

# Određivanje anatomske lokalizacije pupka uz pomoć matematičkoga modela

---

Duduković, Mladen

Doctoral thesis / Disertacija

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:376055>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-20**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)





## **Središnja medicinska knjižnica**

**Duduković, Mladen (2014) *Određivanje anatomske lokalizacije pupka uz pomoć matematičkoga modela [Determination of an anatomical localization of umbilicus using mathematical model]. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.***

<http://medlib.mef.hr/2129>

University of Zagreb Medical School Repository

<http://medlib.mef.hr/>

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Mladen Duduković**

**Određivanje anatomske lokalizacije  
pupka uz pomoć matematičkoga  
modela**

**DISERTACIJA**



**Zagreb, 2014.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Mladen Duduković**

**Određivanje anatomske lokalizacije  
pupka uz pomoć matematičkoga  
modela**

**DISERTACIJA**

Zagreb, 2014.

Disertacija je izrađena u Zavodu za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju i kirurgiju dojke, Klinike za kirurgiju, Kliničkog Bolničkog Centra Zagreb, Rebro

Voditelj rada: prof. dr. sc. Davor Mijatović

# SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
1.1.	Prikaz problema.....	2
1.2.	Anatomija pupka i prednjeg trbušnog zida .....	4
1.3.	Modne i kulturološke zanimljivosti vezane uz pupak .....	7
1.4.	Abdominoplastika .....	7
1.4.1	Potpuna (klasična) abdominoplastika .....	8
1.5.	Umbilikoplastika.....	11
1.5.1	Neoumbilikoplastika.....	11
2.	HIPOTEZA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	13
2.1.	Primarni cilj istraživanja .....	13
2.2.	Sekundarni ciljevi istraživanja .....	13
2.3.	Etičko i deontološko obrazloženje istraživanja .....	14
3.	MATERIJALI I METODE.....	15
3.1.	Ispitanici .....	15
3.2.	Opis istraživanja i mjerenja .....	16
3.3.	Statističke metode.....	20
4.	REZULTATI .....	21
4.1.	Osnovna antropometrijska obilježja i udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena .....	22
4.2.	Udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena .....	24
4.3.	Povezanost antropometrijskih obilježja i udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena .....	29
4.4.	Mogućnost predviđanja lokalizacije pupka u odnosu na čvrste točke oko abdomena .. .. .....	37
5.	RASPRAVA .....	46
6.	ZAKLJUČAK.....	52
7.	POPIS LITERATURE.....	53
8.	KRATKI SADRŽAJ .....	56
9.	ŽIVOTOPIS.....	60

# 1. UVOD

Pupak je važno estetsko obilježje prednjeg trbušnog zida i njegovo nepostojanje učinilo bi izgled trbuha neprirodnim, a njegov neuobičajen oblik ili pogrešna lokalizacija, privlačili bi pažnju u negativnom aspektu.

Pupak predstavlja prvi prirodni ožiljak na ljudskom tijelu i podsjetnik je na fizičku povezanost s majkom tijekom trudnoće (1). Najčešće je opisan kao upušten ožiljak, okružen prirodnim kožnim naborom promjera 1,5 - 2 cm, a smješten je u donjem dijelu medijalnog abdominalnog sulkusa te je povezan s lineom albom pupčanim tračkom. Pupak pomaže kod definiranja trbušnog zida i centralna je točka abdomena oko koje se abdomen dijeli u kvadrante kod svakog kliničkog pregleda. Kod mladih, mršavih ljudi pupak je najčešće malen i vertikalno orijentiran dok je kod starijih i debljih najčešće okruglast i poprečne orijentacije (2).

U literaturi se može pronaći dosta podataka o njegovoj anatomske lokalizaciji pa prema jednim autorima nalazimo da je najčešće smješten u razini intervertebralnog diska između trećeg i četvrtog lumbalnog kralješka u ležećoj poziciji (3,4) ili prema drugim autorima u središnjoj liniji u razini gornjih ilijačnih krista (2,5). Rorich je objavio rad u kojem je našao da pupak često i nije zapravo u medijalnoj liniji (6). Osim navedenog, lokalizacija pupka u uspravnom položaju, ovisi o dobi, spolu, građi i utjecaju gravitacije (1).

U estetskoj i rekonstruktivnoj kirurgiji prednjeg trbušnog zida često dolazi do promjene u obliku i lokalizaciji pupka pa je za estetski prihvatljivu repoziciju

potrebno pažljivo planiranje njegove nove lokalizacije. Vrijedno je spomenuti da trenutno ne postoji konsenzus oko najbolje metode za repozicioniranje pupka nakon abdominoplastike ili drugih rekonstruktivnih zahvata u kojima bi lokalizacija pupka bila promijenjena (7). Većina plastičnih kirurga koristi neku od gore navedenih smjernica kod planiranja nove lokalizacije pupka. Nerijetko novu poziciju pupka markiraju prije operacije, iako se često za vrijeme operacije crteži obrišu pa je potrebno ponovno odrediti njegovu lokalizaciju (8).

U literaturi nalazimo i dva matematička modela sa formulama za izračunavanje lokalizacije pupka, ali oba modela odnose se isključivo na mladu i zdravu žensku indijsku i iransku populaciju, a karakteristike kojih su niži rast i viši BMI u odnosu na našu populaciju (9,10).

Svrha našeg istraživanja bila je razviti prvi matematički model za predviđanje točne lokalizacije pupka na temelju proširenih antropometrijskih obilježja, a kojim bi se u svakom trenutku mogla odrediti točna lokalizacija pupka u slučaju potrebe za njegovom rekonstrukcijom ili repozicijom, a primjenjiv za žene i muškarce bijele srednjoeuropske populacije.

## 1.1. Prikaz problema

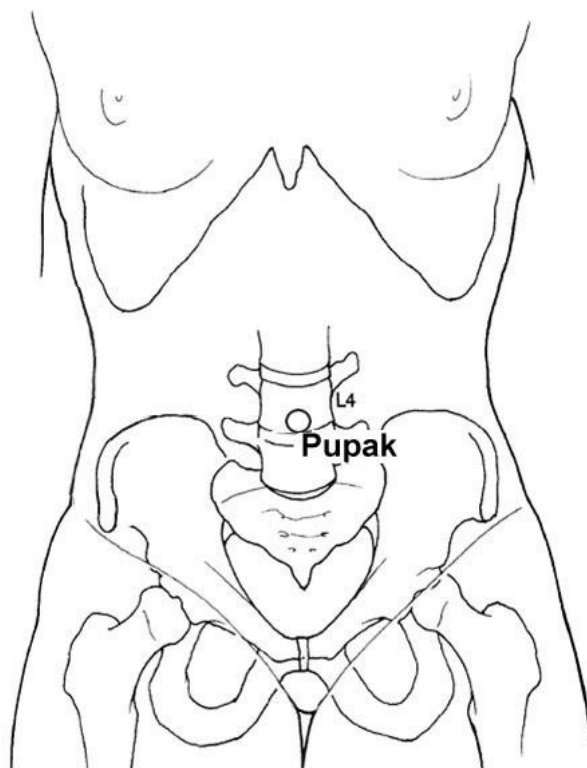
Kao što je ranije spomenuto, lokalizacija pupka kod njegove repozicije ili rekonstrukcije je presudna za estetski dojam cijelog trbuha i tijela. Trenutno ne postoji opći konsenzus za intraoperativno određivanje nove lokalizacije pupka kod estetskih ili rekonstruktivnih zahvata na prednjem trbušnom zidu pa se



koriste neke od do sada objavljenih smjernica koje daju približnu lokalizaciju gdje bi se pupak trebao nalaziti u odnosu na anatomske odnose.

Najčešće korištene smjernice za određivanje lokalizacije pupka:

1. na sjecištu medijane linije i linije koja spaja prednje gornje ilijačne kriste (3,4,11),
2. u razini intervertebralnog diska između 3. i 4. lumbalnog kralješka (2,5) (Slika 1.1).
3. u medijanoj liniji na 2/3 udaljenosti između ksifoida i pubične simfize (12).



**Slika 1.1.** Prikaz projekcije mjesta pupka u odnosu na slabinski dio kralješnice

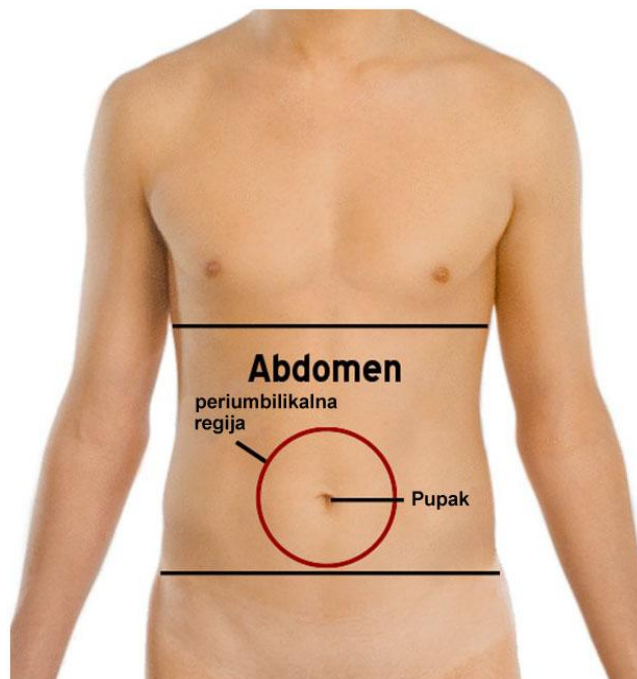
Dakle, iz navedenog je vidljivo da ne postoji jasna matematička formula koja bi precizno lokalizirala pupak u odnosu na antropometrijske karakteristike pacijenta pa bi postojanje iste, potencijalno bilo od velike pomoći prvenstveno plastičnim kirurzima kod određivanja lokalizacije pupka, a radi postizanja što boljeg estetskog dojma cijele anatomske jedinice. Stoga smo za cilj ovog istraživanja za cilj postavili pronalaženje matematičkog modela koji bi obuhvaćao osnovne i proširene antropometrijske karakteristike svakog pojedinog pacijenta i na temelju istih ponudio brojčanu vrijednost kao prijedlog za najpogodniju lokalizaciju pupka primjenjivu kod svake njegove rekonstrukcije ili repozicije.

## 1.2. Anatomija pupka i prednjeg trbušnog zida

Trbušni zid je kontinuiran pa je radi lakšeg opisa podijeljen na anteriorni zid, lijevi i desni lateralni zid, te posteriorni zid. Zid je muskuloaponeurotski, osim posteriornog zida, čiji je dio i lumbalna kralješnica. Zbog toga što granica između anteriornog i lateralnih zidova nije definirana, obično se upotrebljava naziv anterolateralni trbušni zid. Proteže se od toraksa do zdjelice, odnosno superiorno je vezan za hrskavice rebara i *processus xyphoideus* sternuma, a inferiorno za *ligamentum inguinale* i gornju granicu anterolateralnih dijelova pelvičnog obruča (*crista illiaca*, *crista pubica*, *symphysis pubica*).

Zid se sastoji od kože i potkožnog tkiva sastavljenog uglavnom od masnog tkiva, mišića i njihovih aponeuroza te duboke fascije, ekstraperitonealne masti i

parijetalnog peritoneuma. Većina anterolateralnog zida ima tri mišićna sloja, koje čine ravni trbušni mišić te vanjski i unutarnji kosi trbušni mišići, a čija vlakna u svakom sloju teku u različitim smjerovima. Između dva ravna trbušna mišića nalazi se bijela pruga (*linea alba*), građena pretežno od vezivnog tkiva čije popuštanje uzrokuje dijastazu ravnih trbušnih mišića, odnosno ventralnu herniju. Koža se labavo veže na potkožno tkivo, osim oko pupka (periumbilikalna regija (Slika 1.2), gdje je čvrsto vezan i formira vizualno udubljenje na koži koje je, zbog povlačenja priležeće muskulature, stanjeno i strukturalno oslabljeno te je područje visokog rizika za razvoj pupčane hernije.



**Slika 1.2.** Prednji trbušnim zid sa označenim pupkom i periumbilikalnom regijom

Anatomski, pupak je ožiljak nastao zarastanjem kože na mjestu gdje je presječena pupkovina kojom je fetus bio povezan s posteljicom, odnosno majčinim krvotokom. Spojen je sa lineom abdom pupčanim tračkom koji se sastoji od obliterirane umbilikalne vene, urahusa i dvije obliterirane umbilikalne arterije (4,11). Koža oko pupka inervirana je nitima desetog torakalnog spinalnog živca (T10 dermatom) i spada u jednu od erogenih zona zbog naglašene senzitivnosti (13).

Anatomska lokalizacija pupka je često afektirana raznim operativnim postupcima na prednjoj trbušnoj stijenci poput popravaka velikih trbušnih kila ili estetskih zahvata kod rješavanja viška kože i masnog tkiva s trbuha. Također je moguća destrukcija pupka tumorom ili traumom. Nakon svih spomenutih stanja potrebna je rekonstrukcija pupka na anatomski najpovoljnijoj lokalizaciji ili pak njegova repozicija ukoliko je pupak očuvan.

### 1.3. Modne i kulturološke zanimljivosti vezane uz pupak

Osim anatomskih, estetskih i senzitivnih obilježja, pupak je također važno modno i kulturološko obilježje pa se njegova poželjnost eksponiranja mijenjala u različitim kulturama i u raznim vremenskim intervalima. Primjera radi, u današnje vrijeme eksponiranost pupka smatra se poželjnom i privlačnom te je u nekim zemljama i dio kulturne baštine (npr. u Indiji, Sri Lanki i Japanu )<sup>(14)</sup> dok u nekim zemljama i dalje postoje preporuke koje ne odobravaju izlaganje pupka na javnim mjestima i nastupima kao npr. u Indoneziji i Koreji <sup>(15)</sup>.

U zapadnim kulturama na poželjnost pokazivanja pupka, uvelike su utjecali modni trendovi koji su popularizirali nošenje odjeće niskog struka i golog trbuha <sup>(16)</sup>, ali i pop kultura 20.og stoljeća kada je goli pupak postao trend i zaštitni znak nastupa nekih od najpopularnijih zvijezda današnjice poput Madonne, Jennifer Lopez i Britney Spears <sup>(17)</sup> .

