

SOMATOTIPOVI VRHUNSKIH HRVATSKIH ODBOJKAŠA

Pašuld, Marino

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:698293>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

Marino Pašuld

SOMATOTIPOVI VRHUNSKIH HRVATSKIH

ODBOJKAŠA

diplomski rad

mentor:

izv.prof.dr.sc Tomislav Đurković

Zagreb, rujan, 2021.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

izv.prof.dr.sc Tomislav Đurković

Student:

Marino Pašuld

SOMATOTIPOVI VRHUNSKIH HRVATSKIH ODBOJKAŠA

Sažetak:

Cilj rada bio je odrediti somatotipove skupina odbojkaša podijeljenih prema igračkoj ulozi te postoji li statistički značajna razlika u 10 antropometrijskih morfoloških mjera sukladno Heath – Carterovoj metodi određivanja somatotipa. Istraživanje je provedeno na 40 prvoligaških hrvatskih odbojkaša: dizači (n=10), srednji blokeri (n=10), libero (n=10) i krajnji smečeri (n=10). Utvrđen somatotip dizača 2,8 - 3,8 - 3,4 i srednjih blokera 2,3 - 3,8 - 3,6 je mezomorf-ektomorf, a libera 2,4 - 4,6 - 3,0 i krajnjih smečera 2,5 - 4,3 - 3,1 ekto-mezomorf. Statistički značajna razlika između skupina otkrivena je u mjerama antropometrijskih morfoloških karakteristika: tjelesna visina (ALVT), tjelesna masa (AVTT), opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL), opseg potkoljenice (OPSEG_POTK) i kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK). Rezultati istraživanja u skladu su sa srodnim istraživanjima. Istraživanja potvrđuju važnost longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, stoga u budućnosti možemo očekivati rast ektomorfne, uz smanjenje mezomorfne komponente somatotipa.

Ključne riječi: Heath – Carter metoda, konstitucija, odbojka, antropometrija

SOMATOTYPES OF TOP CROATIAN VOLLEYBALL PLAYERS

Abstract:

This study aimed to determine the somatotypes of a group of volleyball players divided according to their role and whether there is a statistically significant difference in 10 anthropometric measures according to the Heath-Carter method of somatotype determination. The research was conducted on 40 first league Croatian volleyball players: lifters (n = 10), middle blockers (n = 10), libero (n = 10) and outside hitters (n = 10). The determined somatotype of lifters 2.8 - 3.8 - 3.4 and middle blockers 2.3 - 3.8 - 3.6 is mesomorph-ectomorph, libero 2.4 - 4.6 - 3.0 and outside hitters 2.5 - 4.3 - 3.1 is ecto-mesomorph. A statistically significant difference between the groups detected in the measures of anthropometric characteristics: body height (ALVT), body weight (AVTT), flexed and contracted upper arm circumference (OPS_FLEKT_NADL), lower leg circumference (OPSEG_POTK) and lower leg skin fold (NAB_POTK). The results of the research are in line with related research. It confirms the importance of the longitudinal dimensionality of the skeleton. This is why in the future, we can expect the growth of the ectomorphic, with a decrease in the mesomorphic component of the somatotype.

Keywords: Heath - Carter method, constitution, volleyball, anthropometry

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Uloge igrača u odbojci	2
1.1.1. Dizač	3
1.1.2. Srednji blokeri – Centralni igrači	3
1.1.3. Libero	3
1.1.4. Osnovni (dijagonalni) smečer	4
1.1.5. Primač-smečer	4
1.2. Dosadašnje spoznaje o antropometrijskim morfološkim karakteristikama i konstituciji odbojkaša	5
2. CILJEVI I HIPOTEZE	9
2.1. Cilj rada	9
2.2. Hipoteze	9
3. METODE ISTRAŽIVANJA	10
3.1. Uzorak ispitanika	10
3.2. Uzorak varijabli	10
3.2.1. Nezavisne varijable.....	10
3.2.2. Kriterijska varijabla – Igračka uloga	12
3.3. Metode obrade podataka	13
3.3.1. Heath - Carter metoda.....	13
4. REZULTATI	14
5. RASPRAVA	21
6. ZAKLJUČAK	24
7. LITERATURA	26

1. UVOD

Odbojka, još relativno mlad sport u krugu loptačkih igara, je ostvarila veliku popularnost zbog svoje jednostavnosti i varijabilnosti. Mogućnost da se odvija na različitim podlogama i uvjetima, s jednim jedinim rekvizitom – odbojkaškom loptom, trenira s manjim brojem sudionika na otvorenom ili zatvorenom i odvija se na različitim podlogama u različitim dijelovima svijeta. Masovnost je privukla pažnju znanstvenicima, kineziolozima, trenerima, izbornicima i suradnicima koji proučavaju pojave vezane za sportsku da stvore sisteme kojima će iz mnoštva pronaći najkvalitetniji kadar.

Takav sustav naziva se selekcija sportaša. Selekcioniranjem se utvrđuje antropološki status odbojkaša, sačinjen od: morfoloških karakteristika, motoričkih znanja, funkcionalnih, kognitivnih i motoričkih sposobnosti, konativnih osobina, socijalnog i zdravstvenog statusa. Selekcija se provodi sustavno, prateći sportaše od mlađih uzrasta te, ukoliko je moguće, objedinjuje njegove želje, financijske mogućnosti, genetske i motoričke predispozicije i usmjerava sportaša prema sportskoj grani s najvećom vjerojatnošću da će postići kvalitetne rezultate (Milanović, 2013).

U odbojci je selekcija od izrazite važnosti obzirom da su neke morfološke karakteristike isključujući faktor. Visina igrača od velike je važnosti za profesionalno bavljenje ovim sportom, izuzev pozicije libera, dok je za igrače zadužene za prijem servisa nužna mogućnost spajanja podlaktica prilikom odbijanja čekićem.

Svaki od igrača na terenu, ovisno o poziciji, djeluje određenim tehničko-taktičkim elementima u pojedinoj fazi igre Komplexa 1 ili Komplexa 2. Efikasno provođenje tehničko-taktičkih elemenata zahtjeva od igrača specifičnu pripremu i postojanje nekih antropometrijskih morfoloških predispozicija. Utvrđivanje razlika u antropometrijskim mjerama između uloga igrača prema njihovim pozicijama: srednji blokeri, krajnji smečeri, dizači i libero može rezultirati informacijama o tendenciji uloge prema određenoj konstituciji. Jedan od sustava u koji procjenjuje konstituciju osobe je Heath-Carter metoda. Koristi 10 antropometrijskih morfoloških mjera za određivanje somatotipa putem: tjelesna visina, tjelesna masa, kožni nabor na nadlaktici, kožni nabor na trbuhu (suprailiokristalni), kožni nabor na leđima, kožni nabor na potkoljenici, dijametar lakta, dijametar koljena, opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice i opseg potkoljenice u stojećem stavu (Carter, 2002). Somatotip je definiran kroz tri indeksa, endomorfne, mezomorfne i ektomorfne komponente. Endomorfna je pokazatelj zastupljenosti potkožnog masnog tkiva, mezomorfna robusnosti zglobova i udjela nemasne mase, a ektomorfna ukazatelj na izduženost tijela. Iz ovog kratkog opisa može se pretpostaviti da će

odbojkaši koji su izdvojeni kroz selekciju kao viši sportaši dominirati u posljednjoj komponenti. Najviši igrači, srednji blokeri, jesu i najteži igrači, koliko će to utjecati na vrijednost ektomorfne komponente. Dizači, koji jesu visoki, ali nemaju potrebu za velikom mišićnom masom tj. robusnosti tijela, mogu pokazivati odlike astenične konstitucije. Smečeri, zbog potrebe za brzim smečevima i konstantnim ispoljavanjem maksimalne sile kroz skok i udarac, imaju veće vrijednosti mezomorfne komponente, a libero zbog brzih reakcija, agilnih i eksplozivnih kretnji također imaju visoke vrijednosti mezomorfne komponente.

Vrijedne informacije o antropometrijskim morfološkim karakteristikama i konstituciji je potrebno ukomponirati u antropološki status sportaša kako bi se maksimalno iskoristio njegov potencijal. Sustav selekcije koji obuhvaća i može obaviti kvalitetnu predikciju velikog broja latentnih varijabli stvorit će bazu izvrsnih natjecatelja.

