

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Nemanja Z. Čopić

**RELACIJE MORFOLOŠKIH I  
KINETIČKIH PARAMETARA SA VISINOM SKOKA  
KOD ODBOJKAŠICA RAZLIČITE TAKMIČARSKE  
USPEŠNOSTI**

doktorska disertacija

Beograd, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Nemanja Z. Čopić

**THE RELATIONSHIP BETWEEN THE  
MORPHOLOGICAL AND KINETIC PARAMETERS  
OF THE JUMP HEIGHT OF FEMALE  
VOLLEYBALL PLAYERS OF DIFFERENT  
COMPETITIVE ABILITIES**

Doctoral Dissertation

**Belgrade, 2015**

## PODACI O MENTORU I ČLANOVIMA KOMISIJE

Mentor

Dr **Milivoj Dopsaj**, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja

---

Članovi komisije:

Dr **Dušan Ugarković**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja

---

Dr **Jelena Ivanović**, naučni saradnik, Zavod za sport i medicinu sporta Republike Srbije

---

Dr **Slobodan Jarić**, redovni profesor Odsek za kineziologiju i primenjenu fiziologiju, Univerzitet u Delaveru, SAD

---

---

Datum odbrane

## **PREDGOVOR**

Doktorska disertacija je urađena u okviru projekta pod nazivom: „*Efekti primenjene fizičke aktivnosti na loko-motorni, metabolički, psiho-soijalni i obrazovni status stanovništva R Srbije*”, u okviru ciklusa nacionalnih naučnih projekata finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R Srbije, za period 2011-2015. godine.

### ***Zahvalnost dugujem***

*Svojoj porodici, na podršci svih ovih godina.*

*Svom mentoru, profesoru dr Dopsaj Milivoju, koji je svoje slobodno vreme posvetio meni i mom usavršavanju, kao i na podršci i prenesenom znanju.*

*Članovima Komisije, profesoru dr Jariću i profesoru dr Ugarkoviću koji su mi ukazali na važne i suštinske stvari u mom istraživanju, dr Ivanović Jeleni koja je uvek imala strpljenja za moje stručne nedoumice, kao i ostalim profesorima i prijateljima koji su mi pomogli u realizaciji svih faza eksperimenta.*

*Takođe, zahvaljujem se svim odbojkašicama i studentima koji su učestvovali kao ispitanici u ovoj istraživačkoj studiji.*

# RELACIJE MORFOLOŠKIH I KINETIČKIH PARAMETARA SA VISINOM SKOKA KOD ODBOJKAŠICA RAZLIČITE TAKMIČARSKE USPEŠNOSTI

## Rezime

U ovom istraživanju, na osnovu primarnog cilja definisani su uticaji morfoloških i kinetičkih parametara na visinu skoka kod odbojkašica različite takmičarske uspešnosti. Na osnovu sekundarnih ciljeva, utvrđeno je u kojoj meri morfološki i kinetički parametri utiču na visinu različitih skova u odnosu na nivo utreniranosti, i definisani su modeli predikcije različitih skova na osnovu morfoloških i kinetičkih varijabli.

U istraživanju je učestvovalo 63 ispitanice, podeljene u tri grupe. Prvu grupu ispitanica činilo je 18 vrhunski treniranih odbojkašica. Odbojkašice su bile aktivne elitne takmičarke, članice seniorske reprezentacije Srbije (OS) i učesnice na Evropskom ili Svetskom prvenstvu, odnosno na Olimpijskim igrama. Drugu grupu ispitanica činilo je 20 odbojkašica aktivnih takmičarki u nacionalnim klubovima Super lige Srbije (SL). Treću, Kontrolnu grupu (KG) ispitanica činilo je 25 sportsko-rekreativno aktivnih studentkinja Univerziteta u Beogradu.

Merni opseg definisan je na osnovu 65 varijabli podeljenih u 3 dimenzije to: 1) telesni sastav, 2) dinamički pokazatelji, 3) kontraktilne karakteristike izometrijske sile mišića opružaća nogu. Protokol testiranja sastojao se od tri sesije izvedene u jednom danu. U prvoj sesiji meren je telesni sastav pomoću bioelektrične impedanse (BIA), primenom osmopolarne multifrekventne metode (*InBody720, Biospace Co., Seoul, Korea*). U drugoj sesiji, merene su dinamičke performanse (različiti skokovi uvis). Zadatak ispitanica je bio da ostvari maksimalnu visinu skoka, u skladu sa svojom ličnom tehnikom. Izvršeno je merenje visine različitih skokova i to: skok uvis bez zamaha rukama, skok uvis sa zamahom rukama, skok u blok, skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice visine 40 cm. U trećoj sesiji, merena je kontraktilna karakteristika mišića opružaća nogu u izometrijskim uslovima naprežanja. Zadatak ispitanica je bio da u sedećem položaju ostvare maksimalni izometrijski mišićni napor tj. tenziju, u što kraćem vremenskom periodu (pozicija bilateralnog guranja nogama). Testiranje je

realizovano u izometrijskim uslovima naprežanja pri uglu natkolenice i potkolenice od 120°, odnosno pri uglu potkolenice i stopala od 90°.

Relacije između merenih varijabli ispitivane su *Pirsonovim* koeficijentom korelacije, nakon čega su pomoću regresione analize prikazani matematički modeli. Na generalnom nivou, na osnovu rezultata korelacione analize, morfološki i kinetički parametri su ostvarili značajan uticaj na visinu dva skoka ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ ), tako da se mogu koristiti kao značajni prediktori. Uprkos generalnim očekivanjima da će morfološki i kinetički parametri biti bolji prediktori visine skoka kod treniranih grupa (Olimpijska selekcija i Super liga), rezultati su pokazali da su oni značajni prediktori i kod ispitanica iz kontrolne grupe. Kod praćenih izometrijskih karakteristika kod OS su se kao najjači prediktori izdvojile karakteristike eksplozivnosti merene u ranim fazama mišićne kontrakcije ( $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ) kao pokazatelji specifične fizičke pripremljenosti dok su se kod KG izdvojili pokazatelji opšte fizičke pripremljenosti ( $F_{max_{ISO}}$  i  $RFDF_{max_{ISO}}$ ) odnosno karakteristike sile i eksplozivnosti merene u kasnoj fazi mišićne kontrakcije.

U cilju uspostavljanja sistema u funkciji dijagnostike, davanja trenažnih preporuka i prognoze, pomoću regresione analize izračunati su matematički modeli. Najveći ostvaren koeficijent determinacije za varijable telesnog sastava je kod KG ( $R = 68.8\%$  za  $h_{CMJn}$ ), za dinamičke pokazatelje je kod OS ( $R = 68.8\%$  za  $h_{CMJn}$ ), i za izometrijske pokazatelje je kod KG ( $R = 59.5\%$  za  $h_{CMJa}$ ). Statistički značajne varijable koje su se izdvojile u matematičkim modelima uglavnom su se izdvojile i u korelacionoj analizi, što znači da su izdvojene varijable pokazale značajan uticaj na visinu skoka pri različitim statističkim metodama.

Dobijeni rezultati imaju važnu ulogu i značaj za unapređenje teorijskog i praktičnog znanja u sistemu sportskog treninga, a naročito u sportovima gde postoji značajna potreba za dobrom utreniranošću sa aspekta realizacije različitih skokova, kao što je prvenstveno slučaj sa odbojkom, a zatim i svim ostalim srodnim sportskim granama. Definisanjem modelnih karakteristika i izračunavanjem jednačina predikcije visine skoka pomoću kinetičkih i morfoloških parametara, moguće je uspostaviti deterministički sistem u svrhu postavljanja dijagnoze trenutnog stanja nivoa utreniranosti sa aspekta skočnosti.

***Ključne reči:*** telesni sastav, skok uvis, opružajući nogu, matematički modeli, korelacija

***Naučna oblast:*** fizičko vaspitanje i sport

***Uža naučna oblast:*** teorija i tehnologija sporta i fizičkog vaspitanja

***UDK broj:*** 796.325.012.414-055-2/043.3

# **THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MORPHOLOGICAL AND KINETIC PARAMETERS OF THE JUMP HEIGHT OF FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS OF DIFFERENT COMPETITIVE ABILITIES**

## **Summary**

This research set as the primary goal to define the influences of morphological and kinetic parameters on the jump height of female volleyball players of different levels of competitiveness. On the basis of secondary goals, the level of influence of morphological and kinetic parameters on the jump height compared to the level of training has been determined, and models for predicting various jumps on the basis of morphological and kinetic variables have been defined.

The research included 63 female examinees, divided into three groups. The first group comprised 18 top trained volleyball players. The players were active elite competitors, members of Serbian senior selection (OS) and participants at the European or World championships, or at the Olympic Games. The second group comprised 20 volleyball players that were active competitors at the national clubs of the Super league of Serbia (SL). The third, control group (KG) comprised 25 female students of the University of Belgrade that practiced physical exercises for recreation purposes.

Testing range has been defined on the basis of 65 variables divided into 3 dimensions: 1) body composition, 2) dynamic indicators, 3) contractile characteristics of leg extensors isometric force. Testing protocol comprised three sessions performed on the same day. The first session measured body composition using bioimpedance (BIA) and 8-polar multifrequency method (*InBody720*, *Biospace Co., Seoul, Korea*). In the second session, dynamic performances (different jump heights) were measured. The examinees had the task to achieve maximum jump height by using their personal preferred technique. Height of different jumps had been measured, in particular: jump without arm swing, jump with arm swing, block jump, jump with previous pre-jump from a 40 cm high bench. The third session measured contractile characteristics in isometric conditions of extension. The task of the examinees was to achieve a maximum isometric muscle effort, i.e. tension in the shortest amount of time (the position of



bilateral leg press). The testing has been realized in isometric conditions of force with their thigh and lower leg at an angle of  $120^\circ$ , and lower leg and foot angle at an angle of  $90^\circ$  respectively.

Relations between measured variables were examined by the *Pearson* coefficient correlation, after which mathematical models were shown by regression analysis. On the overall level, the results of correlative analysis showed that the morphological and kinetic parameters have great importance on the jump height of two jumps ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ ), and can thus be used as significant predictors. Even though the general expectations were that the morphological and kinetic parameters will be better predictors of jump height among the trained groups (Olympic selection and Super league), the results showed that these were important predictors with the examinees of the control group as well. Among the followed isometric characteristics of the OS, the strongest predictors were the characteristics of explosiveness measured in the early phases of muscle contraction ( $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ) as indicators of specific strength; meanwhile, among the KG indicators that stood out were general physical conditions ( $F_{max_{ISO}}$  and  $RFD_{Fmax_{ISO}}$ ), that is, the characteristics of force and explosiveness measured in the later stage of muscle contraction.

Mathematical models were calculated through a regressive analysis, with the aim of establishing a system for the diagnostic purpose, giving training recommendations and prognostics. The highest coefficient of determination for the body composition variables for the KG was ( $R = 68.8\%$  for  $h_{CMJn}$ ), for dynamic indicators for the OS ( $R = 68.8\%$  for  $h_{CMJn}$ ), and for the isometric indicators for the KG ( $R = 59.5\%$  for  $h_{CMJa}$ ). Statistically significant variables that stood out in the mathematical models mostly remained significant in the correlative analysis as well, which means that these variables showed important influence on the jump height in several statistical methods.

The results gathered by this research have an important role and significance for the improvement of theoretical and practical knowledge about the sport training system, especially in sports with significant need for the well trained sportspersons in terms of realizing different jumps, as is the case with volleyball in the first place, but with all other similar sport branches as well. By defining model characteristics and calculating the prediction equations of jump height by kinetic and morphological parameters, it is

possible to establish a determined system with the purpose of making the diagnosis of the current state of training levels from the aspect of jump ability.

**Key words:** body composition, vertical jump, leg extensors, mathematical models, correlation

**Scientific field:** physical education and sport

**Narrower scientific field:** theory and technology of sport and physical education

**UDK number:** 796.325.012.414-055-2/043.3

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. MORFOLOŠKI I MOTORIČKI PROSTOR - FENOMENOLOGIJA POVEZANOSTI .....	3
<b>2. DEFINISANJE TEORIJSKIH OKVIRA</b> .....	<b>4</b>
2.1. OSNOVNI POJMOVI MORFOLOŠKOG STATUSA .....	4
2.1.1. <i>Morfološke karakteristike</i> .....	4
2.1.2. <i>Faktori koji utiču na telesni sastav</i> .....	5
2.1.3. <i>Značaj i primena praćenja telesnog sastava</i> .....	7
2.2. KINETIČKI PARAMETRI.....	8
2.2.1. <i>Kontraktilna svojstva mišića</i> .....	8
2.2.2. <i>Faktori koji utiču na mišićnu kontrakciju</i> .....	9
2.2.3. <i>Značaj i primena testova za merenje i procenu kinetičkih parametara</i> .....	10
2.3. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA .....	13
<b>3. PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>20</b>
<b>4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>22</b>
<b>5. METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>23</b>
5.1. UZORAK ISPITANICA .....	23
5.2. TOK I POSTUPCI ISTRAŽIVANJA.....	24
5.3. VARIJABLE .....	28
5.3.1. <i>Varijable morfoloških karakteristika</i> .....	28
5.3.2. <i>Varijable dinamičkih parametara</i> .....	29
5.3.2.1. Apsolutne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJn i CMJa).....	29
5.3.2.2. Relativne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJa i CMJn) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela .....	30
5.3.2.3. Relativne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJa i CMJn) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu.....	30
5.3.2.4. Apsolutne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ) .....	31
5.3.2.5. Relativne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela .....	31
5.3.2.6. Relativne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu.....	31
5.3.3. <i>Varijable izometrijskih parametara</i> .....	32
5.3.3.1. Apsolutne vrednosti mišića opružača nogu .....	32
5.3.3.2. Relativne vrednosti mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela .....	32
5.3.3.3. Relativne vrednosti mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu.....	33
5.4. PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA.....	34
5.5. STATISTIČKA ANALIZA.....	36
<b>6. REZULTATI</b> .....	<b>38</b>

6.1. REZULTATI DESKRIPTIVNE STATISTIKE ISPITANICA OLIMPIJSKE SELEKCIJE, SUPER LIGE I KONTROLNE GRUPE.....	38
6.1.1. Osnovni deskriptivni parametri antropo-morfoloških pokazatelja.....	38
6.1.2. Osnovni deskriptivni parametri pokazatelja telesnog sastava .....	39
6.1.3. Osnovni deskriptivni parametri različitih skokova.....	40
6.1.3.1. Skok uvis bez zamaha rukama – apsolutne vrednosti .....	40
6.1.3.2. Skok uvis sa zamahom rukama – apsolutne vrednosti .....	41
6.1.3.4. Skok u blok – apsolutne vrednosti .....	43
6.1.3.4. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice – apsolutne vrednosti .....	44
6.1.3.5. Skok uvis bez zamaha rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela.....	45
6.1.1.6. Skok uvis sa zamahom rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela.....	46
6.1.1.7. Skok u blok - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela.....	47
6.1.1.8. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela.....	48
6.1.1.9. Skok uvis bez zamaha rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu .....	49
6.1.1.10. Skok uvis sa zamahom rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu ....	51
6.1.1.11. Skok u blok - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu .....	52
6.1.1.12. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu .....	53
6.1.4. Osnovni deskriptivni parametri kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja.....	54
6.1.4.1. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu - apsolutne vrednosti.....	54
6.1.4.2. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela .....	56
6.1.4.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu.....	57
6.2. REZULTATI KORELACIONE ANALIZE.....	58
6.2.1. Korelacija telesnog sastava i visine različitih skokova .....	58
6.2.2. Korelacija dinamičkih parametara i visine različitih skokova.....	60
6.2.3. Korelacija kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja i visine skoka.....	62
6.3. REZULTATI REGRESIJE ANALIZE .....	65
6.3.1. Telesni sastav kao predikcija visine skoka.....	65
6.3.1.1. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama.....	65
6.3.1.2. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis sa zamahom rukama .....	67
6.3.1.3. Telesni sastav kao predikcija visine skoka u blok .....	68
6.3.1.4. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice .....	69
6.3.2. Dinamički parametri kao predikcija visine različitih skokova.....	70
6.3.2.1. Parametri skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka .....	70
6.3.2.2. Parametri skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka .....	71
6.3.2.3. Parametri skoka u blok kao predikcija njene visine skoka.....	72
6.3.2.4. Parametri skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka .....	73
6.3.2.5. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka.....	75
6.3.2.6. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka.....	76
6.3.2.7. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka u blok kao predikcija visine skoka .....	77

6.3.2.8. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka .....	78
6.3.2.9. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka .....	79
6.3.2.10. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka .....	80
6.3.2.11. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka u blok kao predikcija visine skoka .....	81
6.3.2.12. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka .....	83
<b>6.3.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja kao predikcija visine različitih skokova .....</b>	<b>84</b>
6.3.3.1. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama.....	84
6.3.3.2. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija skoka uvis sa zamahom rukama .....	85
6.3.3.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka u blok .....	86
6.3.3.4. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice.....	87
6.3.3.5. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama .....	88
6.3.3.6. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka sa zamahom rukama .....	90
6.3.3.7. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka u blok.....	91
6.3.3.8. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice .....	92
6.3.3.9. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama .....	93
6.3.3.10. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka uvis sa zamahom rukama.....	94
6.3.3.11. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka u blok.....	95
6.3.3.12. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice .....	97
<b>7. DISKUSIJA .....</b>	<b>98</b>
7.1. POVEZANOST TELESNOG SASTAVA I VISINE RAZLIČITIH SKOKOVA.....	99
7.2. POVEZANOST DINAMIČKIH PARAMETARA I VISINE RAZLIČITIH SKOKOVA .....	104
7.3. POVEZANOST IZOMETRIJSKIH MIŠIĆNIH PARAMETARA I VISINE SKOKOVA .....	106

7.4.	MODELI PREDIKCIJE TELESNOG SASTAVA I VISINE SKOKOVA.....	110
7.5.	MODELI PREDIKCIJE DINAMIČKIH PARAMETARA I VISINE SKOKOVA .....	113
7.6.	MODELI PREDIKCIJE IZOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆA OPRUŽAČA NOGU I VISINE SKOKOVA.....	115
<b>8.</b>	<b>ZAKLJUČCI.....</b>	<b>119</b>
<b>9.</b>	<b>PRAKTIČNA PRIMENA .....</b>	<b>123</b>
<b>10.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>125</b>
	PRILOG 1. NASLOVNA STRANICA OBJAVLJENOG RADA.....	133
	PRILOG 2. ODOBRENJE ETIČKE KOMISIJE FAKULTETA SPORTA I FIZIČKO VASPITANJE .....	134
	PRILOG 3. IZJAVA O AUTORSTVU .....	135
	PRILOG 4. IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKOG RADA.....	136
	PRILOG 5. IZJAVA O KORIŠĆENJU .....	137
	BIOGRAFIJA AUTORA .....	138

## SKRAĆENICE

%Mast -	Procenat masnog tkiva
%MM -	Procenat mišićne mase
ANOVA -	Univarijantna statistička analiza
BJ	Skok u blok
BMI-	Indeks telesne mase
CMJa	Skok uvis sa zamahom rukama
CMJn -	Skok uvis bez zamaha rukama
cV% -	Koeficijent varijacije
DJ	Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice
Fcon <sub>allomCMJa</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
Fcon <sub>allomCMJn</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
Fcon <sub>allomMMCMJa</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
Fcon <sub>allomMMCMJn</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
Fcon <sub>CMJa</sub> -	Maksimalna sila u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama
Fcon <sub>CMJn</sub> -	Maksimalna sila u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama
Fmax <sub>allomBJ</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile skoka u blok relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
Fmax <sub>allomDJ</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
Fmax <sub>allomISO</sub> -	Relativna vrednost maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
Fmax <sub>allomMMBJ</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile skoka u blok relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
Fmax <sub>allomMMDJ</sub> -	Relativna vrednost maksimalne sile skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
Fmax <sub>allomMMISO</sub> -	Relativna vrednost maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
Fmax <sub>BJ</sub> -	Maksimalna sila skoka u blok
Fmax <sub>DJ</sub> -	Maksimalna sila skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice
Fmax <sub>ISO</sub> -	Maksimalna izometrijska sila mišića opružača nogu
h <sub>BJ</sub> -	Visina skoka u blok
h <sub>CMJa</sub> -	Visina skoka uvis sa zamahom rukama
h <sub>CMJn</sub> -	Visina skoka uvis bez zamaha rukama

$h_{DJ}$ -	Visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice
$Index_{\%MM\%Mast}$ -	Indeks procenta mišićne mase i masnog tkiva
$Index_{MastVT}$ -	Indeks masnog tkiva
$Index_{MMVT}$ -	Indeks mišićne mase
$Index_{PMast}$ -	Proteinsko masni indeks
KS -	Kolmogorov – Smirnov test
Ku -	Kurtosis
MANOVA -	Multivarijantna statistička analiza
Max -	Maksimum
Mean -	Aritmetička sredina
Min -	Minimum
MT -	Masa tela
$Pavg_{allomBJ}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka u blok relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pavg_{allomCMJa}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pavg_{allomCMJn}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pavg_{allomDJ}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pavg_{allomMMBJ}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka u blok relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pavg_{allomMMCMJa}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pavg_{allomMMCMJn}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pavg_{BJ}$ -	Prosečna snaga skoka u blok
$Pavg_{CMJa}$ -	Prosečna snaga skoka uvis sa zamahom rukama
$Pavg_{CMJn}$ -	Prosečna snaga skoka uvis bez zamaha rukama
$Pavg_{DJ}$ -	Prosečna snaga skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice
$Pavg_{MMDJ}$ -	Relativna vrednost prosečne snage skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pmax_{allomCMJa}$ -	Relativna vrednost maksimalne snage skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pmax_{allomCMJn}$ -	Relativna vrednost maksimalne snage skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
$Pmax_{allomMMCMJa}$ -	Relativna vrednost maksimalne snage skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pmax_{allomMMCMJn}$ -	Relativna vrednost maksimalne snage skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
$Pmax_{CMJa}$ -	Maksimalna snaga skoka uvis sa zamahom rukama
$Pmax_{CMJn}$ -	Maksimalna snaga skoka uvis bez zamaha rukama
Protein -	Proteini
$RFD100ms_{allomISO}$ -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms relativizovane alometrijskom metodom u



	odnosu na masu tela
RFD100ms <sub>allomMMISO</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFD100ms <sub>ISO</sub> -	Gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms
RFD180ms <sub>allomISO</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
RFD180ms <sub>allomMMISO</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFD180ms <sub>ISO</sub> -	Gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms
RFDcon <sub>allomCMJa</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
RFDcon <sub>allomCMJn</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
RFDcon <sub>allomMCMJa</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFDcon <sub>allomMCMJn</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFDcon <sub>CMJa</sub> -	Gradijent prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama
RFDcon <sub>CMJn</sub> -	Gradijent prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama
RFDfmax <sub>allomISO</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na Fmax relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
RFDfmax <sub>allomMMISO</sub> -	Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na Fmax relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFDfmax <sub>ISO</sub> -	Gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na Fmax
RFDmax <sub>allomISO</sub> -	Relativna vrednost maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela
RFDmax <sub>allomMMISO</sub> -	Relativna vrednost maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu
RFDmax <sub>ISO</sub> -	Maksimalni gradijent prirasta sile mišićna opružača nogu
SD -	Standardna devijacija
Sk -	Skewness
VT -	Visina tela

## 1. UVOD

U današnje vreme u teoriji i praksi sportskog treninga vrhunskih sportista postoji veliki broj istraživanja koja se odnose na problematiku upravljanja treninga (Koprivica, 2002; Milišić, 2003; Abernethy et al., 2005; Zatsiorsky and Kreamer, 2006, Sudarov i Fratrić, 2010). Cilj sportskog treninga, u užem smislu, jeste da se programiranom fizičkom aktivnošću uz racionalan utrošak vremena i energije, povećaju one sposobnosti, karakteristike i osobine sportista od kojih zavisi postizanje vrhunskih sportskih rezultata i da se na tom nivou što duže održe (Koprivica, 2002). Iz tog razloga fiziolozi definišu sportski trening kao skup telesnih opterećenja koja izazivaju funkcionalno i morfološko prilagođavanje i promene u organizmu (Astrand and Rodhal, 1986).

Jedno od najinteresantnijih pitanja koje se postavlja u sistemu sportskog treninga jeste, koji su to bitni pokazatelji i faktori od kojih zavisi takmičarski rezultat, a na osnovu kojih se mogu doneti odluke bitne za upravljanje trenažnim procesom (Janković i Matković, 1997; Milišić, 2003; Ivanovic et al., 2011; Ivanovic and Dopsaj, 2013). Ovo je pitanje sve češće postavljano u savremenom sportu i postaje sve aktuelnije s obzirom na izuzetan napredak generalno svih sportskih rezultata u poslednjih nekoliko godina. Ako ne postoji odgovor na ovo pitanje, upravljanje sportskim treningom nije moguće realizovati u potpunosti principom determinističkog sistema organizacije trenažnog rada (Ristanović, 1989). Tek nakon utvrđivanja dominantnih antropoloških karakteristika bitnih za određenu sportsku granu može se pristupiti kontrolisanom programiranju trenažnog procesa. Skoro da nije moguće uspešno programirati efikasan trening, ukoliko se ne poseduje adekvatan broj informacija o faktorima od kojih zavisi data efikasnost, odnosno uspešnost u određenoj sportskoj grani.

Samo testiranje fizičkih sposobnosti u sportu kao i utvrđivanje nivoa utreniranosti i pripremljenosti sportista su jedan od najvažnijih aspekata potrebnih za postizanje što boljih rezultata u sportu a samim tim i postizanju zadatog takmičarskog cilja. Postizanje vrhunskih rezultata u sportu još je uslovljeno pravilnim procesima planiranja treninga, procesa oporavka kao i planiranja i programiranja nastupa na takmičenjima (Koprivica, 2002; Zatsiorsky and Kraemer, 2006). Samim tim, napredak u

postizanju vrhunskih rezultata u velikoj meri zavisi od kvalitetnog i kontinuiranog stručnog informisanja trenera, kako u odnosu na generalni nivo – nova saznanja o trenažnom procesu, tako i u odnosu na informacije o aktuelnom nivou utreniranosti sportiste ili ekipe koju trenira (Ivanovic, 2009).

Trener je jedan od glavnih karika između sportista i postizanja vrhunskog rezultata. Trener organizuje i planira trening a samim tim na profesionalan način obrazuje sportiste. U ovom dugoročnom procesu, postizanje vrhunskih takmičarskih rezultata je usko povezano i sa adekvatnom fizičkom pripremom. Najvažnije za unapređenje fizičkih sposobnosti kod sportista svih nivoa dostignuća, i profesionalaca i amatera, jeste postavljanje ciljeva koji se mogu dostići i koji su planirani prema individualnim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima (Milišić, 2003).

Da bi došlo do poboljšanja sportske performanse (mišićnih funkcija, tehničko-taktičkog umenja, psiholoških osobina, itd.) u praksi se primenjuju različite metode treninga. Primena trenažnih programa, bez obzira na ciljno usmerenje (opšti, usmereni ili specifični karakter treninga) doprinosi povećanju sportskih dostignuća. Jedan od ciljeva treninga je da poboljša kontraktilna svojstva mišića i sposobnost nervnog sistema da kontroliše mišićne funkcije, bez obzira na to da li se radi o različitim formama obima, intenziteta, vrsti ili učestalosti mišićnog naprežanja (Müller et al., 1993; Wilson and Murphy, 1996).

Na generalnom nivou, tokom realizacije trenažnog procesa, primenjeni postupci treba da obuhvate dijagnozu, prognozu, program i kontrolu samog treninga. Da bismo došli do uspešnog programiranja treninga, od velike važnosti je i da znamo koje su to metode i merni instrumenti kojima se mogu izmeriti i kontrolisati dominantne antropološke karakteristike u odnosu na prostor motoričkih sposobnosti. Kao prvo, da bi se nešto započelo, tj. da bi se sportisti adekvatno pripremili za predstojeća takmičenja, potrebno je utvrditi njihovu pripremljenost, tj. trenutno stanje pripremljenosti. Pored toga, potrebno je organizovati sistem praćenja i kontrole treninga za dobijanje povratnih informacija o stanju utreniranosti sportiste. Dobijanjem ovih informacija ceo stručni tim može da planira i prognozira trenažni rad u narednom trenažnom periodu, što sve omogućava situaciju objektivnije kontrole napretka sportiste ili ekipe. Na taj način

obezbeđuje se efikasnije praćenje stanja njihove takmičarske forme, i omogućava proces potrebnih korekcija i izmene u postavljenom planu i radu, i to sve u cilju dostizanja što boljeg rezultata (Koprivica, 2002; Zatsiorsky, 1995; Dopsaj, 2005).

### **1.1. Morfološki i motorički prostor - fenomenologija povezanosti**

Smatra se da morfološki parametri imaju veliki uticaj na motoričke sposobnosti, od čijeg nivoa zavisi i postizanje vrhunskih sportskih rezultata (Astrand and Rodhal, 1986; Rajić et al., 2004; Jukic et al., 2007). Telesni sastav sportista predstavlja bitan faktor kako za trenera tako i za sportistu. Odnos između snage angažovanih mišića i telesnog sastava jedan je od ključnih faktora u savladavanju opterećenja u pojedinim sportskim disciplinama.

U prethodno publikovanim istraživanjima utvrđeno je da je za postizanje vrhunskog rezultata poželjno da sportisti imaju nizak procenat masnog tkiva jer visok nivo masnog tkiva u organizmu može negativno da utiče na brzinu kretanja (sprinteri, maratonci), izvođenje brzih pokreta (udarci), estetski izgled (*body-building*) i na sportiste u kojima dominantnu motoričku strukturu imaju različite vrste skokova (Dowson et al., 1999; Reilly et al., 2000).

Sa druge strane, mišićna masa igra važnu ulogu u sportovima gde dominiraju mišićna sila, snaga i izdržljivost (Ramadan and Byrd, 1987; Green, 1992; Rico-Sanz, 1998). Za vrhunske sportiste je karakteristično da imaju nizak procenat masnog tkiva u poređenju sa netreniranim osobama, a dati fenomen je još izraženiji u sportovima izdržljivosti (maraton, skijaško trčanje, biciklizam) (Heyward and Stolarczyk, 1996). Kod muškaraca donja fiziološka granica masti u strukturi sastava tela iznosi oko 5% a kod žena sportista između 12 do 16% masti. Mišićna masa takođe je veća kod sportista i kod muškaraca često prelazi 55 pa i 60% ukupne mase tela (Martin et al., 1990).

## 2. DEFINISANJE TEORIJSKIH OKVIRA

### 2.1. Osnovni pojmovi morfološkog statusa

#### 2.1.1. Morfološke karakteristike

Morfološke karakteristike predstavljaju prostor u okviru biopsiho-socijalnog statusa humane populacije (Heyward and Stolarczyk, 1996). Morfologiju definiše skup karakteristika kao što su konstitucija, telesni sastav, građa ili sklop kao organizovana i relativno konstantna celokupnost osobina u međusobnom odnosu. Taj se skup obično formira od endogenih činilaca (unutrašnji) i u manjoj meri od egzogenih (spoljašnji, sredina). Na osnovu brojnih istraživanja (Bala, 1999; Kaput-Jogunica, 2007) formiran je model latentne strukture morfoloških dimenzija koji sadrži četiri dimenzije teoretski interpretirane kao: faktor longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, odgovoran za rast kostiju u dužinu (visina tela, sedeća visina trupa, dužina noge, dužina stopala...); faktor transverzalne dimenzionalnosti skeleta, odgovoran za rast kostiju u širinu (širina ramena, širina kukova, dijametar kolena, dijametar lakta...); faktor cirkularne dimenzionalnosti tela - volumen i masa tela, odgovoran za ukupnu masu i obim tela (masa tela, obim vrata, obim grudnog koša, obim podlaktice...); i faktor potkožnog masnog tkiva, odgovoran za ukupnu količinu masti u organizmu (debljina kožnog nabora na nadlaktici, na podlaktici, na leđima, na truhu...).

Morfološke karakteristike uslovljene su kako genetskim, tako i brojnim faktorima spoljašnje sredine. Ove osobine se menjaju tokom čitavog života, a svaka ontogenetska etapa je karakteristična po određenim morfološkim osobinama (Pavlica et al., 2009). Na formiranje morfoloških karakteristika značajan uticaj ima fizička aktivnost. Ona utiče na pravilan rast, razvoj i zdravstveno stanje organizma. U savremenim uslovima života, bavljene fizičkim vežbanjem dobija poseban značaj. Razlike u pojedinim sportovima, na osnovu njihove specifičnosti i takmičarske strukture dovode do formiranja različitih antropoloških sposobnosti i karakteristika. U sportskim igrama uglavnom se kao glavne komponente uspeha navode nivoi bazično i specifično motoričkih sposobnosti, međutim ustanovljeno je da je i telesni sastav važan kriterijum za bavljenje vrhunskim sportom (Ugarkovic et al., 2002; Slinde et al., 2008; Dopsaj et al., 2010; Čopić et al., 2014).

Pod telesnim sastavom podrazumevamo (u antropometriji) sastav ljudskog organizma predstavljen veličinom i grupisanjem postojećih merljivih segmenata iz kojih se sastoji (Ugarković, 2004). Ispitivanje telesnog sastava ima za cilj da podeli i izmeri telesnu masu na osnovne komponente (Malina, 2007), gde su teorijski okviri iskorišćeni kao osnov za tehnologiju razvoja metode za merenje telesnog sastava. Klasični dvokomponentni model deli telesnu masu na masnu komponentu (*fat mass*) i bezmasnu komponentu (*fat-free mass*). Trikomponentni model uključuje masno tkivo, a bezmasnu komponentu deli na telesnu vodu i suhu bezmasnu komponentu (*lean body mass*), i konačno, u četvorokomponentnom modelu, suva bezmasna komponenta je podeljena na masu kosti (*bone mass*), telesnu vodu, proteine i masno tkivo.

U savremenom sistemu upravljanja trenažnim programima sve više se javlja potreba za sistematskim praćenjem relevantnih pokazatelja o telesnoj kompoziciji, zdravstvenom stanju, motoričkim i funkcionalnim sposobnostima i psihološkim karakteristikama sportista. Ranije je testiranje sportista obavljano jedan do dva puta godišnje. Danas savremeni sistem praćenja i upravljanja sistemom pripreme sportista podrazumeva da se određeni pokazatelji prate svakodnevno, drugi 1 - 2 puta nedeljno, neki 1 - 2 puta mesečno, a neki 1 - 2 puta godišnje. To zavisi od karaktera i dinamike promena pojedinih pokazatelja telesne kompozicije, zdravstvenog stanja, motoričkih sposobnosti, funkcionalnih i psiholoških sposobnosti, pokazatelja tehničko-taktičke pripremljenosti, kao i pokazatelja dinamike oporavka (Sudarov, 2010).

Danas, postoji više različitih metoda i instrumenata za merenje – procenu telesnog sastava (npr. *Tanita - BC-545*; *InBody720 - Biospace Co., Seoul, Korea*; *BOD POD - Life Measurement Instruments, Concord, CA*; *DXA - Dual-energy X-ray absorptiometry*). Jedna od najpopularnijih dostupnih metoda za određivanje telesnog sastava, korišćena i u ovom radu je metoda *bioelektrične impedanse (BIA)*.

### **2.1.2. Faktori koji utiču na telesni sastav**

Opšte je poznato da je telesni sastav promenljiv. Svaki pojedinac može u određenoj meri da utiče na te promene. Postoje razni faktori koji utiču na telesni sastav (Benardot, 2010), a to su:

- **Genetska predispozicija** – koja je za svakog, bio to sportista ili ne, najvažniji faktor na koji ne možemo da utičemo i menjamo koliko god to pokušavali;
- **Starost** – promene u organizmu starenjem su normalne, tako da posle 30. godine dolazi do smanjenja bezmasne mase i porasta masti u organizmu, ovakve promene je moguće preduprediti pravilnom ishranom i redovnim vežbanjem;
- **Pol** – generalno, žene imaju veći procenat masti u telu nego mišića, dok kod žena sportista to često nije slučaj;
- **Tip aktivnosti** – različite vrste treninga izlažu organizam različitim tipovima stresa na koje organizam različito reaguje. Standardni oblik vežbanja koje se preporučuje za smanjenje masnog tkiva u telu je aerobna aktivnost. Međutim, postoje razna istraživanja, koja dokazuju da pored aerobnih sposobnosti, postoje i drugi tipovi aktivnosti koji takođe mogu dovesti do smanjenja masti u telu. Visoko intenzivno-intervalno vežbanje (kao što su sprint, dizanje tegova) može da poveća sadržaj bezmasne komponente prvenstveno mišićne mase i smanji sadržaj masti u organizmu;
- **Obim aktivnosti** – prekomerno trajanje aktivnosti mora biti praćeno i adekvatnim unosom energetske hranljive materije, inače će doći do degradacije mišićnog tkiva. Tako da, aktivnost mora biti uravnotežena sa unosom energetske hranljive materije i pravilnim doziranjem odmora da bi se obezbedilo održavanje mišićne mase;
- **Ishrana** – prekomerna ili nedovoljna ishrana takođe može uticati na telesnu strukturu. Prekomerna ishrana će dovesti do povećanja masti, dok će nedovoljan unos hranljive materije dovesti do smanjenja bezmasne komponente. Neadekvatan nivo unosa tih hranljive materije (vitamin B kompleksa, cinka, gvožđa...) može smanjiti sposobnost organizma da pravilno sagoreva energiju, što može ograničiti sagorevanje masti za vreme fizičke aktivnosti.

