

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Nikola J. Majstorović

**Profil opštih i specifičnih motoričkih
sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji
etape razvoja sportskog majstorstva i
definisanja selekcionih kriterijuma**

Doktorska disertacija

Beograd, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Nikola J. Majstorović

**General and specific motor abilities of male and
female volleyball players in the function of
developmental stages and selection criteria
definition**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020.

MENTOR:

1. Redovni profesor dr Goran Nešić, Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerzitet u Beogradu.
-

ČLANOVI KOMISIJE:

1. Redovni profesor dr Milivoj Dopsaj, Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerzitet u Beogradu;
-

2. Redovni profesor dr Aleksandar Nedeljković, Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerzitet u Beogradu;
-

3. Vanredni profesor dr Zoran Savić, Fakultet za Sport i Fizičko Vaspitanje, Univerzitet u Prištini
-

Datum odbrane: _____

PREDGOVOR

Materijal prikazan u doktorskoj disertaciji zasnovan je na rezultatima koji su objavljeni u naučnim časopisima:

Časopisi međunarodnog značaja:

Majstorović, N., Dopsaj, M., Grbić, V., Savić, Z., Vićentijević, A., Aničić, Z., Zadražnik, M., Toskić, L., Nešić, G. (2020). Isometric Strength in Volleyball Players of Different Age: A Multidimensional Model. *Applied Sciences*, 10(12): 4107

Radovi izlagani na međunarodnim naučnim skupovima:

Majstorović, N., Nešić, G., Grbić, V., Savić, Z., & Dopsaj, M. (2019). *Assessment of specific agility in volleyball: reliability and validity of modified X running test*. Paper presented at the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019), Chelyabinsk, Russia.

PROFIL OPŠTIH I SPECIFIČNIH MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI ODBOJKAŠA I ODBOJKAŠICA U FUNKCIJI ETAPE RAZVOJA SPORTSKOG MAJSTORSTVA I DEFINISANJA SELEKCIONIH KRITERIJUMA

Sažetak

Modeliranje, odnosno profilisanje motoričkih sposobnosti je u dubokoj vezi sa dugoročnim razvojem sportiste i identifikacijom talenata zato što može da doprinese prepoznavanju pojedinaca koji su bolji od većine svojih vršnjaka u određenoj sportskoj grani. Veliki deo aktuelnih istraživanja, vezanih za motoričke sposobnosti u odbojci, procenjuje dve do tri sposobnosti i time se ograničava u smislu sveobuhvatnosti motoričkog prostora sportske grane. U kontekstu tih nedostataka u „pokrivanju“ kompletnog motoričkog prostora odbojkaške igre, kao i elitnog uzorka populacije iz Srbije, pojavljuje se potreba za istraživanjem koje će da obuhvati sve dominantne, a karakteristične motoričke sposobnosti i normira njihove rezultate u funkciji uzrasta, time definišući selekzione kriterijume u tom sportu.

Ciljevi ovog istraživanja su:

Predstaviti normativne vrednosti rezultata testova opštih (kontraktilni potencijali) i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica po uzrasnim kategorijama.

Definisati motorički profil odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta, kao i selekzione kriterijume na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti.

Uzorak ispitanika je bio podeljen po polu (muškarci N=112, žene N=371) i po uzrasnim kategorijama u četiri grupe: ispod 15 godina (U15), ispod 17 godina (U17), ispod 19 godina (U19) i ispod 21 godine (U21).

Ispitanici su izvodili 10 testova i to tri testa za procenu kontraktilnih potencijala (opštih motoričkih sposobnosti): Dinamometrija stiska šake (HG), Dinamometrija opružača leđa i kuka (LB), Dinamometrija opružača u skočnom zglobu (AE) i sedam testova za procenu specifičnih motoričkih sposobnosti: Pretklon u sedu (PuS), Iskret palicom (Iskr), modifikovani X test (X), Skok sa počučnjem sa zamahom rukama (CMJa), Skok sa počučnjem bez zamaha rukama (CMJ), Skok iz polučučnja (SJ), Bacanje medicinke (BM).

Deskriptivnim pokazateljima su izračunate normativne vrednosti svih testova za uzrasne kategorije (U15, U17, U19, U21) oba pola. Rezultati motoričkih sposobnosti su grupisani po srodnosti na opšte (kontraktilni potencijali) i specifične motoričke sposobnosti, nakon čega su matematičkim modelovanjem transformisane u jedinstvene Skor vrednosti. Dobijene su statistički značajne razlike između profila motoričkih sposobnosti predstavljenih Skor vrednostima različitih uzrasnih grupa, kao i između polova.

U skladu sa prvim ciljem ove studije definisani su multidimenzionalni profili mišićnih kontraktilnih potencijala odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta. Nalazi ukazuju da se najmlađa (U15) i najstarija uzrasna grupa (U21) razlikuju značajno i jedna u odnosu na drugu, kao i u odnosu na ostale dve grupe ($p < 0.001$), a sa druge strane nisu pronađene značajne razlike između dve srednje grupe (U17 i U19). Takođe, definisani su i multidimenzionalni profili specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta. Nalazi ukazuju da se kod odbojkaša najmlađa (U15) grupa značajno razlikuje od svih ostalih uzrasnih grupa ($p < 0.001$), a da se takođe U17 grupa značajno razlikuje od U21 ($p < 0.05$), dok su kod odbojkašica dve najstarije grupe (U19 i U21), koje se i međusobno značajno razlikuju u korist U21, postigle značajno bolje rezultate u odnosu na ostale dve grupe (U15 i U17).

U skladu sa drugim ciljem ove studije formirani su kompletni motorički profili odbojkaša i odbojkašica uzrasnih kategorija U15, U7, U19 i U21, kao i selekcionni kriterijumi na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti. Glavni nalaz ove studije jesu rezultati MANOVA-e koji su pokazali da postoje statistički značajne razlike između profila motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasnih grupa kako u funkciji Pola, tako i u funkciji Kategorije.

Odabrani testovi i procedure nude značajne informacije o objedinjenim rezultatima F_{\max} i RFD_{\max} tri važne mišićne grupe za odbojkaško nadigravanje, kao i specifičnih motoričkih sposobnosti, što omogućava uočavanje slabosti jednih, čak iako su ostale dobro razvijene. Profilisanje motoričkih sposobnosti u odbojci je važno za praćenje trenažnih efekata u okviru dugoročnog razvoja sportista.

Ključne reči: uzrast, sila, RFD, model, odbojka

Naučna oblast: Fizičko vaspitanje i sport

Uža naučna oblast: Nauke fizičkog vaspitanja, sporta i rekreacije

UDK broj: 796.325.012.1

GENERAL AND SPECIFIC MOTOR ABILITIES OF MALE AND FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS IN THE FUNCTION OF DEVELOPMENTAL STAGES AND SELECTION CRITERIA DEFINITION

Summary

Modeling, ie profiling of motor abilities, is profoundly connected with the long term athlete development and talent identification because it can contribute to the recognition of individuals who are better than most of their peers in a certain sport. Much of the current research, related to motor skills in volleyball, evaluates two to three abilities and is thus limited in terms of the comprehensiveness of the given sports motor area. In the context of these shortcomings in "covering" the entire motor area of volleyball, as well as the elite sample of the population from Serbia, there is a need for research that will include all dominant and characteristic motor abilities and offer normative data as a function of age, thus defining selection criteria in the sport.

The aims of this research are:

To present normative data of general (contractile potentials) and specific motor abilities of male and female volleyball players by age categories.

To define the motor profile of volleyball players of different ages, as well as selection criteria based on normative data of motor abilities.

The sample of subjects was divided by gender (men $N = 112$, women $N = 371$) and by age categories into four groups: under 15 (U15), under 17 (U17), under 19 (U19) and under 21 (U21).

Subjects performed 10 tests, three tests to assess contractile potentials (general motor abilities): Dynamometry of hand grip (HG), Dynamometry of back and hip extensors (LB), Dynamometry of ankle extensors (AE) and seven tests to assess specific motor abilities: Sit and Reach (PuS), Shoulder Flexibility (Iskr), modifikovani X Test (X), Countermovement Jump with Arm-swing (CMJa), Countermovement Jump without Arm-swing (CMJ), Squat Jump (SJ), Medicine Ball Throw (BM).

Descriptive statistics of normative data of all tests for age categories (U15, U17, U19, U21) of both genders were calculated. The results of motor abilities are grouped into general (contractile potentials) and specific motor abilities, after which they are transformed into unique Score values by mathematical modeling. Statistically significant differences were obtained between the profiles of motor abilities represented by the Score values of different age groups, as well as between the genders.

In accordance with the first aim of this study, multidimensional profiles of volleyball players muscular contractile potentials of different ages were defined. The findings indicate that the youngest (U15) and the oldest age group (U21) differ significantly in relation to each other, as well as in relation to the other two groups ($p < 0.001$), and on the other hand no significant differences were found between the two middle groups (U17 and U19). Also, multidimensional profiles of specific motor abilities of volleyball players of different ages were defined. The findings indicate that the youngest (U15) group of volleyball players differs significantly from all other age groups ($p < 0.001$), and that the U17 group also differs significantly from U21 ($p < 0.05$), while the two oldest groups of female volleyball players (U19 and U21), which also differ significantly in favor of U21, achieved significantly better results compared to the other two groups (U15 and U17).

In accordance with the second aim of this study, complete motor profiles of male and female volleyball players of age categories U15, U17, U19 and U21 were defined, as well as selection criteria based on motor abilities normative data. The main findings of this study are the results of MANOVA, which showed that there are statistically significant differences between the profiles of motor abilities of volleyball players of different age groups, both in the function of Gender and in the function of Category.

The selected tests and procedures offer significant information on the combined results of F_{\max} and RFD_{\max} of three important muscle groups for volleyball competition, as well as specific motor skills, which allows to recognize the weaknesses of ones, even though the others are well developed. Profiling motor skills in volleyball is important for monitoring training effects within the long-term athlete development.

Keywords: age, force, RFD, model, volleyball

Scientific field: Physical Education and Sport Narrow scientific field: Science of Physical Education, Sports and Recreation

UDK number: 796.325.012.1

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Mišićne grupe zastupljene u odbojkaškoj igri..... | 3 |
| 1.2. Motoričke sposobnosti karakteristične za odbojku | 4 |
| 1.3. Jačina i eksplozivnost..... | 6 |
| 1.4. Specifične motoričke sposobnosti..... | 7 |
| 1.5. Profilisanje motoričkih sposobnosti | 8 |
| 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA..... | 10 |
| 2.1. Jačina i eksplozivnost procenjivane izometrijskom dinamometrijom | 10 |
| 2.2. Specifične motoričke sposobnosti..... | 11 |
| 2.3. Motoričke sposobnosti po odbojkaškim pozicijama | 14 |
| 2.4. Motoričke sposobnosti po nivou treniranosti | 15 |
| 2.5. Motoričke sposobnosti po uzrastu..... | 17 |
| 2.6. Nedostaci dosadašnjih istraživanja..... | 18 |
| 3. PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA..... | 20 |
| 4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA..... | 21 |
| 5. METODE ISTRAŽIVANJA | 22 |
| 5.1. Uzorak ispitanika..... | 22 |
| 5.2. Protokol istraživanja..... | 22 |
| 5.3. Procedure istraživanja | 23 |
| 5.4. Prikupljanje i obrada podataka..... | 32 |
| 5.5. Statistička analiza..... | 33 |
| 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA..... | 35 |
| 6.1. Rezultati jačine i eksplozivnosti..... | 35 |
| 6.2. Rezultati specifičnih motoričkih sposobnosti | 37 |
| 6.3. Profil motoričkih sposobnosti sa normativnim vrednostima | 41 |
| 7. DISKUSIJA | 50 |
| 7.1. Diskusija rezultata jačine i eksplozivnosti | 50 |
| 7.2. Diskusija rezultata specifičnih motoričkih sposobnosti | 53 |
| 7.3. Diskusija rezultata profila motoričkih sposobnosti sa normativnim vrednostima | 58 |
| 8. ZAKLJUČAK..... | 63 |
| 8.1. Potencijalni značaj istraživanja | 65 |
| 9. LITERATURA | 67 |
| BIOGRAFIJA | 78 |
| PRILOZI | 83 |

SKRAĆENICE:

* - statistička značajnost na nivou < 0.05

** - statistička značajnost na nivou < 0.01

a – koeficijent nagiba regresione linije

AE – opružači skočnog zgloba

Agi – grupisane varijable agilnosti

ANOVA – univarijantna analiza varijanse

BM – bacanje medicinke

cm – centimetar

CMJ – skok sa počučnjem bez zamaha rukama

CMJa – skok sa počučnjem sa zamahom rukama

cV% - koeficijent varijacije

Flex – grupisane varijable fleksibilnosti

Fmax – maksimalna sila

HG – stisak šake

Iskr – iskret palicom

kg – kilogram

km/h – kilometar na čas

KMO – Keiser-Meyer-Olkin analiza

LB – opružači kuka i leđa

MANOVA – multivariatna analiza varijanse

Mean – srednja vrednost

N – broj ispitanika

N – Njutn

p – nivo statističke načajnosti razlika

PCA – Principal Component Analysis, faktorska analiza

PuS – pretklon u sedu

r – koeficijent korelacije

R² – koeficijent predikcije

RFD_{max} – maksimalna brzina razvoja sile

s – sekunda

SD – standardna devijacija

Sig – statistička značajnost

SJ – skok iz polučučnja

Skok – grupisane varijable skočnosti

Snaga – grupisane varijable snage

U15 – uzrasna grupa ispod 15 godina

U17 – uzrasna grupa ispod 17 godina

U19 - uzrasna grupa ispod 19 godina

U21 - uzrasna grupa ispod 21 godinu

X – modifikovani X test

1. UVOD

Odbojkaški sport je u Srbiji doživeo ekspanziju sredinom devedesetih godina prošlog veka, kada su se dogodili prvi uspesi muških nacionalnih selekcija na međunarodnim takmičenjima (bronzane medalje na Evropskom prvenstvu u Atini i Olimpijskim igrama u Atlanti). Od tog trenutka, pa sve do danas odbojka je donela preko 60 medalja u obe konkurencije sa velikih svetskih takmičenja, među kojima su i takvi uspesi kao što su Olimpijsko srebro i zlato (ženska selekcija, 2016. – Rio de Žaneiro; muška selekcija, 2000. – Sidnej), po dva srebra i bronzne u obe selekcije, kao i zlatnu medalju (ženska selekcija 2018. – Jokohama) na Svetskim prvenstvima, kao i zlato na Evropskom prvenstvu u obe konkurencije u istom trenutku (jedinstven uspeh u istoriji odbojke) 2011. i 2019. Kao posledica ovog neverovatnog niza uspeha, dostignutog na prostoru sa tako malom populacijom i ograničenim uslovima za rad, fokus svetske struke i nauke je uperen ka našoj odbojkaškoj zajednici sa pitanjima o poreklu tog uspeha. Jedno od prvih jeste upravo šta to naše odbojkaše i odbojkašice čini boljima od drugih? Koje su karakteristike njihovog odbojkaškog sazrevanja? Odgovor na ovo pitanje je višeslojan i svakako da ne može nikada biti kompletan i decidan, ali je moguće i neophodno što bolje i preciznije opisati one koji se ovim sportom bave, kroz karakteristike koje su za odbojkašku igru specifične i važne.

Sport predstavlja aktivnost sastavljenu od različitih oblika naglašenog ljudskog kretanja. Svaka sportska grana pred onoga ko se njome bavi stavlja karakteristične zahteve u pogledu sposobnosti koje su potrebne za uspešno učestvovanje i takmičenje. Te sposobnosti se razvijaju i unapređuju kroz treninge koji svojim obimom i intenzitetom utiču na oblikovanje ljudskog tela i kretnji koje ono može da izvede, pa tako različite sportske grane formiraju različite sportiste, odnosno kreiraju drugačije profile motoričkih sposobnosti kod svakog od njih (Ferioli et al., 2018).

Praćenje motoričkih sposobnosti je oduvek zauzimalo značajno mesto u razumevanju karakteristika sportske grane (Lidor, Côté, & Hackfort, 2009). Ti rezultati nude predstavu o fizičkim sposobnostima neophodnim za svaki naredni korak sportskog napredovanja (Isaev, Khomenko, Nenasheva, Shevtsov, & Batueva, 2019). Sposobnosti odabrane za formiranje profila treba da budu one koje su povezane sa izvođenjem elemenata igre, a samo testiranje mora da bude visoko pouzdano kada se sprovodi na različitim populacijama ispitanika.

Modeliranje, odnosno profilisanje motoričkih sposobnosti je u dubokoj vezi sa dugoročnim razvojem sportiste i identifikacijom talenata (Balyi, Way, & Higgs, 2013; Bompá & Carrera, 2015), zato što može da doprinese prepoznavanju pojedinaca koji su bolji od većine svojih vršnjaka u određenoj sportskoj grani (Zhao et al., 2019). Takođe, nedostaci sposobnosti prepoznati dovoljno rano mogu da pomognu u prevenciji od povreda, čime je selekcija u sportskoj grani, kao i terapijska dijagnostika značajno unapređena.

Uočavanje takvih karakterističnih skupova motoričkih sposobnosti i nivoa njihovog razvoja predstavlja važan aspekt nauke o sportu, iz više razloga. Pre svega, takvom analizom se sama sportska grana bolje i preciznije definiše, upoznaje i karakteriše, o njoj se više zna, pa se i njen razvoj može sa više sigurnosti diskutovati i planirati. Kada su u pitanju pojedinci koji se sportskom granom bave, tu je primena višestruka. U odabiru odgovarajućeg sporta na samom početku sportske karijere kod mladih je potrebno uočavati potencijale za razvoj telesnih dimenzija, karakteristika, kao i motoričkih sposobnosti, kako bismo ih usmerili u određenom pravcu i njihove potencijale za uspeh u određenom sportu iskoristili u najvećoj mogućoj meri. U kasnijim periodima, kada dolazi do selekcije, takođe je potrebno poznavati kakav trend razvoja sposobnosti je potreban kako bi se sportista usmerio u takmičenje i sistem prikladan njegovom nivou. Kod odraslih sportista ovakvim profilima se može izvršiti klasifikacija, odnosno kvalifikacija sportiste u smislu njegovog rangiranja i orijentacije u odnosu na sposobnosti elitnih takmičara u sportskoj grani kojom se bavi. Sam raspon primene čini ovakav način prepoznavanja nivoa sposobnosti karakterističnih za sportske grane (profilisanje) višestruko korisnim instrumentom.

Profilisanje sposobnosti sportiste predstavlja jezgrovito, odnosno objedinjeno prikazivanje ukupnog motoričkog statusa u kontekstu sposobnosti koje su za određenu sportsku granu karakteristične (Vandorpe et al., 2012). Izlazna vrednost profilisanja treba da bude konačan skor koji karakteriše motoriku sportiste u funkciji njegove sportske grane. Vrlo je važno da se te sposobnosti stave u istu ravan kako bi se posmatralo njihovo objedinjeno učešće u skoru na podjednakom nivou, uzevši u obzir da merne jedinice različitih testova za procenu sposobnosti mogu da budu drastično različite. Dobijenu vrednost, kao izlaz profilisanja, moguće je uporediti, rangirati i klasifikovati između različitih grupa unutar sportske grane, pa čak i između različitih sportskih grana, što je od velike koristi kako za nauku o sportu, tako i za sportsku praksu.

1.1. Mišićne grupe zastupljene u odbojkaškoj igri

Odbojka je linearno intervalna igra koja od igrača zahteva izvođenje kratkih visoko-intenzivnih akcija, praćenih periodima nisko-intenzivnih aktivnosti (Gabbett, Georgieff, & Domrow, 2007; Majstorović, Nešić, Grbić, Savić, & Dopsaj, 2019). Kao sportska igra, odbojka svakako fizički opterećuje i tokom igre aktivira kompletnu ljudsku muskulaturu, kroz različite oblike kretanja i pokreta pojedinačnih segmenata tela, međutim neke mišićne grupe su dominantnije opterećene od ostalih i može da se kaže da su karakteristične za samu sportsku granu. Ovakva struktura igre naglašava razvoj mišića u smeru jakih i brzih akcija, a udaljava se od opterećenja po tipu ciklične, kontinuirane aktivnosti, kako na treningu, tako i na utakmicama (Nešić et al., 2015). Smatra se sportom u kojem dominiraju jačina, snaga i eksplozivnost, koje se najčešće ispoljavaju kroz izvođenje različitih vrsta skokova i sposobnosti da se lopte smećiraju i serviraju velikim brzinama. Pošto je udeo skokova u napadačkim i odbrambenim akcijama na mreži (kao i sa servis linije) veliki, potpuno je razumljivo da je kod odbojkaša razvijenost muskulature opružaća nogu i trupa koji su ključni za kvalitetan odskok izuzetno važna. Najvažnija mišićna grupa u tom kinetičkom lancu jesu mišići opružači u skočnom zglobu, koji igraju presudnu ulogu u svim dinamičnim pokretima ljudskog tela u prostoru, gde pored gorepomenutih skokova takođe postoji i veliki broj brzih promena pravaca i kretnji u različitim smerovima koje se takođe realizuju uz pomoć ovih mišića. Opružači u zglobu kuka i leđa su bitni za realizaciju uspešnog i kontrolisanog skoka, kao i u fazi udarca u smeču, gde funkcionišu kao stabilizatori. Takođe, od razvijenosti ove muskulature zavisi i mirnoća i kvalitet finih korekcija položaja tela u prijemu servisa, i odbrambenim akcijama u polju koji, primera radi, dominantno određuju žensku odbojku. Kroz literaturu je pokazano da je kvalitet neuromišićne funkcije ravnomerno raspoređen kroz ljudsko telo, tako što jačina jedne mišićne grupe visoko korelira sa jačinom svih ostalih mišića u telu, pa je tako test za procenu jačine stiska šake našao široku primenu u naučnoj literaturi jer je jednostavan za izvođenje, pouzdan, a sa druge strane dovoljno informativan (Cronin, Lawton, Harris, Kilding, & McMaster, 2017; Nuzzo, McBride, Cormie, & McCaulley, 2008; Riviati, Setiati, Laksmi, & Abdullah, 2017; Zarić, Dopsaj, & Marković, 2018). Od svih pomenutih izometrijskih testova, izometrijski stisak šake je svakako najprirodnija aktivnost, odnosno najjednostavniji je za objašnjavanje ukoliko se izvodi sa mlađom populacijom (decom). U odbojci šaka predstavlja izuzetno važan deo tela, jer se tim segmentom ostvaruje kontakt sa loptom i njegova jačina je sa te strane još važnija, kada se govori o mišićima karakterističnim za sportsku granu.

1.2. Motoričke sposobnosti karakteristične za odbojku

Odbojka kao jedna od najdinamičnijih sportskih igara formira svoje sportiste u skladu sa potrebama igre koja je brza, eksplozivna i u kojoj poeni traju kratko (Nešić, 2006). Svaka od sposobnosti karakterističnih za odbojkaša ili odbojkašicu predstavlja direktnu posledicu potrebe konkretnog odbojkaškog elementa, odnosno elementa igre. Agilnost je verovatno i najzastupljenija sposobnost u odbojci, pošto je od izuzetne važnosti kako bi se na što efikasniji način ostvarila odbrana polja, kao i tranzicija iz odbrane u napad. Snaga, predstavljena u slučaju odbojke kroz skočnost je najvažnija u akcijama na mreži, kako napadačkim predstavjenim kroz smeč i različite vrste plasiranih lopti, tako i odbrambenim oličenim pre svega u blokiranju tih istih napada. Maksimalna sila i eksplozivnost, posebno donjih ekstremiteta, su važan preduslov za kvalitetan skok i što viši odskok, kako bi se došlo u situaciju za efikasno sprovođenje pomenutih akcija na mreži. Fleksibilnost predstavlja bitan faktor u odbojci pošto se veliki broj akcija u odbrani izvodi u niskim, gotovo prizemnim položajima, a pri izuzetnim brzinama, što može dovesti do istegnuća i drugih povreda mehaničkog tipa, ukoliko sportista ne poseduje dovoljno razvijenu fleksibilnost. Profilisanje sposobnosti sportista može da bude višestrano, ali se u literaturi najčešće pronalazi podela na profile opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti. Sposobnosti poput brzine, jačine i eksplozivnosti, koje su visoko nasledne i u osnovi većine drugih sposobnosti se smatraju opštim, odnosno bazičnim (Majstorović et al., 2020). Sa druge strane, sposobnosti koje su dominantno prisutne i manifestne kroz izvođenje kretanja u samoj sportskoj grani se smatraju specifičnim.

Kroz literaturu postoji niz različitih definicija svake od sposobnosti, pa su u kontekstu odbojkaške igre izdvojene sledeće:

- **Agilnost**

Agilnost predstavlja sposobnost brze promene tempa i pravca kretanja i kao takva je zastupljena u gotovo svim sportskim granama, pre svega u sportskim granama sa loptom, kao odgovor na promenjive okolnosti situacija u igri. U velikom broju tih sportskih grana sposobnost brze promena pravca je mnogo važnija od sposobnosti brzog kretanja u jednom pravcu tokom nekog dužeg perioda. Autori ovu sposobnost opisuju na različite načine, ali u kontekstu sportskih igara sa loptom, najprihvatljivija je definicija agilnosti kao složene sposobnosti koju karakterišu dve komponente: komponenta brzine promene pravca i

perceptivni faktor donošenja odluka (Sheppard & Young, 2006; Young, James, & Montgomery, 2002).

