenom analizom DNK je određen spol ispitivanom uzorku koje je činilo 40 osoba (lubanja), od kojih je 24 muškaraca i 16 žena (Bašić, 2015). S obzirom na to da se određivanje spola analizom DNK smatra najpouzdanijom metodom današnjice, poznavanje spola analiziranih uzoraka omogućilo je usporedbu koliko su morfološke karakteristike na lubanji pouzdane i točne za procjenu spola pojedinca. Mali broj uzorka kojem je spol određen analizom DNK, a koji je upotrijebljen u ovom istraživanju za procjenu korištenih metoda, uzrok je nemogućnosti izrade populacijski specifičnih jednadžbi za morfološke značajke za populaciju tog područja i vremena. Izradom populacijski specifičnih diskriminantnih jednadžbi smanjio bi se stupanj pogreške te je stoga potrebno u budućim istraživanjima povećati uzorak koji bi se ispitivao.

Razna prethodna istraživanja upozoravaju na to kako unatoč rasprostranjenom korištenju spomenutih metoda za procjenu spola, izostaju ispitivanja njihove valjanosti i pouzdanosti za različite populacije. Istraživanja su potvrdila populacijsku specifičnost na svim morfološkim karakteristikama lubanje te je pouzdanost morfoloških karakteristika koje daju najbolje rezultate u ovisnosti o ispitivanom uzorku koji je predmet istraživanja (Garvin, 2014; Krüger, 2015).

4.1. Valjanost i pouzdanost metode

Rezultati unutarocjenjivačke pogreške pokazuju da je podudarnost u ocjenjivanju među Istraživačima 3 i 4 veća, usporedbom s Istraživačima 1 i 2 gdje rezultati upućuju na pretežito umjerenu podudarnost. Morfološka karakteristika koja se izdvaja slabom podudarnošću je mastoid, i to kod Istraživača 1 i 2. Gotovo sve promatrane morfološke karakteristike lubanje mogu se ponovno ocijeniti s dobrom pouzdanošću, izuzev mastoida, a to je vidljivo iz rezultata unutarocjenjivačke i međuocjenjivačke pogreške. Iz toga se može zaključiti da je utjecaj subjektivne ocjene kod drugih značajki manji za razliku od rezultata ocjene mastoidnog nastavka (Istraživači 1 i 2), gdje je uočljiv znatan utjecaj subjektivnosti. Istraživanje Garvina i suradnika izdvojilo je mastoidni nastavak kao najpouzdaniju karakteristiku za procjenu spola, a pretpostavljeni razlog tome je što se njegovo ocjenjivanje temelji na veličini (Garvin, 2014). Nuhalni greben se pokazao kao najmanje pouzdana karakteristika

lubanje. Područje nugalnog grebena, uzimajući u obzir ostale značajke, zauzima relativno veliki dio zatiljne kosti, a razlike koje se pojavljuju u veličini relativno su male, što otežava vizualiziranje i procjenu spola (Garvin, 2014). Krüger je istraživanjem provedenim na populaciji Južne Afrike ustanovio iz rezultata unutarocjenjivačke i međuocjenjivačke pogreške da su najpouzdanije morfološke karakteristike lubanje glabela, mastoid, ali i nugalni greben (Krüger, 2015). Sva spomenuta istraživanja upozoravaju na postojanje populacijske specifičnosti u izraženosti pojedinih morfoloških karakteristika lubanje. Iako su karakteristike, poput glabele, u većini ispitivanih populacija pokazale spolni dimorfizam, važnost nekih drugih promatranih karakteristika na lubanji za procjenu spola, kao nugalnih grebena, pokazala se drukčijim u različitim populacijama.

4.2. Točnost procjene spola Walkerovim jednadžbama na ispitivanom uzorku

Pouzdanost i točnost procjene spola ovisna je o morfološkim značajkama lubanje koje se ispituju, diskriminantnim jednadžbama koje se koriste, iskustvu osoba koje sudjeluju u ocjenjivanju, ali i o uzorku koji je predmet ispitivanja. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pokazuju manju točnost klasifikacije u odnosu na rezultate koje je iznio Walker u svom istraživanju (Walker, 2008). Ovaj podatak niže točnosti klasifikacije (Walkerova jednadžba, "nu – ma") može se protumačiti populacijskom razlikom u spolnom dimorfizmu među ispitivanim značajkama, ali uzrok tome može biti i veličina ispitivanog uzorka.