### 2.1.3. Značaj i primena praćenja telesnog sastava

U današnje vreme sve više se pridaje značaj i sve više se javlja potreba za sistematskim praćenjem relevantnih pokazatelja o telesnom sastavu kako sportista tako i osoba koji se rekreativno bave fizičkim vežbanjem (Malavolti et al., 2003; Malina, 2007; Dopsaj et al., 2010). Sistematsko praćenje pokazatelja telesnog sastava je jednostavno, brzo, pouzdano, ponovljivo, neinvazivno (Ugarković, 2004; Sudarov i Fratrić, 2010) i:

- daje dragocene informacije za objektivizirano upravljanje dinamikom sportske forme, praćenjem dinamike i efikasnosti oporavka;
- pruža mogućnost efikasne procene efekata primenjenih trenažnih opterećenja;
- daje validne informacije za pravilno doziranje opterećenja u periodu između dve utakmice u mikrociklusu;
- pruža osnovu za procenu nivoa sportske forme na osnovu pokazatelja energetskog statusa (popunjenosti depoa glikogena, nivoa bazalnog metabolizma, stepena hidratacije organizma);
- posebno su značajni za uspostavljanje balansa između trenažnih opterećenja i sredstava i metoda oporavka;
- posebni značaj imaju pokazatelji o telesnom sastavu u procesu selekcije mladih sportista i njihovog uključivanja u adekvatan sistem pripreme i razvoja;
- procena pokazatelja telesne kompozicije na kraju takmičarskog perioda i na početku pripremnog perioda daje dragocene pokazatelje o objektivnom stanju sportske forme sportista.

Postoje različite metode za evaluaciju telesnog sastava koje daju različite standardne vrednosti. Stoga, nije preporučljivo upoređivati podatke dobijene primenom jedne metode sa podacima do kojih se došlo drugom metodom. Ako se vrši analiza



telesnog sastava sportiste radi utvrđivanja promena u njegovoj telesnoj strukturi tokom određenog vremenskog perioda (što i jeste pravilna primena – kontrola telesnog sastava), takva poređenja bi trebalo da se čine samo ako se za evaluaciju tokom određenog vremenskog perioda koristi isti metod.

I pored velikog broja metoda za merenja telesnog sastava postavlja se pitanje o njihovoj validaciji. Metode za validaciju BIA bazirane su na poređenju sa zlatnim standardima koji se koriste za određivanje telesnog sastava kao što su denzitometrija – podvodno merenje težine, zatim pletizmografija, nuklearna magnetna rezonanca (NMR), čak i dvostruko-energetska apsorpciometrija X zraka (DEXA) (Pietrobelli et al., 2004; Ritchie et al., 2005).

Analiza telesnog sastava pomoću bioelektrične impedanse je široko primenljiv metod. Veoma bitan faktor u merenju telesnog sastava je njena pouzdanost. Smatra se da je merenje telesnog sastava pomoću bioelektrične impedanse metod koji ima visoku test-retest pouzdanost. Brojni istraživači za vrednosti mišićne mase i masnog tkiva dobili su visoke korelacije sa DEXA (Malavolti et al., 2003; Bedogni et al., 2013; Bosaeus et al., 2014).

## **2.2. Kinetički parametri**

Sila koju mišić razvije na svojim pripojima (mišićna sila) ne nastaje kao posledica jednog jedinog fiziološkog procesa ili mehaničkog fenomena, već kao rezultat sabiranja više nezavisnih komponenti. Pored toga, sile koje ove komponente razvijaju razlikuju se kako po svojoj zavisnosti od režima kontrakcije i stepena aktivnosti mišića, tako i po svojoj anatomskoj lokaciji.

### **2.2.1. Kontraktilna svojstva mišića**

Kao što je već rečeno, da bi pokreti mogli da se izvode, neophodno je ispoljavanje i realizacija neke sile. Sila se u fizici karakteriše kao vektorska fizička veličina kojom se određuje međusobna interakcija dva ili više materijalnih tela.

Kada se mišići kontrahuju prilikom izvođenja raznih pokreta, sila se ispoljava (i jedan njen deo realizuje) na tri relativno nezavisna načina (Jarić, 1997):

- **Ispoljena sila u odnosu na dužinu mišića (*relation „force-length“*)** – ovu vrstu sile karakterišu maksimalna naprezanja mišića čoveka u izometrijskom režimu bez vremenskog ograničenja ili podizanjem maksimalnog tereta. U zavisnosti od veličine ugla u zglobu, odnosno dužine mišića, veličina maksimalne sile se menja;
- **Ispoljena sila u odnosu na vreme njenog ispoljavanja (*relation „force-time“*)** – predstavlja sposobnost da sportista ispolji (i realizuje) što veće naprezanje u kratkom vremenskom intervalu, ako neko može da ispolji veliku maksimalnu silu, to uopšte ne znači da će kod ispoljavanja eksplozivne sile biti bolji;
- **Ispoljena sila u odnosu na brzinu skraćanja mišića (*relation „force-velocity“*)** – predstavlja sposobnost da sportista realizuje što veću silu pri velikim brzinama pokreta, pri čemu se ti pokreti izvode sa ubrzanjem. Ispoljava se utoliko više, ukoliko se pokreti izvode većim ubrzanjem i na dužem putu. Zastupljena je u većini sportova (atletska bacanja, dizanje tegova, šutevi u sportskim igrama, udarci u boksu, zaveslaj u plivanju itd.).

### 2.2.2. Faktori koji utiču na mišićnu kontrakciju

U prirodi postoji mnogo vrsta sile, ali većina sile koje susrećemo u biomehaničkim istraživanjima pokreta spadaju u jednu od dve kategorije: spoljašnje sile i unutrašnje sile. U mehanici, sila se najčešće definiše kao mera uzajamnog dejstva između dva tela. Kada je sila element ljudskog pokreta, tada se mišićna sila može definisati kao sposobnost čoveka da deluje ili da se suprotstavi fizičkim objektima iz spoljašnje sredine.

Intenzitet i brzina mišićne kontrakcije zavise od broja aktiviranih motornih jedinica, i frekvencije pražnjenja njihovih alfa-motoneurona. Na mišićnu silu i brzinu kontrakcije utiču vremenski raspored aktiviranja motoneurona, kao i vremenski raspored nizova njihovih akcionih potencijala. Pri slabim kontrakcijama koje duže traju, prvo se regrutuju motorne jedinice s niskim pragom aktivacije i niskom frekvencijom pražnjenja i motorne jedinice koje sadrže mali broj mišićnih vlakana. Kada se povećava sila kontrakcije, aktiviraju se nove motorne jedinice koje imaju veću frekvenciju pražnjenja. Motorne jedinice koje su ranije uključene sporije povećavaju frekvenciju

pražnjenja s povećanjem sile kontrakcije, dok kasnije uključene motorne jedinice brže povećavaju frekvenciju pražnjenja i silu kontrakcije. Osim ovoga na brzinu ispoljavanja sile utiče i struktura mišića, odnosno da li se u mišiću nalazi više motornih jedinica brzog, ili sporog trzaja (Nikolić, 2003).

Skeletni mišići se sastoje od brzih i sporih mišićnih vlakana. Zbog toga se očekuje da sportisti sa većim procentom brzih mišićnih vlakana može brže proizvesti silu nego sportista sa većim procentom sporih mišićnih vlakana. Ispoljavanje maksimalne izometrijske sile zavisi i od veličine mišića (Wilson & Murphy, 1996), morfologije (Narici et al., 1996), tipa mišićnih vlakana i strukture teških lanaca miozina (Harridge et al., 1996).

### **2.2.3. Značaj i primena testova za merenje i procenu kinetičkih parametara**

Procena mišićnih karakteristika u izometrijskom režimu rada takođe je široko primenljiv metod testiranja sportista (Wilson and Murphy, 1996). U ovom režimu ispitanici deluju mišićnom silom protiv nepomičnog oslonca koji je vezan za mernu sondu, tenziometar, platformu za merenje sile ili neki drugi sličan merni uređaj čija sonda meri ispoljenu silu. Instrumenti za merenje maksimalne izometrijske sile mogu da se koriste u različitim uzrasnim kategorijama, kod vrhunskih sportista, treniranih i netreniranih osoba i rekreativaca, a značajnu ulogu imaju u rehabilitaciji (Häkkinen, 1991; Miller et al., 1993; Paasuke et al., 2001; Aagaard et al., 2002; Mirkov, 2003; Dopsaj, 2005; Dopsaj et al., 2007; Sisto and Hudson, 2007; Ivanovic et al., 2009a).

Merenje maksimalne izometrijske sile zauzima važnu ulogu u sportu kao rasprostranjen metod u cilju prikupljanja i dobijanja povratnih informacija o stanju utreniranosti sportista (Zatsiorsky, 1995; Wilson and Murphy, 1996; Müller et al., 2000; Milošević, 2002; Haff et al., 2005; Nuzzo et al., 2008; Ivanovic et al., 2011; Ivanovic et al., 2013). Pored toga, važnu ulogu ima i u praćenju pripremljenosti sportiste, postavljanje normativa za određene sportske grane, definisanju razlika u funkciji pola i različitog takmičarskog nivoa, praćenju trenažnih efekata itd., (Jaric et al., 2002; Rajić et al., 2008; Ivanovic et al., 2009a) čiji rezultati mogu da ukažu na nedostatke u treningu.

Veoma važnu ulogu kod merenja u izometrijskom režimu naprežanja ima njena pouzdanost. Smatra se da je merenje izometrijske sile metod koji ima visoku test-retest pouzdanost. U radovima brojnih istraživača, koja se bave merenjem maksimalne izometrijske sile ( $F_{max}$ ) rezultati su pokazali visoku pouzdanost u intervalu 0.85-0.99 (Viitasalo et al., 1981; Mirkov, 2003). Ipak postoje razlike u rezultatima zbog različitog metodološkog principa, različitih mernih instrumenata, i merenja različitih mišićnih grupa. Rezultati su pokazali niže vrednosti korelacije (Wilson et al., 1995) kod RFD ( $p = 0.84$ ) nego za  $F_{max}$  ( $p = 0.96$ ), dok su u istraživanju Mirkova (Mirkov, 2003), pokazali nešto veće korelacije kod RFD $_{max}$  u intervalu 0.83-0.94 nego za  $F_{max}$  (0.64-0.91).

U istraživanju (Ivanovic et al., 2013) dobijeni podaci su pokazali da primenom standardne procedure merenja, potisak nogama u sedećem položaju (mereno pomoću tenziometrijskog uređaja sa relevantnim softverskim i hardverskim sistemom) ima veoma visoku pouzdanost kao specijalizovan i sofisticiran merni instrument kod netreniranih i vrhunskih sportista. Kod netreniranih osoba, potrebno je sa da se izvedu tri pokušaja za  $F_{max}$  ( $H^2=0.995$ ), odnosno četiri pokušaja za RFD ( $H^2=0.965$ ), da bi se ostvarila njihova maksimalna vrednost. Što se tiče vrhunskih sportista koji se takmiče u raznim sportovima (vaterpolo, košarka i fudbal) maksimalne vrednosti za  $F_{max}$  i RFD su se uglavnom ostvarivale tokom drugog pokušaja.

Pored karakteristika mišićne sile i eksplozivnosti merenih u izometrijskom režimu rada, određivanje visine skoka predstavlja bitan faktor koji ima važnu ulogu u evaluaciji motoričke sposobnosti u vrhunskom sportu (Müller et al., 2000; Matavulj et al., 2001; Nuzzo et al., 2008; Dopsaj et al., 2012).

Određivanje visine jednog ili serije skokova uvis jedna je od najstarijih metoda za utvrđivanje fizičkih sposobnosti, ali i verovatno najčešće proučavani pokreti u sportskim naukama (Bosco et al., 1983). Krajem XIX veka dr Dudely Sargent sa Univerziteta u Harvardu dizajnirao je test za procenu eksplozivnosti mišića opružaća nogu. Test se zasnivao na principu merenja visine skoka uvis koji se dobija kao razlika između dohvatne visine u mirovanju i visine dostignute prilikom maksimalnog skoka uvis sa zamahom rukama. Od tada pa do danas razvijena je raznovrsna metodologija

merjenja visine različitih vrsta i oblika skokova uvis, praćena adekvatnim tumačenjem dobijenih rezultata (Markovic et al., 2004).

Dok tradicionalna metoda dohvatne visine skoka uglavnom omogućava merenje i ograničenu analizu jednog tipa skoka (sa slobodnim zamahom ruku), napredne metode omogućavaju merenje različitih vrsta i tipova skokova uvis, pojedinačno izvedenih ili u serijama varijabilnog broja i trajanja (Markovic et al., 2011).

Izvođenje različitih vrsta skokova omogućava detaljnu kvalitativnu i kvantitativnu analizu različitih faza Kontrakcije mišića opružača nogu. Skok uvis bez zamaha rukama (*Countermovement jump no arm swing* - CMJn) ukazuje na sposobnost sportiste da efikasno iskoristi energiju elastične deformacije koja se u tetivama i mišićima akumulira tokom tzv. povratnog režima rada mišića, odnosno kada koncentričnoj kontrakciji prethodi kratka i brza ekscentrična kontrakcija. Što se tiče skoka uvis sa zamahom rukama (*Countermovement jump with arm swing* - CMJa) on predstavlja sposobnost sportiste da efikasno koristi postaktivno prenošenje zamaha koje se sa ruku prenosi na celo telo i na taj način poboljša maksimalnu visinu skoka (Ziv and Lidor, 2010). Međutim, česta situacija u odbojkaškoj igri, odnosno na treningu, je da se različiti skokovi uvis izvode nakon brzog i intenzivnog naskoka (skok u blok, skok za smeč) (Nešić, 2008).

Konkretno, odbojkaška utakmica može da se igra do pet setova, što znači da vremensko trajanje utakmica može biti do oko 90 minuta. Za to vreme odbojkaš/ica izvede 250-300 akcija u kojima je dominantna eksplozivnost mišića nogu. Od ukupnog broja akcija skokovi obuhvataju 50-60%, brza kretanja i promena pravca u prostoru oko 30% i padovi oko 15%. Najnoviji podaci ukazuju na to da je prosečna telesna visina savremenog odbojkaša između 195 i 200 cm (Ercolessi, 1999), a odbojkašica od  $185.41 \pm 7.88$  cm za Olimpijski nivo, do  $180.88 \pm 3.03$  cm za nivo I lige i  $174.25 \pm 3.07$  cm za nivo II lige R Srbije (Dopsaj et al., 2010a). Prosečna dohvatna visina skoka pri smeču kod primača, korektora i srednjeg blokera iznosi od 345 do 355 cm, a dohvatna visina skoka u blok iznosi od 320 do 335 cm (Ercolessi, 1999). Brzinska snaga je dominantna u akcijama smeča i bloka, a u većini slučajeva od nje često zavisi i osvajanje poena, ili kvalitet odbrambenih akcija u bloku.

### 2.3. Prethodna istraživanja

Činjenica je da mišići nogu predstavljaju značajnu ulogu prvenstveno u odnosu na skakačke sposobnosti i znatno utiču na različite tehničko-taktičke zahteve u odbojkaškoj igri (Ivanovic et al., 2011; Dopsaj et al., 2012; Čopić et al., 2014). Mnogi istraživači su pokušali da ispituju povezanost između ostvarene sile dobijene nekom od metodama merenja maksimalne sile opružaća nogu i dinamičkih sposobnosti (Paasuke et al., 2001; Wisloff et al., 2004; Nuzzo et al., 2008). U odnosu na prethodna, ovo istraživanje bi moglo da ukaže na značaj i ulogu mišićne sile u odbojkaškoj igri, kao i da produbi problematiku povezanosti sa visinom skoka.

Između ostalog, razlog za to je i činjenica da je veliki broj treninga zasnovan na različitim vrstama skokova i povećanju mišićne sile opružaća nogu. Pored toga, visoke skakačke performanse nisu relevantne samo za postizanje uspeha u različitim sportskim igrama i drugim sportskim aktivnostima, već su takođe povezane i sa drugim važnim fizičkim sposobnostima, kao što su sprint, trčanje i agilnost (Black, 1995; Gandeken, 1999). Zbog toga, brojna istraživanja usmerena su ka utvrđivanju prediktora dinamičkih sposobnosti radi uspostavljanja kvantitativnih relacija tj. smeru i intenziteta uticaja kako neuromišićnog svojstva, tako i njihovih mehanizama koji doprinose kvalitetnijim dinamičkim performansama (Ugarkovic et al., 2002; Dopsaj et al., 2010a). Takođe, istraživanja su usmerena i na preciznije određivanje metoda i sredstava treninga za njihovo poboljšanje, odnosno za definisanje objektivnijih procedura testiranja (Matavulj et al., 2001; Ugarkovic et al., 2002; Rajić et al., 2008; Dopsaj et al., 2012).

U odbojci u toku jedne utakmice izvedu se različite vrste skokova primenom različitih tehnika izvođenja i to sa i bez zamaha rukama, sa jedne i dve noge. Smatra se da bi analiza većeg broja različitih skokova dala bolju generalnu procenu nivoa opšte fizičke pripremljenosti u odnosu na pojedinačne skokove (Dopsaj et al., 2010).

Što se tiče uloge antropometrijskih mera, jačina efekata veličine tela na mišićnu silu i snagu je razmatran još od Galileja (McMahon, 1984). Opšti efekti veličine tela na razne varijable fizičkih performansi proučavani su poslednjih nekoliko decenija, tako da su predložene različite metode za normalizovanje fizičkih performansi (Astrand and Rodhal, 1986; Jaric, 2003; Jaric et al., 2005; McMahon, 1984). Konkretno, najčešće

korišćeni modeli za skaliranje zasnovani su na pretpostavci geometrijske sličnosti koji su otkrili da visina skoka može biti nezavisna od veličine tela, dok se snaga mišića povećava proporcionalno  $2/3$  mase tela.

Međutim, relativno mali broj studija se bavio istraživanjem efekata telesnog sastava na performanse skokova uvis i uopšte drugih brzih pokreta. U istraživanju Ugarkovića ukazano je (Ugarkovic et al., 2002) da procenat mišićne mase nije prediktor performanse visine skoka kod relativno fizičkih aktivnih osoba, dok druga istraživanja ukazuju da postoji visoka negativna korelacija ali između procenta masnog tkiva i visine skoka (Slinde et al., 2008).

Najvažniji zaključak istraživanja (Čopić et al., 2014) u kome su učestvovali vrhunske odbojkašice i fizički aktivne ispitanice, je to da je odnos telesnog sastava i dinamičkih performansi bio na nivou umeren do jak (u opsegu 0.39-0.76), dok je odnos kinetičkih parametara i visine skoka bio u proseku umeren (0.33-0.64). Svi međusobni odnosi gradijenta prirasta sile (RFDmax i RFD200ms) i maksimalne sile (Fmax) su bili ispod nivoa statističke značajnosti. Od posebnog značaja mogu se primetiti razlike između 2 grupe. Konzistentan skup podataka, pokazuje da telesni sastav može biti bolji prediktor dinamičkih sposobnosti kod fizički aktivnih osoba nego kod vrhunskih odbojkašica. Nasuprot tome, ni jedan od odnosa kinetičkih varijabli sa dinamičkim performansama ne razlikuje se između testiranih grupa.

Dopsaj u svom istraživanju (Dopsaj et al., 2010) ukazuje na značajnost procene antropo-morfološkog profila (AM) koji su mereni primenom standardizovanih testova u terenskim uslovima, tj. kaliperom. Rezultati su pokazali da postoji generalna statistički značajna razlika AM profila između odbojkašica različitog takmičarskog nivoa (reprezentacija, Super liga, prva i druga liga) i to najviše u visini tela, bezmasnom tkivu, masi tela i kožnom naboru natkolenice. Posmatrano sa aspekta selekcije a u funkciji AM prostora, vrhunske odbojkašice moraju biti natprosečno visoke i sa morfološkim karakteristikama koje im obezbeđuju natprosečan brzinsko-eksplozivni motorički potencijal.

Masa tela može da utiče na sportski uspeh u različitim sportovima, dok telesni sastav ili količina masnog tkiva, čini se da može da bude precizniji prediktor uspeha od



telesne mase. U sportove gde je manja količina telesnih masti prednost, ubrajaju se laka atletika, skokovi u vodu, gimnastika, klizanje i rvanje (Wolinsky, 2008).

Relativno nizak procenat masnog tkiva u telu je poželjan u sportovima koji uključuju skakanje i trčanje, ali vrednosti niže od 5% za muškarce i 12% za žene, mogu biti nepodudarajuće sa zdravstvenim statusom i mogu pospešiti pojavu različitih zdravstvenih poremećaja pa i bolesti (Heyward and Stolarczyk, 1996). S druge strane, viši procenat masnog tkiva može imati loš uticaj na sportski uspeh kao i na zdravlje uopšte (McKeag and Moeller, 2007).

Stoga, iako je oprema za brzu i pouzdanu procenu telesnog sastava nedavno postala široko dostupna (npr. *Tanita - BC-545*; *InBody720 - Biospace Co., Seoul, Korea*; *BOD POD - Life Measurement Instruments, Concord, CA*), naše shvatanje uloge sastava tela u brzim pokretima je i dalje ograničeno. Dalja istraživanja ovog fenomena mogu biti od velikog značaja ne samo za testiranje i trening, već i za ranu selekciju vrhunskih sportista.

Jedan od najčešće ispitivanih faktora koji mogu da doprinesu visokom nivou performanse skoka uvis je mišićna sila opružača nogu. U svrhu ispitivanja međusobnih relacija, utvrđivanje nivoa maksimalne voljne kontrakcije ( $F_{max}$ ) i nešto ređe gradijenta prirasta sile (RFD) kako mišića ekstenzora nogu u celini tako i individualnih mišićnih grupa (*m.vastus* i *m. rectus femoris*) (Baker et al., 1994; Ugarkovic et al., 2002; Prebeg et al., 2013) često je merena putem različitih testova (*leg-press* test, *squat* test...) (Paasuke et al., 2001; Wisloff et al., 2004; Haff et al., 2005; Nuzzo et al., 2008). Brzinska (ili kako je neki autori zovu eksplozivna) snaga mišića nogu u dostupnoj literaturi je najčešće procenjivana putem maksimalne visine skoka. Maksimalne performanse skoka se nakon toga obično procenjuju putem analize dobijenih vrednosti maksimalne visine skoka (Bosko et al., 1983; Markovic et al., 2011). Na osnovu tih istraživanja dobijeni su različiti rezultati korelacije i to od srednje do jake (Paasuke et al., 2001; Nuzzo et al., 2008) i slabe (Ugarkovic et al., 2002; Nuzzo et al., 2008) između izmerene mišićne sile i dinamičkih performansi. Kao rezultat toga, i dalje ostaje nepoznato da li sila mišića treba da bude jedan od glavnih ciljeva u treningu za postizanje povećanja dinamičkih sposobnosti, dok je vrednost RFD i dalje pod znakom pitanja za predikciju skokova i drugih brzih pokreta.



Na uzorku od 9 nordijskih skijaša i 12 osoba iz Kontrolne grupa (Paasuke et al., 2001) koji su bili netrenirane osoba, ispitivana je povezanost sile opružača nogu i performansi skoka uvis. Specifičan položaj za izvođenja pokreta u ski skokovima je polučučanj, u kome važnu ulogu imaju mišići opružača nogu. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su skijaši ostvarili statistički značajno veće vrednosti apsolutne i alometrijske maksimalne sile ( $F_{max}$ ), gradijenta prirasta sile (RFD) kao i visine kod dva različita skoka: skok uvis iz polučučnja (*Squat jump* - *SJ*) i skoka uvis bez zamaha rukama (*Countermovement jump no arm swing* - *CMJn*). Ostvarena visina kod ova dva skoka imala je statistički značajnu korelaciju sa RFD ( $R = 0.62-0.83$ ) kod skijaša i netreniranih osoba.

U istraživanju sprovedenom na 11 košarkaša i 9 košarkašica (Häkkinen, 1991) iz dva tima relativno iste takmičarske uspešnosti zabeležene su očekivane razlike. Košarkaši su pokazali veću apsolutnu eksplozivnu silu mišića opružača nogu nego košarkašice, dok su razlike u relativizovanim vrednostima bile manje, ali i dalje statistički značajne. Košarkašima je trebalo znatno kraće vreme za ispoljavanje istog nivoa apsolutne eksplozivne sile nego košarkašicama, pogotovo kod viših vrednosti nivoa sile. Na celom uzorku ispitanica izmerena je povezanost između maksimalne sile opružača nogu i visine skoka kod *Squat jump* i *Countermovement jump no arm swing* ( $R = 0.81$  odnosno  $R = 0.80$ ).

Naredno istraživanje (Nuzzo et al., 2008) imalo je za cilj da utvrdi povezanost dinamičkih performansi kod *CMJn* i izometrijske sile opružača nogu. U istraživanju je učestvovalo 12 fudbalera američke lige (II divizije i sportisti iz discipline lake atletike). Statistički značajna korelacija pronađena je samo kod alometrijske vrednosti maksimalne repeticije (1RM) u poziciji polučučnja, sa visinom skoka *CMJn* ( $R = 0.69$ ). Ovi rezultati ukazuju na to da povećanje alometrijskih vrednosti maksimalne sile opružača nogu može da utiče na povećanje dinamičkih performansi (*CMJn*).

Istraživanje (Jaric et al., 1989) na uzorku od 39 studenata koji su bili fizički aktivni je dokazalo statistički značajnu povezanost između kinetičkih parametara i visine skoka. Konkretno, postojala je značajna korelacija između vrednosti maksimalne izometrijske sile i izmerenih vrednosti visine skoka ( $R = 0.22-0.42$ ), dok su vrednosti korelacije eksplozivne sile i visine skoka bile nešto veće ( $R = 0.35-0.46$ ).

Na osnovu svih analiziranih i prikazanih rezultata prethodno publikovanih studija može se zaključiti da su koeficijenti korelacije u velikoj meri nekonzistentni. Ovi dobijeni podaci ukazuju na to da su se istraživači uglavnom bavili utvrđivanjem korelacija između osnovnih tj. opštih pokazatelja kako maksimalne izometrijske sile tako i eksplozivnosti u odnosu na skakačke performanse. Pored ovih, postoje i druga istraživanja koja su se bavila specifičnim pokazateljima definisanih u odnosu na vreme koje je potrebno za ostvarivanje dinamičkih performansi. Rezultati u istraživanju (Rajić et al., 2008; Ivanovic et al., 2011a) su pokazali da vrednosti eksplozivne sile mišića opružaća nogu izmerenih na nivou 100 ms, 180 ms, 250 ms od maksimalne sile, značajno prevazilaze dobijene vrednosti opšte eksplozivne sile. Zbog toga, smatramo da bi bilo značajno istražiti povezanost testova za procenu kinetičkih parametara mišića opružaća nogu i testova za procenu dinamičkih performansi, odnosno vrednosti ispoljene sile u odnosu na različite vremenske intervale koji su potrebni za realizaciju dinamičkih performansi.

Relativno neistražen faktor, koji bi mogao imati udela u objašnjenju gore pomenutih relacija, može biti testiranje opšte populacije. Naime, uzorci testiranih ispitanica mogu biti u velikoj meri različiti u zavisnosti od njihovih sportskih disciplina, mišićne snage, težine tela i telesnog sastava (Haff et al., 2005; Kubo et al., 2006; Ivanovic et al., 2011; Ivanovic et al., 2013). Tipično, uzorci vrhunskih sportista su homogeniji u pogledu antropometrijskih mera i fizičkih sposobnosti u odnosu na opštu populaciju (Zatsiorski and Kraemer, 2006). Kao rezultat toga, jačina navedenih odnosa između dinamičkih performansi sa jedne i mišićne sile i telesnog sastava sa druge strane, takođe se mogu razlikovati. Dakle, izmerena populacija može imati ulogu zbunjujućeg faktora koji jednostrano utiče na proučavanje relacije, ali taj problem nije često ispitivan putem direktnih poređenja.

Opšte je poznato da se visina skoka uvis može znatno poboljšati treningom snage i neuro-mišićnim treningom. Međutim, neinvazivne metode merenja biomehaničkih postignuća ne mogu tačno da ukažu na unutrašnji faktor ili faktore koji su odgovorni za povećanje visine skoka. Razlog tome je što se određena svojstva neuro-mišićnog i koštanog sistema menjaju istovremeno sa primenom odgovarajućeg režima treninga. Kao alternativno rešenje, za izučavanje odnosa između uticaja efekata treninga i sportskih dostignuća, mogu se koristiti modelne karakteristike.

Kao što je već rečeno, definisanje modelnih karakteristika ima važnu ulogu u praksi, tj. na predikciju uticaja trenažnog efekta na motoričke sposobnosti. Veliki uticaj na poboljšanje visine skoka ima povećanje maksimalne izometrijske sile mišića nogu za 20%. U tom slučaju može se ostvariti povećanje visine skoka za 7 cm. Povećavanje maksimalne brzine skraćivanja svakog mišića nogu za 20%, ili povećavanje nivoa aktivacije svakog mišića za 10% doprineće povećanju visine skoka za samo 4 cm. Kada se sva ova tri trenažna efekta uvedu istovremeno, visina skoka se može povećati čak i do 17 cm, kod sportista. Dakle, trenažni programi koji istovremeno povećavaju snagu, brzinu kontrakcije mišićnih vlakana i angažovanje motornih jedinica mišića nogu (tj. nivo aktivacije) su najefikasniji za povećanje skočnosti. Rezultati modeliranja takođe ukazuju na to da je uticaj treninga na mišiće opružaća nogu tj. potkolenice (*m. vastus lateralis i medialis*), efikasniji nego trening mišića pregibača stopala (*m. tibialis anterior*) ili mišića opružaća natkolenice (*m. gluteus maximus*). Kada se za 20% poveća maksimalna izometrijska sila i maksimalna brzina skraćivanja četvoroglavog mišića natkolenice (*m. quadriceps femoris*) istovremeno se za 10% poveća aktivacija ovog mišića što dovodi do povećanja visine skoka skoro 10 cm, kod sportista. Kada se iste promene uvedu za mišiće pregibače stopala ili za mišiće opružaća natkolenice, visina skoka se poveća samo za 3 cm (Abernethy et al., 2005).

Poslednji navedeni rezultat deluje zbujujuće u svetlu činjenice da su prethodno prikazane kalkulacije zasnovane na modelu pokazale da su četvoroglavi mišić buta i veliki sedalni mišić (*m. gluteus maximus*) primarni pokretači tela pri izvođenju skoka uvis. Treba zapaziti da je, svaki put kada je neka promena bila uvedena u model, uočen novi optimalan obrazac aktivacije mišića putem ponovnog rešavanja problema optimizacije za dostizanje maksimalne visine skoka. Visina skoka najosetljivija je na promenu odnosa jačine mišića opružaća potkolenice i jačine mišića opružaća natkolenice. Ako se jačina četvoroglavog mišića natkolenice poveća za 20%, povećaće se i odnos između jačine mišića opružaća potkolenice i jačine mišića opružaća natkolenice u modelu, dok će povećanje jačine velikog sedanog mišića smanjiti taj odnos. Istim metodom rezonovanja može da se objasni zašto u modelu povećanje jačine mišića pregibača stopala za 20% izaziva povećanje visine skoka za 3 cm (Abernethy et al., 2005).

Iz svih ovih razloga u cilju proširivanja istraživanja koja se bave pomenutim karakteristikama urađena je studija koja ispituje relacije dinamičkih performansi sa telesnim sastavom i izometrijskom silom mišića opružača nogu. Očekivani rezultati mogu pomoći pri razumevanju faktora koji doprinose poboljšanju dinamičkih performansi i drugih eksplozivnih pokreta, kao i ranoj selekciji, treningu i testiranju različitih sportista.

### 3. PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

**PROBLEM** istraživanja je fundamentalnog karaktera i formulisan je na osnovu analize prethodno publikovanih istraživanja, gde su uočeni neusaglašeni rezultati relacije kinetičkih parametara sa visinom skoka, kao motoričke manifestacije prirodnog oblika kretanja – skok uvis. Na osnovu pomenute analize naučne literature iznenađuje činjenica da se izuzetno mali broj autora bavio relacijama morfoloških karakteristika i visine skoka, kao posebnog fenomena i veoma značajne kovarijate, u odnosu na kinetičke karakteristike i visine skoka.

Iz svega pomenutog, definisan je problem ovog istraživanja u smislu ispitivanja uticaja morfoloških i kinetičkih parametara na postizanje maksimalne visine kod različitih vrsta skokova kao željene motoričke performanse.

**PREDMET** ovog istraživanja se odnosi na ispitivanje relacija morfoloških i kinetičkih parametara sa visinom skoka, radi utvrđivanja mehanizama na koji način i koji morfološki i kinetički parametri utiču na ispoljavanje maksimalne visine skoka.

Na osnovu dobijenih rezultata iz dosadašnjih istraživanja, moguće je definisati sledeće **CILJEVE**:

- definisati u kojoj meri telesni sastav može da se koristi kao prediktor visine skoka;
- definisati u kojoj meri kinetički parametri mogu da se koriste kao prediktori visine skoka;
- utvrditi da li su date relacije bitno drugačije i u kojoj meri se razlikuju kod osoba različite takmičarske uspešnosti, kao i u odnosu na nivo utreniranosti;
- definisati model predikcije različitih skokova na osnovu morfoloških i kinetičkih varijabli, radi aplikacije rezultata ovog istraživanja u sportsku praksu i usavršavanje tehnologije trenažnog procesa, kao i metodologije testiranja.

Zadatak istraživanja je da se primenom metode laboratorijskog istraživanja, a pomoću standardizovanih testova za merenje kontraktilnih sposobnosti mišića opružaća nogu, različitih vrsta skokova kao i primenom multikanalne bioelektrične impedanse za merenje telesnog sastava, dobiju pouzdani podaci koji će se koristiti u procesu utvrđivanja ispitivanog fenomena tj. zakonitosti između merenih pojava.

#### 4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja iz različitih studija a naročito na osnovu rezultata do kojih se došlo u pilot istraživanju o prediktorima telesnog sastava i kinetičkih parametara na visinu skoka, moguće je definisati sledeće hipoteze:

##### **Glavna hipoteza**

H<sub>0</sub> - morfološki i kinetički parametri su značajni prediktori visine skoka bez obzira na takmičarski nivo uspešnosti i nivo utreniranosti

##### **Pomoćne hipoteze:**

H<sub>1</sub> - kontraktilna morfološka struktura tela je pozitivan prediktivan faktor visine skoka

H<sub>2</sub> - nekontraktilna morfološka struktura tela je negativan prediktivan faktor visine skoka

H<sub>3</sub> - dinamičke varijable su značajni faktori predikcije visine skoka

H<sub>4</sub> - izometrijske varijable su značajni faktori predikcije visine skoka

H<sub>5</sub> - morfološke karakteristike su informativniji prediktori visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe

H<sub>6</sub> - dinamičke varijable su informativniji prediktori visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe

H<sub>7</sub> - izometrijske varijable su informativniji prediktori visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe

## 5. METODE ISTRAŽIVANJA

Kao osnovni metod istraživanja korišćena je eksperimentalna metoda. U funkciji klasifikacije eksperimentalne metode u odnosu na ciljeve korišćen je naučno-istraživački eksperiment, a u odnosu na vrstu – eksperiment sa paralelnim grupama. Od primenjenih tehnika korišćena je tehnika testiranja u laboratorijskim uslovima, i to principom kvantitativnog merenja (Ristanović i Dačić, 1999).

Kao osnovne metode saznanja korišćeni su: analitički metod, metod indukcije i dedukcije i metod matematičkog modelovanja. Od analitičkih metoda korišćene su metoda strukturne analize (otkrivanje strukture određene pojave koja se istražuje), funkcionalne analize (otkrivanje međusobnih odnosa tj. međusobnih relacija, odnosno povezanosti delova pojave ili procesa kao celine) i komparativne analize (upoređivanje svojstava, struktura i zakonitosti praćenih pojava) (Hair et al., 1998). Od metoda matematičkog modelovanja korišćen je metod multiple regresije, kao i metod definisanja funkcija multidimenzionalnih zavisnosti kao osnovni metod predikcije pojave (Ristanović, 1989).

Celokupan protokol planiranih istraživanja sprovodio se u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji (MIL) Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu, kao i u Centru za motorička istraživanja i analitiku u sportu, Zavoda za sport i medicinu sporta Republike Srbije.