### 1.4. Abdominoplastika

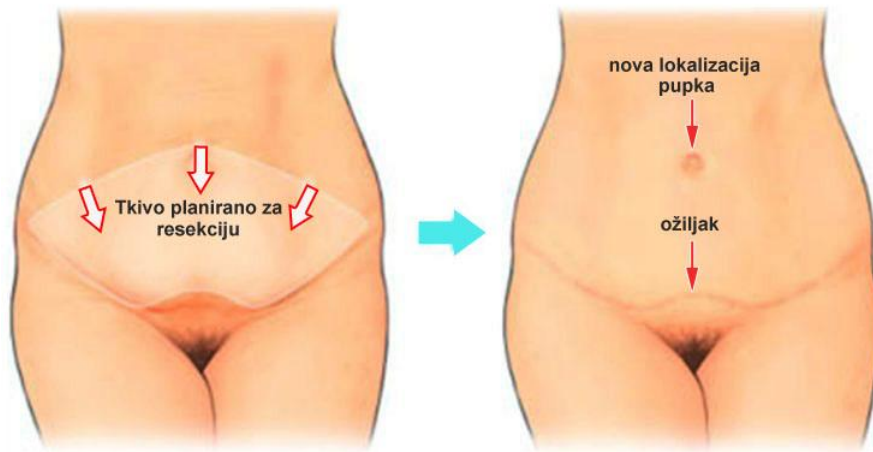
Abdominoplastika ili u engleskom govornom području, popularniji izraz, „tummy tuck“ kozmetski je plastično-kirurški postupak kojim se učvršćuje prednji trbušni zid. Postupak podrazumijeva odstranjenje suvišne kože i masnog tkiva iz područja srednjeg i donjeg abdomena s namjerom učvršćivanja podležeće muskulature i fascije. Najčešći nalaz prije operacije su viseći kožni nabori ili

labava koža i potkožno masno tkivo na donjem abdomenu. Opisane promjene najčešće nastaju kao posljedica ponavljanih trudnoća kod žena ili nakon velikih gubitaka na težini nakon mršavljenja odraslih muškaraca ili žena.

Nekoliko je osnovnih tipova abdominoplastike koji prvenstveno ovise o ekstenzivnosti zahvata pa tako razlikujemo najčešće izvođenu potpunu abdominoplastiku, mini abdominoplastiku, proširenu abdominoplastiku koja obuhvaća i podizanje kože lateralne strane bedara te cirkumferentnu abdominoplastiku koja uz klasičnu abdominoplastiku podrazumijeva i podizanje glutealnih regija. Svi nabrojani tipovi abdominoplastika najčešće podrazumijevaju i liposukciju koja je neizostavan dio kod izravnjanja prijelaznih zona i koja značajno doprinosi uspješnosti zahvata.

#### 1.4.1 Potpuna (klasična) abdominoplastika

Klasična abdominoplastika jedan je od najpopularnijih estetskih zahvata. Osim kod žena, postupak je sve popularniji kod muške populacije. Najčešći pacijenti su žene srednje dobi i nešto višeg BMI koje su kao posebna podskupina obuhvaćene ovim istraživanjem.



**Slika 1.3.** Shematski prikaz potpune abdominoplastike

Kirurški postupak podrazumijeva dugačku konkavnu inciziju na granici između pubične regije i donjeg dijela abdomena, a koja se proteže između obje spine ilijake anterior superior. Osim opisane incizije, nužna je i incizija oko pupka kojom se pupak oslobađa od okolne kože i potkožja. Potkožnim prepariranjem, centralno se odigne koža i potkožno masno tkivo do otprilike 2 cm ispod ksifoidnog nastavka te lateralno do visine lukova rebara uz preparaciju i ligaciju perforantnih krvnih žila i očuvanje pupčanog tračka i pupka. Nakon odizanja kože i potkožja, za učvršćivanje fascije i muskulature prednjeg trbušnog zida, najčešće se učini korekcija dijastaze ravnih trbušnih mišića produžnim loop šavom.

Pažljivim mjerenjem isplanira se dio kože i potkožja koji će se resecirati pri čemu se vodi računa o direktnom zatvaranju defekta bez prevelike tenzije kako bi se osiguralo nesmetano cijeljenje rane. Nakon hemostaze, drenaže i zatvaranja rane po slojevima, odredi se nova lokalizacija pupka prema

postojećim načelima i na tom mjestu se na novom kožnom režnju učini incizija kroz koju se izvuče pupak na prednju trbušnu stijenku i šavima se pričvrsti za okolnu kožu. (Slika 2.3) Poslije ekscizije viška kože i masnog tkiva s trbuha ili u zadnje vrijeme češće prije same incizije, učini se mokra liposukcija kojom se stanji potkožno masno tkivo kako bi se kasnije izbjegli nepoželjni nabori u prijelaznim zonama.



**Slika 1.4.** Primjer potpune abdominoplastike, lijevo prije i desno nakon zahvata sa vidljivim ožiljcima u donjem dijelu abdomena i oko pupka kao posljedica njegove transpozicije



## 1.5. Umbilikoplastika

Umbilikoplastika ili u engleskom govornom području „belly button surgery“ je plastično-kirurški postupak kojim se mijenja oblik pupka kod osoba koje njegovim izgledom nisu zadovoljne. Naime pupak rođenjem može biti ili previše ispupčen ili pak prejako uvrnut te kao takav često uzrokuje nezadovoljstvo pacijenata koji se tada odlučuju za korekciju. Također podrazumijeva i kirurški postupak njegove repozicije nakon klasične abdominoplastike opisan u prethodnom odjeljku. Sam postupak korekcije pupka se najčešće izvodi u lokalnoj anesteziji, osim ako se ne izvodi u sklopu veće operacije na prednjem trbušnom zidu koja se izvodi u općoj anesteziji. (18,19)

### 1.5.1 Neoumbilikoplastika

Neoumbilikoplastika je najčešće indicirana u kongenitalnim stanjima kod kojih je prisutna ageneza pupka ili kod pacijenata kod kojih je došlo do stečenog gubitka pupka uslijed npr. upalne destrukcije, traume, ekscizije raka kože koji zahvaća pupčani tračak te nakon popravaka velikih pupčanih hernija koje zahtijevaju eksciziju kože zajedno s pupkom. Vrlo rijetko kao uzrok ekscizije pupka opisana je i umbilikalna endometrioza (20,21).

Najčešće se definira kao plastično-kirurški postupak koji podrazumijeva formiranje pupka de novo od kože trbušne regije na anatomske i estetske najpovoljnijoj lokalizaciji na prednjem trbušnom zidu. U literaturi se može pronaći dosta članaka koje opisuju različite tehnike rekonstrukcije pupka koje se

većinom zasnivaju na tehnikama rekonstrukcije pomoću lokalnih kožnih režnjeva sa manje ili više zadovoljavajućim dugoročnim rezultatima (22). Nažalost premalo je dostupnih podataka o lokalizaciji na kojoj bi se pupak trebao rekonstruirati pa se lokalizacija određuje relativno nepreciznim metodama baziranim na intraoperacijski često nedostupnim već ranije spomenutim anatomskim obilježjima.

## 2. HIPOTEZA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Poznavanje točne anatomske lokalizacije pupka ključni je podatak u njegovoj rekonstrukciji ili repoziciji za dobivanje estetski što prihvatljivijeg izgleda prednjeg trbušne stijenke te ga je moguće odrediti korištenjem odgovarajućeg matematičkog modela korištenjem udaljenosti odgovarajućih fiksnih anatomske točaka oko trbušne stijenke.

### 2.1. Primarni cilj istraživanja

Izraditi matematički model(e) (formule) za izračunavanje točne lokalizacije pupka korištenjem odgovarajućih fiksnih anatomske točaka oko trbušne stijenke.

### 2.2. Sekundarni ciljevi istraživanja

Utvrđiti postoji li razlika u anatomske lokalizaciji pupka s obzirom na (1) spol, (2) dob za žene i (3) utvrđiti da li je moguće koristiti isti matematički model za utvrđivanje anatomske lokalizacije pupka u različitim subpopulacijama ovog istraživanja, utvrđiti podudarnost predviđene i stvarne lokalizacije, te grešku predviđanja.

### 2.3. Etičko i deontološko obrazloženje istraživanja

Matematički modeli izvedeni su iz stvarnih vrijednosti izmjerenih na zdravoj mladoj muškoj i ženskoj populaciji te skupini žena srednje životne dobi i višeg BMI kao ciljnoj skupini žena koje su najčešći kandidati za estetske zahvate na prednjem trbušnom zidu. Broj pacijenata, opisana mjerenja i daljnje korištenje navedenih podataka u svrhu računanja spomenutih matematičkih modela, odobreni su od strane Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Ispitanici

U istraživanje su uključeni pacijenti hospitalizirani na Zavodu za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju i kirurgiju dojke Klinike za kirurgiju KBC-a „Zagreb“, pacijenti liječeni u hitnoj službi KBC „Zagreb“ te pacijenti koji su liječeni u ambulantama opće i plastične kirurgije Poliklinike. Kao uzorak zdravih mladih muškaraca i žena, uključeni su i studenti dragovoljci sa zagrebačkog Sveučilišta.

U ispitivanje su uključeni probрани pacijenti raspoređeni u 3 skupine:

- 1.** Žene starosti od 19 – 26 godina sa BMI indeksom u rasponu od 19-30 kg/m<sup>2</sup>, nulipare, kasnije u tekstu mlade zdrave žene (MZZ).
- 2.** Muškarci starosti od 19 – 26 godina sa BMI indeksom u rasponu od 19-30 kg/m<sup>2</sup>, kasnije u tekstu mladi zdravi muškarci (MZM).
- 3.** Žene u dobi od 36-49 godina sa BMI indeksom većim od 22 kg/m<sup>2</sup>, kasnije u tekstu žene srednje dobi (ŽSD), izabrane kao glavna interesna skupina za estetski zahvat abdominoplastike kao najčešće operacije kod koje dolazi do potrebe repozicioniranja pupka.

Isključeni iz istraživanja su pacijenti koji su anamnestički imali operacije na prednjem trbušnom zidu.

U istraživanje je uključeno po 50 ispitanika za svaku gore navedenu skupinu što predstavlja ukupno 150 pacijenata (50 muškarca i 100 žena) koji su potpisali informirani pristanak o korištenju njihovih antropometrijskih podataka isključivo u svrhe ovog istraživanja.

### 3.2. Opis istraživanja i mjerenja

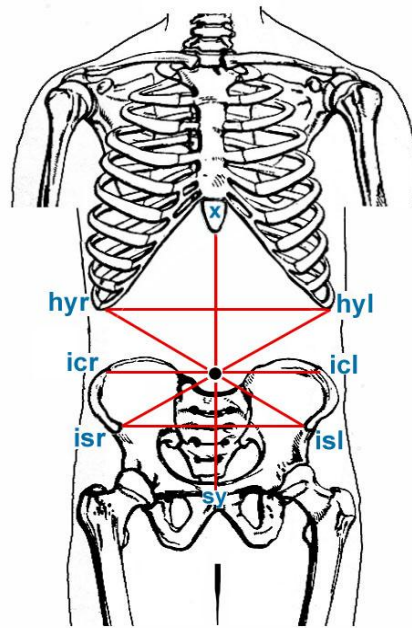
Istraživanje je provedeno u sklopu Zavoda za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju i kirurgiju dojke Klinike za kirurgiju i opće kirurške ambulante KBC-a „Zagreb“. Za vrijeme hospitalizacije odnosno posjete poliklinici pacijentima su bilo ukratko objašnjeni nacrt i cilj istraživanja, te im je bilo ponuđeno sudjelovati u istraživanju nakon potpisivanja informiranog pristanka. Nakon toga se utvrdilo zadovoljava li svaki pojedini pacijent svim uvjetima za uključivanje u istraživanje.

Istraživanje je obuhvatilo slijedeće postupke:

#### I. Antropometrijska mjerenja:

- Mjerenje visine antropometrom i težine vagom te izračunavanje indeksa tjelesne mase pomoću standardne formule ( $BMI = m / h^2$ ).

- Mjerenje udaljenosti između pupka i antropometrijskih točaka oko trbušne stijenke kako slijedi: udaljenost između pupka i pubične simfize (u-sy), udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka sternuma (u-x), udaljenost između pupka i spine ilijake anterior superior s obje strane (u-is) te međusobna udaljenost spina ilijaka anterior superior (kasnije u tekstu interspinalna linija (i-is)), udaljenost između pupka i najprominentnije točke rebara u prednjoj aksilarnoj liniji sa svake strane (kasnije u tekstu radi pojednostavljivanja opisa, spomenute točka je označena kao lijevi i desni hipohondrij (u-hy)), međusobna udaljenost hipohondrija (kasnije u tekstu interhipohondrijalna linija (i-hy)), udaljenost između pupka i najprominentnije točke na ilijačnoj kristi (srednja aksilarna linija) sa svake strane (u-ic) te međusobna udaljenost najprominentnijih točaka ilijačnih krista (kasnije u tekstu interkristalna linija (i-ic)) (Slika 3.1).
- Mjerenje opsega struka i bokova u razini pupka mjernom vrpcom te izračunavanje omjera opsega struka / bokova



**Slika 3.1.** Prikaz linearnih mjerenja, udaljenosti između pupka i čvrstih (fiksni) točaka oko prednjeg trbušnog zida. Fiksne točke: x-ksifoidni nastavak, hyr – najprominentnija točka donjih pari rebara desno (desni hipohondrij), hyl – najprominentnija točka donjih pari rebara lijevo (lijevi hipohondrij), icr – najprominentnija točka lijeve ilijačne kriste, icl – najprominentnija točka desne ilijačne kriste, isr – desna spina ilijaka anterior superior, isl – lijeva spina ilijaka anterior superior, sy – pubična simfiza

## II. Izračunavanje formula za određivanje anatomske lokalizacije pupka

- Iz dobivenih podataka razvili su se odgovarajući matematički modeli (formule) za izračunavanje lokalizacije pupka obzirom na udaljenost fiksnih točaka abdomena od pupka.



Za mjerenje su se koristili sljedeći alati:

- Antropometar
- Mjerna vrpca
- Vaga

Mjerenje visine izvedeno je antropometrom u uspravnom stavu na ravnoj podlozi sa spojenim petama, relaksiranim ramenima i rukama uz tijelo dok su se udaljenosti između pupka i fiksnih točaka oko trbušne stijenke izmjerile mjernom vrpcom u ležećem položaju akako bi se umanjio utjecaj gravitacije. Opseg struka izmjeren je u razini pupka u uspravnom položaju. Opseg bokova izmjeren je u uspravnom položaju u razini trohantera bedrenih kostiju kao najprominentnijih dijelova bokova. Kao polaznu točku mjerenja udaljenosti od pupka uzeo se njegov centar s predviđenom pogreškom mjerenja od 0,1 cm. Sve izmjerene vrijednosti upisane su u za to predviđene tablice u sklopu općih podataka o pacijentima.