Ocijenom morfoloških značajki lubanje dobivena je raspodjela ocjena prema spolu (grafovi 1-3), iz kojih je uočljivo da se pojedinačne značajke, u ovom slučaju metoda za ocjenu nugalnog grebena i mastoidnog nastavka, mogu nedvojbeno rabiti za ocjenu spola, ali samo u slučajevima ekstrema. Međutim, postojanje žena u ocjenama 3 i 4 za nugalne grebene i mastoidni nastavak može se protumačiti jače naglašenijom muskulaturom kod žena zbog ondašnjih težih životnih uvjeta, u vidu nošenja tereta i fizičkog rada (promatrana populacija srednjeg vijeka nasuprot suvremene populacije za koju je Walker izradio jednadžbe). Razlike između muškaraca i žena uzevši statistički značajne su za nugalnu liniju i oblik orbita.

Istraživanja koja nalikuju ovom, ali su provedena na modernim populacijama također pokazuju na neophodnost izrade i/ili korištenje populacijski specifičnih diskriminantnih jednadžbi u svrhu izbjegavanja netočne klasifikacije prilikom ispitivanja morfoloških karakteristika lubanje, dobivene upotrebom Walkerovih jednadžbi koje je izradio za suvremenu populaciju na kojoj je proveo svoje istraživanje (Garvin, 2014; Krüger, 2015; Lewis, 2016). Rezultati istraživanja koje je provedeno na populaciji Južne Afrike, koristeći Walkerove jednadžbe, pokazali su nisku točnost klasifikacije. Izradom specifičnih diskriminantnih jednadžbi za svoju promatranu populaciju pokazano je da se korištenjem populacijski specifičnih jednadžbi dobije visoka točnost klasifikacije u rasponu od 84 do 93 % (Krüger, 2015).

4.3. Utjecaj iskustva istraživača na procjenu spola

Ovim istraživanjem pokazano je da pouzdanost, odnosno ponovljivost ocjenjivanja morfoloških značajki na lubanji ovisi o iskustvu osoba koje sudjeluju u ocjenjivanju. Istraživači 3 i 4 su pokazali bolje slaganje sami sa sobom, ali i međusobno, bilo u pojedinim ili svim značajkama, u odnosu na istraživače 1 i 2. Veća podudarnost za ispitivanu značajku

mastoidnog nastavka između dva mjerenja može se objasniti većim istraživačkim iskustvom Istraživača 3 i 4 te njihovim boljim poznavanjem raspona morfoloških varijacija spolnog dimorfizma ispitivanih morfoloških karakteristika uzorka.

U Lewisovom istraživanju ocjenjivač s iskustvom pokazuje veći stupanj točnosti procjene spola (iznad 90 %), što upozorava na to da veća točnost procjene spola i podrijetla ovisi o iskustvu ocjenjivača (Lewis, 2016).

Međutim metoda koju je izradio Walker za ispitivanje morfoloških karakteristika traži da se svaka značajka na lubanji ocjenjuje samostalno. No prilikom ocjenjivanja postoji velika vjerojatnost da na osobu koja ocjenjuje utječe opći dojam o promatranom kosturu. U skladu s tom presumpcijom može se naslutiti da bi dobiveni rezultati bili drugačiji kada bi se morfološke značajke ocjenjivale same u odnosu na druge značajke, koje su također uključene u istraživanje (Lewis, 2016).

4.4. Preporuka za naredna istraživanja

Provedeno antropološko istraživanje na uzorku od 40 kostura s područja južne Hrvatske upozorilo je na bitnost poznavanja vrednovanja postojećih antropoloških standarda za ocjenu i procjenu spola na lubanji. Pokazalo se točnim da postoji populacijska specifičnost u izraženosti pojedinih morfoloških karakteristika te kako je stupanj klasifikacije znatno niži od istraživanja na originalnoj populaciji. Iz dobivenih podataka može se vidjeti kako je značajka poput mastoidnog nastavka dobra za klasifikaciju ekstrema, to jest kako ni jedna žena nije imala najvišu ocjenu, kao ni jedan muškarac najnižu. Iako je do prije kratkog vremena bila raširena teorija da se promatrane morfološke karakteristike na lubanji koje pokazuju spolni dimorfizam među populacijama ne razlikuju, ovo istraživanje, ali i niz nedavnih sličnih istraživanja pokazalo je da navedene razlike ipak postoje (Garvin, 2014; Krüger, 2015; Lewis, 2016). Kao što postoji potreba za izradom diskriminantnih funkcija za procjenu spola na temelju izmjerenih vrijednosti koštanih ostataka, tako je bitno napraviti i jednadžbe za morfološku procjenu spola. Pouzdana i valjana procjena korištenih metoda omogućena je uz pomoć poznatog spola koji je određen DNK analizom, što je potpomoglo dati na važnosti i prednosti ovom antropološkom istraživanju. Treba istaknuti da bi buduća istraživanja trebala uključivati veći uzorak kostura poznatoga spola, kako bi se eliminirale mogućnosti pogreške i dodatno vrednovale postojeće metode te izradile specifične diskriminantne jednadžbe za procjenu spola promatranjem morfoloških značajki lubanje. Ovo antropološko istraživanje bi bilo poželjno provesti i na modernoj populaciji, za koju postoji mogućnost da bi rezultati pokazali poneke razlike u izražajnosti spolnog dimorfizma na lubanji u odnosu na prikazano istraživanje gdje je promatrana arheološka populacija.

5. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata dobivenih ovim antropološkim istraživanjem može se zaključiti da je važno poznavati reproducibilnost značajki za procjenu spola te njihov utjecaj na konačni rezultat klasifikacije. Također je važno poznavati točnost klasifikacije za promatranu populaciju. Ispitivane morfološke značajke lubanje pokazale su da postoji populacijska specifičnost

te pokazuju spolni dimorfizam. Diskriminantne funkcije koje su korištene u obradi podataka, koje je izradio Walker, ne pokazuju dovoljnu točnost klasifikacije na istraživanoj populaciji te se njihovo korištenje ne preporučuje. Pojedinačne značajke koje se mogu pouzdano rabiti za ocjenu spola, no samo u slučajevima ekstrema (vrijednosti 1 ili 5) jesu: nugalne linije i metoda za ocjenu mastoidnog nastavka. Istraživanje je pokazalo da kada istraživač nije dobro upoznat s populacijskim varijabilnostima spolnog dimorfizma i kada nije potvrđena valjanost i točnost postojećih morfoloških standarda na danoj populaciji preporučuje se korištenje osteometrijskih metoda za procjenu spola, ako postoje.

LITERATURA

1. Acsádi, G., Nemeskéri, J. (1970). *History of human life span and mortality. Akadémiai Kiadó.*
2. Bašić, Ž. (2015). *Određivanje antropoloških mjera i njihovih odnosa važnih za utvrđivanje spola na kosturnim ostacima srednjovjekovne populacije istočne obale Jadrana.* Split: Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet.
3. Berger, MA. (2005). What has a decade of Daubert wrought? *American Journal of Public Health*, 95 (S1):S59-S65.
4. Black, TK. (1978). A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *American Journal of Physical Anthropology*, 48 (2):227-31.
5. Buikstra, JE., Ubelaker, DH. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains.*
6. Dirkmaat, DC., Cabo, LL., Ousley, SD., Symes, SA. (2008). New perspectives in forensic anthropology. *American journal of physical anthropology*, 137(S47):33-52.
7. Francès, F., Portolés, O., González, J., Coltell, O., Verdú, F., Castelló, A., (2007). et al. *Amelogenin test: From forensics to quality control in clinical and biochemical genomics.* Clinica Chimica Acta, 386 (1):53-6.
8. Garvin, HM., Sholts, SB., Mosca, LA. (2014). Sexual dimorphism in human cranial trait scores: effects of population, age, and body size. *American journal of physical anthropology*, 154 (2):259-69.
9. Giles, E., Elliot, O. (1963). Sex determination by discriminant function analysis of crania. *American Journal of Physical Anthropology*, 21 (1):53-68.
10. Greulich, WW., Pyle, SI. (1959). Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. *The American Journal of the Medical Sciences*, 238 (3):393.
11. Hunt, EE., Gleiser, I. (1955). The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 13 (3):479-87.
12. Iscan, MY., Steyn, M. (2013). *The human skeleton in forensic medicine: Charles C Thomas Publisher.*
13. Jantz, RL., Meadows, Jantz L. (2000). Secular change in craniofacial morphology. *American Journal of Human Biology*, 12 (3):327-38.

