Korištenje trodimenzionalnog skenera za analizu obilježja tijela zdravih ispitanika

Petrović, Boris

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:171:824538

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET
UNIVERSITAS STUDIORUM SPALATENSIS
FACULTAS MEDICA

Repository / Repozitorij:

MEFST Repository

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Boris Petrović

KORIŠTENJE TRODIMENZIONALNOG SKENERA ZA ANALIZU OBILJEŽJA TIJELA ZDRAVIH ISPITANIKA

Diplomski rad

Akademska godina:
2015/2016.

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Ozren Polašek

Split, prosinac 2016.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Boris Petrović

KORIŠTENJE TRODIMENZIONALNOG SKENERA ZA ANALIZU OBILJEŽJA TIJELA ZDRAVIH ISPITANIKA

Diplomski rad

Akademska godina:
2015/2016.

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Ozren Polašek

Split, prosinac 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Antropometrija 2
1.1.1. Uobičajene metode mjerenja 2
1.1.2. Indeks tjelesne mase 3
1.1.3. Indeks tjelesne masti 4
1.2. Oblik tijela i smrtnost 4
1.2.1. Mjere i rizik 6
1.2.2. Somatotip i somatotipizacija 7
1.3. Trodimenzionalni fotonski skener 8
1.3.1. Digitalna pohrana 9
1.3.2. Digitalna rekonstrukcija 10
1.3.3. Prednosti trodimenzionalnog skenera 10
2. CILJ ISTRAŽIVANJA 11
3. MATERIJALI I METODE 13
4. REZULTATI 18
5. RASPRAVA 25
6. ZAKLJUČCI 28
7. POPIS CITIRANE LITERATURE 30
8. SAŽETAK 34
9. SUMMARY 36
10. ŽIVOTOPIS 38

Zahvaljujem se svom mentoru izv.prof.dr.sc. Ozrenu Polašeku, dr.med. na iznimnoj pristupačnosti, strpljenju i nesebičnoj pomoći tijekom izrade ovog diplomskog rada.
Hvala mojoj obitelji što mi je pružila potporu i ljubav tijekom cijelog školovanja.
Hvala ti Matea na podršci, pomoći, savjetima i ljubavi.

1. UVOD

1.1. Antropometrija

Antropometrija je jedna od metoda antropologije čiji je zadatak što točnijim mjerenjem kvantitativno odrediti morfološke osobine čovječjeg tijela.

1.1.1. Uobičajene metode mjerenja

Vaga je naprava za mjerenje tjelesne težine (težina = masa x gravitacijsko ubrzanje), najčešće se koristi medicinska decimalna vaga s kliznim utegom, čija se preciznost kreće u rasponu od ± 250 grama. Prijenosne vage na pero gube preciznost s vremenom pa ih je potrebno često baždariti (1).

Stadiometar je mjerni uređaj koji je fiksiran o zid i njime se određuje tjelesna visina. Pelvimetar je šestar za određivanje poprečnih dimenzija tijela. Sastoji se od dva zaobljena kraka spojena osovinom. Na jedan krak je učvršćena klizna prečka s centimetarskom ljestvicom, raspona do 60 cm. Rezultat mjerenja očitava se na unutarnjem rubu sjecišta klizne prečke i slobodnog kraka pelvimetra te se izražava u centrimetrima, s vrijednošću zaokruženom na jednu decimalu (1). Kefalometar je analogna naprava, namijenjena određivanju manjih raspona (glava) s ljestvicom do 30cm.

Kaliper je prilagođeni šestar za mjerenje debljine kožnih nabora radi procjene potkožnog masnog tkiva. Na vrhovima dvaju zaobljenih krakova, povezanih čeličnim perom, nalaze se pravokutne pločice površine 15x15mm, koje hvataju nabor kože pod zadanim tlakom (10g/mm^2). Raspon ljestvice od 0 do 40 mm baždaren je na razdjeljke od 0.2 do 0.5 mm, ovisno o modelu kalipera. Mjerenja se vrše na nekoliko standariziranih mjesta, poput nabora tricepsa te subskapularnog nabora. Preciznost mjerenja iznosi ± 0.25 mm, a rezultat se izražava u milimetrima na jednu decimalu (1).

Centimetarska traka (vrpca) služi za mjerenja obujma pojedinih dijelova tijela. Najčešće se u tu svrhu rabe plastične krojačke vrpce. Prilikom mjerenja, traka treba čitavom dužinom prilegnuti uz kožu, ali bez stvaranja udubljenja. Ispitanik treba biti u posebnom položaju: stajati na ravnoj podlozi, bez obuće, skupljenih peta, relaksiranih ramena, s rukama ispruženim uz trup i glavom u položaju Frankfurtske ravnine (gornji brid vanjskog zvukovoda i donji brid orbite paralelni s horizontalnom ravninom) (1, 2).

U antropometriji, jednostavnim mjerenjima možemo procijeniti građu tijela. Najčešće korištene mjere su opsezi ekstremiteta i trupa. S njima se može ugrubo procijeniti uhranjenost

osobe (3). Mjerenjem se pokazalo da je opseg struka preko 95 cm u žena i preko 100 cm u muškaraca pokazatelj centripetalne pretilosti (4). S obzirom na to da je ta vrsta debljine povezana s više različitih morbiditeta, postoji preporuka: „Nek' ti struk bude upola visine!". Ovim jednostavnim mjerama, uz ostale, kao što su debljina nabora kože, visina te težina, već se duže vrijeme procjenjuje nutritivni status. Mjerenja su jednostavna, brza, jeftina i neinvanzivna te su zbog tih razloga u širokoj upotrebi u kliničkoj praksi, kao i brojnim istraživanjima (3).

1.1.2. Indeks tjelesne mase

Antropometrija već stoljećima omogućava procjenu nutricijskog statusa i rasta. Queteletov index je nazvan po Belgijskom znanstveniku Lambertu Adolphe Jacques Quételetu (1796.-1874.) koji je u 19. stoljeću opisao da je tjelesna težina proporcionalna s kvadriranom visinom u odraslih s normalnom tjelesnom konstitucijom (5).

$$BMI = \frac{m}{h^2}$$

Ancel Keys je naziv Queteletov index preimenovao u indeks tjelesne mase (engl. *body mass index,* BMI) te je on grubi prikaz volumena ljudskog tijela (6). Računa se dijeljenjem tjelesne mase kvadratom tjelesne visine. Idealne tjelesne mase smatraju se ispitanici s BMI između 20 i 24 kg/m^2. BMI između 25 i 30 kg/m^2 smatra se preuhranjenošću, preko 30 kg/m^2 pretilošću (1), a ≥40 morbidnom pretilošću (7). BMI manji od 20 kg/m^2 nazivamo pothranjenošću, a ispod 18,5 kg/m^2 energetskom deficijencijom (1). Nedostatak BMI-a je u tome što ne prikazuje distribuciju težine, kao ni građu osobe (3). BMI-om ne možemo procjeniti količinu masnog naspram mišićnom tkivu (5). Primjerice, otprilike 50% muških ispitanika s vrijednosti BMI-a od 25 kg/m^2 ima količinu masnog tkiva od 25±2% ukupne tjelesne težine, a ostalih 50% ispitanika ima ili manju ili veću vrijednost od 25%. U žena BMI od 25 kg/m^2 označava u 60% ispitanica 30-35% masnog tkiva (8). Još veću nepreciznost pokazuje BMI u osoba koje se bave dizanjem utega, čiji BMI se kreće u širokom rasponu od 19,5kg/m^2 do 39,1kg/m^2, a oni imaju niske i vrlo niske udjele masnog tkiva u tjelesnoj težini (9).

1.1.3. Indeks tjelesne masti

S obzirom na to što je poznato da je BMI mjera ograničene preciznosti te ima različite vrijednost masnog tkiva za muškarce i žene, pokušala se pronaći alternativna mjera koja bi bila jednako ili slično jednostavna za računanje, a da je pri tome i preciznija od BMI. Dok je denzitometrija (engl. *dual-energy x-ray absorptiometry,* DXA) najpreciznija metoda i zlatni standard za kvantificiranje tjelesnog masnog tkiva, a CT i MR najbolji u opisivanju distribucije masnog tkiva, skupi su te zahtijevaju previše vremena da bi se mogli rutinski koristiti u kliničkom okruženju (10). S druge strane, metode impendacije i mjerenje debljine nabora kože su poprilično neprecizne i nepouzdane (11, 12).

Indeks tjelesne masti (engl. *body adiposity index,* BAI) se sastoji od dvije sastavnice koje imaju visoku povezanost s količinom masnog tkiva. To su opseg bokova (r=0,60) te visina (r=-0,52). Formula BAI je slična BMI, pa je na početku u nazivniku formule opseg bokova izražen u centimetrima, a u brojniku umnožak visine s korijenom visine izraženim u metrima. Daljnjim razvojem pronađena je korelacija između udjela masnog tkiva i BAI od r=0,79. Za procjenu udjela masnog tkiva, BAI možemo uvrstiti u jednostavnu formulu gdje je indeks masnog tkiva jednak opsegu bokova podijeljenim umnoškom visine i njenog korijena te umanjenim za 18. Dobiveni broj je udio masti u tijelu izražen u postotku (10).

$$BAI = \frac{kuk}{visina\sqrt{visina}} - 18$$

Za razliku od BMI, BAI prikazuje udio masnog tkiva u muškaraca i žena bez potrebe za statističkom korekcijom. Za izračun BAI-a nije potrebna tjelesna težina pa ga je moguće koristiti i u područjima s pristupom samo najosnovnijoj opremi (10).