### 3.3. Statističke metode

Veličina uzorka ( $n=50$ ) utvrđena je za svaku pojedinu dobnu podskupinu unutar pojedinog spola uz statističku snagu od 80% te  $\alpha=0,05$ . Veličina uzorka utvrđena je na način da je unutar svake pojedine „ $\text{spol} \cdot \text{dob}$ “ podskupine bilo moguće utvrditi razliku za pojedinu dimenziju od 1 cm uz SD od 1,5 cm između dvije podskupine vezane uz tjelesnu morfologiju (dimenzije tijela, stupanj i tip uhranjenosti), a podijeljene prema medijanu za navedenu varijablu. Statističke analize provele su se korištenjem statističkog programskog paketa STATISTICA verzija 7.1 (StatSoft Inc., USA). Kao statistički značajna koristila se razina  $P=0,05$ . Za opis kontinuiranih varijabli koristila se aritmetička sredina i standardna devijacija (SD) te medijan, interkvartilni raspon (IQR) te raspon. Za kontinuirane varijable koje nisu imale normalnu raspodjelu prije dodatnih analiza provela se normalizacija raspodjele. Za usporedbu kontinuiranih varijabli među skupinama koristio se Studentov t-test te analiza varijance (ANOVA). Povezanost pojedinih varijabli utvrdila se linearnom regresijskom analizom. Nakon konstrukcije pojedinih matematičkih modela za anatomske lokalizacije regresijskom analizom se utvrdila i podudarnost predviđene i stvarne anatomske lokalizacije pupka dobivene temeljem pojedinih matematičkih modela, te greška predviđanja istih posebice za pojedine podskupine. Također se usporedbom regresijskih modela utvrdila i značajnost razlike među njima.

## 4. REZULTATI

Studija je obuhvatila 95 ispitanica (49 mladih zdravih žena - MZŽ i 46 žena srednje dobi - ŽSD) te 49 mladih zdravih muškaraca - MZM. Mlade žene bile su raspona dobi 19-26 godina (AS=21,9 god.; SD=1,7 god.; Tablica 4.1), žene srednje dobi bile su raspona dobi 36-49 godina (AS=44,8 god.; SD=3,3 god.; Tablica 4.2). Muškarci su bili starosti između 19 i 26 godina (AS=22,9 god.; SD=1,8 god.; Tablica 4.1). Iako je između mladih muškaraca i mladih žena utvrđena statistički značajna razlika za dob (muškarci su bili prosječno stariji 1 godinu,  $P < 0,001$ , Mann-Whitney U test) navedena razlika nije klinički značajna.

**Tablica 4.1** Demografske i antropometrijske osobine mlade populacije po spolu

Demografske i antropometrijske osobine	Mlade žene (N=49)					Mladi muškarci (N=49)				
	AS	SD	Min	Max	Medijan	AS	SD	Min	Max	Medijan
Dob (godine) *	21.92	1.68	19.0	26.0	22.0	22.88	1.76	20.0	26.0	23.0
BM (kg) *	60.21	7.35	50.0	80.0	59.0	80.10	10.31	62.0	109.0	80.0
BH (cm) *	169.34	6.67	160.0	187.0	170.0	182.56	6.50	162.0	196.0	183.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) *	20.98	2.16	17.60	29.74	20.57	23.99	2.41	19.90	29.90	23.90
WC (cm) *	68.92	6.44	59.0	98.5	67.5	82.75	6.99	65.0	105.0	83.0
HC (cm) *	95.85	5.89	85.0	114.0	95.0	96.19	6.92	80.9	112.0	96.0
WHR*	0.71	0.03	0.63	0.80	0.71	0.85	0.07	0.58	0.99	0.85

BM, tjelesna masa; BH, tjelesna visina; BMI, indeks tjelesne mase; WC, opseg struka; HC, opseg bokova; WHR, omjer opsega struka i bokova; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min, najmanja vrijednost; Max, najveća vrijednost; \* $P < 0,001$ , Mann-Whitneyev U test za razliku između grupa po spolu.

**Tablica 4.2** Demografske i antropometrijske osobine ženske populacije po dobi; mlade i sredovječne žene

Demografske i antropometrijske osobine	Mlade žene (N=49)					Sredovječne žene (N=46)				
	AS	SD	Min	Max	Medijan	AS	SD	Min	Max	Medijan
<b>Dob (godine)*</b>	21.92	1.68	19.0	26.0	22.0	44.83	3.27	36.00	49.00	45.00
<b>BM (kg)*</b>	60.21	7.35	50.0	80.0	59.0	81.17	11.97	60.00	106.00	79.00
<b>BH (cm)*</b>	169.34	6.67	160.0	187.0	170.0	163.99	6.19	150.00	175.00	164.50
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)*</b>	20.98	2.16	17.60	29.74	20.57	30.19	4.26	22.00	39.06	29.40
<b>WC (cm)*</b>	68.92	6.44	59.0	98.5	67.5	97.66	12.37	79.00	124.00	96.00
<b>HC (cm)*</b>	95.85	5.89	85.0	114.0	95.0	108.85	9.28	90.00	130.00	108.00
<b>WHR*</b>	0.71	0.03	0.63	0.80	0.71	0.90	0.09	0.74	1.16	0.89

BM, tjelesna masa; BH, tjelesna visina; BMI, indeks tjelesne mase ; WC, opseg struka; HC, opseg bokova; WHR, omjer opsega struka i bokova; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min, najmanja vrijednost; Max, najveća vrijednost; \*P<0.001, Mann-Whitneyev U test za razliku između podgrupa po dobi.

#### 4.1. Osnovna antropometrijska obilježja i udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena

Antropometrijski podaci (tjelesna visina, tjelesna masa, BMI, opseg struka i bokova te omjer struk-bokovi [WHR]) za obje skupine žena, kao i za skupinu mladih muškaraca, prikazani su u Tablici 4.1 i Tablici 4.2. Tjelesna masa mladih žena iznosila je 50 do 80 kg (AS=60,2 kg; SD=7,4 kg, medijan 59,0 kg), visina 160 do 187 cm (AS=169,3 cm; SD=6,7 cm, medijan 170,0 cm), a BMI od 17,6 do 29,7 kg/m<sup>2</sup> (AS=21,0 kg/m<sup>2</sup>; SD=2,2 kg/m<sup>2</sup>; medijan 20,57 kg/m<sup>2</sup>).

Tjelesna masa žena srednje dobi bila je 60 do 106 kg (AS=81,2 kg; SD=12,0 kg; medijan 79,0 kg), visina 150 do 175 cm (AS=164,0 cm; SD=6,2

cm; medijan 164,5 cm), a BMI od 22,0 do 39,1 kg/m<sup>2</sup> (AS=30,2 kg/m<sup>2</sup>; SD=4,3 kg/m<sup>2</sup>, medijan 29,4 kg/m<sup>2</sup>). Tjelesna masa žena srednje dobi bila je statistički značajno veća, tjelesna visina statistički značajno manja, a BMI statistički značajno veći u usporedbi s vrijednostima u mladih žena (P<0,001 u odnosu na mlade žene za sve usporedbe, Mann-Whitney U test).

Tjelesna masa muškaraca iznosila je 62 do 109 kg (AS=80,1 kg; SD=10,3 kg; medijan 80,0 kg), visina 162 do 196 cm (AS=182,6 cm; SD=6,5 cm; medijan 183,0 cm), a BMI od 19,9 do 29,9 kg/m<sup>2</sup> (AS=24,0 kg/m<sup>2</sup>; SD=2,4 kg/m<sup>2</sup>; medijan=23,9 kg/m<sup>2</sup>). Tjelesna masa, tjelesna visina i BMI muškaraca bili su statistički značajno veći u usporedbi s vrijednostima u mladih žena (P<0,001 u odnosu na mlade žene za sve usporedbe, Mann-Whitney U test).

Opseg struka u mladih žena iznosio je 59 do 98,5 cm (AS=68,9 cm; SD=6,4 cm; medijan=67,5 cm), opseg bokova u mladih žena iznosio je 85 do 114 cm (AS=95,9 cm; SD=5,9 cm; medijan=98,5 cm), a WHR od 0,63 do 0,80 (AS=0,71; SD=0,03 cm).

U žena srednje dobi opseg struka je bio 79 do 124 cm (AS=97,7 cm; SD=12,4 cm; medijan=96,0 cm), opseg bokova je bio 90 do 130 cm (AS=108,9 cm; SD=9,3 cm; medijan=108,0 cm), a WHR 0,74 do 1,16 (AS=0,90; SD=0,09). Opseg struka, opseg bokova te WHR u žena srednje dobi bili su statistički značajno veći u usporedbi s vrijednostima u mladih žena (P<0,001 u odnosu na mlade žene za sve usporedbe, Mann-Whitney U test).

U muškaraca, opseg struka iznosio je 65 do 105 cm (AS=82,8 cm; SD=7,0 cm; medijan=83,0 cm), opseg bokova od 81 do 112 cm (AS=96,2 cm; SD=6,9 cm; medijan=96,0 cm), a WHR od 0,58 do 0,99 (AS=0,85; SD=0,07). Opseg struka, opseg bokova te WHR u muškaraca bili su statistički značajno

veći u usporedbi s vrijednostima u mladim žena ( $P < 0,001$  u odnosu na mlade žene za sve usporedbe, Mann-Whitney U test).

## 4.2. Udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena

Rezultati linearnih mjerenja udaljenosti pupka od odabranih fiksnih točaka oko prednje trbušne stijenke u mladim zdravim žena, mladim zdravim muškaraca i žena srednje dobi te njihove usporedbe prikazani su u Tablici 4.3 i Tablici 4.4.

**Tablica 4.3** Linearne udaljenosti između pupka i čvrstih točaka oko prednjeg trbušnog zida u mladim zdravim žena (MZZ) i žena srednje dobi (ŽSD) sa statistički značajnim razlikama između podgrupa prema medijanu antropometrijskih osobina

Udaljenosti od pupka	MZZ (N=49)					Statistička razlika između podgrupa	ŽSD (N=46)				Statistička razlika između podgrupa
	AS	SD	Min	Max	AS		SD	Min	Max		
u-sy <sup>+++</sup>	23.61	2.67	14.50	30.00	BM, BH, HC	16.72	4.10	10.00	27.00	BM, BMI, WC, WHR	
u-x	15.81	2.98	10.00	27.00	BM, BH	16.74	3.01	11.00	23.00	BM, WC, HC	
u-x/sy <sup>***</sup>	0.68	0.19	0.45	1.86		1.05	0.26	0.52	1.62		
u-is L <sup>+++</sup>	14.86	1.18	12.50	17.50	BM, BH, WC, HC	19.02	4.18	13.00	33.00	BM, BMI, WC, HC, WHR	
u-is R <sup>+++</sup>	15.17	1.32	12.50	19.00	BM, BH, WC	18.73	4.09	13.00	31.50	BM, BMI, WC, HC, WHR	
i-is <sup>+++</sup>	25.31	1.98	21.80	30.00	BM, BH, WC, HC	32.75	6.70	22.00	48.00	BM, BMI, WC, HC	
u-i-is	7.93	1.74	4.27	11.91		8.65	5.15	0.00	24.90	BM, WC, HC	
u-hy L <sup>+++</sup>	14.02	1.67	11.00	18.00	BM	16.68	4.03	10.00	32.00	BM, BMI, WC, HC, WHR	
u-hy R <sup>++</sup>	14.31	1.69	10.50	18.00	BM, BH,	16.53	3.79	10.00	29.00	BM, BMI, WC, HC, WHR	
i-hy	25.14	2.76	19.40	35.00	BM, BMI, WC	25.90	6.17	17.00	46.00	BM, BMI, WC, WHR	
u-i-hy <sup>+++</sup>	6.40	1.53	3.43	10.91		9.86	4.09	0.00	20.03	BM, WC, HC, WHR	
u-ic <sup>+++</sup>	18.75	1.76	15.50	22.00	BM, BMI, WC, HC	24.53	5.45	15.00	38.00	BM, BMI, WC, HC, WHR	
i-ic <sup>***</sup>	38.65	8.36	32.00	92.00	HC	46.18	9.70	29.00	65.00	BM, BMI, WC, HC, WHR	
u-i-ic <sup>+++</sup>	1.67	2.87	0.00	9.22		7.68	5.09	0.00	20.49		

u-sy, udaljenost između pupka i pubične simfize; u-x, udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka; u-x/sy, omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize; u-is L, udaljenost između pupka i lijeve spine ilijake anterior superior; u-is R, udaljenost između pupka i desne spine ilijake anterior superior; i-is, interspinalna udaljenost; u-i-is, udaljenost između pupka i interspinalne linije; u-hy L, udaljenost između pupka i lijevog hipohondrija; u-hy R, udaljenost između pupka i desnog hipohondrija; i-hy, interhipohondrijalna udaljenost; u-i-hy, udaljenost između pupka i interhipohondrijalne linije; u-ic, udaljenost između pupka i ilijačne kriste; i-ic, interkristalna udaljenost; u-i-ic, udaljenost između pupka i interkristalne linije; BM, tjelesna masa; BH, tjelesna visina; BMI, indeks tjelesne mase; WC, opseg struka; HC, opseg bokova; WHR, omjer opsega struka i bokova; AS, aritmetička sredina; SD, standardna devijacija; Min, najmanja vrijednost; Max, najveća vrijednost; \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001, Studentov test za razliku između dobnih podgrupa; †P<0,05, ††P<0,01, †††P<0,001, Mann-Whitneyev U test za razliku između dobnih skupina.

**Tablica 4.4** Linearne udaljenosti između pupka i čvrstih točaka oko prednjeg trbušnog zida u mladim zdravim žena (MZZ) i muškaraca (MZM) sa statistički značajnim razlikama između podgrupa prema medijanu antropometrijskih osobina

Udaljenosti od pupka	MZZ (N=49)					MZM (N=49)				
	AS	SD	Min	Max	Statistička razlika između grupa	AS	SD	Min	Max	Statistička razlika između grupa
u-sy <sup>+++</sup>	23.61	2.67	14.50	30.00	BM, BH, HC	15.89	1.85	12.50	20.00	
u-x	15.81	2.98	10.00	27.00	BM, BH	16.68	1.91	12.50	21.60	
u-x/sy <sup>***</sup>	0.68	0.19	0.45	1.86		1.06	0.15	0.80	1.50	BMI
u-is L	14.86	1.18	12.50	17.50	BM, BH, WC, HC	14.61	1.33	12.20	18.20	BM, BMI, WC, HC, WHR
u-is R*	15.17	1.32	12.50	19.00	BM, BH, WC	14.52	1.20	12.20	17.80	BM, BMI, WC, HC, WHR
i-is**	25.31	1.98	21.80	30.00	BM, BH, WC, HC	24.14	2.31	20.20	29.00	
u-i-is	7.93	1.74	4.27	11.91		7.94	1.94	2.22	11.52	BM, BMI, WC, HC
u-hy L <sup>***</sup>	14.02	1.67	11.00	18.00	BM	12.47	1.50	8.50	16.80	BM, WC, HC
u-hy R <sup>***</sup>	14.31	1.69	10.50	18.00	BM, BH	12.46	1.42	8.60	16.50	BM, WC, HC
i-hy <sup>***</sup>	25.14	2.76	19.40	35.00	BM, BMI, WC	19.33	2.05	15.00	23.70	BM, BMI, WC, HC
u-i-hy <sup>***</sup>	6.40	1.53	3.43	10.91		7.68	2.02	3.14	12.32	
u-ic**	18.75	1.76	15.50	22.00	BM, BMI, WC, HC	19.96	1.99	16.50	27.50	BM, BMI, WC, HC, WHR
i-ic <sup>+++</sup>	38.65	8.36	32.00	92.00	HC	40.66	3.76	33.20	53.70	BM, BMI, WC, HC, WHR
u-i-ic	1.67	2.87	0.00	9.22		1.42	2.14	0.00	6.56	

u-sy, udaljenost između pupka i pubične simfize; u-x, udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka; u-x/sy, omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize; u-is L, udaljenost između pupka i lijeve spine ilijake anterior superior; u-is R, udaljenost između pupka i desne spine ilijake anterior superior; i-is, interspinalna udaljenost; u-i-is, udaljenost između pupka i interspinalne linije; u-hy L, udaljenost između pupka i lijevog hipohondrija; u-hy R, udaljenost između pupka i desnog hipohondrija; i-hy, interhipohondrijalna udaljenost; u-i-hy, udaljenost između pupka i interhipohondrijalne linije; u-ic, udaljenost između pupka i ilijačne kriste; i-ic, interkristalna udaljenost; u-i-ic, udaljenost između pupka i interkristalne linije; BM, tjelesna masa; BH, tjelesna visina; BMI, indeks tjelesne mase; WC, opseg struka; HC, opseg bokova; WHR, omjer opsega struka i bokova; AS, aritmetička sredina; SD, standardna devijacija; Min, najmanja vrijednost; Max, najveća vrijednost; \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001, Studentov t-test za razliku između spolova; †P<0,05, ††P<0,01, †††P<0,001, Mann-Whitneyev U test za razliku između spolova.



