

# Procjena spola i prosječne tjelesne visine u hrvatskoj populaciji s pomoću dimenzije otiska ruke

---

**Kolić, Andrea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, University Department for Forensic Sciences / Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:227:776108>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**

SVEUČILIŠTE  
U  
SPLITU



SVEUČILIŠNI  
ODJEL ZA  
FORENZIČNE  
ZNANOSTI

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of University Department for Forensic Sciences](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA  
FORENZIČNE ZNANOSTI**

**FORENZIKA I NACIONALNE SIGURNOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**PROCJENA SPOLA I PROSJEČNE TJELESNE VISINE U  
HRVATSKOJ POPULACIJI S POMOĆU DIMENZIJA  
OTISKA RUKE**

**ANDREA KOLIĆ**

**Split, rujan 2020.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA  
FORENZIČNE ZNANOSTI**

**FORENZIKA I NACIONALNE SIGURNOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**PROCJENA SPOLA I PROSJEČNE TJELESNE VISINE U  
HRVATSKOJ POPULACIJI S POMOĆU DIMENZIJA  
OTISKA RUKE**

**MENTOR: prof. dr. sc. ŠIMUN ANĐELINOVIĆ**

**KOMENTOR: dr. sc. IVAN JERKOVIĆ**

**ANDREA KOLIĆ**

**430/2017**

**Split, rujan 2020.**

Rad je izrađen na Sveučilišnom odjelu za forenzične znanosti pod nadzorom mentora prof. dr. sc. Šimuna Anđelinovića i komentora dr.sc. Ivana Jerkovića u vremenskom razdoblju od svibnja 2019. do rujna 2020. godine.

Dio rezultata obuhvaćenih istraživanjem objavljen je u časopisu ST OPEN:

Kolić A, Jerković I, Anđelinović Š. Sex estimation from handprints in a Croatian population sample: developing a tool for sex identification in criminal investigations. ST OPEN. 2020; 1:1-11.

Datum predaje rada: 07. rujan 2020.

Datum prihvatanja rada: 08. rujan 2020.

Datum obrane rada: 14. rujan 2020.

Ispitno povjerenstvo:

1. Izv. prof. dr. sc. Ivana Kružić
2. Izv. prof. dr. sc. Željana Bašić
3. Prof. dr. sc. Šimun Anđelinović

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Otisci papilarnih linija i identifikacija.....	1
1.2. Procjena biološkog profila na temelju otisaka dlanova .....	1
1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja .....	3
2. Cilj rada .....	5
3. Materijali i metode.....	6
3.1. Materijali.....	6
3.2. Metode .....	6
3.3. Statistička analiza.....	9
4. Rezultati.....	10
4.1. Bilateralna asimetrija .....	10
4.2. Spolni dimorfizam .....	11
4.3. Granične vrijednosti za procjenu spola.....	14
4.4. Multivarijantne diskriminantne funkcije za procjenu spola.....	17
4.5. Korelacija dimenzija otisaka i tjelesne visine .....	18
4.6. Formule za procjenu visine.....	21
5. Rasprava .....	23
5.1. Bilateralna asimetrija .....	23
5.2. Procjena spola .....	24
5.3. Procjena visine .....	26
5.4. Osvrt na korištene metode i perspektiva ovih modela u budućnosti .....	28
6. Zaključci .....	30
7. Literatura .....	31
8. Sažetci.....	33
9. Životopis.....	36
10. Izjava o akademskoj čestitosti.....	38

# 1. Uvod

## 1.1. Otisci papilarnih linija i identifikacija

Tragovi papilarnih linija kontaktni su tragovi koje forenzičari često zatiču na mjestu događaja, različitim predmetima izuzetima s mjesta događaja ili na mjestima povezanim s istragom (1). Obradom i analizom ove vrste tragova bavi se daktiloskopija (2). Budući da su uzorci koje kreiraju papilarne linije na prstima, dlanovima i stopalima individualni i zadržavaju isti oblik za vrijeme cijeloga života osobe, na temelju njih može se provoditi identifikacija (2). Identifikacija analizom papilarnih linija raširena je metoda kojom se koristi već više od stoljeća, a u istraživanju mjesta događaja najčešće se rabi pri pronalasku osobe koja je na njemu ostavila trag (1, 3).

Za provođenje ove vrste identifikacije potrebno je imati izuzeti otisak čije je podrijetlo upitno i bazu otisaka čije je podrijetlo poznato (4). Usporedbom i pronalaženjem određenog broja poklapanja među njima dolazi se do identiteta osobe kojoj izuzeti otisak pripada.

Najveća ograničenja ove metode identifikacije su potreba za prethodnim postojanjem izuzetog otiska u bazi otisaka, odnosno potreba za postojanjem indicije da bi se moglo raditi o nekoj točno određenoj osobi. Naime, često se događa da se otisak i identitet osobe čiji je trag papilarnih linija pronađen na mjestu događaja ne nalaze u bazi podataka pa izravna daktiloskopska identifikacija nije moguća (4).

## 1.2. Procjena biološkog profila na temelju otisaka dlanova

Unatoč tomu što izravna vještačenja nisu uvijek moguća, otisak ruke i dalje može pružiti određene informacije o pojedincu koji ga je ostavio na mjestu događaja, a koje mogu biti korisne forenzičarima pri njegovoj identifikaciji. Na mjestu događaja moguće je pronaći otiske cijelih dlanova ili njihovih dijelova u latentnom obliku ili vidljive golim okom (5). Pronalazak takvih otisaka otvara mogućnost biološkog profiliranja. Četiri stavke čine biološki profil osobe: spol, dob, prosječna tjelesna visina i populacijska pripadnost osobe (6). Saznanja o biološkom profilu pojedinca čiji je otisak pronađen na mjestu događaja mogu smanjiti listu potencijalnih počinitelja ili žrtava, a ponekad i usmjeriti fokus na jednu osobu (4).

Pojam biološkog profila uglavnom je vezan za antropološka istraživanja temeljena na analizi koštanih ostataka ili pojedinačnih dijelova ljudskog tijela. Mjerenja i obrada podataka u sklopu takvih istraživanja dovela su do razvoja statističkih modela kojima je svrha određivanje osnovnih bioloških karakteristika osobe s pomoću jedne ili kombinacije dimenzija kostiju ili dijelova tijela (7). Navedeni statistički modeli iznimno su korisni u situacijama kada je potrebno utvrditi biološki profil osobe čije je tijelo ili dio tijela pronađeno na mjestima masovnih katastrofa, nesreća i ubojstava (4).

S druge strane, istraživanja koja se bave mjerenjima otisaka za određivanje biološkog profila relativno su nov pristup u daktiloskopiji i forenzičnoj antropologiji (4, 6). To se odnosi i na otiske dlanova koji, ako su pronađeni na mjestu događaja, mogu biti iznimno korisni za utvrđivanje osnovnih bioloških karakteristika pojedinca kada izravna identifikacija nije moguća. Iz te činjenice proizlazi potreba za provođenjem istraživanja kojima je cilj odrediti povezanost između mjera otisaka dlanova i prosječne tjelesne visine, odnosno između mjera otisaka dlanova i spola pojedinca. Rezultat takvih studija statistički su modeli koji omogućuju procjenu navedenih parametara. Dosadašnja istraživanja pokazala su kako takvi modeli mogu dati vrlo pouzdane procjene bioloških karakteristika osobe (4, 6-11).

Jedna od prednosti ovakvog pristupa je jednostavnost razvijanja, a kasnije i uporabe statističkih modela. Nadalje, jasno opisane mjere koje se uzimaju na otiscima dlanova i strogo postavljene granice u sklopu statističkih modela isključuju subjektivnost istraživača pri utvrđivanju biološkog profila, odnosno bioloških karakteristika osobe (12).

Svakako treba napomenuti kako ovakvi modeli imaju i određena ograničenja. Za antropometrijska istraživanja često vrijedi pravilo populacijske specifičnosti. Naime, s obzirom na različitosti u tjelesnim dimenzijama među populacijama, nije se moguće koristiti jedinstvenim statističkim modelom te je potrebno razviti populacijski specifične standarde (4, 13). Posljedično, standardi razvijeni istraživanjem određene populacije trebali bi se primjenjivati isključivo na toj populaciji (4). U protivnom rezultati najvjerojatnije neće biti pouzdani. Također, imajući na umu razlike u načinu života među različitim generacijama, bitno je naglasiti da se standardi trebaju odnositi na suvremenu populaciju (13). Standardi za procjenu spola i prosječne tjelesne visine s pomoću dimenzija otisaka dlanova specifični za hrvatsku populaciju još uvijek nisu razvijeni.

### 1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Do sada je objavljeno nekoliko znanstvenih radova na temu procjene prosječne tjelesne visine na temelju dimenzija otisaka dlanova. Istraživanja su provedena na indijskoj (6, 8), zapadno australskoj (13), egipatskoj (7), malezijskoj (9, 11) i maldivskoj (10) populaciji. Na malezijskoj populaciji provedena su dva istraživanja, i to na općoj populaciji (11) te na populaciji plemena Iban (9). Za indijsku su populaciju također objavljena dva istraživanja, jedno vezano za centralno indijsku populaciju (6), a drugo za sjevernu i južnu indijsku populaciju (8).

Sva navedena istraživanja pokazala su kako postoji korelacija između dimenzija otisaka dlanova i prosječne tjelesne visine ispitanika. U svim se istraživanjima duljina cijelog otiska pokazala kao mjera s najvećim koeficijentom korelacije s prosječnom tjelesnom visinom. Standardna greška pri procjeni tjelesne visine linearnom regresijom s pomoću duljine otiska dlana varira od  $\pm 3,73$  cm (10) do  $\pm 5,78$  cm (9). Također, u radovima je utvrđeno kako se višestrukom regresijom, odnosno funkcijom koja je kombinacija više mjera otiska dlana, ova greška dodatno smanjuje, a koeficijent korelacije raste.