- **Snaga**

Snaga predstavlja sposobnost da se ispolji adekvatno potreban nivo sile pri proporcionalnoj brzini izvođenja pokreta. Nivo snage zavisi ne samo od tipa pokreta, već i od niza drugih karakteristika odabranog motornog zadatka (položaj tela, brzina izvođenja, tip i nivo spoljašnjeg opterećenja...) (Zatsiorsky, 2003). U sportskim granama po tipu snage prisutan je veliki broj pokreta koji sportisti izvode sa visokim nivoom snage u datim uslovima, pa tako u odbojci pri skoku za smeč sportista ima zadatak da u trenutku odskoka ispolji što veću silu opružača nogu za kratak period koliko traje faza kontakta sa podlogom, kako bi postigao što veću visinu skoka. Takođe, u trenutku izvođenja servisa, odbojkaš se trudi da ispolji što veću snagu pokreta rukom pri udarcu, kako bi uputio loptu što većom brzinom u protivničko polje.

- **Maksimalna sila**

Maksimalna sila, odnosno maksimalna jačina predstavlja sposobnost mišića da ostvari maksimalno intenzivan tonus tokom voljne kontrakcije naspram nekog supramaksimalnog spoljnog opterećenja. Maksimalna sila može da se ispoljava u dinamičnim i u statičkim uslovima i izražava se u jedinici mere Njutn (N). Faktori od kojih zavisi maksimalna sila su pre svega karakteristike samog mišića (tip vlakana, poprečni presek mišića) i uslovi u kojima se maksimalna sila ispoljava (tip pokreta, ugao delovanja mišića). U odbojci maksimalna sila se ispoljava pri udarcima po lopti, kada je zadatak da se lopta pošalje u protivničko polje maksimalnim brzinama, kakva je situacija pri smeču i smeč servisu, gde pokreti rukom zahtevaju ispoljavanje maksimalnih i submaksimalnih sila mišića podlakti, nadlakti, ramenog pojasa, pa i trupa. Takođe, mišići nogu ispoljavaju gotovo maksimalne sile pri momentalnoj amortizaciji tela pri doskoku, kao i u pri fazi odgurivanja od podloge pri skokovima i naskocima, kako različitim u fazama bloka, tako i u situacijama napada smečom.

- **Eksplozivnost**

Eksplozivnost, predstavljena kroz brzinu razvoja sile (Rate of Force Development - RFD), predstavlja sposobnost mišića da ispolji što veću silu u što kraćem vremenskom intervalu, kao i da ispolji određenu silu u što kraćem vremenskom intervalu (Mirkov, Nedeljkovic, Milanovic, & Jaric, 2004; Nešić, 2002). U velikom broju slučajeva, u dinamičkim sportovima koji se sprovode velikim brzinama, sportista nema dovoljno vremena da ispolji maksimalnu silu

mišića, uzevši u obzir da je interval za dostizanje maksimalne sile od oko 0.5 sekundi, pa sve do 2 sekunde (Thorstensson, Karlsson, Viitasalo, Luhtanen, & Komi, 1976). U takvim situacijama je od presudne važnosti da, za vreme koje ima na raspolaganju za kontrakciju mišića, sportista bude sposoban da dostigne što veću moguću silu kako bi pokret izveo što intenzivnije. Veliki broj situacija u odbojci se dešava u veoma kratkom vremenskom intervalu (Nešić, Sikimić, Ilic, & Stojanović, 2011), pa je tako sportisti neophodno da u odbrani odreaguje promenom položaja tela na loptu koja putuje brzinama preko 100 km/h, ili da u skoku u blok za što kraće vreme ispolji visok nivo sile pri kontaktu sa podlogom, kako bi odskočio što više i suprostavio protivničkom smeču.

- **Fleksibilnost**

Fleksibilnost je sposobnost vršenja pokreta velikim amplitudama (Nešić, 2002). Opseg pokreta zglobova u ljudskom telu je različita kako u zavisnosti od tipa zgloba, tako i od tipa pokreta koji se izvodi. Fleksibilnost je sposobnost koja ima važnu ulogu u gotovo svim sportskim granama, pa tako u nekim predstavlja suštinu bavljenja i uspešnog upražnjavanja (gimnastika, klizanje, ples...), dok u drugima predstavlja sastavni deo motoričkog profila sportiste kako bi bio u mogućnosti da se efikasno suprostavi zadacima koje sportska grana ispred njega postavlja. U odbojci je fleksibilnost najprisutnija u odbrambenim akcijama koje se izvode u prizemnim položajima i gde sportista postiže velike amplitude pokreta u zglobu kuka, kolena. Sa druge strane fleksibilnost ramenog pojasa je od presudne važnosti kako bi se sportista zaštitio od niza hroničnih prenaprezanja mišića koji vrše pokrete pri smeču, servisu i mnoge druge.

1.3. Jačina i eksplozivnost

Opseg motoričkog delovanja ljudskog lokomotornog aparata je izuzetno obiman i kao takav se ispoljava na različite načine. Termin „opšte“ ili „bazične“ motoričke sposobnosti podrazumeva genetski u većem, ili manjem stepenu određene sposobnosti, koje se kao latentne (prikrivene) dimenzije ili svojstva, nalaze zabeležene u genetskom kodu svakog čoveka, a u neposrednoj testovnoj situaciji ili živoj sportskoj aktivnosti se manifestno ispoljavaju, otuda izraz manifestne dimenzije. Aktuelne teme u naučnoj literaturi vezane za odbojku su uglavnom fokusirane na sposobnost realizacije vertikalnih skokova (skočnost – termin ustaljen u sportskoj praksi) i agilnost, kao najznačajnije manifestne dimenzije u igri, dok manji broj

autora istražuje mišićna ispoljavanja (kontraktilne potencijale) koja omogućavaju sportisti da izvodi te skokove, promene pravaca ili čak bilo koje drugo kretanje. Neki od vodećih teoretičara u struci (Kukolj, 2006; Željaskov, 2004) najčešće navode pod terminom opšte motoričke sposobnosti: silu, izdržljivost, brzinu, koordinaciju i gipkost. Sve ove komponente zajedno doprinose kvalitetu izvođenja pokreta u najvećem broju aktivnosti, odnosno u najvećem broju sportskih disciplina, dok svaka od tih disciplina svojim karakteristikama stavlja u prvi plan neke sposobnosti ispred drugih. U kontekstu odbojkaške igre od pomenutih sposobnosti najzastupljenije su: jačina i brzina razvoja sile, kao derivat sile (sila/vreme), koja na manifestnom nivou definiše eksplozivnu jačinu, odnosno eksplozivnost. U prilog ovoj temi govore i istraživači koji su se bavili pripremom sportista u odbojci, koja je podeljena takođe na opštu i specifičnu pripremu (Gambetta, 2007; Kraemer & Fleck, 2005), u sklopu koje se u prvom periodu radi na opštoj pripremi oličenoj kroz rad na izdržljivosti, sili, kao i opštoj koordinaciji, dok se tek kasnije integrišu i specifične sposobnosti kako bi se više približili uslovi samim karakteristikama odbojkaške igre.

1.4. Specifične motoričke sposobnosti

Prema mišljenju autora (Stijepić & Nićin, 2008): „Specifične motoričke sposobnosti su stečene u životu i posebno u pojedinim sportovima, a rezultat su specifičnog treninga, odnosno osobenog motoričkog funkcionisanja“. Dakle, gotovo svaki sport je pored testova za procenu opštih (bazičnih) motoričkih sposobnosti izgradio svoj autentični set testova za procenu specifičnih motoričkih sposobnosti koje su u uskoj vezi sa zadacima koje sportska grana stavlja ispred svojih sportista. U toku trenažnog procesa u određenoj sportskoj grani, bazične motoričke sposobnosti se modifikuju prema zahtevima dotičnog sporta. One su osnova na koju se nadgrađuju specifične motoričke sposobnosti. Najvažnije specifične sposobnosti se razlikuju od sporta do sporta, pa čak i unutar sportske grane između različitih igračkih mesta u ekipi i sam uspeh u sportu je u zavisnosti od mnogobrojnih specifičnih motoričkih, kao i ostalih sposobnosti. U kontekstu odbojke, kroz literaturu su najčešće pominjane: agilnost, skočnost (snaga), koordinacija, i snaga ramena i trupa (Battaglia, Paoli, Bellafiore, Bianco, & Palma, 2014; Lidor & Ziv, 2010a; Majstorović, et al., 2019; Skazalski, Whiteley, Hansen, & Bahr, 2018; Tsoukos et al., 2019). Fleksibilnost se pominje u kontekstu obe kategorije sposobnosti, u zavisnosti od karakteristika samog testa, ukoliko je način izvođenja testa blizak kretanjima prisutnim u sportskoj grani može da se svrsta u specifičnu fleksibilnost, dok se u suprotnom

fleksibilnost tretira kao opšta odnosno bazična sposobnost. Nasuprot tome, agilnost predstavlja osnovu igre u polju prepoznatu kroz akcije u odbrani, prelazu iz odbrane u napad i samoj pripremi za napad, gde svaki od igrača u sklopu svoje specifične uloge treba da izvede niz brzih i naglih kretnji i promena pravaca kako bi se doveo u što bolju poziciju da svoju akciju izvede. Uzevši u obzir prosečno trajanje poena u odbojci (Nešić, et al., 2011) jasno je zašto sve te kretnje moraju da budu izvedene izuzetno efikasno, pre svega kroz ispoljavanje visokog nivoa agilnosti kao odbojkaško specifične motoričke sposobnosti. Sa druge strane, finalni potezi koji u najvećem broju slučajeva donose poene jednoj ili drugoj ekipi su gotovo isključivo izvedeni uz skokove, što ovu sposobnost takođe svrstava u domen specifičnih sposobnosti za odbojkašku igru. U današnjoj odbojci gotovo svaki servis uključuje skok, a još izraženije svaki napad direktno zavisi od mogućnosti igrača da kroz skok ostvari što bolju poziciju da napadne protivnički teren. Sa druge strane i ekipa koja se od napada brani to čini u prvoj liniji kroz skokove u blok, a tek nakon toga odbranom polja. Skočnost je svakako jedna od odlučujućih karakteristika uspešnog odbojkaša ili odbojkašice i kao takva predstavlja značajnu determinantu u selekciji u ovom sportu (Skazalski, et al., 2018). Sam čin osvajanja poena je u najvećoj meri vezan za snagu ruku i ramenog pojasa, manifestovane kroz udarac u smeču. Sposobnost odbojkaša da što većom snagom uputi smeč ili servis u protivnički teren je značajan faktor u uspešnosti i određuje kolike su šanse da taj smeč prouzrokuje poen za napadačevu ekipu. Karakteristike pokreta pri smeču su identične pokretu bacanja iznad glave, tako da se sposobnost snage ruku i ramenog pojasa najčešće i procenjuje upravo kroz testove bacanja medicinke, ili lopte različitih veličina. Prostor koji je ostao neistražen tiče se objedinjenog, multidimenzionalnog profila specifičnih motoričkih sposobnosti koji bi sadržao informacije o svakoj pojedinačno i integrisao ih u jedinstvenu vrednost koja bi predstavljala trenutni nivo motoričke talentovanosti odbojkaša ili odbojkašice.

1.5. Profilisanje motoričkih sposobnosti

Profilisanje motoričkih sposobnosti predstavlja tehniku normiranja i kategorisanja rezultata testova za procenu motoričkih sposobnosti po kriterijumu uzrasta, nivoa treniranosti, ili bilo kog drugog kriterijuma od interesa. Ova tehnika se u savremenoj literaturi učestalo koristi u kontekstu identifikacije talenata (Coutinho, Mesquita, Fonseca, & De Martin-Silva, 2014; Robinson, Wattie, Schorer, & Baker, 2018) i sposobnosti koje bi mogle u tom procesu determinisanja da pomognu trenerima. Pa su tako antropometrijske karakteristike, prepoznate

kao faktor determinacije između sportista različitog nivoa treniranosti, jedna od učestalih predmeta posmatranja i analize (Dopsaj, Nešić, & Ćopić, 2010b). Kroz literaturu je pokazano da je višestranost, odnosno multidimenzionalnost profila, usled većeg broja informacija koji takva procedura nudi, jedan od najboljih načina da se uoče specifični skupovi osobina važnih za kvalitetno ispoljavanje elemenata sportske igre (Dopsaj, Ćopić, Nešić, & Sikimić, 2010a). Slične analize su zastupljene i pri upoređivanju motoričkih sposobnosti sportista različitih nivoa uspešnosti, kako bi se stekla jasnija slika o razlikama kako u manifestnom, tako i u latentnom motoričkom prostoru (Hansen, Bangsbo, Twisk, & Klausen, 1999).

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Jačina i eksplozivnost procenjuvane izometrijskom dinamometrijom

Modeliranje, odnosno profilisanje opštih sposobnosti, a pre svega sile (F_{\max}) i brzine razvoja sile (RFD_{\max}) kao kontraktilnih potencijala sportiste, je prisutnije u istraživanjima usmerenim na druge sportske grane (Śliwowski, Grygorowicz, Hojszyk, & Jadczyk, 2017; Spanias, Nikolaidis, Rosemann, & Knechtle, 2019), u kojima je procenjivanje sile vršeno uz pomoć različitih metoda, od dinamičkih (Krolo et al., 2020), preko izokinetičkih (Lyu, Lee, Chang, & Chang, 2020), pa sve do izometrijskih, bez obzira da li je u pitanju odbojka ili neka druga sportska disciplina (Marković, Dopsaj, Jovanović, Rusovac, & Cvetkovski, 2018; Martelli, Ciccarone, Grazzini, Signorini, & Urgelli, 2013). Procedurama koje uključuju integrisanje multidimenzionalnih karakteristika u jedinstven profil kontraktilnih potencijala, slično procedurama koje će biti korišćene i u ovoj studiji, prethodni autori (Marković, Dopsaj, Koprivica, & Kasum, 2018) su analizirali osobenosti mišićne funkcije ispitanika oba pola koji se aktivno takmiče u džudou. Veruje se da postoji visoka povezanost između maksimalne vrednosti izmerene izometrijske sile i sposobnosti zastupljenih u odbojkaškoj igri (Bunn, Ryan, Button, & Zhang, 2020), što je već dokazano za testove poput izometrijskog stiska šake i njegove povezanosti sa skočnošću ($r = 0.55 - 0.65$) (Kilic & Binboga, 2012) i snagom gornjeg dela trupa ($r = 0.65$) (Cronin, et al., 2017), kao i sa određenim aspektima odbojkaške tehnike poput brzine servisa i smeča (Melrose, Spaniol, Bohling, & Bonnette, 2007). Nasuprot studijama koje su fokusirane na silu gornjeg dela tela, potisak nogama je dominantna tehnika u studijama usmerenim na silu nogu (Biette, Tourny-Chollet, & Beuret-Blanquart, 2004; Ćopić, Dopsaj, Ivanović, Nešić, & Jarić, 2014; Kilic & Binboga, 2012) i njene korelacije sa različitim tipovima skokova ($r = 0.52 - 0.74$). Jačina nogu je važan aspekt profila motoričkih sposobnosti odbojkaša, pošto je pokazano da može da se koristi kao validan selekциони kriterijum (Ćopić, et al., 2014). Neki od vodećih autora u struci su pokazali da maksimalna izometrijska jačina, kao i eksplozivnost, pored toga što predstavljaju značajne karakteristike visoko-treniranih odbojkašica (Rajić, Dopsaj, & Abella, 2008), takođe mogu da se upotrebe za izračunavanje indeksa sinergije (relativni odnosi između varijabli jačine i eksplozivnosti) čime se dobijaju nove informacije u kontekstu kontraktilnih potencijala sportista.

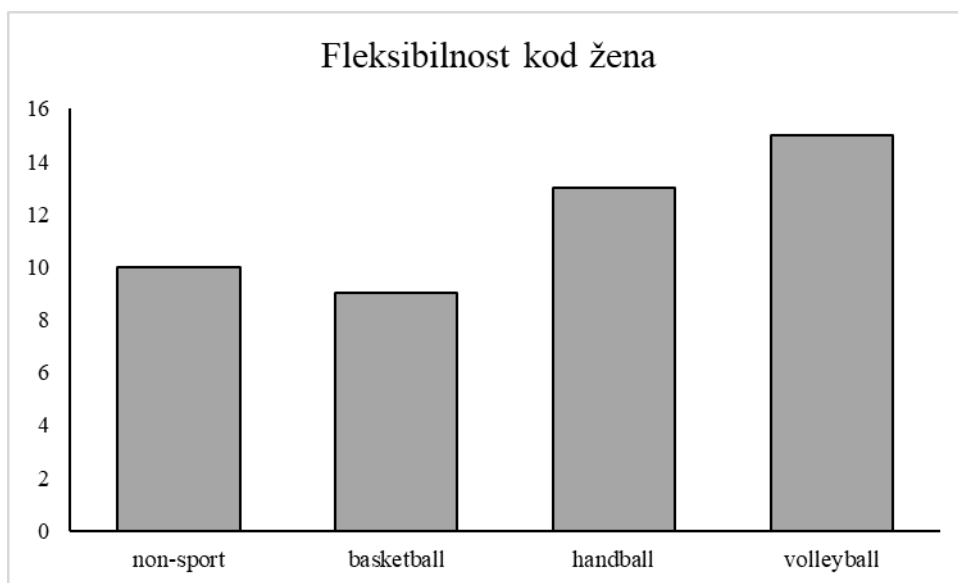
Razlike u izometrijskoj sili posmatrane su takođe i u kontekstu uzrasta (Schneider, Benetti, & Meyer, 2004), gde su autori uočili da ne postoje značajne razlike u sili opružača u zglobu kolena, a postoje u sili pregibača u zglobu lakta kod odbojkaša i odbojkašica uzrasta 9 – 18 godina. Povrh toga, autori (Rajić, Dopsaj, Carlos Pablos, Vicente Caratalla, & Karišik, 2013) ističu i značaj izometrijske sile, a posebno brzine razvoja sile (Rate of Force Development - RFD) kao značajnog faktora u kontekstu važnosti uspostavljanja sistema praćenja i kontrole razvoja eksplozivnosti kod odbojkaša. I pored brojnih navedenih istraživanja fokusiranih na značaj sile kod odbojkaša i odbojkašica, idalje nije jasno potvrđena relevantnost izometrijskog testiranja sile u odbojci i u dinamičkim aktivnostima uopšte (Baker, Wilson, & Carlyon, 1994), ali visoka pouzdanost i brojne informacije o kontraktilnim potencijalima koje mogu da se dobiju iz ovakvog tipa testiranja stavljaju ovu proceduru za procenu sile ispred ostalih (Blakley, Quiñones, Crawford, & Jago, 1994; Toonstra & Mattacola, 2013).

Uzevši u obzir povezanost sa različitim sposobnostima specifičnim za odbojkašku igru, izometrijska sila se smatra odgovarajućim selekcionim kriterijumom u odbojci (Ćopić, et al., 2014; Cronin, et al., 2017). Jednostavna, terenska procedura mogla bi da pruži korisno i efikasno dijagnostičko sredstvo za periodično praćenje, čime bi proces selekcije bio dodatno unapređen. Odabrali smo stisak šake, kao i opružače u zglobu kuka i skočnog zgloba, kako bismo temeljno istražili aspekte uključene u ispoljavanje sile ruku, tela i nogu. Ove mišićne grupe su uključene u većinu pokreta tokom odbojkaškog nadigravanja, u toku treninga ili utakmica, što ih čini prikladnim za prikupljanje normativnih rezultata u funkciji selekcije i identifikacije talenata. Više mišićnih grupa pruža više informacija, koje su potom sumirane u multidimenzionalni integrisani skor kao generalni, odnosno opšti prediktor motoričkog potencijala u odbojci. Normativne vrednosti kontraktilnih potencijala, posmatrane tokom dužeg perioda razvoja odbojkaša, doprinele bi da proces selekcije, u pogledu sile potrebne za određeni odbojkaški nivo, bude daleko sveobuhvatniji. Procedure namenjene ovom tipu praćenja razvoja sposobnosti trebalo bi da budu terenske, kako bi mogle da se izvedu izvan laboratorija, čime bi bile značajno efikasnije i svrsishodnije za učestalu upotrebu.

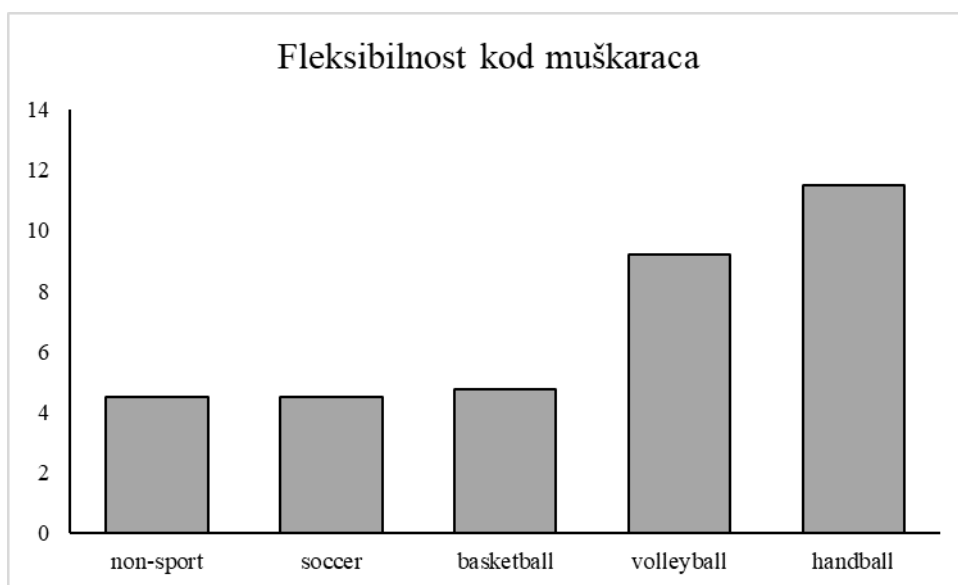
2.2. Specifične motoričke sposobnosti

U literaturi postoji nekoliko karakterističnih oblasti istraživanja kada su u pitanju motoričke sposobnosti odbojkaša i odbojkašica. Većina studija se bavi izolovanom sposobnošću ili

manjim grupama motoričkih sposobnosti i posmatra njihov razvoj u kontekstu odbojkaške igre. Skočnost, kao najuočljivija karakteristika odbojkaške igre, ima izuzetno rasprostranjen opseg istraživanja koja posmatraju: uticaje različitih treninga na njen razvoj (Ćopić, et al., 2014; Gjinovci, Idrizovic, Uljevic, & Sekulic, 2017; Kim, Min, Choi, & Kim, 2016; Mroczek et al., 2018; Sharma, Geovinson, & Singh, 2012; Silva et al., 2019), načine na koji se manifestuje na utakmicama/treninzima (Kavanaugh, Mizuguchi, Sands, Ramsey, & Stone, 2018; Lima, Palao, & Clemente, 2019), faktore koji su za skočnost značajni (Ikeda, Sasaki, & Hamano, 2018; Tramel, Lockie, Lindsay, & Dawes, 2019), načine na koje može da se meri (Charlton, Kenneally-Dabrowski, Sheppard, & Spratford, 2017; Dopsaj, et al., 2010a; Skazalski, et al., 2018), kao i uticaj zamora na ovu sposobnost (Brazo-Sayavera et al., 2017). Deo istraživanja se bavi brzinom kod odbojkaša (Alipasali et al., 2019), iako ona ne može da se smatra karakterističnom sposobnošću za odbojku ukoliko se posmatra u formi linearne brzine lokomocije na distancama dužim od 10 metara. Uzevši u obzir dimenzije odbojkaškog terena, kao i delove tog terena koje predstavljaju zonu odgovornosti jednog igrača, vrlo retko dolazi do razvijanja maksimalne brzine lokomocije. U odbojci su uglavnom zastupljene kraće pretrčane distance u kojima je od veće važnosti brzina reakcije i sposobnost ubrzanja od same maksimalne brzine. Sa druge strane agilnost, kao jedna od zastupljenijih sposobnosti u odbojci prisutna je i u literaturi uglavnom kroz istraživanja koja se bave faktorima koji utiču na agilnost u odbojci (Majstorović, et al., 2019; Purkhús, Krustup, & Mohr, 2016). Agilnost je važna u akcijama odbrane, tranzicije iz odbrane u napad i u samom napadu. Fleksibilnost, ključna za neke od odbrambenih akcija u toku odbojkaškog nadigravanja, ima svoje mesto u nekoliko studija koje se uglavnom bave uticajem različitih modela istežanja na tu sposobnost kod odbojkašica ili odbojkaša (Čelik, 2017; Lee, Etnyre, Poindexter, Sokol, & Toon, 1989). Istraživanja koja govore u prilog tvrdnji da je fleksibilnost sposobnost koja je prisutna u odbojkaškoj igri, a s time i u trenažnom procesu (Dopsaj, 1994) pokazala su da odbojkašice, zajedno sa rukometašicama imaju značajno bolje razvijenu sposobnost fleksibilnosti zadnje lože buta od košarkašica, i ispitanica koje se ne bave sportom (Slika 1), a te razlike su još izraženije kada se posmatraju ispitanici muškog pola (Slika 2).