1.2. Oblik tijela i smrtnost

Oblik tijela povezan je sa zdravljem, a time s bolesti i sa smrtnim ishodima, a najveći broj rezultata ovakvih istraživanja dolazi iz istraživanja metaboličkog sindroma. Metabolički sindrom javlja se u osoba s androidnim oblikom pretilosti, a karakterizira ga povećan rizik nastanka srčano-žilnih bolesti uz povišen krvni tlak, povišenu razinu šećera u krvi (uz inzulinsku rezistenciju) i poremećaj metabolizma masnoća. Zahvaća između 20 i 30% populacije u srednjoj i starijoj dobi (13). Bolesnici sa središnjim tipom pretilosti imaju povišenu razinu izlučivanja kortizola. Povećan omjer opsega struka i bokova (engl. *waist to*

hip ratio, WHR) povezan je sa smanjenim stvaranjem spolnih hormona, kao što je testosteron u muškaraca te sa sniženim izlučivanjem hormona rasta. Povišene vrijednosti kortizola i inzulina u kombinaciji s niskim vrijednostima hormona rasta mogu dovesti do povišenja razine masnoća. Te hormonske promjene izazivaju jače odlaganje masnog tkiva u području trbuha (visceralno masno tkivo), nego potkožnog masnog tkiva. Stres i opojne droge aktiviraju hipotalamičko - pituitarno - adrenalnu osovinu koja izaziva promjene povezane s pretilošću (13). Glavni poremećaji u metaboličkom sindromu su inzulinska rezistencija i kompenzatorna hiperinzulinemija, a ta kombinacija razlikuje metabolički sindrom od šećerne bolesti tipa 2. Što je veći stupanj inzulinske rezistencije, to je viša razina glukoze u krvi. Kako se izlučivanje inzulina smanjuje, dolazi do rasta koncentracije slobodnih masnih kiselina u plazmi. Metabolički sindrom obilježava i dislipidemija pod kojom se podrazumijeva hipertrigliceridemija, ali i snižene vrijednosti zaštitnih lipoproteina visoke gustoće (engl. *high density lipoprotein*-HDL). U nekim slučajevima povećane su količine lipoproteina niske gustoće (engl. *low density lipoprotein*-LDL) uz koje dolazi i do povišenja inzulina koji potiče stvaranje krvožilnih naslaga te povisuje sintezu kolesterola i lipida koji dodatno povećavaju rizik za kardiovaskularne događaje (13).

Pretilost je povećano ili pretjerano nakupljanje masnog tkiva, što šteti zdravlju (5). Svjetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organization, WHO*), Državna organizacija za zdravlje (engl. *National Institutes of Health, NIH*) te endokrinološke organizacije u SAD-a došle su do dogovora te su opisale pretilost viškom masnog tkiva, točnije masno tkivo u postotku većem od 20-25% ukupne tjelesne mase u muškaraca te 30-35% u žena (14, 15). Pretilost povećava rizik za razna oboljenja kao što su šećerna bolest tip 2, metabolički sindrom, povišen krvni tlak, poremećaj metabolizma masnoća, opstrukcijska apneja, od kojih većina nabrojanih znatno povećava rizik za nastanak srčano-žilnih bolesti. Pretpostavlja se da je trenutno 2,3 milijarde pretilih odraslih i 700 milijuna pretile djece u svijetu (5).

1.2.1. Mjere i rizik

Dosada smo se oslanjali na BMI kako bismo procijenili kliničku sliku pretilosti, ali nova istraživanja su pokazala da je oblik tijela bolje povezan s kliničkim rizikom (3). Tako je u jednom istraživanju prikazano da u pacijenata koji imaju relativno niske vrijednosti BMI uz širok opseg struka imaju veći rizik za infarkt miokarda nego pacijenti s visokim BMI ali užim opsegom struka (16). U drugom istraživanju je ukazano na to da je omjer visina-struk više povezan s hipertenzijom, dijabetesom i dislipidemijom od BMI-a u žena i muškaraca (17). Nedavno je otkriveno da periferno odloženo masno tkivo na području gluteusa i natkoljenice ima zaštitni učinak protiv različitih oboljenja. Tako je bedreni opseg izravno povezan sa smanjenim rizikom od hipertenzije, dislipidemije i dijabetesa tipa 2 (18). Otkriveno je kako su različiti opsezi tijela povezani s perifernim ili unutrašnjim masnim tkivom, ili skeletnim mišićnim tkivom. Tako su opsezi lista i nadlaktice najbolji pokazatelji mišićne mase, opseg struka visceralnog, a opseg struka i bokova unutrašnjeg masnog tkiva (3). U procjeni srčanožilnog rizika prediktivna vrijednost omjera opsega struka i bokova, WHR ima tri puta veću prediktivnu vrijednost od BMI. U muškaraca bi on trebao biti oko 0,9, a u žena oko 0,7. Vrijednosti WHR $\geq$ 0,95 za muškarce te $\geq$ 0,85 za žene ukazuju na povećan rizik od oboljenja od bolesti srca i krvnih žila. Veći opseg bokova smanjuje WHR, a i sam po sebi ima stanoviti zaštitni učinak što ukazuje na to da je androidni tip pretilosti znatno opasniji od ginoidnog. Opseg struka $\geq$94 cm u muškaraca te $\geq$80 cm za žene ukazuje na povećan rizik metaboličkog sindroma. Nerijetko opseg struka premašuje 100 cm te se u ovih pacijenata preporuča hitno mijenjanje životnog stila uz razumnu tjelesnu aktivnost. Potrebno je barem dvaput, a optimalno triput tjedno najmanje pola sata, idealno 45 minuta, neprekidne tjelesne aktivnosti, što uključuje trčanje, hodanje, plivanje, skijanje ili vožnju bicikla (1, 13).

Opseg struka je također povezan s povećanim razinama triglicerida i nižim koncentracijama HDL tipa kolesterola. Opseg struka ima veću korelaciju s varijablama lipida od BMI-a, opsega bokova te omjera opsega struk/bokovi (5). Opseg bokova je povezan s boljim lipidnim profilom, pogotovo u žena te ima zaštitni učinak protiv kardiovaskularnih bolesti (18). Kohortna studija iz 2002. godine koja je istraživala je li mortalitet, uzrokovan svim mogućim povezanim uzrocima, više ovisan o udjelima masnog/mišićnog tkiva tijela ili samo BMI-a i tjelesne težine, pokazala da je masno tkivo pozitivno povezano s povećanim mortalitetom, dok je mišićni udio tjelesne težine negativno povezan s mortalitetom (19). Zbog toga bi se procjena udjela masnog tkiva morala provoditi na temelju preciznijih metoda, poput MR, CT i DXA (5).

1.2.2. Somatotip i somatotipizacija

Herbert Sheldon je 1940. godine kategorizirao ljudsku građu sa tri glavne sastavnice. To su endomorfna, mezomorfna i ektomorfna sastavnica. Endomorfnu sastavnicu obilježava povećana količina masnog tkiva, koju opisuju obli obrisi tijela te prevladavanje visceralne masti, mezomorfa mišićno-skeletna razvijenost, a ektomorfa izduženost i vitkost. Ektomorfna komponenta daje informacije o elongaciji segmenata tijela te odnos površine tijela i količine živčanog tkiva u odnosu na cjelokupnu masu (20). Svakoj osobi se može izračunati omjer spomenutih tipova što nazivamo somatotipom. Somatotip se opisuje s tri brojke kao što je, na primjer, 4-7-3. U ovom zapisu prva brojka označava endomorfnu, druga mezomorfnu, a treća ektomorfnu komponentu (2).

Somatotipizacija je jedna od najčešće upotrebljivanih metoda za procjenu tjelesne građe u sportu. Udjelom mezomorfne komponente moguće je procijeniti fizičku spremnost sportaša. Nogometni amateri imaju više izraženu endomorfnu komponentu od profesionalaca što se može objasniti time da oni napornim treninzima razvijaju veću mišićnu masu, a masno tkivo im je svedeno na minimum pridržavanjem rigoroznijim dijetama (21). Sportaši kojima je potrebna veća izdržljivost imaju više izraženu endomorfnu komponetnu s obzirom na to da su im potrebne veće zalihe energije (masno tkivo) (22).

Da bi se odredio somatotip potrebno je precizno izmjeriti deset različitih antropometrijskih dimenzija. Prva dimenzija je visina. Ona se mjeri ispitaniku koji stoji uspravno i dodiruje ravnu plohu u tri točke (peta-stražnjica-leđa) s glavom u Frankfurtskoj ravnini. Ispitanik bi se trebao istegnuti prema gore te zadržati duboki udah (2). Druga dimenzija je tjelesna masa. Ispitanika treba mjeriti bez odjeće ili s vrlo malo odjeće (kojoj se kasnije zasebno mjeri masa kako bi se oduzela od ukupne mase te time dobivamo masu samog tijela). Sljedeće četiri mjere su debljine nabora kože. Primjenom kalipera mjerimo je na području tricepsa (ruka visi u anatomskoj poziciji, mjeri se na pola puta između akromiona i olekranona), subskapularno (na donjem rubu skapule lateralno), supraspinalno (približno 5-7 cm iznad spine iliake anterior superior), nabor mišića lista (s medijalne strane na mjestu najvećeg opsega) (2). Nakon toga mjerimo biepikondilarnu širinu humerusa te femura (potreban je jak pritisak kako bi se komprimiralo subkutano tkivo). Zadnje dvije mjere su opseg nadlaktice (na mjestu najvećeg opsega kada je ruka u fleksiji te su mišići napeti) te opseg lista (na mjestu najvećeg opsega kada ispitanik stoji na minimalno razmaknutim nogama).