### 5.1. Uzorak ispitanica

U istraživanju je učestvovalo 63 ispitanice, podeljene u tri grupe. Prvu grupu ispitanica činilo je 18 vrhunski treniranih odbojkašica. Odbojkašice su bile aktivne elitne takmičarke, članice seniorske reprezentacije Srbije (OS) i učesnice na Evropskom ili Svetskom prvenstvu, odnosno na Olimpijskim igrama. Drugu grupu ispitanica činilo je 20 odbojkašica aktivnih takmičarki u nacionalnim klubovima Super lige Srbije (SL). Treću, Kontrolnu grupu (KG) ispitanica činilo je 25 sportsko-rekreativno aktivnih studentkinja Univerziteta u Beogradu. Ispitanice su bile zdrave i bez ikakvih hroničnih oboljenja kao i bez povreda lokomotornog aparata koje bi uticale na rezultate testiranja. Pre početka eksperimenta izrađen je pisani protokol eksperimenta (u skladu sa normativima Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u



Beogradu) koji je uključio sve potrebne informacije, tako da je pre testiranja od svih ispitanica zatraženo da ga pročitaju i upoznaju se sa predmetom i ciljem istraživanja, a potom da potpisom daju saglasnost o učešću u eksperimentu. Takođe, kompletno su objašnjeni svi protokoli testiranja, sa posebnim naznakama vezanim za moguće rizike od povreda (ACSM, 2006). U slučaju da je tokom testiranja neka od ispitanica prijavila određene zdravstvene probleme, njeno dalje učešće u istraživanju bilo bi prekinuto. Svim ispitanicama je savetovano da se ne bave napornim fizičkim aktivnostima najmanje 48h, niti da konzumiraju hranu 2h pre testiranja.

## 5.2. Tok i postupci istraživanja

Sva testiranja su izvršena u prepodnevnom vremenu. Pre početka merenja eksperiment je obuhvatio antropometrijska merenja i upoznavanje ispitanica sa protokolom testiranja (familiarizacija). Upoznavanje je izvršeno uvežbavanjem izvođenja različitih tehnika skoka uvis. Protokol testiranja sastojao se od tri sesije izvedene u jednom danu: merenje telesnog sastava, merenja planiranih dinamičkih performansi i merenja kontraktilnih karakteristika mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja.

U prvoj sesiji meren je telesni sastav pomoću bioelektrične impedanse (BIA), primenom osmopolarne multifrekventne metode (*InBody720*, *Biospace Co., Seoul, Korea*). Sva merenja su obavljena i analizirana od strane istog merioca tokom studije. Merenje na BIA je izvršeno tokom prepodnevnih časova, tj. između 08.00 i 10.00. Radi dobijanja što preciznijih podataka, sve ispitanice merene su u donjem vešu i bile su u obavezi da uklone sav metalni nakit sa sebe, kao i da 2 sata pre merenja ne konzumiraju hranu. Posle popunjavanja osnovnih podataka, ispitanice su stale na metalne površine držeći se za ručke sa metalnim elektrodama. Ruke su morale biti raširene bočno pod uglom od oko 20°.

U drugoj sesiji, odbojkašice iz grupe Olimpijske selekcije i Super lige su bile upoznate sa različitim skokovima uvis, dok su ispitanice iz Kontrolne grupe nekoliko dana pre testiranja izvršile familiarizaciju u trajanju od 30 min. Svaka ispitanica je izvela testovni pokušaj na zvučni signal merioca gde su po proceduri bila realizovana po dva pojedinačna testovna skoka. U skladu sa prethodnim studijama, pauza između uzastopnih pokušaja bila je 1 min, dok je između dve vrste skoka bila 2-3 min da ne bi

došlo do zamora ispitanica (Ugarkovic et al., 2002; Slinde et al., 2008). U slučaju da je ispitanica zahtevala da ponovi skok, bio bi joj dozvoljen i treći pokušaj. Zadatak ispitanica je bio da ostvari maksimalnu visinu skoka, u skladu sa njenom ličnom tehnikom. Za analizu podataka korišćen je pokušaj sa ostvarenom većom visinom skoka uvis. Izvršeno je merenje visine, kao i karakteristika sile reakcije podloge, snage i gradijenta prirasta sile kod četiri različita skoka uvis, i to:

- **Skok uvis bez zamaha rukama (CMJn)** – prilikom izvođenja ovog skoka, ispitanicama je sugerisano da iz uspravnog stava sa rukama na boku brzo počučnu, a zatim što više odskoče (Slika 1)



*Slika 1. Skok uvis bez zamaha rukama*

- **Skok uvis sa zamahom rukama (CMJa)** – prilikom izvođenja ovog skoka, ispitanicama je sugerisano da iz uspravnog stava brzo počučnu, a zatim brzo zamahnu rukama i što više odskoče (Slika 2)



*Slika 2. Skok uvis sa zamahom rukama*

- **Skok u blok (BJ)** - prilikom izvođenja ovog skoka, ispitanicama je sugerisano da im drugi dokorak bude naskok na platformu, a zatim sa brzim zamahom rukama, tj. u poziciju bloka, da što više odskoče i doskoče na platformu (Slika 3)



*Slika 3. Skok u blok*

- **Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice, visine 40 cm (DJ)** - prilikom izvođenja ovog skoka, ispitanicama je sugerisano da iz saskoka sa klupice od 40 cm na platformu ostvare što kraći kontakt sa podlogom i da postignu što veću visinu skoka (Slika 4)



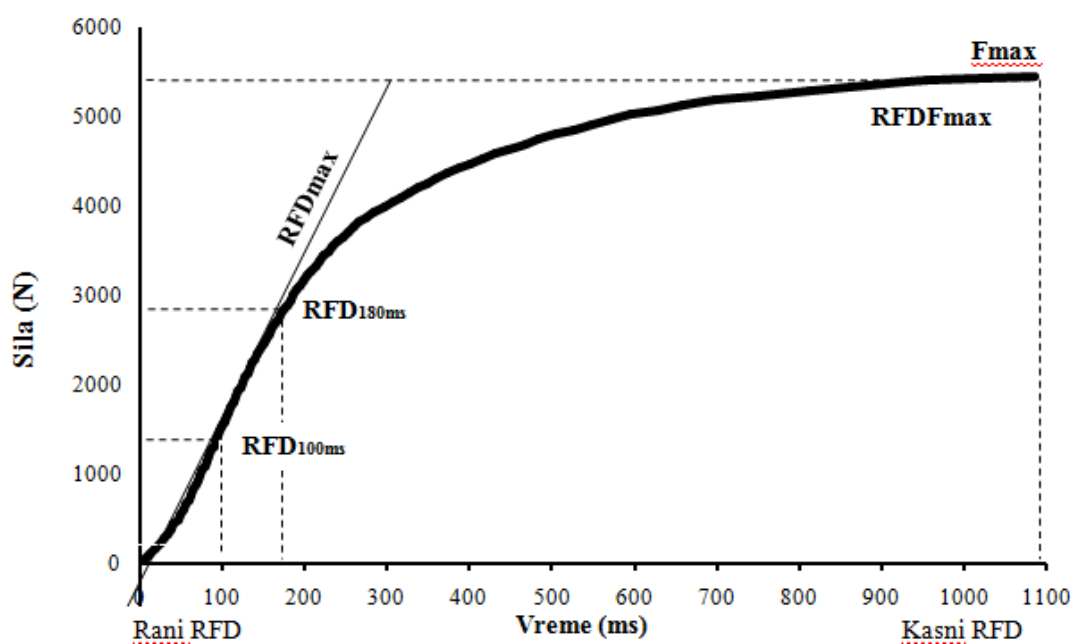
*Slika 4. Skok uvis sa zamahom rukama iz saskoka*

U trećoj sesiji, na početku testiranja demonstrirano je ispoljavanje maksimalnih izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišićne sile opružaća nogu (ISO) od strane kvalifikovane osobe (potisak nogama). Zadatak ispitanica je bio da u sedećem položaju ostvare maksimalni izometrijski mišićni napor tj. tenziju, u što kraćem vremenskom periodu (pozicija bilateralnog guranja nogama). Pre samog testiranja ispitanice su imale pravo na jedan pokušaj, radi prilagođavanja na mernu aparaturu. Testiranje je

realizovano u izometrijskim uslovima naprezanja pri uglu natkolenice i potkolenice od  $120^\circ$ , odnosno pri uglu potkolenice i stopala od  $90^\circ$  (Slika 5). Testovni pokušaj se izvodio na zvučni signal merioca. Svaka ispitanica imala je pravo na četiri pokušaja između kojih je bila pauza od jednog minuta (Slika 6). Za prikupljanje podataka o izmerenoj maksimalnoj izometrijskoj sili opružaća nogu (bilateralno) korišćena je standardizovana oprema (Ivanovic et al., 2011a; Ivanovic and Dopsaj, 2013). Sirovi podaci su obrađeni korišćenjem izrađenog hardversko-softverskog sistema (Institut “Nikola Tesla”, Beograd).



Slika 5. Potisak nogama



Slika 6. Grafik F-t krive mišića opružaća nogu

Pre svakog merenja ispitanici su se zagrevale na sledeći način: 5 minuta vožnje na bicikl ergometru, 5 minuta vežbe oblikovanja i 5 minuta vežbe dinamičkog istezanja. Svakom testu je prethodilo detaljno objašnjenje i odgovarajuća demonstracija. Po jedan iskusan merilac bio je angažovan da izvrši testiranje za svaku sesiju testova.

### 5.3. Varijable

#### 5.3.1. Varijable morfoloških karakteristika

Morfološki status ispitanica dobijen je na osnovu podataka prikupljenih merenjem visine i mase tela, kao i merenjem telesnog sastava dobijenog primenom metoda multikanalne bioelektrične impedanse - BIA (*InBody720, Seoul, Korea*). Tokom svih antropometrijskih i merenja telesnog sastava ispitanice su bile bose i u donjem vešu, odnosno u laganoj sportskoj odeći (šorts i majica).

Merenje visine tela (**VT**) vršeno je korišćenjem antropometra po Martinu čija je tačnost merenja 0.1 cm. Ispitanik se nalazio u standardnom stojećem stavu na čvrstoj, vodoravnoj podlozi, sastavljenih peta, a raširenih stopala, gde su pete, sedalna regija i gornji deo leđa morali da dodiruju antropometar. Glava je trebalo da se nalazi u položaju Frankfurtske ravni i nije smela da dodiruje skalu antropometra (Norton et al., 2000).

Merenje mase tela (**MT**) vršeno je na čvrstoj, vodoravnoj podlozi korišćenjem BIA čija je tačnost merenja 0.1 kg.

Za telesni sastav korišćene su sledeće varijable:

#### Apsolutni pokazatelji:

- Proteinska masa – **Protein**, izražena u kg.

#### Relativni pokazatelji:

- Procenat mišićne mase – **%MM**, izražen u %;
- Procenat masnog tkiva – **%Mast**, izražen u %.

**Indeksni pokazatelji:**

- Indeks mišićne mase – **Index<sub>MMVT</sub>** = Mišićna masa (kg) / VT<sup>2</sup> (m), izražen u kg·m<sup>-2</sup> (Schutz et al., 2002, Kyle et al., 2004);
- Indeks masnog tkiva – **Index<sub>MastVT</sub>** = Mast (kg) / VT<sup>2</sup> (m), izražen u kg·m<sup>-2</sup> (Nakamura et al., 1998; Schutz et al., 2002, Miljuš i Dopsaj, 2003; Kyle et al., 2004; Haight et al., 2005);
- Proteinsko-masni indeks – **Index<sub>PMast</sub>** = Protein (kg) / Mast (kg), izražen u kg (Đorđević-Nikić i sar., 2013);
- Indeks procenta mišićne mase i procenta masnog tkiva – **Index<sub>%MM%Mast</sub>** = %MM (%) / %Mast (%), izražen u % (Ugarković, 2004).

**5.3.2. Varijable dinamičkih parametara**

Za procenu **dinamičkih svojstava mišića** ispitanica u planiranom istraživanju korišćeni su testovi različitih skokova uvis (Markovic and Jaric, 2007; Cormie et al., 2009). Visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i sa zamahom ( $h_{CMJa}$ ) izračunata je na osnovu trajanja leta ( $t_f$ ) i sile gravitacije ( $g$ ), koristeći standardnu formulu  $h = g \cdot t_f^2 / 8$  (Bosco et al., 1983). Druga dva skoka, skok uvis iz bloka ( $h_{BJ}$ ) i skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ), zbog svoje specifičnosti izvođenja izračunatu su na nešto drugačiji način, na osnovu brzine poletanja ( $V_i$ ) i sile gravitacije ( $g$ ), izračunata su pomoću formule  $h = V_i^2 / 2 \cdot g$  (Komi and Bosco, 1978).

**5.3.2.1. Apsolutne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJn i CMJa)**

- Visina skoka uvis bez zamaha rukama –  **$h_{CMJn}$** , izražen u cm;
- Visina skoka uvis sa zamahom rukama –  **$h_{CMJa}$** , izražen u cm;
- Maksimalna sila u koncentričnoj fazi –  **$F_{con}$** , izražena u N;
- Gradijent prirasta sile u koncentričnoj fazi –  **$RFD_{con}$** , izražen u N·s<sup>-1</sup>;
- Prosečna snaga –  **$P_{avg}$** , izražena u W;

- Maksimalna snaga – **P<sub>max</sub>**, izražena u W.

### 5.3.2.2. Relativne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJa i CMJn) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela

- Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **F<sub>con<sub>allom</sub></sub>**, izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **RFD<sub>con<sub>allom</sub></sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost prosečne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **P<sub>avg<sub>allom</sub></sub>**, izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost maksimalne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **P<sub>max<sub>allom</sub></sub>**, izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ .

### 5.3.2.3. Relativne vrednosti skoka uvis sa i bez zamaha rukama (CMJa i CMJn) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu

- Relativna vrednost maksimalne sile u koncentričnoj fazi relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **F<sub>con<sub>allomMM</sub></sub>**, izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **RFD<sub>con<sub>allomMM</sub></sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost prosečne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **P<sub>avg<sub>allomMM</sub></sub>**, izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost maksimalne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **P<sub>max<sub>allomMM</sub></sub>**, izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ .

#### 5.3.2.4. Apsolutne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ)

- Visina skoka u blok –  $h_{BJ}$ , izražen u cm;
- Visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice –  $h_{DJ}$ , izražen u cm;
- Maksimalna sila –  $F_{max}$ , izražena u N;
- Prosečna snaga –  $P_{avg}$ , izražena u W;
- Maksimalna snaga –  $P_{max}$ , izražena u W.

#### 5.3.2.5. Relativne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela

- Relativna vrednost maksimalne sile relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela –  $F_{max_{allom}}$ , izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost prosečne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela –  $P_{avg_{allom}}$ , izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost maksimalne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela –  $P_{max_{allom}}$ , izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ .

#### 5.3.2.6. Relativne vrednosti skoka u blok (BJ) i skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (DJ) relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu

- Relativna vrednost maksimalne sile relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu –  $F_{max_{allomMM}}$ , izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost prosečne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu –  $P_{avg_{allomMM}}$ , izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ ;



- Relativna vrednost maksimalne snage relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu –  $\mathbf{Pmax}_{allomMM}$ , izražena u  $W \cdot kg^{-0.667}$ .

### 5.3.3. Varijable izometrijskih parametara

Za procenu **izometrijskih kontraktilnih svojstava mišića** ispitanica u istraživanju korišćeni su testovi za procenu maksimalne sile mišića opružača nogu (Ivanovic et al., 2011a; Ivanovic and Dopsaj, 2013). Rezultati testa su automatski, pomoću korišćenja tenziometrijske sonde i pripadajućeg hardversko-softverskog sistema beleženi u posebnu bazu podataka uz mogućnost pregleda zapisa F-t krive a za potrebe ovog rada analizirane su sledeće karakteristike:

#### 5.3.3.1. Apsolutne vrednosti mišića opružača nogu

- Maksimalna izometrijska sila mišića opružača nogu –  $\mathbf{Fmax}_{ISO}$ , izražena u N;
- Gradijent prirasta mišićne sile opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$  –  $\mathbf{RFDFmax}_{ISO}$ , izražen u  $N \cdot s^{-1}$ ;
- Maksimalni gradijent prirasta mišićne sile opružača nogu –  $\mathbf{RFDmax}_{ISO}$ , izražen u  $N \cdot s^{-1}$ ;
- Gradijent prirasta mišićne sile opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms –  $\mathbf{RFD}_{100msISO}$ , izražen u  $N \cdot s^{-1}$ ;
- Gradijent prirasta mišićne sile opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms –  $\mathbf{RFD}_{180msISO}$ , izražen u  $N \cdot s^{-1}$ .

#### 5.3.3.2. Relativne vrednosti mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela

- Relativna vrednost maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela –  $\mathbf{Fmax}_{allomISO}$ , izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;

- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$  relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **RDF $F_{max}$ <sub>allomISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **RDF $max$ <sub>allomISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **RFD100ms<sub>allomISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela – **RFD180ms<sub>allomISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ .

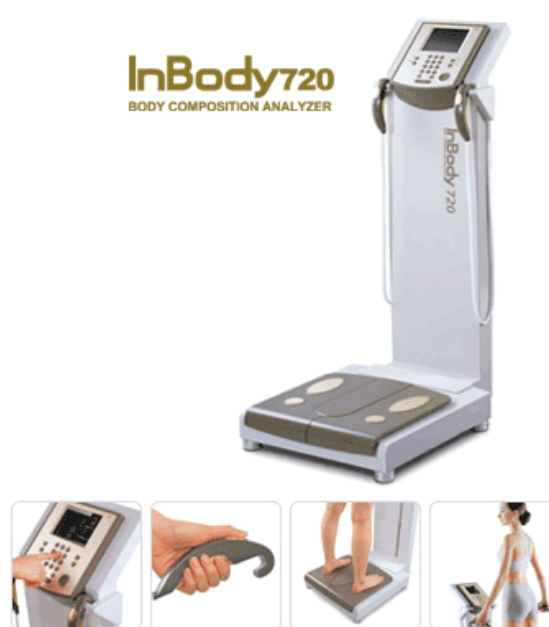
### 5.3.3.3. Relativne vrednosti mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu

- Relativna vrednost maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **F $max$ <sub>allomMMISO</sub>**, izražena u  $N \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$  relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **RDF $F_{max}$ <sub>allomMMISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **RDF $max$ <sub>allomMMISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;
- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu – **RFD100ms<sub>allomMMISO</sub>**, izražena u  $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ ;

- Relativna vrednost gradijenta prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na nivou od 180 ms relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na mišićnu masu –  $\mathbf{RFD180ms_{allomMMISO}}$ , izražena u  $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ .

#### 5.4. Prikupljanje i obrada podataka

Za prikupljanje podataka morfološkog statusa korišćena je bioelektrična impedansa (Slika 7). To je neinvazivna, brza i jeftina metoda. Kroz ljudski organizam se propušta struja male snage, koja prolazi kroz mišiće bez otpora (jer su dobro vaskularizovani, tj. bogati vodom, koja je dobar provodnik), dok određeni otpor postoji pri prolasku kroz masno tkivo (koje je slabo vaskularizovano, tj. siromašno vodom).



*Slika 7. Bioelektrična impedansa*

Za prikupljanje podataka kod testova različitih vrsta skokova korišćena je tenziometrijska platforma sile, kojom su snimani signali vertikalne komponente sile reakcije podloge, montirana i kalibrisana prema specifikacijama proizvođača (dimenzija 40 x 60 cm, *AMTI, Inc., Newton MA, USA*) (Slika 8). Frekvencija snimanja zapisa sile bila je na 5000 Hz. Za potrebe ovog istraživanja u cilju prikupljanja i obrade dobijenih podataka korišćen je softver izrađen u *LabView* programu (*National Instruments, Version 8.2*). Brzina i položaj centra mase izračunavala se metodom direktne dinamike na osnovu ubrzanja, procenjenog iz zapisa vertikalne komponente sile reakcije podloge.

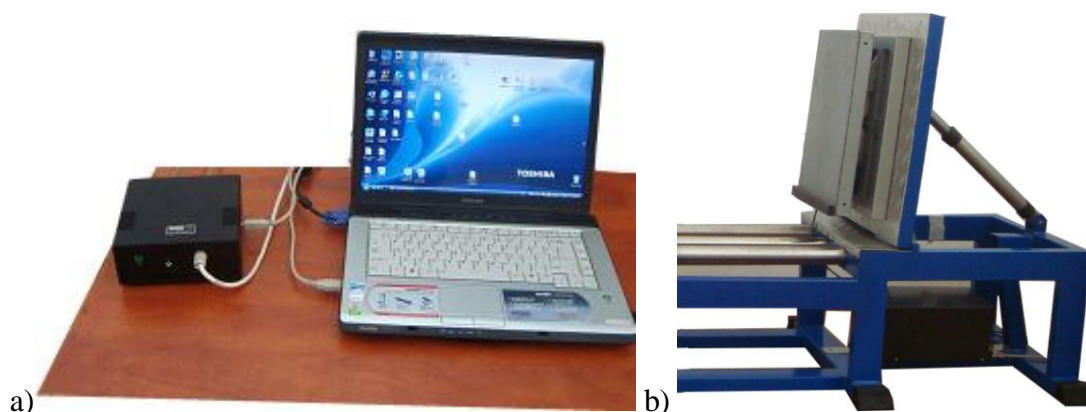


*Slika 8. Platforma sile*

Za prikupljanje podataka o parametrima sile mišića opružaća nogu (bilateralno) korišćena je standardizovana oprema (Ivanovic, 2011; Slika 9, Slika 10 i Slika 11). Sirovi podaci su obrađeni korišćenjem posebno izrađenog hardversko-softverskog sistema (Institut “Nikola Tesla”, Beograd). Za obradu podataka korišćenja je već ranije primenjena metoda (Ivanovic, 2011).



*Slika 9. Aparatura za merenje maksimalne izometrijske mišićne sile opružaća nogu s pripadajućom hardversko-softverskom opremom*



*Slika 10. a) Čitač sile s računarom, b) tenziometrijska sonda unutar platforme za stopala*



*Slika 11. Metalna konstrukcija*

### **5.5. Statistička analiza**

Deskriptivna statistika za sve praćene varijable izražena je kroz osnovne deskriptivne pokazatelje – mere centralne tendencije i mere disperzije podataka, i to: prosečna vrednost, standardna devijacija, koeficijent varijacije, standardna greška aritmetičke sredine, minimum, maksimum i intervali poverenja (95%). Oblik distribucije podataka utvrđen pomoću mera zakrivljenosti i spljoštenosti, a odstupanje pravilnosti distribucije je utvrđeno primenom neparametrijskog testa Kolmogorov-Smirnov. Što se tiče međusobne povezanosti visine skoka (kriterijumske varijable) sa varijablama telesnog sastava i kinetičkih parametara (pojedinačnih varijabli iz sistema prediktorskih varijabli) određena je pomoću Pirsonove korelacije (vrlo visoka negativna korelacija  $r > -0.9$ , visoka negativna korelacija  $r = -0.9 - -0.7$ , umerena negativna

korelacija  $r = -0.7 - -0.4$ , umerena pozitivna korelacija  $r = 0.4 - 0.7$ , visoka pozitivna korelacija  $r = 0.7 - 0.9$ , vrlo visoka pozitivna korelacija  $r > 0.9$ , Hopkins, 2011). Razlike između ispitivanih varijabli u funkciji grupa ispitane su pomoću multiple analize varijanse (MANOVA), uz primenu *Bonferroni post-hoc* testa. Za definisanje multidimenzionalnog modela predikcije između kriterija i prediktora korišćena je metoda multiple regresije (*Multiple Regression Analysis*) i to primenom *Backward* kriterija (Hair et al., 1998). Prag značajnosti statističkih razlika bio je na nivou 95% verovatnoće, na nivou  $p = 0.05$ . Svi statistički postupci izračunati su korišćenjem *Microsoft® Office Excel 2007* i *SPSS za Windows, Release 17.0* (Copyright © *SPSS Inc., 1989–2002*).

## 6. REZULTATI

### 6.1. Rezultati deskriptivne statistike ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe

#### 6.1.1. Osnovni deskriptivni parametri antropo-morfoloških pokazatelja

Rezultati deskriptivne statistike antropo-morfoloških pokazatelja u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 1. Na osnovu dobijenih deskriptivnih statističkih parametara antropo-morfoloških pokazatelja testiranih uzoraka možemo tvrditi da rezultati pripadaju homogenom skupu kod sve tri grupe. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze na nivou između 2.74% za varijablu Visina tela kod odbojkašica Olimpijske selekcije i 37.81% za varijablu Sportski staž kod odbojkašica Super lige. Na osnovu utvrđenih rezultata koeficijenata varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable Sportski staž kod Super lige, koja pripada heterogenom skupu.

**Tabela 1.** Osnovni deskriptivni hronološko-morfološki pokazatelji ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max
Olimpijska selekcija (N=18)			
Visina tela (cm)	187.46±5.14	2.74	180.90-196.50
Masa tela (kg)	73.54±5.33	7.25	63.70-81.30
Indeks telesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	20.91±0.93	4.43	19.47-22.77
Uzrast (god)	24.24±2.98	12.30	20-29
Sportski staž (god)	14.05±3.22	22.91	9-20
Super liga (N=20)			
Visina tela (cm)	181.57±8.39	4.62	162.50-196.60
Masa tela (kg)	69.47±8.20	11.80	57.30-85.50
Indeks telesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	21.02±1.36	6.46	19.24-24.18
Uzrast (god)	20.56±3.83	18.64	16-28
Sportski staž (god)	9.85±3.72	37.81	5-19
Kontrolna grupa (N=25)			
Visina tela (cm)	167.45±5.65	3.37	158.80-180.80
Masa tela (kg)	59.88±4.72	7.89	51.90-68.90
Indeks telesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	21.26±1.17	5.52	18.53-23.18
Uzrast (god)	21.46±1.19	5.54	20-24
Sportski staž (god)	/	/	/



### 6.1.2. Osnovni deskriptivni parametri pokazatelja telesnog sastava

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih pokazatelja telesnog sastava u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 2.

**Tabela 2.** Osnovni deskriptivni pokazatelji telesnog sastava kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
Protein (kg)	12.03±0.71	5.92	10.60-13.10	-0.776	-0.168	0.503	0.962
%Mast (%)	16.76±2.38	14.20	13.38-23.09	1.554	0.986	0.600	0.864
%MM (%)	46.66±1.33	2.86	43.24-48.74	1.194	-0.808	0.592	0.875
Index <sub>MMVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	9.75±0.34	3.49	9.14-10.78	4.854	1.618	1.007	0.262
Index <sub>MastVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	3.52±0.63	17.89	2.71-5.25	1.897	1.095	0.669	0.762
Index <sub>PMast</sub> (kg)	1.00±0.16	15.87	0.66-1.28	-0.016	-0.205	0.456	0.986
Index <sub>%MM%Mast</sub> (%)	2.85±0.45	15.71	1.87-3.64	0.039	-0.221	0.456	0.985
Super liga (N=20)							
Protein (kg)	11.10±1.04	9.39	9.40-13.30	-0.225	0.113	0.370	0.999
%Mast (%)	18.49±3.76	20.33	13.02-26.05	-0.092	0.650	0.534	0.938
%MM (%)	45.46±2.15	4.73	41.02-48.40	-0.104	-0.638	0.615	0.844
Index <sub>MMVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	9.54±0.46	4.81	8.83-10.39	-0.588	0.391	0.676	0.750
Index <sub>MastVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	3.92±1.01	25.64	2.51-6.28	0.422	0.885	0.687	0.733
Index <sub>PMast</sub> (kg)	0.91±0.22	23.73	0.56-1.31	-0.597	0.103	0.378	0.999
Index <sub>%MM%Mast</sub> (%)	2.58±0.61	23.76	1.57-3.72	-0.575	0.131	0.404	0.997
Kontrolna grupa (N=25)							
Protein (kg)	8.98±0.89	9.87	7.50-11.90	3.829	1.192	0.647	0.796
%Mast (%)	23.92±4.96	20.74	12.63-34.97	0.266	0.031	0.501	0.963
%MM (%)	41.81±2.93	7.02	35.13-47.62	-0.093	-0.221	0.436	0.991
Index <sub>MMVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	8.91±0.62	6.95	7.76-9.97	-0.681	-0.191	0.666	0.767
Index <sub>MastVT</sub> (kg·m <sup>-2</sup> )	5.14±1.22	23.74	2.66-7.73	-0.129	0.008	0.511	0.956
Index <sub>PMast</sub> (kg)	0.67±0.21	31.07	0.36-1.37	4.256	1.588	0.704	0.705
Index <sub>%MM%Mast</sub> (%)	1.85±0.49	26.54	1.00-3.10	0.443	0.616	0.500	0.964

*%Mast* – procenat masnog tkiva, *%MM* – procenat mišićne mase, *Index<sub>MMVT</sub>* – indeks mišićne mase, *Index<sub>MastVT</sub>* – indeks masnog tkiva, *Index<sub>PMast</sub>* – proteinsko masni indeks, *Index<sub>%MM%Mast</sub>* – indeks procenta mišićne mase i masnog tkiva

Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 2.86% za varijablu %MM kod odbojkašica Super lige i 31.07% za varijablu Index<sub>PMast</sub> kod Kontrolne grupe. Na osnovu utvrđenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati



ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $Index_{PMast}$  kod Kontrolne grupe, koja pripada heterogenoj grupi.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.370 za varijablu Protein kod Super lige do 1.007 za varijablu  $Index_{MMVT}$  kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije telesnog sastava kod Olimpijskih odbojkašica u iznosu  $Sk = 4.854$  za  $Index_{MMVT}$ , dok kod Kontrolne grupe iznosi  $Sk = 3.829$  za Protein i  $Sk = 4.256$  za  $Index_{PMast}$ . Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata telesnog sastava, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije.

### 6.1.3. Osnovni deskriptivni parametri različitih skokova

#### 6.1.3.1. Skok uvis bez zamaha rukama – apsolutne vrednosti

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis bez zamaha rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 3. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 8.04% za varijablu  $F_{con_{CMJn}}$  kod Olimpijskih odbojkašica i 36.9% za varijablu  $RFD_{con_{CMJn}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $RFD_{con_{CMJn}}$  kod Kontrolne grupe.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.417 za varijablu  $h_{CMJn}$  kod Super lige do 1.203 za varijablu  $RFD_{con_{CMJn}}$  kod Kontrolne grupe. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis bez zamaha rukama. Dobijene

pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata parametara skoka uvis bez zamaha rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 3.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli skoka uvis bez zamaha rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$h_{CMJn}$ (cm)	32.10±2.89	8.99	26.52-38.04	0.274	0.282	0.644	0.801
$F_{con_{CMJn}}$ (N)	1623.94±130.61	8.04	1428.46-1846.52	-0.742	0.109	0.468	0.981
$RFD_{con_{CMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	5666.96±987.33	17.42	4304.88-7693.81	-0.639	0.524	0.553	0.919
$P_{max_{CMJn}}$ (W)	3082.58±427.09	13.86	2346.59-4032.22	-0.033	0.457	0.569	0.903
$P_{avg_{CMJn}}$ (W)	1736.49±191.70	11.04	1394.82-2198.42	0.650	0.598	0.615	0.844
Super liga (N=20)							
$h_{CMJn}$ (cm)	27.34±2.98	10.89	22.36-33.80	-0.233	0.276	0.417	0.995
$F_{con_{CMJn}}$ (N)	1594.41±183.70	11.52	1339.05-2038.91	0.699	0.973	0.621	0.835
$RFD_{con_{CMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	5931.53±1356.07	22.86	2387.15-8464.59	1.434	-0.500	0.545	0.928
$P_{max_{CMJn}}$ (W)	2890.66±408.13	14.12	2365.12-4187.16	-4.669	1.787	0.877	0.426
$P_{avg_{CMJn}}$ (W)	1608.29±388.80	24.17	301.01-2366.11	6.940	-1.658	1.107	0.172
Kontrolna grupa (N=25)							
$h_{CMJn}$ (cm)	22.05±4.80	21.75	13.11-32.52	-0.229	0.182	0.555	0.918
$F_{con_{CMJn}}$ (N)	1424.61±230.56	16.18	1046.84-2141.94	2.764	1.323	0.737	0.650
$RFD_{con_{CMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6293.37±2320.16	36.9	3834.57-14670.84	6.592	2.293	1.203	0.111
$P_{max_{CMJn}}$ (W)	2320.59±437.59	18.86	1680.90-3743.33	4.856	1.894	1.075	0.198
$P_{avg_{CMJn}}$ (W)	1332.61±215.94	16.20	1036.45-1912.03	2.355	1.298	0.789	0.563

$h_{CMJn}$  – visina skoka uvis bez zamaha rukama,  $F_{con_{CMJn}}$  – maksimalna sila u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $RFD_{con_{CMJn}}$  – gradijent prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{max_{CMJn}}$  – maksimalna snaga skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{avg_{CMJn}}$  – prosečna snaga skoka uvis bez zamaha rukama

### 6.1.3.2. Skok uvis sa zamahom rukama – apsolutne vrednosti

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis sa zamahom rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 4. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 9.27% za varijablu  $F_{con_{CMJa}}$  kod Olimpijskih odbojkašica i 37.37% za varijablu  $RFD_{con_{CMJa}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable

RFDcon<sub>CMJa</sub> i Pavg<sub>CMJa</sub> kod Olimpijske selekcije i Kontrolne grupe koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.352 za varijablu Pmax<sub>CMJa</sub> kod Olimpijske selekcije do 1.490 za varijablu Pavg<sub>CMJa</sub>, takođe kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa zamahom rukama. Dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis sa zamahom rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije.

**Tabela 4.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli skoka uvis sa zamahom rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
h <sub>CMJa</sub> (cm)	36.51±3.56	9.76	30.90-42.98	0.004	0.390	0.769	0.596
Fcon <sub>CMJa</sub> (N)	1670.16±154.84	9.27	1415.90-1944.00	-1.040	-0.008	0.497	0.966
RFDcon <sub>CMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> )	5046.75±1785.32	35.38	729.11-7253.74	1.387	-1.498	1.196	0.114
Pmax <sub>CMJa</sub> (W)	3674.30±431.44	11.74	2697.76-4402.67	0.230	-0.285	0.352	1.000
Pavg <sub>CMJa</sub> (W)	1569.98±572.14	36.44	323.17-2139.02	1.555	-1.708	1.490	0.024
Super liga (N=20)							
h <sub>CMJa</sub> (cm)	32.41±3.88	11.99	26.52-41.39	0.167	0.677	0.737	0.649
Fcon <sub>CMJa</sub> (N)	1608.27±177.84	11.06	1285.27-1937.70	-0.619	-0.183	0.560	0.912
RFDcon <sub>CMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> )	5977.75±1042.55	17.44	4404.06-8465.12	0.472	0.875	0.624	0.830
Pmax <sub>CMJa</sub> (W)	3438.39±457.78	13.31	2657.61-4530.77	0.977	0.674	0.659	0.778
Pavg <sub>CMJa</sub> (W)	1733.93±241.21	13.91	1408.11-2354.25	1.298	1.143	0.833	0.491
Kontrolna grupa (N=25)							
h <sub>CMJa</sub> (cm)	25.68±5.14	20.02	17.34-36.16	-0.414	0.122	0.489	0.970
Fcon <sub>CMJa</sub> (N)	1425.28±178.56	12.53	1150.69-1835.45	0.032	0.681	0.620	0.837
RFDcon <sub>CMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> )	5680.10±2122.85	37.37	1834.68-9122.66	-0.462	-0.096	0.476	0.977
Pmax <sub>CMJa</sub> (W)	2605.86±420.87	16.15	1735.24-3525.99	0.658	0.326	0.934	0.347
Pavg <sub>CMJa</sub> (W)	1298.89±425.40	32.75	312.77-1921.68	1.199	-1.218	1.021	0.249

h<sub>CMJa</sub> – visina skoka uvis sa zamahom rukama, Fcon<sub>CMJa</sub> – maksimalna sila u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama, RFDcon<sub>CMJa</sub> – gradijent prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama, Pmax<sub>CMJa</sub> – maksimalna snaga skoka uvis sa zamahom rukama, Pavg<sub>CMJa</sub> – prosečna snaga skoka uvis sa zamahom rukama

#### 6.1.3.4. Skok u blok – apsolutne vrednosti

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka u blok u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 5. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 15.68% za varijablu  $F_{max_{BJ}}$  kod Super lige i 34.56% za varijablu  $P_{avg_{BJ}}$  kod Olimpijske selekcije. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijabli  $P_{avg_{BJ}}$  kod Olimpijske selekcije i Kontrolne grupe koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.494 za varijablu  $F_{max_{BJ}}$  kod Kontrolne grupe do 0.846 za varijablu  $F_{max_{BJ}}$  kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa zamahom rukama kod kontrolne grupe  $Sk = 3.806$  za varijablu  $P_{avg_{BJ}}$ . Dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka u blok, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 5.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli skoka u blok kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$h_{BJ}$ (cm)	65.71±14.54	22.12	37.39-95.92	0.722	0.440	0.690	0.728
$F_{max_{BJ}}$ (N)	2370.39±564.22	23.80	1754.71-3713.35	1.604	1.355	0.846	0.472
$P_{avg_{BJ}}$ (N)	8637.20±2984.68	34.56	4752.32-16108.93	1.619	1.391	0.816	0.518
Super liga (N=20)							
$h_{BJ}$ (cm)	61.19±14.43	23.58	22.31-80.02	1.335	-1.040	0.532	0.939
$F_{max_{BJ}}$ (N)	2113.65±331.38	15.68	1666.90-2959.06	0.694	1.134	1.110	0.170
$P_{avg_{BJ}}$ (N)	7282.42±1614.34	22.17	4338.15-11251.62	1.056	0.664	0.756	0.616
Kontrolna grupa (N=25)							
$h_{BJ}$ (cm)	60.98±18.02	29.55	14.26-96.98	1.856	-0.934	0.825	0.505
$F_{max_{BJ}}$ (N)	1894.34±406.20	21.44	1044.93-3018.17	1.505	0.545	0.494	0.968
$P_{avg_{BJ}}$ (N)	6574.75±2112.46	32.13	1747.71-13165.41	3.806	0.656	0.740	0.644

$h_{BJ}$  – visina skoka u blok,  $F_{max_{BJ}}$  – maksimalna sila skoka u blok,  $P_{avg_{BJ}}$  – prosečna snaga skoka u blok

#### 6.1.3.4. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice – apsolutne vrednosti

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 6. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 15.31% za varijablu  $h_{DJ}$  kod Olimpijske selekcije i 34.23% za varijablu  $h_{DJ}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $h_{DJ}$  kod Kontrolne grupe koja pripada heterogenom skupu.