Kada se usporede udaljenosti pupka od pojedinih čvrstih točaka oko abdomena u mladih zdravih žena (MZŽ) s vrijednostima kod žena srednje dobi (ŽSD) (Tablica 4.3), utvrđena je statistički značajno veća udaljenost između pupka i pubične simfize (u-sy) u MZŽ (AS±SD, 23,6±2,7 cm prema 16,7±4,1 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test); nije utvrđena statistički značajna razlika za udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka (u-x; AS±SD, 15,8±3,0 cm prema 16,7±3,0 cm, P>0,05, Studentov t-test); utvrđen je statistički značajno manji omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize (u-x/sy; AS±SD, 0,68±0,19 prema 1,05±0,26, P<0,001, Studentov t-test); statistički značajno manje udaljenosti između pupka i lijeve (u-is L; AS±SD, 14,9±1,2 cm prema 19,0±4,2 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test) te desne (u-is R; AS±SD, 15,2±1,3 cm prema 18,7±4,1 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test) spine ilijake anterior superior te interspinalne udaljenosti (i-is; AS±SD, 25,3±2,0 cm prema 32,8±6,7 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test), ali ne i udaljenosti između pupka i interspinalne linije (u-i-is; AS±SD, 7,9±1,7 cm prema 8,7±5,2 cm, P>0,05, Mann-Whitney U test). Utvrđene su statistički značajno manje udaljenosti između pupka i lijevog (u-hy L; AS±SD, 14,0±1,7 cm prema 16,7±4,0 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test) te desnog hipohondrija (u-hy R; AS±SD, 14,3±1,7 cm prema 16,5±3,8 cm, P<0,01, Mann-Whitney U test), udaljenosti između pupka i interhipohondrijalne linije (u-i-hy; AS±SD, 6,4±1,5 cm prema 9,9±4,1 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test), ali ne i za interhipohondrijalnu udaljenost (i-hy; AS±SD, 25,1±2,8 cm prema 25,9±6,2 cm, P>0,05, Mann-Whitney U test) u MZŽ u odnosu na ŽSD. Također su utvrđene statistički značajno manje udaljenosti u MZŽ u odnosu na ŽSD između pupka i ilijačne kriste (u-ic; AS±SD, 18,8±1,8 cm prema 24,5±5,5 cm, P<0,001, Mann-Whitney

U test), interkristalne udaljenosti (i-ic; AS±SD, 38,7±8,4 cm prema 46,2±9,7 cm, P<0,001, Studentov t-test) te između pupka i interkristalne linije (u-i-ic; AS±SD, 1,7±2,9 cm prema 7,7±5,1 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test).

Pri usporedbi udaljenosti pupka od pojedinih čvrstih točaka oko abdomena prema spolu u mladih zdravih žena (MZŽ) s vrijednostima u mladih zdravih muškaraca (MZM) (Tablica 4.4), utvrđena je statistički značajno veća udaljenost između pupka i pubične simfize (u-sy) u MZŽ (AS±SD, 23,6±2,7 cm prema 15,9±1,9 cm, P<0,001, Mann-Whitney U test); nije utvrđena statistički značajna razlika za udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka (u-x; AS±SD, 15,8±3,0 cm prema 16,7±1,9 cm, P>0,05, Studentov t-test); utvrđen je statistički značajno manji omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize (u-x/sy; AS±SD, 0,68±0,19 prema 1,06±0,15, P<0,001, Studentov t-test). Nije utvrđena statistički značajna razlika udaljenosti između pupka i lijeve spine ilijake anterior superior (u-is L; AS±SD, 14,9±1,2 cm prema 14,6±1,3 cm, P>0,05, Studentov t-test), ali je utvrđena statistički značajno veća udaljenost desne spine ilijake anterior superior (u-is R; AS±SD, 15,2±1,3 cm prema 14,5±1,2 cm, P<0,05, Studentov t-test) te interspinalne udaljenosti (i-is; AS±SD, 25,3±2,0 cm prema 24,1±2,3 cm, P<0,01, Studentov t-test), ali ne i udaljenosti između pupka i interspinalne linije (u-i-is; AS±SD, 7,9±1,7 cm prema 7,9±1,9 cm, P>0,05, Studentov t-test) u MZŽ u odnosu na MZM. Utvrđene su statistički značajno veće udaljenosti između pupka i lijevog (u-hy L; AS±SD, 14,0±1,7 cm prema 12,5±1,5 cm, P<0,001, Studentov t-test) te desnog hipohondrija (u-hy R; AS±SD, 14,3±1,7 cm prema 12,5±1,4 cm, P<0,001, Studentov t-test), za interhipohondrijalnu udaljenost (i-hy; AS±SD, 25,1±2,8 cm

prema  $19,3 \pm 2,1$  cm,  $P > 0,05$ , Studentov t-test), ali statistički manju udaljenost između pupka i interhipohondrijalne linije (u-i-hy;  $AS \pm SD$ ,  $6,4 \pm 1,5$  cm prema  $7,7 \pm 2,0$  cm,  $P < 0,001$ , Studentov t-test) u MZŽ u odnosu na MZM. Također su utvrđene statistički značajno manje udaljenosti u MZŽ u odnosu na MZM između pupka i ilijačne kriste (u-ic;  $AS \pm SD$ ,  $18,8 \pm 1,8$  cm prema  $20,0 \pm 2,0$  cm,  $P < 0,01$ , Studentov t-test), interkristalne udaljenosti (i-ic;  $AS \pm SD$ ,  $38,7 \pm 8,4$  cm prema  $40,7 \pm 3,8$  cm,  $P < 0,001$ , Mann-Whitney U test), ali ne i za udaljenost između pupka i interkristalne linije (u-i-ic;  $AS \pm SD$ ,  $1,7 \pm 2,9$  cm prema  $1,4 \pm 2,1$  cm,  $P > 0,05$ , Mann-Whitney U test).

#### 4.3. Povezanost antropometrijskih obilježja i udaljenosti pupka od čvrstih točaka oko abdomena

Kada su skupine žena i muškaraca podijeljene u podskupine prema medijanu visine, medijanu tjelesne mase, medijanu indeksa tjelesne mase, medijanu opsega struka, medijanu opsega bokova te medijanu WHR-a kao glavnim antropometrijskim obilježjima, za sve skupine za većinu varijabli koje opisuju udaljenosti između pupka i fiksnih točaka oko trbuha utvrđene su statistički značajne razlike za veliki broj podskupina prema glavnim antropometrijskim obilježjima (Tablica 4.3 i Tablica 4.4). Najznačajniji utjecaj glavnih antropometrijskih obilježja na udaljenost između pupka i fiksnih točaka oko trbuha utvrđen je u skupini žena srednje dobi (ŽSD). Iz prikazanog u Tablicama 4.3 i 4.4 je vidljivo da se broj te raspodjela statistički značajnog utjecaja glavnih antropometrijskih varijabli razlikuje među mjerenim skupinama

te da vezano uz spol i dob postoje značajne razlike na koji način osnovna antropometrijska obilježja utječu na udaljenost između pupka i fiksnih točaka oko trbuha.

Udaljenost između pupka i pubične simfize ( $u-sy$ ) u MZŽ statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, tjelesne visine i opsega bokova ( $P=0,003$ ;  $P=0,019$ ;  $P=0,045$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksa tjelesne mase, opsega struka i omjera struk/bokovi ( $P=0,019$ ;  $P=0,019$ ;  $P=0,041$ ;  $P=0,047$ ; Studentov t-test), a u MZM nije utvrđena statistički značajna razlika pri usporedbi niti jedne od podskupina prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test).

Udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka ( $u-x$ ) u MZŽ statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase i tjelesne visine ( $P=0,004$ ;  $P=0,006$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, opsega struka i bokova ( $P=0,009$ ;  $P=0,002$ ;  $P=0,043$ ; Studentov t-test), a u MZM nije utvrđena statistički značajna razlika pri usporedbi niti jedne od podskupina prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test).

Omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize ( $u-x/sy$ ) u MZŽ nije se statistički značajno razlikovao među podskupinama prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test), što je bilo istovjetno u ŽSD ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test), dok se u

MZM statistički značajno razlikovao među podskupinama prema medijanu indeksa tjelesne mase ( $P=0,037$ ; Studentov t-test).

Udaljenosti između pupka i lijeve te desne spine ilijake anterior superior (u-is L, u-is R) u MZŽ statistički su se značajno razlikovale među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, tjelesne visine, opsega struka (u-is L,  $P=0,001$ ;  $P=0,018$ ;  $P=0,015$ ; u-is R,  $P=0,001$ ;  $P=0,023$ ;  $P=0,013$ ; Studentov t-test) i bokova (u-is L,  $P=0,028$ ; osim za u-is R), dok su se u ŽSD i MZM statistički značajno razlikovale među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova te omjeru struk/bokovi (ŽSD u-is L,  $P<0,001$ ;  $P=0,007$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,002$ ;  $P=0,017$ ; ŽSD u-is R,  $P<0,001$ ;  $P=0,004$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,002$ ;  $P=0,005$ ; Studentov t-test; MZM u-is L,  $P=0,004$ ;  $P=0,002$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,004$ ;  $P=0,008$ ; MZM u-is R,  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,001$ ;  $P=0,019$ ; Studentov t-test).

Interspinalna udaljenost (i-is) u MZŽ statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase i visine i opsega struka ( $P=0,005$ ;  $P=0,014$ ;  $P=0,032$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički se značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksa tjelesne mase, opsega struka i bokova te omjeru struk/bokovi ( $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,005$ ;  $P=0,042$ ;  $P=0,045$ ; Studentov t-test), a u MZM nije utvrđena statistički značajna razlika pri usporedbi niti jedne od podskupina prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test).

Udaljenost između pupka i interspinalne linije (u-i-is) u MZŽ nije se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P>0,05$  za sve, Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne

mase te opsegu struka i bokova ( $P=0,010$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,013$ ; Studentov t-test), dok se u MZM statistički značajno razlikovao među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova ( $P=0,023$ ;  $P=0,012$ ;  $P=0,004$ ;  $P=0,027$ ; Studentov t-test).

Udaljenosti između pupka i lijevog hipohondrija (u-hy L) te desnog hipohondrija (u-hy R) u MZŽ statistički su se značajno razlikovale među podskupinama prema medijanu tjelesne mase (u-hy L,  $P=0,010$ ; u-hy R,  $P=0,002$ ; Studentov t-test) te tjelesne visine (u-hy R,  $P=0,018$ ; Studentov t-test), dok su se u ŽSD statistički značajno razlikovale među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova te omjeru struk/bokovi (u-hy L,  $P<0,001$ ;  $P=0,007$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,016$ ;  $P<0,001$ ; u-hy R,  $P<0,001$ ;  $P=0,004$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,014$ ;  $P<0,001$ ; Studentov t-test), a u MZM prema medijanu tjelesne mase te opsegu struka i bokova (u-hy L,  $P=0,006$ ;  $P=0,047$ ;  $P=0,045$ ; u-hy R,  $P=0,008$ ;  $P=0,049$ ;  $P=0,016$ ; Studentov t-test).

Interhipohondrijalna udaljenost (i-hy) u MZŽ se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase i opsegu struka ( $P=0,010$ ;  $P=0,028$ ;  $P=0,015$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka te omjeru struk/bokova ( $P=0,002$ ;  $P=0,006$ ;  $P=0,016$ ;  $P=0,006$ ; Studentov t-test), a u MZM statistički značajno se razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova ( $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ;  $P=0,003$ ;  $P<0,001$ ; Studentov t-test).

Udaljenost između pupka i interhipohondrijalne linije (u-i-hy) u MZŽ i u MZM nije se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P > 0,05$  za sve, Studentov t-test), dok se u ŽSD statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, opsegu struka i bokova te omjeru struk/bokovi ( $P = 0,011$ ;  $P < 0,001$ ;  $P = 0,040$ ;  $P = 0,021$ ; Studentov t-test).

Udaljenost između pupka i ilijačne kriste (u-ic) u MZŽ se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase i indeksa tjelesne mase, te opsega struka i bokova ( $P = 0,033$ ;  $P = 0,035$ ;  $P = 0,002$ ;  $P = 0,014$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD i MZM statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova te omjeru struk/bokovi (ŽSD,  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P = 0,026$ ; Studentov t-test; MZM,  $P = 0,003$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P = 0,003$ ; Studentov t-test).

Interkristalna udaljenost (i-ic) u MZŽ se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu opsega bokova ( $P = 0,041$ ; Studentov t-test), dok se u ŽSD i MZM statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu tjelesne mase, indeksu tjelesne mase, opsegu struka i bokova te omjeru struk/bokovi (ŽSD,  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P = 0,017$ ; Studentov t-test; MZM,  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ;  $P = 0,009$ ; Studentov t-test).

Udaljenost između pupka i interkristalne linije (u-i-ic) u MZŽ, ŽSD i u MZM nije se statistički značajno razlikovala među podskupinama prema medijanu osnovnih antropometrijskih obilježja ( $P > 0,05$  za sve, Studentov t-test).

Opisana statistički značajna povezanost je vidljiva i iz rezultata korelacijske analize osnovnih antropometrijskih obilježja s udaljenostima između pupka i odabranih čvrstih točaka oko abdomena prikazanih u Tablici 4.5, a iz koje su vidljivi različiti obrasci statistički značajne povezanosti u svakoj od istraživanih skupina. Pearsonovi koeficijenti korelacije antropometrijskih obilježja s izmjerenim udaljenostima između pupka i čvrstih točaka oko abdomena nisu ukazivali na statistički značajnu povezanost za sve asocijacije ni u muškaraca, ni u žena. Utvrđena je tek blaga do umjerena biološku povezanost za neke od varijabli, uz različite obrasce statistički značajne povezanosti u mladih žena u odnosu na žene srednje dobi i u odnosu na mlade muškarce (Tablica 4.5).