U svim mjerenjima, u slučaju da je jedna strana većih dimenzija od druge, bira se ona veća (najčešće je to desna strana). Potrebno je puno iskustva da bi ispitivač izmjerio pouzdane podatke samo jednim mjerenjem, stoga su često potrebna i do tri uzastopna mjerenja, uz izračun vrijednosti medijana mjerenja (2). Mjerenje subkutanog tkiva kaliperom moguće je zamijeniti kompleksnim algoritmima koji pouzdano procjenjuju količinu masnog tkiva (3).

1.3. Trodimenzionalni fotonski skener

S tehnološkim napretkom, uz mjerenje kaliperima i krojačkom trakom, pojavile su se i nove, preciznije, ali i mnogo skuplje metode za antropometriju. MR i CT mogu detaljno pokazati distribuciju i količinu masnog tkiva te ga odjeliti od mišićnog. Na žalost cijena, nepristupačnost, vrijeme pregleda te potreba za visoko školovanim kadrom, a u slučaju CT-a i zračenje, spriječavaju da moderne digitalne tehnologije ne preuzmu primat u antropometrijskim mjerenjima. Uz CT i MR pojavila se i nova, fotonska tehnologija. Ona, iako relativno jeftina, daje pregršt informacija i mjera koje nisu moguće konvencionalnim metodama. Uz navedene prednosti, također je i manje invazivna i brža od konvencionalnih metoda (3).

Tomografija i trodimenzionalno prikazivanje tijela uz pomoć svjetla pojavile su se paralelno i neovisno u isto vrijeme u različitim medicinskim istraživanjima. Na početku, zbog zahtjevnih matematičkih izračuna te skupe fotografske i tehnološke opreme, cijena je bila vrlo visoka. S vremenom pojavila se mogućnost projekcije pruga svijetla na tijelo što je omogućilo jednostavnije prikazivanje obrisa tijela sprijeda i straga (23). Korištenjem ove tehnologije razvio se moderni uređaj koji se sastoji od više fotouređaja smještenih u krug oko objekta snimanja (3).

U fotonske skenere zadnjih 20 godina najviše ulažu tekstilne industrije za svoje potrebe. S brzim razvojem fotonske tehnologije te modeliranja primjenom računala, uvelike se unaprijedila trodimenzionalna rekonstrukcija površine tijela. Trenutno sve fotonske tehnike uključuju projekciju svjetla na tijelo koje potom snimamo fotografskim aparatima i kamerama te na kraju, primjenom matematičkih algoritama i triangulacijom, dolazimo do virtualne rekonstrukcije snimanog objekta (3). Trenutno postoje tri kategorije snimanja. Prva je već spomenuta fotogrametrija gdje projiciramo vidljivo svjetlo na tijelo te potom fotografskim aparatom snimimo svjetlosne trake koje su se iskrivile u dodiru s tijelom. Druga

koristi bezopasni nevidljivi laser za projekciju točaka i linija na tijelo te primjenom kamere i kompliciranih triangulacijskih algoritama dolazi do rekonstrukcije objekta. Treća kategorija se koristi radiovalovima. Obzirom na to da je uz pomoć linearnog niza radiovalova moguće skenirati tijelo kroz odjeću, postoje problemi očuvanja privatnosti. Ovi uređaji nisu komercijalno dostupni.

Skeneri tijela bi se u budućnosti vjerojatno mogli podijeliti na dvije grane, skupe uređaje visoke preciznosti za potrebe kliničkih istraživanja te jeftine i brze za potrebe epidemiologije. Trenutno dostupni uređaji zahtjevaju specijaliziranu prostoriju (3). Ona se sastoji od centralnog postolja gdje stoji pacijent okružen nizom kamera ili senzora za svjetlo. Pacijent mora biti odjeven u usko pripijeno donje rublje te mirno stajati par sekundi u standardnom položaju. Potrebna je i svlačionica za pacijente kako bi se održala privatnost pacijenta te prostorija u kojoj će se nalaziti računalo koje će obaviti potrebne izračune te prikazati sliku na monitoru uživo. Prostoriju nije teško instalirati, ali je, nažalost, nepokretna i nije je lako premjestiti. U zadnje vrijeme istražuju se nove mobilne jedinice za epidemiološka istraživanja. Iako se ovom tehnologijom može ekstrapolirati i rekonstruirati poprilično detaljna i vjerodostojna virtualna kopija tijela, ona nije uvijek potrebna za istraživanja te se mogu koristiti samo grubi podatci (mjere) u digitalnom obliku. Na taj način podatci se mogu se upotrijebiti, a da pritom osigura privatnost ispitanika (3).

1.3.1. Digitalna pohrana

Pohranjivanje podataka u digitalnom obliku jedna je od bitnijih mogućnosti trodimenzionalnog skeniranja. Omogućava brzo spremanje, obrađivanje i prikupljanje informacija te njihovo slanje drugim lokacijama u elektronskom obliku. Svako snimanje daje pregršt podataka poput mjera raznih udaljenosti, opsega, površina i topografije. U budućnosti će se svi ti podatci moći obraditi sve novijim algoritmima te time dobiti nove, prije nedostupne, informacije i saznanja (3). Danas se uzastopne snimke neke osobe mogu međusobno usporediti te time možemo lako prikazati koja područja tijela su se smanjila ili povećala. Još jedna prednost pohrane u digitalnom obliku je ta što se može usporediti ili integrirati s drugim uređajima s digitalnom pohranom kao što su MR i DXA. Automatizacija procesa onemogućava faktor ljudske pogreške koji se često događa manualnim mjerenjem klasičnim metodama. U slučaju potrebe za nekim specifičnim mjerenjem može se ručno pomaknuti pokretni marker na ekranu (3).

1.3.2. Digitalna rekonstrukcija

Fotonska tehnologija u osnovi daje podatke u obliku oblaka točaka. Oblak točaka je mnoštvo informacija razmještenih u trodimenzionalnom prostoru. Uz pomoć računalnih algoritama te točke se spajaju i tako dobivamo površinsku topografiju. Softver također i čisti sve artefakte koji se mogu pojaviti od neželjenih refleksija same prostorije. Postoje neki sustavi koji samostalno pronalaze anatomske orjentire poput opsega struka. Poslije pronalaska orijentira mogu se ručno e-krojačkom trakom izmjeriti potrebne mjere. Nepreciznosti u mjerenju mogu se pojaviti zbog grešaka u algoritmu ili zbog toga što pacijenti nisu nepomični ili imaju različito držanje (posturu) za vrijeme skeniranja (3). Fotonsko mjerenje također omogućava vizualizaciju dijelova i presjeka tijela. Modernim uređajima može se prikazati topografija tijela iz svih kutova i ravnina te se tako omogućava mjerenje osobina i dimenzija odabranih djelova. Promjene u mjerama u dva različita mjerenja iste osobe mogu se obilježiti bojom te se tako vrlo jasno vizualizira razlika. Na sličan način mogu se superponirati različite osobe te na taj način vizualizirati populacijske razlike (3).

1.3.3. Prednosti trodimenzionalnog skenera

Trodimenzionalni skener je možda i najprikladnija metoda za mjerenje djece skoro svake dobi s obzirom na to da je metoda snimanja brza i neinvanzivna. Za nadodati je da su se dosad za istraživanja koristile samo jednodimenzionalne mjere (kao što je opseg struka) dok se dvodimenzionalne mjere (presjeci, te preko njih i volumeni) te informacije trodimenzionalne topografije tijela još uvijek nisu adekvatno iskoristile. Mjere unutrašnje distribucije masnog tkiva uzete trodimenzionalnim skenerom ukazuju na rizike skoro jednako precizno kao i MR ili DXA (3). Moguće su primjene u kraniofacijalnoj kirurgiji, konstrukciji protetika te probiru skolioze i pretilosti (3). Mane korištenja skenera su potreba za skidanjem u donje rublje i održavanje mirnog stava tijela tijekom snimanja.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj je istraživanja bio provesti analizu trodimenzionalnih rezultata mjerenja zdravih ispitanika s otoka Korčule. Nadalje, usporedili su se izmjereni podaci u muškaraca i žena, lijeve i desne strane tijela te analizirani međusobni odnosi svih izmjerenih varijabli.

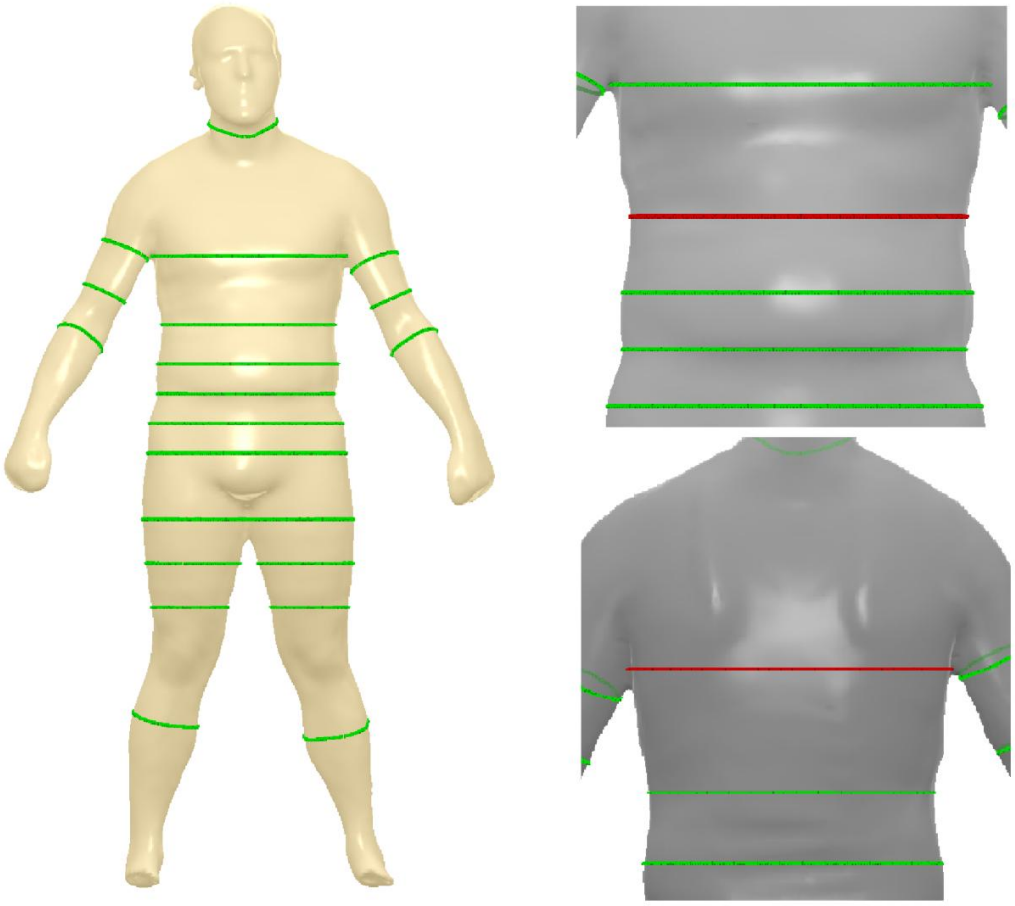
Hipoteze istraživanja:

- muškarci imaju veće tjelesne mjere i manji udio masnog tkiva nego žene
- postoje razlike u tjelesnim mjerama u žena prije i poslije trudnoće
- postoji povezanost tjelesnih mjera s hipertenzijom
- postoji povezanost tjelesnih mjera s hiperlipidemijom

3. MATERIJALI I METODE

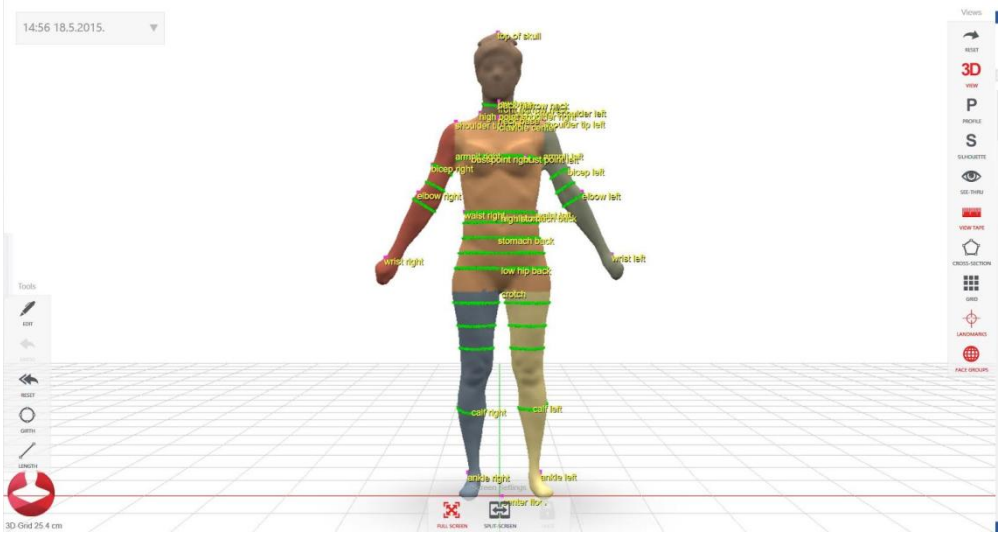
Ovim istraživanjem obuhvaćeni su podatci od 161 ispitanika s otoka Korčule, s prebivalištem u Veloj Luci, a koji su u opsežnije istraživanje uključeni tijekom 2014 i 2015. godine. Istraživanje i diplomski rad provedeni su u sklopu projekta 10.001 Dalmatinac, projekta Hrvatske zaklade za znanost broj 8875. Svi ispitanici su potpisali informirani pristanak, koji je odobrilo Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu.

Za mjerenje je korišten uređaj Styku MyBodee, koji se sastoji od Microsoft Kinetics senzora na stalku, uparenog s rotirajućom drvenom platformom. Mjerenje se provodi u uvjetima bez izražene refleksije svjetla, koja može dovesti do pogreške u mjerenju. Tijekom snimanja potrebno je osigurati da ne postoji izravan izvor svjetla, koji bi također mogao uzrokovati pogrešku. Mjerenje traje oko 20 sekundi, a za to vrijeme ispitanik treba stajati na rotirajućoj platformi, kako bi skener mogao provesti trodimenzionalno mjerenje svih strana tijela. Zbog pouzdanijeg mjerenja, ispitanici su mjereni tri puta i za svaku mjeru je korišten prosjek tri mjerenja. Ispitanici su bili u donjem rublju, koje nije bilo udaljeno od površine tijela, kako bi se čim bolje odrazio oblik tijela (Slika 1).

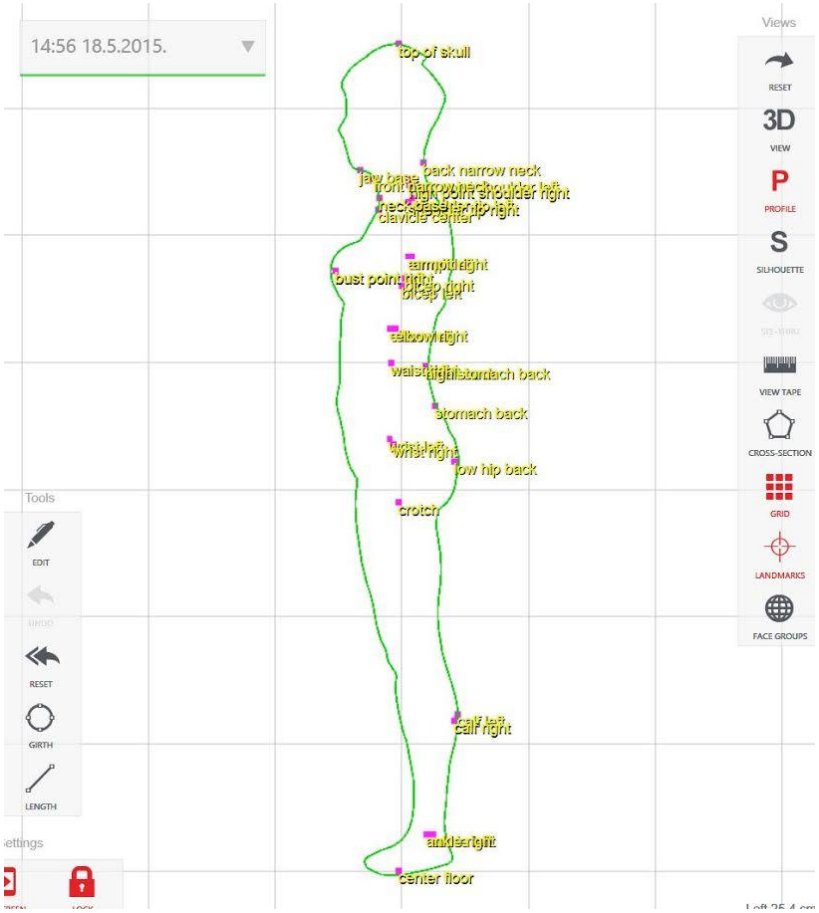


Slika 1. Prikaz mjerenja ispitanika i odabranih presjeka

Softverska rekonstrukcija mjerenja u tri dimenzije proizvela je dodatne mjere (Slika 2), i mogućnost određivanja obrisa tijela (Slika 3).



Slika 2. Prikaz trodimenzionalne rekonstrukcije ispitanice i odabranih mjera



Slika 3. Prikaz lateralnog obrisa tijela ispitanice s odabranim točkama iz mjerenja

Analizirano je 28 mjera, koje su spadale u izvedene mjere i izravne mjere (Tablica 1). Dok su izravne mjere u skladu s imenom bile mjerene, izvedene su se sastojale od nekoliko mjerenja iz kojih je računalno, unutar samog uređaja, izračunata izražena mjera (Tablica 1).

Tablica 1. Prikaz izvedenih i izravnih mjera korištenih u analizi podataka

Korištene varijable
Izvedene mjere
Procjena udjela masnog tkiva (formula US Navy); *očitano iz uređaja*
Procjena udjela masnog tkiva (formula Covert/Bailey) ; *očitano iz uređaja*
Procjena udjela masnog tkiva (formula YMCA) ; *očitano iz uređaja*
Procjena udjela masnog tkiva (formula Mod-YMCA) ; *očitano iz uređaja*
Procjena udjela masnog tkiva (formula BMI); *očitano iz uređaja*
Indeks tjelesne mase (BMI) ; *očitano iz uređaja*
Izravne mjere
Waist-Hip Ratio (WHO)
Biceps (niže lijevo)
Biceps (više lijevo)
Biceps (niže desno)
Biceps (više desno)
Poktoljenica, lijevo
Poktoljenica, desno
Opseg prsa
Podlaktica, lijevo
Podlaktica, desno
Kuk, više mjerenje
Kuk, niže mjerenje
Promjer struka
Širina vrata
Najuži opseg struka
Natkoljenica, lijevo niže
Natkoljenica, sredina
Natkoljenica, lijevo više
Natkoljenica, desno niže
Natkoljenica, desno sredina
Natkoljenica, desno više
Opseg struka, gornje mjerenje

Analiza laboratorijskih nalaza obavljena je u poliklinici Breyer za medicinsku kemiju i biokemiju te su se za granične vrijednosti dislipidemije koristili njihovi referetni intervali (za kolesterol 3.9-5.0 mmol/L, HDL kolesterol 1.0-5.0 mmol/L, LDL kolesterol 0.0-3.0 mmol/L, VLDL kolesterol 0.1-0.5 mmol/L te trigliceride <1.7 mmol/L). Ukoliko je iti jedan od analiziranih laboratorijskih parametara bio izvan referentnog intervala, smatrali smo da se radi o dislipidemiji.