**Tabela 6.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$h_{DJ}$ (cm)	30.90±4.73	15.31	25.47-45.86	5.196	1.857	0.765	0.603
$F_{max_{DJ}}$ (N)	3544.49±638.04	18.00	2027.56-4551.39	0.541	-0.417	0.373	0.999
$Pavg_{DJ}$ (W)	8727.44±1817.24	20.82	4868.30-11749.09	-0.078	-0.150	0.492	0.969
Super liga (N=20)							
$h_{DJ}$ (cm)	26.88±6.90	25.66	19.06-49.19	5.392	2.113	0.980	0.292
$F_{max_{DJ}}$ (N)	2719.58±692.38	25.46	1704.09-4169.10	-0.124	0.716	0.721	0.677
$Pavg_{DJ}$ (W)	6205.46±1714.89	27.64	3541.90-9765.66	-0.062	0.588	0.601	0.863
Kontrolna grupa (N=25)							
$h_{DJ}$ (cm)	20.82±7.12	34.23	8.32-37.15	-0.225	0.430	0.658	0.780
$F_{max_{DJ}}$ (N)	2647.12±688.89	26.02	1422.59-3885.37	-0.696	0.119	0.500	0.964
$Pavg_{DJ}$ (W)	5214.30±1478.30	28.35	2869.71-8280.92	-0.850	0.302	0.573	0.897

$h_{DJ}$  – visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice,  $F_{max_{DJ}}$  – maksimalna sila skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice,  $Pavg_{DJ}$  – prosečna snaga skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.373 za varijablu  $F_{max_{DJ}}$  kod Olimpijske selekcije do 0.980 za varijablu  $h_{DJ}$  kod Kontrolne grupe. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kod Olimpijskih odbojkašica u iznosu  $Sk = 5.196$  za varijablu  $h_{DJ}$ , dok kod Kontrolne grupe iznosi  $Sk = 5.392$  za varijablu  $h_{DJ}$ . Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno

odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

### 6.1.3.5. Skok uvis bez zamaha rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis bez zamaha rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 7.

**Tabela 7.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) skoka uvis bez zamaha rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	92.45±6.09	6.59	83.99-104.98	-0.699	0.449	0.505	0.961
$RFD_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	322.65±54.86	17.00	255.53-420.48	0.620	-0.973	0.775	0.585
$P_{max_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	174.96±18.52	10.58	146.92-220.37	0.903	0.940	0.660	0.777
$P_{avg_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	1736.49±191.70	11.04	1394.82-2198.42	0.650	0.598	0.615	0.844
Super liga (N=20)							
$F_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	94.32±7.34	7.78	82.55-111.10	0.001	0.508	0.536	0.936
$RFD_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	351.76±78.38	22.28	144.79-483.03	-0.804	1.356	0.627	0.826
$P_{max_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	171.23±21.36	12.47	139.36-240.04	5.050	1.848	1.096	0.181
$P_{avg_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	1608.29±388.80	24.17	301.01-2366.11	6.940	-1.658	1.107	0.172
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	92.96±13.88	14.93	74.56-137.74	3.617	1.628	0.945	0.334
$RFD_{con_{allomCMJn}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	411.08±149.29	36.32	251.90-943.39	2.231	6.253	1.027	0.242
$P_{max_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	151.29±25.59	16.92	117.76-239.93	5.454	1.942	0.936	0.346
$P_{avg_{allomCMJn}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	1332.61±215.94	16.20	1036.45-1912.03	2.355	1.298	0.789	0.563

$F_{con_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $RFD_{con_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{max_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne snaga skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{avg_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) prosečne snage skoka uvis bez zamaha rukama

Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 6.59% za varijablu  $F_{con_{allomCMJn}}$  kod Olimpijske selekcije i 36.32% za varijablu  $RFD_{con_{allomCMJn}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom

skupu, osim varijable  $RFD_{con_{allomCMJn}}$  kod Kontrolne grupe koja pripada heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.505 za varijablu  $F_{con_{allomCMJn}}$  kod Olimpijske selekcije do 1.107 za varijablu  $P_{avg_{allomCMJn}}$  kod Super lige. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis bez zamaha rukama, kod odbojkašica Olimpijske selekcije u iznosu  $Sk = 5.505$  za varijablu  $P_{max_{allomCMJn}}$ , i  $Sk = 6.940$  za varijablu  $P_{avg_{allomCMJn}}$ , dok kod Kontrolne grupe iznosi  $Sk = 3.617$  za varijablu  $F_{con_{allomCMJn}}$  i  $Sk = 5.453$  za varijablu  $P_{max_{allomCMJn}}$ . Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis bez zamaha rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije, osim varijable kod Kontrolne grupe  $RFD_{con_{allomCMJn}}$  koja iznosi  $Ku=6.253$ .

#### **6.1.1.6. Skok uvis sa zamahom rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela**

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis sa zamahom rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 8. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 5.75% za varijablu  $F_{con_{allomCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije i 37.28 za varijablu  $RFD_{con_{allomCMJa}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika ispitanica sve tri grupe većinom pripadaju homogenom skupu, osim varijabli  $RFD_{con_{allomCMJa}}$  i  $P_{avg_{allomCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije i Kontrolne grupe koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.484 za varijablu  $F_{con_{allomCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije do 1.401 za varijablu  $P_{avg_{allomCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije.



Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa zamahom rukama. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis bez zamaha rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 8.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) skoka uvis sa zamahom rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	94.93±5.46	5.75	85.12-106.24	0.004	0.251	0.484	0.973
$RFD_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	285.43±98.75	34.60	43.28-396.43	-1.490	1.397	1.130	0.156
$P_{max_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	208.82±19.62	9.40	168.90-243.42	0.023	0.251	0.615	0.844
$P_{avg_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	88.74±31.92	35.97	20.23-116.90	1.431	-1.664	1.401	0.039
Super liga (N=20)							
$F_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	95.08±6.55	6.89	85.23-111.08	0.401	0.645	0.552	0.921
$RFD_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	354.90±62.77	17.69	261.21-513.46	.870	.952	0.609	0.852
$P_{max_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	203.41±21.78	10.71	177.24-259.73	1.518	1.294	0.788	0.564
$P_{avg_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	102.81±13.48	13.12	83.91-134.96	0.487	0.921	0.748	0.630
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	93.04±10.42	11.20	78.00-114.93	-0.460	0.683	0.710	0.695
$RFD_{con_{allomCMJa}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	371.93±138.66	37.28	117.98-592.45	-0.200	-0.564	0.486	0.972
$P_{max_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	169.94±24.59	14.47	122.67-213.57	-0.311	0.194	0.735	0.652
$P_{avg_{allomCMJa}}$ ( $W \cdot kg^{-0.667}$ )	84.89±27.22	32.06	19.60-117.74	1.527	-1.414	0.967	0.307

$F_{con_{allomCMJa}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama,  $RFD_{con_{allomCMJa}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama,  $P_{max_{allomCMJa}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne snage skoka uvis sa zamahom rukama,  $P_{avg_{allomCMJa}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) prosečne snage skoka uvis sa zamahom rukama

#### 6.1.1.7. Skok u blok - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka u blok u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 9. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 13.02% za varijablu  $F_{max_{allomBJ}}$  kod Super lige i 32.07 za varijablu  $P_{avg_{allomBJ}}$  kod Olimpijske selekcije. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije



možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika ispitanica sve tri grupe većinom pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $Pavg_{allomBJ}$  kod Olimpijske selekcije koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.679 za varijablu  $Fmax_{allomBJ}$  kod Super lige do 0.816 za varijablu  $Pavg_{allomBJ}$  kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka u blok. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis bez zamaha rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije.

**Tabela 9.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli alometrijskih vrednosti skoka u blok kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$Fmax_{allomBJ}$ (N·kg <sup>-0.667</sup> )	135.13±29.14	21.57	100.15-203.99	1.381	1.222	0.714	0.688
$Pavg_{allomBJ}$ (W·kg <sup>-0.667</sup> )	491.32±157.58	32.07	292.36-884.92	1.460	1.332	0.816	0.518
Super liga (N=20)							
$Fmax_{allomBJ}$ (N·kg <sup>-0.667</sup> )	125.03±16.28	13.02	99.43-168.86	1.548	1.023	0.679	0.746
$Pavg_{allomBJ}$ (W·kg <sup>-0.667</sup> )	432.49±92.34	21.35	223.19-642.08	1.409	-0.007	0.749	0.629
Kontrolna grupa (N=25)							
$Fmax_{allomBJ}$ (N·kg <sup>-0.667</sup> )	123.27±23.57	19.12	73.87-184.92	1.046	0.460	0.728	0.665
$Pavg_{allomBJ}$ (W·kg <sup>-0.667</sup> )	427.34±128.12	29.98	123.55-806.64	3.323	0.335	0.783	0.572

$Fmax_{allomBJ}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne sile skoka u blok,  
 $Pavg_{allomBJ}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) prosečne snage skoka u blok

#### 6.1.1.8. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 10. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 16.40% za varijablu  $Fmax_{allomDJ}$  kod Olimpijske selekcije i 27.61 za varijablu  $Pavg_{allomDJ}$  kod Kontrolne grupe.

Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika ispitanica sve tri grupe većinom pripadaju homogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.491 za varijablu  $P_{avg_{allomDJ}}$  kod Super lige do 0.622 za varijablu  $F_{max_{allomDJ}}$  kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 10.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{max_{allomDJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	201.97±33.13	16.40	121.89-259.02	0.935	-0.417	0.622	0.834
$P_{avg_{allomDJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	496.82±92.73	18.67	292.67-651.74	0.259	-0.276	0.616	0.842
Super liga (N=20)							
$F_{max_{allomDJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	160.40±35.60	22.19	103.73-227.35	-0.758	0.358	0.577	0.893
$P_{avg_{allomDJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	366.84±93.80	25.57	222.29-550.22	-0.815	0.228	0.491	0.969
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{max_{allomDJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	172.75±43.84	25.37	100.91-247.69	-0.787	0.097	0.502	0.963
$P_{avg_{allomDJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	340.42±94.00	27.61	205.98-527.90	-1.038	0.171	0.537	0.935

$F_{max_{allomDJ}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne sile skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice,  $P_{avg_{allomDJ}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) prosečne snage skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice

#### 6.1.1.9. Skok uvis bez zamaha rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis bez zamaha rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 11. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 6.52% za varijablu  $F_{con_{allomMMCMJn}}$  kod Olimpijske selekcije i 41.21% za varijablu  $F_{con_{allomMMCMJn}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu

dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $F_{con_{allomMMCMJn}}$  kod Kontrolne grupe koja pripada heterogenom skupu.

**Tabela 11.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) skoka uvis bez zamaha rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot kg^{-0.667})$	153.75±10.02	6.52	138.48-176.26	0.021	0.513	0.528	0.944
$RFD_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667})$	536.37±89.63	16.71	417.10-704.84	0.656	-0.751	0.887	0.410
$P_{max_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	291.02±31.18	10.71	243.31-369.39	1.033	0.897	0.588	0.880
$P_{avg_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	98.70±8.32	8.43	87.33-120.15	1.090	0.974	0.476	0.977
Super liga (N=20)							
$F_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot kg^{-0.667})$	159.78±13.66	8.55	139.51-189.78	-0.310	0.567	0.707	0.699
$RFD_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667})$	594.02±128.92	21.70	262.36-825.12	-0.646	1.109	0.494	0.968
$P_{max_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	289.85±35.98	12.41	247.24-411.52	6.486	2.209	0.963	0.312
$P_{avg_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	95.24±22.15	23.26	18.26-135.64	7.989	-2.071	1.111	0.169
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot kg^{-0.667})$	167.35±31.13	18.60	122.31-276.74	5.764	1.979	1.032	0.238
$F_{con_{allomMMCMJn}} (N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667})$	744.10±306.62	41.21	438.57-1895.48	2.550	8.087	1.022	0.248
$RFD_{con_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	271.05±46.46	17.14	215.91-437.35	6.980	2.363	1.374	0.046
$P_{max_{allomMMCMJn}} (W \cdot kg^{-0.667})$	86.93±12.55	14.44	67.31-122.55	1.649	1.139	0.709	0.696

$F_{con_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $RFD_{con_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{max_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne snaga skoka uvis bez zamaha rukama,  $P_{avg_{allomCMJn}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) prosečne snage skoka uvis bez zamaha rukama

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.494 za varijablu  $RFD_{con_{allomMMCMJn}}$  kod Super lige do 1.374 za varijablu  $RFD_{con_{allomMMCMJn}}$  kod Kontrolne grupe. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis bez zamaha rukama, kod odbojkašica Olimpijske selekcije u iznosu  $Sk = 6.486$  za varijablu  $P_{max_{allomMMCMJn}}$ , i  $Sk = 7.989$  za varijablu  $P_{avg_{allomMMCMJn}}$ , dok kod Kontrolne grupe iznosi  $Sk = 5.764$  za varijablu  $F_{con_{allomMMCMJn}}$  i  $Sk = 6.980$  za varijablu

RFD<sub>con<sub>allom</sub>MMCMJn</sub>. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis bez zamaha rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije, osim varijable kod Kontrolne grupe RFD<sub>con<sub>allom</sub>CMJn</sub> koja iznosi Ku=6.980.

#### 6.1.1.10. Skok uvis sa zamahom rukama - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka uvis sa zamahom rukama u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 12.

**Tabela 12.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) skoka uvis sa zamahom rukama kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
F <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	157.94±9.97	6.31	139.15-178.09	-0.106	0.149	0.570	0.901
RFD <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	475.38±164.99	34.71	70.64-664.52	-1.493	1.413	1.159	0.136
P <sub>max<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	347.22±31.61	9.10	279.72-403.33	0.005	0.019	0.620	0.836
P <sub>avg<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	147.76±53.11	35.94	33.51-195.96	1.498	-1.698	1.431	0.033
Super liga (N=20)							
F <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	161.12±13.08	8.12	141.81-187.93	-0.166	0.547	0.574	0.897
RFD <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	601.83±114.15	18.97	425.85-930.37	1.256	2.530	0.635	0.815
P <sub>max<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	344.41±36.85	10.70	298.06-437.22	1.568	1.236	0.839	0.482
P <sub>avg<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	174.13±23.32	13.39	136.16-227.19	0.346	0.905	0.933	0.349
Kontrolna grupa (N=25)							
F <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	166.64±17.72	10.64	142.17-201.13	-0.735	0.587	0.689	0.729
RFD <sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	664.97±243.58	36.63	208.82-1049.03	-0.225	-0.407	0.511	0.957
P <sub>max<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	303.76±38.86	12.79	231.43-391.35	0.324	0.592	0.855	0.458
P <sub>avg<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> (W·kg <sup>-0.667</sup> )	151.79±47.44	31.25	35.69-208.37	1.977	-1.571	1.098	0.179

F<sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama, RFD<sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile u koncentričnoj fazi skoka uvis sa zamahom rukama, P<sub>max<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne snage skoka uvis sa zamahom rukama, P<sub>avg<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) prosečne snage skoka uvis sa zamahom rukama

Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 6.31% za varijablu F<sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> kod Olimpijske selekcije i 36.63% za varijablu RFD<sub>con<sub>allom</sub>MMCMJa</sub> kod

Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika ispitanica sve tri grupe većinom pripadaju homogenom skupu, osim varijabli  $RFD_{con_{allomMMCMJa}}$  i  $P_{avg_{allomMMCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije i Kontrolne grupe koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.511 za varijablu  $RFD_{con_{allomMMCMJa}}$  kod Kontrolne grupe do 1.159 za varijablu  $RFD_{con_{allomMMCMJa}}$  kod Olimpijske selekcije. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa zamahom rukama. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena "zakrivljenosti" rezultata skoka uvis sa zamahom rukama, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

#### **6.1.1.11. Skok u blok - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu**

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara skoka u blok u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 13. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 14.20% za varijablu  $F_{max_{allomMMBJ}}$  kod Super lige i 31.29% za varijablu  $P_{avg_{allomMMBJ}}$  kod Olimpijske selekcije. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijabli  $P_{avg_{allomMMBJ}}$  kod Olimpijske selekcije i Kontrolne grupe koje pripadaju heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.387 za varijablu  $F_{max_{allomMMBJ}}$  kod Kontrolne grupe do 0.889 za varijablu  $F_{max_{allomMMBJ}}$  kod Super lige. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa zamahom rukama

kod kontrolne grupe  $Sk = 2.628$  za varijablu  $P_{avg_{allomMMBJ}}$ . Dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka u blok, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 13.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) skoka u blok kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{max_{allomMMBJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	224.24±46.76	20.85	170.06-335.84	1.420	1.219	0.744	0.638
$P_{avg_{allomMMBJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	814.84±254.98	31.29	474.91-1456.92	1.534	1.309	0.826	0.503
Super liga (N=20)							
$F_{max_{allomMMBJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	211.96±30.11	14.20	172.94-288.45	0.992	1.200	0.889	0.408
$P_{avg_{allomMMBJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	732.05±157.01	21.45	382.67-1096.80	1.332	0.130	0.707	0.700
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{max_{allomMMBJ}} (N \cdot kg^{-0.667})$	220.79±41.27	18.69	139.36-317.21	0.106	0.206	0.387	0.998
$P_{avg_{allomMMBJ}} (W \cdot kg^{-0.667})$	762.42±219.70	28.82	233.09-1383.67	2.628	0.184	0.722	0.675

$F_{max_{allomMMBJ}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne sile skoka u blok,  $P_{avg_{allomMMBJ}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) prosečne snage skoka u blok

#### 6.1.1.12. Skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih pokazatelja parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 14. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 16.50% za varijablu  $F_{max_{allomMMDJ}}$  kod Olimpijske selekcije i 26.97% za varijablu  $P_{avg_{allomMMDJ}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da rezultati ispitivanih karakteristika sve tri posmatrane grupe pripadaju homogenom skupu, osim varijable  $h_{DJ}$  kod Kontrolne grupe koja pripada heterogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalazi u rasponu od 0.580 za varijablu  $P_{avg_{allomMMDJ}}$  kod Kontrolne grupe do 0.991 za varijablu  $F_{max_{allomMMDJ}}$  kod Kontrolne grupe. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od



normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 14.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{\max_{\text{allomMMDJ}}} (N \cdot \text{kg}^{-0.667})$	336.07±55.45	16.50	199.27-434.87	1.086	-0.456	0.527	0.944
$P_{\text{avg}_{\text{allomMMDJ}}} (W \cdot \text{kg}^{-0.667})$	826.66±156.37	18.92	478.46-1094.21	0.332	-0.211	0.656	0.782
Super liga (N=20)							
$F_{\max_{\text{allomMMDJ}}} (N \cdot \text{kg}^{-0.667})$	272.70±66.35	24.33	177.49-411.94	-0.435	0.557	0.648	0.796
$P_{\text{avg}_{\text{allomMMDJ}}} (W \cdot \text{kg}^{-0.667})$	622.72±165.67	26.60	368.90-926.21	-0.876	0.248	0.476	0.977
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{\max_{\text{allomMMDJ}}} (N \cdot \text{kg}^{-0.667})$	310.62±82.51	26.56	170.80-446.90	-0.815	0.084	0.439	0.991
$P_{\text{avg}_{\text{allomMMDJ}}} (W \cdot \text{kg}^{-0.667})$	609.37±164.32	26.97	344.54-919.09	-1.281	0.011	0.778	0.580

$F_{\max_{\text{allomMMDJ}}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne sile skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice,  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMDJ}}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) prosečne snage skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice

#### 6.1.4. Osnovni deskriptivni parametri kontraktilnih karakteristika mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja

##### 6.1.4.1. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu - apsolutne vrednosti

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara mišića opružaća nogu u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 15. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 18.83% za varijablu RFD180ms kod odbojkašica Super lige i 73.32% za varijablu RFD $F_{\max_{\text{ISO}}}$  kod Kontrolne grupe. Na osnovu ovih rezultata koeficijenta varijacije možemo tvrditi da vrednost 73.32% za varijablu RFD $F_{\max_{\text{ISO}}}$  kod Kontrolne grupe pripada heterogenom, dok ostale varijable pripadaju homogenom skupu. Na osnovu dobijenih rezultata možemo tvrditi da osim kod Kontrolne grupe vrednosti koeficijenta varijacije većine praćenih varijabli pripadaju homogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.353 za varijablu  $F_{max_{ISO}}$  kod Kontrolne grupe do 1.089 za varijablu  $F_{max_{ISO}}$  kod super lige. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije mišića opružača nogu kod Olimpijskih odbojkašica u iznosu  $Sk = 5.593$  za  $F_{max_{ISO}}$  i  $Sk = 5.551$  za  $RFD_{max_{ISO}}$ . Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata telesnog sastava, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupa značajno od normalne distribucije.

**Tabela 15.** Rezultati deskriptivne statistike apsolutnih vrednosti parametara mišića opružača nogu kod Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{max_{ISO}}$ (N)	2998.69±726.97	24.24	1830.06-5302.81	5.593	1.844	0.785	0.569
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	3535.03±1094.49	30.96	2205.90-6550.73	2.423	1.382	0.762	0.606
$RFD_{100ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	7599.98±2476.95	32.59	4399.08-14548.46	2.379	1.235	0.585	0.884
$RFD_{180ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	8163.08±1623.24	19.89	5322.89-11497.01	-0.210	0.260	0.521	0.949
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	8875.40±2754.09	31.03	5586.18-17643.54	5.551	2.008	0.849	0.467
Super liga (N=20)							
$F_{max_{ISO}}$ (N)	2786.42±685.46	24.60	1721.66-4874.26	3.918	1.640	1.089	0.187
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	2097.50±956.47	45.60	827.83-4156.42	-0.375	0.656	0.585	0.883
$RFD_{100ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6389.73±1666.41	26.08	3811.92-9783.82	-0.529	0.433	0.559	0.913
$RFD_{180ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6276.01±1181.66	18.83	4368.64-8513.59	-0.744	0.314	0.519	0.950
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6899.95±1425.22	20.66	4885.43-9881.19	-0.497	0.546	0.689	0.729
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{max_{ISO}}$ (N)	2185.05±680.35	31.14	598.44-3637.01	0.282	-0.201	0.353	1.000
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	1985.30±1455.55	73.32	281.82-6338.21	2.473	1.649	1.086	0.189
$RFD_{100ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6299.01±3202.85	50.85	1624.64-12971.85	-0.719	0.433	0.597	0.868
$RFD_{180ms_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	5928.81±2452.14	41.36	1536.38-9920.52	-1.140	0.078	0.584	0.885
$RFD_{max_{ISO}}$ ( $N \cdot s^{-1}$ )	6835.42±3002.55	43.93	2243.51-13020.84	-0.672	0.509	0.749	0.628

$F_{max_{ISO}}$  – maksimalna izometrijska sila mišića opružača nogu,  $RFD_{max_{ISO}}$  – gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$ ,  $RFD_{100ms_{ISO}}$  – gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms,  $RFD_{180ms_{ISO}}$  – gradijent prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms,  $RFD_{max_{ISO}}$  – maksimalni gradijent prirasta sile mišićna opružača nogu



### 6.1.4.2. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu - alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara mišića opružača nogu u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 16. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 20.26% za varijablu RFD180ms<sub>allomISO</sub> kod odbojkašica Olimpijske selekcije i 76.51% za varijablu RFDfmax<sub>allomISO</sub> kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata možemo tvrditi da osim kod Kontrolne grupe vrednosti koeficijenta varijacije većine praćenih varijabli pripadaju homogenom skupu.

**Tabela 16.** Rezultati deskriptivne statistike parametara mišića opružača nogu (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kod Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
Fmax <sub>allomISO</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	171.62±45.84	26.71	97.37-326.22	7.904	2.214	0.881	0.419
RFDfmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	201.44±64.95	32.24	127.89-402.99	4.978	1.957	0.906	0.385
RFD100ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	432.58±137.60	31.81	234.06-813.25	2.204	1.130	0.566	0.906
RFD180ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	465.86±94.37	20.26	283.22-642.68	-0.159	0.070	0.465	0.982
RFDmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	506.61±158.23	31.23	297.22-986.27	4.387	1.807	0.991	0.280
Super liga (N=20)							
Fmax <sub>allomISO</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	164.96±37.28	22.60	95.90-279.43	4.053	1.273	0.653	0.787
RFDfmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	124.12±54.24	43.70	47.46-228.48	-0.851	0.393	0.540	0.933
RFD100ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	381.33±107.32	28.14	217.96-597.03	-0.547	0.427	0.613	0.847
RFD180ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	374.53±80.91	21.60	243.35-519.59	-0.967	0.247	0.595	0.870
RFDmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	411.19±93.60	22.76	279.59-602.97	-0.637	0.555	0.615	0.844
Kontrolna grupa (N=25)							
Fmax <sub>allomISO</sub> (N·kg <sup>-0.667</sup> )	142.22±42.88	30.15	42.30-233.11	0.264	-0.234	0.508	0.958
RFDfmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	130.43±99.79	76.51	19.92-454.94	3.886	1.909	1.144	0.146
RFD100ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	411.39±211.18	51.33	107.17-890.35	-0.340	0.557	0.570	0.901
RFD180ms <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	387.13±161.36	41.68	108.61-655.12	-1.134	0.158	0.663	0.772
RFDmax <sub>allomISO</sub> (N·s <sup>-1</sup> ·kg <sup>-0.667</sup> )	446.69±199.68	44.70	158.59-893.71	-0.258	0.680	0.656	0.782

*Fmax<sub>allomISO</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu, RFDfmax<sub>allomISO</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na Fmax, RFD100ms<sub>allomISO</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms, RFD180ms<sub>allomISO</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms, RFDmax<sub>allomISO</sub> – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalnog gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu*

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju, tj. vrednosti KS (z) se nalaze u rasponu od 0.465 za varijablu

RFD180mS<sub>allomISO</sub> kod Olimpijske selekcije do 1.144 za varijablu RFDFmax<sub>allomISO</sub> kod Kontrolne grupe. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije parametara mišića opružača nogu kod Olimpijskih odbojkašica u iznosu  $Sk = 7.904$  za varijablu Fmax<sub>allomISO</sub>,  $Sk = 4.987$  za RFDFmax<sub>allomISO</sub>,  $Sk = 4.387$  za RFDmax<sub>allomISO</sub>, kod Super lige  $Sk = 4.053$  za Fmax<sub>allomISO</sub>, i kod Kontrolne grupe u iznosu  $Sk = 3.886$  za RFDmax<sub>allomISO</sub>. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom stepena “zakrivljenosti” rezultata telesnog sastava, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije.

#### **6.1.4.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu - alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu**

Rezultati deskriptivne statistike posmatranih parametara mišića opružača nogu u odnosu na različite grupe su prikazani u Tabeli 17. Vrednosti koeficijenta varijacije (cV%) se nalaze između 19.20% za varijablu RFD180mS<sub>allomMMISO</sub> kod odbojkašica Olimpijske selekcije i 73.59% za varijablu RFDFmax<sub>allomMMISO</sub> kod Kontrolne grupe. Na osnovu dobijenih rezultata možemo tvrditi da osim kod Kontrolne grupe vrednosti koeficijenta varijacije većine praćenih varijabli pripadaju homogenom skupu.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da sve varijable imaju pravilnu distribuciju vrednosti KS se nalaze u rasponu od 0.486 za varijablu RFD180mS<sub>allomMMISO</sub> kod Super lige do 1.192 za varijablu RFDFmax<sub>allomMMISO</sub> kod Kontrolna grupa. Kod ovih ispitanica rezultati Kolmogorov-Smirnov testa su pokazali da nema odstupanja od normalne distribucije. Asimetričnost udesno u odnosu na normalnu raspodelu, manifestuju pozitivni predznaci koeficijenta asimetrije parametara mišića opružača nogu kod Olimpijskih odbojkašica u iznosu  $Sk = 7.423$  za varijablu Fmax<sub>allomMMSO</sub>,  $Sk = 4.615$  za RFDFmax<sub>allomMMISO</sub>,  $Sk = 4.285$  za RFDmax<sub>allomMMISO</sub>, kod Super lige  $Sk = 3.995$  za Fmax<sub>allomMMISO</sub>, i kod Kontrolne grupe u iznosu  $Sk = 3.168$  za RFDFmax<sub>allomMMISO</sub>. Ostale dobijene pozitivne i negativne vrednosti koeficijenta asimetrije ukazuju na malu i srednju asimetriju udesno odnosno ulevo. Procenom

stepena “zakrivljenosti” rezultata telesnog sastava, vrednosti spljoštenosti (Ku) distribucija rezultata svih varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije.

**Tabela 17.** Rezultati deskriptivne statistike parametara mišića opružača nogu (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kod Olimpijske selekcije Super lige i Kontrolne grupe.

	Mean±SD	cV%	Min-Max	Skew	Kurt	KS (Z)	p
Olimpijska selekcija (N=18)							
$F_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	285.00±73.55	25.81	163.15-529.93	7.423	2.106	0.800	0.544
$RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	334.37±104.28	31.19	214.16-654.63	4.615	1.847	0.744	0.637
$RFD_{100ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	717.61±220.20	30.69	392.18-1313.40	1.870	1.005	0.590	0.877
$RFD_{180ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	773.21±148.49	19.20	474.54-1037.92	-0.172	-0.082	0.531	0.941
$RFD_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	839.66±249.55	29.72	498.01-1592.81	4.285	1.751	0.975	0.297
Super liga (N=20)							
$F_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	279.51±64.78	23.18	166.81-479.04	3.995	1.359	0.758	0.614
$RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	210.45±93.37	44.37	79.89-392.50	-0.654	0.483	0.511	0.956
$RFD_{100ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	643.73±173.52	26.95	368.59-994.59	-0.371	0.412	0.544	0.929
$RFD_{180ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	632.51±128.94	20.38	423.27-863.60	-0.844	0.265	0.486	0.972
$RFD_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	694.63±150.26	21.63	472.39-1004.49	-0.497	0.543	0.583	0.887
Kontrolna grupa (N=25)							
$F_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot kg^{-0.667}$ )	254.46±76.93	30.23	79.81-424.93	0.260	-0.103	0.369	0.999
$RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	230.21±169.42	73.59	37.59-760.97	3.168	1.790	1.192	0.116
$RFD_{100ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	731.63±368.63	50.38	203.03-1557.40	-0.503	0.540	0.635	0.815
$RFD_{180ms_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	688.45±278.33	40.43	204.91-1129.14	-1.232	0.164	0.725	0.670
$RFD_{max_{allomMMISO}}$ ( $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ )	794.86±344.33	43.32	299.22-1563.29	-0.453	0.653	0.749	0.630

$F_{max_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu,  $RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$ ,  $RFD_{100ms_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms,  $RFD_{180ms_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms,  $RFD_{max_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu

## 6.2. Rezultati korelacione analize

### 6.2.1. Korelacija telesnog sastava i visine različitih skokova

U Tabeli 18 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije visine različitih skokova uvis u odnosu na telesni sastav kod posmatranih grupa.

Kod posmatranih parametara telesnog sastava i visine skoka, najveća pozitivna korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je između visine skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) i

varijable Protein koja iznosi  $r = 0.588$ , dok je najveća negativna korelacija iznosila  $r = -0.522$  za varijablu %Mast. Kod testiranog uzorka Super lige, nije bilo statistički značajne korelacije između visine različitih skokova i varijabli telesnog sastava. Kod testiranog uzorka Kontrolne grupe, najveća pozitivna korelacija utvrđena je između skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i varijable  $Index_{PMast}$  koja iznosi  $r = 0.772$ , dok je najveća negativna korelacija iznosila  $r = -0.797$  za varijablu %Mast.

**Tabela 18.** Korelacija telesnog sastava i visine različitih skokova.

	$h_{CMJn}$	$h_{CMJa}$	$h_{BJ}$	$h_{DJ}$
Olimpijska selekcija (N=18)				
Protein	0.395	0.343	0.588*	0.354
%Mast	-0.522*	-0.511*	-0.103	0.102
%MM	0.547*	0.541*	0.184	-0.105
$Index_{MMVT}$	0.300	0.238	0.497*	-0.044
$Index_{MastVT}$	-0.464	-0.465	-0.023	0.077
$Index_{PMast}$	0.490*	0.488*	0.100	-0.141
$Index_{\%MM\%Mast}$	0.504*	0.503*	0.122	-0.132
Super liga (N=20)				
Protein	-0.230	-0.043	-0.325	-0.119
%Mast	-0.346	-0.331	-0.418	-0.306
%MM	0.335	0.321	0.412	0.299
$Index_{MMVT}$	0.013	-0.024	0.032	-0.168
$Index_{MastVT}$	-0.347	-0.337	-0.410	-0.343
$Index_{PMast}$	0.259	0.268	0.431	0.230
$Index_{\%MM\%Mast}$	0.257	0.271	0.429	0.226
Kontrolna grupa (N=25)				
Protein	0.577**	0.599**	0.340	0.275
%Mast	-0.797**	-0.765**	-0.365	-0.433*
%MM	0.449*	0.471*	0.583**	0.448*
$Index_{MMVT}$	0.345	0.384	0.610**	0.397*
$Index_{MastVT}$	-0.718**	-0.686**	-0.316	-0.395
$Index_{PMast}$	0.772**	0.742**	0.248	0.347
$Index_{\%MM\%Mast}$	0.770**	0.751**	0.346	0.398*

*%Mast – procenat masnog tkiva, %MM – procenat mišićne mase,  $Index_{MMVT}$  – indeks mišićne mase,  $Index_{MastVT}$  – indeks masnog tkiva,  $Index_{PMast}$  – proteinsko masni indeks,  $Index_{\%MM\%Mast}$  – indeks procenta mišićne mase i masnog tkiva. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$*

### 6.2.2. Korelacija dinamičkih parametara i visine različitih skokova

U Tabeli 19 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije dinamičkih parametara skoka uvis bez zamaha rukama u odnosu na visinu skoka ( $h_{CMJn}$ ) kod posmatranih grupa.

Kod visine skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJn}$ ) i njenih parametara, najveća vrednost pozitivne korelacije kod Olimpijske selekcije utvrđena je sa varijablom  $Pavg_{CMJn}$   $r = 0.625$ . Kod testiranog uzorka Super lige, visoka vrednost korelacije je utvrđena sa varijablom  $Pmax_{allomCMJn}$  koja iznosi  $r = 0.804$ . Kod testiranog uzorka Kontrolne grupe, visoka pozitivna korelacija utvrđena je između visine skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i varijable  $Pmax_{allomCMJn}$  koja iznosi  $r = 0.791$ .

**Tabela 19.** Korelacija visine skoka uvis bez zamaha rukama i varijabli dinamičkih parametara kod sve tri grupe.

	Olimpijska selekcija $h_{CMJn}$	Super liga $h_{CMJn}$	Kontrolna grupa $h_{CMJn}$
$Fcon_{CMJn}$	0.471*	-0.035	-0.302
$RFDcon_{CMJn}$	0.476*	0.168	-0.460*
$Pmax_{CMJn}$	0.508*	0.561*	0.725**
$Pavg_{CMJn}$	0.625**	0.439	0.696**
$Fcon_{allomCMJn}$	0.477*	0.253	-0.332
$RFDcon_{allomCMJn}$	0.440	0.259	-0.464*
$Pmax_{allomCMJn}$	0.609**	0.804**	0.791**
$Pavg_{allomCMJn}$	0.741**	0.547*	0.763**
$Fcon_{allomMMCMJn}$	0.324	0.106	-0.413*
$RFDcon_{allomMMCMJn}$	0.390	0.229	-0.494*
$Pmax_{allomMMCMJn}$	0.499*	0.728**	0.674**
$Pavg_{allomMMCMJn}$	0.642*	0.520*	0.611**

Legenda za skraćenice – videti Tabelu 3, 7, 11. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

U Tabeli 20 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije dinamičkih parametara skoka uvis sa zamahom rukama u odnosu na visinu skoka ( $h_{CMJa}$ ) kod posmatranih grupa.

Kod visine skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) i njenih parametara, visoka pozitivna korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je sa varijablom  $Pmax_{allomCMJa}$   $r = 0.702$ . Kod testiranog uzorka Super lige, visoka korelacija je utvrđena sa varijablom  $Pmax_{allomCMJa}$  koja iznosi  $r = 0.800$ . Kod testiranog uzorka Kontrolne grupe, visoka

pozitivna korelacija utvrđena je između visine skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJa}$ ) i varijable  $P_{max_{allomCMJa}}$  koja iznosi  $r = 0.831$ .