U mladih žena, većina izmjerenih udaljenosti između pupka i čvrstih točaka oko abdomena, pokazala je statistički značajnu korelaciju s tjelesnom visinom i tjelesnom masom. Tjelesna masa (BM) i tjelesna visina (BH) značajno su korelirale s udaljenostima između pupka i simfize ( $r=0,3936$  za BM i  $r=0,4134$  za BH,  $P<0,01$ ), između pupka i ksifoidnog nastavka ( $r=0,3107$  za BM i  $0,3329$  za BH,  $P<0,05$ ) te između pupka i interhipohondrijalne linije ( $r=-0,3830$  za BM,  $P<0,01$  i  $r=-0,3223$  za BH,  $P<0,05$ ). U mladih žena utvrđena je i statistički značajna blaga povezanost opsega kukova s udaljenosti između pupka i simfize ( $r=0,3727$ ,  $P<0,01$ ) i s udaljenosti između pupka i interhipohondrijske linije ( $r=-0,3324$ ,  $P<0,05$ ).



**Tablica 4.5** Koeficijenti Pearsonove korelacije za poveznice između antropometrijskih karakteristika i izmjerenih udaljenosti između pupka i čvrstih točaka oko prednjeg trbušnog zida u mladih (N=49) i žena srednje dobi (N=46) te mladih muškaraca (N=49).

		u-sy	u-x	u-x/sy	u-i-is	u-i-hy	u-i-ic
BM	MZŽ	<b>0.3936**</b>	<b>0.3107*</b>	0.1194	-0.1720	<b>-0.3830**</b>	-0.1671
	ŽSD	<b>0.5926***</b>	<b>0.3801**</b>	-0.2483	<b>-0.4081**</b>	<b>-0.3558*</b>	-0.0385
	MZM	-0.0055	-0.2296	-0.1904	<b>-0.4548***</b>	-0.1932	-0.2460
BH	MZŽ	<b>0.4134**</b>	<b>0.3329*</b>	0.1020	-0.0615	<b>-0.3223*</b>	0.0709
	ŽSD	0.1006	-0.1015	-0.1329	-0.1331	0.2752	0.1633
	MZM	-0.0275	-0.0246	-0.0317	-0.2408	-0.0360	-0.1324
BMI	MZŽ	0.1610	0.1086	0.0542	-0.1561	-0.1992	-0.2589
	ŽSD	<b>0.5486***</b>	<b>0.4598**</b>	-0.1696	<b>-0.3585*</b>	<b>-0.5313***</b>	-0.1328
	MZM	0.0076	-0.2761	-0.2243	<b>-0.4253**</b>	-0.2106	-0.2107
WC	MZŽ	0.0926	0.0856	0.0765	-0.0972	0.0211	-0.0980
	ŽSD	<b>0.4264**</b>	<b>0.4342**</b>	-0.0137	<b>-0.4256**</b>	<b>-0.5887**</b>	-1.1422
	MZM	0.1626	-0.1951	-0.0289	<b>-0.5013***</b>	-0.1779	<b>-0.3157*</b>
HC	MZŽ	<b>0.3727**</b>	0.2523	0.0547	-0.1071	<b>-0.3324*</b>	-0.1440
	ŽSD	<b>0.3231*</b>	0.1971	-0.1571	<b>-0.3267*</b>	-0.2037	-0.2470
	MZM	-0.0481	-0.2179	-0.2255	<b>-0.4534***</b>	0.0001	-0.1006
WHR	MZŽ	-0.2043	-0.0745	0.1031	-0.2122	0.1158	-0.0964
	ŽSD	0.2620	<b>0.3674*</b>	0.1102	-0.2727	<b>-0.5472***</b>	0.0428
	MZM	0.2646	0.1214	<b>0.3110*</b>	-0.1180	-0.1513	-0.1137

MZŽ, mlade zdrave žene; ŽSD, žene srednje dobi, MZM, mladi zdravi muškarci, u-sy, udaljenost između pupka i pubične simfize; u-x, udaljenost između pupka i ksifoidnog nastavka; u-x/sy, omjer udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize; u-i-is, udaljenost između pupka i interspinalne linije; u-i-hy, udaljenost između pupka i interhondrijalne linije; u-i-ic, udaljenost između pupka i interkristalne linije; BM, tjelesna masa; BH, tjelesna visina; BMI, indeks tjelesne mase; WC, opseg struka; HC, opseg bokova; WHR, omjer opsega struka i bokova; \*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, za Pearsonove koeficijente korelacije između varijabli.

U žena srednje dobi većina izmjerenih udaljenosti, pokazala je statistički značajnu korelaciju s tjelesnom masom (BM), indeksom tjelesne mase (BMI) i opsegom struka (WC) te je utvrđena značajna povezanost navedenih karakteristika s udaljenostima između pupka i simfize ( $r=0,5926$  za BM,  $P<0,001$ ,  $r=0,5486$  za BMI,  $P<0,001$  i  $r=0,4264$  za WC,  $p<0,01$ ), između pupka i ksifoidnog nastavka ( $r=0,3801$  za BM,  $r=0,4598$  za BMI i  $r=0,4342$  za WC,  $P<0,01$ ), između pupka i interspinalne linije ( $r=-0,4081$  za BM,  $P<0,01$ ,  $r=-0,3585$  za BMI,  $P<0,05$  i  $r=-0,4256$  za WC,  $P<0,01$ ) te između pupka i interhipohondrijske linije ( $r=-0,3558$  za BM,  $P<0,05$ ,  $r=0,5313$  za BMI,  $P<0,001$  i  $r=-0,5887$  za WC,  $P<0,001$ ). Osim navedenih korelacija, utvrđene su statistički značajne blage povezanosti opsega bokova s udaljenostima između pupka i simfize ( $r=0,3231$ ,  $P<0,05$ ) i između pupka i interspinalne linije ( $r=-0,3267$ ,  $P<0,05$ ) te statistički značajna blaga povezanost između omjera opsega struka i bokova s udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka ( $r=0,3674$ ,  $P<0,05$ ). Također je utvrđena i statistički značajna umjerena povezanost omjera opsega struka i bokova s udaljenosti između pupka i interhipohondrijske linije ( $r=-0,5472$ ,  $P<0,001$ ).

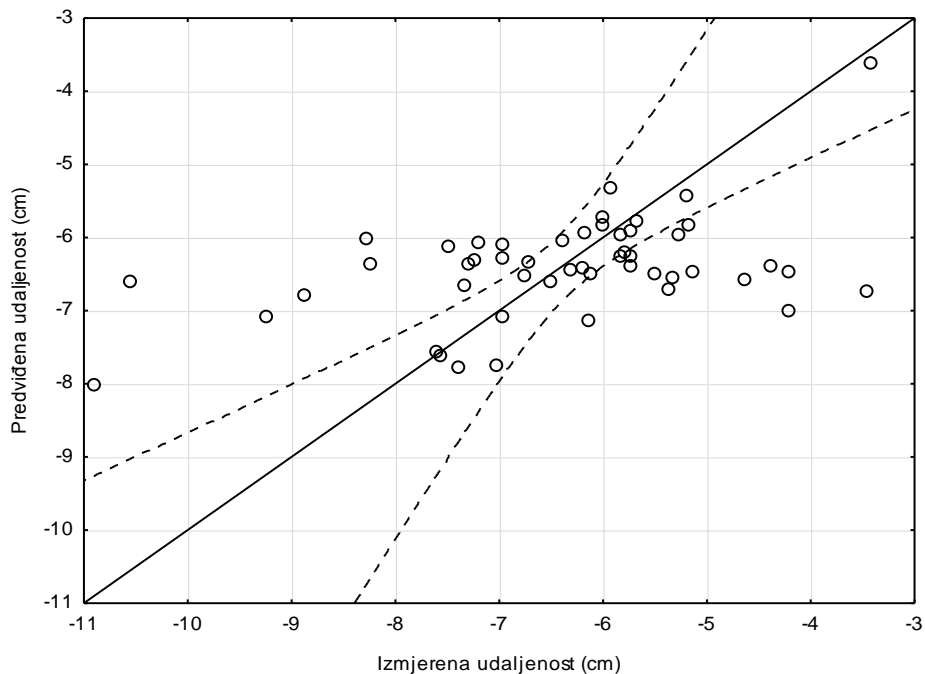
U mladih muškaraca samo je udaljenost između pupka i interspinalne linije značajno korelirala s većinom antropometrijskih obilježja pa je utvrđena statistički značajna povezanost s tjelesnom masom ( $r=-0,4548$ ,  $P<0,001$ ), s indeksom tjelesne mase ( $r=-0,4253$ ,  $P<0,01$ ), s opsegom struka ( $r=-0,5013$ ,  $P<0,001$ ) te s opsegom bokova ( $r=-0,4534$ ,  $P<0,001$ ). Zamijećena je još i statistički značajna blaga povezanost opsega struka s udaljenosti između pupka i linije koja spaja kriste ilijake ( $r=-0,3157$ ,  $P<0,05$ ). Mogućnost predviđanja lokacije pupka u odnosu na čvrste točke oko abdomena

#### 4.4. Mogućnost predviđanja lokalizacije pupka u odnosu na čvrste točke oko abdomena

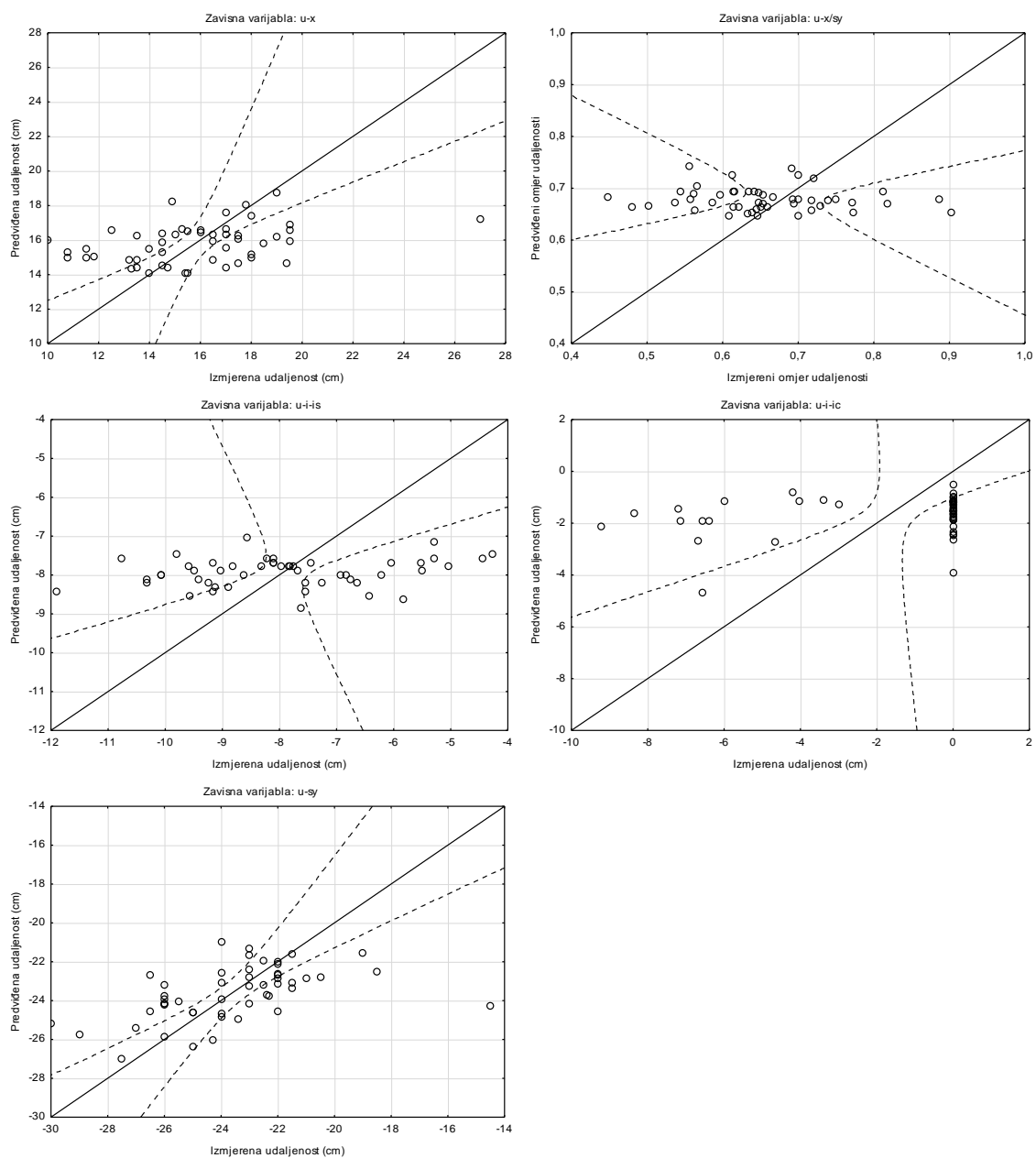
U mladih zdravih žena (Slika 4.1), najbolje statistički značajno predviđanje lokalizacije pupka postiglo se izračunom udaljenosti između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija (interhipohondrijalna linija (u-i-hy)), uz indeks tjelesne mase (BMI) i opseg struka (WC) kao statistički značajne nezavisne prediktivne varijable. Spomenuta jednadžba za predviđanje lokalizacije pupka imala je najmanju grešku predviđanja  $SE=1,39$  cm ( $R=0,460$ ;  $R^2=0,211$ ;  $F_{2,47}=6,298$ ;  $P=0,0038$ ), a glasila je: **u-i-hy = BM x -0,1116 + WC x 0,0706 – 4,5510** (Slika 4.2). Modeli za predviđanje lokalizacije pupka koji su se bazirali na drugim izmjerenim udaljenostima dali su rezultate s većom standardnom pogreškom predviđanja (SE od 2,39 do 2,82 cm; Slika 4.3).



**Slika 4.1.** Mjerenja u mladih žena sa označenom udaljenost između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija (u-i-hy).