Na temu procjene spola s pomoću otiska ruke objavljeno je istraživanje na zapadno australskoj populaciji (3). Kako bi se na temelju nekih mjera mogle odrediti granične vrijednosti i razviti diskriminantna funkcija za procjenu spola, nužno je da te mjere pokazuju statistički značajan spolni dimorfizam, odnosno značajnu razliku u dimenziji te mjere između otisaka žena i muškaraca. U navedenom istraživanju utvrđeno je da postoje mjere koje ispunjavaju navedeni uvjet koji prethodi razvijanju statističkog modela. Procjena spola graničnim vrijednostima dimenzija otisaka dlanova u istraživanju pokazala je točnost od 88 % do 90 %, a kombinacijom više mjera, odnosno uporabom multivarijantne diskriminantne funkcije točnost procjene spola može doseći preko 90 %. Mjera širine otiska dlana pokazala se kao najprikladnija za razvijanje standarda za procjenu spola (3).

Procjena spola na temelju dimenzija otisaka dlanova pronašla je svoju primjenu u istraživanju kulture i načina života ljudi iz kamenog doba. Naime, na temelju standarda za određivanje spola razvijenih na otiscima recentnih populacija moguće je pokušati odrediti spol osoba koje su ostavljale otiske dlanova na zidovima paleocenskih nastamba, odnosno špilja. Standardi u ovu svrhu razvijeni su na recentnoj francuskoj populaciji (14). Ovakav pristup odstupa od pravila primjene standarda za procjenu bioloških karakteristika isključivo na populaciji i njezinoj



generaciji na kojoj je razvijen, što je vidljivo i prema rezultatima navedenog istraživanja koje je pokazalo da je razina pouzdanosti kod procjene spola u ovom slučaju izrazito niska (5). Iako ovo istraživanje nije provedeno u forenzične svrhe, njime je ipak razvijen prvi standard za procjenu spola s pomoću dimenzija otisaka ruke u Europi.

Istraživanje provedeno na sjevernoj i južnoj indijskoj populaciji (8) izvrsno ilustrira potrebu za populacijskom specifičnošću ove vrste studija. Naime, iako se radi o geografski bliskim populacijama, uočene su razlike u prosječnoj tjelesnoj visini i njenoj korelaciji s dimenzijama otisaka dlanova. Istraživanje je pokazalo da su u sjevernoj indijskoj populaciji muškarci prosječno viši od žena, dok su pripadnici južne populacije općenito viši od sjevernih Indijaca i nema značajne razlike između spolova (8). Usprkos razlici u prosječnoj tjelesnoj visini dviju skupina ispitanika, dimenzije otisaka dlana nisu pokazale značajne razlike. Zbog toga, standardi razvijeni na južnoj populaciji Indijaca nisu primjenjivi na sjevernoj i obratno.

Bitno je napomenuti da su neka istraživanja utvrdila i postojanje statistički značajne razlike između mjera otisaka desnih i lijevih dlanova. Na primjer, ranije spomenuto istraživanje na sjevernoj i južnoj indijskoj populaciji pokazalo je kako je u objema analiziranim populacijama otisak lijevog dlana statistički značajno dulji od otiska desnog dlana (8). Nasuprot tome, druga mjera koju je ovo istraživanje analiziralo, mjera širine dlana, nije pokazala ovakav trend. Navedeni rezultati pokazuju kako je u ovakvim istraživanjima nužno utvrditi i nivo bilateralne asimetrije za mjere otisaka dlanova (4).

## 2. Cilj rada

Ciljevi ovoga rada su:

- Utvrditi pokazuju li dimenzije otisaka dlanova statistički značajnu bilateralnu asimetriju.
- Utvrditi koje mjere otisaka dlanova pokazuju statistički značajan spolni dimorfizam.
- Razviti statističke modele za procjenu spola s pomoću dimenzija otisaka dlanova za hrvatsku populaciju.
- Utvrditi stupanj korelacije mjera otisaka dlanova s visinom ispitanika.
- Razviti statističke modele za procjenu visine s pomoću dimenzija otisaka dlanova za hrvatsku populaciju.

Hipoteze:

- Većina mjera otisaka dlanova neće pokazati statistički značajnu bilateralnu asimetriju.
- Većina mjera otisaka dlanova pokazat će statistički značajnu razliku u dimenzijama s obzirom na spol ispitanika.
- Većina mjera otisaka dlanova pokazat će statistički značajnu korelaciju s visinom ispitanika.

## 3. Materijali i metode

### 3.1. Materijali

Istraživanje je provedeno na Odjelu za forenzične znanosti (Sveučilište u Splitu, Republika Hrvatska) u Laboratoriju za istraživanje mjesta događaja u razdoblju od svibnja 2019. do siječnja 2020. Etičko povjerenstvo Odjela za forenzične znanosti 23. travnja 2019. godine je izdalo odobrenje za provođenje istraživanja (2181-227-05-12-19-0003; 024-04/19-03/00007).

U istraživanju je sudjelovalo 134 punoljetnih dobrovoljaca iz hrvatske populacije (68 muškaraca i 66 žena). Ispitanici su prije postupka prikupljanja podataka detaljno informirani o tijeku istraživanja te su potpisali obrazac informiranog pristanka za sudjelovanje u istraživanju. Kratkim upitnikom su prikupljene informacije o spolu, dobi i dominantnoj ruci svakog ispitanika.

### 3.2. Metode

Otisci obaju dlanova izuzeti su na bijeli A4 papir s pomoću daktiloskopske tinte Dacty ink®, BVDA koja je na dlanove nanošena gumenim valjkom. Svaki izuzeti otisak obilježen je pripadajućim rednim brojem ispitanika. Papiri s izuzetim otiscima su skenirani uređajem CANON C3320i pri rezoluciji od 600 dpi. Datoteke s izuzetim otiscima računalno su obrađene za što je korišten Adobe Photoshop (verzija CC 2019, Adobe Systems, San Jose, CA, USA). Pomoću navedenog računalnog programa datoteke su kalibrirane, a otisci izmjereni manualno, i to korištenjem alata *ruler tool* i zabilježeni funkcijom *measurement log*.

Na svakom otisku dlana izmjereno je 13 mjera. Mjere su dijelom preuzete iz već provedenih istraživanja te dijelom prilagođene kako bi što bolje obuhvatile dijelove otisaka dlanova koje možemo očekivati na mjestu događaja. Izvan kontroliranih uvjeta učestaliji su parcijalni otisci, pa neke mjere uključuju samo dijelove prstiju (5, 6). Dio mjera prilagođen je kako bi se omogućila veća ponovljivost mjerenja – preciznije su određene i definirane početne i završne točke mjerenja (npr. dno otiska dlana i točna početna točka mjerenja na pregibnoj brazdi).

Mjere koje su korištene u radu su (Slika 1.):

#### 1. *Duljina otiska*

Udaljenost između dna otiska dlana (okomica na os srednjeg prsta koja tangencijalno dodiruje otisak tenara) i vrha srednjeg prsta (A-B) - prilagođeno prema (4).

#### 2. *Širina otiska*

Udaljenost između najlateralnije projiciranog dijela otiska kod distalnog zgloba druge metakarpalne kosti i najmedijalnije projiciranog dijela otiska na distalnoj transverzalnoj pregibnoj brazdi (C-D) - prilagođeno prema (4).

#### 3. *Visina dlana*

Udaljenost između dna otiska dlana i najproksimalnijeg dijela proksimalne interfalangne pregibne brazde srednjeg prsta (A-E) - prilagođeno prema (4).

#### 4.– 8. Mjere 1-5

Duljina cijelog prsta (palca, kažiprsta, srednjeg prsta, prstenjaka i malog prsta) – Udaljenost između najproksimalnijeg dijela proksimalne interfalangne pregibne brazde prsta i vrha prsta (E-B) - prilagođeno prema (4).

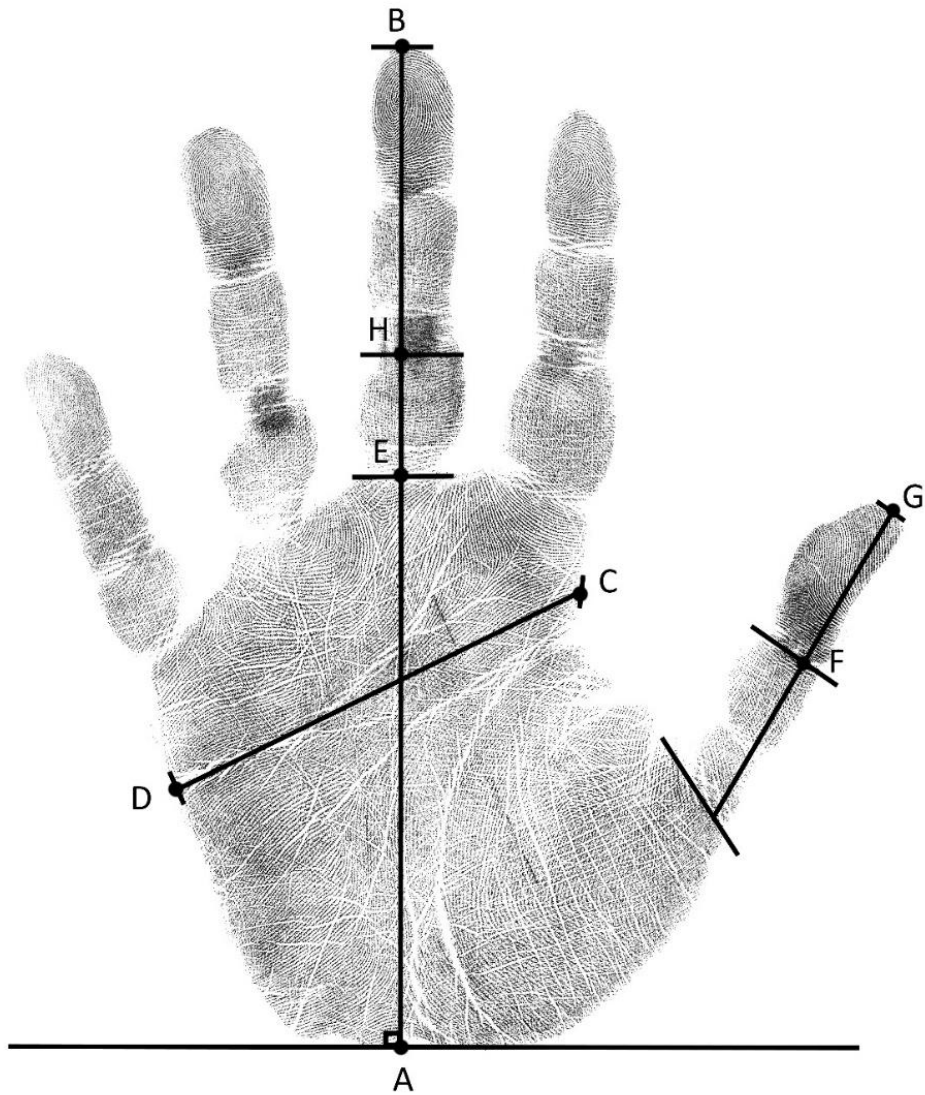
#### 9. Mjera P2

Duljina distalnog dijela palca – Udaljenost između najproksimalnijeg dijela interfalangne pregibne brazde palca i vrha palca (F-G) - prilagođeno prema (6).