**Tabela 20.** Korelacija visine skoka uvis sa zamahom rukama i varijabli dinamičkih parametara kod sve tri grupe.

	Olimpijska selekcija $h_{CMJa}$	Super liga $h_{CMJa}$	Kontrolna grupa $h_{CMJa}$
$F_{conCMJa}$	0.233	0.170	0.022
$RFD_{conCMJa}$	-0.030	0.220	-0.094
$P_{maxCMJa}$	0.582*	0.561*	0.773**
$P_{avgCMJa}$	0.005	0.586**	0.329
$F_{con_{allomCMJa}}$	0.307	0.451*	-0.005
$RFD_{con_{allomCMJa}}$	-0.044	0.264	-0.096
$P_{max_{allomCMJa}}$	0.702**	0.800**	0.831**
$P_{avg_{allomCMJa}}$	-0.003	0.690**	0.324
$F_{con_{allomMMCMJa}}$	0.110	0.247	-0.223
$RFD_{con_{allomMMCMJa}}$	-0.072	0.184	-0.170
$P_{max_{allomMMCMJa}}$	0.602**	0.703**	0.789**
$P_{avg_{allomMMCMJa}}$	-0.032	0.595**	0.262

Legenda za skraćenice – videti Tabelu 4, 8, 12. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

U Tabeli 21 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije dinamičkih parametara skoka u blok u odnosu na visinu skoka ( $h_{BJ}$ ) kod posmatranih grupa.

**Tabela 21.** Korelacija visine skoka u blok i varijabli dinamičkih parametara kod sve tri grupe.

	Olimpijska selekcija $h_{BJ}$	Super liga $h_{BJ}$	Kontrolna grupa $h_{BJ}$
$F_{max_{BJ}}$	0.792**	0.148	0.488*
$P_{avg_{BJ}}$	0.890**	0.689**	0.770**
$F_{max_{allomBJ}}$	0.762**	0.405	0.508**
$P_{avg_{allomBJ}}$	0.886**	0.810**	0.804**
$F_{max_{allomMMBJ}}$	0.764**	0.280	0.387
$P_{avg_{allomMMBJ}}$	0.887**	0.750**	0.766**

Legenda za skraćenice – videti Tabelu 5, 9, 13. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

Kod visine skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) i njenih parametara, najveća visoka pozitivna korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je sa varijablom  $P_{avg_{BJ}}$   $r = 0.890$ . Kod testiranog uzorka Super lige, visoka pozitivna korelacija je utvrđena sa varijablom  $P_{avg_{allomBJ}}$  koja iznosi  $r = 0.810$ . Kod testiranog uzorka Kontrolne grupe, visoka

pozitivna korelacija utvrđena je između visine skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJa}$ ) i varijable  $Pav_{g_{allomBJ}}$  koja iznosi  $r = 0.804$ .

U Tabeli 22 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije dinamičkih parametara skoka sa prethodnim saskokom sa klupice u odnosu na visinu skoka ( $h_{DJ}$ ) kod posmatranih grupa.

Kod visine skoka sa prethodnim saskokom sa klupice i njenih parametara, umerena pozitivna korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je sa varijablom  $Pav_{g_{DJ}}$   $r = 0.566$ . Kod testiranog uzorka Super lige, umerena pozitivna korelacija je utvrđena sa varijablom  $Pav_{g_{allomDJ}}$  koja iznosi  $r = 0.532$ . Kod testiranog uzorka Kontrolne grupe, nije bilo značajnih korelacija.

**Tabela 22.** Korelacija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice i varijabli dinamičkih parametara kod sve tri grupe.

	Olimpijska selekcija $h_{DJ}$	Super liga $h_{DJ}$	Kontrolna grupa $h_{DJ}$
$F_{max_{DJ}}$	0.229	0.008	-0.238
$Pav_{g_{DJ}}$	0.566*	0.432	0.380
$F_{maxCON_{allomDJ}}$	0.140	0.090	-0.239
$Pav_{g_{allomDJ}}$	0.522*	0.532*	0.389
$F_{maxCON_{allomMMDJ}}$	0.155	0.031	-0.319
$Pav_{g_{allomMMDJ}}$	0.534*	0.463*	0.321

Legenda za skraćenice – videti Tabelu 6, 10, 14. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

### 6.2.3. Korelacija kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja i visine skoka

U Tabeli 23 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije visine različitih skokova uvis u odnosu na parametre apsolutnih vrednosti mišića opružača nogu kod posmatranih grupa.

Kod apsolutnih vrednosti mišića opružača nogu i visine skoka, najveća korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je između visine skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) i varijable  $RFD_{100ms_{ISO}}$  koja iznosi  $r = 0.798$ . Kod testiranog uzorka Super lige, najveća korelacija utvrđena je između skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i varijable



RFD180ms koja iznosi  $r = 0.508$ , a kod Kontrolne grupe utvrđena je između skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) i varijable RFD $F_{max_{ISO}}$  koja iznosi  $r = 0.692$ .

**Tabela 23.** Korelacija visine različitih skokova i apsolutnih vrednosti parametara mišića opružaća nogu.

	$h_{CMJn}$	$h_{CMJa}$	$h_{BJ}$	$h_{DJ}$
Olimpijska selekcija (N=18)				
$F_{max_{ISO}}$	0.262	0.072	-0.164	-0.108
RFD $F_{max_{ISO}}$	0.220	0.207	0.017	-0.123
RFD100ms $_{ISO}$	0.602**	0.563*	0.798**	0.098
RFD180ms $_{allomISO}$	0.568*	0.455	0.554*	-0.050
RFD $_{max_{ISO}}$	0.599**	0.523*	0.489*	0.031
Super liga (N=20)				
$F_{max_{ISO}}$	0.389	0.300	0.048	-0.198
RFD $F_{max_{ISO}}$	-0.012	-0.072	-0.101	-0.414
RFD100ms $_{ISO}$	0.404	0.406	0.174	0.401
RFD180ms	0.508*	0.470*	0.251	0.220
RFD $_{max_{ISO}}$	0.472*	0.414	0.096	0.386
Kontrolna grupa (N=25)				
$F_{max_{ISO}}$	0.554**	0.550**	0.287	0.413*
RFD $F_{max_{ISO}}$	0.676**	0.692**	0.240	0.387
RFD100ms $_{ISO}$	0.529**	0.572**	0.423*	0.368
RFD180ms	0.588**	0.645**	0.455*	0.394
RFD $_{max_{ISO}}$	0.606**	0.649**	0.439*	0.440*

$F_{max_{ISO}}$  – maksimalna izometrijska sila mišića opružaća nogu, RFD $F_{max_{ISO}}$  – gradijent prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na  $F_{max_{ISO}}$ , RFD100ms $_{ISO}$  – gradijent prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na nivou od 100 ms, RFD180ms $_{ISO}$  – gradijent prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na nivou od 180 ms, RFD $_{max_{ISO}}$  – maksimalni gradijent prirasta sile mišićna opružaća nogu. Statistička značajnost \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

U Tabeli 24 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije visine različitih skokova uvis u odnosu na parametre alometrijskih vrednosti (u odnosu na MT) mišića opružaća nogu kod posmatranih grupa.

Kod alometrijskih vrednosti mišića opružaća nogu i visine skoka, najveća korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je između visine skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) i varijable RFD100ms $_{allomISO}$  koja iznosi  $r = 0.747$ . Kod testiranog uzorka Super lige, najveća korelacija utvrđena je između skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i varijable RFD180ms $_{allomISO}$  koja iznosi  $r = 0.531$ , a kod Kontrolne grupe utvrđena je između



skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) i varijable  $RDF_{max_{allomISO}}$  koja iznosi  $r = 0.661$ .

**Tabela 24.** Korelacija visine različitih skokova i alometrijskih vrednosti mišića opružaća nogu u odnosu na telesnu masu.

	$h_{CMJn}$	$h_{CMJa}$	$h_{BJ}$	$h_{DJ}$
Olimpijska selekcija (N=18)				
$F_{max_{allomISO}}$	0.214	0.050	-0.259	-0.173
$RDF_{max_{allomISO}}$	0.202	0.189	-0.076	-0.165
$RFD100ms_{allomISO}$	0.590**	0.564*	0.747**	0.048
$RFD180ms_{allomISO}$	0.523*	0.427	0.413	-0.137
$RFD_{max_{allomISO}}$	0.571*	0.505*	0.395	-0.027
Super liga (N=20)				
$F_{max_{allomISO}}$	0.515*	0.368	0.206	-0.144
$RDF_{max_{allomISO}}$	0.048	-0.033	-0.003	-0.394
$RFD100ms_{allomISO}$	0.446*	0.393	0.233	0.434
$RFD180ms_{allomISO}$	0.531*	0.435	0.333	0.263
$RFD_{max_{allomISO}}$	0.519*	0.406	0.201	0.423
Kontrolna grupa (N=25)				
$F_{max_{allomISO}}$	0.574**	0.562**	0.299	0.446*
$RDF_{max_{allomISO}}$	0.648**	0.661**	0.227	0.377
$RFD100ms_{allomISO}$	0.533**	0.569**	0.421*	0.386
$RFD180ms_{allomISO}$	0.593**	0.642**	0.452*	0.412*
$RFD_{max_{allomISO}}$	0.605**	0.640**	0.434*	0.454*

$F_{max_{allomISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalne izometrijske sile mišića opružaća nogu,  $RDF_{max_{allomISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na  $F_{max}$ ,  $RFD100ms_{allomISO}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na nivou od 100 ms,  $RFD180ms_{allomISO}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) gradijenta prirasta sile mišića opružaća nogu ostvaren na nivou od 180 ms,  $RFD_{max_{allomISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na masu tela) maksimalnog gradijenta prirasta sile mišića opružaća nogu

U tabeli 25 su prikazani rezultati *Pearsonovog* koeficijenta korelacije visine različitih skokova uvis u odnosu na parametre alometrijskih vrednosti (u odnosu na MM) mišića opružaća nogu kod posmatranih grupa.

Kod alometrijskih vrednosti mišića opružaća nogu i visine skoka, najveća korelacija kod Olimpijske selekcije utvrđena je između visine skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) i varijable  $RFD100ms_{allomMMISO}$  koja iznosi  $r = 0.752$ . Kod testiranog uzorka Super lige, najveća korelacija utvrđena je između skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) i varijable  $RFD180ms_{allomMMISO}$  koja iznosi  $r = 0.519$ , a kod Kontrolne grupe utvrđena je između skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) i varijable  $RDF_{max_{allomMMISO}}$  koja iznosi  $r = 0.674$ .

**Tabela 25.** Korelacija visine različitih skokova i alometrijskih vrednosti mišića opružača nogu u odnosu na mišićnu masu.

	$h_{CMJn}$	$h_{CMJa}$	$h_{BJ}$	$h_{DJ}$
Olimpijska selekcija (N=18)				
$F_{max_{allomMMISO}}$	0.186	0.017	-0.271	-0.167
$RFDF_{max_{allomMMISO}}$	0.170	0.159	-0.085	-0.167
$RFD100ms_{allomMMISO}$	0.571*	0.544*	0.752**	0.051
$RFD180ms_{allomMMISO}$	0.493*	0.393	0.416	-0.136
$RFD_{max_{allomMMISO}}$	0.559*	0.490*	0.400	-0.025
Super liga (N=20)				
$F_{max_{allomMMISO}}$	0.463*	0.321	0.151	-0.180
$RFDF_{max_{allomMMISO}}$	0.025	-0.056	-0.034	-0.408
$RFD100ms_{allomMMISO}$	0.430	0.379	0.204	0.418
$RFD180ms_{allomMMISO}$	0.519*	0.419	0.299	0.235
$RFD_{max_{allomMMISO}}$	0.502*	0.387	0.161	0.402
Kontrolna grupa (N=25)				
$F_{max_{allomMMISO}}$	0.524**	0.506**	0.239	0.390
$RFDF_{max_{allomMMISO}}$	0.662**	0.674**	0.220	0.377
$RFD100ms_{allomMMISO}$	0.518**	0.552**	0.394	0.358
$RFD180ms_{allomMMISO}$	0.580**	0.626**	0.423*	0.383
$RFD_{max_{allomMMISO}}$	0.593**	0.625*	0.406*	0.429*

$F_{max_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalne izometrijske sile mišića opružača nogu,  $RFDF_{max_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na  $F_{max}$ ,  $RFD100ms_{allomMMISO}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 100 ms,  $RFD180ms_{allomMMISO}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) gradijenta prirasta sile mišića opružača nogu ostvaren na nivou od 180 ms,  $RFD_{max_{allomMMISO}}$  – alometrijska vrednost (u odnosu na mišićnu masu) maksimalnog gradijenta prirasta sile mišićna opružača nogu

### 6.3. Rezultati regresione analize

#### 6.3.1. Telesni sastav kao predikcija visine skoka

##### 6.3.1.1. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok morfološki parametri (Protein, %Mast, %MM,  $Index_{MMVT}$ ,  $Index_{MastVT}$ ,  $Index_{PMast}$ ,  $Index_{\%MM\%Mast}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 77.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.480$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.08 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.012$ . Na parcijalnom nivou statistička značajnost je utvrđena kod varijable Protein ( $p = 0.022$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ OS} = 189.96761 + (2.27900 \cdot \text{Protein}) + (-4.34173 \cdot \% \text{MM}) + (6.25698 \cdot \text{Index}_{\text{MMVT}}) + (-12.40405 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 68.1\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.217$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.08 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.160$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ SL} = 234.97526 + (-1.99292 \cdot \text{Protein}) + (-8.15904 \cdot \% \text{Mast}) + (-6.85483 \cdot \text{Index}_{\text{MMVT}}) + (19.40995 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}}) + (-314.57407 \cdot \text{Index}_{\text{PMast}}) + (93.37018 \cdot \text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 84.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.688$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.68 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $\% \text{Mast}$  ( $p = 0.001$ ) i  $\text{Index}_{\text{MastVT}}$  ( $p = 0.022$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ KG} = 43.64494 + (-2.01765 \cdot \% \text{Mast}) + (5.19568 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}})$$

### 6.3.1.2. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis sa zamahom rukama

U ovim modelima skok uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok morfološki parametri (Protein, %Mast, %MM,  $Index_{MMVT}$ ,  $Index_{MastVT}$ ,  $Index_{PMast}$ ,  $Index_{\%MM\%Mast}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 68.2\%$  ( $Adj. R^2 = 0.394$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.78 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.009$ . Kod pojedinačnih varijabli utvrđena je statistička značajnost za varijable Protein ( $p = 0.022$ ) i  $Index_{MastVT}$  ( $p = 0.007$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} \text{ OS} = 17.35996 + (2.61201 \cdot \text{Protein}) + (3.48322 \cdot \text{Index}_{MastVT})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 42.4\%$  ( $Adj. R^2 = 0.083$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.72 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.186$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} \text{ SL} = 82.91250 + (-0.61498 \cdot \%Mast) + (22.68279 \cdot \text{Index}_{PMast})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 81.7\%$  ( $Adj. R^2 = 0.637$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.10 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli %Mast ( $p = 0.000$ ) i  $Index_{MastVT}$  ( $p = 0.002$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMIa}} \text{ KG} = 48.08289 + (2.15665 \cdot \% \text{ Mast}) + (5.68412 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}})$$

### 6.3.1.3. Telesni sastav kao predikcija visine skoka u blok

Kod ovih modela, visina skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok morfološki parametri (Protein, %Mast, %MM,  $\text{Index}_{\text{MMVT}}$ ,  $\text{Index}_{\text{MastVT}}$ ,  $\text{Index}_{\text{PMast}}$ ,  $\text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 71.8\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.450$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 10.78 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.004$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $\text{Index}_{\text{PMast}}$  ( $p = 0.001$ ) i  $\text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}}$  ( $p = 0.001$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ}} \text{ OS} = 34.57080 + (-2101.90539 \cdot \text{Index}_{\text{PMast}}) + (748.83785 \cdot \text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 56.8\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.195$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 12.94 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.093$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ}} \text{ SL} = 141.93525 + (9.05106 \cdot \text{Protein}) + (1156.99169 \cdot \text{Index}_{\text{PMast}}) + (415.71915 \cdot \text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 72.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.452$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 13.34 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.001$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička

značajnost kod varijabli Protein ( $p = 0.012$ ) i  $\text{Index}_{\text{MastVT}}$  ( $p = 0.001$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ}} \text{ KG} = -294.03863 + (10.21334 \cdot \text{Protein}) + (5.37426 \cdot \% \text{MM}) + (7.50852 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}})$$

#### 6.3.1.4. Telesni sastav kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice

Kod ovih modela, visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok morfološki parametri (Protein, %Mast, %MM,  $\text{Index}_{\text{MMVT}}$ ,  $\text{Index}_{\text{MastVT}}$ ,  $\text{Index}_{\text{PMast}}$ ,  $\text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 41.9\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.078$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 4.54 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.263$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ OS} = 242.07851 + (3.88105 \cdot \text{Protein}) + (-4.75015 \cdot \% \text{MM}) + (-10.28209 \cdot \text{Index}_{\text{MastVT}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 45.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.114$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 6.49 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.139$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ SL} = 134.88071 + (-3.37452 \cdot \% \text{Mast}) + (-17.67610 \cdot \text{Index}_{\% \text{MM} \% \text{Mast}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 55.8\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.213$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 6.32 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.046$ . Što se tiče pojedinačnih varijabli nije utvrđena statistička značajnost ni za jednu prediktivnu varijablu. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} \text{ KG} = -113.24347 + (3.92933 \cdot \%MM) + (148.18996 \cdot \text{Index}_{PMast}) + (-69.99248 \cdot \text{Index}_{\%MM\%Mast})$$

### 6.3.2. Dinamički parametri kao predikcija visine različitih skokova

#### 6.3.2.1. Parametri skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{conCMJn}$ ,  $RFD_{conCMJn}$ ,  $P_{maxCMJn}$ ,  $P_{avgCMJn}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 62.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.352$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.32 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.006$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{avgCMJn}$  ( $p = 0.006$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} \text{ OS} = 15.75855 + (0.00941 \cdot P_{avgCMJn})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 69.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.422$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.26 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za



prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.004$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{con}_{\text{CMJn}}}$  ( $p = 0.031$ ) i  $P_{\text{max}_{\text{CMJn}}}$  ( $p = 0.001$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ SL} = 22.50792 + (-0.00795 \cdot F_{\text{con}_{\text{CMJn}}}) + (0.00605 \cdot P_{\text{max}_{\text{CMJn}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 91.3\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.811$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.09 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđeno je da kod varijabli  $F_{\text{con}_{\text{CMJn}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{CMJn}}}$  ( $p = 0.001$ ) postoji statistička značajnost. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ KG} = 13.82012 + (-0.01515 \cdot F_{\text{con}_{\text{CMJn}}}) + (-0.00745 \cdot P_{\text{max}_{\text{CMJn}}}) + (0.03535 \cdot P_{\text{avg}_{\text{CMJn}}})$$

### 6.3.2.2. Parametri skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{con}_{\text{CMJa}}}$ ,  $RFD_{\text{con}_{\text{CMJa}}}$ ,  $P_{\text{max}_{\text{CMJa}}}$ ,  $P_{\text{avg}_{\text{CMJa}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 75.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.428$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.70 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.022$ . Što se tiče pojedinačnih varijabli utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{\text{max}_{\text{CMJn}}}$  ( $p = 0.004$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:



$$h_{\text{CMJa}} \text{ OS} = 32.11698 + (-0.02529 \cdot F_{\text{conCMJa}}) + (0.00345 \cdot R_{\text{FDconCMJa}}) + (0.01246 \cdot P_{\text{maxCMJa}}) + (-0.01055 \cdot P_{\text{avgCMJa}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 86.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.702$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.12 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{conCMJa}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{maxCMJa}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ SL} = 28.88665 + (-0.03140 \cdot F_{\text{conCMJa}}) + (0.00080 \cdot R_{\text{FDconCMJa}}) + (0.01432 \cdot P_{\text{maxCMJa}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 84.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.689$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.85 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\text{conCMJa}}$  ( $p = 0.007$ ) i  $P_{\text{maxCMJa}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ KG} = 11.42774 + (-0.01089 \cdot F_{\text{conCMJa}}) + (0.01142 \cdot P_{\text{maxCMJa}})$$

### 6.3.2.3. Parametri skoka u blok kao predikcija njene visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{maxBJ}}$ ,  $P_{\text{avgBJ}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 98.8\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.973$ ) sa greškom predikcije (Std. Err.

Est. = 2.39 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\max_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skok u blok ( $h_{BJ}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} \text{ OS} = 72.48162 + (-0.05759 \cdot F_{\max_{BJ}}) + (0.01502 \cdot P_{\text{avg}_{BJ}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) iznosio je  $R = 99.1\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.980$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 4.32 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\max_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} \text{ SL} = 64.22523 + (-0.05344 \cdot F_{\max_{BJ}}) + (0.01509 \cdot P_{\text{avg}_{BJ}})$$

Kod ispitanica iz Kontrolne grupe koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) iznosio je  $R = 97.3\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.942$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 4.32 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\max_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} \text{ KG} = 68.25895 + (-0.06973 \cdot F_{\max_{BJ}}) + (0.01898 \cdot P_{\text{avg}_{BJ}})$$

#### **6.3.2.4. Parametri skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka**

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\max_{DJ}}$ ,  $P_{\text{avg}_{DJ}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 99.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.992$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 0.43 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{max}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ OS}} = 29.60380 + (-0.01676 \cdot F_{\text{max}_{\text{DJ}}}) + (0.00696 \cdot P_{\text{avg}_{\text{DJ}}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) iznosio je  $R = 96.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.922$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 1.92 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{max}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ SL}} = 22.16640 + (-0.01537 \cdot F_{\text{max}_{\text{DJ}}}) + (0.00754 \cdot P_{\text{avg}_{\text{DJ}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) iznosio je  $R = 97.4\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.944$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 1.68 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\text{max}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{DJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ KG}} = 22.16640 + (-0.01537 \cdot F_{\text{max}_{\text{DJ}}}) + (0.00754 \cdot P_{\text{avg}_{\text{DJ}}})$$

### 6.3.2.5. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{con_{allomCMJn}}$ ,  $RFD_{con_{allomCMJn}}$ ,  $P_{max_{allomCMJn}}$ ,  $P_{avg_{allomCMJn}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 81.0\%$  ( $Adj. R^2 = 0.551$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.93 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.005$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{avg_{allomCMJn}}$  ( $p = 0.028$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} OS = -14.36539 + (0.26797 \cdot F_{con_{allomCMJn}}) + (-0.05131 \cdot RFD_{con_{allomCMJn}}) + (-0.09465 \cdot P_{max_{allomCMJn}}) + (0.55534 \cdot P_{avg_{allomCMJn}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 80.4\%$  ( $Adj. R^2 = 0.626$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.81 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{max_{allomCMJn}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} SL = 8.15760 + (0.11202 \cdot P_{max_{allomCMJn}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 92.5\%$  ( $Adj. R^2 = 0.835$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.94 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Takođe, kod varijabli  $F_{con_{allomCMJn}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{allomCMJn}}$  ( $p = 0.001$ ) utvrđena je statistička značajnost na

parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} \text{ KG} = 10.74774 + (-0.21371 \cdot F_{\text{com}_{\text{allomCMJn}}}) + (-0.08804 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomCMJn}}}) + (0.51183 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomCMJn}}})$$

### 6.3.2.6. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}$ ,  $RFD_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}$ ,  $P_{\text{max}_{\text{allomCMJa}}}$ ,  $P_{\text{avg}_{\text{allomCMJa}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 73.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.471$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.59 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.003$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{\text{max}_{\text{allomCMJn}}}$  ( $p = 0.001$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} \text{ OS} = 9.81226 + (0.13776 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomCMJa}}}) + (-0.02328 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomCMJa}}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 87.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.729$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.02 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}$  ( $p = 0.010$ ) i  $P_{\text{max}_{\text{allomCMJn}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} \text{ SL} = 19.28145 + (-0.35108 \cdot F_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}) + (0.22864 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomCMJn}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 87.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.734$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.65 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Što se tiče pojedinačnih varijabli primećujemo da kod varijabli  $F_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}$  ( $p = 0.023$ ) i  $P_{\text{max}_{\text{allomCMJn}}}$  ( $p = 0.000$ ) postoji statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ KG} = 5.70486 + (-0.13227 \cdot F_{\text{con}_{\text{allomCMJa}}}) + (0.18994 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomCMJa}}})$$

### 6.3.2.7. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka u blok kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{max}_{\text{allomBJ}}}$ ,  $P_{\text{avg}_{\text{allomBJ}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 99.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.981$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 1.98 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $F_{\text{max}_{\text{allomBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ}} \text{ OS} = 71.62084 + (-0.98823 \cdot F_{\text{max}_{\text{allomBJ}}}) + (0.25978 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomBJ}}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) iznosio je  $R = 99.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.990$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 1.42 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{max}_{\text{allomBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} SL = 66.61000 + (-1.01435 \cdot F_{max_{allomBJ}}) + (0.28072 \cdot P_{avg_{allomBJ}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) iznosio je  $R = 98.3\%$  ( $Adj. R^2 = 0.963$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.48 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{max_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{BJ}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} KG = 67.71246 + (-1.07235 \cdot F_{max_{allomBJ}}) + (0.29358 \cdot P_{avg_{allomBJ}})$$

### 6.3.2.8. Alometrijske vrednosti (u odnosu na masu tela) parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{max_{allomDJ}}$ ,  $P_{avg_{allomDJ}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 99.6\%$  ( $Adj. R^2 = 0.992$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 0.421 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{max_{allomDJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{allomBJ}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} OS = 29.56764 + (-0.30362 \cdot F_{max_{allomDJ}}) + (0.12612 \cdot P_{avg_{allomDJ}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) iznosio je  $R = 97.5\%$  ( $Adj. R^2 = 0.946$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.60 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na



parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\max_{\text{allomDJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomDJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige:

$$h_{\text{DJ SL}} = 25.20162 + (-0.34036 \cdot F_{\max_{\text{allomDJ}}}) + (0.15339 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomDJ}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) iznosio je  $R = 97.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.948$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 1.63 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\max_{\text{allomDJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomDJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ KG}} = 21.98953 + (-0.23807 \cdot F_{\max_{\text{allomDJ}}}) + (0.11737 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomDJ}}})$$

### 6.3.2.9. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis bez zamaha rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{con}_{\text{allomMMCMJn}}}$ ,  $R_{\text{FDcon}_{\text{allomMMCMJn}}}$ ,  $P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}}$ ,  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMCMJn}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 64.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.375$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.28 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.004$ . Na parcijalnom nivou nije utvrđena statistička značajnost za prediktorske varijable. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod Olimpijske selekcije:

$$h_{\text{CMJn OS}} = 8.55045 + (-0.01898 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}}) + (0.17721 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMCMJn}}})$$



Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 75.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.514$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.08 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.001$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ SL} = 15.01372 + (-0.04362 \cdot F_{\text{con}_{\text{allomMMCMJn}}}) + (0.06657 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 90.7\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.798$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.15 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\text{con}_{\text{allomMMCMJn}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMCMJn}}}$  ( $p = 0.001$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJn}} \text{ KG} = 13.01409 + (-0.12413 \cdot F_{\text{con}_{\text{allomMMCMJn}}}) + (-0.05112 \cdot P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}}) + (0.28026 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMCMJn}}})$$

#### 6.3.2.10. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis sa zamahom rukama kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{\text{con}_{\text{allomMMCMJa}}}$ ,  $R_{\text{FDcon}_{\text{allomMMCMJa}}}$ ,  $P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJa}}}$ ,  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMCMJa}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 74.4\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.416$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.723 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.024$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $P_{\text{max}_{\text{allomMMCMJn}}}$  ( $p = 0.004$ ).

Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} OS = 39.91623 + (-0.34335 \cdot F_{con_{allomMMCMJa}}) + (0.04783 \cdot RFD_{con_{allomMMCMJa}}) + (0.14062 \cdot P_{max_{allomMMCMJa}}) + (-0.14032 \cdot P_{avg_{allomMMCMJa}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 86.7\%$  ( $Adj. R^2 = 0.704$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.11 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{con_{allomMMCMJa}}$  ( $p = 0.004$ ) i  $P_{max_{allomMMCMJa}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} SL = 25.44754 + (-0.28381 \cdot F_{con_{allomMMCMJa}}) + (0.00536 \cdot RFD_{con_{allomMMCMJa}}) + (0.14363 \cdot P_{max_{allomCMJa}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 84.4\%$  ( $Adj. R^2 = 0.687$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.88 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{con_{allomMMCMJa}}$  ( $p = 0.015$ ) i  $P_{max_{allomMMCMJa}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} KG = 7.45170 + (-0.08793 \cdot F_{con_{allomMMCMJa}}) + (0.10823 \cdot P_{max_{allomMMCMJa}})$$

#### 6.3.2.11. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka u blok kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima, visina skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{max_{allomMMBJ}}$ ,  $P_{avg_{allomMMBJ}}$ )

predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 99.1\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.980$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.04 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ OS}} = 72.21843 + (-0.60641 \cdot F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}) + (0.15890 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) iznosio je  $R = 99.5\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.989$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.49 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ SL}} = 65.28267 + (-0.58232 \cdot F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}) + (0.16302 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) iznosio je  $R = 98.3\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.964$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.43 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{BJ KG}} = 67.19948 + (-0.57391 \cdot F_{\text{max}_{\text{allomMMBJ}}}) + (0.15804 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMBJ}}})$$

### 6.3.2.12. Alometrijske vrednosti (u odnosu na mišićnu masu) parametara skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice kao predikcija visine skoka

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok dinamički parametri ( $F_{max_{allomMMDJ}}$ ,  $P_{avg_{allomMMDJ}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 99.7\%$  ( $Adj. R^2 = 0.993$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 0.40 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{max_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} OS = 29.65903 + (-0.18036 \cdot F_{max_{allomMMDJ}}) + (0.07483 \cdot P_{avg_{allomMMDJ}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) iznosio je  $R = 97.2\%$  ( $Adj. R^2 = 0.937$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.72 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $F_{max_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod odbojkašica Super lige:

$$h_{DJ} SL = 24.72177 + (-0.19809 \cdot F_{max_{allomMMDJ}}) + (0.09021 \cdot P_{avg_{allomMMDJ}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) iznosio je  $R = 97.1\%$  ( $Adj. R^2 = 0.938$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 1.77 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{max_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ) i  $P_{avg_{allomMMDJ}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička

značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} \text{ KG} = 21.36864 + (-0.12717 \cdot F_{\max_{\text{allomMMDJ}}}) + (0.06392 \cdot P_{\text{avg}_{\text{allomMMDJ}}})$$

### 6.3.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja kao predikcija visine različitih skokova

#### 6.3.3.1. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{\max_{ISO}}$ ,  $RFD_{F_{\max_{ISO}}}$ ,  $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{\max_{ISO}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica iz Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 72.1\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.418$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.20 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.014$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $RFD_{100ms_{ISO}}$  ( $p = 0.032$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} \text{ OS} = 24.17057 + (0.00394 \cdot F_{\max_{ISO}}) + (0.00188 \cdot RFD_{100ms_{ISO}}) + (-0.00222 \cdot RFD_{180ms_{ISO}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 61.9\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.268$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.55 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.047$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička

značajnost za varijablu RFD180ms<sub>ISO</sub> (p = 0.049). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama (h<sub>CMJn</sub>) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} SL = 17.21745 + (0.00180 \cdot F_{max_{ISO}}) + (0.00082 \cdot RFD_{Fmax_{ISO}}) + (0.00109 \cdot RFD180ms_{ISO})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je R = 78.3% (Adj. R<sup>2</sup> = 0.577) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.12 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je p = 0.000. Kod varijabli F<sub>max<sub>ISO</sub></sub> (p = 0.007) i RFD<sub>Fmax<sub>ISO</sub></sub> (p = 0.000) utvrđena je statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama (h<sub>CMJn</sub>) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} KG = 12.01853 + (0.00288 \cdot F_{max_{ISO}}) + (0.00189 \cdot RFD_{Fmax_{ISO}})$$

### 6.3.3.2. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija skoka uvis sa zamahom rukama

U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama (CMJa) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri (F<sub>max<sub>ISO</sub></sub>, RFD<sub>Fmax<sub>ISO</sub></sub>, RFD100ms<sub>ISO</sub>, RFD180ms<sub>ISO</sub>, RFD<sub>max<sub>ISO</sub></sub>) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je R = 56.3% (Adj. R<sup>2</sup> = 0.2.75) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.04 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je p = 0.015. Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu RFD100ms<sub>ISO</sub> (p = 0.015). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama (h<sub>CMJa</sub>) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} OS = 30.35278 + (0.00081 \cdot RFD100ms_{ISO})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 56.3\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.181$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.50 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.098$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ SL} = 20.91076 + (0.00193 \cdot F_{\text{maxISO}}) + (-0.00116 \cdot \text{RFDF}_{\text{maxISO}}) + (0.00136 \cdot \text{RFD}_{180\text{msISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 80.4\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.595$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.27 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou nije utvrđena statistička značajnost ni za jednu prediktivnu varijablu. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ KG} = 14.42313 + (0.00275 \cdot F_{\text{maxISO}}) + (0.00179 \cdot \text{RFDF}_{\text{maxISO}}) + (0.00027 \cdot \text{RFD}_{100\text{msISO}})$$

### 6.3.3.3. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka u blok

U ovim modelima, visina skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{\text{maxISO}}$ ,  $\text{RFDF}_{\text{maxISO}}$ ,  $\text{RFD}_{100\text{msISO}}$ ,  $\text{RFD}_{180\text{msISO}}$ ,  $\text{RFD}_{\text{maxISO}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 85.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.668$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 8.38 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička

značajnost za varijablu RFD100ms<sub>ISO</sub> (p = 0.001). Matematički model za visinu skoka u blok (h<sub>BJ</sub>) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} OS = 25.80729 + (0.00483 \cdot RFD_{max_{ISO}}) + (0.00850 \cdot RFD100ms_{ISO}) + (-0.00471 \cdot RFD_{max_{ISO}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je R = 58.4% (Adj. R<sup>2</sup> = 0.218) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 12.75 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je p = 0.076. Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable RFD180ms<sub>ISO</sub> (p = 0.013) i RFD<sub>max<sub>ISO</sub></sub> (p = 0.023). Matematički model za visinu skoka u blok (h<sub>BJ</sub>) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} SL = 45.48136 + (0.00495 \cdot RFD_{max_{ISO}}) + (0.02289 \cdot RFD180ms_{ISO}) + (-0.01704 \cdot RFD_{max_{ISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je R = 45.5% (Adj. R<sup>2</sup> = 0.172) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 16.39 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je p = 0.022. Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu RFD180ms (p = 0.022). Matematički model visinu skoka u blok (h<sub>BJ</sub>) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} KG = 41.17083 + (0.00334 \cdot RFD180ms_{ISO})$$

#### **6.3.3.4. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (apsolutne vrednosti) kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice**

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** na osnovu rezultata regresione analize nije bilo moguće utvrditi model predikcije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice (h<sub>DJ</sub>).



Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 64.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.302$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 5.76 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.033$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $\text{RFDmax}_{\text{ISO}}$  ( $p = 0.046$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ SL} = 23.68399 + (-0.00201 \cdot \text{RFD}_{\text{maxISO}}) + (0.00608 \cdot \text{RFD}_{180\text{ms}_{\text{ISO}}}) + (0.00660 \cdot \text{RFD}_{\text{maxISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 53.4\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.221$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 6.29 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.025$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $\text{RFDmax}_{\text{ISO}}$  ( $p = 0.043$ ). Matematički model za skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod ispitanica Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ KG} = 10.95422 + (-0.00327 \cdot \text{RFD}_{100\text{ms}_{\text{ISO}}}) + (0.00445 \cdot \text{RFD}_{\text{maxISO}})$$

#### **6.3.3.5. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama**

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{\text{CMJn}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{\text{max}_{\text{allomISO}}}$ ,  $\text{RDF}_{\text{max}_{\text{allomISO}}}$ ,  $\text{RFD}_{100\text{ms}_{\text{allomISO}}}$ ,  $\text{RFD}_{180\text{ms}_{\text{allomISO}}}$ ,  $\text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomISO}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 69.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.374$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.28 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA)

statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.022$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $RFD100ms_{allomISO}$  ( $p = 0.038$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} OS = 24.70695 + (0.06600 \cdot Fmax_{allomISO}) + (0.03305 \cdot RFD100ms_{allomISO}) + (-0.03913 \cdot RFD180ms_{allomISO})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 68.3\%$  ( $Adj. R^2 = 0.367$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 2.37 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.016$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijable  $RFD180ms_{allomISO}$  ( $p = 0.049$ ) i  $Fmax_{allomISO}$  ( $p = 0.032$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} SL = 16.64573 + (0.03960 \cdot Fmax_{allomISO}) + (-0.01300 \cdot RFD_{Fmax_{allomISO}}) + (0.01542 \cdot RFD180ms_{allomISO})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 77.3\%$  ( $Adj. R^2 = 0.562$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.18 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $Fmax_{allomISO}$  ( $p = 0.005$ ) i  $RFD_{Fmax_{allomISO}}$  ( $p = 0.001$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} KG = 11.74105 + (0.04890 \cdot Fmax_{allomISO}) + (0.02575 \cdot RFD_{Fmax_{allomISO}})$$

### 6.3.3.6. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima napreznja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka sa zamahom rukama

U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama (CMJa) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{\max_{\text{allomISO}}}$ ,  $RFD_{F_{\max_{\text{allomISO}}}}$ ,  $RFD_{100\text{ms}_{\text{allomISO}}}$ ,  $RFD_{180\text{ms}_{\text{allomISO}}}$ ,  $RFD_{\max_{\text{allomISO}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 56.4\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.275$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 3.03 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.015$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $RFD_{100\text{ms}_{\text{ISO}}}$  ( $p = 0.015$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa OS}} = 30.19579 + (0.01460 \cdot RFD_{100\text{ms}_{\text{allomISO}}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 55.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.172$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 3.53 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.047$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $RFD_{180\text{ms}_{\text{ISO}}}$  ( $p = 0.049$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa SL}} = 21.74920 + (0.03897 \cdot F_{\max_{\text{allomISO}}}) + (-0.01822 \cdot RFD_{F_{\max_{\text{allomISO}}}}) + (0.01734 \cdot RFD_{180\text{ms}_{\text{allomISO}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 79.0\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.571$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 3.36 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{\max_{\text{ISO}}}$  ( $p =$

0.007) i  $RFD_{max_{ISO}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Kontrolne grupe:

$$h_{CMJa} KG = 14.21853 + (0.04561 \cdot F_{max_{allomISO}}) + (0.02373 \cdot RFD_{max_{allomISO}}) + (0.00456 \cdot RFD_{100ms_{allomISO}})$$

### 6.3.3.7. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka u blok

U ovim modelima, visina skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{max_{allomISO}}$ ,  $RFD_{max_{allomISO}}$ ,  $RFD_{100ms_{allomISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{allomISO}}$ ,  $RFD_{max_{allomISO}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 81.6\%$  ( $Adj. R^2 = 0.594$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 9.26 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost kod varijable  $RFD_{100ms_{allomISO}}$  ( $p = 0.001$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} OS = 25.81745 + (0.09786 \cdot RFD_{max_{allomISO}}) + (0.15535 \cdot RFD_{100ms_{allomISO}}) + (-0.09280 \cdot RFD_{max_{allomISO}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 56.6\%$  ( $Adj. R^2 = 0.193$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 12.96 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.095$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost kod varijabli  $RFD_{180ms_{allomISO}}$  ( $p = 0.021$ ) i  $RFD_{max_{allomISO}}$  ( $p = 0.042$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} SL = 45.22864 + (0.07688 \cdot RFD_{max_{allomISO}}) + (0.35168 \cdot RFD_{180ms_{allomISO}}) + (-0.25830 \cdot RFD_{max_{allomISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 45.2\%$  ( $Adj. R^2 = 0.170$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 16.42 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.023$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost kod varijabli  $RFD_{180ms_{allomISO}}$  ( $p = 0.023$ ). Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} KG = 41.43585 + (0.05048 \cdot RFD_{180ms_{allomISO}})$$

#### 6.3.3.8. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja (alometrijske vrednosti u odnosu na masu tela) kao predikcija visine skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice

Na osnovu rezultata regresione analize nije bilo moguće utvrditi model predikcije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice.

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 0.657\%$  ( $Adj. R^2 = 0.325$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 5.66 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.025$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost kod varijable  $RFD_{max_{allomISO}}$  ( $p = 0.044$ ). Matematički model za skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} SL = 21.18442 + (-0.02934 \cdot RFD_{max_{allomISO}}) + (-0.09814 \cdot RFD_{180ms_{allomISO}}) + (0.11210 \cdot RFD_{max_{allomISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 53.5\%$  ( $Adj. R^2 = 0.221$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 6.29 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.025$ . Na

parcijalnom nivou nije utvrđena statistička značajnost ni za jednu prediktivnu varijablu. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{DJ}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{DJ} \text{ KG} = 11.24276 + (-0.04604 \cdot \text{RFD}100\text{ms}_{\text{allomISO}}) + (0.06383 \cdot \text{RFDmax}_{\text{allomISO}})$$

### 6.3.3.9. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka uvis bez zamaha rukama

Na osnovu rezultata regresione analize izabran je matematički model sa najvećim stepenom predikcije. U ovim modelima visina skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $F_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}}$ ,  $\text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}}$ ,  $\text{RFD}100\text{ms}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RFD}180\text{ms}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 68.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.351$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.33 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.029$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $\text{RFD}100\text{ms}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p = 0.036$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} \text{ OS} = 24.69148 + (0.04043 \cdot F_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}}) + (0.02041 \cdot \text{RFD}100\text{ms}_{\text{allomMMISO}}) + (-0.02426 \cdot \text{RFD}180\text{ms}_{\text{allomMMISO}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 65.6\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.324$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 2.45 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.026$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $\text{RFD}180\text{ms}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p = 0.046$ ). Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} SL = 16.85053 + (0.02140 \cdot F_{max_{allomMMISO}}) + (-0.00812 \cdot RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}) + (0.00983 \cdot RFD_{180ms_{allomMMISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis bez zamaha rukama iznosio je  $R = 76.7\%$  ( $Adj. R^2 = 0.552$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.21 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Kod varijabli  $F_{max_{allomMMISO}}$  ( $p = 0.005$ ) i  $RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$  ( $p = 0.000$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis bez zamaha rukama ( $h_{CMJn}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{CMJn} KG = 11.98720 + (0.02483 \cdot F_{max_{allomMMISO}}) + (0.01628 \cdot RFD_{F_{max_{allomMMISO}}})$$

#### 6.3.3.10. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka uvis sa zamahom rukama

U ovim modelima visina skoka uvis sa zamahom rukama (CMJa) predstavlja kriterijumsku varijablu, dok izometrijski parametri ( $F_{max_{allomMMISO}}$ ,  $RFD_{F_{max_{allomMMISO}}}$ ,  $RFD_{100ms_{allomMMISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{allomMMISO}}$ ,  $RFD_{max_{allomMMISO}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 54.4\%$  ( $Adj. R^2 = 0.252$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.08 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.020$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $RFD_{100ms_{allomMMISO}}$  ( $p = 0.020$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{CMJa}$ ) kod Olimpijske selekcije ima sledeći oblik:

$$h_{CMJa} OS = 30.19579 + (0.00880 \cdot RFD_{100ms_{allomMMISO}})$$



Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 41.9\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.130$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.62 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.066$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost za varijablu  $\text{RFD180ms}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p = 0.066$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ SL} = 24.42284 + (0.01263 \cdot \text{RFD180ms}_{\text{allomMMISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa zamahom rukama iznosio je  $R = 78.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.556$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 3.42 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.000$ . Na parcijalnom nivou utvrđena je statistička značajnost kod varijabli  $\text{Fmax}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p = 0.026$ ) i  $\text{RDFmax}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p = 0.005$ ). Matematički model za visinu skoka uvis sa zamahom rukama ( $h_{\text{CMJa}}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{CMJa}} \text{ KG} = 14.49505 + (0.02290 \cdot \text{Fmax}_{\text{allomMMISO}}) + (0.01523 \cdot \text{RDFmax}_{\text{allomMMISO}}) + (0.00253 \cdot \text{RFD100ms}_{\text{allomMMISO}})$$

#### **6.3.3.11. Kontraktilne karakteristike mišića opružača nogu merene u izometrijskim uslovima naprezanja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visine skoka u blok**

U ovim modelima, visina skoka u blok ( $h_{\text{BJ}}$ ) predstavlja kriterijumsku varijablu dok izometrijski parametri ( $\text{Fmax}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RDFmax}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RFD100ms}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RFD180ms}_{\text{allomMMISO}}$ ,  $\text{RFDmax}_{\text{allomMMISO}}$ ) predstavljaju prediktivne varijable za sve tri grupe (Olimpijsku selekciju, Super ligu i Kontrolnu grupu).

Kod **odbojkašica Olimpijske selekcije** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok je  $R = 81.2\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.587$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 9.345 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.001$ . Kod varijabli  $\text{RFD100ms}_{\text{allomMMISO}}$  ( $p =$



0.003) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable i na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod Olimpijske selekcije:

$$h_{BJ} OS = 25.01121 + (0.05454 \cdot RFD_{max_{allomMMISO}}) + (0.09207 \cdot RFD_{100ms_{allomMMISO}}) + (-0.05193 \cdot RFD_{max_{allomMMISO}})$$

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 56.1\%$  ( $Adj. R^2 = 0.186$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 13.01 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.101$ . Zbog nepostojanja statističke značajnosti ovaj model ne može da se koristi u praksi, već je predstavljen samo zbog metodološkog postupka. Kod varijabli  $RFD_{180ms_{allomMMISO}}$  ( $p = 0.035$ ) i  $RFD_{max_{allomMMISO}}$  ( $p = 0.038$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable i na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} SL = 46.06471 + (-0.04669 \cdot RFD_{max_{allomMMISO}}) + (0.21283 \cdot RFD_{180ms_{allomMMISO}}) + (-0.15788 \cdot RFD_{max_{allomMMISO}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka u blok iznosio je  $R = 42.3\%$  ( $Adj. R^2 = 0.143$ ) sa greškom predikcije (Std. Err. Est. = 16.68 cm). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.035$ . Kod varijabli  $RFD_{180ms_{allomMMISO}}$  ( $p = 0.035$ ) utvrđena je statistička značajnost za ove prediktivne varijable i na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka u blok ( $h_{BJ}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{BJ} KG = 42.11806 + (0.02740 \cdot RFD_{180ms_{allomMMISO}})$$

**6.3.3.12. Kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima napreznja (alometrijske vrednosti u odnosu na mišićnu masu) kao predikcija visina skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice**

Na osnovu rezultata regresione analize kod odbojkašica iz Olimpijske selekcije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice, nije bilo moguće utvrditi model predikcije.

Kod **odbojkašica Super lige** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 65.3\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.319$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 5.69 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.027$ . Kod varijable  $\text{RFDmax}_{\text{allomISO}}$  ( $p = 0.043$ ) je utvrđena statistička značajnost na parcijalnom nivou. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod odbojkašica Super lige ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ SL} = 21.95502 + (-0.01853 \cdot \text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}}) + (-0.05951 \cdot \text{RFD}_{180\text{ms}_{\text{allomMMISO}}}) + (0.06689 \cdot \text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}})$$

Kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** koeficijent determinacije za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice iznosio je  $R = 51.7\%$  ( $\text{Adj. } R^2 = 0.200$ ) sa greškom predikcije ( $\text{Std. Err. Est.} = 6.37 \text{ cm}$ ). Primenom metode analize varijanse (ANOVA) statistička značajnost za prediktorske varijable iznosila je  $p = 0.033$ . Na parcijalnom nivou nije utvrđena statistička značajnost ni za jednu prediktivnu varijablu. Matematički model za visinu skoka uvis sa prethodnim saskokom sa klupice ( $h_{\text{DJ}}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe ima sledeći oblik:

$$h_{\text{DJ}} \text{ KG} = 11.13132 + (-0.02627 \cdot \text{RFD}_{100\text{ms}_{\text{allomMMISO}}}) + (0.03636 \cdot \text{RFD}_{\text{max}_{\text{allomMMISO}}})$$

## 7. DISKUSIJA

U tehnologiji pripreme vrhunskih sportista potrebno je da treneri imaju objektivne i validne instrumente kontrole efikasnosti primenjenih trenažnih sadržaja. Na osnovu njih treneri donose odluke o pravilnom izboru i doziranju trenažnog opterećenja u funkciji razvoja treniranosti i sportskih postignuća. Posledične informacije su esencijalne za planiranje i programiranje budućih faza trenažnog procesa u cilju ostvarivanja vrhunskih sportskih rezultata u datoj fazi sportske karijere (Koprivica, 2002, Carlock et al., 2004; Drinkwater et al., 2008; Sudarov i Fratrić, 2010). Međutim, i poznavanje zakonomernosti relacija između određenih fizičkih, mehaničkih, kontraktilnih i morfoloških svojstava sa performansama bitnim za takmičarsku aktivnost veoma je važno u planiranju i programiranju sportskog treninga i zbog toga predstavljaju permanentni predmet istraživanja u sportu, kao i predmet naučnih istraživanja u sportskim naukama (Young et al., 1995; Wisloff et al., 2004; Dopsaj et al., 2010).

Strukturu odbojkaške igre karakteriše veliki broj tehničkih elemenata visokih tehničkih zahteva, veliki broj akcija i taktičkih varijanti, visoka dinamika i brzina igre. Poslednjim izmenama pravila igre, gde je svaka akcija poen, značajno se povećala brzina igre koja od vrhunskog odbojkaša traži visok stepen specifične fizičke pripremljenosti (Marelić i sar., 2003). Međutim, ubrzanje dinamike igre kao i sve bolja specifična fizička pripremljenost odbojkaša i odbojkašica sumarno su uticali i na tzv. „visinu igre“, odnosno uočeno je da se veći broj uspešnih tehničko-taktičkih aktivnosti realizuje sa više pozicije realizacije (Ercolessi, 1999).

S obzirom na to da se visina tela odbojkašica može tretirati kao nepromenljiva konstanta, dohvatna visina u skoku za smećiranje i blokiranje (skočnost), u toj situaciji zavisi od nivoa eksplozivnih sposobnosti mišića opružaća nogu odnosno telesnog sastava. Kako je jedan od osnovnih ciljeva treninga odbojkašica, pored poboljšanja tehničko-taktičkih sposobnosti i poboljšanja opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti (Kostić, 1995), koje u tom slučaju predstavljaju promenljivu konstantu (treningom se mogu menjati do granica biološkog potencijala), visina kao nepromenljiva vrednost može predstavljati jedan od limitirajućih faktora u selekciji odbojkaša.

### 7.1. Povezanost telesnog sastava i visine različitih skokova

U procesu pripreme sportista za postizanje vrhunskih rezultata potrebno je koristiti određene postupke i procedure kod projektovanja trenažnog rada, ali i uspostaviti sistem kontrole efekata primenjenih treninga. U okviru datog sistema je, takođe, potrebno definisati i faktore od kojih takmičarski rezultat najviše zavisi (Milišić, 2007). Jedan od faktora koji ima značajan uticaj na postizanje sportskog rezultata je i antropo-morfološka komponenta sportista, koja je u nekim sportovima i od presudnog značaja za postizanje vrhunskog sportskog rezultata (Rajić et al., 2004; Jukić et al., 2007).

Uprkos evidentnom značaju za trening i testiranje, istraživanja koja se bave uticajem telesnog sastava u funkciji izvođenja brzih pokreta nisu toliko zastupljena u literaturi, posebno u poređenju sa istim uticajem u odnosu na mišićnu silu, gradijent prirasta sile i druge potencijalno važne karakteristike motoričkog statusa. U ovoj studiji uočene su određene karakteristične relacije između varijabli telesnog sastava i visine različitih skokova koje su u proseku bile veće nego utvrđene u drugim studijama (Ugarković, 2002 – %MM,  $r = 0.21$ ; %Mast,  $r = -0.26$ ; Slinde et al., 2008 – %Mast,  $r = -0.57$ ). Treba imati na umu da su navedeni rezultati u našoj studiji dobijeni na osnovu merenja ispitanica, odbojkašica i fizički aktivnih devojaka, koje su imale nižu vrednost indeksa telesne mase u poređenju sa opštom populacijom ( $BMI = 24.27 \pm 4.66 \text{ kg/m}^2$ , Đorđević-Nikić i sar., 2013). To znači, da su zbog dominantne visine i normalnog statusa uhranjenosti imali relativno malo kilograma po kvadratu visine tela. Naime, prosečna vrednost BMI kod ispitanica je bio na nižem nivou (kod OS -  $20.91 \text{ kg/m}^2$ ; SL -  $21.02 \text{ kg/m}^2$ ; KG -  $21.26 \text{ kg/m}^2$ , Tabela 1), što neizbežno implicira nisku varijabilnost varijabli telesnog sastava. Takođe, ovo je najverovatnije jedan od razloga zašto su utvrđene relacije između telesnog sastava i dinamičkih performansi veće od relacija dobijenih u drugim istraživanjima (Ugarkovic et al., 2002; Slinde et al., 2008).

U odnosu na **odbojkašice iz grupe Olimpijske selekcije** (Tabela 18) utvrđeno je da je varijabla %Mast negativan prediktor ( $r = -0.522$ ,  $p = 0.026$  i  $r = -0.511$ ,  $p = 0.030$ ), a %MM pozitivni prediktor ( $r = 0.547$ ,  $p = 0.019$  i  $r = 0.541$ ,  $p = 0.020$ ) visine skoka bez zamaha i sa zamahom rukama ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ ), respektivno. Gotovo istovetna struktura i nivo korelacije su utvrđene i za varijable indeksnih pokazatelja  $Index_{PMast}$  i

$Index_{\%MM\%Mast}$ , koji definišu odnos između kontraktilne komponente (protein i mišićna masa) i balastnog tkiva (masnog tkiva). Utvrđeno je da je pojedinačni uticaj tj. korelacija ova dva skoka, u odnosu na  $Index_{PMast}$  i  $Index_{\%MM\%Mast}$ , bila pozitivna ( $r = 0.490$ ,  $p = 0.039$  vs  $r = 0.504$ ,  $p = 0.033$  za  $h_{CMJn}$ ;  $r = 0.488$ ,  $p = 0.040$  vs  $r = 0.503$ ,  $p = 0.034$  za  $h_{CMJa}$ , respektivno). U slučaju pomenutih indeksnih pokazatelja veće korelacije su utvrđene za  $Index_{\%MM\%Mast}$ , što može ukazati na veću osetljivost istog u odnosu na  $Index_{PMast}$ . Samim tim, potrebno je da se u narednim istraživanjima kod ispitivanja fenomena zavisnosti morfoloških karakteristika i brzih terminalnih pokreta, definiše realna metodološka prednost jednog indeksa u odnosu na drugi.

Kod **odbojkašice iz grupe Super lige** (Tabela 18) utvrđeno je da ni za jednu varijablu telesnog sastava nije postojala statistički značajna povezanost sa visinom različitih skokova. Ovo se može opravdati činjenicom da odbojkašice iz ove grupe očigledno nisu bile homogene po fizičkim sposobnostima (Tabela 1, sportski staž  $\%cV = 37.81$ ; Tabela 3,  $Pavg_{CMJn} \%cV = 24.17$ ; Tabela 15,  $RFDF_{maxISO} \%cV = 45.60$ ), jer su bile iz različito rangiranih klubova u Nacionalnoj ligi Srbije. To nam ukazuje na mogućnost da su bile izložene različitoj specifikaciji trenažnog postupka, tj. da su različito pristupali trenažnom procesu.

Ono što se izdvaja kod **ispitanica iz Kontrolne grupe** (Tabela 18) su varijable  $\%Mast$  i  $Index_{MastVT}$  koje su se izdvojile uglavnom kao jaki, negativno statistički značajni, prediktori za  $h_{CMJn}$  ( $r = -0.797$ ,  $p = 0.000$  vs  $r = -0.718$ ,  $p = 0.000$ ), odnosno za  $h_{CMJa}$  ( $r = -0.767$ ,  $p = 0.000$  vs  $r = -0.686$ ,  $p = 0.000$ ). Slična struktura i nivo korelacije, ali suprotnog prediktivnog smera, utvrđene su i za varijable indeksnih pokazatelja,  $Index_{PMast}$  i  $Index_{\%MM\%Mast}$  ( $h_{CMJn}$  -  $r = 0.772$ ,  $p = 0.000$  vs  $r = 0.770$ ,  $p = 0.000$ ), odnosno za  $h_{CMJa}$  ( $r = 0.742$ ,  $p = 0.000$  vs  $r = 0.751$ ,  $p = 0.000$ , respektivno). Što se tiče varijable Protein kao kontraktilne komponente, utvrđeno je da je umereno pozitivan prediktivan faktor visine ova dva skoka.

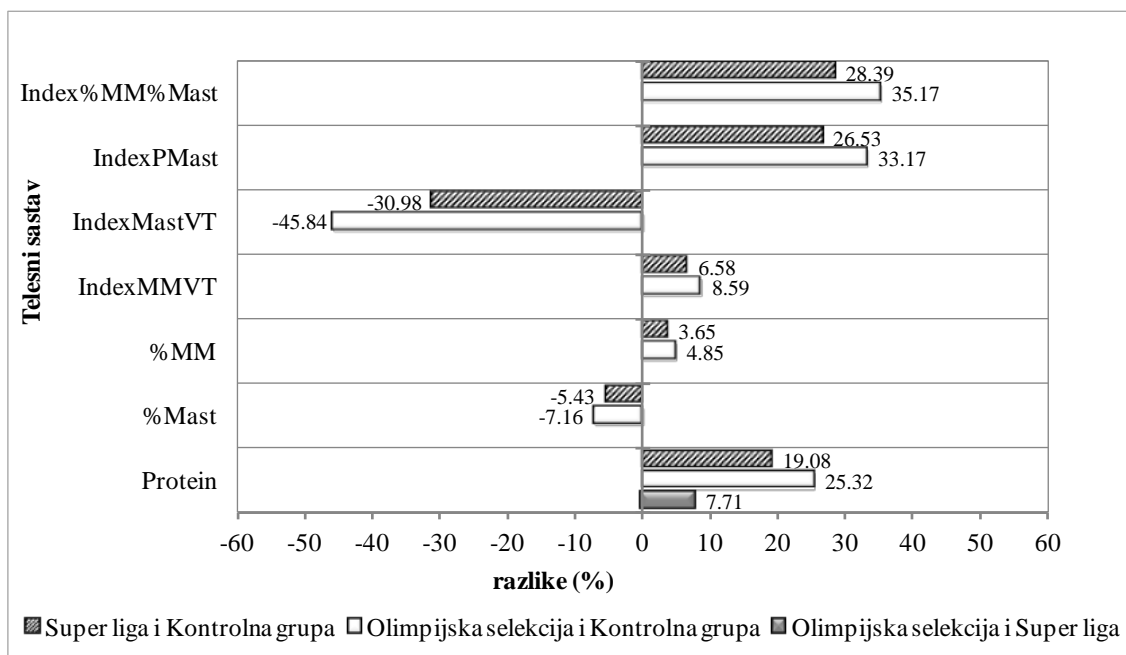
Dakle, dobijeni rezultati uglavnom ukazuju na to da su varijable telesnog sastava bili jaki prediktori visine skoka i, eventualno, drugih brzih pokreta. Na osnovu toga, gledano na generalnom nivou, možemo zaključiti da su kod različito treniranih osoba ženskog pola, niža vrednost procenta masnog tkiva i veći procenat mišićne mase pozitivno uticali na povećanje visine skoka bez zamaha i sa zamahom rukama ( $h_{CMJn}$  i

$h_{CMJa}$ ). Međutim, podaci takođe pokazuju da je uticaj telesnog sastava na visinu ova dva skoka nešto manji kod odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije (OS) u odnosu na ispitanice iz Kontrolne grupe (KG). Dobijeni rezultati se mogu objasniti činjenicom da odbojkašice OS imaju bolju tehniku izvođenja skokova i bolju iskorišćenost elastičnog potencijala mišića nogu za date skokove. To im omogućava veću tj. potrebnu visinu skoka što je jedan od važnih parametara za samu selekciju vrhunskih odbojkašica. Na osnovu toga može se zaključiti da je kod ispitanica KG zbog slabije izraženih ovih sposobnosti, telesni sastav imao veći uticaj i više doprineo povećanju skoka. Što se tiče, odbojkašica iz grupe Super lige, rezultati su pokazali da nije postojala statistički značajna korelacija sa visinom različitih skokova. Ono što je još bitno napomenuti da je kod OS varijabla %MM bila znatno jači prediktor visine  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ , u odnosu na druga dva skoka ( $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ ).

Kod morfoloških parametara, rezultati multivarijantne analize su pokazali da na generalnom nivou postoji statistički značajna razlika između ove tri grupe (na nivou Wilks` Lambda 0.196,  $F = 9.696$ ,  $p = 0.000$ ). Što se tiče pojedinačnih varijabli ustanovljeno je da se samo varijabla Protein, statistički značajno razlikovala kod sve tri ispitivane grupe. Kod ostalih pojedinačnih varijabli (%MM, %Mast,  $Index_{MMVT}$ ,  $Index_{MastVT}$ ,  $Index_{PMast}$ ,  $Index_{\%MM\%Mast}$ ) postojala je statistička značajna razlika između OS i KG kao i kod SL i KG.

Najveće statistički značajne razlike su utvrđene između odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije u odnosu na ispitanice iz Kontrolne grupe ( $Index_{\%MM\%Mast}$  1.01, 35.17%,  $p = 0.000$ ), a najmanje između odbojkašica iz grupe Super lige i ispitanica iz Kontrolne grupe (%Mast 7.08%,  $p = 0.016$ ) (Slika 12).

Upravo su se varijable kod kojih je utvrđena najviša statistički značajna razlika između posmatranih grupa izdvojile kao najjači (kako negativni tako i pozitivni) prediktori visine posmatranih skokova. Dobijene razlike u telesnom sastavu između posmatranih grupa predstavljene su na slici 12.



**Slika 12.** Procentualne razlike telesnog sastava kod ispitanica posmatranih grupa (Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe)

Rezultati prethodnog istraživanja (Dopsaj et al., 2010) su pokazali da postoji generalna statistički značajna razlika telesnog sastava čak i između sportista iste sportske grane koje se takmiče na različitim takmičarskim nivoima - elitnom svetskom, elitnom nacionalnom i regionalnom. U odnosu na pojedinačne varijable utvrđeno je da se grupe razlikuju kod: mase tela, visine tela, indeksa za procenu mišićno-masnog tkiva, bezmasnog tkiva, apsolutne količine masti, kao i kod svih kožnih nabora. Takođe, na osnovu rezultata multiple diskriminantne analize ovog istraživanja (Dopsaj et al., 2010) zaključeno je da se na generalnom nivou grupe statistički značajno razlikuju u odnosu na prostor koji čine sledeće varijable i to: visina tela, bezmasno tkivo, masa tela i kožni nabor na boku, koji su se izdvojili kao prvi diskriminantni faktor u razlici antropomorfološkog prostora kod ispitivanih grupa odbojkašica. Drugim rečima, na osnovu rezultata ovog istraživanja se može zaključiti da na generalnom nivou longitudinalnost, kao dimenzija dužinskih karakteristika tela, reprezentovana varijabla visina tela, predstavlja antropo-morfološku dimenziju gde se testirane odbojkašice suštinski najviše razlikuju. Slično dobijenim podacima ovog istraživanja, sledeća antropo-morfološka dimenzija najvećih razlika je bezmasna komponenta koja dominantno reprezentuje mišićnu masu, odnosno indirektno ukazuje na kontraktilni potencijal odbojkašica. Ostale dve dimenzije masa tela i kožni napor na boku, suštinski u sebi već nose deo



varijabiliteta informacija koji su sadržani u dimenziji bezmasne komponente, tako da se prve dve pomenute mogu smatrati originalnim nosiocima informacija o prvom izdvojenom diskriminantnom faktoru. Dobijen sklop prvog faktora samo ukazuje na činjenicu da je vrhunski sportski rezultat u odbojci, naravno i pored drugih fizičkih, psiholoških ili tehničko-taktičkog kvaliteta, uslovljen i dimenzijom telesne visine kao i kvalitetnom mišićnom masom.

Pored toga, rezultati prethodnog istraživanja (Čopić et al., 2014), direktno potvrđuju rezultate dobijene ovim istraživanjem. U studiji čiji je jedan od ciljeva bio da se istraži odnos telesnog sastava sa performansom dva delimično različita skoka uvis kod odbojkašica i fizički aktivne grupe ispitanica, dobijeni su slični rezultati. Povezanost telesnog sastava sa dinamičkim performansama, tj. visinom skoka, bio na nivou umeren do jak. Kod vrhunskih odbojkašica ta povezanost za  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJn}$  sa %MM je iznosila  $r = 0.420$  vs  $r = 0.381$ ; dok je %Mast iznosila  $r = -0.393$  vs  $r = -0.370$ . Što se tiče fizički aktivnih ispitanica ta povezanost  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJn}$  sa %MM, je bila na nešto jačem nivou, i iznosila je  $r = 0.646$  vs  $r = 0.765$ ; dok je %Mast iznosila  $r = -0.719$  vs  $r = -0.728$ . Rezultati ovog istraživanja su pokazali kada su se izdvojile vrhunske odbojkašice (OS) od odbojkašica koje su se takmičile u Nacionalnoj ligi Srbije (SL), statistički značajna povezanost kod OS je bila na većem nivou, što nije bio slučaj kod SL. Kod SL nije postojala statistički značajna povezanost između praćenih karakteristika telesnog sastava i visine skoka. Slično kao i u ovoj studiji, u istraživanju (Slinde et al., 2008), kod vrhunskih rukometašica povezanost %Mast sa  $h_{CMJa}$  je iznosila  $r = -0.57$ , a po navodima autora bila bi i veća da se nije eliminisala jedna rukometašica koja je imala najveći skok i najveći procenat masnog tkiva. To nam takođe potvrđuje, da je procenat masnog tkiva definitivno jedan od faktora koji negativno utiče na izvođenje brzih pokreta i visine skoka.

Generalno, na osnovu ovih podataka zaključujemo da telesni sastav može biti značajan prediktor visine skoka kod OS i KG, tj. kod grupa čije vrednosti pripadaju homogenom skupu, što nije slučaj kod SL. Posmatrano na generalnom nivou, na osnovu dobijenih korelacija u ovoj studiji, može se pretpostaviti da ovakvi rezultati mogu biti posledica manje varijanse telesnog sastava kod OS i SL nego kod ispitanica KG, ali ovaj fenomen zahteva dalja istraživanja.



## 7.2. Povezanost dinamičkih parametara i visine različitih skokova

Najvažniji nalaz istraživanja koji se odnosi na relacije  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$  sa dinamičkim parametrima ukazuju da je kod mišićne snage, tj. kod varijable maksimalna mišićna snaga, utvrđena najveća povezanost sa visinom ova dva skoka. Rezultati su pokazali da je zajednička analiza varijanse mišićne apsolutne snage izračunata iz ova dva skoka, niža u poređenju sa alometrijskim vrednostima. Takvi rezultati su u skladu sa prethodnim istraživanjima (Argon-Vargas and Gross, 1997; Kukolj et al., 1999, Sheppard et al., 2008) i jasno ukazuju na to da visina ova dva skoka i Pmax mogu da predstavljaju varijable sa istovetnom biološkom, odnosno zajedničkom motoričkom osnovnom.

Analizirajući dobijene rezultate povezanosti  $h_{CMJn}$  i dinamičkih parametara alometrijskih vrednosti utvrđeno je da su se varijable  $P_{max_{allomCMJn}}$  i  $P_{avg_{allomCMJn}}$  izdvojile kao jaki statistički značajni prediktori visine skoka kod sve tri grupe, tj. kod OS ( $r = 0.609$ ,  $p = 0.000$ ;  $r = 0.741$ ,  $p = 0.000$ ), kod SL ( $r = 0.804$ ,  $p = 0.000$ ;  $r = 0.547$ ,  $p = 0.000$ ) i kod KG ( $r = 0.791$ ,  $p = 0.000$ ;  $r = 0.763$ ,  $p = 0.000$ ; respektivno). Kod drugog skoka, tj. povezanost  $h_{CMJa}$  i dinamičkih parametara alometrijskih vrednosti kod sve tri grupe, utvrđeno je da se varijabla  $P_{max_{allomCMJa}}$  izdvojila kao jak statistički značajan prediktor. Kod druga dva skoka  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , relacije maksimalne sile i prosečne snage su uglavnom podjednako bile povezane sa visinom ova dva skoka, bez obzira da li su varijable bile relativizovane ili ne. Povezanost varijabli dinamičkih parametara (prvenstveno  $P_{avg_{allomBJ}}$ ) i  $h_{BJ}$  pokazala je visoku statističku značajnu povezanost sa visinom skoka (na nivou,  $r = 0.804-0.886$ ,  $p = 0.000$ ), kod sve tri grupe. Međutim, kod povezanosti dinamičkih varijabli i  $h_{DJ}$  rezultati su ukazali na nešto slabiju povezanost.

Rezultati nekoliko studija su ukazali na visoku povezanost mišićne snage i sile sa visinom skoka (Young et al., 1991; Weiss et al., 1997; Stone et al., 2003; Peterson et al., 2006), što nam sugeriše da visina skoka direktno zavisi od mišićne sile i snage. Međutim, izgleda da specifičan odnos među ovim različitim varijablama može da varira od sporta do sporta, kao i od nivoa utreniranosti sportista.

Očigledno je, što pokazuju i rezultati u ovom istraživanju, da visina skoka i maksimalna snaga mišića (alometrijska parcijalizacija u odnosu na masu tela)

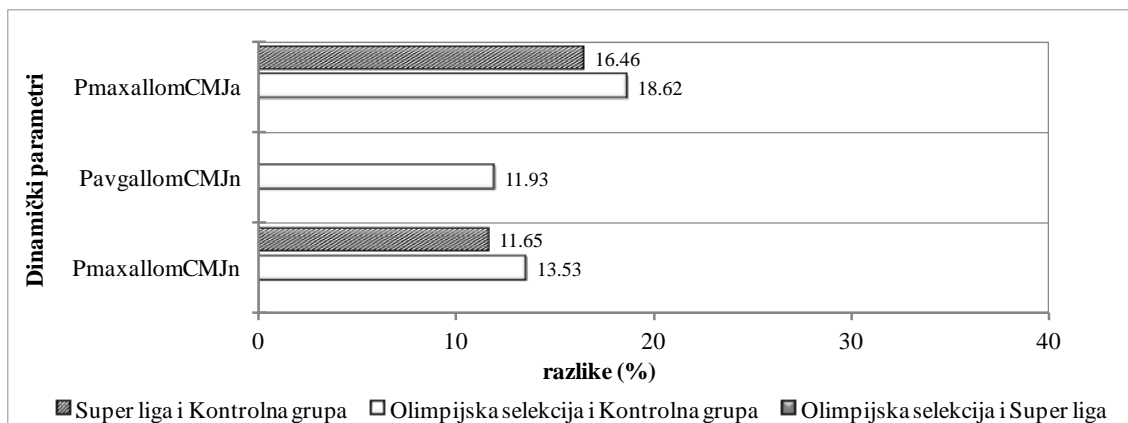
procenjuju kompatibilne motoričke zadatke realizovane u istoj fizičkoj dimenziji tj. brzinsku snagu mišića opružaća nogu, kao jednu od najvažnijih faktora za postizanje vrhunskih rezultata u odbojci. Ovi rezultati su očekivani i u skladu sa predviđanjima teorije o geometrijskoj sličnosti (McMahon, 1984), koje ukazuje da laboratorijsko merenje tj. procenjivanje maksimalne mišićne snage opružaća nogu može biti jak prediktor visine skoka.

Kod dinamičkih parametara (skok CMJn i CMJa), rezultati multivarijantne analize su pokazali da na generalnom nivou postoji statistički značajna razlika između OS i KG, SL i KG (na nivou Wilks` Lambda 0.458,  $F = 6.816$ ,  $p = 0.000$  za skok CMJn, i Wilks` Lambda 0.405,  $F = 8.130$ ,  $p = 0.000$ , za skok CMJa; na slici 13 su izdvojene varijable koje su bile statistički značajno povezane sa visinom skoka). Što se tiče pojedinačnih varijabli ustanovljeno je da su se varijable  $P_{max}$  za skok CMJn i CMJa, statistički značajno razlikovala kod OS i KG kao i kod SL i KG, a  $P_{avg}$  samo za skok CMJn kod OS i KG.

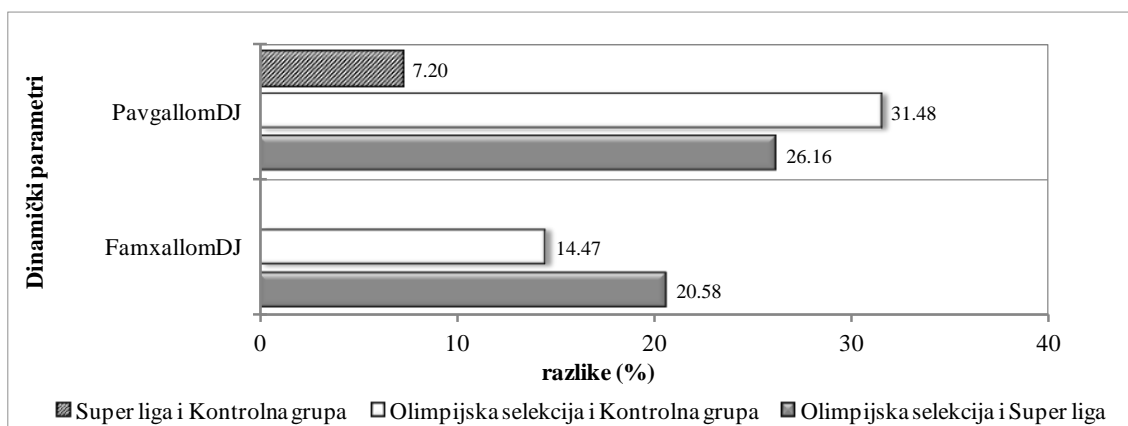
Kod dinamičkih parametara skoka DJ, rezultati multivarijantne analize su pokazali da na generalnom nivou postoji statistički značajna razlika između sve tri grupe (na nivou Wilks` Lambda 0.519,  $F = 11.441$ ,  $p = 0.000$ ; na slici 13 su izdvojene varijable koje su bile statistički značajno povezane sa visinom skoka). Što se tiče pojedinačnih varijabli ustanovljeno je da su se varijable  $P_{avg_{allom}}$  za skok DJ, statistički značajno razlikovale između sve tri grupe, a  $F_{max_{allom}}$  samo kod OS i KG, OS i SL.