Statistička analiza provedena je primjenom t-testa (numeričke varijable), hi-kvadrat testa (kategorijske varijable), a analiza odnosa numeričkih varijabli provedena je korelacijskim testovima, primjenom Pearsonovog testa. Analiza je provedena korištenjem softverskog paketa SPSS verzija 20 (IBM SPSS, Amrok, SAD). Razina statističke značajnosti postavljena je na $p<0.05$.

4. REZULTATI

Ovim istraživanjem obuhvaćeni su podatci 161 zdravog ispitanika (74 muškarca i 87 žena). Ispitanici su u prvoj liniji analize bili podijeljeni prema spolu (Tablica 2). Rezultati su ukazali na veći dio masnog tkiva u žena, veći indeks tjelesne mase u muškaraca te veći opseg bicepsa u muškaraca, uz izostanak značajnih razlika u većini drugih mjera (Tablica 2). Pri tome je potrebno napomenuti da su muškarci u pravilu imali veće mjere od žena, no opseg varijabilnosti i mala veličina uzorka onemogućili su postizanje statističke značajnosti za druge mjere.

Tablica 2. Usporedba mjerenih varijabli među spolovima

Varijabla (prosjek ± standardna devijacija)	Muškarci (n=74)	Žene (n=87)	P
Procjena udjela masnog tkiva (US Navy)	21,41±6,92	30,06±8,04	<0,001
Procjena udjela masnog tkiva (Covert/Bailey)	20,25±4,87	25,46±4,18	<0,001
Procjena udjela masnog tkiva (YMCA)	21,14±10,85	27,70±10,67	0,002
Procjena udjela masnog tkiva (Mod-YMCA)	23,28±10,67	23,67±12,76	0,805
Procjena udjela masnog tkiva (BMI)	25,35±6,25	32,85±8,30	<0,001
Indeks tjelesne mase (BMI)	26,58±3,58	25,23±4,46	0,037
Waist-Hip Ratio (WHO)	0,89±0,08	0,86±0,11	0,070
Biceps (niže lijevo); cm	27,51±7,51	25,14±3,91	0,057
Biceps (više lijevo); cm	28,76±5,38	27,27±6,78	0,261
Biceps (niže desno); cm	27,01±3,11	24,93±4,16	0,012
Biceps (više desno); cm	31,90±7,76	29,73±11,57	0,328
Poktoljenica, lijevo; cm	55,64±29,09	52,22±27,00	0,443
Poktoljenica, desno; cm	57,29±29,77	53,01±27,55	0,346
Opseg prsa; cm	74,42±32,88	75,09±28,32	0,893
Podlaktica, lijevo; cm	21,11±17,58	20,08±12,24	0,696
Podlaktica, desno; cm	21,97±14,35	18,87±14,75	0,226
Kuk, više mjerenje; cm	97,86±18,36	94,97±15,13	0,278
Kuk, niže mjerenje; cm	97,61±13,90	95,74±17,00	0,517
Promjer struka; cm	92,86±14,71	90,11±15,83	0,328
Širina vrata; cm	34,49±11,46	31,08±12,54	0,114
Najuži opseg struka; cm	73,47±27,02	69,72±22,87	0,361
Natkoljenica, lijevo niže; cm	63,72±27,43	59,37±25,23	0,303
Natkoljenica, sredina; cm	72,19±25,32	67,91±23,53	0,278
Natkoljenica, lijevo više; cm	66,73±13,60	62,97±13,72	0,087
Natkoljenica, desno niže; cm	63,81±28,98	61,24±27,11	0,568
Natkoljenica, desno sredina; cm	71,24±26,02	68,88±23,88	0,556
Natkoljenica, desno više; cm	63,26±16,17	61,48±15,35	0,481
Opseg struka, gornje mjerenje; cm	79,36±23,43	76,53±20,49	0,447

Procjene udjela masnog tkiva izračunate su automatski Styku Mybodee uređajem. Izražene su u postotcima.

Korelacija lijeve i desne strane za mjere koje su mjerene obostrano ukazala je na postojanje velike sličnosti, osim za podlakticu, za koju rezultat nije bio statistički značajan (Tablica 3).

Tablica 3. Korelacijski koeficijenti i njihove značajnosti za usporedbu lijeve i desne strane tijela

Mjera	r	P
Biceps, niže mjerenje	0,89	<0,001
Biceps, više mjerenje	0,70	<0,001
Potkoljenica	0,94	<0,001
Podlaktica	0,15	0,080
Natkoljenica, donji dio	0,95	<0,001
Natkoljenica, sredina	0,93	<0,001
Natkoljenica, gornji dio	0,72	<0,001

r-koeficijent korelacije Pearsonovog testa

Kako za dio mjerenih varijabli nisu ustanovljene značajne razlike među spolovima, daljnja analiza je provedena na cijelom uzorku. Korelacija mjerenih varijabli s dobi pokazala je značajne rezultate za veći broj varijabli (Slika 4).

Korelacijska matrica analiziranih varijabli	Dob	PM (US Navy)	PM (Covert/ Bailey)	PM (YMCA)	PM (Mod-YMCA)	PM (BMI)	BMI	Waist-Hip Ratio (WHO)	Biceps (niže lijevo)	Biceps (više lijevo)	Biceps (niže desno)	Biceps (više desno)	Poktoljenica, lijevo	Poktoljenica, desno	Opseg prsa	Podlaktica, lijevo	Podlaktica, desno	Kuk, više mjerenje	Kuk, niže mjerenje	Opseg struka	Širina vrata	Najuži opseg struka	Natkoljenica, lijevo niže	Natkoljenica, sredina	Natkoljenica, lijevo više	Natkoljenica, D niže	Natkoljenica, D sredina	Natkoljenica, desno više	Opseg struka 2
Dob	1	0,29	0,44	0,25	0,27	0,58	0,49	0,26	0,11	0,09	0,17	0,24	0,14	0,16	0,02	0,00	0,08	0,21	0,18	0,32	0,21	0,29	0,12	0,11	0,18	0,12	0,13	0,20	0,39
PM (US Navy)	0,007	1	0,83	0,88	0,66	0,87	0,61	0,18	0,37	0,44	0,31	0,19	0,06	0,06	0,42	0,22	0,09	0,74	0,66	0,75	0,05	0,40	0,60	0,53	0,50	0,60	0,56	0,53	0,62
PM (Covert/Bailey)	<0,001	<0,001	1	0,79	0,71	0,80	0,45	0,23	0,11	0,16	0,18	0,02	0,11	0,04	0,38	-0,04	-0,20	0,55	0,47	0,61	-0,01	0,36	0,38	0,33	0,29	0,36	0,33	0,29	0,50
PM (YMCA)	0,008	<0,001	<0,001	1	0,86	0,39	0,17	0,45	0,18	0,26	0,18	0,03	0,53	0,54	-0,29	0,32	0,16	0,56	0,50	0,72	0,29	0,64	0,58	0,60	0,53	0,57	0,59	0,56	0,71
PM (Mod-YMCA)	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,25	0,19	0,38	0,11	0,08	0,12	0,03	0,55	0,56	-0,27	0,19	0,00	0,55	0,50	0,66	0,06	0,61	0,58	0,60	0,58	0,58	0,61	0,56	0,63
PM (BMI)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,013	1	0,76	0,21	0,26	0,21	0,21	0,19	0,15	0,17	0,06	0,02	-0,02	0,23	0,23	0,35	0,14	0,22	0,14	0,15	0,21	0,16	0,18	0,26	0,34
BMI	<0,001	<0,001	<0,001	0,072	0,059	<0,001	1	0,32	0,50	0,36	0,46	0,24	0,21	0,23	0,06	0,06	0,03	0,30	0,29	0,43	0,22	0,25	0,22	0,24	0,34	0,21	0,24	0,33	0,36
WHR (WHO)	0,004	0,099	0,038	<0,001	<0,001	0,023	<0,001	1	0,50	0,27	0,45	0,51	0,52	0,47	-0,42	-0,42	-0,44	-0,24	-0,36	0,02	-0,17	0,14	0,42	0,49	0,21	0,47	0,48	0,05	0,21
Biceps (niže lijevo)	0,293	0,001	0,342	0,113	0,344	0,012	<0,001	<0,001	1	0,89	0,81	0,28	0,37	0,44	0,03	0,33	0,00	0,46	0,66	0,67	0,39	0,03	0,40	0,41	0,44	0,47	0,52	0,46	0,10
Biceps (više lijevo)	0,421	<0,001	0,151	0,021	0,500	0,050	0,001	0,014	<0,001	1	0,70	0,23	0,01	0,03	0,34	0,46	0,11	0,28	0,60	0,63	0,21	0,21	0,11	0,16	0,23	0,14	0,22	0,27	0,19
Biceps (niže desno)	0,118	0,004	0,114	0,116	0,296	0,060	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,91	-0,14	-0,13	0,64	-0,13	0,35	0,46	0,61	0,65	0,38	0,79	-0,20	0,00	0,25	-0,23	0,02	0,25	0,70
Biceps (više desno)	0,028	0,101	0,886	0,829	0,814	0,084	0,024	<0,001	0,011	0,042	<0,001	1	0,38	0,37	-0,61	-0,65	0,80	0,09	0,58	0,60	0,59	0,45	0,62	0,51	0,33	0,62	0,52	0,36	0,79
Poktoljenica, lijevo	0,089	0,577	0,309	<0,001	<0,001	0,056	0,008	<0,001	<0,001	0,965	0,203	<0,001	1	0,94	-0,71	-0,52	-0,22	0,17	0,03	0,29	-0,07	0,09	0,95	0,94	0,67	0,91	0,90	0,44	0,14
Poktoljenica, desno	0,046	0,564	0,747	<0,001	<0,001	0,035	0,003	<0,001	<0,001	0,768	0,225	<0,001	<0,001	1	-0,77	-0,40	-0,18	0,23	0,09	0,33	0,11	0,09	0,92	0,89	0,62	0,96	0,96	0,57	0,11
Opseg prsa	0,801	<0,001	<0,001	0,002	0,009	0,485	0,45	<0,001	0,759	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,30	0,07	0,15	0,36	0,16	-0,06	0,42	-0,68	-0,62	-0,34	-0,73	-0,66	-0,28	0,34
Podlaktica, lijevo	0,96	0,043	0,724	0,003	0,092	0,822	0,473	<0,001	0,001	<0,001	0,248	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1	0,15	-0,07	0,88	0,81	0,25	0,24	-0,36	-0,31	-0,07	-0,38	-0,35	-0,13	0,50
Podlaktica, desno	0,371	0,445	0,065	0,155	0,993	0,807	0,765	<0,001	0,993	0,292	0,001	<0,001	0,013	0,039	0,414	0,080	1	0,16	0,80	0,70	0,51	0,35	-0,01	0,02	0,13	-0,10	-0,08	0,12	0,61
Kuk, više mjerenje	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,009	<0,001	0,007	<0,001	0,437	0,032	0,004	0,069	0,416	0,063	1	0,98	0,96	0,20	0,33	0,38	0,42	0,61	0,40	0,46	0,70	0,39
Kuk, niže mjerenje	0,047	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,012	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,721	0,351	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,91	0,44	0,80	0,26	0,32	0,56	0,23	0,30	0,66	0,83
Opseg struka	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,812	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,078	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,40	0,90	0,49	0,55	0,70	0,47	0,53	0,72	0,97
Širina vrata	0,015	0,635	0,938	0,007	0,621	0,107	0,012	0,108	<0,001	0,045	<0,001	<0,001	0,437	0,208	0,495	0,004	<0,001	0,022	<0,001	<0,001	1	0,25	0,08	0,07	0,15	0,19	0,21	0,45	0,26
Najuži opseg struka	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,002	0,137	0,817	0,050	<0,001	<0,001	0,254	0,272	<0,001	0,009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	1	0,11	0,17	0,23	0,09	0,17	0,17	0,96
Natkoljenica, lijevo niže	0,134	<0,001	<0,000	<0,001	<0,001	0,075	0,006	<0,001	<0,001	0,305	0,065	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,901	<0,001	0,004	<0,001	0,380	0,169	1	0,99	0,80	0,95	0,94	0,55	0,21
Natkoljenica, sredina	0,161	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,067	0,003	<0,001	<0,001	0,122	0,995	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,814	<0,001	<0,001	<0,001	0,478	0,038	<0,001	1	0,83	0,92	0,93	0,55	0,28
Natkoljenica, lijevo više	0,023	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	0,019	<0,001	0,027	0,022	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,414	0,146	<0,001	<0,001	<0,001	0,099	0,005	<0,001	<0,001	1	0,71	0,73	0,50	0,34
Natkoljenica, D niže	0,131	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,045	0,007	<0,001	<0,001	0,186	0,037	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,265	<0,001	0,012	<0,001	0,032	0,266	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,99	0,68	0,13
Natkoljenica, D sredina	0,113	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,026	0,003	<0,001	<0,001	0,035	0,843	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,400	<0,001	0,001	<0,001	0,018	0,039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,72	0,21
Natkoljenica, D više	0,014	<0,001	0,009	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,567	<0,001	0,011	0,022	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,153	0,194	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1	0,21
Opseg struka 2 (gornje mjerenje)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,020	0,362	0,076	<0,001	<0,001	0,101	0,186	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	0,014	0,001	<0,002	0,136	0,016	0,013	1