#### 10. – 13. Mjere $2.2 + 2.3 / 3.2 + 3.3 / 4.2 + 4.3 / 5.2 + 5.3$

Duljina distalnog i srednjeg dijela prsta (kažiprsta, srednjeg prsta, prstenjaka i malog prsta) – Udaljenost između najproksimalnijeg dijela srednje interfalangne pregibne brazde prsta i vrha prsta (H-B) - prilagođeno prema (6).

Kod oznaka ovih mjera prvi broj predstavlja prst na kojem se mjera uzima, a broj iza točke članke prsta na koje se mjera odnosi.



Slika 1. Mjere otiska dlana korištene u radu

Nadalje, ispitanicima je izmjerena tjelesna visina pomoću Seca-213 visinomjera (seca GmbH & co. KG, Hamburg, Njemačka). Kako bi mjerenje tjelesne visine dalo točne i ujednačene rezultate, ispitanici su zamoljeni da mjerenju pristupe isključivo u jutarnjim satima, bez obuće stojeći uspravno uz mjernu ljestvicu. Frankfurtskom ravninom određena je ravna pozicija glave i ispravan položaj za mjerenje (4, 6)

### 3.3. Statistička analiza

Za sve promatrane varijable izračunati su deskriptivni statistički pokazatelji. Za dob ispitanika izračunati su medijan i interkvartilni raspon, a za visinu ispitanika te dimenzije otisaka aritmetička sredina i standardna devijacija (SD).

Za testiranje bilateralne asimetrije korišten t test za zavisne uzorke, dok je za potrebe ispitivanja statističke značajnosti spolnog dimorfizma korišten t test za nezavisne uzorke.

Statistički modeli za određivanje spola razvijeni su linearnom diskriminantnom analizom. Granične vrijednosti za jednovarijantne diskriminantne funkcije za procjenu spola izračunate su kao aritmetička sredina ukupnog uzorka, odnosno muških i ženskih mjera zajedno.

Za izračun multivarijantnih diskriminantnih funkcija korišten je stupnjeviti odabir varijabli, odnosno *stepwise* analiza. Formule za procjenu spola izvedene su korištenjem nestandardiziranih funkcijskih koeficijenata, dok su granične vrijednosti izračunate kao aritmetičke sredine funkcijskih centroida (4).

Točnost procjene spola ispitana je leave-one-out cross-validation (LOOCV) algoritmom (4).

Korelacija tjelesne visine i mjera za ukupni uzorak, te tjelesne visine i mjera za muškarce i žene zasebno, prikazana je Pearsonovim koeficijentom korelacije i njegovom statističkom značajnošću.

Modeli za procjenu visine kod muškaraca i žena određeni su jednostavnom linearnom regresijom. Točnost modela izražena je standardnom greškom procjene (SEE). Za multiplu regresijsku analizu korišten je *stepwise* postupak.

Podaci su analizirani uz pomoć računalnog programa IBM SPSS (verzija 22, SPSS Inc., Chicago, IL, USA), uz razinu statističke značajnosti  $P \leq 0,05$ .

## 4. Rezultati

U ovom istraživanju sudjelovala su ukupno 134 ispitanika, točnije 68 muškaraca i 66 žena. Nitko od ispitanika nije prijavio ortopedske ili dermatološke zdravstvene probleme, koji su trebali biti korišteni kao kriterij za isključivanje iz istraživanja.

Dob svih ispitanika je u rasponu 20-59 godina s medijanom 25,00 i interkvartilnim rasponom 6,00. Muški ispitanici imaju raspon godina 20-59 (medijan 28,0, interkvartilni raspon 8,75), a žene su u rasponu dobi 20-57 (medijan 25,00, interkvartilni raspon 4,25).

Prosječna visina muškaraca koji su sudjelovali u istraživanju je 183,84 cm (SD = 6,98 cm). Najniži ispitanik imao je 171,00 cm, a najviši 197,60 cm. Kod žena, prosjek visine bio je 168,16 cm (SD = 6,26 cm), s minimalnom visinom 154,60 cm i maksimalnom 183,50 cm.

Uzorak se sastoji od 125 dešnjaka, 8 ljevaka, a samo jedna osoba je ambidekster.

### 4.1. Bilateralna asimetrija

Bilateralna asimetrija uočena je na 12 od ukupno 13 mjera koje su mjerene u ovom radu. Svih 12 mjera veće je na otisku desne ruke, dok je razlika između dimenzija lijevog i desnog otiska statistički značajna za šest mjera (Tablica 1.). Najveću bilateralnu asimetriju pokazuje mjera 1 gdje je prosječna razlika između dimenzija lijevih i desnih otisaka 0,85 mm. S obzirom na velik broj mjera s utvrđenom bilateralnom asimetrijom, daljnja obrada podataka na svim mjerama provedena je za lijevi i desni otisak zasebno.

Tablica 1. Bilateralna asimetrija mjera otisaka dlanova (n = 134)

Mjera	Ar.sredina (mm)	SD (mm)	t	P*
L Duljina otiska	181,16	13,01	-2,628	0,010*
D Duljina otiska	181,47	12,80		
L Širina otiska	79,70	6,76	-1,447	0,150
D Širina otiska	79,87	6,65		
L Visina dlana	101,24	7,50	-0,241	0,810
D Visina dlana	101,26	7,26		
1L	65,02	6,03	-7,442	<0,001*
1D	65,87	5,89		
2L	71,87	5,70	-5,976	<0,001*
2D	72,48	5,71		
3L	80,08	6,46	-2,588	0,011*
3D	80,33	6,53		
4L	74,79	6,48	-1,245	0,215
4D	74,92	6,53		
5L	61,05	5,98	-0,009	0,993
5D	61,05	6,05		
P2L	29,70	2,96	-2,278	0,024*
P2D	29,91	2,91		
2.2 + 2.3 L	47,34	4,07	-3,484	0,001*
2.2 + 2.3 D	47,70	4,07		
3.2 + 3.3 L	52,69	4,58	0,249	0,804
3.2 + 3.3 D	52,67	4,44		
4.2 + 4.3 L	50,74	4,68	-0,405	0,686
4.2 + 4.3 D	50,78	4,62		
5.2 + 5.3 L	41,74	4,61	-1,046	0,297
5.2 + 5.3 D	41,86	4,59		

\*Statistički značajne P-vrijednosti

## 4.2. Spolni dimorfizam

U Tablici 2. i Tablici 3. prikazane su aritmetičke sredine i standardne devijacije mjera otisaka dlanova za muškarce i za žene. Sve su mjere statistički značajno veće kod muškaraca ( $P \leq 0,05$ ). Najdimorfniija je mjera širina otiska i to na oba dlana, a slijede duljina otiska i visina dlana. Kod mjera otisaka prstiju, najveći dimorfizam pokazuje mjera duljine distalnog dijela palca (mjera P2)



na lijevoj ruci, dok duljina cijelog srednjeg prsta (mjera 3) i duljina cijelog prstenjaka (mjera 4) pokazuju podjednako visok stupanj dimorfizma na oba otiska.

Tablica 2. Spolni dimorfizam mjera lijevih otisaka – n (muškarci) = 68, n (žene) = 66

Mjera	Spol	Ar.sredina (mm)	SD (mm)	t	P
Duljina otiska	Muškarci	190,81	9,10	13,246	<0,001*
	Žene	171,23	7,95		
Širina otiska	Muškarci	85,05	4,21	15,638	<0,001*
	Žene	74,19	3,81		
Visina dlana	Muškarci	106,60	5,60	12,214	<0,001*
	Žene	95,71	4,66		
1	Muškarci	68,86	5,03	9,782	<0,001*
	Žene	61,07	4,13		
2	Muškarci	75,37	4,59	9,199	<0,001*
	Žene	68,27	4,34		
3	Muškarci	84,33	4,75	10,384	<0,001*
	Žene	75,69	4,88		
4	Muškarci	79,05	4,91	10,391	<0,001*
	Žene	70,39	4,73		
5	Muškarci	64,82	4,88	9,639	<0,001*
	Žene	57,17	4,28		
P2	Muškarci	31,75	2,13	11,418	<0,001*
	Žene	27,59	2,08		
2.2 + 2.3	Muškarci	49,70	3,44	8,400	<0,001*
	Žene	44,91	3,14		
3.2 + 3.3	Muškarci	55,56	3,55	9,488	<0,001*
	Žene	49,74	3,55		
4.2 + 4.3	Muškarci	53,72	3,77	9,827	<0,001*
	Žene	47,66	3,35		
5.2 + 5.3	Muškarci	44,47	4,13	8,691	<0,001*
	Žene	38,92	3,18		

\*Statistički značajne P-vrijednosti

Tablica 3. Spolni dimorfizam mjera desnih otisaka – n (muškarci) = 68, n (žene) = 66