Slika 1. *Fleksibilnost ispitanica iz različitih sportskih grana (Dopsaj, 1994)*



Slika 2. *Fleksibilnost ispitanika iz različitih sportskih grana (Dopsaj, 1994)*

Ovakva istraživanja su manjeg obima, ali su svakako značajna radi sticanja makar delimične slike o motoričkim sposobnostima odbojkaša i odbojkašica. Njihova manjkavost se ogleda u tome što bi studije pojedinačnih sposobnosti tek naknadno mogle da se grupišu sa studijama sprovedenim na sličnim uzorcima kako bi se dobila kompletna slika motoričkog statusa. Daleko obimnija i obuhvatnija su istraživanja u kojima se posmatra ceo niz motoričkih sposobnosti koje su stavljene u kontekst različitih kategorija odbojkaša ili odbojkašica. Te

kategorije mogu da budu vezane za uzrast ispitanika, pol, nivo treniranosti, odnosno rang takmičenja ili neke druge. Ovakve studije bolje opisuju pomenute uzorke, jer su pre svega celishodnije, pošto se sve te sposobnosti procenjuju na istim ispitanicima i u istom trenutku.

2.3. Motoričke sposobnosti po odbojkaškim pozicijama

Paz i saradnici (Paz et al., 2017) su pronašli razlike u agilnosti mladih odbojkašica, posmatranih po kriterijumu pozicija u timu, pa su tako krajnji napadači i libera postigli bolje rezultate u Illinois testu u odnosu na dizače i srednje blokere. Sa druge strane nisu primećene razlike u fleksibilnosti, skočnosti niti u sposobnosti održavanja ravnoteže između odbojkašica različitog uzrasta.

Slično istraživanje, ali na uzorku odraslih odbojkašica sprovedli su Mielgo-Ayuso i saradnici (Mielgo-Ayuso, Calleja-González, Clemente-Suárez, & Zourdos, 2015) i pokazali da postoje razlike između igračkih pozicija prevashodno u antropometrijskim karakteristikama, dok se motoričke sposobnosti razlikuju samo kod pojedinih pozicija, pa tako dizači agilniji i skočniji od blokera i libera, dok su krajnji napadači pokazali bolje rezultate u testu bacanje medicinke.

Schaal i saradnici (Schaal, Ransdell, Simonson, & Gao, 2013) su upoređivali motoričke sposobnosti (agilnost, skočnost, izdržljivost) na uzorku američkih koledž i srednjoškolskih odbojkašica različitih pozicija u timu. Snaga donjeg dela trupa i nogu, predstavljena kroz test skočnosti, je bila jedina varijabla kod koje su utvrđene statistički značajne razlike između odbojkašica različitih pozicija.

Istraživači Marques i saradnici (Marques, Van den Tillaar, Gabbett, Reis, & González-Badillo, 2009), koji su takođe posmatrali pozicione razlike, ovaj put između odraslih ispitanika muškog pola, došli su do zaključka da postoje značajne razlike u maksimalnoj sili, pa su tako korektori i primači značajno bolje rezultate postigli u odnosu na dizače i libera u testu „benč press“, dok se u testu „parallel squat“ dizači izdvajaju kao značajno lošiji u odnosu na korektore i srednje blokere. Testovi za procenu snage (bacanje medicinke, skok sa počučnjem bez zamaha rukama) nisu determinisali razlike između različitih igračkih pozicija. Ovakve nalaze su potvrdili i drugi istraživači (Gonçalves, Lopes, Nunes, Marinho, & Neiva, 2019) koji su se takođe bavili tematikom uticaja igračke pozicije na sposobnost vertikalnog skoka u uslovima sa zamahom i

bez, kao i snage ramena i trupa, gde nisu pronašli statistički značajne razlike između odraslih odbojkaša različitih pozicija u timu.

Fleksibilnost je sposobnost koja je bila predmet studije Duncana i saradnika (Duncan, Woodfield, & Al-Nakeeb, 2006), koji su posmatrali razlike u antropometrijskim i fiziološkim karakteristikama elitnih mladih (17.5 ± 0.5 godina starosti) odbojkaša iz Engleske, polaznika kampa za perspektivne odbojkaše iz te zemlje. Nalazi ukazuju da su igrači na poziciji primača servisa imali značajno bolje rezultate na testovima za procenu fleksibilnosti zadnje lože buta i donjeg dela leđa (pretklon u sedu) u odnosu na igrače na poziciji korektora. Nisu uočene značajne razlike između igrača na ostalim igračkim pozicijama u timu.

2.4. Motoričke sposobnosti po nivou treniranosti

Istraživači su, pored razlika po pozicijama posmatrali i razlike u motoričkim sposobnostima u kontekstu različitih nivoa treniranosti, pa su tako jedno od prvih istraživanja razlika između odbojkašica elitnog nivoa i nacionalnog nivoa takmičenja sprovedli su Spence i saradnici (Spence, Disch, Fred, & Coleman, 1980) još 1980. godine, gde pored razlika u antropometrijskim karakteristikama nisu pronašli razlike u varijablama za procenu snage. Istraživanje je sprovedeno na ispitanicama koje su bile u sastavu reprezentacije Sjedinjenih Američkih Država i onih koje nisu uspele da budu deo krajnjeg spiska.

U preglednom radu, (31 studija) fokusiranom na motoričke sposobnosti i antropometrijske karakteristike odbojkašica Lidor i saradnici (Lidor & Ziv, 2010b) su došli do zaključka da se u većini studija pokazalo da su razlike između igrača višeg nivoa u odnosu na one nižeg nivoa najzastupljenije u visini vertikalnog skoka, kao i u visini i donekle masi. U sličnom istraživanju, isti autori (Lidor & Ziv, 2010c) su pokazali da je razlika između onih odbojkaša koji započinju utakmicu (startnih šest) i onih koji su rezerve, takođe najčešće vidljiva u rezultatima testova za procenu visine skoka.

Istraživanje na uzorku mladih odbojkašica sprovedli su Grgantov i saradnici (Grgantov, Milić, & Katić, 2013) posmatravši eksplozivnost i snagu odbojkašica kroz 14 testova koji su nakon toga stavljeni u kontekst situacione uspešnosti, odnosno trenažnog nivoa. Rezultati su doveli do zaključka da skočnost, procenjena kroz specifične skokove (skok za smeč, sa i bez zaleta) determiniše razliku između manje uspešnih i uspešnijih mladih odbojkašica.

Kada su u pitanju istraživanja u kojima je uzorak ispitanika muškog pola Goncalves i saradnici (Gonçalves, et al., 2019) su posmatrali razlike između elitnih i subelitnih odraslih odbojkaša iz Portugalskog nacionalnog šampionata. Sposobnosti koje su bile predmet ove studije su skočnost (skok sa i bez počučnja i zamaha rukama, skok za smeč i blok) i snaga ramena i trupa (bacanje medicinke). Rezultati su pokazali da postoje statistički značajne razlike u odnosu na faktor nivoa treniranosti i da su elitni odbojkaši imali bolje rezultate na sprovedenim testovima nego igrači subelitnog nivoa.

Gabbet i saradnici (Gabbett & Georgieff, 2007) su posmatrali razlike između juniorskih australijskih odbojkaša i odbojkašica elitnog (14 muškaraca, 20 devojaka), nacionalnog (16 muškaraca, 42 devojke) i početnog nivoa (27 muškaraca, 34 devojke) i došli do nalaza da postoje statistički značajne razlike u antropometrijskim karakteristikama, kao i u mišićnoj snazi donjeg dela tela, agilnosti i maksimalnoj aerobnoj moći.

Istraživanjem, sprovedenim na 253 odbojkaša i odbojkašice Slovenačke prve i druge lige takmičenja, posmatrane su razlike u skočnosti izražene kroz nekoliko vrsta skokova (skok iz polučučnja, skok sa počučnjem, skok za smeč, skok za blok) opštih i specifičnih za odbojkašku igru (Sattler, Hadžić, Dervišević, & Marković, 2015). Uočene su statistički značajne razlike kada se posmatra varijabla skoka iz polučučnja, gde su igrači višeg nivoa treniranosti imali bolje rezultate.

Posmatrajući rezultate maksimalne sile i brzine razvoja sile opružaća u skočnom zglobu kod odbojkaša različitih nivoa takmičenja u Tajvanskoj ligi pokazalo se da su igrači prve lige imali značajno bolje rezultate u testovima za procenu neuromišićne funkcije ove izuzetno važne mišićne grupe. Takođe, uočene su i razlike u visini vertikalnog skoka između posmatranih grupa ispitanika, što je bilo i očekivano, s obzirom na povezanost sa rezultatima sile i eksplozivnosti listova (Un et al., 2013).

Odbojka na pesku, kao srodna sportska grana takođe je bila predmet istraživanja, pa su tako autori (Batista, De Araujo, & Guerra, 2008) na uzorku od 38 brazilskih odbojkaša koji su se takmičili na nacionalnom nivou posmatrali razlike u vertikalnom skoku kroz nekoliko različitih varijabli (skok za smeč, skok za blok). Rezultati koje su dobili pokazuju da je skočnost sposobnost koja može da determiniše odbojkaše različitog nivoa treniranosti u odbojci na pesku.

2.5. Motoričke sposobnosti po uzrastu

Kitamura i saradnici (Kitamura et al., 2017) su posmatrali razlike između odbojkaša elitnog nivoa iz Brazilskog nacionalnog prvenstva, podeljenih u četiri uzrasne kategorije (U17, U19, U21 i odrasli). Sposobnosti koje su testirane su skočnost i snaga nogu, a rezultati do kojih su došli pokazuju da odrastanje samo po sebi ne mora da dovede do poboljšanja u ovim sposobnostima, već je neophodno kroz trenažnu tehnologiju dodatno uticati na napredak u snazi nogu i samoj sposobnosti skočnosti.

Nešić i saradnici (Nešić, et al., 2015) su posmatrali razlike između tri podgrupe podeljene po uzrastu (62 odbojkašice uzrasta 13-15 godina) u antropometrijskim karakteristikama, kao i motoričkim sposobnostima. Rezultati ukazuju da postoje statistički značajne razlike između odbojkašice različitih uzrasta u sposobnostima: agilnost, skočnost, fleksibilnost, kao i u posmatranim antropometrijskim karakteristikama.

Jandova i saradnici (Jandova & Janura, 2019) su kroz dve različite uzrasne grupe poljskih odbojkašica (U16 i odrasle) posmatrali visinu i efikasnost vertikalnog skoka. Rezultati su pokazali da ne postoje statistički značajne razlike ni za jednu od posmatranih varijabli, vrednosti visine skoka za nekoliko različitih vrsta skokova su približne, a efikasnost u fazi odgurivanja od podloge je na niskom nivou za obe posmatrane grupe.

Relativni uticaj uzrasta posmatrali su i Papadopoulou i saradnici (Papadopoulou, Papadopoulou, Rosemann, Knechtle, & Nikolaidis, 2019) na uzorku mladih selektiranih i neselektiranih grčkih odbojkašica. Sposobnosti koje su posmatrane su: fleksibilnost, skočnost, izometrijsku jačinu i izdržljivost. Nije uočen statistički značajan relativni uticaj uzrasta na posmatrane varijable, ali su uočene razlike kod nekih sposobnosti u apsolutnim vrednostima uzrasnih grupa.

Uticaj uzrasta na motoričke sposobnosti polaznica srednje škole i koledža u Americi su posmatrali Schaal i saradnici (Schaal, et al., 2013). Testovi koje su sprovodili na 60 ispitanica pomenutog uzrasta su bili vezani za sposobnosti: agilnosti, skočnosti i izdržljivosti. Rezultati dobijeni u ovoj studiji navode na zaključak da su starije odbojkašice polaznice koledža agilnije, skočnije i da imaju bolju anaerobnu izdržljivost u odnosu na odbojkašice srednjoškolskog uzrasta.

2.6. Nedostaci dosadašnjih istraživanja

Pregledom literature koja se bavi motoričkim sposobnostima odbojkaša i odbojkašica moguće je grupisati studije u dve veće kategorije, ona koja se bave izolovanom sposobnošću i ona koja posmatraju grupe sposobnosti, time opisujući u manjoj ili većoj meri profil različitih uzoraka ispitanika. Istraživanja koja se bave jednom sposobnošću (Alipasali, et al., 2019; Brazo-Sayavera, et al., 2017; Çelik, 2017; Charlton, et al., 2017; Ćopić, et al., 2014; Gjinovci, et al., 2017; Ikeda, et al., 2018; Kavanaugh, et al., 2018; Kim, et al., 2016; Lee, et al., 1989; Lima, et al., 2019; Mroczek, et al., 2018; Purkhús, et al., 2016; Sharma, et al., 2012; Silva, et al., 2019; Skazalski, et al., 2018; Tramel, et al., 2019), koliko god ona bila zastupljena u odbojkaškoj igri, nisu dovoljna da se stekne predstava o profilu motoričkih sposobnosti jednog sportiste. Kako bi se odgovorilo takvom zadatku potrebno je odabrati grupu sposobnosti koje bi mogle da što detaljnije odnosno što preciznije, opišu ono što su glavne karakteristike motoričkog prostora odbojkaške igre.

Druga oblast istraživanja se bavi grupama motoričkih sposobnosti, gde svaka od studija vrši selekciju sposobnosti koje smatraju interesantnim, ili karakterističnim i time za nauku značajnim. Ove studije kao kriterijume za upoređivanje različitih grupa koriste kako različite trenazne nivoe, tako i različite uzrasne grupe i polove, što omogućava prve korake u normiranju rezultata testova za procenu motoričkih sposobnosti.

Takođe, profilisanje kontraktilnih potencijala u sklopu dugoročnog sportskog planiranja se obično sastoji od nekoliko sposobnosti, kako bi ponudilo što širu i jasniju sliku karakteristika sportiste. Prethodni autori koji su istraživali izometrijsku silu u odbojci uglavnom su je posmatrali na pojedinačnoj mišićnoj grupi (Rousanoglou, Barzouka, & Boudolos, 2013) po kriterijumu godina (Melrose, et al., 2007) i igračke pozicije (Hadzic, Sattler, Veselko, Markovic, & Dervisevic, 2014). Ne postoji istraživanje u dostupnoj literaturi koje se sveobuhvatno bavi silom i eksplozivnošću, kao kontraktilnim potencijalima odbojkaša i odbojkašica kroz mlađe kategorije, što bi ponudilo korisne smernice u pogledu mišićnih karakteristika kao posebno značajnog segmenta u identifikaciji talenata.

Veliki deo pomenutih istraživanja, kroz testirane varijable, procenjuje dve do tri sposobnosti i time se takođe ograničava u smislu sveobuhvatnosti motoričkog prostora jedne sportske grane u kojoj je najmanje pet sposobnosti zastupljeno u gotovo svakom nadigravanju, odnosno poenu. Pored ovog nedostatka, još jednu važnu „prazninu“ u literaturi predstavlja odsustvo

većeg broja istraživanja sa ovakvom tematikom, a sprovedenih na uzorku odbojkaša i odbojkašica iz Srbije, koji predstavljaju elitni uzorak u ovoj sportskoj grani. Problem prepoznat u pregledu literature, a koji se ogleda u kontekstu tih nedostataka u „pokrivanju“ kompletnog motoričkog prostora odbojkaške igre, kao i elitnog uzorka populacije iz Srbije, iziskuje potrebu za istraživanjem koje će da obuhvati sve karakterisitčne motoričke sposobnosti i normira njihove rezultate u funkciji uzrasta, time definišući selekzione kriterijume u tom sportu. U skladu sa time postavlja se pitanje da li postoje razlike između grupa motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasta?

3. PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

U skladu sa problemom istraživanja, postavljeni su: predmet, ciljevi, hipoteze i zadaci istraživanja

Predmet istraživanja se odnosi na procenu odabranih motoričkih sposobnosti, karakterističnih za odbojkašku igru i normiranje rezultata u kontekstu različitih uzrasnih grupa na uzorku dovoljno opsežnom kako bi se formirali standardi. Testirane su motoričke sposobnosti odbojkaša i odbojkašica od pionirskog do seniorskog uzrasta, kako bi bile evaluirane sve etape razvoja sportskog majstorstva. Na ovaj način formiran je profil motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta koji nudi referentne vrednosti rezultata testova onih karakteristika koje su specifične za odbojku, kao i selekcionih kriterijuma za buduća testiranja.

Ciljevi i zadaci istraživanja su:

Cilj 1: Predstaviti motoričke profile na osnovu vrednosti rezultata testova opštih (kontraktilni potencijali) i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica po uzrasnim kategorijama

Cilj 2: Definisati kompletan motorički profil odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta, kao i selekzione kriterijume na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti.

Zadaci istraživanja:

- Formirati uzorak ispitanika na osnovu potreba istraživanja (kriterijuma učešća u studiji)
- Pre početka testiranja upoznati ispitanike sa studijom i potencijalnim rizicima koje testiranje može da ima
- Izvršiti merenje antropometrijskih karakteristika ispitanika
- Izvršiti testiranje motoričkih sposobnosti ispitanika
- Prikazati rezultate deskriptivne statistike svih testova po kriterijumu uzrasta i pola
- Matematičkim modeliranjem rezultate motoričkih testova postaviti u istu ravan
- Izvršiti statističku analizu
- Prikazati rezultate statističke analize i interpretirati ih u kontekstu prethodnih istraživanja
- Predstaviti značaj studije za nauku i praksu

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

U skladu sa definisanim predmetom ciljevima i zadacima istraživanja, a zasnovano na teorijskoj postavci rada postavljene su sledeće hipoteze:

Hipoteza 1: Biće utvrđene statistički značajne razlike na testovima sile i eksplozivnosti u odnosu na uzrasne kategorije u funkciji pola.

Hipoteza 2: Biće utvrđene statistički značajne razlike na testovima specifičnih motoričkih sposobnosti u odnosu na uzrasne kategorije u funkciji pola.

Hipoteza 3: Biće utvrđene statistički značajne razlike kod rezultata primenjenih testova, kao i kompletnog profila motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasta.

Hipoteza 4: Na osnovu dobijenih rezultata biće definisani statistički značajni profili za procenu motoričke talentovanosti za odbojku, kao i normativne vrednosti za svaki od testova.

5. METODE ISTRAŽIVANJA

5.1. Uzorak ispitanika

Ispitanici su podeljeni po polu (muškarci N=112, žene N=371) i po uzrasnim kategorijama u četiri grupe: ispod 15 godina (U15), ispod 17 godina (U17), ispod 19 godina (U19) i ispod 21 godine (U21). Deskriptivna statistika uzorka ispitanika je prikazana u Tabeli 1 sa podacima o osnovnim karaktersitkama ispitanika predstavljenim kroz srednje vrednosti (Mean) i standardne devijacije (SD). Kriterijum za uključivanje u studiju bio je da ispitanici nemaju nikakve povrede koje bi mogle da utiču na rezultate studije. Dodatni kriterijum za uključivanje u studiju bio je da su ispitanici morali da treniraju odbojku najmanje 3 godine sa po 5 treninga sedmično i da su morali da se takmiče na nacionalnom nivou u svojim uzrasnim kategorijama. Ispitanici su potpisali saglasnost o učešću u istraživanju, koja je u skladu sa Helsinškom deklaracijom i odobrena od Etičke Komisije Fakulteta Sporta i Fizičkog Vaspitanja Univerziteta u Beogradu (Broj 484-2).

Tabela 1. Deskriptivni pokazatelji celog uzorka

| Varijabla | U15 (Mean ± SD) | | U17 (Mean ± SD) | | U19 (Mean ± SD) | | U21 (Mean ± SD) | |
|-----------|--------------------|-------------|--------------------|------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | Muškarci | Žene | Muškarci | Žene | Muškarci | Žene | Muškarci | Žene |
| Godine | 14.2 ± 0.6 | 14.2 ± 0.6 | 16.2 ± 0.4 | 15.9 ± 0.5 | 17.7 ± 0.5 | 17.9 ± 0.6 | 19.8 ± 0.8 | 19.9 ± 0.6 |
| Visina | 176.6 ± 7.4 | 173.6 ± 1.1 | 183.8 ± 7.9 | 175.8 ± 7 | 186.2 ± 6.8 | 177.2 ± 7.5 | 193.4 ± 5.7 | 180.5 ± 6.1 |
| Masa | 65.2 ± 7.5 | 62.7 ± 9.6 | 72.2 ± 9.6 | 65.7 ± 8.1 | 78.7 ± 10.1 | 68.2 ± 7.9 | 90.4 ± 6.9 | 70.9 ± 8.8 |
| N | 22 | 129 | 43 | 118 | 25 | 63 | 22 | 61 |

5.2. Protokol istraživanja

Istraživanje je transverzalnog karaktera, odnosno utvrđeno je trenutno stanje motoričkih sposobnosti ispitanika.

Za potrebe studije sprovedeno je testiranje za procenu motoričkih sposobnosti koje su ispitanici izvodili u jednom danu, po principu stanica. Svi ispitanici su testove radili po istom redosledu, nakon 10 minuta dinamičkog zagrevanja. Ispitanici nisu prijavili nikakve aktivnosti 24 sata pred testiranje koje bi mogle da utiču zamarajuće i time ugroze rezultate studije. Testovi su izvođeni po istom redosledu za sve ispitanike.

Jačina i eksplozivnost:

- 1) Dinamometrija stiska šake (HG)
- 2) Dinamometrija opružača leđa i kuka (LB)
- 3) Dinamometrija opružača u skočnom zglobu (AE)

Specifične motoričke sposobnosti:

- 1) Pretklon u sedu (PuS)
- 2) Iskret palicom (Iskr)
- 3) Modifikovani X test (X)
- 4) Skok sa počučnjem sa zamahom rukama (CMJa)
- 5) Skok sa počučnjem bez zamaha rukama (CMJ)
- 6) Skok iz polučučnja (SJ)
- 7) Bacanje medicine (BM)

Svi testovi su izvođeni u tri pokušaja, gde je prvi pokušaj bio probni, a bolji od naredna dva je odabran za analizu podataka. Testovi dinamometrije mišića su sprovedeni u četiri pokušaja, gde je prvi bio probni, a naredna tri su ulazila u proceduru za odabir najboljeg, shodno literaturi i potrebama prvog i trećeg istraživanja (Dopsaj, Milošević, Vučković, & Blagojević, 2001). Za proces dalje analize podataka odabran je najbolji pokušaj iz svakog od testova.

5.3. Procedure istraživanja

Antropometrijske karakteristike su merene standardnim antropometrom po Martinu, dok je za telesnu masu upotrebljena portabilna bioelektrična impedanca (In Body 270, USA). Testovi motoričkih sposobnosti su izvođeni u terenskim uslovima, odnosno u sportskoj sali uz pomoć portabilne aparature za procenu tih sposobnosti.

1) Dinamometrija stiska šake – test za procenu maksimalne izometrijske sile stiska šake (pouzdanost: $r = 0.948 - 0.980$). Merni instrument: Sports Medical Solutions (Marković, Dopsaj, & Veljković, 2020) konstrukcija za stisak šake (Slika 3) sa fiksiranom tenziometrijskim sondom (Hottinger, Type S9, Darmstadt, Germany; range 2 kN; tensile/compressive sensitivity 2 mV/N). Ispitanik je u sedećem položaju, na sredini slobodne površine na stolici, sa mernim instrumentom u jednoj ruci. Testirana ruka je u prirodnoj poziciji, pored tela, dok je suprotna ruka ili u prirodnom položaju, ili na butinama ispitanika. Ispitanicima nije dozvoljeno da se pomeraju tokom izvođenja testa, ili da oslanjaju merni instrument od butinu ili stolicu. Ispitanici imaju zadatak da izvedu maksimalno brz i jak stisak šake na znak merioca, koji ih verbalno ohrabruje (Zarić, et al., 2018). Test se izvodi jednom probno, a nakon toga se izvode po tri pokušaja sa obe ruke, koji ulaze u odabir za obradu podataka.

Rezultati testa dinamometrija stiska šake (HG) su izraženi kroz varijable: maksimalna sila stiska desne šake (HGR F_{max}), maksimalna brzina razvoja sile stiska desne šake (HGR RFD_{max}), maksimalna sila stiska leve šake (HGL F_{max}), maksimalna brzina razvoja sile stiska leve šake (HGL RFD_{max}). Jedinica mere za varijablu F_{max} je Njutn (N), dok je jedinica mere za RFD_{max} (N/s).



Slika 3. Merni instrument za dinamometriju stiska šake

2) Dinamometrija opružača leđa i kuka – test za procenu maksimalne izometrijske sile opružača u zglobu kuka i opružača trupa (pouzdanost: $r = 0.992 - 0.926$). Merni instrument: konstrukcija za izometrijsko „mrtvo vučenje“ sa fiksiranom tenziometrijskom sondom. U početnoj poziciji ispitanik stoji sa opruženim nogama i stopalima u širini kukova, u pretklonu, tako da ugao u zglobu kuka bude 135° . Šakama drži šipku koja je povezana sa sondom dinamometra, fiksiranom za ploču na kojoj ispitanik stoji (Slika 4). Na znak merioca ispitanik ima zadatak da izvrši maksimalno jaku i brzu kontrakciju opružača u zglobu kuka i leđa, kako bi postigao što veću silu (Dopsaj, 2000). Test se izvodi jednom probno, a nakon toga se izvode tri pokušaja koji ulaze u odabir za obradu podataka.