Slika 4. Korelacijska matrica analiziranih mjera. Gore desno izražene su vrijednosti koeficijenta korelacije Pearsonovog testa, a dolje lijevo su izražene p vrijednosti.

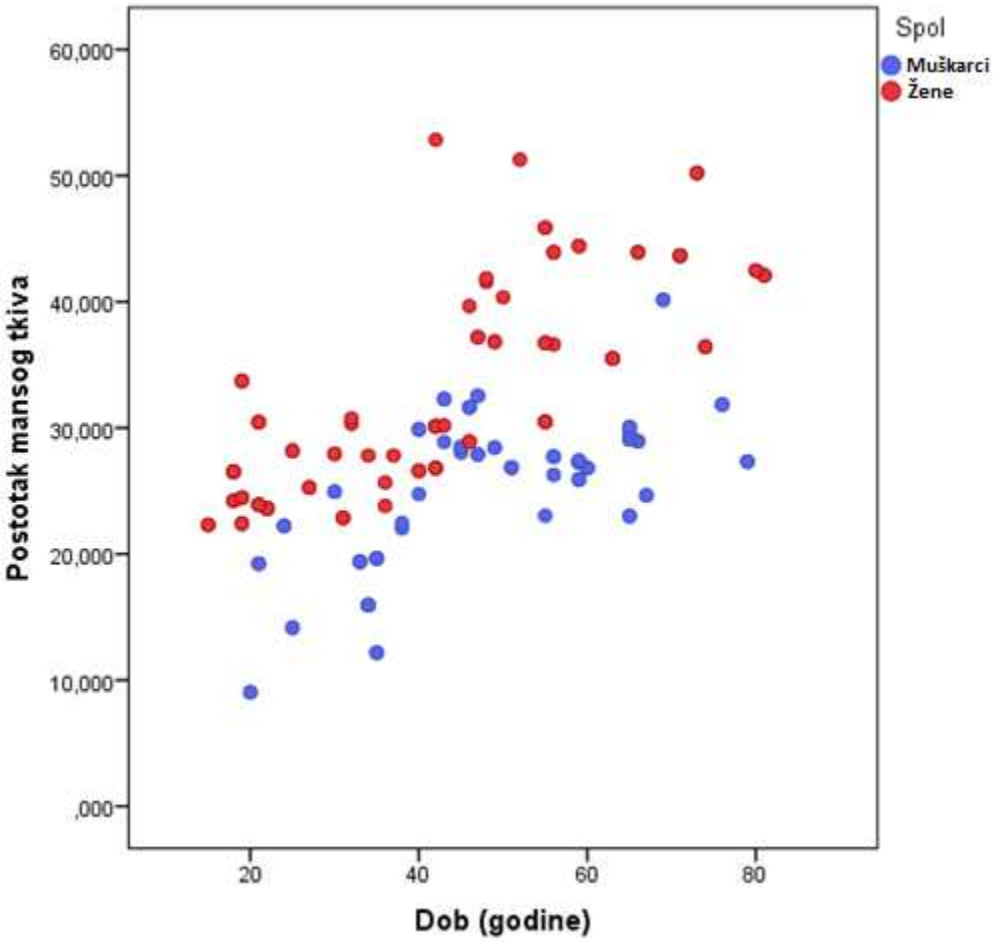
Podjela na žene prije i poslije trudnoće ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika u gotovo svim mjerama za procjenu količine masnog tkiva (Tablica 4).

Tablica 4. Usporedba tjelesnih mjera za žene prije i nakon trudnoće

Mjera (prosjek ± standardna devijacija)	Prije trudnoće (n=24)	Nakon trudnoće (n=16)	P
Procjena udjela masnog tkiva (US Navy)	26,35±3,86	36,71±6,75	0,002
Procjena udjela masnog tkiva (Covert/Bailey)	23,48±2,98	28,42±3,77	0,078
Procjena udjela masnog tkiva (YMCA)	21,50±3,90	30,53±4,17	0,966
Procjena udjela masnog tkiva (Mod-YMCA)	23,35±0,62	24,12±0,59	0,767
Procjena udjela masnog tkiva (BMI)	26,62±2,84	39,35±5,78	0,025
Indeks tjelesne mase (BMI)	22,31±2,06	28,07±3,83	0,034
Waist-Hip Ratio (WHO)	0,77±0,03	0,85±0,04	0,038
Biceps (niže lijevo); cm	23,42±2,17	26,51±2,84	0,433
Biceps (više lijevo); cm	25,71±2,36	29,10±3,33	0,676
Biceps (niže desno); cm	24,06±1,83	26,63±2,13	0,114
Biceps (više desno); cm	26,52±2,31	28,94±2,26	0,673
Poktoljenica, lijevo; cm	31,77±2,69	33,93±3,01	0,084
Poktoljenica, desno; cm	32,23±2,41	33,92±2,43	0,116
Opseg prsa; cm	91,92±5,68	104,15±7,82	0,148
Podlaktica, lijevo; cm	21,77±1,81	24,01±2,24	0,932
Podlaktica, desno; cm	21,60±2,15	21,55±5,34	0,275
Kuk, više mjerenje; cm	93,69±4,98	105,47±9,19	0,403
Kuk, niže mjerenje; cm	97,99±5,16	105,81±9,09	0,828
Promjer struka; cm	86,37±5,62	100,08±9,23	0,462
Širina vrata; cm	29,63±3,30	32,10±3,07	0,707
Najuži opseg struka; cm	69,85±3,75	84,83±7,95	0,163
Natkoljenica, lijevo niže; cm	41,04±3,35	44,80±4,88	0,253
Natkoljenica, sredina; cm	51,20±4,04	56,21±5,63	0,308
Natkoljenica, lijevo više; cm	55,85±4,38	60,79±5,93	0,202
Natkoljenica, desno niže; cm	40,01±3,23	43,73±4,22	0,196
Natkoljenica, desno sredina; cm	50,69±4,23	55,22±5,50	0,260
Natkoljenica, desno više; cm	54,70±4,38	59,03±5,89	0,189
Opseg struka, gornje mjerenje; cm	75,32±5,05	89,81±8,98	0,352

Procjene udjela masnog tkiva izračunate su automatski Styku Mybodee uređajem. Izražene su u postotcima; Drugo mjerenje je provedeno najmanje šest mjeseci nakon poroda.