Mjera	Spol	Ar.sredina (mm)	SD (mm)	t	P
Duljina otiska	Muškarci	190,91	9,11	13,077	<0,001*
	Žene	171,75	7,78		
Širina otiska	Muškarci	85,11	4,02	15,488	<0,001*
	Žene	74,47	3,93		
Visina dlana	Muškarci	106,35	5,53	11,709	<0,001*
	Žene	96,02	4,63		
1	Muškarci	69,44	5,10	9,015	<0,001*
	Žene	62,20	4,15		
2	Muškarci	75,99	4,50	9,203	<0,001*
	Žene	68,87	4,45		
3	Muškarci	84,65	4,78	10,473	<0,001*
	Žene	75,88	4,91		
4	Muškarci	79,17	4,93	10,158	<0,001*
	Žene	70,54	4,89		
5	Muškarci	64,83	4,94	9,454	<0,001*
	Žene	57,16	4,42		
P2	Muškarci	31,78	2,41	9,952	<0,001*
	Žene	27,98	1,98		
2.2 + 2.3	Muškarci	50,12	3,34	8,732	<0,001*
	Žene	45,21	3,17		
3.2 + 3.3	Muškarci	55,44	3,41	9,467	<0,001*
	Žene	49,81	3,47		
4.2 + 4.3	Muškarci	53,70	3,55	9,696	<0,001*
	Žene	47,76	3,53		
5.2 + 5.3	Muškarci	44,61	3,97	8,888	<0,001*
	Žene	39,02	3,26		

\*Statistički značajne P-vrijednosti

### **4.3. Granične vrijednosti za procjenu spola**

Budući da su sve mjere otisaka dlanova u hrvatskoj populaciji pokazale statistički značajnu razliku u dimenzijama s obzirom na spol ispitanika, za njih su određene diskriminantne funkcije i granične vrijednosti. Za procjenu spola s pomoću diskriminantnih funkcija vrijedi sljedeće pravilo: ako je mjera manja od dobivene granične vrijednosti, otisak pripada ženskoj osobi, dok je u suprotnome riječ o otisku muške osobe (3).

U Tablici 4. i Tablici 5. prikazane su granične vrijednosti za diskriminantne funkcije. Na obje ruke najveća pouzdanost procjene spola postignuta je za mjeru širine otiska – za lijevu 92,5 %, a za desnu 93,3 %. Slijede duljina otiska (87,3 % i 86,6 %), duljina distalnog dijela palca (mjera P2) (87,3 % i 84,3 %) te visina dlana (86,6 % i 85,1 %). Točnost za mjere cijelih prstiju iznosi 79,1 % - 82,8 %, dok za mjere dijelova prstiju (ne uključujući mjeru P2) iznosi 76,9 % - 80,6 %.

Tablica 4. Granične vrijednosti za procjenu spola s pomoću otisaka lijeve ruke

Mjera	Granična vrijednost	Muškarci (n=68), n(%)	Žene (n=66), n(%)	Ukupno (n=134), n(%)
Duljina otiska	181,02	59 (86,8)	58 (87,9)	117 (87,3)
Širina otiska	79,62	63 (92,6)	61 (92,4)	124 (92,5)
Visina dlana	101,155	59 (86,8)	57 (86,4)	116 (86,6)
1	64,965	51 (75)	57 (86,4)	108 (80,6)
2	71,82	55 (80,9)	52 (78,8)	107 (79,9)
3	80,01	57 (83,8)	54 (81,8)	111 (82,8)
4	74,72	55 (80,9)	54 (81,8)	109 (81,3)
5	60,995	54 (79,4)	52 (78,8)	106 (79,1)
P2	29,67	60 (88,2)	57 (86,4)	117 (87,3)
2.2 + 2.3	47,305	50 (73,5)	54 (81,8)	104 (77,6)
3.2 + 3.3	52,65	53 (77,9)	52 (78,8)	105 (78,4)
4.2 + 4.3	50,69	52 (76,5)	55 (83,3)	107 (79,9)
5.2 + 5.3	41,695	51 (75)	53 (80,3)	104 (77,6)

Tablica 5. Granične vrijednosti za procjenu spola s pomoću otisaka desne ruke

Mjera	Granična vrijednost	Muškarci (n=68) , n(%)	Žene (n=66) , n(%)	Ukupno (n=134), n(%)
Duljina otiska	181,33	58 (85,3)	58 (87,9)	116 (86,6)
Širina otiska	79,79	63 (92,6)	62 (93,9)	125 (93,3)
Visina dlana	101,185	58 (85,3)	56 (84,8)	114 (85,1)
1	65,82	52 (76,5)	56 (84,8)	108 (80,6)
2	72,43	57 (83,8)	54 (81,8)	111 (82,8)
3	80,265	56 (82,4)	53 (80,3)	109 (81,3)
4	74,855	56 (82,4)	54 (81,8)	110 (82,1)
5	60,995	53 (77,9)	53 (80,3)	106 (79,1)
P2	29,88	58 (85,3)	55 (83,3)	113 (84,3)
2.2 + 2.3	47,665	54 (79,4)	52 (78,8)	106 (79,1)
3.2 + 3.3	52,625	55 (80,9)	53 (80,3)	108 (80,6)
4.2 + 4.3	50,73	55 (80,9)	53 (80,3)	108 (80,6)
5.2 + 5.3	41,815	48 (70,6)	55 (83,3)	103 (76,9)

#### 4.4. Multivarijantne diskriminantne funkcije za procjenu spola

Postupkom stupnjevitog odabira varijabli, odnosno *stepwise* analizom dobivene su multivarijantne diskriminantne funkcije, a njihovi parametri prikazani su u Tablici 6. za lijeve i Tablici 7. za desne otiske. Ovom analizom odabrane su četiri mjere otiska dlana – duljina otiska, širina otiska, duljina cijelog kažiprsta (mjera 2) i duljina distalnog dijela palca (mjera P2) za lijevu ruku i dvije mjere – duljina otiska i širina otiska za desnu ruku. Ovom vrstom diskriminantnih funkcija moguće je procijeniti spol pojedinca s razinom pouzdanosti od 94%, odnosno 95,5 % za ženske otiske, te 92,6 % za otiske muškaraca.

Multivarijantna funkcija za mjere lijeve ruke izražena je formulom:

$$F = L \text{ duljina otiska} * 0,081 + L \text{ širina otiska} * 0,164 + 2L * (-0,138) + P2L * 0,186 - 23,429$$

Ako je F veći od -0,023, otisak pripada muškarcu, a ako je manji ženi.

Tablica 6. Multivarijantna funkcija za mjere otisaka lijeve ruke

Mjera	Nestandardizirani koeficijent	Konstanta	Funkcijski centrioidi	Granična vrijednost	Muškarci n (%)	Žene n (%)	Ukupno n (%)
L duljina otiska	0,081	-23,429	M	-0,023	63 (92,6)	63 (95,5)	126 (94)
L širina otiska	0,164		1,560				
2L	-0,138		Ž				
P2L	0,186		-1,607				

Multivarijantna funkcija za mjere desne ruke izražena je formulom:

$$F = D \text{ duljina otiska} * 0,052 + D \text{ širina otiska} * 0,179 - 23,733$$

Ako je F veći od -0,022, otisak pripada muškarcu, a ako je manji ženi.

Tablica 7. Multivarijantna funkcija za mjere otisaka desne ruke

Mjera	Nestandardizirani koeficijent	Konstanta	Funkcijski centrioidi	Granična vrijednost	Muškarci n (%)	Žene n (%)	Ukupno n (%)
D duljina otiska	0,052	-23,733	M	-0,022	62 (91,2)	61 (92,4)	123 (91,8)
D širina otiska	0,179		Ž				
			-1,472				

#### 4.5. Korelacija dimenzija otisaka i tjelesne visine

U Tablici 8. prikazani su koeficijenti korelacije visine s mjerama otisaka dlanova. Sve mjere pokazuju statistički značajan koeficijent korelacije ( $P \leq 0,05$ ). Jaku razinu korelacije s visinom pokazuje mjera duljine otiska, na obje ruke. Slijede visina dlana na obje ruke i mjera duljine cijelog srednjeg prsta (mjera 3) na obje ruke. Ostale mjere pokazuju srednje jaku korelaciju (u rasponu 0,70 - 0,77)

Tablica 8. Korelacija visine i mjera otisaka na ukupnom uzorku (n = 134)

Mjera	r	P
L duljina otiska	0,86	<0,001*
D duljina otiska	0,86	<0,001*
L širina otiska	0,71	<0,001*
D širina otiska	0,71	<0,001*
L visina dlana	0,81	<0,001*
D visina dlana	0,80	<0,001*
1L	0,74	<0,001*
1D	0,71	<0,001*
2L	0,77	<0,001*
2D	0,76	<0,001*
3L	0,80	<0,001*
3D	0,79	<0,001*
4L	0,77	<0,001*
4D	0,77	<0,001*
5L	0,74	<0,001*
5D	0,73	<0,001*
P2L	0,74	<0,001*
P2D	0,70	<0,001*
2.2 + 2.3 L	0,72	<0,001*
2.2 + 2.3 D	0,73	<0,001*
3.2 + 3.3 L	0,75	<0,001*
3.2 + 3.3 D	0,76	<0,001*
4.2 + 4.3 L	0,77	<0,001*
4.2 + 4.3 D	0,76	<0,001*
5.2 + 5.3 L	0,71	<0,001*
5.2 + 5.3 D	0,72	<0,001*

\*Statistički značajne P-vrijednosti

U Tablici 9. i Tablici 10. prikazani su koeficijenti korelacije visine i mjera otisaka dlanova s obzirom na spol. Jedina mjera koja ne pokazuje statistički značajnu povezanost s visinom je mjera širine otiska na oba dlana kod muškaraca. Najvišu razinu korelacije pokazuju mjere duljine otiska kod obaju spolova.