Najveće statistički značajne razlike su utvrđene između odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije u odnosu na ispitanice iz Kontrolne grupe ( $P_{avg_{allomDJ}} 156.40$ , 31.48%,  $p = 0.000$ ), a najmanje između odbojkašica iz grupe Super lige i ispitanica iz Kontrolne grupe ( $P_{avg_{allomDJ}} 26.42$ , 7.20%,  $p = 0.000$ ) (Slika 13 i 14).

Upravo su se varijable kod kojih je utvrđena najviša statistički značajna razlika između posmatranih grupa izdvojile kao najjači (pozitivni) prediktori visine posmatranih skokova. Dobijene razlike kod dinamičkih parametara (alometrijske vrednosti) između posmatranih grupa predstavljene su na slici 13 i 14.



*Slika 13. Procentualne razlike snage dinamičkih parametara (skoka uvis sa zamahom i bez zamaha rukama) ispitanica posmatranih grupa (Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe)*



*Slika 14. Procentualne razlike snage dinamičkih parametara (skok uvis sa prethodnim saskokom sa klupice) kod ispitanica posmatranih grupa (Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe)*

Podaci dobijeni u ovom istraživanju ukazuju na to da je izlazna snaga kod skokova uvis bitan faktor u predviđanju visine skoka. Naime, maksimalna i prosečna izlazna snaga relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela, pokazale su se kao jači prediktori visine skoka nego apsolutne vrednosti.

### 7.3. Povezanost izometrijskih mišićnih parametara i visine skokova

Činjenica je da mišići nogu predstavljaju značajnu, gotovo presudnu aktivnu jedinicu od koje, zajedno sa karakteristikama koštano-zglobnog sistema, zavisi uspeh u lokomociji, pa i u drugim vrstama kretanja (Kukulj, 1996). Rezultati velikog broja istraživanja su pokazali da različite dimenzije mišićne sile i snage donjih ekstremiteta

značajno utiču na nivo izvođenja različitih tehničko-taktičkih zahteva u mnogim sportovima – atletika (Stone et al., 2003a; Čoh, 2010), biciklizam (Stone et al., 2004), košarka (Häkkinen, 1989, 1991), odbojka (Rajić et al., 2004; Rajić et al., 2008; Ivanović et al., 2010; Ivanović, 2010), fudbal (McGuigan and Winchester, 2008; Aagaard et al., 2002), skijanje (Paasuke et al., 2001), rvanje (McGuigan et al., 2006) dizanje tegova (Häkkinen et al., 1986; Haff et al., 2005; Stone et al., 2005)... Vreme neophodno da se dostigne određeni nivo sile i značaj procene intenziteta prirasta sile – eksplozivnosti u takvim sportovima je posebno izraženo, a značaj adekvatne pripremljenosti mišića opružača nogu u trenažnom procesu od krucijalne važnosti (Ivanovic et al., 2011; Ivanović, 2013).

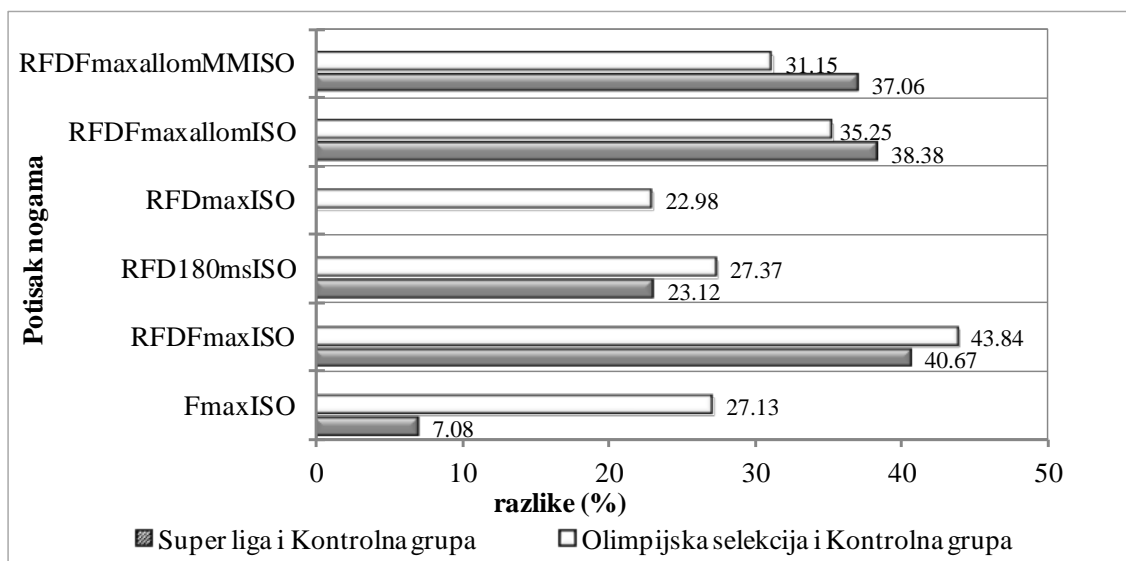
Samim tim, uloga kontraktilnih izometrijskih karakteristika mišića opružača nogu na visinu različitih skokova, utvrđene korelacijom, su se pokazale kao približno podjednake, bez obzira na to da li se radilo o apsolutnim ili relativnim vrednostima mišićne sile (merene alometrijskom parcijalizacijom u odnosu na telesnu i mišićnu masu). Utvrđene relacije ukazuju na to da su maksimalna sila ( $F_{max_{ISO}}$ ) i gradijent prirasta sile ( $RFD_{max_{ISO}}$ ,  $RFDF_{max_{ISO}}$ ,  $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ) bili slabi do jaki prediktori visine skoka. Razlike u posmatranim relacijama između testiranih varijabli RFD kod dva skoka bile su uglavnom neznatne. Jedini izuzetak su  $F_{max_{ISO}}$  i  $RFDF_{max_{ISO}}$ , kao varijable opšte fizičke pripremljenosti sa aspekta eksplozivne sile (Ivanović, 2013). One su ( $F_{max_{ISO}}$  i  $RFDF_{max_{ISO}}$ ) kod Olimpijske selekcije pokazale slabu relaciju sa dinamičkim performansama ( $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$ ) u odnosu na bilo koju drugu praćenu karakteristiku eksplozivnosti merenu u izometrijskim uslovima naprezanja, odnosno varijable specifične i specijalne fizičke pripremljenosti sa aspekta eksplozivne sile, merene u ranim fazama mišićne kontrakcije ( $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ). Indirektno, potvrđeni su rezultati prethodnih istraživanja (Ivanović, 2013) koji su pokazali da kod sportova sa kompleksnim ispoljavanjem svih motoričkih svojstava, kojima pripada i odbojka, u kojima se realizuju najkarakterističniji motorički zadaci tehnike kretanja u vremenskim intervalima od 100-250 ms, učešće mišića opružača nogu je od izuzetnog značaja. Vreme neophodno da se dostigne određeni nivo sile i značaj procene intenziteta prirasta sile – eksplozivnosti u takvim sportovima je posebno izraženo, a značaj adekvatne pripremljenosti opružača nogu u trenažnom procesu od krucijalne važnosti (Čoh, 2010). Razlike između posmatranih grupa u visini

povezanosti praćenih karakteristika eksplozivnosti u ranim fazama mišićne kontrakcije potvrđuju rezultat prethodnih istraživanja (Ivanović, 2013; Ivanović and Dopsaj, 2013) i nesumnjivo nas dovode do zaključka da je i u prostoru karakteristika ispitivanih relacija uticaj redovnog trenažnog procesa i adaptacije na specifične trenažne metode veliki.

Pored toga, na osnovu rezultata istraživanja (Ivanović, 2013), dobijenih na testiranom uzorku muškaraca različitih grupa sportova zaključeno je da je sposobnost ispoljavanja specifičnog i specijalnog nivoa razvijenosti eksplozivne sile i u bi i unilateralnom režimu naprežanja međusobno statistički značajno povezana uz vrlo visoke koeficijente korelacije. Sa trenažnog aspekta, a na osnovu dobijenih rezultata, moguće je tvrditi da se trenažna tehnologija za razvoj specifične i specijalne eksplozivnosti na svim nivoima 100, 180 i 250 ms ne treba razlikovati u smislu korišćenih trenažnih metoda. Ovi rezultati indirektno potvrđuju i rezultate našeg ranijeg istraživanja (Ivanović et al., 2011) gde su definisane karakteristike relacija između osnovnog kontraktilnog svojstva – nivoa ispoljavanja mišićne sile ostvarene u izometrijskim uslovima, kao pokazatelja opšte fizičke pripremljenosti, i različitih karakteristika nivoa razvijenosti eksplozivne sile, kao pokazatelja usmerene i specifične fizičke pripremljenosti sa aspekta ispoljavanja mišićne sile. Na osnovu rezultata dobijenih na testiranom uzorku muškaraca zaključeno je da sposobnost ispoljavanja nivoa maksimalne sile i intenziteta njenog ispoljavanja u jedinici vremena, tj. nivoa razvijenosti opšte (bazične) eksplozivnosti nisu statistički značajno povezane, odnosno ne koreliraju što indirektno potvrđuje i rezultate ovog istraživanja.

Takođe, rezultati multivarijantne analize su pokazali da na generalnom nivou postoji statistički značajna razlika između OS i KG kao i OS i SL, i na nivou posmatranih parametara mišića opružača nogu kako kod apsolutnih varijabli (Wilks` Lambda 0.515,  $F = 4.400$ ,  $p = 0.000$ ), relativnih u odnosu na telesnu masu (Wilks` Lambda 0.686,  $F = 2.320$ ,  $p = 0.016$ ), tako i kod relativnih vrednosti u odnosu na mišićnu masu (Wilks` Lambda 0.686,  $F = 2.320$ ,  $p = 0.016$ ).

Najveće statistički značajne razlike su utvrđene između odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije u odnosu na ispitanike iz Kontrolne grupe ( $RFD_{\text{max}_{\text{ISO}}} 1549.73 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ , 43.84%,  $p = 0.000$ ), a najmanje između odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije i odbojkašica iz grupe Super lige ( $F_{\text{max}_{\text{ISO}}} 212.27 \text{ N}$ , 7.08%,  $p = 0.016$ ; Slika 15).



*Slika 15. Procentualne razlike kontraktilne karakteristike mišića opružaća nogu merene u izometrijskim uslovima naprežanja kod ispitanica Olimpijske selekcije, Super lige i Kontrolne grupe*

Kontraktilna karakteristika opisana relacijom mišićne sile ( $F$ ) i vremena ( $t$ ) njenog ispoljavanja jedna je od fundamentalnih karakteristika za ostvarenje vrhunskih rezultata u sportu (Royce, 1962; Ivanović et al., 2011; Ivanović, 2013). Data  $F$ - $t$  zavisnost ili relacija definisana je sa dve originalne komponente i to: ispoljenom silom –  $F$  (izraženom u Njutnima) i vremenom za koje se data sila ispoljila –  $t$  (izraženim u ms). Treća komponenta, koja predstavlja rezultantu te dve opisuje nivo gradijenta tj. intenziteta prirasta sile u funkciji vremena. Ta kontraktilna karakteristika definiše tzv. eksplozivnu mišićnu silu (engl. RFD – *Rate of Force Development*). U definisanju opšteg nivoa razvijenosti eksplozivne sile su učestvovalе obe komponente koje rezultuju, tj. opisuju gradijent prirasta sile ( $F$  i  $t$ ) i zavisile su od individualnih mogućnosti i sposobnosti svakog pojedinca. S druge strane, u definisanju specijalnih nivoa razvijenosti eksplozivne sile učestvovalа je samo jedna zavisna komponenta – dostignuta mišićna sila na 100 i 180 ms. To praktično znači, da je nivo ispoljene mišićne sile od presudnog uticaja na rezultantu  $F$ - $t$  zavisnosti, tj. eksplozivne mišićne sile na svim nivoima razvijenosti. S obzirom na rezultate dobijenih relacija ovog istraživanja i na rezultate ranije studije (Ivanović et al., 2011) koji su pokazali da je, sa aspekta tehnologije sportskog treninga, kombinacija metoda maksimalnog naprežanja,–u svrhu razvoja maksimalne sile ili snage, sa pliometrijom, u svrhu razvoja intenziteta kontrakcije u ranim fazama iste, apsolutno poželjna i opravdana.

Pored toga, rezultati prethodnog istraživanja (Čopić et al., 2014), direktno potvrđuju rezultate dobijene ovim istraživanjem. U studiji čiji je jedan od ciljeva bio da se istraži odnos izometrijskih karakteristika mišićne sile i eksplozivnosti sa performansom dva delimično različita skoka uvis ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJn}$ ) kod vrhunskih odbojkašica i fizički aktivnih grupa ispitanica, dobijeni su slični rezultati. Kod odbojkašica povezanost  $F_{max_{allomISO}}$  je bila na sličnom nivou kao i u ovom istraživanju u opsegu (0.233-0.330), dok je kod fizički aktivnih ispitanica taj opseg bio nešto manji (0.481-0.406). Što ukazuje na to da maksimalna sila nema statistički značajnu povezanost sa visinom skoka kod OS, jer  $F_{max}$  nije specifičan pokazatelj, samim tim više utiče na visinu skokova kod KG.

Podaci dobijeni u ovom istraživanju ukazuju na to da ne samo varijable kontraktilnih izometrijskih karakteristika mišića opružaća nogu, već i generalno varijable telesnog sastava mogu biti validni prediktori dinamičkih performansi (visine skoka). Naime, procenat masnog tkiva i mišićne mase može biti posebno značajan prediktor skakačkih performansi kod netreniranih osoba ženskog pola, u poređenju sa vrhunskim odbojkašicama. Međutim, nedostatak razlika varijabli relativizovane alometrijskom metodom u odnosu na masu tela i mišićnu masu ( $F_{max}$ ,  $RFD_{max}$ ,  $RFD_{100ms}$  i  $RFD_{180ms}$ ) između tri grupe sugerišu da uloga drugih faktora koji utiču na performanse skoka i drugih brzih pokreta, zahteva dalja istraživanja.

#### **7.4. Modeli predikcije telesnog sastava i visine skokova**

U odnosu na moderne tehnologije u trenažnom radu važnu ulogu imaju multidimenzionalni modeli različite složenosti, pomoću kojih se može efikasnije spoznati struktura veza između pojava u sistemu sportskog treninga (Cronin et al., 2005; Fratrić i Nićin, 2006; Dopsaj et al., 2010; Dopsaj et al., 2010a; Dopsaj et al., 2012). U slučaju ovog istraživanja dati modeli podrazumevaju manifestne motoričke sposobnosti (različiti skokovi uvis, bitni za efikasnost takmičarske aktivnosti u odbojci), telesnog sastava, mehaničke manifestacije mišića definisane preko izometrijske i dinamičke kontraktilne sposobnosti (Tabela 2-17). Za razliku od korelacione analize koje su ukazivale na pojedinačni uticaj povezanosti sa visinom skoka, matematički modeli predstavljaju skup varijabli na osnovu kojih je u odnosu na strukturu uticaja, i



zajednički varijabilitet, moguće izvršiti statističku značajnu predikciju visine ispitivanih skokova.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i telesnog sastava kod **ispitanica iz grupe Olimpijske selekcije**, definisani su modeli predikcije kod kojih je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 7.8% za skok  $h_{BJ}$ , (Std. Err. Est = 4.54 cm,  $p = 0.263$ ) do 48% za skok  $h_{CMJn}$ , (Std. Err. Est = 2.08 cm,  $p = 0.012$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti samo modele dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$  i  $h_{BJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju kriterijum.

Na osnovu strukture definisanih modela visine skoka u odnosu na morfološke parametre vrhunskih odbojkašica, mogu se zaključiti da sledeće varijable, dominantno, kao poseban sistem utiču na kriterijum, tj. na visinu skoka i to:

- Protein, sa koeficijentom pozitivnog uticaja na nivou od 2.28 za  $h_{CMJn}$  do 2.61 za  $h_{CMJa}$  (strana 66, 67);
- $Index_{MMVT}$ , sa koeficijentom pozitivnog uticaja na nivou od 3.48 za  $h_{CMJa}$  do 6.26 za  $h_{CMJn}$  (strana 67, 66);
- $Index_{MastVT}$ , sa koeficijentom negativnog uticaja na nivou od -12.40 za  $h_{CMJn}$  (strana 66).

Generalno posmatrano, rezultati modela su pokazali logičan sklop uticaja izdvojenih varijabli, gde upravo one koje opisuju kontraktilnu komponentu (Protein i  $Index_{MMVT}$ ) imaju pozitivnu prediktivnu vrednost sa visinom skokova. To znači da više kontraktilnih komponenti u telu dovodi do veće visine skoka. Dok varijable koje opisuju balasnu masu tj. masnu komponentu ( $Index_{MastVT}$ ), imaju negativnu prediktivnu vrednost visine skoka, što znači da više balasne tj. masne komponente u telu utiče na smanjenje visine skokova. Kao i kod rezultata dobijenih na osnovu korelacione analize između telesnog sastava i visine skoka, kao i rezultata prethodnog istraživanja (Dopsaj et al., 2010) pokazalo se da su najuspešnije odbojkašice izuzetno visoke osobe ženskog pola, kao i da imaju morfološku osnovu koja im obezbeđuje kontraktilni potencijal za realizaciju brzih, eksplozivnih a kratkotrajnih motoričkih aktivnosti i kretnji.



U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i telesnog sastava kod **ispitanica iz grupe Super lige**, definisani su modeli predikcije kod kojih je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 8.3% za skok  $h_{CMJa}$ , (Std. Err. Est = 3.720 cm,  $p = 0.186$ ) do 21.7% za skok  $h_{CMJn}$ , (Std. Err. Est = 2.203 cm,  $p = 0.160$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, nije moguće koristiti dobijene modele za visine skoka, jer ni jedan statistički značajno ne objašnjava dati kriterijum.

Rezultati modela kod ispitanica iz grupe Super lige su pokazali da sklop uticaja izdvojenih varijabli u modelu, ne može biti prediktor visine različitih skokova. Samim tim, kao što se pokazalo i u korelacionoj analizi (Tabela 18), varijable telesnog sastava se u slučaju ove ispitivane grupe, ne mogu koristiti kao prediktori visine različitih skokova.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i telesnog sastava kod **ispitanica iz Kontrolne grupe**, definisani su modeli predikcije kod kojih je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 21.3% za skok  $h_{DJ}$  (Std. Err. Est = 6.32 cm,  $p = 0.046$ ) do 68.8% za skok  $h_{CMJn}$ , (Std. Err. Est = 2.68 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu strukture definisanih modela visine skoka u odnosu na morfološke parametre kod ispitanica Kontrolne grupe, može se videti da sledeće varijable, dominantno, kao poseban sistem utiču na kriterijum, tj. na visinu skoka i to:

- Protein, sa koeficijentom pozitivnog uticaja na nivou od 10.21 za  $h_{BJ}$  (strana 69);
- %Mast, sa koeficijentom negativnog odnosno pozitivnog uticaja na nivou od -2.02 za  $h_{CMJn}$  do 2.16 za  $h_{CMJa}$  (strana 66, 67);
- $Index_{MMVT}$ , sa koeficijentom pozitivnog uticaja na nivou od 5.68 za  $h_{CMJa}$  (strana 68);
- $Index_{MastVT}$ , sa koeficijentom pozitivnog uticaja na nivou od 5.20 za  $h_{CMJn}$  do 7.51 za  $h_{BJ}$  (strana 66, 69).

Na generalnom nivou, ono što je bitno naglasiti kod ovih matematičkih modela, jeste da telesni sastav ima najveći prediktivan uticaj na visinu skoka ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe i nešto manji kod odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije. To nam ukazuje da je kod ove dve grupe, moguće uvažiti i iskoristiti ove matematičke modele u sportskoj praksi. Međutim, kod odbojkašica SL, nije se izdvojio ni jedan statistički značajan model predikcije visine skoka, pa se dobijeni modeli u ovom istraživanju ne mogu validno koristiti u smislu predikcije visine skoka za ovu grupu odbojkašica. To se može objasniti, činjenicom da grupa nije bila homogena po trenažnom stažu (Tabela 1,  $\%cV = 37.81$ ), pokazateljima opšte i specifične fizičke pripremljenosti ( $RFDcon_{CMJa}$ ,  $Pa_{vg_{CMJa}}$ ,  $RFDf_{max_{ISO}}$ ), kao i pod pretpostavkom da su odbojkašice bile na relativno različitom nivou utreniranosti, jer su se takmičile u različito plasiranim klubovima Nacionalne – Super lige Srbije. Na generalnom nivou, rezultati dobijenih modela predikcije ukazuju na činjenicu da je vrhunski sportski rezultat u odbojci, između ostalog uslovljen i dimenzijom telesne visine kao i kvalitetnom mišićnom masom. Dobijeni rezultati indirektno potvrđuju rezultate analiza takmičarske aktivnosti kod odbojkašica (Ercolessi, 1999) gde je utvrđeno da savremena vrhunska igra u odbojci ima tendenciju ubrzanja dinamike igre, koja zahteva sve više obraćanja pažnje na morfološku strukturu koja se pokazala kao bitan faktor realizovanja brzih pokreta, tj. visine skoka. Sa druge strane, u odnosu na skokove  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , zbog visoke standardne greške procene, potrebna je detaljnija analiza za sve definisane matematičke modele u nekim sledećim istraživanjima.

### 7.5. Modeli predikcije dinamičkih parametara i visine skokova

Na osnovu matematičkih modela zavisnosti visine skokova kao kriterijumskih varijabli, i dinamičkih parametara kao prediktivnih varijabli, može se zaključiti da su alometrijske varijable dinamičkih parametara u odnosu na masu tela, najviše opisale visinu različitih skokova. Ovo nam ukazuje da bi na njih trebalo najviše obratiti pažnju, jer su te varijable najjači prediktori visine datih skokova sa niskom standardnom greškom procene.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i alometrijskih vrednosti dinamičkih parametara kod **odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije**,

definisani su modeli predikcije kod koji je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 47.1% za skok  $h_{CMJa}$ , (Std. Err. Est = 2.592 cm,  $p = 0.003$ ) do 99.2% za skok  $h_{BJ}$ , (Std. Err. Est = 0.421 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (alometrijske varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable dinamičkih parametara,  $P_{avg_{allom}}$  odnosno  $P_{max_{allom}}$  predstavljaju najjače statistički značajne prediktivne faktore kod OS, za skokove  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . To praktično znači da ispoljavanja veće izlazne snage mišića prilikom izvođenja skoka pozitivno utiču na povećanje visine ova dva skoka. Ovi rezultati su kompatibilni i sa dobijenim rezultatima korelacione analize, gde su baš ove varijable tj.  $P_{avg_{allom}}$  i  $P_{max_{allom}}$  bili jedni od ključnih prediktivnih varijabli visine  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . Kod druga dva skoka,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , dominantnu ulogu u predviđanju visine skoka, kao statistički značajne varijable imale su  $F_{max}$  i  $P_{avg}$  (apsolutne i relativizovane).

U odnosu na izdvojeni model visine različitih skokova i alometrijskih vrednosti dinamičkih parametara kod **odbojkašica iz grupe Super lige**, definisani su modeli predikcije kod koji je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 62.2% za skok  $h_{CMJn}$ , (Std. Err. Est = 1.819 cm,  $p = 0.000$ ) do 99.0% za skok  $h_{BJ}$ , (Std. Err. Est = 1.425 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (apsolutne varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable dinamičkih parametara,  $P_{max}$  predstavlja najjači statistički značajan prediktivan faktor kod OS, za skokove  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . To znači da veće vrednosti varijable maksimalne dostignute snage mišića opružaća nogu tokom skoka pozitivno utiču na povećanje visine ova dva skoka. Kao i u prethodnim slučajevima, što se pokazalo i u korelacionoj analizi, varijabla  $P_{max_{allom}}$  se izdvojila kao jedna od ključnih prediktivnih varijabli visine  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . Drugim rečima, veći skok će imati one odbojkašice koje mogu više snage tokom skoka da realizuju u odnosu na telesnu masu (Young et al., 1991; Weiss et al., 1997; Stone et al., 2003; Peterson et al., 2006).

U odnosu na izdvojeni model visine različitih skokova i alometrijskih vrednosti dinamičkih parametara kod **ispitanica iz Kontrolne grupe**, definisani su modeli predikcije kod koji je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 73.4% za skok  $h_{CMJa}$ , (Std. Err. Est = 2.650 cm,  $p = 0.003$ ) do 96.3% za skok  $h_{BJ}$ , (Std. Err. Est = 3.481 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (alometrijske varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable dinamičkih parametara,  $P_{max}$  i  $P_{avg}$  predstavlja najjači statistički značajan prediktivan faktor kod KG, za skokove  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . To znači da povećanje snage mišića opružača nogu pozitivno utiče na povećanje visine ova dva skoka.

Na generalnom nivou, ono što je bitno naglasiti kod ovih matematičkih modela, jeste da dinamički parametri imaju najveći prediktivan uticaj na visinu skoka ( $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ ) kod ispitanica iz Kontrolne grupe i nešto manji kod odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije i Super lige. To nam ukazuje da je moguće uvažiti i iskoristiti ove matematičke modele za potrebe sportske prakse. Drugim rečima, dati rezultati ukazuju da je rad na razvoju brzinske snage metodom velikih, srednjih i malih spoljnih opterećenja, gde se pokreti realizuju maksimalnom mogućom brzinom, dominantan za adekvatnu utreniranost u smislu realizacije brzih pokreta.

#### **7.6. Modeli predikcije izometrijskih karakteristika mišića opružača nogu i visine skokova**

Na osnovu matematičkih modela visine skokova kao kriterijumskih varijabli, i izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu kao prediktivnih varijabli, može se zaključiti da su apsolutne varijable izometrijskih kontraktilnih karakteristika najviše opisale visinu različitih skokova. Analizirajući dobijene podatke bilo bi poželjno da se prilikom kontrole trenažnog procesa na njih obrati pažnja, jer su te varijable najjači prediktori visine datih skokova sa niskom standardnom greškom procene visine.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i alometrijskih

vrednosti izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu kod **odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije**, definisani su modeli predikcije kod kojih je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 27.5% za skok  $h_{CMJa}$ , (Std. Err. Est = 3.04 cm,  $p = 0.015$ ) do 68.8% za skok  $h_{BJ}$ , (Std. Err. Est = 8.381 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (alometrijske varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{BJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu koje su merene na nivou kraćih vremenskih intervala, tačnije RFD100ms<sub>ISO</sub>, predstavljaju najjači statistički značajan prediktivni faktor kod OS, za skokove  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$ . To znači da ostvarivanje veće sile u kraćem vremenskom intervalu, odnosno intervalu od 100ms, pozitivno utiče na povećanje visine skoka. To se može povezati i sa korelacionom analizom, gde je baš ova varijabla tj. RFD100ms<sub>ISO</sub> bila jedna od ključnih prediktivnih varijabli visine ova tri skoka. Naime, i u ovom slučaju treba napomenuti da zbog visoke standardne greške procene za skok  $h_{BJ}$ , matematičke modele za ovaj skok treba uzeti sa dozom rezerve.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i apsolutnih vrednosti izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu kod **odbojkašica iz grupe Super lige**, definisani su modeli predikcije kod koji je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 26.8% za skok  $h_{CMJn}$ , (Std. Err. Est = 2.546 cm,  $p = 0.047$ ) do 30.2% za skok  $h_{DJ}$ , (Std. Err. Est = 5.760 cm,  $p = 0.033$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (apsolutne varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu najslabije opisuju zajedničku varijansu kriterijuma. Samim tim, ove prediktivne varijable kod SL, najmanje mogu da predvide visinu datih skokova.

U odnosu na izdvojeni model zavisnosti visine različitih skokova i apsolutnih

vrednosti izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu kod **ispitanica iz Kontrolne grupe**, definisani su modeli predikcije kod kojih je objašnjena zajednička varijansa kriterijuma i sistema prediktora od 22.1% za skok  $h_{DJ}$ , (Std. Err. Est = 5.760 cm,  $p = 0.033$ ) do 59.5% za skok  $h_{CMJa}$ , (Std. Err. Est = 3.119 cm,  $p = 0.000$ ). Za potrebe prakse i daljih naučnih istraživanja, moguće je koristiti sve modele (apsolutne varijable) dobijene za visine skokova  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$ ,  $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ , jer statistički značajno objašnjavaju dati kriterijum.

Na osnovu dobijenih matematičkih modela predikcije, možemo zaključiti da varijable izometrijskih kontraktilnih karakteristika mišića opružača nogu,  $F_{max_{ISO}}$  i  $RFDF_{max_{ISO}}$  predstavljaju najjače statistički značajne prediktivne faktore kod KG, za skokove  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . To znači da ostvarivanje veće sile, i gradijenta prirasta sile (kasni RFD) pozitivno utiču na povećanje visine ova skoka. To se može povezati i sa korelacionom analizom, gde je varijabla  $RFDF_{max_{ISO}}$  bila jedna od ključnih prediktivnih varijabli visine ova dva skoka. Naime, i u ovom slučaju treba napomenuti da zbog visoke standardne greške procene za skok  $h_{BJ}$ , matematičke modele za ovaj skok treba uzeti sa dozom rezerve.

Na osnovu dobijenih rezultata korelacione analize i matematičkih modela predikcije i na nivou rezultata dosadašnjih istraživanja (Ivanović, 2014; Ivanović and Dopsaj, 2013) sa sigurnošću možemo tvrditi da u slučaju vrhunskih odbojkašica treba da dominira specifična fizička priprema i trenažni procesi koji će uticati na visok nivo ispoljavanja eksplozivne sile tokom inicijalne (rane) faze mišićne kontrakcije koja je veoma značajna za uspešno izvođenje eksplozivnih pokreta u ovoj grupi ispitanica. Upravo su indikatori usko specifične, tj. specijalizovane fizičke pripreme sa aspekta eksplozivnosti, odnosno specijalna eksplozivnost mišića ekstenzora nogu mereni na 100 i 180 ms, najviše korelirali i uticali na predikciju visine skoka odnosno različitih praćenih skokova kod vrhunskih odbojkašica. S druge strane kod kontrolne grupe koju čine fizički aktivni i zdravi ispitanici kod kojih ne dominiraju eksplozivni pokreti se izdvojila na osnovu rezultata istraživanja bazična eksplozivnost kao indikator, tj. analogija opšte fizičke pripreme sa aspekta eksplozivnosti. Ne čudi činjenica da indikator opšte fizičke pripreme najviše korelira i utiče na predikciju visine vertikalnog

sunožnog skoka koji je sa aspekta prioriteta u fizičkim aktivnostima date grupe dominantni.

## 8. ZAKLJUČCI

U ovom istraživanju na uzorku od 63 ispitanice (odbojkašice iz Olimpijske selekcije, odbojkašice koje su nastupale u Super ligi Republike Srbije i ispitanice iz Kontrolne grupe) definisana je povezanost visine skoka sa morfološkim i kinetičkim parametrima, kao i matematički model predikcije. Uzimajući u obzir činjenicu da su dosadašnja istraživanja bila nekonzistentna kod relacija kinetičkih parametara sa visinom skoka, odnosno nedovoljno informativna kada se govori o relacijama morfološkog statusa i visine skoka, može se konstatovati da će ovim radom dato istraživanje biti svrsishodno i da će jednim delom poboljšati rešavanje ispitivanog problema.

U odnosu na **glavnu hipotezu** i prikazane rezultate može se zaključiti sledeće:

**H<sub>0</sub>- morfološki i kinetički parametri su značajni prediktori visine skoka bez obzira na takmičarski nivo uspešnosti i nivo utreniranosti** – može se zaključiti da je **hipoteza delimično potvrđena**. Na generalnom nivou, na osnovu rezultata korelacione i regresione analize može se zaključiti da su morfološki i kinetički parametri ostvarili značajan uticaj na visinu samo dva skoka ( $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ ), tako da se mogu koristiti kao značajni prediktori. Međutim kod druga dva skoka ( $h_{BJ}$  i  $h_{DJ}$ ) nije pronađen značajan prediktivni uticaj ispitivanih varijabli. Ovakvi rezultati nas navode na zaključak da vrsta skokova kao različiti motorički obrazac kod različito utreniranih osoba ženskog pola sa različitom morfološkom strukturom, ne može biti ispitivan u smislu jedinstvenog fenomena. Samim tim, istraživanja relacija visine skoka sa morfološkim i kinetičkim parametrima moraju realizovati nad specifično utreniranim i homogenim grupama. Uprkos generalnim očekivanjima da će morfološki i kinetički parametri biti bolji prediktori visine skoka kod treniranih grupa (OS i SL), rezultati su pokazali da su oni bolji prediktori kod netreniranih osoba (KG). Naravno, sve ove tvrdnje i dobijene rezultate je poželjno detaljno ispitati i analizirati u nekim narednim istraživanjima.

U odnosu na **pomoćne hipoteze** i prikazane rezultate može se zaključiti sledeće:

**H<sub>1</sub> – kontraktilna morfološka struktura tela je pozitivan prediktivan faktor visine skoka** – može se zaključiti da je definisana **hipoteza potvrđena**. Rezultati



korelacione analize su pokazali da je kontraktilna morfološka struktura pozitivno uticala na visinu skoka. Kod odbojkašica OS i ispitanica KG, ove varijable (%MM,  $\text{Index}_{\text{PMast}}$ ,  $\text{Index}_{\%MM\%Mast}$ ) su ostvarile statistički značajan uticaj na visinu skakačkih performansi. To praktično znači da povećanje vrednosti varijabli koje su povezane sa proteinskom i mišićnom masom, dovode do povećanja visine skoka kod ove dve grupe. Međutim, kod odbojkašica iz grupe SL nije se izdvojila ni jedna varijabla koja je statistički značajno uticala na visinu skoka. Na osnovu kontraktilne morfološke strukture, možemo zaključiti da su one značajni pozitivni prediktori visine skoka, naročito kod OS i KG.

**H<sub>2</sub> – nekontraktilna morfološka struktura tela je negativan prediktivan faktor visine skoka** – može se zaključiti da je definisana **hipoteza potvrđena**. Rezultati korelacione i regresione analize su pokazali da nekontraktilna morfološka struktura negativno utiče na visinu različitih skokova kod sve tri grupe. Ono što je važno naglasiti da su ove varijable pokazale veći negativan prediktivni faktor kod ispitanica iz Kontrolne grupe (%Mast kod  $h_{\text{CMJn}}$   $r = -0.797$ ,  $p = 0.000$ , za  $h_{\text{CMJa}}$   $r = -0.765$ ,  $p = 0.000$ ,  $\text{Index}_{\text{MastVT}}$  kod  $h_{\text{CMJn}}$   $r = -0.718$ ,  $p = 0.000$ , za  $h_{\text{CMJa}}$   $r = -0.686$ ,  $p = 0.000$ ) nego kod odbojkašica iz Olimpijske selekcije (%Mast kod  $h_{\text{CMJn}}$   $r = -0.522$ ,  $p = 0.026$ , za  $h_{\text{CMJa}}$   $r = -0.511$ ,  $p = 0.030$ ). Iako su kod odbojkašica iz grupe Super lige ove varijable imale negativnu predikciju, rezultati analize nisu pokazali statističku značajnu povezanost sa visinom skokova. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da balasna komponenta tj. masno tkivo, ima statistički značajan uticaj na visinu skoka kao negativan prediktor.

**H<sub>3</sub> – dinamičke varijable su značajni faktori predikcije visine skoka** – može se zaključiti da je definisana **hipoteza delimično potvrđena**. Rezultati korelacione analize su pokazali da dinamičke varijable kod  $h_{\text{CMJn}}$  i  $h_{\text{CMJa}}$ , ukazuju da je snaga mišića opružača nogu, prvenstveno maksimalna snaga, važan faktor predikcije visine ova dva skoka. Kod  $h_{\text{BJ}}$ , rezultati ukazuju da su maksimalna sila i prosečna snaga bili značajni prediktori visine skoka bez obzira na grupu ispitanica, dok kod  $h_{\text{DJ}}$  prosečna snaga kod OS i SL se izdvojila kao umeren faktor predikcije.

**H<sub>4</sub> – izometrijske varijable su značajni faktori predikcije visine skoka** – može se zaključiti da je definisana **hipoteza potvrđena**. Rezultati korelacione analize su pokazali da apsolutne izometrijske vrednosti mogu imati umerenu do visoku povezanost sa visinom različitih skokova. Važno je naglasiti da su ove povezanosti posebno izražene kod ispitanica Kontrolne grupe ( $F_{max_{ISO}}$ ,  $RFD_{Fmax_{ISO}}$ ,  $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{max_{ISO}}$  su ostvarile najveću povezanost sa  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$  u rasponu od  $r = 0.529$ ,  $p = 0.007$  do  $r = 0.692$ ,  $p = 0.000$ ) i odbojkašica iz grupe Olimpijske selekcije ( $RFD_{100ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{180ms_{ISO}}$ ,  $RFD_{max_{ISO}}$  su ostvarile najveću povezanost sa  $h_{CMJn}$ ,  $h_{CMJa}$  i  $h_{BJ}$  u rasponu od  $r = 0.489$ ,  $p = 0.039$  do  $r = 0.798$ ,  $p = 0.000$ ), dok je kod odbojkašica iz grupe Super lige, manji broj varijabli imao značajnu statističku povezanost sa visinom skoka.