1.1. Uloge igrača u odbojci

Kratak opis uloge i funkcije igrača na određenim pozicijama (Janković, 2009; Marelić, 2020). U vrhunskoj odbojci postoje sljedeće igračke pozicije:

- Dizač
- Srednji bloker (Centralni igrač)
- Libero
- Osnovni (dijagonalni) napadači
- Primači-smečeri

Za potrebe ovog diplomskog rada spojene su pozicije primača - smečera i osnovnih (dijagonalnih) napadača u grupu – krajnji smečeri. Dijagonalni smečer i primač-smečer jesu uloge koje karakterizira sličnost odbojkaških zadataka u fazi napada (često smečiraju) te postoji mogućnost da je upravo to rezultiralo njihovim sličnim antropometrijskim morfološkim karakteristikama. Iz tog razloga izmjereni odbojkaši na tim ulogama smješteni su u grupu „Krajnji smečeri“.

1.1.1. Dizač

Dizač je Glavni igrač u ekipi, najviše u kontaktu s loptom (izvodi gotovo svako drugo odigravanje) i odgovoran za pridržavanje izbornikovih taktičkih naputaka. Ponajprije je zadužen za kvalitetno dizanje lopte napadačima iz različitih pozicija na terenu. Od izuzetne je važnosti poznavati napadačke preferencije suigrača (visina i brzina dignute lopte te udaljenost od mreže). Osim primarne odgovornosti preciznog i raznovrsnog dizanja ovaj igrač treba biti vrlo uspješan i u ostalim elementima igre: agresivni servis, blok i obrana polja. Premda visina nije presudna za vrhunskog dizača, poželjno je da je nadprosječno visok i posjeduje sposobnost eksplozivne jakosti tipa skočnosti kako neki drugi segmenti igre ne bi bili limitirani (prvenstveno blok).

1.1.2. Srednji blokeri – Centralni igrači

Srednji blokeri jesu najviši igrači u odbojkaškim ekipama. Nije nužno da imaju visoki odraz, ali trebaju biti visoki, s izraženom longitudinalnom dimenzionalnosti skeleta (dužina ruku), jer moraju često skakati u jednom napadu. Nižim igračima koji mogu doseći adekvatnu visinu bloka treba mnogo više vremena za odraz, doskok pa ponovni odraz. Srednji blokeri posjeduju odličnu postraničnu agilnost zbog lateralnog kretanja. Osim lateralne agilnosti, također bitna karakteristika je prepoznavanje i anticipacija dizanja protivničkog dizača ili smečera te pravovremenost odraza.

1.1.3. Libero

Libero je ekspert u dvije faze igre: prijemu servisa i obrani polja. Od 1999. godine dozvoljen je ulazak igrača druge boje dresa koji mijenja jednog od igrača u stražnjem polju. Uglavnom zamjenjuje centralne igrače. Svrha pravila je podizanje kvalitete obrane polja, produženo je trajanje poena i atraktivnost igre, a samim time je nižim igračima omogućeno igranje odbojke na vrhunskoj razini. Najniži su igrači u ekipi, okretni, skloni akrobacijama, brzih refleksa i motivatori u ekipi, a sve češće razigravaju napad ukoliko je dizač spriječen. Potrebno je posjedovati antropometrijsku morfološku genetsku predispoziciju spajanja laktova kod formiranog čekića.

1.1.4. Osnovni (dijagonalni) smečer

Nalazi se u postavi dijagonalno od dizača. Igrač koji je prilično angažiran i u napadu i obrani. Treba posjedovati raznovrstan repertoar završavanja poena na mreži, kroz smečiranje pored bloka, od bloka, kuhanjem... Visok igrač, skočan, dobrog ubrzanja i visokog odraza koji mu omogućuje smeč iz stražnjeg polja. Nekoliko je tipova osnovnog smečera. U osnovnom tipu ne prima servise nego je usmjeren na kontranapad, dok njegov alternativni tip zahtjeva gotovo jednako efikasnu obranu i prijem kao libero. Njegova uloga je dizanje lošije primljenih servisa i smečeva te mu je iz tog razloga nadjenuto ime „korektor“. Često je izvođač riskantnog jakog rotacijskog servisa. U bloku se nalazi u zoni 2 protiv najboljeg protivničkog napadača.

1.1.5. Primač-smečer

Primač – smečer je napadač iz zone 4. Obično visok i snažan, najboljih skakačkih sposobnosti i tehničko – taktičkih napadačkih rješenja. Najzaposleniji je igrač u napadu, više od 50% dizanja je upravo na tu poziciju. Zalet uzima izvan terena dijagonalno prema sredini terena. Prilikom lošijih prijema i smečeva uobičajeno je da je lopta usmjerena najboljem smečeru. Stoga je izuzetno bitna psihološka komponenta stabilnosti i kontrole pri rješavanju „teških“ lopti. Njegova obrambena uloga jednako je bitna, posjeduje antropometrijsku morfološku genetsku predispoziciju spajanja laktova kod formiranog čekića. Uspješan je i siguran kod prijema servisa, najčešće podizanjem lijevog ramena kako bi se lopta što bolje usmjerila prema zoni dizanja. Odličan je server sa širokim repertoarom taktičkih servisa.

1.2. Dosadašnje spoznaje o antropometrijskim morfološkim karakteristikama i konstituciji odbojkaša

Dostupna, obzirom na temu diplomskog rada, srodna istraživanja obrađivala su antropometrijske morfološke karakteristike odbojkaša uz poveznicu s motoričkim i funkcionalnim prostorom. Cilj im je proučiti i pronaći vezu različitih kombinacija dijelova antropološkog statusa igrača, primjerice korelaciju između nekih antropometrijskih varijabli i bitnih sposobnosti koje direktno utječu na rezultat u odbojkaškoj utakmici; stečena znanja koristiti u trenažnom procesu što će doprinijeti razvoju sporta.

Studija u trajanju 11 godina, između 1995. – 2005., (Petroski i sur., 2013) proučavala je antropološke karakteristike Brazilskih odbojkaša. Na uzorku od 92 sportaša koji su igrali za reprezentaciju rezultati govore da je došlo do značajnih promjena u varijablama: Opseg flektirane nadlaktice, dijametar šake i udio nemasne mase. Kroz 5 godina najčešći somatotip bio je mesomorf-ektomorf potom je uslijedila dominacija meso-ektomorfa obzirom da su u reprezentaciju angažirani viši natjecatelji.

Istraživanje provedeno u talijanskoj ligi 1992.-1993. i 1993.-1994. godine na 234 igrača pokazalo je da je prosječni somatotip A1 odbojkaša: 2.1-4.1-3.3, a A2 odbojkaša: 2.3-4.3-3.0. Također somatotip je bio statistički značajno različit prema igračkim ulogama. Prosječni somatotip dizača: 2.4-4.5-2.8, za centre je izračunato 2.0-4.0-3.5, za primače-smečere 2.2-4.3-3.0, za dijagonalne smečere 2.2-4.3-3.1 (Gualdi-Russo i Zaccagni, 2001). Za libera nema podataka budući je pravilo uvedeno 2000. godine u Sydneyu na Olimpijskim igrama.

Novije istraživanje (Giannopoulos i sur., 2017) pokazuje enormne razlike u somatotipu odbojkaša u odnosu na gore navedeno istraživanje u 90tim godinama. Razlike jesu upravo u mezomorfnoj komponenti somatotipa. Uzorak je 144 igrača A1 i A2 lige (27.5 ± 5.5 godina) raspoređenih prema divizijama (68 iz A1 i 76 iz A2) i prema igračkim pozicijama (52 centra, 62 primača-smečera and 30 dijagonalnih smečera). Procjenjeno je da su primači-smečeri A1 divizije endomorf-ektomorfi (2.65-2.36-2.92), a u diviziji A2 centralni somatotip (2.99-2.56-2.70). Centri su endomorf-ektomorf i u A1 (3.15-1.84-3.37) i A2 diviziji (3.38-2.27-2.94), dok su dijagonalni smečeri endomorf-ektomorf (2.96-2.40-2.92) u diviziji A1 i balansirani endomorf (3.26-2.52-2.69) u diviziji A2.