Prikaz veze između dobi i raznih mjera za procjenu količine masnog tkiva dao je ujednačene rezultate, koji su prikazivali povećanje udjela masnoće s porastom dobi, snažnije izraženo u žena (Slika 5).



Slika 5. Odnos postotka masnog tkiva i dobi, za muškarce i žene

Analiza povezanosti razine arterijskog krvnog tlaka i dislipidemije s mjerenim varijablama ukazala je na postojanje nekoliko statistički značajnih povezanosti za hiperlipidemiju, dok za sistolički i dijastolički tlak nije uočena niti jedna značajna korelacija uz iznimku samo jedne za podlakticu (Tablica 5). Za razliku od toga, s displipidemijom je utvrđena povezanost BMI-a i procjene količine masnog tkiva utemeljene na BMI-ju, opsega bicepsa, opsega potkoljenice, natkoljenice i prsa te opsega kukova i struka (Tablica 5).

Tablica 5. Korelacija sistoličkog i dijastoličkog tlaka te pojave dislipidemije s antropometrijskim mjerama

	Sistolički tlak		Dijastolički tlak		Dislipidemija	
Mjera	r	P	r	P	r	P
Procjena udjela masnog tkiva (US Navy)	0,15	0,196	0,22	0,060	-0,21	0,062
Procjena udjela masnog tkiva (Covert/Bailey)	0,10	0,385	0,13	0,280	-0,06	0,606
Procjena udjela masnog tkiva (YMCA)	0,14	0,226	0,18	0,113	-0,10	0,402
Procjena udjela masnog tkiva (Mod-YMCA)	0,14	0,227	0,12	0,296	0,05	0,661
Procjena udjela masnog tkiva (BMI)	0,16	0,178	0,20	0,078	-0,28	0,014
Indeks tjelesne mase (BMI)	0,16	0,178	0,20	0,078	-0,29	0,013
Waist-Hip Ratio (WHO)	0,11	0,329	0,10	0,373	-0,17	0,136
Biceps (niže lijevo)	0,10	0,413	0,11	0,338	-0,30	0,007
Biceps (više lijevo)	0,15	0,196	0,08	0,462	-0,19	0,088
Biceps (niže desno)	0,14	0,233	0,19	0,093	-0,27	0,017
Biceps (više desno)	0,17	0,136	0,16	0,158	-0,30	0,006
Poktoljenica, lijevo	0,17	0,145	0,10	0,349	-0,13	0,252
Poktoljenica, desno	0,11	0,326	0,02	0,807	-0,24	0,014
Opseg prsa	0,15	0,180	0,10	0,367	-0,26	0,018
Podlaktica, lijevo	0,09	0,428	0,06	0,601	-0,21	0,057
Podlaktica, desno	0,32	0,004	0,13	0,261	-0,09	0,407
Kuk, više mjerenje	0,14	0,227	0,18	0,115	-0,28	0,011
Kuk, niže mjerenje	0,17	0,147	0,19	0,092	-0,19	0,088
Promjer struka	0,16	0,167	0,16	0,147	-0,26	0,019
Širina vrata	0,16	0,173	0,09	0,412	-0,07	0,532
Najuži opseg struka	0,16	0,154	0,19	0,093	-0,22	0,051
Natkoljenica, lijevo niže	0,14	0,207	0,19	0,092	-0,18	0,107
Natkoljenica, sredina	0,18	0,103	0,17	0,128	-0,12	0,279
Natkoljenica, lijevo više	0,11	0,314	0,15	0,178	-0,13	0,249
Natkoljenica, desno niže	0,09	0,425	0,17	0,140	-0,24	0,033
Natkoljenica, desno sredina	0,18	0,112	0,15	0,181	-0,14	0,208
Natkoljenica, desno više	0,13	0,229	0,14	0,202	-0,15	0,179
Opseg struka, gornje mjerenje	0,18	0,117	0,19	0,089	-0,23	0,037

r-koeficijent korelacije Pearsonovog testa; Procjene udjela masnog tkiva izračunate su automatski Styku Mybodee uređajem. Izražene su u postotcima; U dislipidemiju smo uvrstili sve bolesnike s vrijednostima koncentracija kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, VLDL-kolesterola te triglicerida van referentnih intervala.

5. RASPRAVA

Rezultati ovog rada ukazuju na vrlo zanimljive obrasce oblika tijela u zdravih ispitanika. Veličina tijela, iako veća u muškaraca, nije bila statistički značajno različita od žena. Ovo je posljedica relativno male veličina uzorka, ali i velikog „preklopa“ među spolovima, koji je uvjetovao nepostojanje statistički značajnih razlika. Međutim, rezultati su gotovo sustavno prikazivali statistički značajno veći udio masnog tkiva u žena, posebice izražen nakon trudnoće. Zanimljivo je i prikazati rezultat u kojem se glavne koštano određene mjere nisu mijenjale prije i nakon trudnoće, dok se količina masnog tkiva povećala. Ovaj rezultat u skladu je s prijašnjim istraživanjem, koja govore u prilog većem udjelu masnog tkiva u žena, posebice onih koje su rodile, a koji omjerno raste s porastom dobi (24).

Jedna od svakako najzanimljivijih mjera bila je opseg struka. Ova mjera pokazala je najveći broj korelacija s drugim mjerama, što znači da je ovo mjera koja najbolje opisuje cijelo tijelo, pa ne čudi što se koristi u širokoj primjeni od antropometrije, do kliničke primjene (25). Posebice je zanimljiv i nalaz njegovog povećanja nakon trudnoće, što je u skladu sa SPAWN (engl. *The Stockholm Pregnancy and Women's Nutrition)* istraživanjem iz Stockholma (26).

Rezultati koji su prikazivali povećanje udjela masnoće s porastom dobi pri čemu je to povećanje snažnije izraženo u žena se ne slaže se s istraživanjem iz Brazila gdje je u starijih ispitanika uočeno smanjenje BMI i masnog tkiva, ali se podudara u tome da starije žene imaju veću količinu masnog tkiva (27). Ova analiza pretpostavila je nepostojanje kohortnog učinka, tj. da ne postoji snažna među-generacijska promjena koja bi mogla utjecati na rezultate.

Iako se lijeva i desna strana tijela razvijaju iz iste embrionalne osnovice, obje nastaju relativno neovisno, tako da su moguće razlike među njima. Ovo istraživanje pokazalo je visoku stopu korelacije lijeve i desne strane, uz iznimku podlaktice, koja je pod vrlo izraženim okolišnim učincima. Ovakav rezultat slaže se s istraživanjem iz SAD-a (28).

Opseg vrata je statistički značajno povezan samo sa mjerama ruke (nadlaktica i podlaktica) dok je s ostalim ispitivanim mjerama nepovezan ili slabo povezan što se ne slaže s istraživanjem iz južnog Izraela u kojem se navodi da je opseg vrata statistički povezan s BMI-om, dobi, težinom, opsegom struka, opsegom bokova te WHR-om (29). Ovako opisana razlika možda je posljedica etničkih razlika ili razlike u korištenoj metodologiji (trodimenzionalni skener ili izravno mjerenje opsega vrata).

Glavni nedostaci ovog rada su relativno mala veličina uzorka, koja nije uključivala ekstremne ispitanike (jer su se u istraživanje češće uključivali zdravi ispitanici), tako da nije mogla uključiti cijelu distribuciju mjerenih svojstava. Također, kako se radi o ispitanicima iz izolirane populacije, koja je održala veću razinu genetičke izolacije, moguće je da su

prikazani rezultati primjenjivi samo u ovoj populaciji, a ne i u općoj populaciji. Dodatan problem je mogućnost pogreške u mjerenju uređajem, koju smo nastojali otkloniti ponovnim mjerenjima.

Unatoč ovim problemima, rezultati ovog istraživanja pokazali su kako je korištenje trodimenzionalnog skenera opravdano u medicini, jer njegovi rezultati prikazuju značajnu korelaciju s nekim klinički važnim pokazateljima. Međutim, za očekivati je da je potrebno provesti poboljšanje opreme kako bi ona postala pouzdanija i jednostavnija za korištenje, kako bi se mogla početi koristiti u svakodnevnom radu.

6. ZAKLJUČCI

Muškarci su imali usporedive tjelesne mjere, koje su bile nešto veće od žena, no ne statistički značajno. Jedina iznimka zabilježena je u većim procijenjenim vrijednostima količine masnog tkiva, koje su bile statistički značajno veće u žena.

Tjelesne mjere nisu bile povezane s krvnim tlakom, dok su bile izrazito opsežno povezane s pojavom dislipidemije.

Korištenje trodimenzionalnog skenera u medicini je opravdano, jer omogućuje snimanje velikog broja mjerenja u vremenu manjem od jedne minute, u usporedbi s preko dvadeset minuta potrebnih za mjerenje uobičajenim metodama.

7. POPIS CITIRANE LITERATURE

1. Giljanović-Perak J, Mrduljaš-Đujić N, Petric D, Rumboldt M, Rumboldt Z, Tomičić M, i sur. Antropometrija. U: Rumboldt M, Petric D, urednici. OSCE (Objective Structured Clinical Examination). Split: Redak; 2014. str. 83-5.

2. Carter JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype-Instruction Manual [Internet]. Surrey: TeP and Rosscraft; 2002. Dostupno na: http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf; datum pristupa: 28.11.2016

3. Wells JCK. Three-Dimensional (3-D) Photonic Scanning: A New Approach To Anthropometry. U: Preedy VR, urednik. Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease. New York: Springer; 2012. str. 205-17.