Tablica 9. Korelacija visine i mjera otisaka u muškaraca (n = 68)

Mjera	r	P
L duljina otiska	0,65	<0,001*
D duljina otiska	0,63	<0,001*
L širina otiska	0,17	0,166
D širina otiska	0,21	0,080
L visina dlana	0,58	<0,001*
D visina dlana	0,55	<0,001*
1L	0,51	<0,001*
1D	0,46	<0,001*
2L	0,55	<0,001*
2D	0,54	<0,001*
3L	0,57	<0,001*
3D	0,55	<0,001*
4L	0,49	<0,001*
4D	0,49	<0,001*
5L	0,44	<0,001*
5D	0,45	<0,001*
P2L	0,51	<0,001*
P2D	0,42	<0,001*
2.2 + 2.3. L	0,53	<0,001*
2.2 + 2.3 D	0,50	<0,001*
3.2 + 3.3 L	0,53	<0,001*
3.2 + 3.3 D	0,53	<0,001*
4.2 + 4.3 L	0,54	<0,001*
4.2 + 4.3 D	0,52	<0,001*
5.2 + 5.3 L	0,44	<0,001*
5.2 + 5.3 D	0,46	<0,001*

\*Statistički značajne P-vrijednosti



Tablica 10. Korelacija visine i mjera otisaka u žena (n = 66)

Mjera	r	P
L duljina otiska	0,71	<0,001*
D duljina otiska	0,70	<0,001*
L širina otiska	0,34	0,005*
D širina otiska	0,30	0,013*
L visina dlana	0,57	<0,001*
D visina dlana	0,56	<0,001*
1L	0,50	<0,001*
1D	0,48	<0,001*
2L	0,61	<0,001*
2D	0,61	<0,001*
3L	0,62	<0,001*
3D	0,60	<0,001*
4L	0,59	<0,001*
4D	0,62	<0,001*
5L	0,59	<0,001*
5D	0,55	<0,001*
P2L	0,36	0,003*
P2D	0,39	0,001*
2.2 + 2.3 L	0,51	<0,001*
2.2 + 2.3 D	0,55	<0,001*
3.2 + 3.3 L	0,54	<0,001*
3.2 + 3.3 D	0,56	<0,001*
4.2 + 4.3 L	0,56	<0,001*
4.2 + 4.3 D	0,58	<0,001*
5.2 + 5.3 L	0,53	<0,001*
5.2 + 5.3 D	0,52	<0,001*

\*Statistički značajne P-vrijednosti

#### 4.6. Formule za procjenu visine

U Tablici 11. i Tablici 12. prikazane su formule za procjenu visine, zasebno za muškarce i žene. Standardna greška procjene (SEE) iznosi između  $\pm 5,35$  cm (duljina otiska lijeve ruke) i  $\pm 6,93$  cm (širina otiska lijeve ruke) kod muškaraca. Kod žena iznosi od  $\pm 4,48$  cm (duljina otiska lijeve ruke) i  $\pm 6,02$  cm (širina otiska desne ruke). Stupnjevitim odabirom varijabli, odnosno *stepwise* metodom nije pronađena kombinacija mjera koja pokazuje veću točnost od funkcije duljine dlana.

Tablica 11. Linearne regresijske jednadžbe za procjenu visine za muškarce (n = 68)

Mjera	r	R <sup>2</sup>	Korigirani R <sup>2</sup>	Formula	SEE (cm)
L duljina otiska	0,65	0,42	0,41	L duljina * 0,498 + 88,884	±5,35
D duljina otiska	0,63	0,39	0,38	D duljina * 0,480 + 92,125	±5,48
L širina otiska	0,17	0,03	0,01	L širina * 0,282 + 159,894	±6,93
D širina otiska	0,21	0,04	0,03	D širina * 0,371 + 152,249	±6,87
L visina dlana	0,58	0,34	0,33	L visina dl * 0,721 + 107,020	±5,74
D visina dlana	0,55	0,30	0,29	D visina dl * 0,688 + 110,669	±5,90
1L	0,51	0,26	0,25	1L * 0,705 + 135,327	±6,06
1D	0,46	0,21	0,20	1D * 0,628 + 140,203	±6,25
2L	0,55	0,30	0,29	2L * 0,835 + 120,928	±5,88
2D	0,54	0,29	0,28	2D * 0,830 + 120,755	±5,94
3L	0,57	0,32	0,31	3L * 0,832 + 113,674	±5,80
3D	0,55	0,30	0,29	3D * 0,798 + 116,312	±5,89
4L	0,49	0,24	0,23	4L * 0,701 + 128,406	±6,12
4D	0,49	0,24	0,22	4D * 0,686 + 129,538	±6,15
5L	0,44	0,19	0,18	5L * 0,626 + 143,252	±6,32
5D	0,45	0,20	0,19	5D * 0,630 + 143,011	±6,29
P2L	0,51	0,26	0,25	P2L * 1,674 + 130,686	±6,04
P2D	0,42	0,18	0,17	P2D * 1,229 + 144,785	±6,37
2.2 + 2.3 L	0,53	0,28	0,27	2,2L * 1,079 + 130,201	±5,95
2.2 + 2.3 D	0,50	0,25	0,24	2,2D * 1,041 + 131,658	±6,10
3.2 + 3.3 L	0,53	0,28	0,27	3,2L * 1,034 + 126,397	±5,98
3.2 + 3.3 D	0,53	0,28	0,27	3,2D * 1,077 + 124,110	±5,98
4.2 + 4.3 L	0,54	0,29	0,28	4,2L * 0,999 + 130,190	±5,92
4.2 + 4.3 D	0,52	0,27	0,26	4,2D * 1,017 + 129,226	±6,02
5.2 + 5.3 L	0,44	0,20	0,18	5,2L * 0,746 + 150,672	±6,31
5.2 + 5.3 D	0,46	0,21	0,20	5,2D * 0,811 + 147,659	±6,24

Tablica 12. Linearne regresijske jednadžbe za procjenu visine za žene (n = 66)

Mjera	r	R <sup>2</sup>	Korigirani R <sup>2</sup>	Formula	SEE (cm)
L duljina otiska	0,71	0,50	0,49	L duljina * 0,556 + 73,043	±4,48
D duljina otiska	0,70	0,49	0,49	D duljina * 0,566 + 70,970	±4,49
L širina otiska	0,34	0,11	0,10	L širina * 0,557 + 126,863	±5,94
D širina otiska	0,30	0,09	0,08	D širina * 0,484 + 132,139	±6,02
L visina dlana	0,57	0,32	0,31	L visina dl * 0,759 + 95,506	±5,21
D visina dlana	0,56	0,31	0,30	D visina dl * 0,757 + 95,448	±5,23
1L	0,50	0,25	0,24	1L * 0,761 + 121,689	±5,46
1D	0,48	0,23	0,22	1D * 0,722 + 123,280	±5,55
2L	0,61	0,37	0,36	2L * 0,880 + 108,050	±5,01
2D	0,61	0,37	0,36	2D * 0,855 + 109,301	±5,02
3L	0,62	0,38	0,38	3L * 0,796 + 107,906	±4,95
3D	0,60	0,36	0,35	3D * 0,770 + 109,735	±5,04
4L	0,59	0,35	0,34	4L * 0,778 + 113,401	±5,11
4D	0,62	0,38	0,37	4D * 0,793 + 112,234	±4,96
5L	0,59	0,34	0,33	5L * 0,858 + 119,115	±5,12
5D	0,55	0,31	0,30	5D * 0,785 + 123,307	±5,26
P2L	0,36	0,13	0,11	P2L * 1,075 + 138,498	±5,90
P2D	0,39	0,15	0,14	P2D * 1,234 + 133,630	±5,81
2.2 + 2.3 L	0,51	0,26	0,25	2,2L * 1,013 + 122,666	±5,44
2.2 + 2.3 D	0,55	0,30	0,29	2,2D * 1,083 + 119,193	±5,28
3.2 + 3.3 L	0,54	0,29	0,28	3,2L * 0,952 + 120,831	±5,32
3.2 + 3.3 D	0,56	0,31	0,30	3,2D * 1,005 + 118,086	±5,24
4.2 + 4.3 L	0,56	0,31	0,30	4,2L * 1,046 + 118,308	±5,23
4.2 + 4.3 D	0,58	0,34	0,33	4,2D * 1,036 + 118,701	±5,13
5.2 + 5.3 L	0,53	0,28	0,27	5,2L * 1,049 + 127,333	±5,35
5.2 + 5.3 D	0,52	0,27	0,26	5,2D * 1,003 + 129,036	±5,38

## **5. Rasprava**

Provedeno istraživanje pokazalo je da se spol i tjelesna visina ispitanika mogu procijeniti s pomoću dimenzija otiska ruke uz visoki stupanj pouzdanosti. Shodno tome, razvijeni su prvi statistički modeli za procjenu spola i prosječne tjelesne visine s pomoću dimenzija otisaka dlanova za hrvatsku populaciju. Ovo je prvi standard ovakve vrste razvijen u forenzične svrhe za neku europsku populaciju.

### **5.1. Bilateralna asimetrija**

U svrhu što bolje procjene biološkog profila na temelju razvijenog statističkog modela, na samom početku analize podataka istražena je bilateralna asimetrija mjera na otiscima dlanova. Za one mjere koje pokazuju statistički značajnu bilateralnu asimetriju, potrebno je razviti zasebne standarde za lijevi i desni otisak jer takve varijacije mogu bitno umanjiti točnost procjene bioloških karakteristika. Za mjere koje ne pokazuju značajan stupanj asimetrije, moguće je upotrijebiti jedinstveni standard za oba otiska (4).

Od ukupno 13 analiziranih mjera, njih 12 veće je na otiscima desne ruke. Dimenzije desnih otisaka pokazale su se statistički značajno većima na šest mjera. S obzirom na dobivene rezultate, odlučeno je da će u ovom istraživanju otisci biti analizirani za svaku ruku zasebno, kako bi standardi bili što pouzdaniji.

Većina ispitanika u ovom istraživanju su dešnjaci – 125 od 134, a neka istraživanja veće dimenzije ruku objašnjavaju jače razvijenom muskulaturom dominantne ruke i posljedično jačim pritiskom na podlogu prilikom izuzimanja otiska (6, 15). Ipak, brojnim antropometrijskim istraživanjima utvrđeno je da po ovom pitanju nema jasnih pravila (6, 8, 16, 17). Na primjer, istraživanje provedeno na otiscima dlanova na sjevernoj i južnoj indijskoj populaciji provedeno je isključivo na ispitanicima s dominantnom desnom rukom, a mjerenja su pokazala da je duljina otiska dlana statistički značajno veća na lijevoj strani tijela. To je jedan od mogućih pokazatelja nepostojanja poveznice između dominantne ruke i veličine otiska (8).