Istraživanje (D'isanto i sur., 2018) potvrđuje povezanost antropometrijskih morfoloških karakteristika i skakačkih sposobnosti mladih odbojkaša. Uzorak se sastoji od 42 odbojkaša do 20 godina podijeljenih prema igračkim pozicijama. Rezultati su pokazali visoku povezanost između antropometrijskih morfoloških parametara i visine dohvata odbojkaša testiranih Vertec sustavom. Pokazatelj je to da treba obratiti pažnju pri selekciji mladih odbojkaša na te genetski uvjetovane faktore.

U odbojci se najveći broj bodova ostvaruje kroz napad koji završava smečom. Povećanje efikasnosti napada dobar je prediktor za ostvarivanje pozitivnog ishoda, pobjedu. Svrha istraživanja (Challoumas i Artemiou, 2018) utvrđivanje je povezanosti vertikalnog skoka (dohvata) i brzine smeča s efikasnosti napada. Među značajnim rezultatima, a tiče se morfoloških karakteristika, visoka je povezanost između varijabli: potkožno masno tkivo i brzina smeča. Manji postotak potkožnog masnog tkiva obrnuto korelira s brzinom smeča.

Preduvjet za stvaranje uspješnih sportaša je poznavanje idealnog antropološkog statusa. U istraživanju (Toselli i Campa, 2018) cilj je bio ustanoviti koji je specifični profil odbojkaša obuhvaćajući antropometrijske karakteristike i motoričke sposobnosti. Uzorak ispitanika jesu natjecatelji iz Talijanske lige (Super Lige 39 i A2 lige 30). Istaknuti rezultati vezani za antropometrijske morfološke karakteristike opisuju somatotipove igrača prema igračkim ulogama. Kod svih je zabilježena niska endomorfna komponenta koja je pokazatelj udjela potkožnog masnog tkiva u tijelu. Mezomorfna komponenta je najizraženija kod igrača na poziciji libera, dok je ektomorfna najviša kod najviših odbojkaša – srednjih blokera.

U mlađim ženskim kategorijama (13 – 15 godina) također istraživanje (Milić i sur., 2017) potvrđuje raspodjelu vrsta somatotipa prema igračkim pozicijama kao i kod pripadnika muškog spola. Naglašava se prisutnost visine igračica - utjecaj ektomorfne komponente somatotipa. Uspješnije odbojkašice bile su ektomorfi s manjim indeksom tjelesne mase.

Opsežno longitudinalno istraživanje od 2000. – 2012. godine na 1454 odbojkaša i 1452 odbojkašice stvorilo je bazu vrijednih podataka o nekim antropometrijskim morfološkim parametrima i samim zadaćama igrača na pojedinim pozicijama (Palao i sur., 2014). Velik uzorak sastavljen je od natjecatelja koji su nastupali na Olimpijskim igrama i Svjetskim prvenstvima u navedenom periodu. Zaključak je da su srednji blokera i smečeri fizički

predisponiraniji. Visinom tijela i dohvatom, dužinom ekstremiteta, snažniji, ali i mlađi u odnosu na tehnički potkovanije dizače i libere kojima je iskustvo, potvrđeno starijom dobi, i kvaliteta motoričke izvedbe prioritet.

Više dimenzionalno istraživanje (Rikberg i Raudsepp, 2011) provedeno je 2011. godine na mladim igračima Estonije. Okupljeno je 66 igrača dobi 16-17 godina podjeljeni u dvije grupe: selekcioniranih 31 i neselekcioniranih 35 igrača. Cilj je utvrđivanje razlika u antropometrijskim morfološkim karakteristikama, motoričkim i kognitivnim sposobnostima. Selekcionirani sportaši imali su bolje rezultate od neselekcioniranih u svim varijablama što potvrđuje kvalitetu estonskog sustava selekcije odbojkaša. Konkretno, u antropometrijskom sektoru: Tjelesna masa iznosila je za selekcionirane - 74.3(kg), a za neselekcionirane - 72.2(kg), visina igrača izmjerena za selekcionirane - 1.92(m), dok je za neselekcionirane - 1.87(m).

Uspoređujući s drugim sportovima u istraživanju provedenom na 188 sportaša iz 12 sportskih disciplina utvrđen je Heath-Carter metodom somatotip odbojkaša: 3,09-4,54-3,08 balansirani mezomorf (Kutseryb i sur., 2017). Odbojkaši su istog somatotipa kao tenisači, mačevaoci i Gopak plesači. Iako somatotip varira prema ulogama igrača u sportovima aritmetička sredina pokazatelj je koji čini profil sportaša sličnijim. U ostalim sportovima (hrvanje, boks, nogomet, veslanje, plivanje, dizanje utega i karate) somatotip je endomezomorf, dok se ističe onaj skakača u vis kojima je procijenjen balansirani ektomorf (2.73-2.73-4.89).

Istraživački rad koji uspoređuje startere i igrače na klupi kroz njihove antropološke karakteristike i motoričke sposobnosti (Marques i Marinho, 2009). Sudjelovala su 22 seniora, od toga 13 startera i 9 igrača koji su ulazili s klupe. Rezultati su pokazali značajnu razliku u dvije komponente: dob i jakost donjih ekstremiteta. Starteri su iskusniji igrači i pokazali više rezultate na testu jakosti paralelni čučanj 4RM.

Svrha rada bila je odrediti antropometrijske morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti odbojkaša prema igračkoj poziciji (Marques i sur., 2009). Sudjelovalo je 35 profesionalaca, 26.6 ± 3.1 godina, prema pozicijama: srednji blokeri (n = 9), dijagonalni smečeri (n = 6), primači - smečeri (n = 10), dizači (n = 6), i libero (n = 4). Rezultati pokazuju da su srednji blokeri i dijagonalni smečeri najviši i najteži odbojkaši, a libero najlakši.

Sljedeći radovi proučavali su također bitan dio antropološkog statusa, a to je postura sportaša. Rad koji je obuhvatio 104 odbojkaša i 114 dječaka koji se ne bave aktivno sportom doveo je do spoznaja da su značajne razlike u anteroposteriornoj zakrivljenosti kralježnice (Grabara, 2015). Kod odbojkaša je zamijećena manja zakrivljenost u lumbalnom i veća zakrivljenost u torakalnom što može biti posljedica visine tijela i sustava treninga.

Proučavanje antropometrijskih morfoloških karakteristika i utjecaja na posturu bio je cilj istraživanja u kojem je sudjelovalo 7 ispitanika, odbojkaša od 16 – 23 godine (Borožan i sur., 2016). Ispitanici su postavljeni stopalima na električnu platformu i preko sustava Miletrix 2.0 utvrđene su razlike u prikazima. Zaključak je da su razlike u rezultatima posljedica različitih sustava treninga kod sportaša.

Istraživanje kojem je cilj utvrđivanje utjecaja antropometrijskih morfoloških svojstava na vertikalni skok (Fattahi i sur., 2012) provedeno je na 40 odbojkaša dobi 27.93 ± 3.92 u iranskoj ligi. Igrači su podijeljeni u 3 grupe: smečeri, dizači i libero. Visina odraza se odredila razlikom između stojećeg dohvata i dohvata u skoku. Rezultati su pokazuju statistički značajnu razliku u vertikalnom skoku između smečera i libera te dizača i libera.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

2.1. Cilj rada

Cilj rada je odrediti somatotipove skupina odbojkaša ovisno o igračkoj ulozi (dizač, srednji bloker, libero, krajnji smečer). Također provjerit će se postoji li statistički značajna razlika u 10 antropometrijskih morfoloških mjera sukladno Heath – Carterovoj metodi određivanja somatotipa.

2.2. Hipoteze

HIPOTEZA 01: Ne postoji statistički značajna razlika u antropometrijskim morfološkim karakteristikama i konstituciji odbojkaša između skupina odbojkaša ovisno o igračkoj ulozi (dizač, srednji bloker, libero, krajnji smečer)

HIPOTEZA 02: Ne postoji statistički značajna razlika u somatotipovima između skupina odbojkaša ovisno o igračkoj ulozi (dizač, srednji bloker, libero, krajnji smečer)

3. METODE ISTRAŽIVANJA

Sva mjerenja odbojkaša održana su na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Mjerenja su izvršili kvalificirani mjerioci, članovi i vanjski suradnici Dijagnostičkog centra Kineziološkog fakulteta u Zagrebu.