14. Konigsberg, LW., Hens, SM. (1998). Use of ordinal categorical variables in skeletal assessment of sex from the cranium. *American Journal of Physical Anthropology*, 107 (1):97-112.
15. Krishan, K., Chatterjee, PM., Kanchan, T., Kaur, S., Baryah, N., Singh, R. (2016). A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic science international*, 261:165. e1-. e8.
16. Krogman, WM. (1939) *A guide to the identification of human skeletal remains: US Federal Bureau of Investigation*.
17. Krüger, GC., L'Abbé, EN., Stull, KE., Kenyhercz, MW. (2015). Sexual dimorphism in cranial morphology among modern South Africans. *International journal of legal medicine*, 129 (4):869-75.
18. Landis, JR., Koch, GG. (1977). *The measurement of observer agreement for categorical data*. Biometrics, 159-74.
19. Lewis, CJ., Garvin, HM. (2016). Reliability of the Walker Cranial Nonmetric Method and Implications for Sex Estimation. *Journal of forensic sciences*.
20. Marjanović, D., Primorac, D. (2013). *Forenzična genetika: teorija i aplikacija*.
21. Modly, D., Šuperina, M., Korajlić, N. (2008). *Rječnik kriminalistike*. Zagreb: Strukovna udruga kriminalista.
22. Petaros, A., Čengija, M., Bosnar, A. (2010). Primjena i uloga osteologije u praksi: forenzična antropologija. *Medicina Fluminensis*, 46 (1):19-28.
23. Platt, R. (2003). *Crime scene: The ultimate guide to forensic science: DK Publishing*.
24. Primorac, D., Marjanović, D. (2008). *Analiza DNA u sudskoj medicini i pravosuđu*. Medicinska naklada.
25. Rogers, TL. (2005). Determining the sex of human remains through cranial morphology. *Journal of Forensic Science*, 50 (3):1-8.
26. Stewart, T. (1951). What the bones tell. *FBI Law Enforcement Bull*, 20 (2–5):19.
27. Stewart, T. (1948). Medico-legal aspects of the skeleton. I. Age, sex, race and stature. *American Journal of Physical Anthropology*, 6 (3):315-22.
28. Šlaus, M. (2009). *Bioarchaeology of the old Croatian populations*. Hrvatska arheologija u 20 stoljeću. Matica hrvatska.
29. Šlaus, M., Vyroubal, V., Dabić, J. (2006). *Bioarheologija: demografija, zdravlje, traume i prehrana starohrvatskih populacija*. Školska knjiga.
30. Tersigni-Tarrant, MA., Shirley, NR. (2012). *Forensic anthropology: an introduction*. CRC Press.
31. Thieme, FP., Schull, WJ. (1957). Sex determination from the skeleton. *Human biology*, 29 (3):242.
32. Vance, VL., Steyn, M, L'Abbé EN. (2011). Nonmetric sex determination from the distal and posterior humerus in black and white *South Africans*. *Journal of forensic sciences*, 56 (3):710-4
33. Walker, PL. (2008). Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 136 (1):39-50.

34. Williams, BA., Rogers, TL. (2006). Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. *Journal of Forensic Sciences*, 51 (4):729-35.
35. Zečević, D. (2004). *Sudska medicina i deontologija*. Zagreb: Medicinska naklada.
36. Zupanič-Slavec, Z. (2004). *New method of identifying family related skulls: forensic medicine, anthropology, epigenetics*. Springer.

Summary

Magda Banić, Željana Bašić, Šimun Anđelinović

Validation of morphological methods for sex estimation on the human skull

Due to the constant development of science it has become inevitable need to examine the validity and reliability of the published methods of identification, all for the purpose of their application as credible evidence in the judiciary. The study gives an overview of the results of forensic anthropological research where the aim was to determine if the nonmetric method using morphological features of the skull can reliably and validly assess the sex of the individual. The analyzed sample consisted of 40 skulls from the medieval archaeological sites, from the area of the eastern Adriatic coast and the following cranial features of the skull were analyzed to estimate the sex: nuchal crest, mastoid process and orbital shape. We examined the distribution of morphological characteristics in the population and the accuracy of Walker equations classification (2008). We used MedCalc program for statistical data processing. Interclass correlation coefficient and the value of Cohen's Kappa were used to determine intrarater and interrater error. The results which are obtained by the research showed that the reliability assessment of morphological features of the skull depends on the experience of researcher. Accuracy evaluation of morphological characteristics of researched population of the eastern Adriatic coast is lower than that for which the standard is made. Research has shown that it is important to know the reproducibility of features to assess sex and their impact on the final result of classification. It is also shown how important it is to know the accuracy of the classification of the current population and that there is a population-specificity in skull features that exhibit sexual dimorphism. Furthermore, discriminant function created by Walker does not show sufficient classification accuracy on the studied population so its use is not recommended for Croatian medieval population.

Key words: forensic science, forensic anthropology, sex estimation, cranial, nonmetric methods.