**H<sub>5</sub> – morfološke karakteristike su informativniji prediktori visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe** – može se zaključiti da definisana **hipoteza nije potvrđena**. Ono što je važno naglasiti da su morfološke varijable pokazale veću pojedinačnu povezanost sa visinom skoka kod netreniranih tj. ispitanica iz Kontrolne grupe (izdvojilo se 18 varijabli koje su statistički značajno uticale na visinu različitih skokova) nego kod odbojkašica iz Olimpijske selekcije (u ovom slučaju se izdvojilo 10 statistički značajni varijabli) i kod Super lige (nije se izdvojila ni jedna statistički značajna varijabla). Gledano na generalnom nivou možemo zaključiti, da niža vrednost procenta masnog tkiva i veći procenat mišićne mase, značajno utiču na  $h_{CMJn}$  i  $h_{CMJa}$ . Sa aspekta uticaja morfoloških parametara na visinu skoka, razloge dobijenih rezultata treba tražiti u činjenici da odbojkašice imaju bolju tehniku izvođenja skokova i bolju iskorišćenost elastičnog potencijala mišića nogu za date skokove u odnosu na KG, kod kojih zbog slabije izraženih ovih sposobnosti, telesni sastav ima veći uticaj i više doprinosi povećanju skoka.

**H<sub>6</sub> – dinamičke varijable su informativniji prediktori visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe** – može se zaključiti da definisana **hipoteza nije potvrđena**. Na osnovu dobijenih rezultata uticaja dinamičkih tj. dinamičkih parametara na visinu skoka, zaključujemo da su ove

varijable podjednako opisivale visinu skoka kod sve tri grupe.

**H<sub>7</sub> – izometrijske varijable su informativniji prediktor visine skoka kod specifično treniranih osoba u odnosu na netrenirane osobe** – može se zaključiti da definisana **hipoteza nije potvrđena**. Na osnovu dobijenih rezultata povezanosti, parametri mišića opružaća nogu su pokazali malo bolje prediktivne vrednosti sa visinom skoka kod ispitanica KG (izdvojilo se 15 varijabli koje su statistički značajno uticale na visinu različitih skokova) u odnosu na odbojkašice OS (u ovom slučaju se izdvojilo 8 statistički značajni varijabli). Dok su kod odbojkašica SL izometrijske varijable bile manje informativne u odnosu na ove dve grupe (izdvojilo se 3 varijable). Bitno je naglasiti da kod praćenih izometrijskih karakteristika kod OS su se kao najjači prediktori izdvojile karakteristike eksplozivnosti merene u ranim fazama mišićne kontrakcije (RFD100ms<sub>ISO</sub>, RFD180ms<sub>ISO</sub>) kao pokazatelji specifične fizičke pripremljenosti dok su se kod KG izdvojili pokazatelji opšte fizičke pripremljenosti odnosno Fmax<sub>ISO</sub> i RFD Fmax<sub>ISO</sub> odnosno karakteristike sile i eksplozivnosti merene u kasnoj fazi mišićne kontrakcije.

## 9. PRAKTIČNA PRIMENA

Dobijeni rezultati imaju važnu ulogu i značaj za unapređenje teorijskog i praktičnog znanja u sistemu sportskog treninga, a naročito u sportovima gde postoji značajna potreba za dobrom utreniranošću sa aspekta realizacije različitih skokova, u koje prvenstveno spada odbojka, ali i u svim ostalim srodnim sportskim granama (košarka, fudbal, itd.). Posmatrano sa teorijskog gledišta, nalazi ovog istraživanja su usmereni ka razumevanju uticaja različitih kinetičkih i morfoloških parametara na visinu različitih skokova.

Definisanjem modelnih karakteristika i izračunavanjem jednačina predikcije visine skoka pomoću kinetičkih i morfoloških parametara, moguće je uspostaviti deterministički sistem u svrhu postavljanja dijagnoze trenutnog stanja nivoa utreniranosti sa aspekta skočnosti. To sve omogućava tehnološko usavršavanje procesa kontrole treninga i u odnosu na kreiranje informatičko-softverskog sistema, sa mogućnošću prediktivnog programiranja trenažnog procesa. Samim tim rezultati su pokazali da se i definisanje sistema trenažnih metoda kao prediktora koji najefikasnije mogu uticati na poboljšanje ispitivanih performansi, što sve obezbeđuje osnovu za efikasnije dostizanje potrebnog stanja takmičarske forme sportiste, kao i tačniju predikciju aktuelnog rezultatskog potencijala sportiste.

Rezultati su pokazali da kod vrhunski utreniranih odbojkašica tj. ispitanica iz grupe Olimpijske selekcije, maksimizacija kontraktilne telesne komponente (mišićno tkivo) paralelno sa minimizacijom balasne komponente (masno tkivo) predstavlja željenu determinantu telesne strukture. Sa druge strane, visoko dostignuti parametri specifične fizičke pripremljenosti (RFD100ms, RFDmax) u odnosu na osnovno kontraktilno svojstvo - mišićnu silu, i visoko dostignuti parametri specifične fizičke pripremljenosti (Pmax, Pavg) u odnosu na manifestno kontraktilno svojstvo - mišićnu snagu predstavljaju željenu determinantu u odnosu na fizičku pripremljenost sa aspekta kontraktilne sposobnosti.

Rezultati su pokazali da su na generalnom nivou s jedne strane, varijable koje određuju telesni sastav, odnosno ukazuju na odnos mišićnog (kao kontraktilnog) i masnog (kao balastnog) tkiva, i to ka modelu dominacije kontraktilnog u odnosu na

balastno tkivo jedna od presudnih morfoloških karakteristika, za selektovanje odbojkašica. Sa druge strane, brzinsko-snažne sposobnosti odbojkašica, odnosno visoko razvijena eksplozivnost su dominantni faktori koji obezbeđuju potrebni nivo specifične fizičke pripremljenosti igračica, odnosno obezbeđuju adekvatnu specifično – motoričku utreniranost odbojkašica. Upravo profil igračice kod koje dominira kontraktilno u odnosu na balastno tkivo i koja je dominantno utrenirana po tipu brzinsko-eksplozivne motoričke efikasnosti obezbeđuje osnovu za postizanje vrhunskog rezultata u modernoj ženskoj odbojci.

Na generalnom nivou, a u odnosu na primarni cilj ove studije, definisanjem modela predikcije različitih skokova na osnovu morfoloških i kinetičkih varijabli moguće je uspostaviti sistem u svrhu procesa selekcije i praćenja talenata u ženskoj odbojci u funkciji dugoročnog trenažnog procesa, kao i kod postupaka odlučivanja i izbora perspektivno najkvalitetnijih antropo-morfoloških modela odbojkašica.

## 10. LITERATURA

- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Poulsen PD. (Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Eur J Appl Physiol.* 2002;93:1318-26.
- Abernethy B, Hanrahan SJ, Kippers V, Mackinnon LT, Pandy MG. The Biophysical foundations of human movement. *Human Kinetics.* 2005.
- ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (7th Ed.). American College of Sports Medicine, USA: Lippincott Williams and Wilkins. 2006.
- Andersen LL, and Aagaard P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol.* 2006;96:46-52.
- Andersen LL, Andersen JL, Zebis MK, Aagaard, PP. Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:1-8.
- Aragon-Vargas L, Gross MM. Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *J Appl Biomech.* 1997;13:24-44.
- Astrand PO, Rodhal, K. *Textbook of Work Physiology.* 3rd edition edn. McGraw-Hill, New York. 1986.
- Baker D, Wilson G, Carlyon B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *Eur J Appl Physiol.* 1994;68:350-5.
- Bala G. Zavisnost definisanja modela morfoloških dimenzija od broja manifestnih antropometrijskih varijabli. *Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije.* 1999, 35:95-102.
- Bedogni G, Agosti F, De Col A, Marazzi N, Tagliaferri A, Sartorio A. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in morbidly obese women. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(11):1129-32.
- Bellumori M, Jaric S, Knight CA. The rate of force development scaling factor (RFD-SF): protocol, reliability, and muscle comparisons. *Exp Brain Res.* 2011;212:359-69.
- Benardot D. Napredna sportska ishrana. *Data Status.* 2010.
- Black B. Conditioning for volleyball. *Strength Cond.* 1995;17(5):53-5.
- Bosaeus I, Wilcox G, Rothenberg E, Strauss B. Skeletal muscle mass in hospitalized elderly patients: Comparison of measurements by single-frequency BIA and DXA. *Clin Nutr.* 2014;33:426-31.
- Bosco C, Luhtanen P, Komi P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol.* 1983;50:273-82.
- Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, Morris RT, Ciroslan DA, Pierce KC. The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res.* 2004;18:534-39.

- Čoh M. Biomechanical characteristics of take off action in high jump – a case study. *Serb J Sports Sci.* 2010;4:127-35.
- Čopić N, Dopsaj M, Ivanovic J, Nešić G, Jarić S. Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: differences between elite female volleyball competitors and non-trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2014;28:10,2709-16.
- Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1),177-86.
- Cronin J, Sleivert G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.* 2005;35:213-34.
- Dopsaj M, Milosevic M, Vuckovic G, Blagojevic M. Metrological values of the test to assess mechanical characteristics of maximal isometric voluntary knee extensors muscle force from standing position. *NBP Belgrade.* 2001;6(2):119-32.
- Dopsaj M. Konstituisanje dijagnosticko-prognostickog sistema za procenu karakteristika izometrijske sile razlicitih misicnih grupa sportista SCG u funkciji uzrasta, pola i takmičarske uspešnosti, naučno-istraživački projekat. Republički zavod za sport, Beograd. 2005.
- Dopsaj M, Koropanovski N, Vuckovic G, Blagojevic M, Marinkovic B, Miljus D. Maximal isometric hand grip force in well-trained university students in Serbia: Descriptive, functional and sexual dimorphic model. *Serb J Sports Sci.* 2007;1(1-4):138-47.
- Dopsaj M, Nestic G, Čopić N. The multicentroid position of the anthropomorphological profile of female volleyball players at different competitive levels. *Facta Univ Phys Educ Sport.* 2010;8(1):47-57.
- Dopsaj M, Čopić N, Nešić G, Sikimić M. A simple mathematical model for estimating general jumping preparedness of senior female volleyball players. *EQOL.* 2010a;2(2):63-74.
- Dopsaj M, Čopić N, Nestic G, Sikimić M. Jumping performance in elite female volleyball players relative to playing positions: A practical multidimensional assessment model. *Serb J Sports Sci.* 2012;6(1-4):61-9.
- Dowson MN, Cronin JB, Presland JD. Anthropometric and physiological differences between groups of New Zealand national soccer players based on sex and age. *J Sports Sci.* 1999;17:810-11.
- Drinkwater EJ, Pyne DB, and McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med.* 2008;38(7),565-78.
- Đorđević-Nikić M, Dopsaj M, Rakić S, Subošić D, Prebeg G, Macura M, Mlađan D, Kekić D. Morfološki model populacije radno aktivnih žena Beograda meren metodom električne multikanalne bioimpedance - pilot istraživanje. *Fizička kultura.* 2013;67(2):103-112.
- Ercolessi D. La caduta dal salto. *Super Volley.* 1999;1:79-82.

- Fratrić F, i Nićin Đ. Teorija i metodika sportskog treninga: Pokrajinski zavod za sport;2006.
- Gandeken SB. Off-season strength, power, and plyometric training for Kansas State volleyball. *Strength Cond J.* 1999;21(6):49-55.
- Green S. Anthropometric and physiological characteristics of south Australian soccer players. *Aust J Sci Med Sport.* 1992;24:3-7.
- Haff GG, Carlock JM, Hartman MJ, Kilgore JL, Kawamori N, Jackson JR, Morris RT, Sands WA, Stone, MH. Force-time characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women Olympic weightlifters. *J Strength Cond Res.* 2005;19:741-8.
- Haight T, Tager I, Sternfeld B, Satariano W, Van der Laan M. Effects of body composition and leisure time physical activity on transition in physical functioning in the elderly. *American Journal of Epidemiology.* 2005;162(7):607-17.
- Hair J, Anderson R, Tatham R, Black W. *Multivariate Data Analysis (Fifth Ed.)*. New Jersey, USA: Prentice - Hall, Inc. 1998.
- Häkkinen K, and Komi PV. Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex condition. *Eur J Appl Physiol.* 1986;55,147-55.
- Häkkinen K, Komi PV, Kauhanen H. Electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles of elite weightlifters during isometric, concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Int J Sports Med.* 1986;7,144-51.
- Häkkinen K. Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991;31:325-31.
- Harridge S, Bottinelli R, Canepari M, Pellegrino M, Reggiani C, Esbjörnsson M, Saltin, B. Whole-muscle and single-fibre contractile properties and myosin heavy chain isoforms in humans. *Eur J Appl Physiol.* 1996;432(5):913-20.
- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Applied body composition assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics. 1996.
- Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000;30:1-15.
- Ivanovic J. The Influence of information factors on professional success in coaching. *Serb J Sports Sci.* 2009;3(3):111-9.
- Ivanovic J, Koropanovski N, Vuckovic G, Jankovic R, Miljus D, Marinkovic B, Atanasov D, Blagojevic M, Dopsaj M. Functional dimorphism and characteristics considering maximal hand grip force in top level athletes in the Republic of Serbia. *Gazzeta Medica Italiana.* 2009a;168(5):297-310.
- Ivanovic J, Dopsaj M, Nesic G. Factor structure differences of indicators for evaluating isometric leg extensors explosive force in female volleyball athletes and different trained female population. *Br J Sports Med.* 2011;45(6):542.



- Ivanovic J, Dopsaj M, Čopić N, Nesic G. Is there a relation between maximal and explosive leg extensors isometric force? *Facta Univ Phys Educ Sport*. 2011a;9(3):239-54.
- Ivanovic J, Dopsaj M. Reliability of force-time curve characteristics during maximal isometric leg press in differently trained high-level athletes. *Meas*. 2013;46:2146-54.
- Ivanović J. Modelne karakteristike indikatora eksplozivne sile opružaća nogu kod vrhunskih sportista. Doktorska disertacija. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja. 2013.
- Janković V. i Matković N. Marelic Analiza testova za dijagnostiku motoričke pripremljenosti vrhunskih odbojkaša. U: Zbornik radova međunarodnog savjetovanja, 6. Zagrebački sajam sporta - Dijagnostika treniranosti sporta, Zagreb. 1997;126-9.
- Jaric S, Ristanovic D, Corcos DM. The relationship between muscle kinetic parameters and kinematic variables in a complex movement. *Eur J Appl Physiol*. 1989;59:370-6.
- Jarić S. Biomehanika humane lokomocije sa biomehanikom sporta. DOSIJE. Beograd. 1997.
- Jaric S, Ugarkovic D, Kukolj M. Evaluation of methods for normalizing strength in elite and young athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002;42:141-51.
- Jaric S. Role of body size in the relation between muscle strength and movement performance. *Exerc Sports Sci Rev*. 2003;31:8-12.
- Jaric S, Mirkov D, Markovic G. Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *J Strength Cond Res*. 2005;19:467-74.
- Jukic I, Milanovic D, Markovic G, Milanovic L, Simek S, Gregov C. Scientific and practical approach to physical conditioning of athletes. *Serb J Sports Sci*. 2007;1(4):116-21.
- Kaput-Jogunica R, Curkovic S. Struktura morfološkog prostora studentica u Zagrebu. *HŠMV*. 2007;22:91-7.
- Koprivica V. Teorija sportskog treninga. Multigraf, Beograd. 2002.
- Kostić ZR. Snaga u sportu na primeru odbojke. Grafika, Galeb, Niš. 1995.
- Kubo J, Chishaki T, Nakamura N, Muramatsu T, Yamamoto Y, Ito M, Saitou H, Kukidome T. Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *J Strength Cond Res*. 2006;20:654-7.
- Kukolj M. Opšta antropomotorika. Beograd: Finegraf. 1996.
- Kukolj M, Ropret R, Ugarkovic D, Jaric S. Anthropometric, strength, and power predictors of sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 1999;39:120-2.
- Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports*. 1978;10(4):261-5.
- Kyle UG, Genton L, Gremion G, Slosman DO, Pichard C. Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clin Nutr*. 2004;23(1):79-88.

- Malavolti M, Mussi C, Poli M, Fantuzzi A, Salvioli G, Battistini N, Bedogni G. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol.* 2003;4:380-91.
- Malina RM. Body composition in athletes: Assessment and estimated fatness. *Clin Sports Med.* 2007;26:37-68.
- Marelić N, Đjurković T, Resater T, Janković G. Primer pripremnog perioda odbojkaša s naglaskom na kondicijsku pripremu. Zbornik radova Međunarodnog znanstveno-stručnog skupa "Kondicijska priprema sportaša (str. 451-459). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 2003.
- Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res.* 2004;18:551-5.
- Markovic G, and Jaric S. Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *J Sports Sci.* 2007;25:1355-63.
- Markovic G, Vuk S, Jaric S. Effects of jump training with negative versus positive loading on jumping mechanics. *Int J Sports Med.* 2011;32:365-72.
- Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the measures of body fat. *Sports Med.* 1991;11:277-88.
- Martinovic J, Dopsaj V, Nestic G, Kotur-Stevuljevic J, Vujovic A, Stefanovic A, Nestic G. Long-term effects of oxidative stress in volleyball players. *Int J Sports Med.* 2009;30(12):851-6.
- Matavlj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(2):159-64.
- McGuigan, MR, Doyle TL, Newton M, Edwards DJ, Nimphius S, Newton, RU. Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *J Strength Cond Res.* 2006;20,992-5.
- McKeag DB, Moeller JL. ACSM's Primary care sports medicine. 2007;1:36-52.
- McMahon TA. Muscles, reflexes, and locomotion. Princeton: University Press, Princeton. 1984.
- Milišić B. Upravljanje treningom. SIP. Beograd. 2003.
- Milišić B. Efficiency in sport and training management theory. *Serb J Sports Sci.* 2007;1(1-4), 7-13.
- Milošević M. Osnovni problemi u programiranju treninga sile. SQ-sport koeficijent. 2002;18:70-1.
- Miljuš D, i Dopsaj M. Učestalost bavljena fizičkom aktivnošću u osnovnim školama. *Sportska medicina.* 2003;1:114.
- Mirkov D. Uloga mišićne jačine u kinematičkoj šemi pokreta. Doktorska disertacija. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd. 2003.
- Mirkov D, Nedeljkovic A, Milanovic S, Jaric S. Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(2-3):147-54.

- Miller E, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol.* 1993;66:254-62.
- Müller E, Benko U, Raschner C, Schwameder H. Specific fitness training and testing in competitive sports. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):216-20.
- Nakamura E, Moritani T, Kanetka A. Further evaluation of physical fitness age versus physiological age in women. *Eur J Appl Physiol.* 1998;78:195-200.
- Narici M, Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavardi C, Conti M, Cerretelli P. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol Scand.* 1996;157(2):175-86.
- Nedeljkovic A, Mirkov D, Markovic S, Jaric S. Tests of muscle power output assess rapid movement performance when normalized for body size. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1593-605.
- Nešić G. Struktura takmičarske aktivnosti odbojkašica. *Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.* 2008;14:89-112.
- Nikolić Z. Fiziologija fizičke aktivnosti. *Studio plus.* Beograd. 2003.
- Norton K, Marfell-Jones M, Whittingham N, Kerr D, Carter L, Saddington K, Gore C. Anthropometric Assessment Protocols. In: Gore SJ, editor. *Physiological Tests for Elite Athletes.* Champaign, IL: Human Kinetics. 2000;66-85.
- Nuzzo J, McBride J, Cormie P, McCaulley, G. Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *J Strength Cond Res.* 2008;22:699-707.
- Paasuke M, Ereline H, Gapeyeva H. Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(3):354-61.
- Pavlica T, Bozic-Krstic V, Rakic R. Age changes in morpho-physiological traits among adult population in the Republic of Serbia. *Physioacta.* 2009;3(1):115-24.
- Peterson MD, Alvar BA, and Rhea, MR. The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2006;20:867-73.
- Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with wholebody analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58:1479-84.
- Prebeg G, Cuk I, Suzovic D, Stojiljkovic S, Mitic D, Jaric S. Relationships among the muscle strength properties as assessed through various tests and variables. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23:455-61.
- Ramadan J, and Byrd R. Physical characteristics of elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1987;27:424-8.
- Rajić B, Dopsaj M, Abela CP. The Influence of the combined method on the development of explosive strength in female volleyball players and on the isometric muscle strength of different muscle. *Facta Univ Phys Educ Sport.* 2004;2(1),1-12.

- Rajić B, Dopsaj M, Pablos Abella C. Basic and specific parameters of the explosive force of leg extensors in high trained Serbian female volleyball players: Characteristics of the isometric force-time curve model. *Serb J Sports Sci.* 2008;2(4):131-9.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.* 2000;18:669-83.
- Rico-Sanz J. Body composition and nutritional assessments in soccer. *Int J Sport Nutr.* 1998;8:113-23
- Ristanović D. Savremena biofizika: Matematičko modelovanje pojava u biološkim sistemima, Naučna knjiga, Beograd. 1989.
- Ristanović D, Dačić M. Osnovi metodologije naučnoistraživačkog rada u medicine, Velarta, Beograd. 1999.
- Ritchie J, Miller C, Smiciklas-Wright H. Tanita foot-to-foot bioelectrical impedance analysis system validated in older adults. *J Am Diet Assoc.* 2005;105:1617-19.
- Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:953-60.
- Sisto S, Dyson-Hudson T. Dynamometry testing in spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev.* 2007;44(1):123-36.
- Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton, RU. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):758-65.
- Slinde F, Suber C, Suber L, Edwen C, Svantesson U. Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *J Strength Cond Res.* 2008;22:640-4.
- Sudarov N, i Fratrić F. Dijagnostika treniranosti sportista. Pokrajinski zavod za sport. Novi Sad. 2010
- Stone, MH, O'Bryant, HS, McCoy, L, Coglianese, R, Lehmkuhl, M, and Schilling, B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J Strength Cond Res.* 2003;17:140-7.
- Stone MH, Sanborn K, O'Bryant HS, Hartman M, Stone ME, Proulx C, Ward, B. Hruby J. Maximum strength power performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res.* 2003a;17:739-45.
- Stone MH, Sands WA, Carlock J, Callan S, Dickie D, Daigle K, Cotton J, Smith SL, Hartman M. The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *J Strength Cond Res.* 2004;18:878-84.
- Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Carlock J, Cardinale M, Newton RU. Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1037-43.
- Ugarković D. Biomedicinske osnove sportske medicine. FB "Print". Novi Sad. 2004.
- Ugarkovic D, Matavulj D, Kukolj M, Jaric S. Standard anthropometric, body composition and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res.* 2002;16:227-30.

- Viitasalo JT, Hakkinen K, Komi PV. Isometric and dynamic force production and muscle performance in man. *J Hum Mov.* 1981;7:199-209.
- Weiss LW, Relyea, GE, Ashley, CD, and Propst, RC. Using velocity-spectrum squats and body-composition to predict standing vertical jump ability. *J Strength Cond Res.* 1997;11:14-20.
- Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med.* 2004;38:285-8.
- Wilson G, Lyttle A, Murphy A. Assessing dynamic performance: a comparison of rate of force development test. *J Strength Cond Res.* 1995;9:76-81.
- Wilson G, and Murphy A. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports Med.* 1996;22(1):19-37.
- Wolinsky I, and Driskell JA, Sports nutrition: Energy metabolism and exercise. 2008;9:255-7.
- Young W, Wilson G, and Byrne C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *J Sport Med Phys Fit.* 1991;39:285-93.
- Young W, McLean B, Ardagna J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 1995;35(1),13-9.
- Zatsiorsky M, and Kraemer J. Science and practice of strength training. Champaign, IL: Human Kinetics. 2006.
- Zatsiorsky V. Science and practice of strength training. Human Kinetics, Champaign, Illinois, USA. 1995.
- Ziv G, and Lidor R. Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:556-67.

## Prilog 1. Naslovna stranica objavljenog rada

# BODY COMPOSITION AND MUSCLE STRENGTH PREDICTORS OF JUMPING PERFORMANCE: DIFFERENCES BETWEEN ELITE FEMALE VOLLEYBALL COMPETITORS AND NONTRAINED INDIVIDUALS

NEMANJA ČOPIĆ,<sup>1</sup> MILIVOJ DOPSAJ,<sup>1</sup> JELENA IVANOVIĆ,<sup>2</sup> GORAN NEŠIĆ,<sup>1</sup> AND SLOBODAN JARIĆ<sup>3</sup><sup>1</sup>Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, Serbia; <sup>2</sup>Serbian Institute of Sport and Sports Medicine, Belgrade, Serbia; and <sup>3</sup>Department of Kinesiology and Applied Physiology, and Biomechanics and Movement Science, Graduate Program, University of Delaware, Newark, Delaware**ABSTRACT**

Čopić, N, Dopsaj, M, Ivanović, J, Nešić, G, and Jarić, S. Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: Differences between elite female volleyball competitors and nontrained individuals. *J Strength Cond Res* XX(X): 000–000, 2014—Studies of the role of various anthropometric, physiological, and biomechanical variables in performance of rapid movements have generally revealed inconsistent findings. Within this study, we tested the hypotheses that (a) both body composition and leg extensor strength variables would reveal significant relationship with jumping performance, whereas (b) the same relationships would be stronger in physically active nonathletes than in the elite athletes proficient in vertical jumping. Top-level female volleyball players (VP;  $N = 35$ ) and physically active female nonathletes (PA;  $N = 21$ ) were tested on maximum vertical jumps performed with and without arm swing, as well as on body composition (percent fat and muscle) and leg press strength (maximum force and the rate of force development). The results revealed significant relationships between the jumping performance and body composition variables that appeared to be higher in PA ( $r = 0.65$ – $0.76$ ; all  $p < 0.01$ ) than in VP ( $r = 0.37$ – $0.42$ ; all  $p \leq 0.05$ ). The relationships between the jumping performance and the leg strength variables were mainly significant ( $r = 0.23$ – $0.68$ ) and similar in 2 groups. We conclude that not only the leg extensor strength but also the body composition variables could be valid predictors of jumping performance and, possibly, other rapid movements. Moreover, the body composition variables that have been mainly neglected in the literature could be particularly

strong predictors of performance of jumping in nonathletes, as compared with relatively homogeneous populations of elite athletes.

**KEY WORDS** countermovement jump, force, fat, rapid movements

**INTRODUCTION**

High vertical jumping performance is not only of importance for success in both sport games and other athletic activities but is also related to other important physical abilities, such as sprint running and agility (11,22). Regarding the role of anthropometric measures, the effect of body size on muscle strength and power output has been discussed since the time of Galileo (27). The general effects of body size on various physical performance variables have been extensively studied over the past several decades, and various methods for physical performance normalization have been proposed (18,19,27). In particular, the most prevalent scaling models based on the presumption of geometric similarity have revealed that while the jumping height could be independent of body size, muscle strength increases proportionally to body mass on power  $2/3$  (18). However, relatively few studies have explored the effects of body composition on the performance of vertical jumps and other rapid movements, and their findings have been generally inconsistent. For example, although the percent muscle may not be a relevant predictor of the jumping performance in relatively lean population of physically active individuals (36), a moderately negative relationship could exist between the percentage fat and the jump height (35). Therefore, although the equipment for a quick and reliable assessment of body composition has recently become widely available, practitioners still lack knowledge regarding not only the general role of body composition in rapid movement performance but also whether that role differ across various populations.

One of the most frequently studied factors that could contribute to high jumping performance has been the

Address correspondence to Dr. Slobodan Jarić, jarić@udel.edu.  
0(0)/1–8

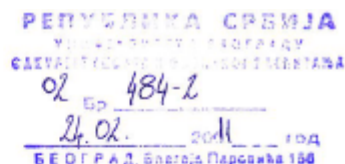
*Journal of Strength and Conditioning Research*  
© 2014 National Strength and Conditioning Association



**Prilog 2. Odobrenje Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičko vaspitanje**

Doktorska disertacija pod naslovom „Relacije morfoloških i kinetičkih parametara sa visinom skoka kod odbojkašica različite takmičarske uspešnosti” (mentor van. prof. dr Milivoj Dopsaj) je realizovana u okviru projekta „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni i vaspitni status populacije R Srbije” (br. 47015), koja je dobila odobrenje Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



Saglasnost Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu za realizaciju projekta „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni i vaspitni status populacije R Srbije“ (br. 47015)

Na osnovu uvida u plan projekta „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni i vaspitni status populacije R Srbije“ (br. 47015, rukovodilac doc. dr Milivoj Dopsaj), a koji je odobren od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj R Srbije u okviru ciklusa nacionalnih naučnih projekata za period 2011-2014. godine, Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu iznosi mišljenje da se, kako u koncipiranju tako i u planiranju realizacije istraživanja i primene dobijenih rezultata, polazilo od principa koji su u skladu sa etičkim standardima, čime se obezbeđuje zaštita ispitanika od mogućih povreda njihove psiho-socijalne i fizičke dobrobiti.

U skladu sa iznetim mišljenjem Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje saglasnost za realizaciju istraživanja planiranih projektom „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni i vaspitni status populacije R Srbije“ (br. 47015, rukovodilac doc. dr Milivoj Dopsaj) a koji je odobren od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj R Srbije u okviru ciklusa nacionalnih naučnih projekata za period 2011-2014. godine.

Za Etičku komisiju  
  
 red. prof. dr Dušan Ugarković  
  
 van. prof. dr Vladimir Koprivica

**Prilog 3. Izjava o autorstvu****Izjava o autorstvu**Potpisani Nemanja Čopićbroj upisa 4-DS/2010**Izjavljujem**

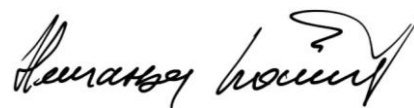
da je doktorska disertacija pod naslovom:

**RELACIJE MORFOLOŠKIH I KINETIČKIH PARAMETARA SA VISINOM SKOKA KOD ODBOJKAŠICA RAZLIČITE TAKMIČARSKE USPEŠNOSTI**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 14.6.2015. godine



---



**Prilog 4. Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada****Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada**

Ime i prezime autora: Nemanja Čopić

Broj upisa: 4-DS/2010

Studijski program: Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije

Naslov rada: Relacije morfoloških i kinetičkih parametara sa visinom skoka kod odbojkašica različite takmičarske uspešnosti

Mentor : dr Milivoj Dopsaj, vanredni profesor

Potpisani Nemanja Čopić,

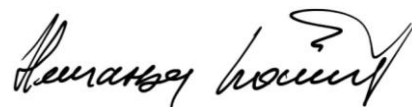
izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 14.6.2015. godine



**Prilog 5. Izjava o korišćenju****Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

**RELACIJE MORFOLOŠKIH I KINETIČKIH PARAMETARA SA VISINOM SKOKA KOD ODBOJKAŠICA RAZLIČITE TAKMIČARSKE USPEŠNOSTI**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo

2. Autorstvo - nekomercijalno

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo – bez prerade

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 14.6.2015. godine



**BIOGRAFIJA AUTORA**

**Osnovni podaci** - Kandidat **Nemanja Čopić**, rođen je 25.12.1985. godine u Kikindi, Republika Srbija.

**Obrazovanje** - Osnovnu školu je završio u Banatskom Velikom Selu, a srednju (Tehnička škola - elektrotehničar računara) u Kikindi. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu je upisao 2004. godine a završio je 2009. godine. Diplomirao je na temu: *Godišnji plan i program rada ženske seniorske ekipe OK „Kikinda*. Petu godinu je upisao 2009. godine na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu, koju završava 2010. godine, a završni rad pod nazivom *„Pripremni period ženske seniorske odbojkaške ekipe OK „Kikinda“ u sezoni 2009/2010“* uspešno brani 2010. godine. Školske 2010/2011. godine upisao se na program doktorskih akademskih studija „Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije“ na matičnom fakultetu.

**Radno iskustvo** - Od 2012. do 2013. godine je radio u Visokoj sportskoj i zdravstvenoj školi u Beogradu kao saradnik doktorand. Od 2014. godine radi kao asistent na Fakultetu za sport, u Beogradu.

**Projekti i monografije** - Do sada je bio angažovan kao saradnik „Praćenje fizičkih sposobnosti učenika osnovne škole u nastavi fizičkog vaspitanja“, izdavač Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd. Učesnik na projektu „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni, i vaspitni status populacije R Srbije“. Jedan je od koordinatora projekta „NTC učionica – jedinstveni sistem vežbanja“ za predškolski i mladi školski uzrast koji se sprovodi na teritoriji Opštine Kikinda“.

**Naučno istraživački rad** - Kandidat Nemanja Čopić je do sada publikovao 10 referentnih jedinica i to:

1. radovi u časopisima međunarodnog značaja – 2,
2. radovi u časopisima nacionalnog značaja – 4,
3. radovi publikovani u zbornicima međunarodnog značaja – 4.

**Radovi publikovani u časopisu međunarodnog značaja (M20)**

1. Čopić, N., Dopsaj, M., Ivanović, J., Nešić, G., Jarić, S. (2014). Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: differences between elite female volleyball competitors and nontrained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2709-2716.
2. Ivanović J., Dopsaj M., Čopić, N., Nešić, G. (2011). Is there a relation between maximal and explosive leg extensors isometric force? *Facta universitatis - series: Physical Education and Sport*, 9(3), 239-254.

**Radovi publikovani u časopisu nacionalnog značaja (M50)**

3. Dopsaj, M., Čopić, N., Nešić, G., Sikimić, M. (2012). Jumping performance in elite female volleyball players relative to playing positions: A practical multidimensional assessment model. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6 (1-4), 61-69.
4. Dimitrijević, R., Vuković, M., Čopić, N., Dopsaj, M. (2012). Strukturni pokazatelji komponenti masnog tkiva kod studentkinja Kriminalističko-policijske akademije. *Bezbednost-Beograd*, 54 (3), 62-85.
5. Dopsaj, M., Nešić, G., Čopić, N. (2010). The multicentroid position of the anthropomorphological profile of female volleyball players at different competitive levels. *Facta universitatis - series: Physical Education and Sport*, 8(1), 47-57.
6. Dopsaj, M., Čopić, N., Nešić, G., Sikimić, M. (2010). A simple mathematical model for estimating general jumping preparedness of senior female volleyball players. *Exercise and quality of life*. 2(2), 63-74.

**Radovi prezentovani na naučnim skupovima (M30)**

1. Čopić, N., Dopsaj, M., Ivanović, J. (2014). Jednačine specifikacije predikcije visine skoka na osnovu morfoloških i neuromišićnih karakteristika kod odbojkašica. *Četvrta međunarodna konferencija "Sportske nauke i zdravlje"*. Zbornik radova (str. 29-36). Panevropski Univerzitet, Aperion, Banja Luka.
2. Dopsaj, M., Ivanović, J., Čopić, N. (2014). Voluntary vs Non-voluntary muscle contractile explosivity: RFD vs RMTD as a possible new TMG parameter. TMG: Today and Future. *Isot 2014 international society of tensiomyography*, Rome, 5-10
3. Čopić, N., Dopsaj, M., Marković, M., (2012). Reliabilnost karakteristika sile reakcije podloge standardizovanih skokova uvis kod treniranih i netreniranih osoba ženskog pola. U: Dopsaj, M., Juhas, I., Kasum, G. (Ur.). Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih / Tematski zbornik radova. *Međunarodna naučna konferencija*, (str. 163-169), Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu

4. **Čopić, N.**, Nešić G. (2009). Analiza generalnih pokazatelja takmičarske efikasnosti igre ženske odbojkaške ekipe u toku godišnjeg makrociklusa – Primer ŽOK „Kikinda“, U Juhas, I., & Koprivica, V. (Ur.), Teorijski, metodološki i metodički aspekti takmičenja i pripreme sportista / Zbornik radova. (str. 84-89), *Međunarodna naučna konferencija*. Beograd: *Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu*.

Iz oblasti teme projekta doktorske disertacije, kandidat Nemanja Čopić je publikovao sledeće radove koji su direktno povezani sa predmetom istraživanja u doktorskoj disertaciji:

1. **Čopić, N.**, Dopsaj, M., Ivanović, J., Nešić, G., Jarić S. (2014). Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: differences between elite female volleyball competitors and non-trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2709-2716.
2. **Čopić, N.**, Dopsaj, M., Ivanović, J. (2014). Jednačine specifikacije predikcije visine skoka na osnovu morfoloških i neuromišićnih karakteristika kod odbojkašica. *Četvrta međunarodna konferencija "Sportske nauke i zdravlje"*. Zbornik radova (str. 29-36). Panevropski Univerzitet, Aperion, Banja Luka.
3. **Čopić, N.**, Dopsaj, M., Marković, M., (2012). Reliabilnost karakteristika sile reakcije podloge standardizovanih skokova uvis kod treniranih i netreniranih osoba ženskog pola. U: Dopsaj, M., Juhas, I., Kasum, G. (Ur.). *Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih / Tematski zbornik radova. Međunarodna naučna konferencija*, (str. 163-169), Beograd: *Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu*.
4. Dopsaj, M., **Čopić, N.**, Nešić, G., Sikimić, M. (2012). Jumping performance in elite female volleyball players relative to playing positions: A practical multidimensional assessment model. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6 (1-4), 61-69.