Uz spomenuto istraživanje na sjevernoj i južnoj indijskoj populaciji, istraživanja provedena na malezijskoj (9, 11) i maldivskoj populaciji (10) pokazala su, kao i ovo istraživanje, postojanje statistički značajne bilateralne asimetrije, pa je statistička obrada mjera također provedena zasebno za otiske lijeve i desne ruke.

U zapadno australskoj i centralnoj indijskoj populaciji mjera širine otiska dlana pokazuje najveću razliku između lijevih i desnih otisaka (4, 6). Navedena razlika je u korist desne strane, što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Ipak, u spomenutim istraživanjima ostale mjere pokazuju vrlo male razlike između dvije strane tijela. S obzirom na relativnu bilateralnu simetričnost mjera, u ovim istraživanjima analiza je provedena na samo jednoj strani tijela (6) ili pak na ukupnom uzorku (4).

U istraživanju na egipatskoj populaciji, analiza bilateralne asimetrije nije provedena, već je na samom početku istraživanja proizvoljno odabrana jedna strana tijela za izuzimanje otisaka (7). Ovakav pristup nije preporučan jer, kao što je vidljivo iz rezultata ovog, ali i ostalih sličnih istraživanja, u određenim populacijama mogu postojati statistički značajne razlike između dimenzija desnog i lijevog dlana. Neprovođenjem analize bilateralne asimetrije na početku istraživanja bitno se narušava pouzdanost krajnjeg rezultata istraživanja – populacijskog standarda za procjenu bioloških karakteristika osoba.

## **5.2. Procjena spola**

Pouzdanе diskriminantne funkcije za procjenu spola moguće je razviti samo za one mjere na otiscima dlanova koje pokazuju statistički značajnu razliku u dimenzijama između muškaraca i žena. U ovom istraživanju sve su mjere statistički značajno veće kod muškaraca ( $P \leq 0,05$ ). Takav rezultat očekivan je i u skladu s rezultatima istraživanja provedenih na zapadno australskoj i francuskoj populaciji (3, 14). Navedena istraživanja jedina su do sada primjenjivala statističke modele razvijene s pomoću mjera na otiscima dlanova za procjenu spola. Ipak, bitno je napomenuti da standardi za francusku populaciju nisu razvijeni za forenzičnu primjenu (14).

Ukupna razina pouzdanosti procjene spola dobivena ovim istraživanjem jest 76,9 % - 94 %. U zapadno australskoj populaciji razina pouzdanosti, izračunata istim statističkim metodama, iznosi 89 % - 91 % (3), dok je u francuskoj dosegla razinu od 92 % (14).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je kod mjere širine otiska spolni dimorfizam najizraženiji, a ta mjera pokazuje i najveću pouzdanost pri procjeni spola (93,3 %). Slijede duljina otiska i visina dlana s pouzdanošću procjene od 87,3 %, odnosno 86,6 %. Istraživanje provedeno na zapadno australskoj populaciji pokazalo je sličan trend. U navedenom istraživanju spolni dimorfizam također je najizraženiji na mjeri širine otiska što joj daje i najveću pouzdanost pri procjeni spola – 89,6 % (3).

Pouzdanost procjene spola s pomoću mjere duljine otiska iznosi 88,6 %, dok ostale mjere u tom istraživanju, uključujući i visinu dlana, ne prelaze prag od 80% zbog čega autori zaključuju da iste nisu primjerene za procjenjivanje spola (3). S druge strane, u hrvatskoj populaciji je sedam mjera na lijevom i deset mjera na desnom otisku dlana (od ukupno 13 definiranih mjera) doseglo razinu pouzdanosti od 80 % ili veću.

Dimenzije prstiju pokazale su manji stupanj spolnog dimorfizma u svim provedenim istraživanjima (3, 14). Ipak, potrebno je napomenuti da je kod zapadno australske i francuske populacije za analizu korišten manji broj mjera na prstima – dimenzije otisaka tri cijela prsta (3), odnosno pet cijelih prstiju (14). S druge strane, u hrvatskoj populaciji izmjerene su dimenzije otisaka svih prstiju i njihovih izdvojenih dijelova, a razlog razvijanja i obrade mjera na prstima i njihovim dijelovima leži u činjenici da se na mjestima događaja najčešće nalaze parcijalni otisci dlanova, pa se ovakvim pristupom povećava broj scenarija u kojima se mogu primijeniti razvijeni statistički modeli (5). Od mjera otisaka dijelova prstiju najveću dimorfnost pokazuje mjera duljine distalnog dijela palca (mjera P2). Korištenjem ove mjere moguće je procijeniti spol osobe s pouzdanošću od 87,3 %.

Provedenom *stepwise* analizom dobivene su multivarijantne diskriminantne funkcije koje su dosegle veći postotak pouzdanosti procjene spola od funkcija pojedinačnih mjera, a on iznosi 94,0 % za ukupan uzorak. Kombiniranjem mjera i u zapadno australskoj populaciji povećala se pouzdanost procjene koja tada iznosi 91 % (3).

U sklopu istraživanja provedenog na zapadno australskoj populaciji, provedena je i analiza procjene spola s pomoću dimenzija samih dlanova ispitanika. Rezultati su pokazali da je širinom samog dlana spol moguće procijeniti s razinom pouzdanosti od 94,0 %, dok se uporabom multivarijantne funkcije taj postotak penje na 96,5 % (3). Kao što je uočljivo, pouzdanost procjene spola s pomoću direktnih mjerenja samih dlanova nešto je veća u usporedbi s procjenom spola na temelju otisaka dlanova. Ipak, statistički modeli za procjenu spola razvijeni na mjerama otisaka dlanova pokazuju velik potencijal za buduća istraživanja, ali i primjenu u forenzičnim slučajevima u praksi.

### **5.3. Procjena visine**

Provedena regresijska analiza pokazala je da visina pripadnika hrvatske populacije može biti procijenjena s pomoću dimenzija otiska ruke. Većina mjera na otiscima dlanova pokazuje statistički značajnu korelaciju s visinom ispitanika ( $P \leq 0,05$ ), a jedina iznimka je mjera širine otiska kod muškaraca. Razine korelacije veće su kod ukupnog uzorka nego kod muškaraca i žena zasebno. Ipak, s obzirom na to da su mjere otisaka dlanova u ovom radu pokazale statistički značajan spolni dimorfizam, modeli za procjenu visine razvijeni su za svaki spol zasebno.

Mjera duljine otiska pokazala je najveću korelaciju s visinom ispitanika. Koeficijent korelacije u ukupnom uzorku za ovu mjeru iznosi 0,86, dok je za muškarce 0,65 i za žene 0,71. Očekivano, ista mjera pokazala je najmanju standardnu grešku procjene koja kod muškaraca iznosi  $\pm 5,35$  cm, a kod žena  $\pm 4,48$  cm. Budući da je procjena visine točnija što je koeficijent korelacije veći, duljina otiska pokazala se kao najpouzdanija mjera za procjenu tjelesne visine, a isti se zaključak pronalazi i u prethodnim istraživanjima (6, 7, 9-11, 13).

S druge strane, mjera širine otiska pokazala je najnižu korelaciju s visinom i to s koeficijentom korelacije 0,17 kod muškaraca, a 0,30 kod žena. Standardna greška procjene za ovu mjeru je visoka i iznosi  $\pm 6,93$  cm, odnosno  $\pm 6,02$  cm. I u prethodnim istraživanjima mjera širine otiska pokazala je nisku razinu pouzdanosti za procjenu prosječne tjelesne visine ispitanika (6, 7, 9-11, 13), stoga je valjalo primjenjivati samo kada ostale mjere nisu dostupne. Iako ova mjera daje nešto veću standardnu grešku procjene visine, u prethodnom poglavlju istaknuta je kao jedna od najpouzdanijih kada je u pitanju procjena spola. Iz toga se može izvući zaključak da mjera širine otiska dlana ne pokazuje toliko značajnu ovisnost o varijacijama u tjelesnoj visini koliko je povezana s ukupnom robusnošću osobe.

Mjere visine dlana i duljine cijelog srednjeg prsta (mjera 3) na lijevoj ruci kod muškaraca pokazale su sljedeće najviše koeficijente korelacije koji iznose 0,58, odnosno 0,57. Kod žena su to mjera duljine cijelog prstenjaka (mjera 4) na desnoj ( $r = 0,62$ ) i mjera duljine cijelog srednjeg prsta (mjera 3) na lijevoj ruci ( $r = 0,62$ ). Preostale mjere pokazuju nešto niži stupanj korelacije s tjelesnom visinom.

Nadalje, standardna greška procjene kod žena ( $\pm 4,48 - 6,02$  cm) manja je nego kod muškaraca ( $\pm 5,35 - 6,93$  cm), što znači da je pouzdanost procjene visine standardima razvijenima u ovom istraživanju ukupno gledajući viša za žene. Rezultati u istraživanjima provedenima na maldivskoj (10) i malezijskoj (9, 11) populaciji pokazuju isti trend, dok je u zapadno australskoj (13) i egipatskoj (7) populaciji suprotno, što je još jedan pokazatelj nužnosti razvijanja populacijski specifičnih statističkih modela za biološko profiliranje s pomoću mjera otisaka dlanova. Za istraživanje provedeno na centralnoj indijskoj populaciji (6) nije moguće provesti usporedbu jer su otisci izuzeti samo muškim ispitanicima.

*Stepwise* analizom često se povećava točnost procjene tjelesne visine, kao što je slučaj u istraživanju provedenom na zapadno australskoj populaciji (13). Ipak, u ovom istraživanju, stupnjeviti odabir varijabli nije utjecao na točnost procjene visine. *Stepwise* analizom odabrana je samo jedna mjera, i to duljina otiska, što znači da funkcije kombinacija mjera ne daju višu razinu pouzdanosti od funkcije mjere duljine otiska.