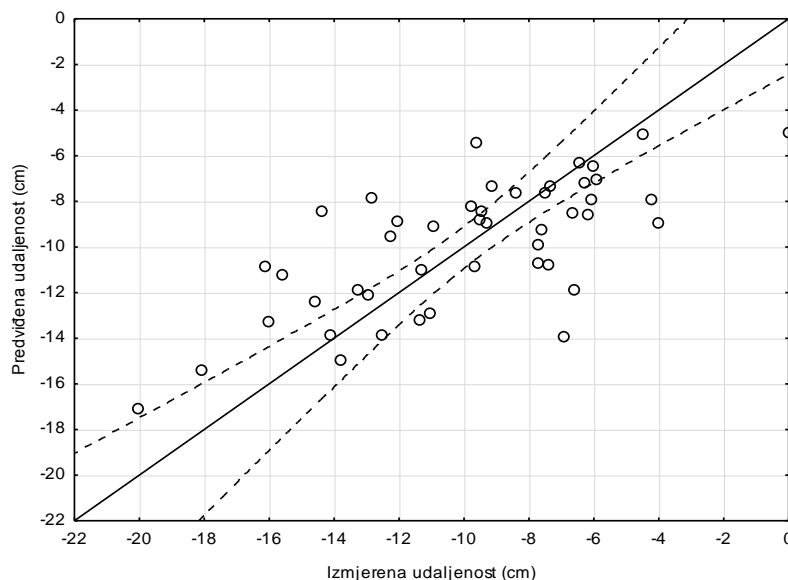


**Slika 4.2.** Usporedba izmjerenih udaljenosti između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija (u-i-hy) i predviđenih izračunatih na temelju jednadžbe  $u-i-hy \text{ (cm)} = \text{tjelesna masa (kg)} \times -0,1116 + \text{opseg struka (cm)} \times 0,0706 - 4,5510$  u mladih žena

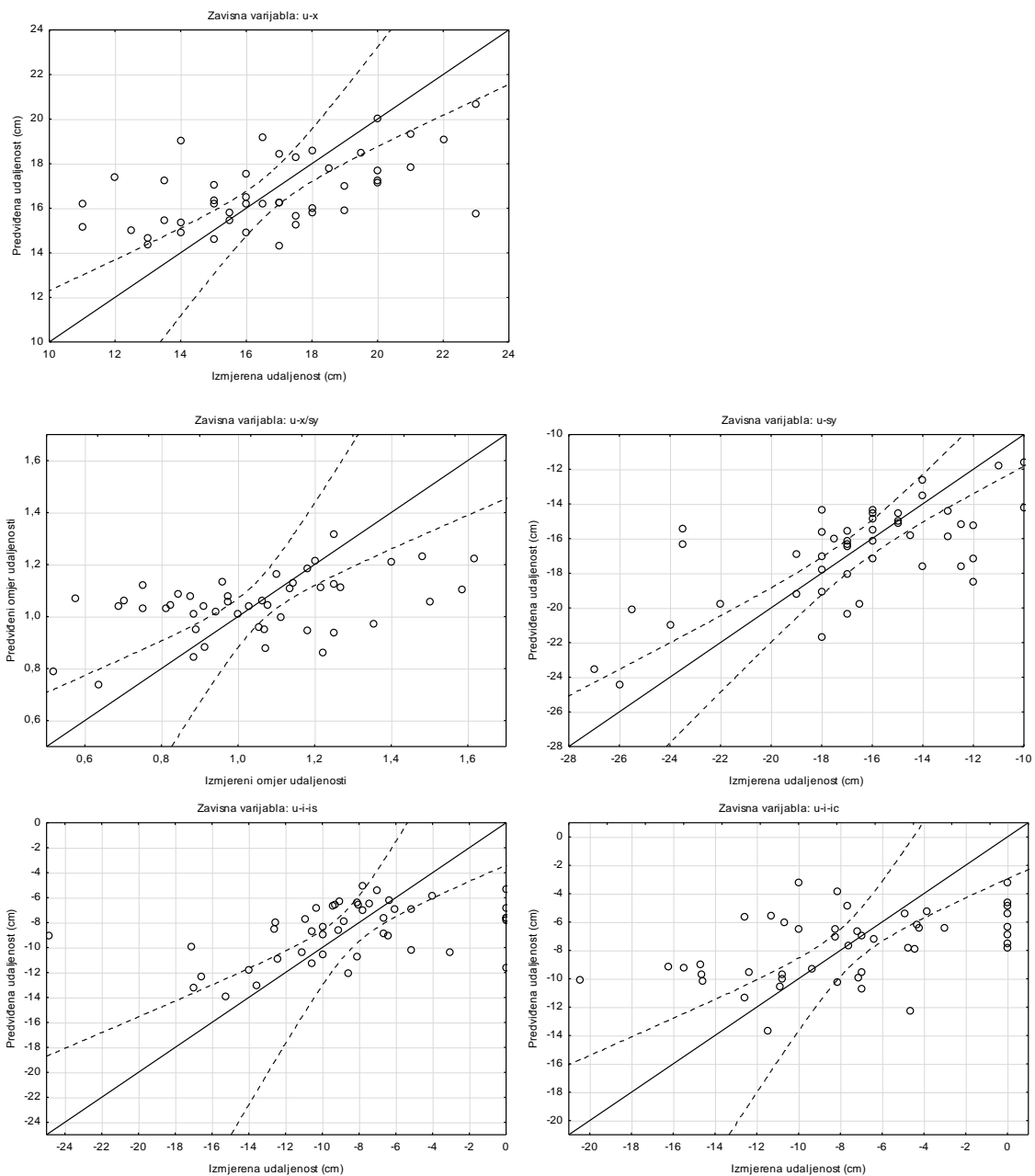


**Slika 4.3.** Usporedba izmjerenih i predviđenih udaljenosti između pupka i udaljenosti između pupka i pubične simfize (u-sy), udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka (u-x), omjera udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize (u-x/sy), udaljenosti između pupka i linije koja spaja prednje gornje trnove ilijačne kosti (u-i-is) te udaljenosti između pupka i interkristalne linije (u-i-ic) u mladih žena

U skupini žena srednje dobi ista udaljenost (u-i-hy) se pokazala najpodobnijom za statistički značajno predviđanje lokalizacije pupka, ali uz indeks tjelesne mase (BMI), opseg struka (WC), opseg bokova (HC) i omjer opsega struka i bokova (WHR) kao statistički značajne nezavisne prediktivne varijable. Pogreška (točnost) predviđanja bila je nešto veća i iznosila je SE=3,04 cm ( $R=0,703$ ;  $R^2=0,494$ ;  $F_{4,41}=10,020$ ;  $P<0,0001$ ), ali uz manju varijabilnost (raspršenje rezultata). Regresijska jednadžba za izračun udaljenosti pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija: **u-i-hy = BMI x -0,3119 + opseg struka (cm) x -1,0617 + opseg bokova (cm) x 0,9287 + omjer opsega struka i bokova x 95,6085 – 83,4043** (Slika 4.4). Ostali testirani modeli, temeljeni na drugim udaljenostima pokazivali su veću standardnu pogrešku, SE od 3,17 do 3,84 cm (Slika 4.5).



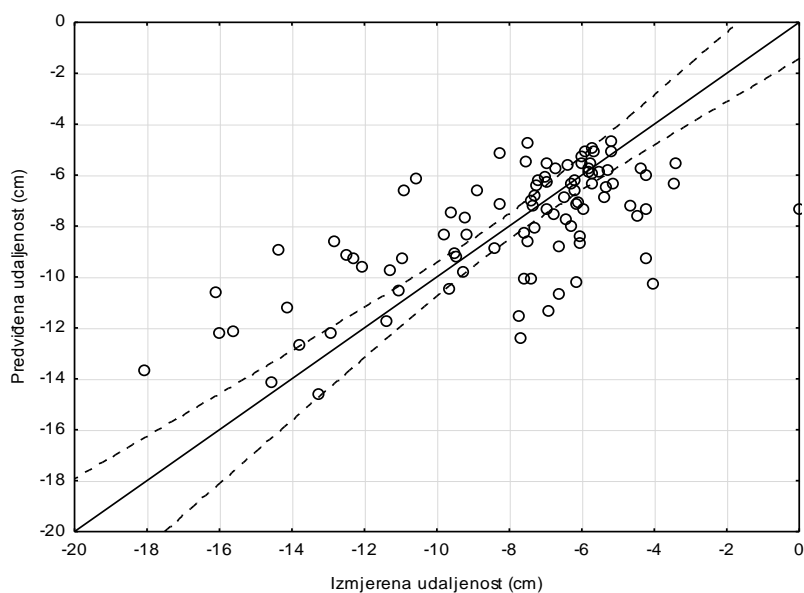
**Slika 4.4** Usporedba izmjerenih udaljenosti između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija (u-i-hy) i predviđenih izračunatih na temelju jednadžbe **u-i-hy (cm) = indeks tjelesne mase ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) x -0,3119 + opseg struka (cm) x -1,0617 + opseg bokova (cm) x 0,9287 + omjer struk/bokovi x 95,6085 – 83,4043** u žena srednje dobi



**Slika 4.5** Usporedba izmjerenih i predviđenih udaljenosti između pupka i udaljenosti između pupka i pubične simfize (u-sy), udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka (u-x), omjera udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize (u-x/sy), udaljenosti između pupka i linije koja spaja prednje gornje trnove ilijačne kosti (u-i-is) te udaljenosti između pupka i interkristalne linije (u-i-ic) u žena srednje dobi

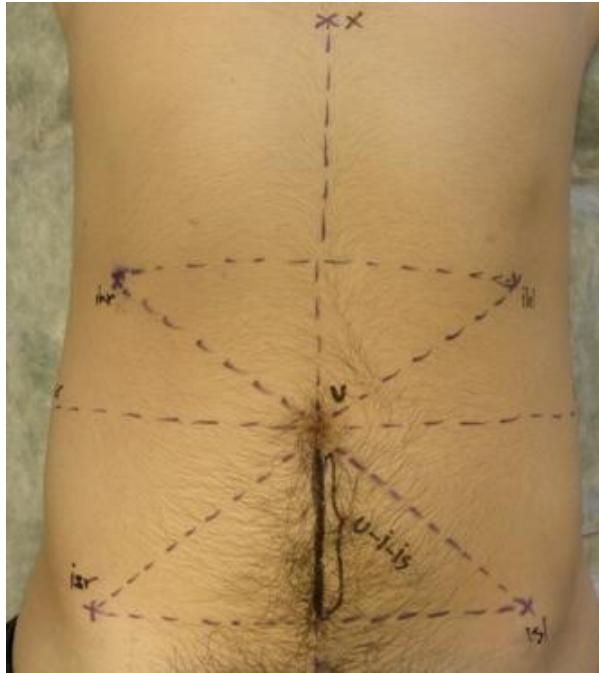
Kada se za predviđanje lokalizacije pupka u ispitanica (MZZ i ŽSD) koristila regresijska jednadžba utvrđena kao najbolja u mladih zdravih žena, izračunate prediktivne udaljenosti pupka nisu se statistički značajno podudarale sa stvarno izmjerenim lokalizacijama ( $r=0,158$ ,  $P=0,124$ ). Iz navedenog smo razloga odlučili razviti novi model za predikciju lokalizacije pupka u svih žena. Najbolji statistički značajni prediktivni model se očekivano temeljio na udaljenosti između pupka i linije koja spaja prednje hipohondrije (u-i-hy), dok su kao statistički značajne nezavisne prediktivne varijable utvrđene tjelesna masa (BM), tjelesna visina (BH), indeks tjelesne mase (BMI) i omjer opsega struka i bokova (WHR). Tako dobiveni model imao je prihvatljivu standardnu pogrešku predviđanja, a koja je iznosila  $SE=2,51$  cm ( $R=0,709$ ;  $R^2=0,503$ ;  $F_{4,91}=6,298$ ;  $P<0,0001$ ) uz umjerenu varijabilnost (raspršenje rezultata). Regresijska jednadžba za sve žene glasila je: **u-i-hy = tjelesna masa (kg) x 0,5799 + tjelesna visina (cm) x -0,5051 + BMI x -1,8230 + omjer opsega struka i bokova x -10,6364 + 89,6411** (Slika 4.6).



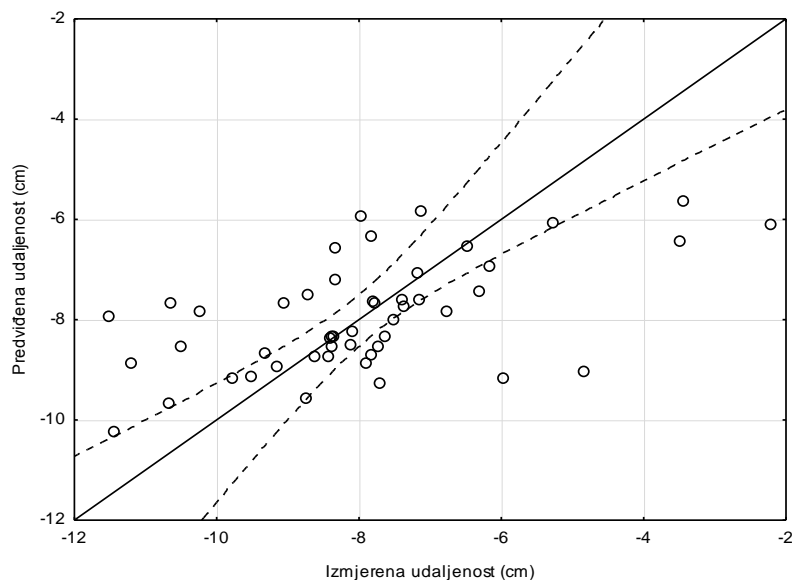


**Slika 4.6** Usporedba izmjerenih udaljenosti između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija (u-i-hy) i predviđenih izračunatih na temelju jednadžbe **u-i-hy (cm) = tjelesna masa (kg) x 0,5799 + tjelesna visina (cm) x -0,5051 + indeks tjelesne mase (kg/m<sup>2</sup>) x -1,8230 + omjer struk/bokovi x -10,6364 + 89,6411** u svih žena