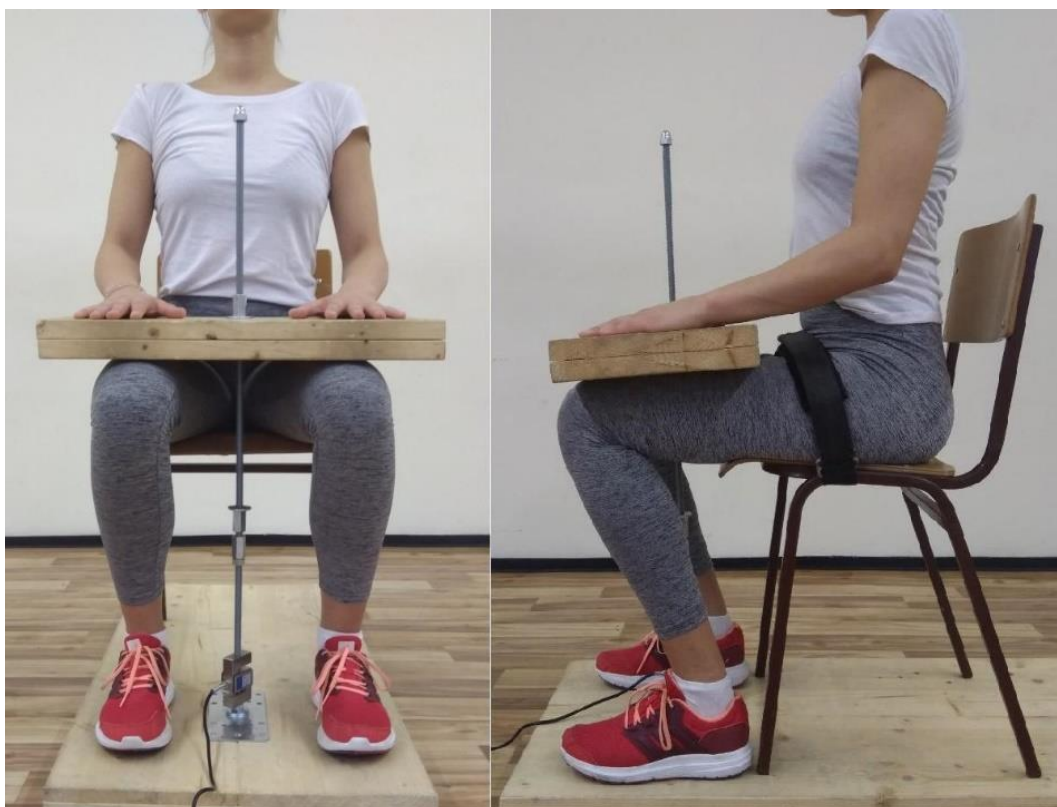
Rezultati testa dinamometrija opružača leđa i kuka (LB) su izraženi kroz varijable: maksimalna sila opružača leđa i kuka (LB F_{max}), sa jedinicom mere Njutn (N) i maksimalna brzina razvoja sile opružača leđa i kuka (LB RFD_{max}), sa jedinicom mere Njutn u sekundi (N/s).



Slika 4. Dinamometrija opružača leđa i kuka

3) Dinamometrija opružača skočnog zgloba – test za procenu maksimalne izometrijske sile opružača u skočnom zglobu (pouzdanost: $r = 0.90 - 0.95$). Merni instrument: konstrukcija za opružače u skočnom zglobu, sa fiksiranom tenziometrijskim sondom (Hottinger, Type S9, Darmstadt, Germany; range 10 kN; tensile/compressive sensitivity 2 mV/N). U početnoj poziciji ispitanik sedi na stolici, sa savijenim kolenima i skočnim zglobovima, tako da su mu butine paralelne sa podlogom, a kolena u ravni sa prstima na nogama, kako bi bila osigurana pozicija nogu slična čučnju, odnosno pripremi za skok (Slika 5). Ispitanikove butine su fiksirane za stolicu, kako bi se izbegla promena ugla u bilo kojem od zglobova nogu. Instrukcije za ispitanika su da sedi na polovini slobodne površine stolice sa opruženim leđima i nogama u širini kukova. Pozicija tenziometrijske sonde je tačno između ispitanikovih stopala, odnosno tačka ispoljavanja sile pri izometrijskoj kontrakciji opružača u skočnom zglobu. Sonda je čvrsto fiksirana za ploču ispod ispitanikovih stopala i povezana metalnom šipkom za ploču na ispitanikovim butinama, kako bi sila potiska na gore bila direktno preneti i zabeležena tenziometrijskom sondom. Pozicija ploče na ispitanikovim butinama je takva da ne prouzrokuje neprijatne ili bolne osećaje u toku testiranja, koji bi mogli da utiču na rezultate. Instrukcija za ispitanike je da guraju maksimalno jako i maksimalno brzo tako što vrše plantarnu fleksiju u skočnom zglobu (kao da pritiskaju gas u kolima). Test se izvodi jednom probno, a nakon toga se izvode tri pokušaja koji ulaze u odabir za obradu podataka (Majstorović, et al., 2020).

Rezultati testa dinamometrija opružača skočnog zgloba (AE) su izraženi kroz varijable: maksimalna sila opružača skočnog zgloba ($AE F_{max}$) sa jedinicom mere Njutn (N) i maksimalna brzina razvoja sile opružača skočnog zgloba ($AE RFD_{max}$), sa jedinicom mere Njutn u sekundi (N/s).



Slika 5. *Dinamometrija opružača u skočnom zglobu*

4) Pretklon u sedu - test za procenu fleksibilnosti u zglobu kuka i leđa (pouzdanost: $r = 0.86 - 0.94$). Merni instrument: klupa za pretklon u sedu (Slika 6). Ispitanik sedi sa sastavljenim, opruženim nogama i bosim stopalima koja su naslonjena na površinu mernog instrumenta. U visini nožnih prstiju, normalno na ravan stopala, postavljen je lenjir sa klizačem i ucrtanim mernim jedinicama u milimetrima. Skala za procenu fleksibilnosti je od 0 do 50 cm, gde je stopalo u nivou od 10 cm, kako bi se izbegla situacija u kojoj bi se postigao negativan rezultat (Ayán, Álvarez, González, & de Quel Martínez, 2018). Zadatak za ispitanika bio je da sa opruženim kolenima, bez naglih pokreta, izvede pretklon sa opruženim rukama i srednjim prstom jedne preko srednjeg prsta druge ruke i da na taj način gura klizač duž lenjira što dalje može. Test je uspešno izveden kada ispitanik zadrži dve sekunde krajnji položaj tela u kojem je klizač doveo do najdalje tačke koju može da dohvati. Test se ponavlja dva puta i upisuje se bolji rezultat.

Rezultat testa pretklon u sedu (PuS) je izražen kroz najdalju tačku koju je ispitanik uspeo da dohvati pri pravilnom izvođenju testa predstavljenu mernom jedinicom centimetar (cm).



Slika 6. *Pretklon u sedu*

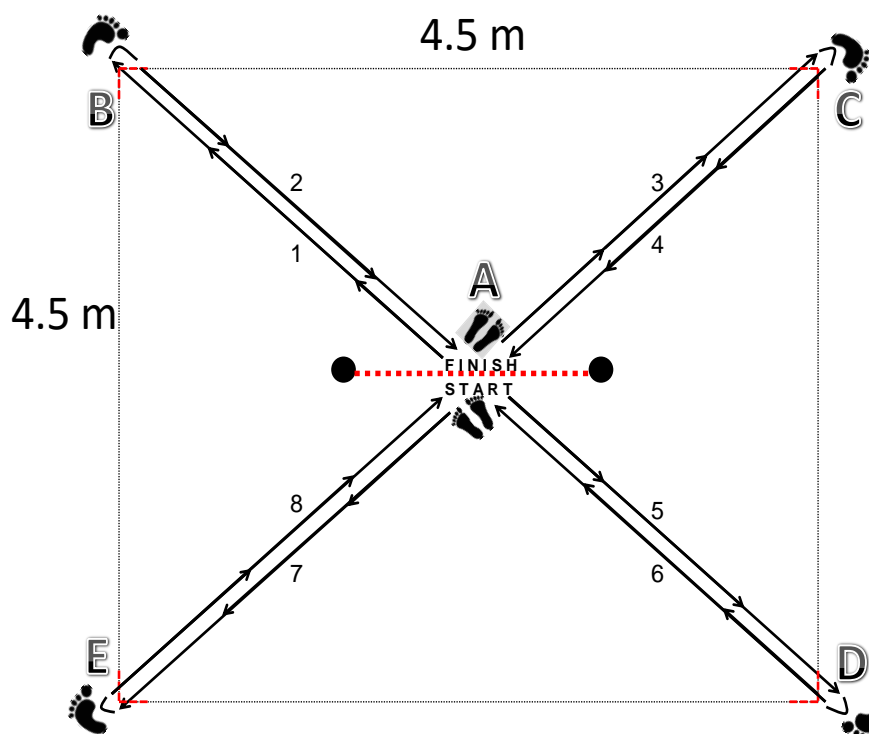
5) Iskret palicom – test za procenu fleksibilnosti ramenog pojasa. Merni instrument: palica baždarena sa santimetarskom skalom (Slika 7). Test se izvodi tako što ispitanik ima zadatak da, u stojećem položaju, držeći čvrsto palicu sa obe ruke izvede pokret u ramenom zglobu i pređe iz predručnja, kroz uzručenje u zaručenje, bez savijanja laktova, ili promene mesta hvata. Ukoliko uspešno izvede prvi, izvodi se sledeći pokušaj sa šakama na manjem rastojanju u odnosu na prethodni. Test se prekida kada ispitanik nije više u mogućnosti da dalje približava hvat šakama i kao krajnji rezultat se uzima poslednja pravilno izvedena udaljenost između šaka. Rezultat testa iskret palicom (Iskr) je izražen kroz najmanju udaljenost između šaka pri pravilnom izvođenju testa predstavljenu mernom jedinicom centimetar (cm).



Slika 7. *Iskret palicom*

6) Modifikovani X test – test za procenu agilnosti (pouzdanost: $r = 0.82 - 0.83$). Merni instrument: Foto ćelije (PAT 01, *Uno lux*, NS, Srbija)(Grbović, 2013). Ispitanici imaju zadatak da za što kraće vreme maksimalnim sprintom pređu put između pet tačaka (A, B, C, D i E) postavljenih u obliku slova X (Slika 8). Ispitanici stoje sa oba stopala iza startne linije (isprekidana linija kod tačke A) na njenom središnjem delu usmerene ka tački B. Merenje vremena započinje presecanjem infracrvenog zraka, koji se nalazi u ravni sa startnom linijom (isprekidana linija) pozicionirana u centru kvadrata stranica 4,5m. Ispitanici izvode povratna trčanja (uvek okrenuti grudima ka tački ka kojoj se kreću): (1) od tačke A do tačke B; (2) nakon okreta od 180° od tačke B do tačke A; (3) od tačke A do tačke C; (4) posle okreta od 180° od tačke C do tačke A; (5) od tačke A do tačke D; (6) nakon okreta od 180° od tačke D do tačke A; (7) od tačke A do tačke E i (8) posle okreta od 180° od tačke E do tačke A. Test se završava presecanjem infracrvenog zraka kod linije cilja. Prilikom promene smeru kretanja kod tačaka A, B, C, D i E ispitanici su uvek u obavezi da jednim stopalom pređu preko označenih linija (Majstorović, et al., 2019).

Rezultat modifikovanog X testa je izražen najkraćim vremenom potrebnim za ispravno izvođenje testa predstavljenim mernom jedinicom centimetar (cm).



Slika 8. Nacrt šeme izvođenja modifikovanog X testa

7) Skok sa počučnjem sa zamahom rukama – test za procenu snage opružača nogu, kao i koordinacije zamaha rukama (pouzdanost: $r = 0.93$). Merni instrument: „Optojump“ sistem. U početnoj poziciji ispitanik stoji u uspravnom položaju na obeleženom prostoru između dva senzora. Ispitanik ima zadatak da se, na znak merioca, naglo spusti u polučučanj i odmah zatim izvede maksimalni vertikalni skok sa zamahom rukama (Slika 9). U fazi „leta“ ispitanik ima zadatak da se maksimalno opruži u svim zglobovima, kako ne bi ugrozio rezultat, kao i da doskoči u približno identično mesto sa kojeg je i odskočio (Heishman et al., 2020).

Rezultat testa skok sa počučnjem sa zamahom rukama (CMJa) predstavlja najvišu postignutu visinu skoka izvedenog pravilnom tehnikom izraženu mernom jedinicom centimetar (cm).



Slika 9. Skok sa počučnjem sa zamahom rukama

8) Skok sa počučnjem bez zamaha rukama – test za procenu snage opružača nogu (pouzdanost: $r = 0.97$). Merni instrument: „Optojump“ sistem. U početnoj poziciji ispitanik stoji u uspravnom položaju, sa rukama na bokovima, na obeleženom prostoru između dva senzora. Ispitanik ima zadatak da se, na znak merioca, naglo spusti u polučučanj i odmah zatim izvede maksimalni vertikalni skok. Pre izvođenja skoka, kao i tokom faze „leta“ i doskoka, ispitanik mora da drži ruke na kukovima. U fazi „leta“ ispitanik ima zadatak da se maksimalno opruži u svim zglobovima, kako ne bi ugrozio rezultat, kao i da doskoči u približno identično mesto sa kojeg je i odskočio (Heishman, et al., 2020).

Rezultat testa skok sa počučnjem bez zamaha rukama (CMJ) predstavlja najvišu postignutu visinu skoka izvedenog pravilnom tehnikom izraženu mernom jedinicom centimetar (cm).

9) Skok iz polučučnja – test za procenu snage opružaća nogu, bez uticaja refleksa na istežanje (pouzdanost: $r = 0.97$). Merni instrument: “Optojump” sistem. U početnoj poziciji ispitanik stoji u uspravnom položaju, sa rukama na bokovima, na obeleženom prostoru između dva senzora. Na prvi znak merioca spušta se u poziciju od 90° u zglobu kolena i ostaje u tom položaju jednu sekundu, pre nego što na drugi znak merioca izvede maksimalni vertikalni skok (Slika 10). Ukoliko ispitanik u trenutku odskoka izvede dodatnu fleksiju u zglobu kolena, odnosno spusti težište tela niže od početne pozicije (izvede počučanj), pokušaj se ponavlja. Pre izvođenja skoka, kao i tokom faze „leta“ i doskoka, ispitanik mora da drži ruke na kukovima. U fazi „leta“ ispitanik ima zadatak da se maksimalno opruži u svim zglobovima, kako ne bi ugrozio rezultat, kao i da doskoči u približno identično mesto sa kojeg je i odskočio (Markovic, Dizdar, Jukic, & Cardinale, 2004).

Rezultat testa skok iz polučučnja (SJ) predstavlja najvišu postignutu visinu skoka izvedenog pravilnom tehnikom izraženu mernom jedinicom centimetar (cm).



Slika 10. Skok iz polučučnja

10) Bacanje medicine – test za procenu snage ramenog pojasa i pregibača trupa. Merni instrument: medicina (2 kg) i centimetarska pantljika (pouzdanost: 0.91 – 0.96). U početnoj poziciji ispitanik stoji u uspravnom položaju, sa nogama u širini kukova i rukama u uzručenju

sa medicinkom u šakama. Na znak merioca ispitanik ima zadatak da kroz zaklon trupom izvrši i dodatni zamah rukama i baci medicinku što je dalje moguće bez pomeranja stopala ili odvajanja od podloge za vreme izbačaja (Slika 11). Test se izvodi jednom probno, a nakon toga se izvode dva pokušaja koji ulaze u odabir za obradu podataka (Van den Tillaar & Marques, 2013).

Rezultat bacanje medicinke (BM) predstavlja najveću daljinu postignutu pravilnim izvođenjem testa izraženu mernom jedinicom metar (m).



Slika 11. *Bacanje medicinke*

5.4. Prikupljanje i obrada podataka

Za potrebe testa agilnosti korišćen je kompjuterizovani sistem fotočelija sa preciznošću merenja 0,001 s (sistem PAT 01). (Mirkov, Nedeljković, Kukulj, Ugarković, & Jarić, 2008)

Za potrebe testova za procenu snage nogu (skočnosti) korišćen je kompjuterizovni sistemom (Ergojump, sistem PAT 01). Kompjuterizovani sistem indirektno procenjuje maksimalnu visinu skokova na osnovu trajanja faze leta. Visina skoka se izračunava na osnovu jednačine $h = 1/2 t f^2 g$ ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) (Markovic, et al., 2004; Moir, Shastri, & Connaboy, 2008).

Za potrebe testova za procenu maksimalne sile korišćene su tenziometrijske sonde (Hottinger, Type S9, Darmstadt, Germany; range 5 kN; tensile/compressive sensitivity 2 mV/N). Specijalno dizajnirani softversko-hardverski sistem (Isometrics Lite, ver. 3.1.1) korišćen je za

prikupljanje i obradu podataka. Signal sila-vreme je uzorkovan na 500 Hz i filtriran niskopropusnim filterom (10 Hz) uz pomoć Butterworth filtera četvrtog reda. Gravitaciona korekcija je obezbeđena kroz nivo sile u mirovanju, oduzet od postignutih rezultata sile na tesiranju. Početak kontrakcije je definisan kao tačka u vremenu gde prvi derivat krive sila-vreme pređe 3% od sile u mirovanju.

5.5. Statistička analiza

Rezultati deskriptivne statistike su prikazani kroz srednje vrednosti i standardne devijacije rezultata. Zatim su podaci evaluirani uz pomoć Keiser-Meyer-Olkin (KMO) i Bartlett's testova za procenu sferičnosti rezultata, kako muških, tako i ženskih ispitanika radi izračunavanja adekvatnosti multidimenzionalne distribuiranosti rezultata u odnosu na standarde upotrebe u multivariatnim statističkim procedurama. Principal Component Analiza (PCA) sa eksplorativnim modelom je upotrebljena kako bi se utvrdio faktor koji je u osnovi većeg broja sposobnosti, kao i pojedinačni doprinos svake od komponenata. PCA (Bartlett metod) je takođe korišćen za multidimenzionalnu transformaciju rezultata u objedinjenu Skor vrednost koja predstavlja opšte ili specifične potencijale svakog od ispitanika integrisane u pojedinačan rezultat (Dopsaj et al., 2018; Kukic, Dopsaj, Dawes, Orr, & Cvorovic, 2018). Skorovi, kao mera disperzije, su izračunati iz Z-vrednosti i predstavljeni na 0 – 100 skali, radi jednostavnije interpretacije i razumevanja.

Za potrebe testiranja Hipoteze 1 korišćena je ANOVA, zasebno na uzorcima muškog i ženskog pola. Testirane su razlike između kategorija U15, U17, U19 i 19+ za varijable sile i eksplozivnosti predstavljene kroz Skor vrednosti. Linearna Regresija je korišćena kako bi se definisao trend promene Skor vrednosti u funkciji uzrasne grupe, kao i za izračunavanje jednačine predikcije multidimenzionalnog Skora.

Za potrebe testiranja Hipoteze 2 korišćena je ANOVA, zasebno na uzorcima muškog i ženskog pola. Testirane su razlike između kategorija U15, U17, U19 i 19+ za varijable specifičnih motoričkih sposobnosti predstavljene kroz Skor vrednost. Linearna Regresija je korišćena kako bi se definisao trend promene Skor vrednosti u funkciji uzrasne grupe, kao i za izračunavanje jednačine predikcije multidimenzionalnog Skora.

Za potrebe testiranja Hipoteze 3 korišćena je Multivariatna analiza varijanse (MANOVA) kako bi se utvrdile razlike u profilima motoričkih sposobnosti između grupa ispitanika različitog pola.

Za potrebe Hipoteze 4 sprovedeno je matematičko modelovanje na rezultatima testova oba pola, čime su definisani statistički značajni modeli motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica uzrasnih kategorija U15, U17, U19 i 19+, sa normativnim vrednostima za svaki od testova.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Rezultati jačine i eksplozivnosti

Tabela 2 i Tabela 3 pokazuju deskriptivnu statistiku svih varijabli izometrijske dinamometrije dobijenih iz sprovedenih testova na uzorku odbojkaša i odbojkašica.

Tabela 2. Deskriptivni pokazatelji izometrijske sile i brzine razvoja sile odbojkaša

| Varijabla | U15 (Mean ± SD) | U17 (Mean ± SD) | U19 (Mean ± SD) | U21 (Mean ± SD) |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| HGR F _{max} (N) | 321.1 ± 78.1 | 432.4 ± 78.5 | 437.3 ± 83.6 | 572.2 ± 82.7 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 2299.4 ± 538.9 | 3018.0 ± 559.1 | 3196.4 ± 622.3 | 3976.9 ± 423.8 |
| HGL F _{max} (N) | 303.7 ± 78.4 | 402.6 ± 86.7 | 417.4 ± 78.2 | 521.0 ± 82.4 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 2161.3 ± 605.8 | 2798.7 ± 600.5 | 2979.3 ± 562.5 | 3605.2 ± 571.6 |
| LB F _{max} (N) | 814.7 ± 234.9 | 1157.2 ± 199.4 | 1249.1 ± 167.4 | 1568.5 ± 222.9 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 5328.5 ± 1958.5 | 8251.7 ± 2407.6 | 9736.2 ± 1920.7 | 12538.3 ± 2784.7 |
| AE F _{max} (N) | 2736.3 ± 788.1 | 3506.8 ± 602.2 | 3540.2 ± 634.8 | 4616.5 ± 354.1 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 12650.5 ± 3679.7 | 16458.7 ± 2857.6 | 17409.7 ± 2785.3 | 21384.7 ± 3810.3 |

Tabela 3. Deskriptivni pokazatelji izometrijske sile i brzine razvoja sile odbojkašica

| Varijabla | U15 (Mean ± SD) | U17 (Mean ± SD) | U19 (Mean ± SD) | U21 (Mean ± SD) |
|------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| HGR F _{max} (N) | 272.9 ± 50.9 | 290.1 ± 47.6 | 302.0 ± 51.4 | 347.4 ± 55.2 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 1819.1 ± 438.6 | 1946.77 ± 365.3 | 2072.1 ± 385.4 | 2344.8 ± 431.9 |
| HGL F _{max} (N) | 260.4 ± 48.7 | 273.49 ± 46.4 | 288.2 ± 51.1 | 331.3 ± 53.5 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 1700.5 ± 427.9 | 1827.34 ± 389.6 | 1914.2 ± 409.4 | 2241.6 ± 436.6 |
| LB F _{max} (N) | 766.8 ± 133.1 | 845.18 ± 143.3 | 865.4 ± 144.5 | 978.9 ± 167.2 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 4713.2 ± 1699.6 | 5836.19 ± 1781.2 | 6054.8 ± 1917.2 | 6769.5 ± 1873.6 |
| AE F _{max} (N) | 2558.1 ± 582.8 | 2825.24 ± 582.1 | 2981.4 ± 547.0 | 3337.9 ± 647.6 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 12196.7 ± 3169.6 | 13776.27 ± 2810.4 | 14514.9 ± 2658.2 | 15824.6 ± 3214.1 |

Preliminarne KMO analize su pokazale dovoljno visoku prikladnost uzorka (0.857 i 0.817 za uzorak odbojkaša i odbojkašica) ukazujući da je korišćenje PCA opravdano. Indikator Bartlett metoda je bio statistički značajan (Sig. < 0.001) za oba uzorka, potvrđujući sferičnost podataka za dalju analizu. Tabela 4 pokazuje rezultate matrice komponenti oba uzorka sa kumulativnim

procentom objašnjene varijabilnosti. Sve komponente su imale visoko učešće (0.668 – 0.940) u objašnjenju faktora ekstrakovanog uz pomoć PCA. Kumulativna varijabilnost objašnjena ekstrakovanim faktorima je bila umerena do visoka (Tabela 4).

Tabela 4. Strukturalna matrica PCA

| Varijabla | Muškarci | Žene |
|------------------------|----------|--------|
| HGR RFD _{max} | .940 | .869 |
| HGR F _{max} | .939 | .877 |
| HGL F _{max} | .925 | .897 |
| HGL RFD _{max} | .916 | .884 |
| LB F _{max} | .913 | .818 |
| AE F _{max} | .879 | .736 |
| LB RFD _{max} | .798 | .688 |
| AE RFD _{max} | .784 | .767 |
| Kumulativni % | 78.984 | 67.284 |

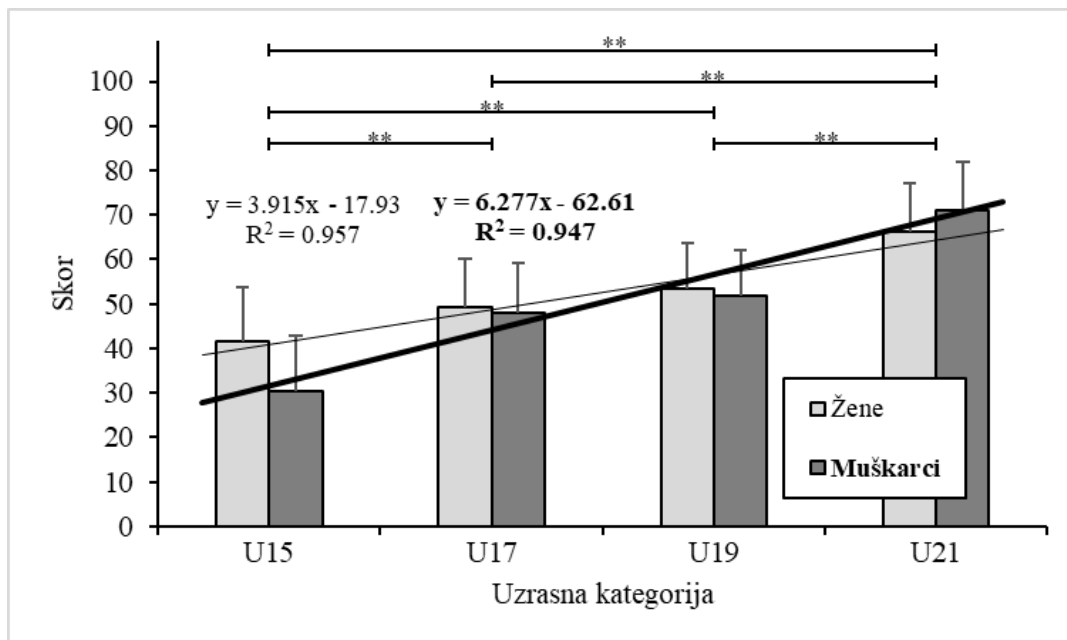
Tabela 5 pokazuje deskriptivnu statistiku Skora, za svaku uzrasnu grupu, izračunate uz pomoć PCA multidimenzionalne transformacije. Tabela takođe pokazuje ANOVA rezultate u vidu F vrednosti a oba uzorka sa statističkom značajnošću razlika (p vrednost).