Standardna greška procjene za ukupni uzorak ovog istraživanja iznosi  $\pm 4,48 - 6,93$  cm, što prati trend nekih prethodnih istraživanja. Rezultat je najbliži standardnoj greški procjene za zapadno australsku populaciju koja iznosi  $\pm 4,74 - 6,42$  cm (13). Slično je i kod centralno indijske isključivo muške populacije gdje greška iznosi  $\pm 4,64 - 5,50$  cm (6).

Standardne greške procjene nešto su niže kod maldivske ( $SEE \pm 3,73 - 5,59$  cm) (10) i opće malezijske populacije ( $SEE \pm 3,78 - 5,68$  cm) (11), te populacije malezijskog plemena Iban ( $SEE \pm 3,97 - 5,78$  cm) (9). Moguće objašnjenje veće razine pouzdanosti procjene u ovim populacijama je genska ujednačenost populacija, odnosno uzoraka na kojima su standardi razvijeni.

Brojna provedena istraživanja pokazala su da se prosječna tjelesna visina može procijeniti i s pomoću izravnih mjerenja samog dlana (15, 18-22). Razliku između standarda razvijenih na mjerama samih dlanova i njihovim otiscima dobro ilustrira istraživanje provedeno na zapadno



australskoj populaciji (13). S obzirom na to da su u navedenom istraživanju na istom uzorku provedene obje analize, usporedbom tih rezultata možemo dobiti nešto bolji uvid u razlike točnosti procjene s obzirom na odabranu metodu. Standardna greška procjene prosječne visine s pomoću mjera samoga dlana iznosi  $\pm 4,74 - 5,17$  cm, a kod mjera na otiscima dlanova ona je  $\pm 5,42 - 5,48$  cm. Slično istraživanje je provedeno i na malezijskoj populaciji gdje standardna greška procjene visine za dimenzije samog dlana iznosi  $\pm 3,75 - 5,57$  cm, a za otiske  $\pm 3,78 - 5,68$  cm (11). Standardne greške procjene su u pravilu niže kod te vrste antropometrijskih istraživanja (4), ali te razlike nisu pretjerano velike. Razlog veće pouzdanosti izravnih mjerenja dlana može biti što se, kao i u slučaju procjene spola, takva istraživanja češće provode i usavršavaju.

#### **5.4. Osvrt na korištene metode i perspektiva ovih modela u budućnosti**

Analizirane mjere dijelom su preuzete iz dosadašnjih istraživanja, a dijelom novokreirane kako bi obuhvatile parcijalne otiske koji se češće pronalaze na mjestu događaja od onih cjelovitih (5). Ovakav pristup forenzičarima pruža više mogućnosti za uporabu nepotpunih otisaka za biološko profiliranje s pomoću statističkih modela. Uz to, mjere su detaljnije opisane i definirane kako bi se povećala ponovljivost mjerenja i smanjila subjektivnost ispitivača.

S obzirom na položaj ruke i oblik površine, odnosno predmeta koji osoba dotiče na mjestu događaja, otisak dlana može biti nepravilnog oblika (5). Stoga bi trebalo uzeti u obzir moguće varijacije oblika otisaka i njihov utjecaj na točnost procjene bioloških karakteristika s pomoću standarda razvijenih na otiscima dlanova prikupljenih u kontroliranim uvjetima. Na mjestu događaja moguće je pronaći i otiske za koje je teško sa sigurnošću odrediti kojoj ruci pripadaju, pa je potrebno razvijati i univerzalne standarde, odnosno standarde koji su razvijeni na skupnom uzorku lijevih i desnih otisaka (4). Razvijanje takvih modela može biti predmet budućih istraživanja na hrvatskoj populaciji budući da ovo istraživanje ne obuhvaća te aspekte.

U istraživanju su sudjelovale punoljetne osobe za koje je glavina tjelesnog razvoja završena. Ova činjenica može predstavljati ograničenje uporabe razvijenih statističkih modela. Naime, na temelju otiska ponekad nije moguće zaključiti radi li se o osobi u razvoju, osobi kojoj je razvoj završen ili starijoj osobi kojoj se stas mijenja uslijed starenja, a razvijeni statistički modeli neće dati točne

rezultate za sve navedene dobne skupine (4). Također, kod manjeg broja osoba u populaciji mogu se pojaviti različite zdravstvene poteškoće koje utječu na izgled dlana i tjelesnu visinu, kao i njihovu korelaciju, pa rezultate procjena uvijek treba uzet s određenom razinom opreza.

Osim toga, visinu koja je procijenjena statističkim modelima ne treba promatrati kao apsolutnu, ne samo zbog standardne pogreške, nego i zbog dnevnih varijacija u tjelesnoj visini, takozvanih diurnarnih varijacija (23). Dio kralježnice, točnije središnji dio intervertebralnog diska, *nucleus pulposus*, tijekom dana gubi vodu, a noću je ponovno apsorbira zbog čega je čovjek ujutro viši za do dva centimetra (24).

Jedno od ograničenja je i to što u ovom istraživanju nisu uzete u obzir moguće unutarpopulacijske razlike u visini iako je uzorak obuhvaćao ispitanike iz različitih dijelova Hrvatske. Naime, istraživanje provedeno na učenicima završnih razreda srednje škole pokazalo je da su muškarci iz dalmatinske populacije u prosjeku značajno viši od pripadnika drugih hrvatskih, ali i svjetskih populacija (25). Budući da je ovo istraživanje provedeno na Sveučilištu u Splitu, može se pretpostaviti da su u uzorku zastupljeniji pojedinci iz dalmatinske populacije što može utjecati na točnost razvijenih standarda u odnosu na ukupnu populaciju. U budućnosti bi trebalo dodatno ispitati standarde ili proširiti istraživanje uzorcima prikupljenima u drugim hrvatskim regijama.

Postupak razvoja i korištenja ovakvih statističkih modela jednostavan je i brz što je prednost opisane metodologije. Ipak, kako bi se cijeli proces analize otisaka dlanova dodatno ubrzao, potrebno je raditi na razvijanju softverskih programa koji bi zamijenili ručno mjerenje i analizu. Također, neka od prethodnih istraživanja za izuzimanje otisaka koriste skenere umjesto tinte (4, 7), što bitno pojednostavljuje proces prikupljanja podataka.

## 6. Zaključci

- Kod dijela mjera otisaka zapažena je statistički značajna bilateralna asimetrija u korist desne strane zbog čega se preporučuje zasebno izučavanje dimenzija otisaka lijeve i desne ruke.
- Sve mjere otisaka dlanova statistički su značajno veće kod muškaraca, što upućuje na to da su odabrane mjere prigodne za analizu spolnog dimorfizma i razvoj standarda za procjenu spola.
- Mjera širine otiska pokazala je najveći stupanj spolnog dimorfizma i najveću točnost pojedinačnim diskriminantnim funkcijama zbog čega bi trebala imati prioritet pri odabiru mjera u budućim istraživanjima te primjeni kod parcijalnih otisaka.
- Multivarijantne diskriminantne funkcije dosegle su veću razinu pouzdanosti procjene spola od funkcija pojedinačnih mjera, pa se preporučuje uporaba tih modela kad je dostupan veći broj mjera.
- Sve mjere otisaka dlanova osim mjere širine otiska kod muškaraca, pokazuju statistički značajan koeficijent korelacije s tjelesnom visinom, zbog čega su pogodne za razvoj standarda za procjenu visine za potpune i parcijalne otiske.
- Najveću razinu korelacije s visinom kod muškaraca i žena i najmanju razinu standardne pogreške pri regresijskoj analizi pokazuje mjera duljine otiska, na obje ruke i kod oba spola. Navedeni rezultat pokazuje da je duljina otiska najpouzdanija mjera za procjenu visine.
- Stupnjevitim odabirom varijabli nije pronađena kombinacija mjera koja pokazuje veću pouzdanost za procjenu visine od funkcije duljine otiska pa je u slučaju dostupnosti čitavog otiska najbolje razmatrati tu mjeru.
- S obzirom na ostvarenu razinu točnosti, razvijeni statistički modeli mogu se rabiti u forenzične svrhe, odnosno biti od pomoći istražiteljima mjesta događaja kojima omogućavaju biološko profiliranje osoba povezanih s istragom.

## 7. Literatura

1. Modly D, Mršić G. Uvod u kriminalistiku. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada; 2004.
2. Modly D, Pavišić B, Veić P. Kriminalistika 1. Zagreb: Golden marketing-Tehnička knjiga; 2006.
3. Ishak N-I, Hemy N, Franklin D. Estimation of sex from hand and handprint dimensions in a Western Australian population. *Forensic science international*. 2012;221(1-3):154. e1-. e6.
4. Ishak N-I. Sex and stature estimation using hand and handprint measurements in a Western Australian population: University of Western Australia; 2010.
5. Krishan K, Kanchan T, Kharoshah MA. Estimation of stature from handprint dimensions— Positional variations in real crime scene situations. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 2015;5(4):129-31.
6. Ahemad N, Purkait R. Estimation of stature from hand impression: a nonconventional approach. *Journal of forensic sciences*. 2011;56(3):706-9.
7. Paulis MG. Estimation of stature from handprint dimensions in Egyptian population. *Journal of forensic legal medicine*. 2015;34:55-61.
8. Shende S, More S, Malini A, Shastikaa N. To study the correlation between stature and palm prints among North Indians and South Indians. *Forensic Med, Sci Law*. 2013;22.
9. Zulkifly N-R, Abd Wahab R, Layang E, Ismail D, Desa WNSM, Hisham S, et al. Estimation of stature from hand and handprint measurements in Iban population in Sarawak, Malaysia and its applications in forensic investigation. *Journal of Forensic Legal Medicine*. 2018;53:35-45.
10. Mohamed I, Saleem M, Zulkifly N-R, Ismail D, Mohamed Huri MA, Hisham S, et al. Estimation of stature from hand and handprint measurements in a monoethnic Maldivian population. *Australian Journal of Forensic Sciences*. 2020:1-19.
11. Nur Athirah G, Khairulmazidah M. Stature Estimation Using Hand and Handprint Dimensions Among Malaysian Population. *International Journal of Engineering Technology*. 2018;7(3.11):52-7.
12. Spradley MK. Metric methods for the biological profile in forensic anthropology: sex, ancestry, and stature. *Academic forensic pathology*. 2016;6(3):391-9.