4. Zhu S, Heymsfield SB, Toyoshima H, Wang Z, Pietrobelli A, Heshka S. Race-ethnicity-specific waist circumference cutoffs for identifying cardiovascular disease risk factors. Am J Clin Nutr. 2005;81(2):409-15.

5. Mizrahi-Lehrer E, Cepeda-Valery B, Romero-Corral A. Anthropometry of Body Fat: How Anthropometric Measures Predict Mortality and Especially Cardiovascular Mortality. U: Preedy VR, urednik. Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease. New York: Springer; 2012. str. 385-95.

6. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. J Chronic Dis. 1972;25(6):329-43.

7. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H2) as a measure of fatness. Int J Obes. 1985;9(2):147-53.

8. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Jensen MD, Thomas RJ, Squires RW, i sur. Diagnostic performance of body mass index to detect obesity in patients with coronary artery disease. Eur Heart J. 2007;28(17):2087-93.

9. Piccoli A, Pastori G, Codognotto M, Paoli A. Equivalence of information from single frequency v. bioimpedance spectroscopy in bodybuilders. Br J Nutr. 2007;97(01):182-92.

10. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, i sur. A better index of body adiposity. Obesity. 2011;19(5):1083-9.

11. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. Am J Clin Nutr. 1996;63(3):299-305.

12. Piers L, Soares M, Frandsen S, O'dea K. Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. Int J Obes. 2000;24(9):1145-52.

13. Aganović I, Čabrijan T. Metabolički sindrom X. U: Pavičić A, urednik. Interna medicina. Zagreb: Naklada Ljevak; 2003. str. 1340-2.

14. Guilbert JJ. The World Health Report 2006: working together for health. Educ Health. 2006;19(3):385-7.

15. Dickey RA, Bartuska D, Bray GW, Callaway CW, Davidson ET, Feld S, i sur. AACE/ACE Position statement on the prevention, diagnosis, and treatment of obesity (1998 revision). Endocr Pract. 1998;4(5):297-350.

16. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, i sur. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. Lancet. 2005;366(9497):1640-9.

17. Lee E, Lee S, Park Y. n-3 Polyunsaturated fatty acids and trans fatty acids in patients with the metabolic syndrome: a case–control study in Korea. Br J Nutr. 2008;100(03):609-14.

18. Snijder MB, Dekker JM, Visser M, Yudkin JS, Stehouwer CD, Bouter LM, i sur. Larger thigh and hip circumferences are associated with better glucose tolerance: the Hoorn study. Obes Res. 2003;11(1):104-11.

19. Allison DB, Zhu S, Plankey M, Faith MS, Heo M. Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES I and NHANES II) follow-up studies. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002;26(3):410-16.

20. Sebbane M, Remaoun M, Harchaoui Y, Abdelkader A, Karrou M. Evaluation of the physical components in Algerian high-school pupils (16-19 years): Determination of the somatotype in relation to choice of sports activity. Educ Res Rev. 2009;4(11):582-4.

21. Erceg M, Grgantov Z, Milić M. Somatotype of Croatian Amateur Soccer Players–Positional Differences. Indian J Appl Res. 2013;3(11):246-8.

22. Gutnik B, Zuoza A, Zuozienė I, Alekrinskis A, Nash D, Scherbina S. Body physique and dominant somatotype in elite and low-profile athletes with different specializations. Medicina. 2015;51(4):247-52.

23. Pierson WR. A photogrammetric technique for the estimation of surface area and volume. Ann N Y Acad Sci. 1963;110(1):109-12.

24. Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. Br J Nutr. 2002;87(2):177-86.

25. Klein S, Allison D, Heymsfield S, Kelley D, Leibel R, Nonas C. Waist Circumference and Cardiometabolic Risk: A Consensus Statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention. Obesity. 2007;15(5):1061-67.

26. Linné Y, Dye L, Barkeling B, Rössner S, Long-Term Weight Development in Women: A 15-Year Follow-up of the Effects of Pregnancy. Obes Res. 2004;12: 1166–78

27. Barbosa AR, Souza JM, Lebrão ML, Laurenti R, Marucci Mde F. Anthropometry of elderly residents in the city of São Paulo, Brazil. Cad Saude Publica. 2005;21(6):1929-38.

28. Laubach LL, McConville J T. Notes on anthropometric technique: Anthropometric measurements - right and left sides. Am J Phys Anthropol. 1967;26(3):367–9

29. Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck Circumference as a Simple Screening Measure for Identifying Overweight and Obese Patients. Obes Res. 2001;9(8):470–7

8. SAŽETAK

Cilj istraživanja: Provesti analizu i usporedbu rezultata trodimenzionalnih mjerenja zdravih muškaraca i žena s otoka Korčule te istražiti odnose svih analiziranih varijabli.

Materijali i metode: Ispitanici su 161 muškarac i žena s otoka Korčule koji su u istraživanje uključeni tijekom 2014. i 2015. godine u sklopu projekta 10.001 Dalmatinac. U mjerenju je korišten uređaj Styku Mybodee te su se zbog pouzdanijeg mjerenja ispitanici mjerili tri puta i za svaku mjeru korišten je prosjek tri mjerenja. Ispitanici su bili u donjem rublju, koje nije bilo udaljeno od površine tijela, kako bi se bolje odrazio oblik tijela. Analizirano je 28 izvedenih i izravnih mjera. Analiza je provedena korištenjem softverskog paketa SPSS verzija 20 te je razina statističke značajnosti postavljena na $P<0,05$.

Rezultati: Istraživanjem se ukazalo na veći udio masnog tkiva u žena, veći indeks tjelesne mase u muškaraca te veći opseg bicepsa u muškraca. Muškarci su u pravilu imali veće mjere od žena. Korelacija mjera mjerenih obostrano ukazuju na postojanje velike sličnosti desne i lijeve strane, osim za podlakticu za koju rezultat nije statistički značajan. Mjere žena mjerenih prije i poslije trudnoće ukazale su na postojanje statistički značajnih razlika u gotovo svim mjerama za procjenu količine masnog tkiva. Analiza odnosa dobi i mjera za procjenu količine masnog tkiva prikazali su povećanje udjela masnoće s porastom dobi, snažnije izraženo u žena. Analiza povezanosti razine krvnog tlaka i dislipidemije ukazala je na postojanje nekoliko statistički značajnih veza za hiperlipidemiju, a s dislipidemijom su povezane BMI i procjena količine masnog tkiva utemeljena na BMI-ju, opseg bicepsa, potkoljenice, natkoljenice i prsa, opseg kukova i struka.

Zaključci: Muškarci su imali usporedive tjelesne mjere, nešto veće od žena, ali ne statistički značajno. Jedina iznimka zabilježena je u većim procijenjenim vrijednostima količine masnog tkiva koje su bile statistički značajno veće u žena. Tjelesne mjere nisu bile povezane s krvnim tlakom, dok su bile izrazito opsežno povezane s pojavom dislipidemije. Korištenje trodimenzionalnog skenera u medicini je opravdano, jer omogućuje snimanje velikog broja mjerenja u kratkom vremenu.

9. SUMMARY

Diploma Thesis Title: Use of three-dimensional scanner for analysis of body characteristics in healty examinees.

Objectives: To analyse and compare results of three-dimensional measurements of healty male and female participants from the island of Korčula and examine the relationships between all the analysed variables.

Patients and Methods: Our participants were 161 men and women from the island of Korčula included between the year 2014 and 2015 as part of „10.001 Dalmatinac" project. Measures were made by Styku Mybodee device. To have more reliable measurements, participants were measured thrice and a mean of three was used for every measure. Participants wore only undergarments that were not jutting out from the surface of the body to better reflect the body shape. 28 direct and derived measures were analysed.

Results: Research indicated larger portion of fat tissue in women, higher body mass index in men and larger biceps circumference. Men in most cases had larger measures than women. Correlation of measures that were measured on both sides of the body indicate significant similarity between left and right side, excluding the forearm for which the result was not statistically significant. There were statistically significant differences in measures that were measured before and after pregnancy for all fat tissue estimation measures. Comparison analysis of age and fat tissue estimation measures found an increase of fat tissue with the increase of age, more so for women. Analysis of relationship between blood pressure and dyslipidemia indicated existance of several statistically significant links with hyperlipidemia, where so BMI, BMI-based body fat assessment, byceps, lower leg, thigh, hip, waist and chest circumference were all connected with dyslipidemia.

Conclusions: Men had comparable body measures that were somewhat larger than women, but not statistically significant, whereas women had higher estimated values of fatty tissue which were statistically significant. Body measures were not linked to blood pressure whilst their link with dyslipidemia was extremely extensive. Use of three dimensional scanner is justified in medicine, because it enables taking large number of scans in a short period.

10. ŽIVOTOPIS

Osobni podatci:

Ime i prezime: Boris Petrović

Adresa stanovanja: Miroslava Krleže 16 Split, Republika Hrvatska

E-mail: boris_cupi@hotmail.com

Državljanstvo: hrvatsko

Datum i mjesto rođenja: 29. ožujka 1991. godine u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

Obrazovanje:

1997.-2003.g. Osnovna škola “Pujanke”, Split

2003.-2005.g. Osnovna škola “Sućidar”, Split

2005.-2009.g. Opća gimnazija “Vladimir Nazor”, Split

2009.-2016.g. Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, smjer doktor medicine

Druge aktivnosti:

Sviranje akustične i električne gitare

Pisanje glazbe i pjesama

Drugi tenor zbora “Splitski liječnici pjevači”

Znanja i vještine:

Vozač B kategorije

Aktivno se služim engleskim jezikom