3.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na 40 prvoligaških odbojkaša (n=40) prosječne dobi 22.3 ± 4.0 godina. Izmjereni odbojkaši su aktivno igrali odbojku u prvoj hrvatskoj ligi, reprezentaciji i svojom kvalitetom izuzetno doprinosili svojim ekipama. U prezentaciji rezultata i obradi podataka igrači su podijeljeni u četiri skupine prema ulogama.

Izmjereni odbojkaši raspoređeni su prema sljedećim igračkim ulogama:

- dizači (n=10)
- srednji blokeri (n=10)
- libero (n=10)
- krajnji smečeri (n=10)

3.2. Uzorak varijabli

3.2.1. Nezavisne varijable

Za potrebe ovog istraživanja uzeto je 10 antropometrijskih morfoloških mjera za određivanje somatotipa putem Heath-Carter metode: tjelesna visina, tjelesna masa, kožni nabor na nadlaktici, kožni nabor na trbuhu (suprailiokristalni), kožni nabor na leđima, kožni nabor na potkoljenici, dijametar lakta, dijametar koljena, opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice te opseg potkoljenice u stojećem stavu. Antropometrijski parametri mjeriti će se prema preporukama Međunarodnog biološkog programa (INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAM – IBP, Mišigoj i sur., 1995). Postupak mjerenja je u potpunosti preuzet, a mjerenje je izvršeno na dominantnoj strani. Mjerene varijable su:

1. VISINA TIJELA /ALVT/

Mjeri se antropometrom. Ispitanik stoji na ravnoj podlozi, težinom raspoređenom podjednako na obje noge. Ramena su relaksirana, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale. Antropometar se postavlja vertikalno uz ispitanikova leđa tako da ih dotiče u području sakruma i interskapularno. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave (točka vertex) tako da prijanja čvrsto, ali bez pritiska. Mjeri se u centimetrima (cm).

2. MASA TIJELA /AVTT/

Mjeri se decimalnom vagom s pomičnim utegom ili digitalnom vagom. Prije početka mjerenja vaga se postavlja u nulti položaj. Ispitanik stoji na vagi odjeven u gaćice. Izraženo u kilogramima (kg).

3. DIJAMETAR LAKTA /DIJ_LAKAT/

Mjeri se kliznim šestarom. Ispitanik stoji, a dominantna mu je ruka flektirana u laktu pod pravim kutom. Vrhovi kliznog šestara polažu se na medijalni i lateralni epikondil nadlaktične kosti, pri čemu se komprimira meko tkivo. Mjeri se u centimetrima (cm).

4. DIJAMETAR KOLJENA /DIJ_KOLJENO/

Mjeri se kliznim šestarom ili kefalometrom. Ispitanik sjedi tako da mu je noga savijena u koljenu pod pravim kutom, a stopalo položeno na ravnu podlogu. Vrhovi krakova kliznog šestara postavljaju se na najizbočeniji dio medijalnog i lateralnog kondila bedrene kosti, pri čemu se meko tkivo komprimira. Mjeri se u centimetrima (cm).

5. OPSEG NADLAKTICE F /OPS_FLEKT_NADL/

Mjeri se centimetarskom vrpcom. Ispitanik stoji s dominantnom rukom flektiranom u laktu. Vrpca se postavlja vodoravno na najširi dio nadlaktice u njenoj gornjoj polovici uz kontrakciju dvoglavog mišića nadlaktice. Mjeri se u centimetrima (cm).

6. OPSEG POTKOLJENICE / OPSEG_POTK /

Mjeri se centimetarskom vrpcom. Ispitanik stoji. Vrpca se polaže vodoravno na najširem mjestu u gornjoj trećini potkoljenice. Mjeri se u centimetrima (cm).

7. KOŽNI NABOR NADLAKTICE / NAB_NADL /

Mjeri se kaliperom. Ispitanik stoji; ruke su mu opuštene uz tijelo. Rukom mjeritelj odigne uzdužni nabor sa stražnje strane nadlaktice, iznad troglavog mišića (*m. triceps brachii*) na najširem mjestu i prihvati ga vrhovima kalipera te očita vrijednost. Mjeri se tri puta u nizu s mjerenjem ostalih kožnih nabora. Mjeri se u milimetrima (mm).

8. KOŽNI NABOR LEĐA / NAB_LEĐA /

Mjeri se kaliperom. Ispitanik stoji relaksiranih ramena. Kažiprstom i palcem mjeritelj odigne dijagonalni nabor neposredno ispod donjeg ugla lopatice dominantne ruke. Nabor se prihvati vrhovima kalipera i očita. Mjeri se tri puta u nizu s mjerenjem ostalih kožnih nabora u milimetrima (mm).

9. KOŽNI NABOR SUPRAILIOKRISTALNI / NAB_SUPRAILIOKR /

Mjeri se kaliperom. Ispitanik stoji relaksiranih ramena. Kažiprstom i palcem odigne se uzdužni nabor kože na mjestu koje se nalazi 1 cm iznad i 2 cm medijalno od koštane izbočine djelice (*spina iliaca anterior superior*) i prihvati krakovima kalipera. Rezultat se očita. Mjeri se tri puta u nizu s mjerenjem ostalih kožnih nabora u milimetrima (mm).

10. KOŽNI NABOR POTKOLJENICE / NAB_POTK /

Mjeri se kaliperom. Ispitanik sjedi tako da mu je noga flektirana u koljenu pod pravim kutom, a stopalo položeno na ravnu podlogu. Mjeritelj odigne uzdužni kožni nabor na unutrašnjoj strani potkoljenice, na najširem mjestu, tamo gdje se mjeri opseg potkoljenice, i prihvati taj nabor vrhovima kalipera. Mjeri se tri puta u nizu s mjerenjem ostalih kožnih nabora u milimetrima (mm).

3.2.2. Kriterijska varijabla – Igračka uloga

- dizači
- srednji blokeri
- libero
- krajnji smečeri

3.3. Metode obrade podataka

Prikupljeni podaci uneseni su i obrađeni u statističkom programu SPSS. Nadalje u istom programu izračunati su osnovni deskriptivni parametri, Kolmogorov - Smirnov testom normaliteta distribucije rezultata te Kruskal-Wallis test. Razlika između dviju skupina pokušala se utvrditi pomoću neparametrijskog Mann-Whitney U testa. Somatotipovi skupina izračunati su Heath – Carterovom metodom određivanja somatotipa.

3.3.1. Heath - Carter metoda

Heath – Carter metoda je najprimjenjivija procedura za određivanje konstitucije. Prepoznaje promjenu somatotipa tokom života pod utjecajem niza vanjskih čimbenika. Sastoji se od 3 komponente: endomorfije – relativne razvijenost tjelesne masti, mezomorfije – relativne muskuloskeletne robusnosti i ektomorfije – relativne linearnosti tijela (Mišigoj, 2008). Izračun vrijednosti pojedinih komponenata dobiva se uvrštavanjem izmjerenih antropometrijskih morfoloških mjera u matematičke formule (Carter, 2002). Mjere za potrebe izračuna jesu : tjelesna visina, tjelesna masa, kožni nabor na nadlaktici, kožni nabor na trbuhu (suprailiokrystalni), kožni nabor na leđima, kožni nabor na potkoljenici, dijametar lakta, dijametar koljena, opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice te opseg potkoljenice u stojećem stavu.

4. REZULTATI

U tablicama od 1. do 6. se nalaze deskriptivni pokazatelji cijelog uzorka, Kolmogorov-Smirnov test normaliteta distribucije, rezultati Kruskal-Wallis testa, Mann-Whitney U testa te somatotipovi i somatogram odbojkaša prema igračkim ulogama.

Tablica 1. Deskriptivni parametri cijelog uzorka

Antropometrijske morfološke karakteristike	N	AS	SD
ALVT	40	192,22	8,58
AVTT	40	86,93	11,22
DIJ_LAKAT	40	7,30	0,36
DIJ_KOLJENO	40	10,17	0,55
OPS_FLEKT_NADL	40	34,42	2,15
OPSEG_POTK	40	38,72	2,42
NAB_NADL	40	9,46	3,39
NAB_LEĐA	40	10,67	2,67
NAB_SUPRILIOKR	40	8,95	4,50
NAB_POTK	40	7,30	2,67

N (broj ispitanika), AS (aritmetička sredina), SD (standardna devijacija)

Varijable (ALVT), (DIJ_LAKAT), (DIJ_KOLJENO), (OPS_FLEKT_NADL) i (OPSEG_POTK) izražene su u centimetrima (cm), (NAB_NADL), (NAB_LEĐA), (NAB_SUPRILIOKR) i (NAB_POTK) u milimetrima (mm), a (AVTT) u kilogramima (kg).

Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji 10 antropometrijskih morfoloških mjera koje se koriste za izračun somatotipa prema Heath – Carter metodi

Antropometrijske morfološke karakteristike	AS ± SD			
	Dizači	Srednji blokeri	Libero	Krajnji smečeri
ALVT	191,12 ± 6,39	199,97 ± 4,41	181,71 ± 5,71	196,06 ± 4,34
AVTT	84,12 ± 8,76	94,82 ± 6,67	74,97 ± 5,39	93,80 ± 10,29
DIJ_LAKAT	7,25 ± 0,53	7,37 ± 0,29	7,12 ± 0,19	7,45 ± 0,29
DIJ_KOLJENO	10,08 ± 0,64	10,46 ± 0,43	9,83 ± 0,46	10,29 ± 0,48
OPS_FLEKT_NADL	33,92 ± 1,65	35,12 ± 2,37	33,08 ± 1,20	35,55 ± 2,46
OPSEG_POTK	37,29 ± 1,76	40,56 ± 1,64	36,61 ± 1,52	40,40 ± 1,77
NAB_NADL	10,22 ± 3,05	9,57 ± 2,63	8,24 ± 2,38	9,82 ± 5,06
NAB_LEĐA	11,37 ± 3,83	10,26 ± 1,75	10,18 ± 1,64	10,87 ± 3,06
NAB_SUPRAILIOKR	10,68 ± 5,15	8,23 ± 2,64	7,60 ± 4,89	9,29 ± 4,95
NAB_POTK	8,70 ± 1,75	6,87 ± 2,00	5,87 ± 1,69	7,73 ± 4,03

AS (aritmetička sredina), SD (standardna devijacija)

Varijable (ALVT), (DIJ_LAKAT), (DIJ_KOLJENO), (OPS_FLEKT_NADL) i (OPSEG_POTK) izražene su u centimetrima (cm), (NAB_NADL), (NAB_LEĐA), (NAB_SUPRAILIOKR) i (NAB_POTK) u milimetrima (mm), a (AVTT) u kilogramima (kg).

Tablica 3. Rezultati Kolmogorov - Smirnov testa normaliteta distribucije

Antropometrijske morfološke karakteristike	Kolmogorov-Smirnov	
	ss	p
ALVT	40	,20*
AVTT	40	,20*
DIJ_LAKAT	40	,20*
DIJ_KOLJENO	40	,20*
OPS_FLEKT_NADL	40	,20*
OPSEG_POTK	40	,20*
NAB_NADL	40	,02
NAB_LEĐA	40	,00
NAB_SUPRAILIOKR	40	,00
NAB_POTK	40	,01

ss = stupnjevi slobode, p = statistički značajna razlika 0.05

*varijabla je normalno distribuirana

Rezultati Kolmogorov – Smirnov testa prikazuju da rezultati u varijablama *kožni nabor na nadlaktici (NAB_NADL)*, *kožni nabor na leđima (NAB_LEĐA)*, *kožni nabor na trbuhu (NAB_SUPRAILIOKR)* i *kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK)* odstupaju od normalne distribucije. Iz tog razloga korišten je Kruskal-Wallis test za utvrđivanje statistički značajnih razlika.

Tablica 4. Rezultati Kruskal-Wallis testa

Kruskal Wallis Test										
	ALV T	AVT T	DIJ_ LAK AT	DIJ_K OLJE NO	OPS_F LEKT_ NADL	OPSE G_POT K	NAB_ NADL	NAB_ LEĐA	NAB_SUP RAILIOKR	NAB_ POTK
C ²	26,3 2	20,7 7	6,22	7,20	8,16	22,85	2,99	,070	5,93	8,85
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
p	,00*	,00*	,10	,06	,04*	,00*	,39	,99	,11	,03*

C² – hi kvadrat test; df – broj stupnjeva slobode; p – nivo statističke značajnosti, *označava statističku značajnost (p < 0.05)

Kruskal Walisov test otkrio je statistički značajnu razliku u varijablama: *tjelesna visina (ALVT)*, *tjelesna masa (AVTT)*, *opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL)*, *opseg potkoljenice (OPSEG_POTK)* i *kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK)* između četiri skupine igrača: *dizači, srednji blokeri, libero i krajnji smečeri*.

U tablici 5. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom ($p = 0.05/4 = 0.0125$) u varijabli tjelesna visina (ALTV)

	ALVT					
MWU	10,00	8,00	24,00	0,00	30,00	0,00
WW	65,00	63,00	79,00	55,00	85,00	55,00
Z	-3,02	-3,17	-1,97	-3,78	-1,51	-3,78
p	0,00	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00
	12	13	14	23	24	34

MWU – vrijednost Mann-Whitney U testa, WW – vrijednost Wilcoxon W, Z – Z vrijednost testa, p - dvostrana – razina statističke značajnosti testa, *označava statistički značajnu razliku ($p < 0.05$)

Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli *tjelesna visina (ALTV)* između:

-skupine 1 – dizači i 2 – srednji blokeri , U =10,00, z=-3,02, p=0,00

-skupine 1 – dizači i 3 - libero , U =8,00, z=-3,17, p=0,00

-skupine 2 - srednji blokeri i 3 – libero, U =0,00, z=-3,78, p=0,00

-skupine 3 - libero i 4 – krajnji smečeri , U =0,00, z=-3,78, p=0,00

U tablici 6. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom ($p = 0.05/4 = 0.0125$) u varijabli tjelesna masa (AVTT)

	AVTT					
MWU	13,00	22,50	26,00	3,00	41,00	3,00
WW	68,00	77,50	81,00	58,00	96,00	58,00
Z	-2,80	-2,08	-1,81	-3,55	-0,68	-3,55
p	0,01	0,04	0,07	0,00	0,50	0,00
	12	13	14	23	24	34

MWU – vrijednost Mann-Whitney U testa, WW – vrijednost Wilcoxon W, Z – Z vrijednost testa, p - dvostrana – razina statističke značajnosti testa, *označava statistički značajnu razliku ($p < 0.05$)

Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli *tjelesna masa (ALTT)* između:

-skupine 1 – dizači i 2 – srednji blokeri , U =13,00, z=-2,80, p=0,01

-skupine 2 - srednji blokeri i 3 – libero, U =3,00, z=-3,55, p=0,00

-skupine 3 - libero i 4 – krajnji smečeri , U =3,00, z=-3,55, p=0,00

U tablici 7. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom ($p = 0.05/4 = 0.0125$) u varijabli opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL)

	OPS_FLEKT_NADL					
MWU	33,50	36,50	30,00	22,00	49,00	16,00
WW	88,50	91,50	85,00	77,00	104,00	71,00
Z	-1,25	-1,02	-1,51	-2,12	-0,08	-2,58
p	0,21	0,31	0,13	0,03	0,94	0,01
	12	13	14	23	24	34

MWU – vrijednost Mann-Whitney U testa, WW – vrijednost Wilcoxon W, Z – Z vrijednost testa, p - dvostrana – razina statističke značajnosti testa, *označava statistički značajnu razliku ($p < 0.05$)

Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL) između:

-skupine 3 - libero i 4 – krajnji smečeri , U =16,00, z=-2,58, p=0,01

U tablici 8. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom ($p = 0.05/4 = 0.0125$) u varijabli opseg potkoljenice u stojećem stavu (OPSEG_POTK)

	OPSEG_POTK					
MWU	8,00	39,50	10,50	2,50	49,00	4,00
WW	63,00	94,50	65,50	57,50	104,00	59,00
Z	-3,18	-0,79	-2,99	-3,60	-0,08	-3,48
p	0,00	0,43	0,00	0,00	0,94	0,00
	12	13	14	23	24	34

MWU – vrijednost Mann-Whitney U testa, WW – vrijednost Wilcoxon W, Z – Z vrijednost testa, p - dvostrana – razina statističke značajnosti testa, *označava statistički značajnu razliku ($p < 0.05$)

Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli opseg potkoljenice (OPSEG_POTK) između:

-skupine 1 – dizači i 2 – srednji blokeri , U =8,00, z=-3,18, p=0,00

-skupine 1 – dizači i 4 – krajnji smečeri , U =10,50, z=-2,99, p=0,00

-skupine 2 - srednji blokeri i 3 – libero, U =2,50, z=-3,60, p=0,00

-skupine 3 - libero i 4 – krajnji smečeri , U =4,00, z=-3,48, p=0,00

U tablici 9. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom ($p = 0.05/4 = 0.0125$) u varijabli kožni nabor na potkoljenici.