13. Ishak N-I, Hemy N, Franklin D. Estimation of stature from hand and handprint dimensions in a Western Australian population. *Forensic science international*. 2012;216(1-3):199. e1-. e7.
14. Galeta P, Bruzek J, Lázničková-Galetová M. Is sex estimation from handprints in prehistoric cave art reliable? A view from biological and forensic anthropology. *Journal of Archaeological Science*. 2014;45:141-9.
15. Rastogi P, Nagesh K, Yoganarasimha K. Estimation of stature from hand dimensions of north and south Indians. *Legal medicine*. 2008;10(4):185-9.
16. Plato C, Wood J, Norris A. Bilateral asymmetry in bone measurements of the hand and lateral hand dominance. *American journal of physical anthropology*. 1980;52(1):27-31.
17. Charisi D, Eliopoulos C, Vanna V, Koilias CG, Manolis SK. Sexual dimorphism of the arm bones in a modern Greek population. *Journal of forensic sciences*. 2011;56(1):10-8.
18. Sanli SG, Kizilkanat ED, Boyan N, Ozsahin ET, Bozkir MG, Soames R, et al. Stature estimation based on hand length and foot length. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists*. 2005;18(8):589-96.
19. Krishan K, Sharma A. Estimation of stature from dimensions of hands and feet in a North Indian population. *Journal of forensic legal medicine*. 2007;14(6):327-32.
20. Abdel-Malek AK, Ahmed AM, El Sharkawi SAEA, Abd El NAEM. Prediction of stature from hand measurements. *Forensic science international*. 1990;46(3):181-7.
21. Habib SR, Kamal NN. Stature estimation from hand and phalanges lengths of Egyptians. *Journal of forensic legal medicine*. 2010;17(3):156-60.
22. Agnihotri AK, Agnihotri S, Jeebun N, Googoolye K. Prediction of stature using hand dimensions. *Journal of forensic legal medicine*. 2008;15(8):479-82.
23. Tillmann V, Clayton PE. Diurnal variation in height and the reliability of height measurements using stretched and unstretched techniques in the evaluation of short-term growth. *Annals of human biology*. 2001;28(2):195-206.
24. Šlaus M. Bioarheologija: demografija, zdravlje, traume i prehrana starohrvatskih populacija. Zagreb: Školska knjiga; 2006.
25. Grasgruber P, Prce S, Stračárová N, Hrazdíra E, Cacek J, Popović S, et al. The coast of giants: an anthropometric survey of high schoolers on the Adriatic coast of Croatia. *PeerJ*. 2019;7:e6598.

## 8. Sažetci

Procjena spola i prosječne tjelesne visine u hrvatskoj populaciji s pomoću dimenzija otiska ruke

**Cilj:** Odrediti pokazuju li dimenzije otisaka dlanova bilateralnu asimetriju, spolni dimorfizam i korelaciju s tjelesnom visinom u hrvatskoj populaciji. Konačan cilj jest razviti prve, forenzično uporabljive statističke modele za procjenu spola i prosječne tjelesne visine s pomoću dimenzija otisaka dlanova za hrvatsku populaciju.

**Metode:** U istraživanju je sudjelovalo 68 muškaraca i 66 žena, punoljetnih pripadnika isključivo hrvatske populacije kojima su s pomoću daktiloskopske tinte izuzeti otisci dlanova te im je izmjerena tjelesna visina. Na svakom otisku izmjereno je 13 točno definiranih mjera s pomoću računalnog alata. Za odabrane mjere otisaka ispitana je bilateralna asimetrija, spolni dimorfizam i korelacija s tjelesnom visinom. Standardi za procjenu spola razvijeni su linearnom diskriminantnom analizom, dok su za procjenu visine izrađene linearne regresijske formule.

**Rezultati:** Statistički značajne razlike između mjera lijevih i desnih otisaka dlanova zabilježene su kod šest mjera, zbog čega su razvijeni statistički modeli za lijevi i desni otisak zasebno.

Kod svih mjera postoji statistički značajan spolni dimorfizam ( $P \leq 0,05$ ), a najveća razlika s obzirom na spol javlja se kod mjere širine otiska. Najveća pouzdanost procjene spola postignuta je za mjeru širine otiska (za lijevu ruku 92,5 %, a za desnu 93,3 %.) Veća razina pouzdanosti procjene spola dobivena je multivarijantnim diskriminantnim funkcijama (94 %).

Sve mjere pokazale su statistički značajan koeficijent korelacije s tjelesnom visinom, osim mjere širine otiska kod muškaraca. Najveću razinu korelacije s visinom kod muškaraca i žena pokazuje mjera duljine otiska ( $r = 0,86$ ). Provedenom regresijskom analizom razvijene su formule za procjenu tjelesne visine, zasebno za svaki spol. Standardna greška procjene najmanja je za mjeru duljine otiska kod oba spola i iznosi  $\pm 5,35$  cm kod muškaraca i  $\pm 4,48$  cm, kod žena, dok stupnjevitim odabirom varijabli nije pronađena kombinacija mjera koja pokazuje veću pouzdanost.

**Zaključak:** U hrvatskoj populaciji je moguće, s visokom razinom pouzdanosti, procijeniti spol i prosječnu tjelesnu visinu s pomoću dimenzija otiska ruke. Statistički modeli razvijeni u ovom istraživanju omogućavaju biološko profiliranje osoba i mogu se koristiti u forenzične svrhe.

Ključne riječi: Otisci dlanova, procjena spola, procjena tjelesne visine, biološko profiliranje, istraživanje mjesta događaja, forenzična antropometrija

## Estimation of sex and stature from handprint dimensions in Croatian population

**Aim:** To determine whether the dimensions of handprints show bilateral asymmetry, sexual dimorphism and correlation with stature in the Croatian population. The study aimed to develop first forensically applicable statistical models for estimating sex and stature using handprint dimensions for the Croatian population.

**Methods:** The study comprised a convenience sample of 68 male and 66 female adult volunteers from a Croatian population, whose handprint impressions were collected using fingerprint ink and stature was measured. On each print, 13 dimensions were measured with a help of a computer tool. Selected measures demonstrated bilateral asymmetry, sexual dimorphism and correlation with body height. Standards for sex estimation were developed by linear discriminant analysis, while linear regression formulas were used for height estimation.

**Results:** Statistically significant differences between left and right handprints were found in six measurements, so statistical models were developed separately for the left and right handprints.

All of the measurements showed statistically significant sexual dimorphism ( $P \leq 0.05$ ), most dimorphic being handprint breadth measurement, for which the highest accuracy of sex estimation was also achieved (92.5 %, for the left hand and 93.3 % for the right). Higher level of prediction accuracy was obtained using multivariate discriminant functions (94%).

All of the measurements show significant correlation with stature, except for the handprint breadth in men. Handprint length measurement showed strongest correlation with stature in both sexes. Formulas for estimating body height were developed using regression analysis. The standard estimation error is the lowest for handprint length in both sexes,  $\pm 5.35$  cm for men and  $\pm 4.48$  cm for women, while *stepwise* analysis did not improve accuracy.

**Conclusion:** In the Croatian population, it is possible, with a high level of accuracy, to estimate sex and stature of a person using their handprint dimensions. The statistical models developed in this study enable biological profiling of individuals and can be used for forensic purposes.

Key words: Handprints, sex estimation, stature estimation, biological profiling, crime scene investigation, forensic anthropometry



## 9. Životopis

### Osobni podatci

Ime i prezime	Andrea Kolić
Nadnevak i mjesto rođenja	8. 1. 1995., Split
Adresa	Omiška 49, 21 000 Split
E-mail	andreakolic7@gmail.com

### Obrazovanje

2017. –	Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti, modul: Forenzika i nacionalne sigurnosti
2013. – 2017.	Sveučilište u Zadru, Engleski jezik i književnost (dvopredmetni preddiplomski studij) Zvanje: sveučilišna prvostupnica engleskog jezika i književnosti
2013. – 2017.	Sveučilište u Zadru, Sociologija (dvopredmetni preddiplomski studij) Zvanje: sveučilišna prvostupnica sociologije
2009. – 2013.	IV. gimnazija „Marko Marulić“, Split

## **Publikacije**

Bardić L, Sabljak K, Kolić A. Teroristički napadi na trajekte i njihov utjecaj na turizam. U: Zbornik radova i sažetaka. Treća međunarodna konferencija "Sigurnost povijesnih gradova - partnerstvo za sigurniju svakodnevicu"; 2019: 49-52.

Kolić A. Terorizam u Australiji – SWOT analiza i usporedba s RH. . U: Zbornik radova i sažetaka. Treća međunarodna konferencija "Sigurnost povijesnih gradova - partnerstvo za sigurniju svakodnevicu"; 2019: 72-9.

Kolić A, Jerković I, Anđelinović Š. Sex estimation from handprints in a Croatian population sample: developing a tool for sex identification in criminal investigations. ST OPEN. 2020; 1:1-11.

## **Dodatna iskustva stečena na studiju**

- Sigurnost povijesnih gradova (Split, 2018., 2019.)
- Festival znanosti (Split, 2018., 2019.)
- Noć istraživača (Split, 2018., 2019.)

## 10. Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, Andrea Kolić, izjavljujem da je moj diplomski rad pod naslovom Procjena spola i prosječne tjelesne visine u hrvatskoj populaciji s pomoću dimenzija otiska ruke rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Nijedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan bez citiranja i ne krši ičija autorska prava.

Izjavljujem da nijedan dio ovoga rada nije iskorišten u ijednom drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Split, \_\_\_\_\_

Potpis studenta/studentice: \_\_\_\_\_