Tabela 5. Deskriptivni pokazatelji Skor vrednosti sile i eksplozivnosti svih grupa ispitanika sa F vrednostima (ANOVA)

| Grupa | Muškarci (Mean ± SD) | Žene (Mean ± SD) |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| U15 | 30.46 ± 12.30 | 41.50 ± 15.09 |
| U17 | 48.10 ± 10.99 | 49.11 ± 13.57 |
| U19 | 51.94 ± 10.17 | 53.37 ± 14.06 |
| U21 | 71.03 ± 11.03 | 66.18 ± 15.11 |
| Anova | F= 53.17 (p< 0.001) | F= 41.61 (p< 0.001) |

Na Slici 12 prikazane su Post Hoc razlike između Skor vrednosti uzrasnih grupa muškog i ženskog uzorka. Rezultati regresione analize prikazani su sa linijama trenda, koje su značajni

prediktori promena Skora u funkciji uzrasta kako za odbojkaše ($F = 36.897$, $R^2 = 0.947$, $p = 0.026$), tako i za odbojkašice ($F = 44.297$, $R^2 = 0.957$, $p < 0.022$).



Slika 12. Skor vrednosti oba pola u funkciji uzrasne grupe sa regresionom linijom predikcije. Značajne razlike (** - $p < 0.001$) između uzrasnih grupa su identične kod oba pola, tako da su prikazane zajedno

6.2. Rezultati specifičnih motoričkih sposobnosti

Tabela 6 i Tabela 7 pokazuju deskriptivnu statistiku svih varijabli specifičnih motoričkih sposobnosti dobijenih iz sprovedenih testova na uzorku odbojkaša i odbojkašica.

Tabela 6. Deskriptivni pokazatelji specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša

| Varijabla | U15 (Mean ± SD) | U17 (Mean ± SD) | U19 (Mean ± SD) | U21 (Mean ± SD) |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| SJ (cm) | 28.6 ± 8.02 | 34.16 ± 6.22 | 35.21 ± 5.73 | 37.5 ± 7.43 |
| CMJ (cm) | 31.37 ± 7.81 | 38.32 ± 7.42 | 39.83 ± 5.8 | 41.54 ± 6.54 |
| CMJa (cm) | 39.03 ± 9.43 | 44.87 ± 7.1 | 48.11 ± 7.23 | 50.24 ± 6.73 |
| Iskr (cm) | 82.37 ± 23.05 | 90.26 ± 15.21 | 96 ± 15.78 | 96.57 ± 17.84 |
| PuS (cm) | 14.31 ± 8.65 | 19.1 ± 7.23 | 19.6 ± 7.54 | 22.26 ± 8.18 |
| X (s) | 8.76 ± 0.81 | 8 ± 0.48 | 7.62 ± 0.44 | 7.79 ± 0.38 |
| BM (m) | 7.48 ± 2.13 | 10.06 ± 1.51 | 10.87 ± 1.76 | 11.77 ± 1.58 |

Tabela 7. Deskriptivni pokazatelji specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkašica

| Varijabla | U15 (Mean ± SD) | U17 (Mean ± SD) | U19 (Mean ± SD) | U21 (Mean ± SD) |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| SJ (cm) | 25.76 ± 4.22 | 25.75 ± 3.73 | 27.13 ± 5.01 | 30.41 ± 5.46 |
| CMJ (cm) | 28.1 ± 4.21 | 29.22 ± 4.36 | 31.46 ± 5.29 | 33.56 ± 5.12 |
| CMJa (cm) | 33.42 ± 5.13 | 35.05 ± 4.83 | 36.94 ± 5.89 | 39.82 ± 5.43 |
| Iskr (cm) | 75.6 ± 15.72 | 76.23 ± 18.78 | 77.69 ± 17.73 | 77.36 ± 17.65 |
| PuS (cm) | 23.04 ± 6.63 | 22.9 ± 7.45 | 25.51 ± 6.55 | 27.09 ± 8.1 |
| X (s) | 9.43 ± 0.81 | 8.97 ± 0.77 | 8.64 ± 0.66 | 8.43 ± 0.63 |
| BM (m) | 7.16 ± 1.15 | 7.91 ± 1.26 | 8.3 ± 1.29 | 9.37 ± 1.51 |

PCA rezultati na varijablama specifičnih motoričkih sposobnosti su prikazani u Tabeli 8. Preliminarne KMO analize su pokazale dovoljno visoku prikladnost uzorka (0.835 i 0.794 za uzorak odbojkaša i odbojkašica) ukazujući da je korišćenje PCA opravdano. Indikator Bartlett metoda je bio statistički značajan (Sig. < 0.001) za oba uzorka, potvrđujući sferičnost podataka za dalju analizu. Tabela 8 pokazuje rezultate matrice komponenti oba uzorka sa kumulativnim procentom objašnjene varijabilnosti. Sve komponente su imale visoko učešće (0.626 – 0.932) u objašnjenju faktora ekstrakovanih uz pomoć PCA. Kumulativna variabilnost objašnjena ekstrakovanim faktorima je bila umerena do visoka (Tabela 8).

Tabela 8. Strukturalna matrica PCA

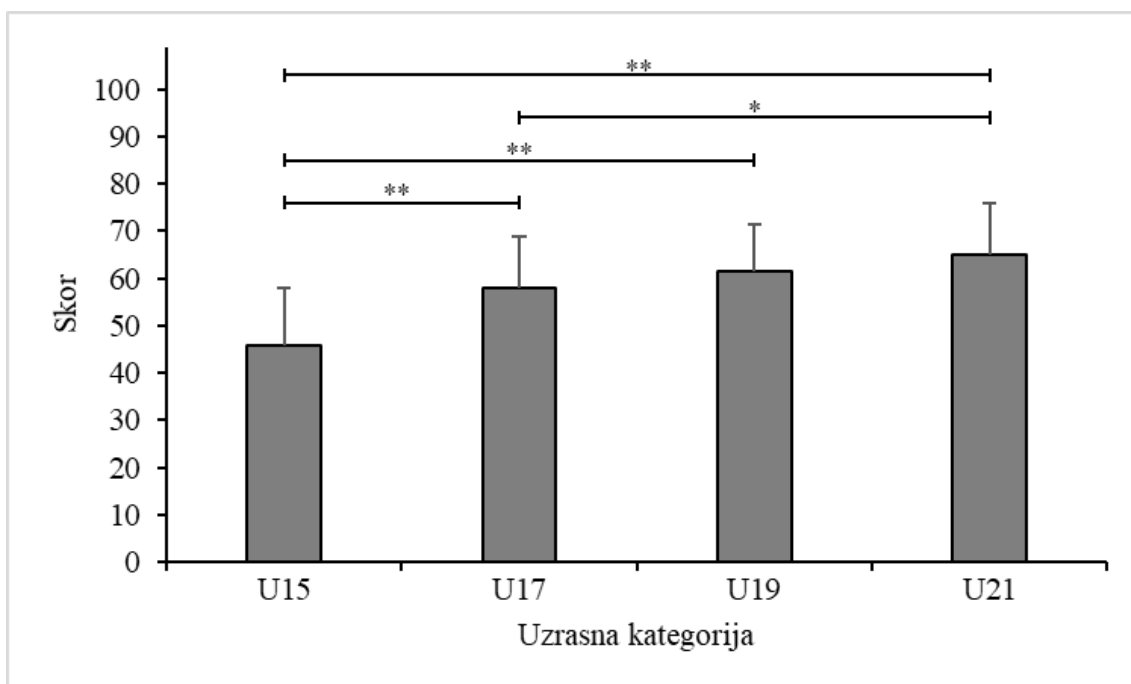
| Varijabla | Muskarci | | Žene | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|
| | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 1 | Faktor 2 |
| CMJa | .932 | -.030 | .869 | .104 |
| CMJ | .920 | -.109 | .884 | .084 |
| SJ | .912 | -.062 | .844 | .053 |
| Xtest | -.746 | .232 | -.626 | -.117 |
| BM | .722 | .175 | .700 | -.069 |
| Iskr | .113 | -.824 | -.043 | .840 |
| PuS | .485 | .669 | .252 | -.785 |
| Kumulativni % | 72.85% | | 65.10% | |

Tabela 9 pokazuje deskriptivnu statistiku Skora specifičnih motoričkih sposobnosti, za svaku uzrasnu grupu, izračunate uz pomoć PCA multidimenzionalne transformacije. Tabela također pokazuje ANOVA rezultate u vidu F vrednosti a oba uzorka sa statističkom značajnošću razlika (p vrednost).

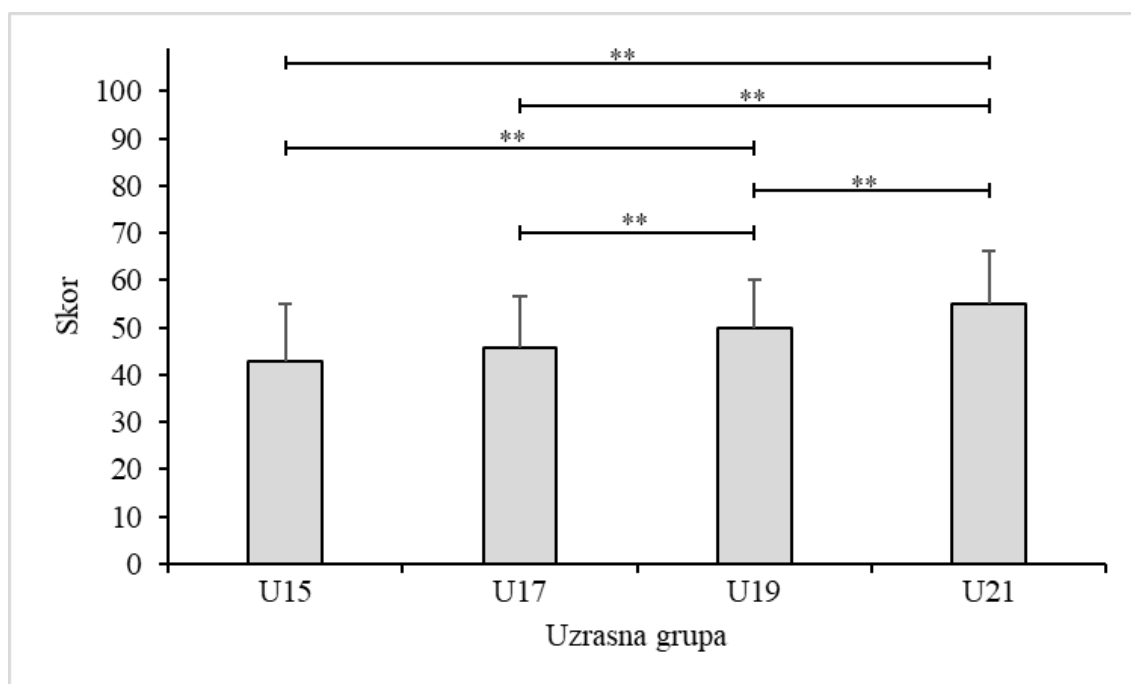
Tabela 9. Deskriptivni pokazatelji Skor vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti svih grupa ispitanika sa F vrednostima (ANOVA)

| Grupa | Muškarci (Mean ± SD) | Žene (Mean ± SD) |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| U15 | 45.64 ± 13.89 | 42.83 ± 7.2 |
| U17 | 57.94 ± 9.01 | 45.71 ± 6.8 |
| U19 | 61.38 ± 9.94 | 49.96 ± 7.6 |
| U21 | 64.95 ± 8.99 | 55.08 ± 8.84 |
| Anova | F = 14.14 (p<0.001) | F = 43.34 (p<0.001) |

Na Slikama 13 i 14 prikazane su Post Hoc razlike između Skor vrednosti specifičnih sposobnosti uzrasnih grupa muškog i ženskog uzorka. Post Hoc razlike su prikazane horizontalnim linijama sa statističkom značajnošću tih razlika navedenom iznad svake od linija (* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$). Ukoliko iznad dva stubića nije prikazana horizontalna linija, to znači da između te dve grupe nije bilo statistički značajnih razlika.

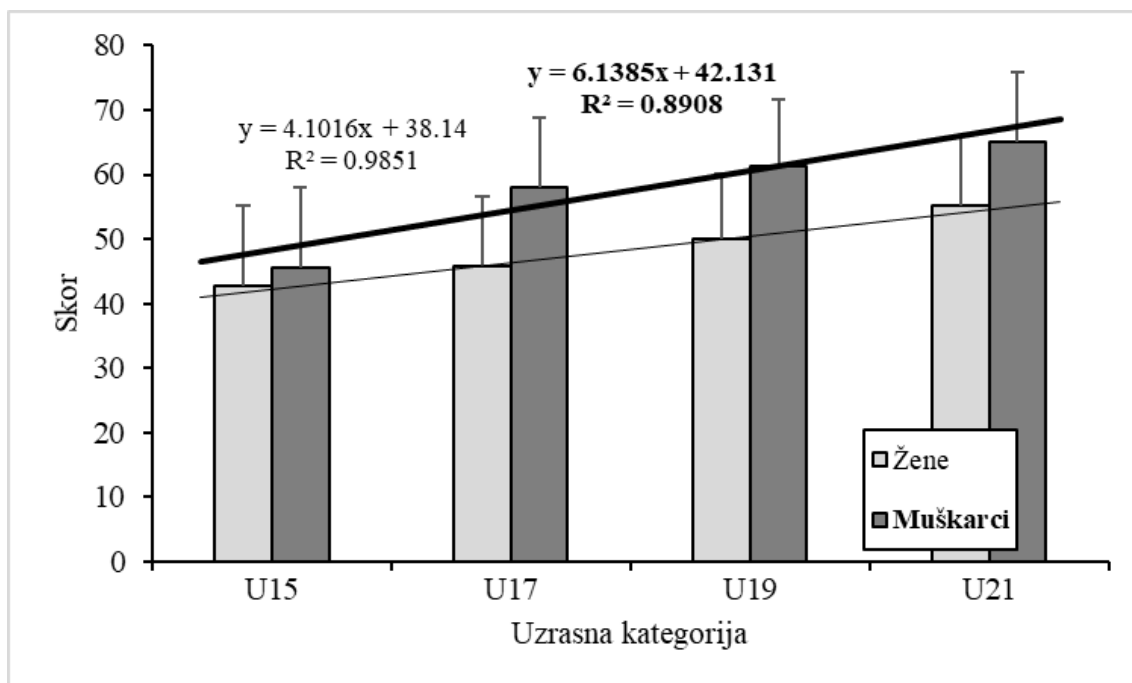


Slika 13. Post Hoc razlike između Skor vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti u funkciji uzrasne grupe za uzorak odbojkaša



Slika 14. Post Hoc razlike između Skor vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti u funkciji uzrasne grupe za uzorak odbojkašica

Rezultati regresione analize prikazani su na Slici 15 sa linijama trenda, koje su značajni prediktori promena Skora specifičnih sposobnosti u funkciji uzrasta kako za odbojkaše ($F = 80.985$, $R^2 = 0.891$, $p < 0.001$), tako i za odbojkašice ($F = 29.353$, $R^2 = 0.985$, $p < 0.001$).



Slika 15. Skor vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti oba pola u funkciji uzrasne grupe sa regresionom linijom predikcije

6.3. Profil motoričkih sposobnosti sa normativnim vrednostima

Rezultati normativnih vrednosti za dobojkaše i odbojkašice su prikazani kroz opsege od jedne standardne devijacije uz kvalitativnu ocenu za svaki od opsega, što znači da kvalitativna ocena počinje sa prvom prikazanom vrednošću, a završava se sa narednom, gde počinje nova kvalitativna ocena.

Kvalitativne ocene i opis raspona rezultata testa za procenu sposobnosti u odnosu na prosečne vrednosti posmatranog uzorka:

Deficit sposobnosti – sposobnost je u rasponu od 1.5 do 2.5 standardne devijacije ispod prosečne vrednosti posmatranog uzorka,

Ispod proseka – sposobnost je u rasponu od 1.5 do 0.5 standardne devijacije ispod prosečne vrednosti posmatranog uzorka,

Prosečno – sposobnost je u rasponu od 0.5 standardne devijacije ispod i iznad prosečne vrednosti posmatranog uzorka,

Iznad proseka – sposobnost je u rasponu od 1.5 do 0.5 standardne devijacije iznad prosečne vrednosti posmatranog uzorka,

Razvijena sposobnost - sposobnost je u rasponu od 1.5 do 2.5 standardne devijacije iznad prosečne vrednosti posmatranog uzorka.

U Tabeli 10, 11, 12 i 13 prikazane su normativne vrednosti za svaki od testova podeljene po uzrastu odbojkaša. Rezultati ispod najniže kvalitativne ocene (Deficit sposobnosti), kao i iznad najviše (Razvijena sposobnost), predstavljaju ekstreme, odnosno vrednosti koje su za 3 standardne devijacije lošije, odnosno bolje od prosečne vrednosti.

Tabela 10. Normativne vrednosti svih testova za U15 odbojkaše

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost | |
|------------------------------|----------------------------|--------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|--|
| HGR F _{max} (N) | 125.9 | 204.0 | 282.1 | 360.2 | 438.3 | 516.4 | |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 952.2 | 1491.1 | 2030.0 | 2568.9 | 3107.8 | 3646.7 | |
| HGL F _{max} (N) | 107.7 | 186.1 | 264.5 | 342.9 | 421.3 | 499.7 | |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 646.8 | 1252.6 | 1858.4 | 2464.2 | 3070.0 | 3675.8 | |
| LB F _{max} (N) | 227.5 | 462.4 | 697.3 | 932.2 | 1167.1 | 1402.0 | |
| LB RFD _{max} (N/s) | 432.3 | 2390.8 | 4349.3 | 6307.8 | 8266.3 | 10224.8 | |
| AE F _{max} (N) | 766.1 | 1554.2 | 2342.3 | 3130.4 | 3918.5 | 4706.6 | |
| AE RFD _{max} (N/s) | 3451.3 | 7131.0 | 10810.7 | 14490.4 | 18170.1 | 21849.8 | |
| SJ (cm) | 8.55 | 16.57 | 24.59 | 32.61 | 40.63 | 48.65 | |
| CMJ (cm) | 11.85 | 19.66 | 27.47 | 35.28 | 43.09 | 50.90 | |
| CMJa (cm) | 15.46 | 24.89 | 34.32 | 43.75 | 53.18 | 62.61 | |
| Iskr (cm) | 140.00 | 116.95 | 93.90 | 70.85 | 47.80 | 24.75 | |
| PuS (cm) | -7.32 | 1.34 | 9.99 | 18.64 | 27.29 | 35.94 | |
| X (s) | 10.79 | 9.98 | 9.17 | 8.36 | 7.55 | 6.74 | |
| BM (m) | 2.16 | 4.29 | 6.42 | 8.55 | 10.68 | 12.81 | |

Tabela 11. Normativne vrednosti svih testova za U17 odbojkaše

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|-------------------------|----------------------------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| HGR F_{\max} (N) | 236.2 | 314.7 | 393.2 | 471.7 | 550.2 | 628.7 |
| HGR RFD $_{\max}$ (N/s) | 1620.3 | 2179.4 | 2738.5 | 3297.6 | 3856.7 | 4415.8 |
| HGL F_{\max} (N) | 185.9 | 272.6 | 359.3 | 446.0 | 532.7 | 619.4 |
| HGL RFD $_{\max}$ (N/s) | 1297.5 | 1898.0 | 2498.5 | 3099.0 | 3699.5 | 4300.0 |
| LB F_{\max} (N) | 658.7 | 858.1 | 1057.5 | 1256.9 | 1456.3 | 1655.7 |
| LB RFD $_{\max}$ (N/s) | 2232.7 | 4640.3 | 7047.9 | 9455.5 | 11863.1 | 14270.7 |
| AE F_{\max} (N) | 2001.3 | 2603.5 | 3205.7 | 3807.9 | 4410.1 | 5012.3 |
| AE RFD $_{\max}$ (N/s) | 9314.7 | 12172.3 | 15029.9 | 17887.5 | 20745.1 | 23602.7 |
| SJ (cm) | 18.61 | 24.83 | 31.05 | 37.27 | 43.49 | 49.71 |
| CMJ (cm) | 19.77 | 27.19 | 34.61 | 42.03 | 49.45 | 56.87 |
| CMJa (cm) | 27.12 | 34.22 | 41.32 | 48.42 | 55.52 | 62.62 |
| Iskr (cm) | 128.29 | 113.08 | 97.87 | 82.66 | 67.45 | 52.24 |
| PuS (cm) | 1.03 | 8.26 | 15.49 | 22.72 | 29.95 | 37.18 |
| X (s) | 9.20 | 8.72 | 8.24 | 7.76 | 7.28 | 6.80 |
| BM (m) | 6.29 | 7.80 | 9.31 | 10.82 | 12.33 | 13.84 |

Tabela 12. Normativne vrednosti svih testova za U19 odbojkaše

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|-------------------------|----------------------------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| HGR F_{\max} (N) | 228.3 | 311.9 | 395.5 | 479.1 | 562.7 | 646.3 |
| HGR RFD $_{\max}$ (N/s) | 1640.7 | 2263.0 | 2885.3 | 3507.6 | 4129.9 | 4752.2 |
| HGL F_{\max} (N) | 221.9 | 300.1 | 378.3 | 456.5 | 534.7 | 612.9 |
| HGL RFD $_{\max}$ (N/s) | 1573.1 | 2135.6 | 2698.1 | 3260.6 | 3823.1 | 4385.6 |
| LB F_{\max} (N) | 830.6 | 998.0 | 1165.4 | 1332.8 | 1500.2 | 1667.6 |
| LB RFD $_{\max}$ (N/s) | 4934.5 | 6855.2 | 8775.9 | 10696.6 | 12617.3 | 14538.0 |
| AE F_{\max} (N) | 1953.2 | 2588.0 | 3222.8 | 3857.6 | 4492.4 | 5127.2 |
| AE RFD $_{\max}$ (N/s) | 10446.5 | 13231.8 | 16017.1 | 18802.4 | 21587.7 | 24373.0 |
| SJ (cm) | 20.89 | 26.62 | 32.35 | 38.08 | 43.81 | 49.54 |
| CMJ (cm) | 25.33 | 31.13 | 36.93 | 42.73 | 48.53 | 54.33 |
| CMJa (cm) | 30.04 | 37.27 | 44.50 | 51.73 | 58.96 | 66.19 |
| Iskr (cm) | 135.45 | 119.67 | 103.89 | 88.11 | 72.33 | 56.55 |
| PuS (cm) | 0.75 | 8.29 | 15.83 | 23.37 | 30.91 | 38.45 |
| X (s) | 8.72 | 8.28 | 7.84 | 7.40 | 6.96 | 6.52 |
| BM (m) | 6.47 | 8.23 | 9.99 | 11.75 | 13.51 | 15.27 |

Tabela 13. Normativne vrednosti svih testova za U21 odbojkaše

| Varijabla | Deficit sposobnosti | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|------------------------------|---------------------|---------------|----------|---------------|----------------------|
| HGR F _{max} (N) | 365.5 | 448.2 | 530.9 | 613.6 | 779.0 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 2917.4 | 3341.2 | 3765.0 | 4188.8 | 5036.4 |
| HGL F _{max} (N) | 315.0 | 397.4 | 479.8 | 562.2 | 727.0 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 2176.2 | 2747.8 | 3319.4 | 3891.0 | 5034.2 |
| LB F _{max} (N) | 1011.3 | 1234.2 | 1457.1 | 1680.0 | 2125.8 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 5576.6 | 8361.3 | 11146.0 | 13930.7 | 19500.1 |
| AE F _{max} (N) | 3731.3 | 4085.4 | 4439.5 | 4793.6 | 5501.8 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 11859.0 | 15669.3 | 19479.6 | 23289.9 | 30910.5 |
| SJ (cm) | 18.93 | 26.36 | 33.79 | 41.22 | 56.08 |
| CMJ (cm) | 25.19 | 31.73 | 38.27 | 44.81 | 57.89 |
| CMJa (cm) | 33.42 | 40.15 | 46.88 | 53.61 | 67.07 |
| Iskr (cm) | 141.17 | 123.33 | 105.49 | 87.65 | 51.97 |
| PuS (cm) | 1.81 | 9.99 | 18.17 | 26.35 | 42.71 |
| X (s) | 8.74 | 8.36 | 7.98 | 7.60 | 6.84 |
| BM (m) | 7.82 | 9.40 | 10.98 | 12.56 | 15.72 |

U Tabeli 14, 15, 16 i 17 prikazane su objedinjene normativne vrednosti za svaki od testova podeljene po uzrastu odbojkašica.