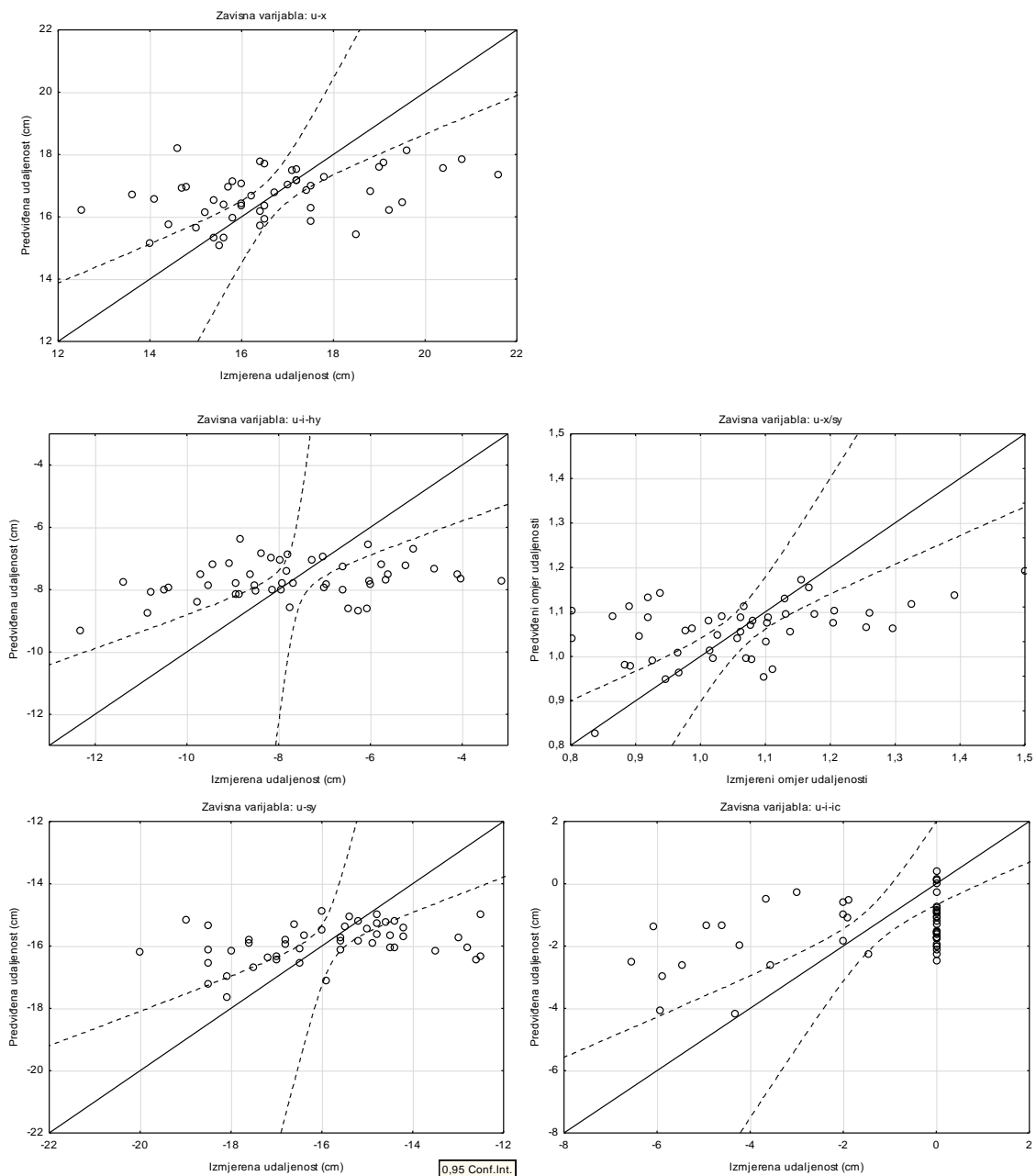
Najbolje statistički značajno predviđanje lokalizacije pupka u mladih zdravih muškaraca (Slika 4.7) temeljilo se na udaljenosti između pupka i linije koja spaja spine ilijake anterior superior (interspinalna linija (u-i-is)) uz dob, tjelesnu masu (BM), tjelesnu visinu (BH), indeks tjelesne mase (BMI) i opseg struka (WC) kao statistički značajne nezavisne prediktivne varijable. Standardna pogreška predviđanja, prosječno je iznosila SE=1,69 cm (R=0,568; R<sup>2</sup>=0,322; F<sub>5,43</sub>=4,093; P=0,0040) uz umjerenu varijabilnost (raspršenje rezultata), a uz slijedeću regresijsku jednadžbu: **u-i-is = dob x 0,2033 + tjelesna masa (kg) x 0,6445 + tjelesna visina (cm) x -0,5692 + BMI x -2,2802 + opseg struka (cm) x -0,0911 + 101,9408** (Slika 4.8) Modeli za predviđanje lokalizacije pupka, bazirani na drugim izmjerenim udaljenostima, imali su veću standardnu pogrešku predviđanja, SE od 1,8 do 1,99 cm (Slika 4.9).



**Slika 4.7.** Mjerenja u mladim zdravim muškaraca sa označenom udaljenosti između pupka i interspinalne linije (linije koja spaja spine ilijake anterior superior (u-i-is)).



**Slika 4.8.** Usporedba izmjerenih udaljenosti između pupka i linije koja spaja prednje gornje trnove ilijačne kosti (u-i-is) i predviđenih izračunatih na temelju jednadžbe  $u-i-is \text{ (cm)} = \text{dob (god)} \times 0,2033 + \text{tjelesna masa (kg)} \times 0,6445 + \text{tjelesna visina (cm)} \times -0,5692 + \text{indeks tjelesne mase (kg/m}^2) \times -2,2802 + \text{opseg struka (cm)} \times -0,0911 + 101,9408$  u mladim muškaraca



**Slika 4.9.** Usporedba izmjerenih i predviđenih udaljenosti između pupka i udaljenosti između pupka i pubične simfize (u-sy), udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka (u-x), omjera udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka i pubične simfize (u-x/sy), udaljenosti između pupka i interhipohondrijalne linije (u-i-hy) te udaljenosti između pupka i interkristalne linije (u-i-ic) u mladim muškarcima

## 5. RASPRAVA

Ova je studija provedena kako bi se utvrdilo da li je moguće sa zadovoljavajućom točnošću predvidjeti lokaciju pupka u odnosu na čvrste anatomske točke oko trbušnog zida, a za potrebe rekonstruktivne te plastične kirurgije. Studija je provedena u mladih zdravih žena i muškaraca te u žena srednje dobi bijele rase kako bi se utvrdio mogući učinak demografskih te općih antropometrijskih karakteristika na lokaciju pupka u odnosu na čvrste anatomske točke oko trbušnog zida. Ova studija rezultirala je utvrđivanjem nekoliko regresijskih jednadžbi za računanje predviđene lokalizacije pupka za žene različite dobi te mlade muškarce iz Republike Hrvatske koji predstavljaju bijelu srednjoeuropsku rasu.

Regresijske jednadžbe bazirane na poveznicama između stvarnih izmjerenih udaljenosti između pupka i specifičnih anatomskih točaka oko trbušne stijenke i antropometrijskih karakteristika pokazuju na temelju statističke analize da antropometrijske mjere uvelike utječu na lokalizaciju pupka na prednjem trbušnom zidu, ali i da se način predviđanja razlikuje značajno kod usporedbe muškaraca i žena. Također je utvrđeno da postoji značajna varijabilnost vezano uz lokalizaciju pupka te da je uobičajene antropometrijske mjere (tjelesna visina i masa, indeks tjelesne mase, opseg struka i bokova te omjer struk/bokovi) imaju ograničenu sposobnost točne predikcije lokacije pupka na prednjem trbušnom zidu (objašnjavaju 20-50% varijabilnosti).

Do sada je, prema našem saznanju, objavljeno svega nekoliko studija koje su se bavile lokalizacijom pupka, npr. istraživanje Onala i suradnika koje se bavilo istraživanjem lokalizacije pupka u novorođenčadi. Spomenuto istraživanje

provedeno je na 187 novorođenčadi i u obzir je uzelo jedino udaljenost između ksifoidnog nastavka i pupka te između pupka i pubične simfize kao parametre. Zaključak studije bio je da je omjer udaljenosti između pubične simfize i pupka i udaljenosti pupka i ksifoidnog nastavka 0.61 (24). Sličnu lokalizaciju, preporučuje i Pallua sa suradnicima u članku o estetski prihvatljivoj umbilikoplastici koju smo citirali ranije u uvodu (12).

Osim spomenutih, u literaturi nalazimo i tri studije koje su se bavile utvrđivanjem točne lokalizacije pupka na temelju matematičkih analiza udaljenosti pupka od čvrstih točaka na abdomenu.

Prvo je 2006. godine objavljena studija Abhyankara i suradnika, pod naslovom: "Anatomska lokalizacija pupka – indijska studija", koja je obuhvatila 75 mladih žena starosti do 30 godina indijske građanske populacije kojima je prosječni indeks tjelesne mase bio  $29.9 \text{ kg/m}^2$  i prosječna visina 154.5 cm. Uvjet je bio da anamnestički nisu imale zahvata na trbušnoj stijenci, da nisu bile trudne, niti rađale. Nakon prikupljenih rezultata mjerenja udaljenosti između ksifoidnog nastavka i pupka, pupka i simfize i između lijeve i desne spine ilijake anterior superior te statističke analize, objavili su da su udaljenost od pupka do ksifoidnog nastavka i udaljenost od pupka do pubične simfize u omjeru 1.6:1. Ista studija za rezultat je dobila i podatak da su udaljenost od pupka do spine ilijake anterior superior i udaljenost između spina u omjeru 0.6:1 te da su udaljenost između pupka i spine ilijake anterior superior i udaljenost između pupka i pubične simfize u omjeru 0.9:1 (9).

Navedeni rezultati indijske studije su kasnije statistički obrađeni od Danille i Bonasica koji su 2007. godine publicirali regresijsku jednadžbu  $X_u = -2.32 + 0.91X_p - 0.07H$ , u kojoj je  $X_u$  - udaljenost između pupka i ksifoidnog

nastavka,  $X_p$  - udaljenost između pupka i pubične simfize i  $H$  – tjelesna visina, primjenjivu za izračunavanje lokalizacije pupka u mladih indijskih djevojaka (23).

2012. godine objavljena je i treća matematička studija o lokalizaciji pupka, ovaj puta od Parnie i suradnika, koji su kao istraživanu skupinu imali mlade iranske djevojke starosti od 20 do 25 godina, prosječne visine 161 cm i prosječnog indeksa tjelesne mase  $21.25 \text{ kg/m}^2$ , a u obzir su uzeli iste anatomske odnose kao Abhyankar u indijskoj studiji, odnosno odnose udaljenosti između pupka i ksifoidnog nastavka, pupka i pubične simfize i udaljenost između spina ilijaka anterior superior. Rezultate su statistički obradili po uzoru na Danillu i kao rezultat dobili vrlo sličnu regresijsku jednadžbu  $X_u = -0.98 + 0.91X_p - 0.07H$ , primjenjivu za izračunavanje lokalizacije pupka u mladih iranskih djevojaka (10).

Nedostatak navedenih studija je istraživani uzorak izoliranih populacija mladih indijskih i iranskih žena, i to specifične subpopulacije mladih zdravih žena do 30 godina života u indijskoj studiji i djevojaka od 20 do 25 godina u iranskoj studiji. Uspoređujući antropometrijske karakteristike istraživanih skupina mladih žena sa skupinom naših mladih zdravih žena, zaključujemo da je skupina naših mladih zdravih žena prosječno nešto viša od skupine iranskih mladih žena i prosječno znatno viša od indijskih mladih žena, a iznosila je 170 cm, također indeks tjelesne mase naših mladih žena je prosječno nešto manji od iranske skupine i znatno manji od indijske skupine mladih žena, a iznosio je  $20.57 \text{ kg/m}^2$ . Na temelju navedenog zaključili smo kako postoji znatna razlika u u građi i osnovnim antropometrijskim karakteristikama između istraživanih skupina i da bi rezultati do sada objavljenih studija bili teško primjenjivi na naše istraživano područje srednjoeurpske populacije.

Naša studija nadogradila je spomenuta načela i korištenjem kvantitativne metode i na dokazima utemeljenom pristupu predvidjela još točniju metodu za predikciju lokalizacije pupka primjenjivu za bijelu srednjoeuropsku populaciju.

Prema našim saznanjima, ovo je prva studija koja je dobila kvantitativni model za određivanje lokalizacije pupka za mlade zdrave muškarce i za žene srednje dobi s višim indeksom tjelesne mase, a koje predstavljaju ciljnu skupinu žena kandidatkinja za estetski zahvat abdominoplastike. Upravo bi ta istraživana skupina žena srednje dobi, trebala imati najveću korist od ovog istraživanja, obzirom da se u toj skupini nalaze najčešće pacijentice koje se podvrgavaju estetskim zahvatima na trbuđnoj stijenci. Nadalje, ovo je prva studija koja bavila ovom problematikom u hrvatskoj i srednjoeuropskoj populaciji.

Naš model pozicionira pupak u srednju medijanu liniju iako se u literaturi može pronaći članak Rohricha i suradnika, pod naslovom: "Nalazi li se pupak stvarno u medijanoj liniji? Kliničke i medikolegalne implikacije", koji su proveli istraživanje na 136 ispitanika i fotografskom analizom utvrdili da se pupak gotovo u 100% ispitanika nalazio izvan medijane linije i da je u više od 50% ispitanika to odstupanje od medijane linije iznosilo više od 2% (25).

Rezultati sa standardnom greškom manjom od 1,40 cm za mlade zdrave žene i manjom od 1,70 cm za mlade zdrave muškarce smatramo prihvatljivima za planiranje umbilikalne pozicije. Istraživanjem smo utvrdili da se s višom dobi, višim indeksom tjelesne mase i većim omjerom struka i bokova, projekcija pupka na trbušnom zidu mijenja. Kada smo pokušali koristiti jednadžbu za izračunavanje lokalizacije pupka izvedenu za mlade zdrave žene za predikciju lokalizacije pupka u istraživanoj skupini žena srednje dobi s višim BMI

(prosječno  $29.40 \text{ kg/m}^2$ ), pojavila se značajna razlika između stvarno izmjerene i matematički predviđene lokalizacije. Stoga smo izveli kombinirani predikcijski model za obje istraživane podskupine žena i dobili prihvatljivu standardnu pogrešku predviđanja od 2,51 cm što je značajno manje od pogreške koja se pojavila u zasebnom modelu za skupinu žena srednje dobi, a koja je prema najboljem prediktivnom modelu iznosila 3,17 cm.

Prema našem istraživanju, prirodna raznolikost u antropometrijskim mjerama između žena i muškaraca onemogućuje korištenje jedinstvenog matematičkog modela za predikciju lokalizacije pupka u oba spola zbog prevelike pogreške predviđanja pa kao zaključak ovog istraživanja preporučujemo dva različita predikcijska modela kao najtočniju matematičku metodu za predviđanje lokalizacije pupka. Navedena razlika može proizaći i iz činjenice da možda nismo mjerili antropometrijske karakteristike koje značajno bolje ili uniformnije (bez obzira na spol) određuju lokalizaciju pupka na prednjem trbušnom zidu.

Dokaz valjanosti objavljenih modela te po potrebi razvijanje novih modela za različite podskupine ljudi, značajno će pomoći prvenstveno plastično-rekonstruktivnim kirurzima kod repozicije ili rekonstrukcije pupka u estetskim i rekonstrukcijskim zahvatima te abdominalnim i općim kirurzima uključenim u liječenje rekonstrukcija prednjeg trbušnog zida nakon traume, popravaka ventralnih ili umbilikalnih hernija te stanja nakon dehiscence incizija nakon medijane laparotomije.

Navedeno bi istraživanje valjalo proširiti na širu populaciju vezano uz veći broj dobnih skupina, šireg raspona tjelesne mase, različitih konstitucijskih tipova, te svakako veći uzorak populacije. Također bi bilo valjalo uključiti



mjerenje dopunskih antropometrijskih varijabli (sjedeća visina, kožni nabori, postotak tjelesne masti, bezmasna masa tijela).

Time bi se vjerojatno dobio točniji model za lokalizaciju pupka jer bi se npr. mjerenjem sjedeće visine umjesto stajaće visine eliminirao utjecaj duljine donjih udova na rezultat modela jer duljine udova nije povezana sa položajem pupka na prednjem trbušnom zidu.