	NAB_POTK					
MWU	20,50	14,00	28,50	35,50	48,50	35,50
WW	75,50	69,00	83,50	90,50	103,50	90,50
Z	-2,23	-2,72	-1,63	-1,10	-0,11	-1,10
p	0,03	0,01	0,10	0,27	0,91	0,27
	12	13	14	23	24	34

MWU – vrijednost Mann-Whitney U testa, WW – vrijednost Wilcoxon W, Z – Z vrijednost testa, p - dvostrana – razina statističke značajnosti testa, *označava statistički značajnu razliku ($p < 0.05$)

Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli *kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK)* između:

-skupine 1 – dizači i 3 - libero , $U = 14,00$, $z = -2,72$, $p = 0,01$

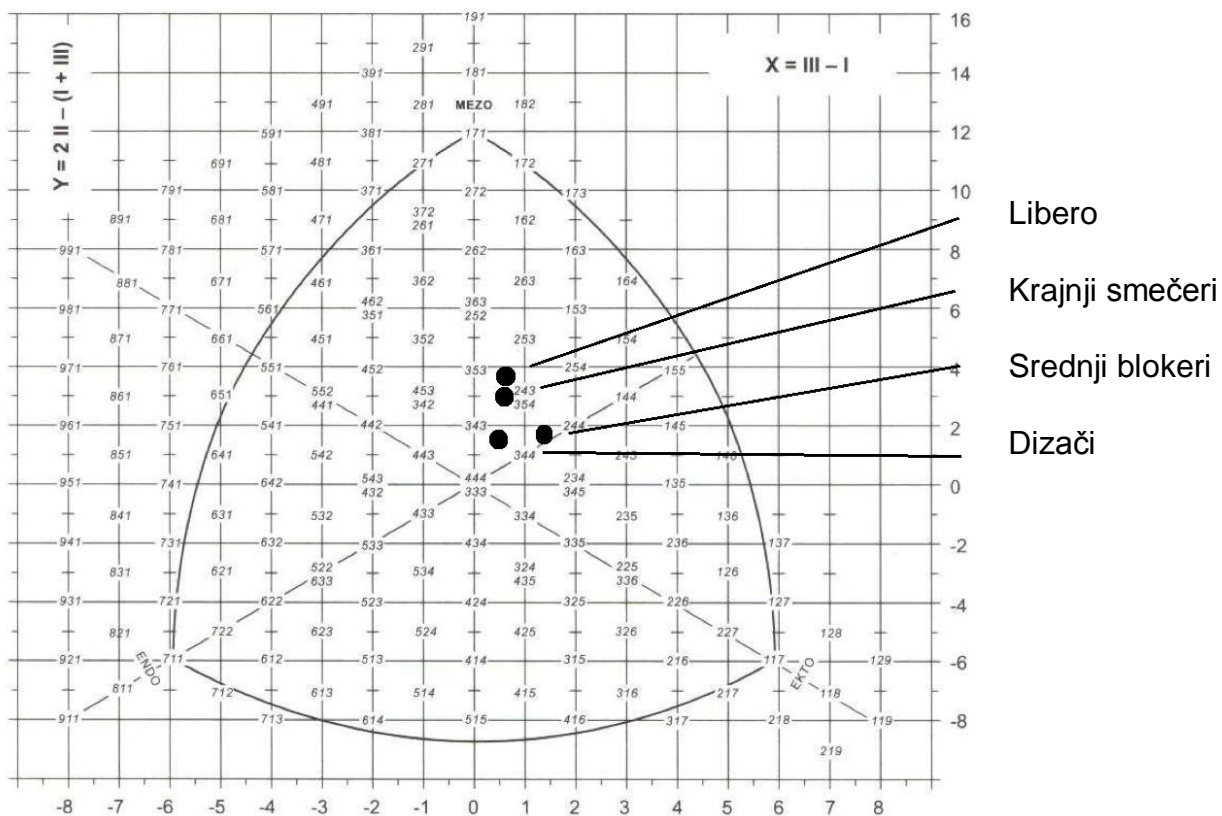
Tablica 10. Somatotipovi prema igračkim ulogama po Heath – Carter metodi.

Uloga igrača	AS-END	AS-MESO	AS-EKT
Dizači	2,8	3,8	3,4
Srednji blokeri	2,3	3,8	3,6
Libero	2,4	4,6	3,0
Krajnji smečeri	2,5	4,3	3,1

AS-END – aritmetička sredina rezultata endomorfne komponente, AS-MESO - aritmetička sredina rezultata mezomorfne komponente i AS-EKT – aritmetička sredina rezultata ektomorfne komponente somatotipa.

Somatotip dizača 2,8 - 3,8 - 3,4 i srednjih blokera 2,3 - 3,8 - 3,6 je mezomorf-ektomorf, a libera 2,4 - 4,6 - 3,0 i krajnjih smečera 2,5 - 4,3 - 3,1 ekto-mezomorf.

Slika 1. Somatogram odbojkaša prema igračkim ulogama



Grafički prikaz somatotipa prema igračkim ulogama: *Dizači* 2,8-3,8-3,4; *Srednji blokeri* 2,3-3,8-3,6; *Libero* 2,4-4,6-3,0 i *Krajnji smečeri* 2,5-4,3-3,1

Somatotip dizača 2,8 - 3,8 - 3,4 i srednjih blokera 2,3 - 3,8 - 3,6 je *mezomorf-ektomorf*, a libera 2,4 - 4,6 - 3,0 i krajnjih smečera 2,5 - 4,3 - 3,1 *ekto-mezomorf*.

5. RASPRAVA

Pregledom rezultata u tablici 4. možemo uočiti statistički značajne razlike između grupa u varijablama: tjelesna visina (ALVT), tjelesna masa (AVTT), opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL), opseg potkoljenice (OPSEG_POTK) i kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK).

U tablicama 5. – 9. nalaze se rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa sa Bonferonijevom korekcijom. Razina statističke značajnosti za 4 skupine je $p = 0.05/4 = 0.0125$. Tablica 5. prikazuje statistički značajne razlike u varijabli tjelesna visina (ALTV). Razlika između dizača i srednjih blokera prikazana je rezultatima $U = 10,00$, $z = -3,02$, $p = 0,00$. Temelji se na činjenici da je prosječna visina (izražena u centimetrima) srednjih blokera $199,97 \pm 4,41$, a dizača $191,12 \pm 6,39$, a razlog tomu je specifičnost poslova igrača u igri. Srednjim blokerima je longitudinalna dimenzionalnost skeleta ključan faktor, a kod dizača ipak prednjače druge kvalitete oko organizacije napada. Bez obzira što također doprinose bloku i visina im je bitan faktor, dizačima je fokus na kvalitetnom distribuiranju lopte prema smečerima ili samostalno završavanje napada. Utvrđena je statistički značajna razlika između libera i svih ostalih igračkih uloga. Značajno se razlikuju dizači i libero $U = 8,00$, $z = -3,17$, $p = 0,00$, srednji blokeri i libero $U = 0,00$, $z = -3,78$, $p = 0,00$ i libero i krajnji smečeri $U = 0,00$, $z = -3,78$, $p = 0,00$. Prosječna visina libera iznosi $181,71 \pm 5,71$, dok su visine dizača, srednjih blokera i krajnjih smečera $191,12 \pm 6,39$, $199,97 \pm 4,41$ i $196,06 \pm 4,34$. Libero je igrač koji ne sudjeluje u akcijama na mreži, stoga tjelesna visina nije presudan faktor za uspješnog igrača na toj poziciji. Njegova primarna uloga je prijem servisa, obrana i zaštita napadača, ali sve češće i dizanje lopte.