Tabela 14. Normativne vrednosti svih testova za U15 odbojkašice

| Varijabla | Deficit sposobnosti | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|------------------------------|---------------------|---------------|----------|---------------|----------------------|
| HGR F _{max} (N) | 145.7 | 196.6 | 247.5 | 298.4 | 400.2 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 722.6 | 1161.2 | 1599.8 | 2038.4 | 2915.6 |
| HGL F _{max} (N) | 138.7 | 187.4 | 236.1 | 284.8 | 382.2 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 630.8 | 1058.7 | 1486.6 | 1914.5 | 2770.3 |
| LB F _{max} (N) | 434.1 | 567.2 | 700.3 | 833.4 | 1099.6 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 464.2 | 2163.8 | 3863.4 | 5563.0 | 8962.2 |
| AE F _{max} (N) | 1101.1 | 1683.9 | 2266.7 | 2849.5 | 4015.1 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 4272.7 | 7442.3 | 10611.9 | 13781.5 | 20120.7 |
| SJ (cm) | 15.21 | 19.43 | 23.65 | 27.87 | 36.31 |
| CMJ (cm) | 17.58 | 21.79 | 26.00 | 30.21 | 38.63 |
| CMJa (cm) | 20.60 | 25.73 | 30.86 | 35.99 | 46.25 |
| Iskr (cm) | 114.90 | 99.18 | 83.46 | 67.74 | 36.30 |
| PuS (cm) | 6.47 | 13.10 | 19.73 | 26.36 | 39.62 |
| X (s) | 11.46 | 10.65 | 9.84 | 9.03 | 7.41 |
| BM (m) | 4.29 | 5.44 | 6.59 | 7.74 | 10.04 |

Tabela 15. Normativne vrednosti svih testova za U17 odbojkašice

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|------------------------------|----------------------------|--------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| HGR F _{max} (N) | 171.1 | 218.7 | 266.3 | 313.9 | 361.5 | 409.1 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 1033.5 | 1398.8 | 1764.1 | 2129.4 | 2494.7 | 2860.0 |
| HGL F _{max} (N) | 157.5 | 203.9 | 250.3 | 296.7 | 343.1 | 389.5 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 853.3 | 1242.9 | 1632.5 | 2022.1 | 2411.7 | 2801.3 |
| LB F _{max} (N) | 486.9 | 630.2 | 773.5 | 916.8 | 1060.1 | 1203.4 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 1383.2 | 3164.4 | 4945.6 | 6726.8 | 8508.0 | 10289.2 |
| AE F _{max} (N) | 1370.0 | 1952.1 | 2534.2 | 3116.3 | 3698.4 | 4280.5 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 6750.3 | 9560.7 | 12371.1 | 15181.5 | 17991.9 | 20802.3 |
| SJ (cm) | 16.43 | 20.16 | 23.89 | 27.62 | 31.35 | 35.08 |
| CMJ (cm) | 18.32 | 22.68 | 27.04 | 31.40 | 35.76 | 40.12 |
| CMJa (cm) | 22.98 | 27.81 | 32.64 | 37.47 | 42.30 | 47.13 |
| Iskr (cm) | 123.18 | 104.40 | 85.62 | 66.84 | 48.06 | 29.28 |
| PuS (cm) | 4.28 | 11.73 | 19.18 | 26.63 | 34.08 | 41.53 |
| X (s) | 10.90 | 10.13 | 9.36 | 8.59 | 7.82 | 7.05 |
| BM (m) | 4.76 | 6.02 | 7.28 | 8.54 | 9.80 | 11.06 |

Tabela 16. Normativne vrednosti svih testova za U19 odbojkašice

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|------------------------------|----------------------------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| HGR F _{max} (N) | 173.5 | 224.9 | 276.3 | 327.7 | 379.1 | 430.5 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 1108.6 | 1494.0 | 1879.4 | 2264.8 | 2650.2 | 3035.6 |
| HGL F _{max} (N) | 160.5 | 211.6 | 262.7 | 313.8 | 364.9 | 416.0 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 890.7 | 1300.1 | 1709.5 | 2118.9 | 2528.3 | 2937.7 |
| LB F _{max} (N) | 504.2 | 648.7 | 793.2 | 937.7 | 1082.2 | 1226.7 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 1261.8 | 3179.0 | 5096.2 | 7013.4 | 8930.6 | 10847.8 |
| AE F _{max} (N) | 1613.9 | 2160.9 | 2707.9 | 3254.9 | 3801.9 | 4348.9 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 7869.4 | 10527.6 | 13185.8 | 15844.0 | 18502.2 | 21160.4 |
| SJ (cm) | 14.61 | 19.62 | 24.63 | 29.64 | 34.65 | 39.66 |
| CMJ (cm) | 18.24 | 23.53 | 28.82 | 34.11 | 39.40 | 44.69 |
| CMJa (cm) | 22.22 | 28.11 | 34.00 | 39.89 | 45.78 | 51.67 |
| Iskr (cm) | 122.02 | 104.29 | 86.56 | 68.83 | 51.10 | 33.37 |
| PuS (cm) | 9.14 | 15.69 | 22.24 | 28.79 | 35.34 | 41.89 |
| X (s) | 10.29 | 9.63 | 8.97 | 8.31 | 7.65 | 6.99 |
| BM (m) | 5.08 | 6.37 | 7.66 | 8.95 | 10.24 | 11.53 |

Tabela 17. Normativne vrednosti svih testova za U21 odbojkašice

| Varijabla | Deficit sposobnosti | | Ispod proseka | Prosečno | Iznad proseka | Razvijena sposobnost |
|------------------------------|----------------------------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| HGR F _{max} (N) | 209.4 | 264.6 | 319.8 | 375.0 | 430.2 | 485.4 |
| HGR RFD _{max} (N/s) | 1265.1 | 1697.0 | 2128.9 | 2560.8 | 2992.7 | 3424.6 |
| HGL F _{max} (N) | 197.6 | 251.1 | 304.6 | 358.1 | 411.6 | 465.1 |
| HGL RFD _{max} (N/s) | 1150.1 | 1586.7 | 2023.3 | 2459.9 | 2896.5 | 3333.1 |
| LB F _{max} (N) | 560.9 | 728.1 | 895.3 | 1062.5 | 1229.7 | 1396.9 |
| LB RFD _{max} (N/s) | 2085.5 | 3959.1 | 5832.7 | 7706.3 | 9579.9 | 11453.5 |
| AE F _{max} (N) | 1718.9 | 2366.5 | 3014.1 | 3661.7 | 4309.3 | 4956.9 |
| AE RFD _{max} (N/s) | 7789.4 | 11003.5 | 14217.6 | 17431.7 | 20645.8 | 23859.9 |
| SJ (cm) | 16.76 | 22.22 | 27.68 | 33.14 | 38.60 | 44.06 |
| CMJ (cm) | 20.76 | 25.88 | 31.00 | 36.12 | 41.24 | 46.36 |
| CMJa (cm) | 26.25 | 31.68 | 37.11 | 42.54 | 47.97 | 53.40 |
| Iskr (cm) | 121.49 | 103.84 | 86.19 | 68.54 | 50.89 | 33.24 |
| PuS (cm) | 6.84 | 14.94 | 23.04 | 31.14 | 39.24 | 47.34 |
| X (s) | 10.01 | 9.38 | 8.75 | 8.12 | 7.49 | 6.86 |
| BM (m) | 5.60 | 7.11 | 8.62 | 10.13 | 11.64 | 13.15 |

U Tabeli 12 prikazani su rezultati Multivariatne analize varijanse (MANOVA) sa faktorima Pol, Uzrasna Kategorija i interakcijom ta dva faktora. Rezultati su prikazani kroz F vrednosti MANOVA-e, kao i značajnost razlika (Sig.) po posmatranim faktorima. Partial Eta Squared je predstavljen kao mera veličine efekta pojedinačnih faktora (Pol, Kategorija) i njihove interakcije (Pol · Kategorija).

Tabela 12. Rezultati MANOVA-e sa faktorima i njihovom interakcijom

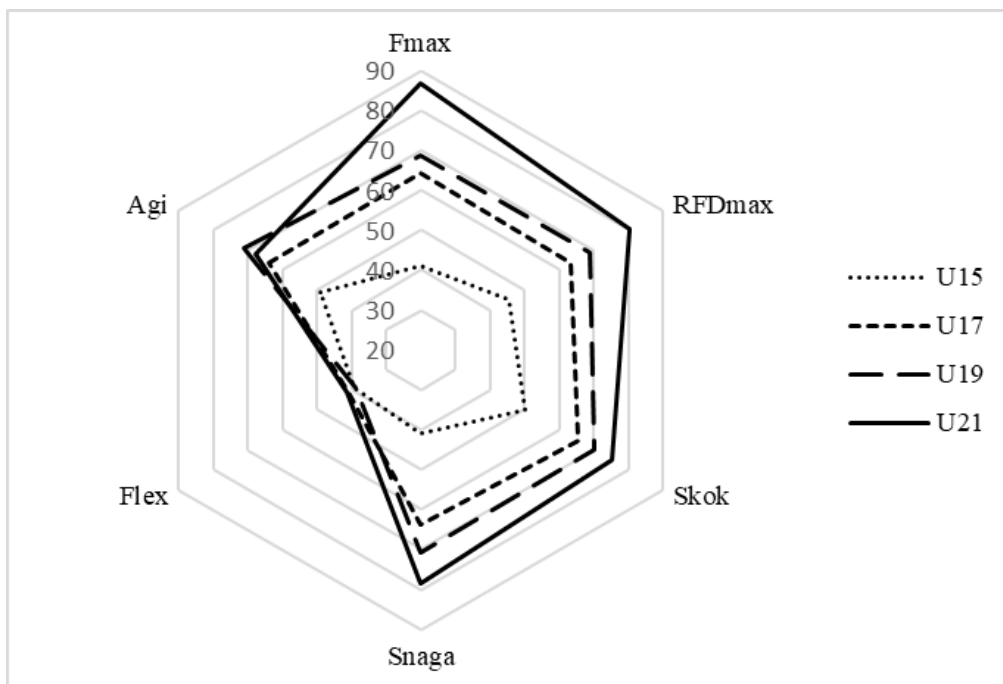
| Faktor | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|------------------|----------|-------------|----------------------------|
| Pol | 47.177 | .000 | .627 |
| Kategorija | 9.299 | .000 | .248 |
| Pol · Kategorija | 3.558 | .000 | .112 |

U Tabeli 13 prikazana je značajnost interakcije Pol · Kategorija za svaki od sprovedenih testova sa rezultatima F vrednosti i njene značajnosti (Sig.). Oni testovi za koje je utvrđena značajnost ispod nivoa Sig. < 0.05 imaju trend promene kroz uzrasne kategorije različit kod odbojkaša u odnosu na odbojkašice, dok je kod ostalih testova (Sig ≥ 0.05) trend promene postojeći, ali je ujednačenog tempa za oba pola.

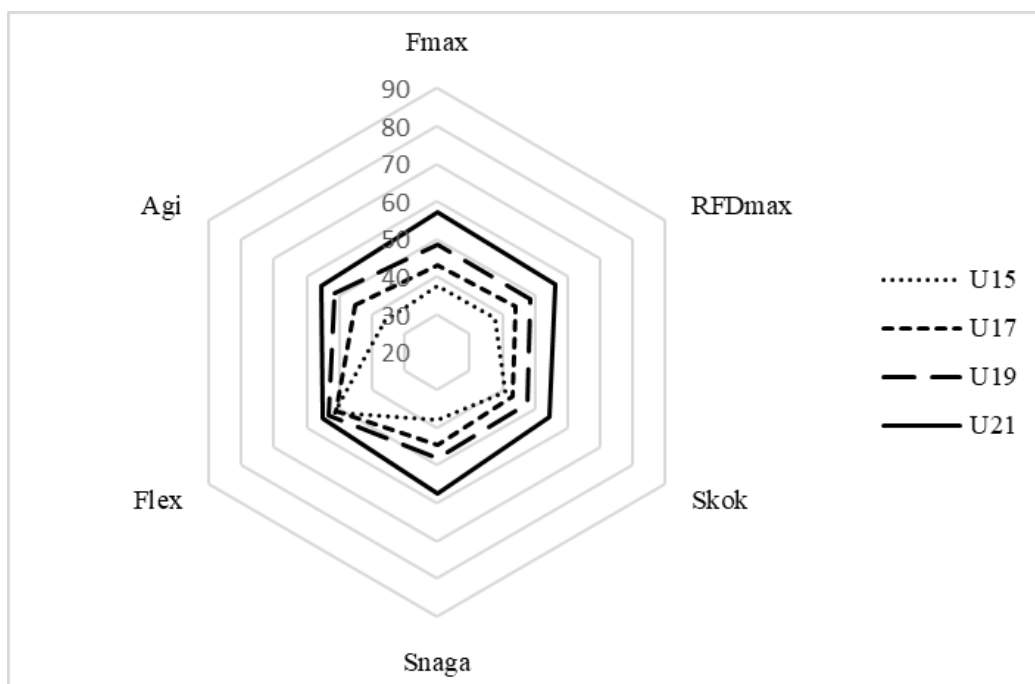
Tabela 13. Značajnost interakcije Pol · Kategorija pojedinačnih varijabli

| Varijabla | F | Sig. |
|------------------------|----------|-------------|
| HGR F _{max} | 21.179 | .000 |
| HGR RFD _{max} | 8.492 | .000 |
| HGL F _{max} | 25.204 | .000 |
| HGL RFD _{max} | 13.042 | .000 |
| LB F _{max} | 39.386 | .000 |
| LB RFD _{max} | 9.112 | .000 |
| AE F _{max} | 5.226 | .001 |
| AE RFD _{max} | 1.493 | .216 |
| SJ | 4.620 | .003 |
| CMJ | 4.678 | .003 |
| CMJa | 3.317 | .020 |
| Iskr | 1.880 | .132 |
| PuS | 1.539 | .204 |
| X | 1.483 | .218 |
| BM | 10.051 | .000 |

Na Slikama 16 i 17 su prikazane Skor vrednosti sposobnosti grupisanih po srodnosti, kako bi se stekla jasnija predstava o promenama sposobnosti sa uzrasnim grupama. Skala prikaza je od 0 do 90, s obzirom da nije bilo rezultata Skor vrednosti koje su prelazile tu granicu. Uzrasne kategorije su predstavljene različitim linijama a udaljenost od centra šestougonaog profila predstavlja nivo razvijenosti grupe motoričkih sposobnosti.



Slika 16. Profil Skor vrednosti odbojkaša u funkciji uzrasta



Slika 17. Profil Skor vrednosti odbojkašica u funkciji uzrasta

U Tabeli 14 prikazani su rezultati regresione analize Skor vrednosti u kontekstu predikcije na osnovu rezultata testova motoričkih sposobnosti. U tabeli su predstavljeni koeficijenti

(Unstandardized Coefficients – B), kao i standardne greške procene (Std. Error) koji su kasnije uključeni u predikciju Skor vrednosti. Prikazani su i t vrednost, kao i značajnost predikcije (Sig.) za svaku od varijabli, kao i interval pouzdanosti za koeficijente (sa 95% sigurnosti)

Tabela 14. Rezultati regresione analize predikcije Skor vrednosti na osnovu varijabli motoričkih sposobnosti

| Model | Unstandardized Coefficients | | t | Sig. | 95.0% Confidence Interval for B | |
|------------------------|-----------------------------|------------|-----------|-------|---------------------------------|-------------|
| | B | Std. Error | | | Lower Bound | Upper Bound |
| (Constant) | 9.0932 | .003 | 3279.300 | 0.000 | 9.088 | 9.099 |
| HGR F _{max} | 0.0136 | .000 | 2417.702 | 0.000 | .014 | .014 |
| HGR RFD _{max} | 0.0017 | .000 | 2849.478 | 0.000 | .002 | .002 |
| HGL F _{max} | 0.0141 | .000 | 2291.829 | 0.000 | .014 | .014 |
| HGL RFD _{max} | 0.0018 | .000 | 2639.361 | 0.000 | .002 | .002 |
| LB F _{max} | 0.0050 | .000 | 3507.039 | 0.000 | .005 | .005 |
| LB RFD _{max} | 0.0005 | .000 | 5061.500 | 0.000 | .000 | .000 |
| AE F _{max} | 0.0016 | .000 | 4446.463 | 0.000 | .002 | .002 |
| AE RFD _{max} | 0.0003 | .000 | 4580.740 | 0.000 | .000 | .000 |
| SJ | 0.1791 | .000 | 3959.898 | 0.000 | .179 | .179 |
| CMJ | 0.1704 | .000 | 3484.382 | 0.000 | .170 | .170 |
| CMJa | 0.1477 | .000 | 3675.043 | 0.000 | .148 | .148 |
| Iskr | -0.0595 | .000 | -6874.775 | 0.000 | -.059 | -.059 |
| PuS | 0.1403 | .000 | 7041.703 | 0.000 | .140 | .140 |
| X | -1.2788 | .000 | -5948.088 | 0.000 | -1.279 | -1.278 |
| BM | 0.5875 | .000 | 4704.415 | 0.000 | .587 | .588 |

7. DISKUSIJA

Ciljevi ove studije su bili da se prikažu profili opštih (kontraktilni potencijali predstavljeni kroz silu i brzinu razvoja sile) i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica po uzrasnim kategorijama, a nakon toga da se definišu i normativne vrednosti motoričkih sposobnosti u odbojci po kriterijumu uzrasta.

7.1. Diskusija rezultata jačine i eksplozivnosti

U skladu sa prvim ciljem ove studije definisani su multidimenzionalni profili sile i eksplozivnosti, kao mišićnih kontraktilnih karakteristika odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta. Glavni nalazi ovog istraživanja jesu da se najmlađa (U15) i najstarija uzrasna grupa (U21) razlikuju značajno i jedna u odnosu na drugu, kao i u odnosu na ostale dve grupe ($p < 0.001$), a sa druge strane nisu pronađene značajne razlike između dve srednje grupe (U17 i U19).

Rezultati izometrijske sile stiska šake dobijeni ovom studijom (Tabela 2 i Tabela 3) su gotovo identični rezultatima zabeleženim u prethodnim studijama koje su posmatrale slične grupe ispitanika (Kilic & Binboga, 2012; Melrose, et al., 2007; Tsoukos, et al., 2019) i gde su autori iznosili rezultate U17 uzrasne grupe odbojkaša F_{max} u opsegu od 400N – 425N, a odbojkašica 277N – 285N. Drugi autori su beležili neznatno jači izometrijski stisak šake $F_{max} = 338N$ za U17 odbojkašice (Melrose, et al., 2007) i slične F_{max} rezultate, u opsegu od 407N – 434N za U18 mušku i žensku grupu zajedno (Tsoukos, et al., 2019). Određene studije su sprovedene sa neznatno drugačijim procedurama, uključujući merenje sile stiska šake u stojećem položaju (Kilic & Binboga, 2012) ili sa rukom savijenom pod 90° u laktu (Tsoukos, et al., 2019), ali razlike u odnosu na rezultate ove studije kreću se od malih do nepostojećih. Ne postoji veći broj istraživanja koja se bave izometrijskom silom opružaća u skočnom zglobu u bilateralnim uslovima, obzirom da su istraživači uglavnom posmatrali unilateralnu silu (Sleivert, Backus, & Wenger, 1995) i moment sile (Kwon, 2020; Takeuchi, Takemura, Nakamura, Tsukuda, & Miyakawa, 2018). Procedure za merenje izometrijske sile opružaća skočnog zgloba, koje su slične primenjenoj u ovoj studiji, su upotrebljene pri istraživanjima sprovedenim na uzorku rekreativaca u bilateralnim uslovima sa opruženim (Kamen, 1983) i savijenim nogama

(Kyröläinen et al., 2005), tako da su dobijeni rezultati slični rezultatima ovog istraživanja (muškarci $3910\text{N} \pm 1106\text{N}$). Izometrijska sila opružaća leđa i kuka, iako prisutna u literaturi, nije posmatrana na uzorcima iz odbojke, već obično na fizički aktivnim rekreativcima, ili sportistima iz drugih sportskih grana (Sánchez-Muñoz et al., 2020), sa F_{\max} rezultatima sličnim našoj studiji. Prikazani rezultati F_{\max} i RFD_{\max} (Tabela 2 i Tabela 3) tri važne mišićne grupe, uključene u gotovo sve akcije u okviru odbojkaške igre, predstavljaju normativne vrednosti maksimalne sile i maksimalne eksplozivnosti u kontekstu uzrasta. Ispitanici oba pola jačaju sa godinama u svim posmatranim mišićnim grupama, sa nešto boljim rezultatima kod odbojkaša u odnosu na odbojkašice. Rezultati sile stiska šake su dobijeni u unilateralnim uslovima, što objašnjava manje sile u poređenju sa ostala dva testa gde je merena bilateralna sila. Rezultati AE F_{\max} i AR RFD_{\max} su značajno veći u odnosu na LB rezultate, uzevši u obzir da je AE mišićna grupa koja je odgovorna za ljudski bipedalni stav, kao i svaki drugi tip lokomocije u uspravnom položaju (hodanje, trčanje, skakanje...).

Profilisanje sile i eksplozivnosti autori su predlagali za odbojkaše različitog nivoa takmičenja (Ćopić, et al., 2014; Sheppard, Nolan, & Newton, 2012; Spence, et al., 1980), ili za različite igračke pozicije (Marques, et al., 2009). Rezultati izometrijske sile više mišićnih grupa su pokazani kao osetljivi za diferenciranje odbojkaša različitog uzrasta (Nikolaidis et al., 2017), što ovu proceduru čini korisnim sredstvom za identifikovanje pojedinaca koji su napredniji u odnosu na svoje vršnjake i koji su smatrani talentima. Takođe, procedure profilisanja su testirane u kontekstu različitih trenažnih intervencija (Arazi, Khanmohammadi, Asadi, & Haff, 2018; Kavanaugh, et al., 2018; Rauch et al., 2018) i pokazalo se da su osetljive, što ih čini izuzetno korisnim za praćenje promena motoričkih sposobnosti kroz dugoročni razvoj sportista. Znanje o kontraktilnim karakteristikama kroz profilisanje predstavlja i veliku pomoć pri prevenciji od povreda (Foss, Myer, & Hewett, 2014).

Redukovanje dimenzija je predlagano (Morrow Jr, Jackson, Hosler, & Kachurik, 1979) kao korisno sredstvo za bolje razumevanje veza između različitih grupa sposobnosti (Sheppard, et al., 2012), ili različitih mišićnih grupa, kao u ovoj studiji. Ova procedura omogućava objedinjavanje većeg broja mišićnih grupa i izračunavanje njihovih F_{\max} i RFD_{\max} rezultata u jedan Skor uz pomoć PCA multidimenzionalne transformacije. Skor vrednost sumira efekte sve tri mišićne grupe na skali od 0 – 100, čime opisuje karakteristike gornjeg dela tela, trupa i nogu zajedno, omogućivši profilisanje kontraktilnih potencijala celog tela kod ispitanika različitih uzrasnih grupa. PCA izdvaja jedan faktor koji je u osnovi F_{\max} i RFD_{\max} iz sva tri testa izometrijske dinamometrije, sa statistički značajnim učešćem komponenti u varijabilnosti.

Prethodni autori su koristili PCA za redukovanje multidimenzionalne strukture u rukometu (Lijewski et al., 2019), kako bi dobili tri varijable koje opisuju masivnost tela, snagu i longitudinalnost tela. Te varijable su se pokazale kao značajni prediktori igračke pozicije i takmičarskog nivoa u rukometu. PCA se takođe pokazala kao koristan metod za eliminisanje velikog broja međupovezanih varijabli u manji broj nezavisnih faktora kako bi se bolje predstavile karakteristike posmatranig sposobnosti (Charoenpanicha, Boonsinsukhb, Sirisupc, & Saengsirisuwana, 2013). Autori su predlagali PCA u kvantitativnoj evaluaciji izvođenja skokova kroz kombinovanje korisnih informacija iz ključnih mehaničkih varijabli koje su predlagane kao potencijalni prediktori u određenim sportskim granama (Kollias, Hatzitaki, Papaiakovou, & Giatsis, 2001). Redukovanje dimenzija je čak bilo korišćeno za prepoznavanje i raščlanjivanje akcija u odbojci, iz razloga što pomaže da se razumeju različite, ali povezane komponente u izobilju podataka (Yang, 2018).

Skor vrednosti izračunate u ovoj studiji, koje predstavljaju kontraktilne potencijale svakog ispitanika u odnosu na ceo uzorak, su predstavljene kroz deskriptivnu statistiku uzrasnih grupa (Tabela 5). Prikazane srednje vrednosti za sve uzrasne grupe predstavljaju odgovarajući nivo sile (maksimalno ispoljavanje) i brzine razvoja sile (eksplozivni potencijal mišića) prosečnog odbojkaša i odbojkašice.