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovi naše regresijske analize, možemo zaključiti da je za hrvatske žene, udaljenost između pupka i linije koja spaja oba prednja hipohondrija, najpouzdanija za određivanje lokalizacije pupka na način kako je korištena u našoj regresijskoj jednadžbi koja glasi:  **$u-i-hy \text{ (cm)} = \text{tjelesna masa (kg)} \times 0,5799 + \text{tjelesna visina (cm)} \times -0,5051 + \text{indeks tjelesne mase (kg/m}^2) \times -1,8230 + \text{omjer struk/bokovi} \times -10,6364 + 89,6411$**  .

Za muškarce, za najpouzdaniju, pokazala se udaljenost između pupka i linije koja spaja obje spine ilijake anterior superior, a jednadžba glasi:  **$u-i-is = \text{dob} \times 0,2033 + \text{tjelesna masa (kg)} \times 0,6445 + \text{tjelesna visina (cm)} \times -0,5692 + \text{BMI} \times -2,2802 + \text{opseg struka (cm)} \times -0,0911 + 101,9408$** .

Spomenute jednadžbe mogu biti upotrijebljene u predviđanju lokalizacije pupka sa pogreškom predviđanja manjom od 2,51 cm za sve istraživane podskupine žena i manjom od 1,70 cm za mlade zdrave muškarce.

Kvantitativni alat može se koristiti i za žene i za muškarce kod planiranja lokalizacije pupka pred operaciju ili intraoperativno kod kirurških postupaka u kojima je predviđeno narušavanje prirodne lokalizacije pupka. Također, navedenu jednadžbu za sve istraživane podskupine žena, preporučujemo koristiti kod pretilih žena svih dobnih skupina, a koje se planiraju podvrgnuti estetskoj abdominoplastici ili rekonstrukciji velike prednje trbušne kile s narušenom anatomskom pozicijom pupka za estetski najprihvatljiviji postoperativni rezultat.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Choudhary, S., and Taams, K. O. Umbilicosculpture: A concept revisited. *Br. J. Plast. Surg.* 1998; 51: 538.
2. Dubou, R., and Ousterhout, D. Placement of the umbilicus in an abdominoplasty. *Plast. Reconstr. Surg.* 1978; 61: 291.
3. Grant, B. *Grant's Method of Anatomy.* Baltimore: Williams & Wilkins, 1965.
4. Dick, E. T. Umbilicoplasty as a treatment for persistent umbilical infection. *Aust. N. Z. J. Surg.* 1970; 39: 380.
5. Craig, S. B., Faller, M. S., and Puckett, C. L. In search of the ideal female umbilicus. *Plast. Reconstr. Surg.* 2000; 105: 389.
6. Rohrich, R. J. Body contouring (overview). *Select. Read. Plast. Surg.* 1995; 7: 1.
7. Thomas M, Dsilva JA, Menon H, Padubidri R. Deciding the Position of Neoumbilicus in Abdominoplasty: A Novel Idea. *AM J Cosme Surg.* 2007; 24:181.
8. Williams AM, Platt AJ. Relocating the umbilicus in abdominal surgery. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 117:252-8.
9. Abhyankar, SV. Anatomical localization of the umbilicus: an Indian study. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 117(4):1153-7.
10. Parnia, R. Determining anatomical position of the umbilicus in Iranian girls, and providing quantitative indices and formula to determine neoumbilicus during abdominoplasty. *Indian J Plast. Surg.* 2012; 45(1):94-6.

11. Baroudi, R. Umbilicoplasty. *Clin. Plast. Surg.* 1975; 2: 431.
12. Pallua N, Markowicz MP, Grosse F, Walter S. Aesthetically pleasant umbilicoplasty. *Ann Plast Surg.* 2010; 64(6): 722-5
13. Rosenau DE, A celebration of sex, Chapter 3 – Your Erogenous Zones
14. Du Toit BM, Aging and menopause among Indian South African women, 1990.
15. King R, *Global Goes Local, Popular Culture in Asia*, 2003.
16. Walker N, *Quant Fashions Don't Reveal Everything*, 1969.
17. *New Straits Times*, 1994.
18. Lesavoy MA, Fan K, Guenther DA, Herrera F, Little JW. The inverted-v chevron umbilicoplasty for breast reconstruction and abdominoplasty. *Aesthet Surg J.* 2012 Jan;32(1):110-6.
19. Lim TC, Tan WT. Managing the umbilicus during abdominoplasty. *Plast Reconstr Surg* 1996;98:1113.
20. AA Al-shaham, CABS. Neoumbilicoplasty is a useful adjuvant procedure in abdominoplasty, *Can J Plast Surg.* 2009 Winter; 17(4): e20–e23
21. Fernandes H, Marla NJ, Pailoor K, Kini R, Primary umbilical endometriosis - Diagnosis by fine needle aspiration, *J Cytol.* 2011 Oct-Dec; 28(4): 214–216.
22. Mazzocchi M, Trignano E, Armenti AF, Figus A, Dessy LA. Long-term results of a versatile technique for umbilicoplasty in abdominoplasty. *Aesthetic Plast Surg.* 2011 Aug;35(4):456-62
23. Danilla, S. Anatomical localization of the umbilicus: a statistical analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2007; 119(3):1123-4.

24. Onal E. Where should the normal position of the umbilicus be in the neonate? *Eur J Pediatr Surg.* 2010 Sep;20(5):339-40. doi: 10.1055/s-0030-1255098. Epub 2010 Jul 12.
25. Rohrich, R. J. Is the umbilicus truly midline? Clinical and medico legal implications. *Plast. Reconstr. Surg.* 2003; 112: 259.

## 8. KRATKI SADRŽAJ

### Određivanje anatomske lokalizacije pupka uz pomoć matematičkoga modela

#### Sažetak

**Cilj:** Izgled pupka je od ključnog značaja za ukupni estetski dojam prednje trbušnestijenke i kod muškaraca i žena. Do sada je objavljeno svega nekoliko matematičkih modela za predviđanje lokalizacije pupka. Cilj ove studije bio je razviti matematički model za predviđanje lokalizacije pupka kod mladih muškaraca i žena te kod sredovječnih žena. U nastavku, željeli smo razviti zajednički model upotrebljiv kod oba spola. U našim modelima koristili smo antropometrijske karakteristike poput indeksa tjelesne mase (BMI), opsega struka (WC), opsega bokova (HC), a kako bi nadogradili naše rezultate.

**Metode:** Za ovu studiju uključeno je 98 slučajno odabranih volontera, studenata s Medicinskog fakulteta u Zagrebu i 46 sredovječnih žena, kandidata za abdominoplastiku kao posebna ciljna skupina. Izmjerene su antropometrijske karakteristike i udaljenosti između pupka i specifičnih čvrstih točaka oko trbušne stijenke. Antropometrijske mjere bile su tjelesna masa (BW), tjelesna visina (BH), indeks tjelesne mase (BMI), opsezi struka i bokova (WC, HC) te omjer opsega struka i opsega bokova (WC/HC). Svi prikupljeni podaci bili su statistički obrađeni standardnim metodama.

**Rezultati:** Studija je izvela dvije regresijske jednadžbe kao najtočnije alate za predikciju lokalizacije pupka. Za žene, najtočnija predikcija lokalizacije pupka bila je bazirana na udaljenosti između pupka i linije koja spaja prednje hipohondrije, na temelju koje je izvedena sljedeća jednadžba:  **$u-i-hy = \text{tjelesna masa} \times 0.5799 + \text{tjelesna visina} \times -0.5051 + \text{BMI} \times 1.8230 + \text{omjer opsega struka i bokova} \times -10.6364 + 89.6411$** . Za muškarce, najtočnija predikcija lokalizacije pupka bila je bazirana na udaljenosti između pupka i linije koja spaja spine ilijake anterior superior, na temelju koje je izvedena sljedeća jednadžba:  **$u-i-is = \text{dob} \times 0.2033 + \text{tjelesna masa} \times 0.6445 + \text{tjelesna visina} \times -0.5692 + \text{BMI} \times -2.2802 + \text{opseg struka} \times -0.0911 + 101.9408$** .

**Zaključak:** Zaključujemo da dob ispitanika i antropometrijske karakteristike uvelike istih utječu na lokalizaciju pupka na prednjem trbušnom zidu. Prirodna raznolikost u antropometrijskim mjerama između žena i muškaraca onemogućuje korištenje jedinstvenog matematičkog modela za predikciju lokalizacije pupka u oba spola zbog prevelike pogreške pa preporučujemo dva različita predikcijska modela kao najtočniju matematičku metodu za predviđanje lokalizacije pupka kod muškaraca i žena. Ovaj kvantitativni model preporučujemo kao pouzdanu metodu kod pozicioniranja pupka nakon rekonstruktivnih ili estetskih zahvata kojima je izvorna anatomska lokalizacija pupka kompromitirana.

**Ključne riječi:** pupak, lokalizacija, matematički model.

# Determination of an anatomical localization of umbilicus using mathematical model

## Summary

**Aim:** The umbilicus is an essential esthetic landmark on the abdominal wall in women and men. There are only few models published for predicting exact localization of the umbilicus. The aim of our study was to develop a mathematical model for predicting correct umbilical positioning in a sample of young women and men and in a sample of middle-aged women. In addition, we wanted to develop a predictive model applicable to both sexes. We applied our models with distinct anthropometric characteristics such as body mass index (BMI) and waist circumference (WC)/hip circumference (HC) to further expand our findings.

**Methods:** In this study, 98 Croatian women and men randomly selected from the University of Zagreb and 46 female patients awaiting abdominoplasty procedure at our institution were included. Anthropometric data and measurements between the umbilicus and fixed bony points around the anterior abdomen were collected. The data collected were body weight (BW), body height (BH), BMI, WC and HC, and waist-hip ratios. All collected data were subjected to standard statistical analyses.



**Results:** This study developed 2 different regressive equations for the most accurate prediction of exact umbilical localization. In women, the best prediction of the position of the umbilicus was based on the distance from the interanterior hypochondrium line to the umbilicus using the following regressive equation:  $u-i-hy = BM \times 0.5799 + BH \times -0.5051 + BMI \times 1.8230 + WHR \times -10.6364 + 89.6411$ . In men, the best prediction of the position of the umbilicus was based on the distance from the umbilicus to the interspinous line using the following regressive equation:  $u-i-is = age \times 0.2033 + BW \times 0.6445 + BH \times -0.5692 + BMI \times -2.2802 + WC \times -0.0911 + 101.9408$ .

**Conclusion:** We found that age and anthropometric dimensions have a significant influence on the position of the umbilicus on the anterior abdominal wall. The naturally occurring anthropometric variations between women and men made the results of a unique predictive model for umbilical position inaccurate. We found that using 2 distinct predictive models, 1 for both subgroups of women and 1 for men, generated the most accurate predictive results. This quantitative tool should be applied to both women and men for the correct positioning of the umbilicus in reconstructive and esthetic procedures in which the original umbilical location is affected.

**Key Words:** umbilicus, localization, mathematical model

**Mladen Duduković, 2014.**

## 9. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 25. svibnja, 1979. godine u Zagrebu. Završio sam klasičnu osnovnu školu „Izidor Kršnjavi“ te srednju prirodoslovno – matematičku „V. Gimnaziju“. Na medicinskom fakultetu studirao sam od 1997. do 2003. godine. Doktorski studij upisao sam 2009. godine. Završio sam specijalizaciju iz opće kirurgije u prosincu 2011. godine, a sa subspecijalizacijom iz plastično-rekonstruktivne i estetske kirurgije započeo sam u studenom 2012. godine pod mentorstvom prof. dr. sc. Davora Mijatovića. Područje mog užeg interesa su kirurgija dojke te estetska kirurgija pa je i ova doktorska disertacija usko vezana uz estetski zahvat abdominoplastike.

Dio edukacije iz područja rekonstrukcije dojke proveo sam u Americi kao stipendist globalnog programa za borbu protiv raka dojke u sklopu humanitarne zaklade multinacionalne kompanije Avon. Nakon međunarodnog natječaja održanog 2011/2012 godine, kao jedinom kirurgu iz Hrvatske, dodijeljena mi je stipendija u prvoj klasi stipendista "Avon Global Scholars 2012" kao jednom od 24 ukupno izabranih liječnika uključenih u liječenje raka dojke. Za edukaciju u sklopu navedene stipendije izabrao sam Zavod za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju bolnice "Johns Hopkins Hospital" u Baltimoreu, Maryland, USA, inače u periodu od 1989. do 2013. Godine, 23 puta proglašene za najbolju bolnicu u Americi. Nakon stipendije nastavio sam suradnju sa humanitarnom zakladom kompanije Avon redovito sudjelujući u dobrovoljnim aktivnostima za podizanje svijesti o raku dojke na organiziranim skupovima, predavanjima i radionicama.

Osim u Americi, dio edukacije iz rekonstrukcije dojke obavio sam i u Sloveniji, u "Sveučilišnom Bolničkom Centru Ljubljana", sudjelujući na organiziranim tematskim tečajevima i radionicama.

Osim rekonstrukcije dojke, poseban interes nalazim u estetskoj i kozmetičkoj kirurgiji iz područja kojih se kontinuirano educiram na organiziranim tečajevima i radionicama poznatih europskih estetskih klinika.

Kao djelatnik Zavoda za plastičnu kirurgiju imao sam prilike i aktivno biti uključen u organizaciju radionice s međunarodnim sudjelovanjem "Croatian Breast Academy" koja se organizirala pod pokroviteljstvom tvrtke Allergan, jedne od vodećih tvrtki u proizvodnji silikonskih implantata za grudi, hijaluronskih filera za lice i botulinum toksina. Cilj radionice bio je pružiti edukaciju iz rekonstrukcije dojke, estetskog povećanja grudi i neinvazivnih kozmetičkih zahvata na licu, plastičnim kirurzima iz Hrvatske i ostalih zemalja regije.

Sudjelovao sam na velikom broju stranih i domaćih kongresa i simpozija iz područja plastično-rekonstruktivne i estetske kirurgije, aktivno sa usmenim izlaganjima, posterima i kongresnim sažecima te pasivno kao slušač. Također sam aktivno sudjelovao u organizaciji 4. hrvatskog kongresa plastične kirurgije sa međunarodnim sudjelovanjem, održanog 2012. Godine u Zagrebu.

Sudjelovao sam u objavljivanju 6 znanstvenih radova, kao prvi autor ili koautor, objavljenim u časopisima indeksiranim u „Current Contentsu” te u objavljivanju manjeg broja radova u drugdje indeksiranim časopisima.

Od 2013. godine član sam upravnog odbora Društva specijalizanata za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju pri Društvu za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju Republike Hrvatske, a od 2014. godine, obnašam i funkciju tajnika spomenutog Društva.

U slobodno vrijeme bavim se sportom, a od 2010. godine, honorarno radim kao član medicinskog tima hokejaške momčadi "Medveščak Zagreb" koja trenutno igra zapaženu ulogu u KHL-u ("Kontinental Hockey League"), ruskoj hokejaškoj i trenutno najjačoj kontinentalnoj ligi i drugoj najjačoj hokejaškoj ligi na svijetu, odmah iza američke NHL (National Hockey League).