U tablici 6. prikazani su rezultati Mann Whitney Post – Hoc testa u varijabli tjelesna masa (AVTT). Značajno se razlikuju dizači i srednji blokeri $U = 13,00$, $z = -2,80$, $p = 0,01$. Prosječna masa (izražena u kilogramima) mjerenih dizača iznosi $84,12 \pm 8,76$, dok je masa srednjih blokera $94,82 \pm 6,67$. Uspoređujući s varijablom visina tijela gdje se između ove dvije skupine pokazala značajna razlika, varijabla tjelesna masa ju također pokazuje. Uzrok tomu je povezanost visine i mase tijela, gdje su viši igrači obično teži. Zaključak je to i za sljedeća dva slučaja gdje se značajno razlikuju srednji blokeri i libero $U = 3,00$, $z = -3,55$, $p = 0,00$ jer su igrači na mjestu libero prosječne tjelesne mase $74,97 \pm 5,39$ te libero i krajnji smečeri $U = 3,00$, $z = -3,55$, $p = 0,00$ s prosječnom masom smečera od $93,80 \pm 10,29$.

U tablici 7. Mann Whitney Post – Hoc testom utvrđena je statistički značajna razlika u varijabli opseg flektirane i kontrahirane nadlaktice (OPS_FLEKT_NADL) između libera i krajnjih smečera $U = 16,00$, $z = -2,58$, $p = 0,01$. Kod libera izmjerena je prosječna vrijednost od

33,08±1,20cm, a kod krajnjih smečera 35,55±2,46cm. Opseg nadlaktice direktno je vezan za poprečni presjek mišića nadlaktice, čiji je uzrok velik broj ponavljanja smečiranja. Razlika u opsegu prezentira razliku između krajnjih smečera čija je bitna uloga upravo snažan smeč i libera koji ne smečiraju.

Tablica 8. prikazuje Mann-Whitneyev U - test koji je otkrio statistički značajnu razliku u varijabli opseg potkoljenice (OPSEG_POTK) između grupa: dizači i srednji blokeri $U = 8,00$, $z = -3,18$, $p = 0,00$ i dizači i krajnji smečeri $U = 10,50$, $z = -2,99$, $p = 0,00$; libero i srednji blokeri $U = 2,50$, $z = -3,60$, $p = 0,00$ te libero i krajnji smečeri $U = 4,00$, $z = -3,48$, $p = 0,00$. Istaknuti su na prvom mjestu rezultati grupa koji su imali niži prosječni rezultat: dizači 37,29±1,76cm i libero 36,61±1,52cm, a slijede grupe s većim opsezima: srednji blokeri 40,56±1,64cm i krajnji smečeri 40,40 ±1,77cm. Povezanost je moguće pronaći u potrebi srednjih blokera i krajnjih smečera da skakačke akcije izvode u maksimalnom angažmanu mišićnih skupina, dok to kod dizača najčešće nije slučaj, a s druge strane libero rijetko ima potrebu vertikalno skakati, posebice u napadu.

U tablici 9. Mann-Whitneyev U - test otkrio je statistički značajnu razliku u varijabli kožni nabor na potkoljenici (NAB_POTK) između skupine dizača i libera $U = 14,00$, $z = -2,72$, $p = 0,01$. Dizači pokazuju prosječne vrijednosti (izražene u milimetrima) od 8,70±1,75, a libero 5,87±1,69. Najvjerojatniji razlog tomu jesu dizači koji, iako ne u vrhunskoj sportskoj formi, u starijoj, veteranskoj dobi igraju na vrlo visokoj razini te su uključeni u momčad zbog drugih bitnijih komponenata odbojkaške igre (psihološki faktori, iskustvo, taktika)

Tablica 10. prikazuje izračunate somatotipove igrača prema ulogama. Somatotip dizača 2,8 - 3,8 - 3,4 i srednjih blokera 2,3 - 3,8 - 3,6 je mezomorf-ektomorf, a libera 2,4 - 4,6 - 3,0 i krajnjih smečera 2,5 - 4,3 - 3,1 ekto-mezomorf. Kožni nabori su varijabla koja opisuje udio potkožnog masnog tkiva i definira endomorfiju. Komponenta koju bi u odbojci trebalo svesti na minimum, zbog potrebe za brzinom, agilnosti i skočnosti, ali i kao prevencija ozljeda zbog velikog broja doskoka. Neovisna je o drugim antropometrijskim morfološkim karakteristikama i pokazuje najveću varijabilnost rezultata u tablici 2. Bez obzira na veći udio masnog tkiva u tijelu tehničko-taktička zrelost i iskustvo u igri mogu biti prevaga prema uvrštavanju igrača lošije sportske forme u momčad. Potvrda tomu jesu odbojkaši koji u starijoj, veteranskoj dobi igraju na vrlo visokoj razini, što istraživanja i potvrđuju (Marques i Marinho, 2009; Palao i sur., 2014).

Varijable u kojima je zabilježena mala varijabilnost rezultata jesu dijometri i opsezi. Igrači unutar pozicije u odbojci su bilježili bliske rezultate, ali i cijeli uzorak u tablici 1.

pokazuje male vrijednosti standardne devijacije. Dijametri i opsezi definiraju mezomorfnu komponentu somatotipa. Obzirom na velik broj skokova i eksplozivnih reakcija maksimalne brzine, udio mišićne mase je zamjetan posebno kod krajnjih smečera i libera. Veći opseg potkoljenica srednjih blokera i krajnjih smečera potencijalno je posljedica što ti igrači skakačke akcije izvode maksimalnom snagom mišićnih skupina. Također broj skokova može se uzeti u obzir, gdje najveći broj skokova izvode srednji blokera, potom krajnji smečeri, slijede dizači, koji najčešće ni nemaju potrebu maksimalno se odražavati, a kod libera igra to rijetko iziskuje. Opseg nadlaktice definira poprečni presjek mišića nadlaktice, hipertrofija mišića djelomično je pokazatelj snage fleksora i ekstenzora lakta. Od posebne značajnosti jesu ekstenzori, dominantno mišić *triceps brahii* koji sudjeluje u vršnom odbijanju i smeču. Vrijednost 4,6 mezomorfne komponente kod igrača na poziciji libero moguće je objasniti razvojem sportaša mlađim kategorijama. Često su to niži igrači (iznad u tekstu navedena prosječna visina u ovom istraživanju $181,71 \pm 5,71$) izuzetnih skakačkih sposobnosti koji su juniorskim kategorijama igrali na poziciji primača – smečera te su na profesionalnoj razini natjecanja zbog kvalitetnog prijema servisa i obrane selekcionirani za poziciju libera.

U tablici 2. srednji blokera i krajnji smečeri bilježe više rezultate. Variable tjelesna visina (ALVT) i tjelesna masa (AVTT) i kod odbojkaša visoko koreliraju, viši sportaši jesu i teži. Ne ubrajajući libere, aritmetička sredina visine tijela mjerenih igrača bila je iznad 191cm, a masa 84kg. Varijable tjelesna visina i tjelesna masa uvjetuju vrijednost ektomornog indeksa somatotipa koji za odbojkaše pokazuje visoke rezultate. Nešto je veća kod srednjih blokera $EKT=3.6$ čija je ključna značajka mogućnost blokiranja i kod dizača $EKT=3.4$. koji imaju manje mjere opsega i dijametara u odnosu na krajnje smečere $EKT=3.1$. i libero $EKT=3.0$.

Usporedba s drugim radovima ukazuje da hrvatski odbojkaši konstitucijom odgovaraju onima iz drugih zemalja (Petroski i sur., 2013; Toselli i Campa, 2018). Izračunata je niska endomorfna komponenta koja je pokazatelj udjela potkožnog masnog tkiva u tijelu. Mezomorfna komponenta je najizraženija kod igrača na poziciji libera, dok je ektomorfna najviša kod najviših odbojkaša – srednjih blokera. Uspoređujući karakteristike brazilskih odbojkaša 2000-tih najčešći somatotip bio je mesomorf-ektomorf što je kod hrvatskih u ovom istraživanju somatotip dizača i srednjih blokera. Komponente somatotipa podudaraju s onima mjerenima na talijanskim odbojkašima 90tih godina (Gualdi-Russo i Zaccagni, 2001), ali se razlikuju od rezultata novijeg istraživanja (Giannopoulos i sur., 2017). U budućnosti za očekivati je rast ektomorfne, uz smanjenje mezomorfne komponente somatotipa.

6. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je odrediti somatotipove skupina odbojkaša podijeljenih prema igračkoj ulozi te postoji li statistički značajna razlika u 10 antropometrijskih morfoloških mjera sukladno Heath – Carterovoj metodi određivanja somatotipa. Utvrđen somatotip dizača 2,8 - 3,8 - 3,4 i srednjih blokera 2,3 - 3,8 - 3,6 je mezomorf-ektomorf, a libera 2,4 - 4,6 - 3,0 i krajnjih smečera 2,5 - 4,3 - 3,1 ekto-mezomorf.

Prema specifikaciji uspješnosti u odbojci, za zaključiti je da je longitudinalna dimenzionalnost skeleta ključan faktor. Ukoliko isključimo izmjerene visine igrača na poziciji libero koji su prosječne visine muške odrasle osobe, ostali su odbojkaši nadprosječno visoki. Određen broj sportova također zahtijeva odabir više djece. Trend selekcije sve viših igrača odlikuje i druge sportove (košarka, tenis, rukomet, vaterpolo) kao neophodan za veći natjecateljski, međunarodni uspjeh. Prema tome očekuje se rast ektomorfne komponente, smanjenje mezomorfne komponente somatotipa.

Osim tjelesne visine, prisutan je niz faktora koji utječu na stvaranje kvalitetnog sportaša, tako i odbojkaša. Antropološki sustav osobe sastavljen je od većeg broja vrlo kompleksnih komponenata. Antropometrijske morfološke karakteristike, čiji segment je i tjelesna visina, objašnjavanju morfologiju ljudskog tijela. Upravo različite mjere, opsezi, kožni nabori definiraju tjelesni tip čovjeka - njegovu konstituciju, što je bitan faktor uspješnosti u sportu općenito.

Rezultati ovog rada pokazali su da doista postoji značajna razlika u antropometrijskim morfološkim karakteristikama između izmjerenih hrvatskih vrhunskih odbojkaša raspoređenih prema igračkim ulogama. Objašnjenje leži u specifičnosti odbojkaške igre i zadaćama koje igrači na svakoj poziciji obnašaju. Učinkovitost u izvođenju tehničko-taktičkih elemenata između ostaloga ovisi i o pojedinim antropometrijskim morfološkim mjerama obzirom da su i zadaci za svaku igračku ulogu specifični. Npr. visina bloka i mogućnost brzog postavljanja ruku na određenu visinu je glavna zadaća srednjih blokera gdje je visina i duljina udova ključan faktor. Krajnji pucači jesu igrači kojima je i visina odraza, uz longitudinalnu dimenzionalnost sketeta važna. Dizačima je prioritet organiziranje napada. Bez obzira što također doprinose bloku i visina im je bitan faktor, dizačima je fokus na kvalitetnom distribuiranju lopte prema smečerima ili samostalno završavanje napada. Libero je igrač koji ne sudjeluje u akcijama na mreži, stoga tjelesna visina nije presudan faktor za uspješnog igrača na toj poziciji. Primjer je to gdje antropometrijska morfološka mjera, a samim time i konstitucija direktno razlikuje igračke uloge u odbojci.

Konstitucija je promjenjiva tokom rasta i razvoja, ali je također mjerljiva i pod utjecajem je planiranog i programiranog procesa treninga. Brojna su istraživanja vezana za rast i razvoj djece. Brojni pokušaji predviđanja antropometrijskih morfoloških karakteristika znaju biti više ili manje uspješna. Tendencija istraživača i trenera trebala bi biti slijediti znanstvena istraživanja na polju antropometrijskih morfoloških karakteristika i konstitucije vrhunskih odbojkaša i redovito kontrolirati te primjenjivati ih na mladim naraštajima.

Usprkos važnosti praćenja antropometrijskih morfoloških karakteristika, izuzetna je važnost i drugih antropoloških komponenata, poput motoričke kontrole ili psihološke komponente. Sportaša uvijek treba promatrati iz svih kutova, kao cjelinu, kako bi naposljetku kroz duži niz godina planiranog i programiranog treniranja došao do uspjeha.

7. LITERATURA

- Borožan, I.-S., Grădinaru, S., Miron, P., Puta, T., i Bota, E. (2016). Postural differences of volleyball players. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 9(17), 42–46. <https://doi.org/10.1515/tperj-2016-0014>
- Challoumas, D., i Artemiou, A. (2018). Predictors of attack performance in high-level male volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1230–1236. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0125>
- Carter, J.E.L. (2002). THE HEATH-CARTER ANTHROPOMETRIC SOMATOTYPE: instruction manual. San Diego: San Diego State University
- D'isanto, T., Di Tore, P. A., i Altavilla, G. (2018). Correlation of the anthropometric characteristics and the ability to jump in volleyball. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13, S393–S400. <https://doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.23>
- Fattahi, A., Ameli, M., Sadeghi, H., i Mahmoodi, B. (2012). Relationship between anthropometric parameters with vertical jump in male elite volleyball players due to game's position. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(3), 714–726. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.73.11>
- Giannopoulos, N., Vagenas, G., Noutsos, K., Barzouka, K., i Bergeles, N. (2017). Somatotype, Level of Competition, and Performance in Attack in Elite Male Volleyball. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 131–140. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0082>
- Grabara, M. (2015). Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biology of Sport*, 32(1), 79–85. <https://doi.org/10.5604/20831862.1127286>
- Gualdi-Russo, E., i Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 256–262.
- Janković, V., Đurković, T. i Rešetar, T. (2009). *Uvod u specijalizaciju igračkih uloga u odbojci*. Zagreb: Autorska naklada
- Kutseryb, T., Vovkanych, L., Hryniv, M., Majevska, S., i Muzyka, F. (2017). Peculiarities of the somatotype of athletes with different directions of the training process. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(1), 431–435. <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.01064>
- Marelić, M. (2020). *Razlike dviju skupina odbojkašica kadetskog uzrasta u nekim morfološkim karakteristikama te motoričkim i funkcionalnim sposobnostima* (diplomski rad). Kineziološki fakultet, Zagreb
- Marques, M. C., i Marinho, D. A. (2009). Physical parameters and performance values in

- starters and non-starters volleyball players: A brief research note. *Motricidade*, 5(3), 7–11. [https://doi.org/10.6063/motricidade.5\(3\).189](https://doi.org/10.6063/motricidade.5(3).189)
- Marques, M. C., Van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., i Gonzalez-Badillo, J. J. (2009). PHYSICAL FITNESS QUALITIES OF PROFESSIONAL VOLLEYBALL PLAYERS: DETERMINATION OF POSITIONAL DIFFERENCES. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1106–1111. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819b78c4>
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Milić, M., Grgantov, Z., Chamari, K., Ardigò, L. P., Bianco, A., i Padulo, J. (2017). Anthropometric and physical characteristics allow differentiation of young female volleyball players according to playing position and level of expertise. *Biology of Sport*, 34(1), 19–26. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.63382>
- Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1995). *Morfološka antropometrija u športu*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu
- Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Palao, J. M., Manzanares, P., i Valadés, D. (2014). Anthropometric, physical, and age differences by the player position and the performance level in volleyball. *Journal of Human Kinetics*, 44(1), 223–236. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0128>
- Petroski, E. L., Del Fraro, J., Fidelix, Y. L., Silva, D. A. S., Pires-Neto, C. S., Dourado, A. C., Rocha, M. A., Stanganelli, L. C. R., Oncken, P., i Viera, F. S. (2013). Anthropometric, morphological and somatotype characteristics of athletes of the Brazilian Men's volleyball team. *Brasilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 15(2), 184—192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n2p184>
- Rikberg, A., i Raudsepp, L. (2011). Multidimensional performance characteristics in talented male youth volleyball players. *Pediatric Exercise Science*, 23(4), 537–548. <https://doi.org/10.1123/pes.23.4.537>
- Toselli, S., i Campa, F. (2018). Anthropometry and functional movement patterns in elite Male volleyball players of different competitive levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2601–2611. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002368>