Rezultati ANOVA pokazuju statistički značajne razlike između najmlađe i najstarije uzrasne grupe u odnosu na ostale grupe. Kod odbojkaša te razlike su na nivou od 24.8% između U15 i U17 grupe, a 26.9% između U19 i U21, sve u korist starijih grupa. Nasuprot tome, U17 i U19 grupa se razlikuju samo 5.4% između sebe. Nešto ravnomerniji trend promene ilustrovan nagibom regresione linije, kao i jednačinom predikcije ($a = 6.227$ za odbojkaše i $a = 3.915$ za odbojkašice) je uočen kod ispitanica sa 11.5% razlike između U15 i U17 grupa, i 19.3% između U19 i U21, ali idalje samo 6.4% razlike između U17 i U19. Na osnovu regresionog modela promena Skora, kao integralne mere potencijalnog mišićnog razvoja u funkciji uzrasne grupe, prosečan godišnji prirast F_{max} i RFD_{max} posmatranih odbojkaša je na nivou od 6.3%, dok je kod odbojkašica prirast malo umereniji, na nivou od 3.9% (Slika 12). Promene u sili nisu jednolične kroz rast i razvoj. Za dečake kritična faza za razvoj ove sposobnosti počinje negde u rasponu od 14 do 16 godina, dok je kod devojaka to nešto ranije (Balyi, et al., 2013), što donekle objašnjava razlike primećene u odnosu na U15 grupu. Prethodne studije su takođe pokazale razlike u sili odbojkaša u kontekstu godina, ali uglavnom posmatrajući jednu mišićnu grupu (Melrose, et al., 2007) ili testirajući silu u dinamičkim uslovima (Sheppard, et al., 2012). Pretpostavka je da karakteristike odbojkaškog treninga u tom mlađem dobu idalje nisu mogle

značajno da utiču na promene u urođenim kapacitetima za ispoljavanje sile, koji su drugačiji za svakog ispitanika, što takođe objašnjava veću varijabilnost u toj uzrasnoj grupi. Takođe, iako su ispitanici morali da imaju najmanje 3 godine trenažnog iskustva kako bi ispunili kriterijume za uključivanje u studiju, veliki deo tog početnog trenažnog procesa je posvećen usvajanju osnovnih odbojkaških veština. Nasuprot tome, u U17 i U19 grupama odbojkaški trening, sportska selekcija i senzitivna faza za razvoj sile i snage (Balyi, et al., 2013) deluju u smeru ujednačavanja razlika u kontraktilnim potencijalima, što je pokazano u ovoj studiji. Posledično, u seniorskoj kategoriji, sa maturacijom završenom u većini slučajeva, treneri obično prebacuju fokus sa tehnike na atletske aspekte igre, uglavnom silu i eksplozivnost. U ovom periodu su treninzi u sali obično praćeni i radom u teretani u određenoj meri. U21 grupa je pokazala značajno bolje Skor vrednosti u odnosu na ostale tri grupe ($p < 0.001$), što bi moglo da se objasni prethodno opisanim karakteristikama odbojkaškog treninga u tom razvojnom periodu. Prethodni autori (Kavanaugh, et al., 2018) pokazali su da promene u sili i snazi kod odbojkaša mogu da idu i do 44% uz fokusirane i dobro isplanirane trenažne adaptacije. Drugi autori su navodili da čak i za vreme jednogodišnjeg trenažnog makrociklusa seniori u odbojci mogu da dostignu značajne promene ($p < 0.05$) u izometrijskoj sili donjih ekstremiteta. Nasuprot tome, statistički značajne razlike nisu uočene za gornje ekstremitete u toku istog vremenskog perioda od jedne godine (Czaplicki, Śliwa, Szyszka, & Sadowski, 2017). Nešto veća varijabilnost uočena kod U21 grupe može da se objasni različitim treninzima snage kod ispitanika iz različitih klubova, gde su neki efikasniji, a neki manje efikasni. Kao što je već napomenuto, u ovoj fazi razvoja spoljašnji faktori dominiraju u poboljšanju kontraktilnih potencijala, čime se dodatno produbljuju razlike između ove i ostalih uzrasnih grupa. Drugačiji trend promene kontraktilnih potencijala između polova može da se objasni najčešćim trenažnim podsticajima karakterističnim za ženske treninge u odnosu na muške, gde treneri mnogo manje pažnje posvećuju snazi, a više tehnici i veštini. Možemo čak da pretpostavimo da ove trenažne tehnologije oblikuju i samu odbojkašku igru, u pravcu snažne i brze napadu orijentisane muške odbojke i nešto manje brze, ali sa dužim nadigravanjuma i fokusirane ka odbrani ženske odbojke (Nešić, et al., 2011).

7.2. Diskusija rezultata specifičnih motoričkih sposobnosti

U skladu sa prvim ciljem ove studije definisani su multidimenzionalni profili specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta. Glavni nalazi ovog

istraživanja jesu da se, kod odbojkaša najmlađa (U15) grupa značajno razlikuje (Slika 13) od svih ostalih uzrasnih grupa ($p < 0.001$), a da se takođe U17 grupa značajno razlikuje od U21 ($p < 0.05$), dok su kod odbojkašica dve najstarije grupe (U19 i U21), koje se i međusobno značajno razlikuju u korist U21 (Slika 14), postigle značajno bolje rezultate u odnosu na ostale dve grupe (U15 i U17).

Specifične motoričke sposobnosti, kao dominantno manifestne u odbojkaškoj igri se primarno razvijaju kroz odbojkaški trening. Rezultati ove studije nude normativne vrednosti tih sposobnosti, dobijene na uzorku odbojkaša i odbojkašica nacionalnog nivoa iz Srbije. U Tabeli 6 prikazani su deskriptivni rezultati odbojkaša različitog uzrasta, gde može da se uoči poboljšanje rezultata kod gotovo svih varijabli, osim kod fleksibilnosti ramenog pojasa predstavljene testom Iskret (0.59% - 8.17%), kao i agilnosti (2.18% - 9.75%) gde su procentualne promene ispod 10%. Kada se posmatraju tri varijable za procenu skočnosti (SJ, CMJ i CMJa) uočljiv je napredak u sposobnosti od 22.3% kod testa CMJa do 23.73% kod testa SJ. Ovakvi nalazi upućuju na zaključak da snaga mišića nogu predstavljena kroz test bez počučnja i zamaha rukama (SJ) neznatno bolje napreduje sa uzrastom u odnosu na iskorišćenost refleksa na istezanje (CMJ), kao i koordinaciju i efikasnost zamaha rukama koja je prisutna u testu CMJa. Rezultati ove studije su uporedivi sa prethodnim studijama koje su takođe bile fokusirane na skočnost u odbojci (Borràs, Balius, Drobnic, & Galilea, 2011; Kitamura, et al., 2017), što govori u prilog tome da su odbojkaši iz Srbije u pogledu sposobnosti skočnosti u rangu sportista iz drugih sredina. Drugi autori su predstavili nešto drugačije nalaze skočnosti, pa su tako autori (Sattler, et al., 2015), mereći visinu skoka uz pomoć testova sličnih testovima u ovoj studiji (SJ, CMJ), na uzorku odbojkaša Prve i Druge lige Slovenije došli do nešto boljih rezultata. Fleksibilnost, predstavljena kroz testove Iskr i PuS menja se sa uzrastom na različite načine, pa tako fleksibilnost ramenog pojasa raste u toku prve dve uzrasne kategorije (U15 i U17), a nakon toga izrazito stanira u narednim dvema grupama, što upućuje na zaključak da se u tom dobu malo ili nimalo radi na poboljšanju ove sposobnosti. Sa druge strane fleksibilnost zadnje lože buta stagnaciju u napretku pokazuje u periodu između U17 i U19 uzrasnih grupa, dok je u seniorskom uzrastu (U21) prisutan porast od 11.94%, obzirom da je u toj kategoriji naglasak na ovoj sposobnosti u treningu verovatno malo veći. Prethodne studije su navele slične i bolje nalaze na testu PuS, pa su tako odbojkaši juniorske reprezentacije Engleske postizali rezultate u rangu 19.3cm do čak 37cm zabeleženih kod krajnjih napadača u timu (Duncan, et al., 2006). Agilnost odbojkaša uključenih u ovu studiju napreduje sa uzrastom uz malu varijabilnost ($cV\% = 2.96\% - 7.09\%$) u odnosu na ostale posmatrane sposobnosti.

Rezultati do kojih su došli autori prethidnih istraživanja su gotovo identični za uzrasne grupe U15, U17 i U19 i kreću se u rasponu od 7.64s za najstariju posmatranu grupu do 8.37s prosečno izmerenih za najmlađu (Majstorović, et al., 2019). Snaga ramenog pojasa i trupa (BM) najveći procentualni prirast pokazuje između U15 i U17 grupe odbojkaša gde je na nivou od čitavih 25.65%, odnosno sportisti uzrasta U17 postižu čak za četvrtinu bolje rezultate u odnosu na najmlađu testiranu grupu. U prethodnim istraživanjima autori su došli do nešto boljih rezultata na testu BM, gde su elitni odbojkaši seniorskog uzrasta postizali daljine od 10.88m – 12.5m, uz napomenu da je u sklopu procedure za navedeno istraživanje medicinka bila 3kg (Marques, et al., 2009), tako da se nameće zaključak da bi rezultati svakako bili još bolji u odnosu na rezultate zabeležene u ovoj studiji. Razlika u trenažnom nivou u pomenutoj studiji može da bude pokazatelj da je BM jedan od testova koji je, pored faktora uzrasne kategorije, zavistan i od faktora nivoa treniranosti, pa tako sportisti elitnog nivoa imaju bolje rezultate u odnosu na sportiste nacionalnog nivoa.

U Tabeli 7 prikazani su deskriptivni rezultati specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkašica različitog uzrasta, gde takođe može da se uoči poboljšanje rezultata kod gotovo svih varijabli, uz izuzetak testova za procenu fleksibilnosti (Iskr i PuS). Varijabilnost rezultata je kod uzorka odbojkašica manja u odnosu na uzorak odbojkaša za sve posmatrane varijable osim agilnosti, što može da se objasni većim brojem ispitanica, koji je svakako doprineo preciznijem određivanju testiranih sposobnosti. Rezultati postignuti na testovima za procenu skočnosti pokazuju ukupni prirast od 15.29% na testu SJ do 16.27% na testu CMJ, što znači da su odbojkašice, za razliku od odbojkaša više napredovale u pogledu optimizacije refleksa na istežanje, nego u snazi opružaća nogu koji učestvuju u skoku. Mnogobrojni prethodni autori su takođe posmatrali skokove različitog tipa kod odbojkašica i došli su do sličnih rezultata kao u ovoj studiji (Lidor, et al., 2009; Lidor & Ziv, 2010a; Mielgo-Ayuso, et al., 2015; Paz, et al., 2017; Schaal, et al., 2013), što upućuje na zaključak da su odbojkašice iz Srbije, u pogledu sposobnosti vertikalnog skoka (snage nogu, optimizacije refleksa na rastežanje, kao i efikasnosti zamaha rukama) podjednako razvijene kao i odbojkašice tog uzrasta drugih nacionalnosti. Poput uzorka odbojkaša i odbojkašice su pokazale nedovoljno izražen napredak fleksibilnosti u odnosu na ostale specifične motoričke sposobnosti (Iskr = 2.27%, PuS = 14.95%) kroz prizmu uzrasnih kategorija od najmlađe do najstarije. U prilog toj tvrdnji govore i istraživanja koja su bila fokusirana na sposobnost fleksibilnosti sprovodeći iste testove i došla do boljih rezultata (Ayán, et al., 2018; Paz, et al., 2017) ili čak do statistički značajnih razlika između odbojkašica različitog uzrasta (Nešić, Majstorović, Osmankač, Milenkoski, & Serdar,

2014) u pogledu testa za procenu fleksibilnosti zadnje lože buta. Ovakvi nalazi dalje potvrđuju pretpostavku navedenu u sklopu diskusije rezultata specifičnih sposobnosti odbojkaša, da se ne posvećuje dovoljno pažnje u toku treninga na razvoj fleksibilnosti, kao važne sposobnosti, pre svega za prevenciju od povreda. Agilnost, kao jedina sposobnosti koja je imala veću varijabilnost kod uzorka ženskog pola u odnosu na muški, se poboljšava stabilnim tempom kroz uzrasne kategorije (Tabela 7). Rezultati zabeleženi u okviru ove studije su u skladu sa prethodno posmatranim odbojkašicama mlađih uzrasnih kategorija (Majstorović, et al., 2019). Test BM kojim se procenjuje snaga trupa i ramenog pojasa pokazao je prirast od 23.59% kroz uzrasne kategorije, s tim što je najmanji pomak primetan između grupa U15 i U17, što upućuje na činjenicu da se u tim nešto mlađim uzrasnim kategorijama manja pažnja posvećuje razvoju snage, a više razvoju tehnike. Ova pretpostavka je dodatno podržana i specifičnostima igre u seniorskoj ženskoj odbojci, koja naglasak stavlja na što bolje tehničko ispoljavanje (veštinu) i igru u odbranu sa dužim poenima, nasuprot muške odbojke koja je dominantno zasnovana na snazi.

Redukcija dimenzija, objašnjena u diskusiji rezultata sile i eksplozivnosti, takođe može da ponudi jasniju predstavu o objedinjenim karakteristikama specifičnih motoričkih sposobnosti. PCA rezultati (Tabela 8) pokazuju da se varijable specifičnih motoričkih sposobnosti grupišu u dva glavna faktora koji objedinjuju skočnost, agilnost i snagu, nasuprot fleksibilnosti. Ovakvi rezultati su očekivani, obzirom da je fleksibilnost, odnosno gipkost u suštini „poluspecifična“ sposobnosti, za razliku od ostalih koje su usko specifične za odbojkašku igru. Dva testa za procenu fleksibilnosti su takva da se testom Iskr procenjuje fleksibilnost ramenog pojasa, koja je itekako važna u odbojkaškom nadmetanju, dok test PuS služi za procenu fleksibilnosti zadnje lože buta i kao takav, iako prisutan u odbrambenim akcijama i naglim promenama pravca, svakako nije toliko specifičan koliko jesu ostale sposobnosti procenjivane u okviru ove studije. Negativne vrednosti komponenti unutar prvog faktora koje opisuju modifikovani X test su takve iz razloga što je za ovu varijablu manji rezultat bolji, odnosno ispitanik koji test kompletira za manje vremena je uspešniji od ispitanika kojem je potrebno više. Visoke vrednosti kumulativnog procenta objašnjene varijabilnosti pokazuju da je prostor specifičnih motoričkih sposobnosti objašnjen odabranim testovima sa 72.85% za odbojkaše, odnosno 65.1% za odbojkašice. Ovakav rezultat ukazuje da varijabilnost rezultata unutar posmatranih uzoraka ispitanika može sa velikom verovatnoćom da se objasni varijablama koje su grupisane unutar dva faktora koja je PCA izdvojila kao značajne. Takođe, visoki kumulativni procenti objašnjene varijanse čine opravdanom multidimenzionalnu transformaciju kojom će iz Z

vrednosti da budu izračunate Skor vrednosti. Kao što je opisano u poglavlju diskusije rezultata sile i eksplozivnosti, matematičkim multidimenzionalnim modelovanjem je od Z vrednosti izračunatih uz pomoć PCA analize dobijena Skor vrednost za svakog od ispitanika. Skor vrednost predstavlja objedinjene uticaje svih testiranim specifičnih motoričkih sposobnosti postavljenih u istu ravan, predstavljen na skali od 0 do 100, što značajno olakšava njegovu interpretaciju u odnosu na Z skor koji je u rasponu od -3 do 3.

Jedan od glavnih nalaza studije jeste da se Skor vrednosti uzrasnih grupa razlikuju na nivou od $p < 0.001$ za uzorke oba pola, što govori u prilog tvrdnji da su specifične motoričke sposobnosti faktor determinacije odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta, odnosno da je opravdano da se rezultati ovih testova koriste kao selekcionni kriterijum u odbojci. Ovakve nalaze podržavaju i prethodne studije (Jandova & Janura, 2019; Kitamura, et al., 2017; Nešić, et al., 2014; Nikolaidis, et al., 2017; Papadopoulou, et al., 2019; Purkhús, et al., 2016; Schaal, et al., 2013), s tim što je nedostatak tih studija u činjenici da je posmatran manji broj sposobnosti, kao i mali broj studija u kojima je predstavljen integrisani uticaj posmatranih specifičnih motoričkih sposobnosti, koji bi dao jasniju sliku o razvojnim promenama motoričkog prostora u odbojci. Post Hoc analizom su utvrđene razlike između svake uzrasne kategorije pojedinačno, gde je utvrđeno da se kod odbojkaša najmlađa (U15) grupa značajno razlikuje od svih ostalih uzrasnih grupa ($p < 0.001$), dok je jedina druga primećena razlika između grupa U17 i U21 ($p < 0.05$). Pretpostavka je da ovakvi nalazi mogu da se objasne činjenicom da su kod dečaka kritične faze razvoja većine sposobnosti posmatranih u ovoj studiji još u toku (Balyi & Hamilton, 2004) i da su čak i smanjeni podsticaji, koji proizilaze iz trenažnih sredstava primarno usmerenih ka tehnicima, dovoljni da podstaknu značajan napredak. U skladu sa ovom pretpostavkom odbojkaši čak i mlađih uzrasnih grupa, kakva je U15, iako treningom primarno razvijaju tehničke odbojkaške elemente, uz to značajno doprinose i razvoju specifičnih motoričkih sposobnosti. Taj razvoj, usled senzitivnih faza, je drastičan u prvoj razvojnoj dobi, a nakon toga iako nastavlja, nastavlja neznatno sporijim tempom, na šta ukazuju i rezultati Post Hoc analize kojom nisu prepoznate razlike između susednih U17, U19 i U21 grupa. Kod odbojkašica su dve najstarije grupe (U19 i U21), koje se i međusobno značajno razlikuju u korist U21, postigle značajno bolje rezultate u odnosu na ostale dve grupe (U15 i U17). Ovakvi rezultati su donekle u suprotnosti sa literaturom, po kojoj bi senzitivne faze za većinu posmatranih sposobnosti devojaka trebalo da su prošle (Balyi & Hamilton, 2004), pa je pretpostavka da su se dve najstarije grupe izdvojile prevashodno kao posledica trenažnih tehnologija, obzirom da je situacija u praksi takva da se u seniorskim takmičenjima na nivou Srbije uglavnom nadmeću

devojke upravo uzrasta 17 do 20 godina. Pretpostavka je da seniorski trening, koji u velikom broju slučajeva praćen i radom u teretani, gde su fokusirane upravo neke od procenjivanih sposobnosti, doprinosi tome da su Post Hoc analizom prepoznate razlike između tih starijih uzrasnih kategorija (U19 i U21) u odnosu na mlađe (U17 i U15). Trend promene Skor vrednosti za oba pola je prikazan na Slici 15, sa regresionom linijom i jednačinom predikcije. Može da se uoči da su Skor vrednosti odbojkaša U15 uzrasne grupe nešto veće u odnosu na odbojkašice i da se te razlike dalje povećavaju sa uzrastom, odnosno da se pojavljuju sve veće razlike u specifičnim motoričkim sposobnostima između muškaraca i žena. Taj različiti trend promene je najbolje ilustrovan koeficijentom nagiba jednačine predikcije koji je kod odbojkaša $a = 6.1385$, dok je kod odbojkašica $a = 4.1016$, što znači da se je prosečan prirast Skor vrednosti između susednih uzrasnih kategorija za ta dva uzorka upravo na nivou od 6.1, odnosno 4.1 (Slika 15). Ovi nalazi su povezani i sa jasnom situacijom u praksi, gde odbojkaši ovih uzrasnih kategorija, na račun funkcionalnih i morfoloških karakteristika (Balyi, et al., 2013) pokazuju nešto bolji početni nivo, kao i svakako veći stepen prirasta specifičnih motoričkih sposobnosti u odnosu na odbojkašice.

7.3. Diskusija rezultata profila motoričkih sposobnosti sa normativnim vrednostima

U skladu sa drugim ciljem ove studije formirani su kompletni motorički profili odbojkaša i odbojkašica uzrasnih kategorija U15, U7, U19 i U21, kao i selekcionni kriterijumi na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti. Glavni nalaz ove studije jesu rezultati MANOVA-e koji su pokazali da postoje statistički značajne razlike između profila motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasnih grupa kako u funkciji Pola, tako i u funkciji Kategorije (Tabela 12).

U Tabelama 10, 11, 12 i 13 prikazane su sumirane normativne vrednosti svih testiranih varijabli za odbojkaše različitih uzrasnih grupa, dok su u tabelama 14, 15, 16 i 17 prikazane takođe normativne vrednosti različitih uzrasnih grupa, ali za odbojkašice. Ovi rezultati predstavljaju normativne vrednosti motoričkih sposobnosti različitih uzrasnih kategorija u odbojci koji je zasnovan na opsežnom monitoringu široke baze ispitanika iz populacije koja je vrlo uspešna na kontinentalnom i svetskom nivou u posmatranoj sportskoj grani. U tabelama su prikazani rezultati sa kvalitativnom ocenom na osnovu nivoa sposobnosti u rasponu od Deficita sposobnosti, sve do Razvijene sposobnosti. Raspodela kvalitativnih ocena je načinjena na

osnovu disperzije rezultata (SD), gde je raspon između susednih ocena „širok“ jednu standardnu devijaciju. Ovakva raspodela čini normativne vrednosti osetljivim na karakteristike posmatrane populacije, a takođe doprinosi poboljšanju njihove preciznosti sa svakim novim ispitanikom koji postane deo baze rezultata. Pažljivijim posmatranjem rezultata mogu da se uoče specifičnosti o kojima je bilo reči kroz prethodne analize, pre svega u pogledu sposobnosti fleksibilnosti koja je predstavljena kroz testove Iskr i PuS, na kojima su ispitanici svih uzrasnih grupa imali vrlo slične srednje vrednosti i standardne devijacije, što je dovelo do toga da su i normativne vrednosti slične u svim kategorijama. Kod U15 uzrasne grupe je čak donja granica kvalitativne ocene Deficit sposobnosti na testu PuS predstavljena negativnom vrednošću, što treba da predstavlja izvođenje testa u kojem ispitanik nije uopšte uspeo da dohvati merni instrument, već je udaljenost između njegovih ruku i mernog instrumenta naknadno izmerena. Rezultati testa za procenu agilnosti (X) kod odbojkaša su takođe inkonzistentni kroz uzrasne kategorije, pa tako U19 grupa ima neznatno bolje normativne vrednosti u odnosu na U21 grupu, što bi značilo da u prelazu između ove dve kategorije usled trenažnih tehnologija, ili razvoja muskuloznosti, a time i ukupne mase tela, dolazi do pada sposobnosti brze promene pravca. Taj pad nije drastičan, pa može da se konstatuje da sposobnost agilnosti stagnira u periodu U19 i U21 uzrasnih kategorija. Rezultati postignuti na ostalim testovima su uglavnom u skladu sa pretpostavkom poboljšanja kroz uzrasne kategorije.

Kroz poglavlja diskusije rezultata jačine i eksplozivnosti, kao i diskusije rezultata specifičnih motoričkih sposobnosti analizirani su dobijeni nalazi u kontekstu značajnih pojedinosti, prethodnih istraživanja, kao i situacije u praksi. Rezultati predstavljeni u prethodnim studijama, kako u kontekstu jačine i eksplozivnosti, kao kontraktilnih potencijala, odnosno opštih motoričkih sposobnosti (Kamen, 1983; Kilic & Binboga, 2012; Kyröläinen, et al., 2005; Melrose, et al., 2007; Tsoukos, et al., 2019), tako i u kontekstu specifičnih motoričkih sposobnosti (Barnes et al., 2007; Battaglia, et al., 2014; Borràs, et al., 2011; Lidor, et al., 2009; Lidor & Ziv, 2010a; Majstorović, et al., 2019; Mielgo-Ayuso, et al., 2015; Paz, et al., 2017; Schaal, et al., 2013) su uporedivi sa rezultatima ove studije, što govori u prilog tvrdnji da su odbojkašice i odbojkaši odabranog uzorka u pogledu posmatranih karakteristika u skladu sa drugim populacijama ispitanika. Neznatno drugačiji rezultati izmereni od strane drugih autora (Claudino et al., 2017; Kollock Jr, Onate, & Van Lunen, 2010; Kwon, 2020; Magalhaes, Inácio, Oliveira, Ristö, & Ascensao, 2011; Melrose, et al., 2007; Sleivert, et al., 1995; Takeuchi, et al., 2018) mogu da se objasne nešto drugačijim procedurama testiranja, kao i osobenostima uzoraka odabranih za testiranje. Statistički značajne razlike dokazane su MANOVA

rezultatima (Tabela 12), što ukazuje na osetljivost procedure i odabranih testova na različite uzraste, kao i na determinaciju između polova. Interakcija faktora Pol i Kategorija pokazuje da je trend promene sposobnosti različit kod odbojkaša u odnosu na odbojkašice, a daljom analizom su izdvojene i varijable kod kojih je interakcija pomenutih faktora statistički značajna ($p < 0.05$) i to je većina varijabli, osim: AE RFD_{max} ($p = 0.216$), Iskr (0.132), PuS (0.204) i X (0.218). Odsustvo značajne intrakcije kod pomenutih varijabli znači da faktori Pol i Kategorija idalje značajni (odnosno sposobnosti se menjaju sa uzrastom i postoje razlike u nivou sposobnosti između polova), ali se sposobnosti sličnim tempom menjaju i kod odbojkaša i kod odbojkašica.

Profili motoričkih sposobnosti predstavljeni su za sve uzrasne grupe na Slici 16 za odbojkaše i Slici 17 za odbojkašice kroz Skor vrednosti varijabli grupisanih po srodnosti u šest kategorija: jačinu (F_{max}), eksplozivnost (RFD_{max}), skočnost (Skok), snagu (Snaga), fleksibilnost (Flex) i agilnost (Agi). Prikazane su promene u funkciji uzrasta na skali do 90 (nije bilo Skor vrednosti preko 90, pa je zbog jasnijeg prikaza skala skraćena). Profil motoričkih sposobnosti odbojkaša jasno potvrđuje ranije predstavljene rezultate u smislu fleksibilnosti kao sposobnosti koja pokazuje najmanji napredak sa uzrastom. Grafički prikaz pokazuje dramatičnu stagnaciju u razvojnom periodu od čak 6 godina, gde se sposobnost gotovo uopšte ne menja. Uzevši u obzir da je fleksibilnost sposobnost koja je jedna od glavnih faktora na koje trener može da utiče u prevenciji od povreda (Weerapong, Hume, & Kolt, 2004), ovakvi nalazi predstavljaju jasnu smernicu za modifikovanje trenažnih tehnologija u radu sa posmatranim uzrasnim kategorijama. Agilnost pokazuje inicijalni napredak, a nakon toga takođe relativnu stagnaciju, iako je to sposobnost na koju može da se utiče trenažnim podsticajima kroz gotovo čitav razvojni put sportiste (Majstorović, et al., 2019). Ostale četiri grupe sposobnosti (F_{max} , RFD_{max}, Skok, Snaga) se razvijaju u manjoj ili većoj meri kroz sve četiri posmatrane razvojne tačke, što može da navede na pretpostavku da su trenažne tehnologije, sprovedene na ispitivanom uzorku, uglavnom usmerene na ove sposobnosti. Karakteristike odbojkaške igre kod muškaraca, koja dominantno teži igri u napadu, oličenoj kroz jake smečeve i servise, takođe ide u skladu sa prepoznatim napretkom sposobnosti koje su u osnovi upravo tih tehničkih elemenata. Na Slici 17 prikazan je profil motoričkih sposobnosti odbojkašica, koji pokazuje niže, ali značajno bolje ujednačene nivoe Skor vrednosti kroz razvojne kategorije. Fleksibilnost je i kod devojaka sposobnost koja najmanje napreduje sa uzrasnim kategorijama, ali je kod devojaka ta sposobnost u najmlađoj posmatranoj kategoriji (U15) već na zadovoljavajućem nivou i u skladu sa ostalim sposobnostima. Ovako ujednačeni profili sposobnosti su pokazatelj

svestranog trenažnog uticaja u ženskim mlađim kategorijama posmatranog uzorka. Pretpostavka je da treneri, prateći funkcionalne kapacitete odbojkašica ne koncipiraju treninge oko napada u tolikoj meri u kojoj je takva praksa prisutna kod trenera u muškoj odbojci. Takav pristup dalje utiče na oblikovanje i same odbojkaške igre kod devojaka, koja je orijentisana ka visoko razvijenoj tehnici, raznovrsnosti u igri i značajnom fokusu na odbrani.

Rezultati Regresione analize prikazani u Tabeli 14 govore u prilog činjenici da su varijable motoričkih sposobnosti statistički značajni prediktori (Sig < 0.001) Skor vrednosti, što omogućava formulaciju jednačine predikcije:

$$\text{Skor} = (0.0136 \cdot \text{HGR F}_{\max}) + (0.0017 \cdot \text{HGR RFD}_{\max}) + (0.0141 \cdot \text{HGL F}_{\max}) + (0.0018 \cdot \text{HGL RFD}_{\max}) + (0.005 \cdot \text{LB F}_{\max}) + (0.0005 \cdot \text{LB RFD}_{\max}) + (0.0016 \cdot \text{AE F}_{\max}) + (0.0003 \cdot \text{AE RFD}_{\max}) + (0.1791 \cdot \text{SJ}) + (0.1704 \cdot \text{CMJ}) + (0.1477 \cdot \text{CMJa}) - (0.0595 \cdot \text{Iskr}) + (0.1403 \cdot \text{PuS}) - (1.2788 \cdot \text{X}) + (0.5875 \cdot \text{BM}) + \mathbf{9.0932}$$

Standardna greška procene je ispod 0.001 za sve varijable uključene u predikciju, što izračunavanju daje visoku pouzdanost, a broj komponenti uključen u predikciju obezbeđuje i značajan nivo preciznosti. Negativan predznak ispred koeficijenata koji prate testove Iskr i X proizilazi iz činjenice da su rezultati na ovim testovima obrnuto proporcionalni kvalitetu izvođenja, odnosno niže izlazne vrednosti na testu predstavljaju bolji rezultat (brži, fleksibilniji). Jednačina predikcije omogućava visoko pouzdano i precizno izračunavanje integrisane Skor vrednosti motoričkih sposobnosti u odbojci za svakog narednog ispitanika testiranog baterijom testova prikazanih u ovoj studiji. Obzirom da je odabir testova, adekvatnih za procenu sposobnosti prisutnih u odbojci, snažno utemeljen u nauci (Majstorović, et al., 2020; Majstorović, et al., 2019; Nikolaidis et al., 2015; Stojanović, Ristić, McMaster, & Milanović, 2017; Thomas, Comfort, Jones, & Dos'Santos, 2017; Thomas, Jones, Rothwell, Chiang, & Comfort, 2015; Ugrinowitsch, Tricoli, Rodacki, Batista, & Ricard, 2007; Valadés, Palao, Femia, & Ureña, 2018), a potkrepljen u praksi, može da se tvrdi da je izlazna Skor vrednost opsežan i svestran pokazatelj nivoa razvijenosti motoričkog prostora.

Selekcionni kriterijumi proistekli iz ove studije se ogledaju u bazi normativnih vrednosti kako pojedinačnih sposobnosti, tako i objedinjenih uticaja grupisanih srodnih motoričkih prostora. Rezultati testiranja bilo koje sposobnosti, izvedeni u skladu sa procedurama i sprovedeni na odbojkašima ili odbojkašicama uzrasta obuhvaćenih uzorcima iz ove studije mogu da se

uporede sa normativnim vrednostima (Tabele 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) i dobije odgovor da li je ispitanik u pogledu te sposobnosti u skladu sa svojom uzrasnom kategorijom, ili ima razvijeniju odnosno manje razvijenu sposobnost. Sa druge strane, ukoliko se izvede kompletna baterija testova predložena ovom studijom, moguće je izračunati, uz pomoć jednačine predikcije, integrisanu Skor vrednost, koja objedinjuje uticaje svih sposobnosti dominantno zastupljenih u odbojci. Tako opisan odbojkaš/odbojkašica mogu vrlo precizno da se evaluiraju u odnosu na ponuđene normativne Skor vrednosti, čime se stavljaju u kontekst motorički naprednih, odnosno talentovanih, ili motorički deficitarnih i time rizičnih da postanu podložni povredama.

Svi testovi predloženi u ovoj studiji su terenski, što testiranje čini efikasnijim i jednostavnijim za izvođenje u toku bilo kojeg dela sezone, a takođe pogoduje i za rehabilitaciju, obzirom da ne postoji potreba da se posećuju laboratorije ili druge ustanoge. Ograničenja ove studije su pre svega u nejednakom broju ispitanika oba pola, što je posledica realnosti odbojkaške prakse u kojoj je broj odbojkašica višestruko veći u odnosu na broj odbojkapa. Još jedno pretpostavljeno ograničenje studije je u nepostojanju dodatnog dana za familijarizaciju sa testovima, gde bi ispitanici mogli da isprobaju svaku od procedura dan pre testiranja. Pretpostavka o ovom ograničenju proističe iz činjenice da se većina ispitanika prvi put susrela sa procedurama izometrijskog testiranja jačine.

8. ZAKLJUČAK

Odabrani testovi i procedure nude značajne informacije o objedinjenim rezultatima F_{\max} i RFD_{\max} tri važne mišićne grupe za odbojkaško nadigravanje, kao i specifičnih motoričkih sposobnosti, što omogućava uočavanje slabosti jednih, čak iako su ostale dobro razvijene. Profilisanje motoričkih sposobnosti u odbojci je važno za praćenje trenažnih efekata u okviru dugoročnog razvoja sportista. Cilj ovog istraživanja je bio da se predstave motorički profili na osnovu vrednosti rezultata testova opštih (kontraktilni potencijali) i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica po uzrasnim kategorijama, kao i da se definiše kompletan motorički profil odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta, kao i selekcionni kriterijumi na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti.

U odnosu na postavljene hipoteze i dobijene rezultate može da se zaključi da:

Hipoteza 1 je potvrđena – utvrđene su statistički značajne razlike na testovima sile i eksplozivnosti u odnosu na uzrasne kategorije u funkciji pola.

Rezultati ANOVA-e ukazuju da postoje statistički značajne razlike ($p < 0.001$) između uzrasnih kategorija u funkciji pola. Odbojkaši su postigli bolje rezultate na testovima za procenu F_{\max} i RFD_{\max} , kroz sve četiri uzrasne kategorije (U15, U17, U19, U21), što se manifestovalo boljim Skor vrednostima koji predstavljaju integrisane uticaje svih posmatranih mišićnih grupa. Trend promene Skor vrednosti jačine i eksplozivnosti kroz uzraste se takođe razlikuje između polova, ponovo u prilog odbojkašima, koji pored boljih rezultata u U15 kategoriji nastavljaju da prave sve veću razliku u odnosu na odbojkašice kroz sve naredne grupe (U17, U19, U21).

Hipoteza 2 je potvrđena – utvrđene su statistički značajne razlike na testovima za procenu specifičnih sposobnosti u odnosu na uzrasne kategorije u funkciji pola.

Rezultati ANOVA-e ukazuju da postoje statistički značajne razlike ($p < 0.001$) između uzrasnih kategorija u funkciji pola. Kao i u pogledu jačine i eksplozivnosti, odbojkaši su takođe postigli bolje rezultate i na testovima za procenu specifičnih motoričkih sposobnosti kroz sve četiri uzrasne kategorije (U15, U17, U19, U21), što se manifestovalo boljim Skor vrednostima. Razlike između polova nisu toliko izražene kao kod F_{\max} i RFD_{\max} , ali su ponovo muškarci pokazali bolje rezultate. Trend promene Skor vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti

kroz uzraste se takođe razlikuje između polova, ponovo u prilog odbojkašima, čiji je prirast sposobnosti neznatno intenzivniji u odnosu na odbojkašice.

Hipoteza 3 je potvrđena – utvrđene su statistički značajne razlike kod rezultata testova, kao i kompletnog profila motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasta.

Rezultati MANOVA-e ukazuju da postoje statistički značajne razlike ($p < 0.001$) između različitih uzrasnih kategorija, kao i između dva pola u pogledu svih testiranih motoričkih sposobnosti. Značajna interakcija dva pomenuta faktora (Pol i Kategorija) ukazuje da je trend promene motoričkog profila kroz uzrasne kategorije različit kod odbojkaša i odbojkašica, što je u skladu sa nalazima koji su predstavljeni uz Hipotezu 1 i Hipotezu 2. Sposobnosti koje se menjaju kroz uzrasne kategorije, ali tempom koji se ne razlikuje između polova su: AE RFD_{max} ($p = 0.216$), Iskr ($p = 0.132$), PuS ($p = 0.204$) i X ($p = 0.218$), dok su sve ostale procenjivane sposobnosti pokazale statistički značajno različit trend promene kroz uzrasne kategorije kod odbojkaša u odnosu na odbojkašice.

Hipoteza 4 je potvrđena – na osnovu rezultata definisani su statistički značajni profili za procenu motoričke talentovanosti za odbojku, kao i normativne vrednosti za svaki od testova.

Rezultati Regresione analize ukazuju na statistički značajnu ($p < 0.001$) predikciju Skor vrednosti, koja objedinjuje sve procenjivane sposobnosti u jednu integrisanu ocenu motoričke talentovanosti za odbojku. Jednačina predikcije nudi mogućnost izračunavanja Skor vrednosti iz postignutih rezultata sa visokom sigurnošću (Sig. < 0.001). Normativne vrednosti su prikazane za sve uzrasne kategorije, kao i za oba pola, na kvalitativnoj skali predstavljenoj kroz disperziju rezultata unutar posmatrane populacije.

Na osnovu rezultata može da se zaključi da, iako se jačina razvija sa godinama, U15 odbojkaši i odbojkašice su značajno slabiji, dok su U21 odbojkaši i odbojkašice značajno jači u odnosu na ostale posmatrane grupe. Između tih dveju grupa koje se razlikuju, kontraktilni potencijali za U17 i U19 grupu su relativno slični. Trendovi promene kontraktilnih potencijala sa vremenom su malo ravnomerniji kod ženskih u odnosu na muške ispitanike, što znači da F_{max} i RFD_{max} ne pokazuju toliko izražen napredak kod odbojkašica, kao kod odbojkaša. Ovo je najbolje ilustrovano prosečnim prirastom Skor vrednosti kroz uzrasne kategorije za odbojkaše na nivou od 6.3 u poređenju sa 3.9 kod odbojkašica. Specifične motoričke sposobnosti pokazuju neznatno drugačiji trend promena, pa se tako kod odbojkaša najmlađa (U15) grupa značajno razlikuje od svih ostalih uzrasnih grupa ($p < 0.001$), a da se takođe U17 grupa

značajno razlikuje od U21 ($p < 0.05$), dok su kod odbojkašica dve najstarije grupe (U19 i U21), koje se i međusobno značajno razlikuju u korist U21, postigle značajno bolje rezultate u odnosu na ostale dve grupe (U15 i U17).

Profil motoričkih sposobnosti se pokazao kao osetljiv po kriterijumu pola i uzrasne kategorije ispitanika. Odbojkaši su postigli bolje rezultate u odnosu na odbojkašice u pogledu gotovo svih motoričkih sposobnosti. Trend razvoja motoričkih sposobnosti sa uzrastom je prisutan kod ispitanika oba pola, dok je jedino kod sposobnosti fleksibilnosti prepoznato odsustvo promene, što je značajna smernica za trenere koji rade sa ovim grupama. Taj trend promena celokupnog motoričkog profila nije istog tempa, već su kod odbojkaša promene intenzivnije nego kod odbojkašica (9.6 prosečna promena Skor vrednosti po uzrasnoj kategoriji za odbojkaše u odnosu na 5.2 kod odbojkašica), što takođe treba uzeti u obzir kada se planiraju dugoročni trenažni procesi za različite polove.

Ovi nalazi bi mogli da pomognu u modifikovanju trenažnih tehnologija, kada se radi sa određenom uzrasnom kategorijom u odbojci. Praktična primena se ogleda u normativnim vrednostima kako potencijala za ispoljavanje izometrijske sile i brzine razvoja sile ponuđene kroz profile opštih sposobnosti, tako i kroz normativne vrednosti specifičnih motoričkih sposobnosti. Olakšana upotreba u praksi posebno je postignuta podelom na opšte (kontraktilni potencijali) i specifične sposobnosti, pošto su testovi za procenu specifičnih sposobnosti izuzetno efikasni za izvođenje uz minimalnu i jednostavnu aparaturu. Profili motoričkih sposobnosti omogućavaju praktično prepoznavanje onih koji se ističu u odnosu na svoju uzrasnu grupu, što ih čini motorički talentovanima, ili otkriva deficit sposobnosti, kod onih koji bi mogli da budu podložniji povredama. Selekcioni kriterijumi su ponuđeni kroz normativne vrednosti za pojedinačne varijable, a i kroz jednačinu specifikacije za izračunavanje objedinjene Skor vrednosti koja predstavlja integrisane uticaje svih motoričkih sposobnosti odabranih u ovoj studiji.

8.1. Potencijalni značaj istraživanja

Potencijalni značaj studije ogleda se pre svega u pogledu opisivanja motoričkog prostora sportske grane odbojke, koja je u Srbiji izuzetno uspešna, što njene odbojkaše i odbojkašice čini elitnim uzorkom. Kroz veliki broj testova omogućeno je precizno opisivanje procenjivanih motoričkih sposobnosti iz više uglova.

Praktični značaj istraživanja ogleda se u činjenici da će ovakav alat biti izuzetno koristan za svako buduće testiranje, jer je moguće odmah po završetku sprovedenih testova uočiti kojoj kategoriji, u kontekstu motoričkih sposobnosti, testirani ispitanik pripada. Na takav način trenerima će biti dostupan kvantitativno jasan, naučno definisan profil koji treba da obezbedi novi metodološki pristup zasnovan na dokazima, odnosno normativnim vrednostima testova, čime će značajno biti povećana sama efikasnost selekcije u odabranoj sportskoj grani.

Teorijski značaj predstavlja činjenica da će istraživačima rezultati ove studije ponuditi normativne vrednosti elitnog uzorka iz populacije koja je izuzetno uspešna u posmatranoj sportskoj grani, što može da bude korisno za svako naredno istraživanje koje bi bilo sprovedeno sa sličnim predmetom. Takođe, istraživanje će da ponudi i statistički značajan model specifikacije generalne procene motoričke talentovanosti za odbojku, kao jedno od trenutno najaktuelnijih oblasti u literaturi o sportu. Sugestije za buduća istraživanja su pre svega u pogledu opisivanja profila odraslih odbojkaša i odbojkašica (uzrasta preko 21 godina), kao i profilisanje sposobnosti po kriterijumu različitog trenažnog nivou, ili pak odbojkaških pozicija u timu.

9. LITERATURA

- Alipasali, F., Papadopoulou, S. D., Gissis, I., Komsis, G., Komsis, S., Kyranoudis, A., . . . Nikolaidis, P. T. (2019). The effect of static and dynamic stretching exercises on sprint ability of recreational male volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2835.
- Arazi, H., Khanmohammadi, A., Asadi, A., & Haff, G. G. (2018). The effect of resistance training set configuration on strength, power, and hormonal adaptation in female volleyball players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(2), 154-164.
- Ayán, C. P., Álvarez, S. P., González, S. B., & de Quel Martínez, Ó. (2018). Influence of the box dimensions on the reliability and validity of the sit and reach in preschoolers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Published online ahead of print.
- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, B. (1994). Generality versus specificity: A comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(4), 350-355.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic Coach*, 16(1), 4-9.
- Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long-term athlete development*: Human Kinetics.
- Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1192.
- Batista, G. R., De Araujo, R. F., & Guerra, R. O. (2008). Comparison between vertical jumps of high performance athletes on the brazilian men's beach volleyball team. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 172.
- Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A., & Palma, A. (2014). Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(5), 581-587.
- Biette, N., Tourny-Chollet, C., & Beuret-Blanquart, F. (2004). A randomised controlled trial of different leg extension exercises to increase quadriceps muscle strength in female students. *Isokinetics and Exercise Science*, 12(3), 209-213.
- Blakley, B. R., Quiñones, M. A., Crawford, M. S., & Jago, I. A. (1994). The validity of isometric strength tests. *Personnel Psychology*, 47(2), 247-274.
- Bompa, T. O., & Carrera, M. (2015). *Conditioning young athletes*: Human Kinetics.

- Borràs, X., Balius, X., Drobnic, F., & Galilea, P. (2011). Vertical jump assessment on volleyball: A follow-up of three seasons of a high-level volleyball team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1686-1694.
- Brazo-Sayavera, J., Nikolaidis, P. T., Camacho-Cardenosa, A., Camacho-Cardenosa, M., Timón, R., & Olivares, P. R. (2017). Acute effects of block jumps in female volleyball players: The role of performance level. *Sports*, 5(2), 30.
- Bunn, J. A., Ryan, G. A., Button, G. R., & Zhang, S. (2020). Evaluation of strength and conditioning measures with game success in division i collegiate volleyball: A retrospective study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 183-191.
- Çelik, A. (2017). Acute effects of cyclic versus static stretching on shoulder flexibility, strength, and spike speed in volleyball players. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(2), 124.
- Charlton, P. C., Kenneally-Dabrowski, C., Sheppard, J., & Spratford, W. (2017). A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 241-245.
- Charoenpanicha, N., Boonsinsukhb, R., Sirisupc, S., & Saengsirisuwana, V. (2013). Principal component analysis identifies major muscles recruited during elite vertical jump. *Age*, 22, 20-29.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., . . . Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397-402.
- Ćopić, 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.
- Coutinho, P., Mesquita, I., Fonseca, A. M., & De Martin-Silva, L. (2014). Patterns of sport participation in portuguese volleyball players according to expertise level and gender. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(4), 579-592.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., & McMaster, D. T. (2017). A brief review of handgrip strength and sport performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 3187-3217.
- Czaplicki, A., Śliwa, M., Szyszka, P., & Sadowski, J. (2017). Biomechanical assessment of strength and jumping ability in male volleyball players during the annual training macrocycle. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 24(4), 221-227.
- Dopsaj, M. (1994). Extent of flexibility among athletes in different sports games: Soccer, volleyball, basketball and handball. *Facta Universitatis-Series: Physical Education*, 1(1), 51-60.

- Dopsaj, M., Čopić, N., Nešić, G., & Sikimić, M. (2010a). A simple mathematical model for estimating general jumping preparedness of senior female volleyball players. *Exercise and Quality of Life*, 2(2), 63-74.
- Dopsaj, M., Mijalkovski, Z., Vasilovski, N., Čopić, N., Brzaković, M., & Marković, M. (2018). Morphological parameters and handgrip muscle force contractile characteristics in the first selection level in water polo: Differences between u15 water polo players and the control group. *Human. Sport. Medicine.*, 18(3), 5-15.
- Dopsaj, M., Milošević, M., Vučković, G., & Blagojević, M. (2001). Metrological values of the test to assess mechanical characteristics of maximal isometric voluntary knee extensors muscle force from standing position. *Nauka, Bezbednost, Policija*, 6(2), 119-132.
- Dopsaj, M., Milošević M, Blagojević M. (2000). *An analysis of te reliability and factorial validity of selected muscle force mechanical characteristics during isometric multi-joint test*. Paper presented at the XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports, Hong Kong.
- Dopsaj, M., Nešić, G., & Čopić, N. (2010b). 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.
- Duncan, M., Woodfield, L., & Al-Nakeeb, Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(7), 649-651.
- Feroli, D., Rampinini, E., Bosio, A., La Torre, A., Azzolini, M., & Coutts, A. J. (2018). The physical profile of adult male basketball players: Differences between competitive levels and playing positions. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2567-2574.
- Foss, K. D. B., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2014). Epidemiology of basketball, soccer, and volleyball injuries in middle-school female athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 42(2), 146-153.
- Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of australian junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 902.
- Gabbett, T., Georgieff, B., & Domrow, N. (2007). The use of physiological, anthropometric, and skill data to predict selection in a talent-identified junior volleyball squad. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1337-1344.
- Gambetta, V. (2007). *Athletic development*: Human Kinetics Champaign, IL.
- Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., & Sekulic, D. (2017). Plyometric training improves sprinting, jumping and throwing capacities of high level female volleyball players better than skill-based conditioning. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 527.
- Gonçalves, C. A., Lopes, T. J., Nunes, C., Marinho, D. A., & Neiva, H. P. (2019). Neuromuscular jumping performance and upper-body horizontal power of volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning research*.

- Grbović, M. V. (2013). *Merenje agilnosti u različito definisanim uslovima*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Grgantov, Z., Milić, M., & Katić, R. (2013). Identification of explosive power factors as predictors of player quality in young female volleyball players. *Collegium Antropologicum*, 37(2), 61-68.
- Hadzic, V., Sattler, T., Veselko, M., Markovic, G., & Dervisevic, E. (2014). Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *Journal of Athletic Training*, 49(3), 338-344.
- Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J., & Klausen, K. (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1141-1147.
- Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E. D., Frantz, B. A., & Bembien, M. G. (2020). Countermovement jump reliability performed with and without an arm swing in ncaa division 1 intercollegiate basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 546-558.
- Ikeda, Y., Sasaki, Y., & Hamano, R. (2018). Factors influencing spike jump height in female college volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 267-273.
- Isaev, A., Khomenko, R., Nenasheva, A., Shevtsov, A., & Batueva, A. (2019). Biomechanical, physiological and age-related features of personification and individualization during quickness and speed-strength enhancement in young weightlifters. *Human. Sport. Medicine.*, 19(3), 28-35.
- Jandova, S., & Janura, M. (2019). Jumping performance and take-off efficiency in two different age categories of female volleyball players. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 21(2).
- Kamen, G. (1983). The acquisition of maximal isometric plantar flexor strength: A force-time curve analysis. *Journal of Motor Behavior*, 15(1), 63-73.
- Kavanaugh, A. A., Mizuguchi, S., Sands, W. A., Ramsey, M. W., & Stone, M. H. (2018). Long-term changes in jump performance and maximum strength in a cohort of national collegiate athletic association division i women's volleyball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 66-75.
- Kilic, I., & Binboga, M. (2012). Investigation of structural and biomotoric features of young volleyball players and determining the position by discriminant analysis. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 12, 142-153.
- Kim, Y.-Y., Min, K.-O., Choi, J.-H., & Kim, S.-H. (2016). The effects of sole vibration stimulation on korean male professional volleyball players' jumping and balance ability. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1427-1431.
- Kitamura, K., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Finotti, R., Nakamura, F. Y., & Loturco, I. (2017). Loaded and unloaded jump performance of top-level volleyball players from different age categories. *Biology of Sport*, 34(3), 273.

- Kollias, I., Hatzitaki, V., Papaiakevou, G., & Giatsis, G. (2001). Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(1), 63-67.
- Kollock Jr, R. O., Onate, J. A., & Van Lunen, B. (2010). The reliability of portable fixed dynamometry during hip and knee strength assessments. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 349-356.
- Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2005). *Strength training for young athletes*: Human Kinetics.
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., . . . Sekulic, D. (2020). Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 294.
- Kukic, F., Dopsaj, M., Dawes, J., Orr, R., & Cvorovic, A. (2018). Use of human body morphology as an indication of physical fitness: Implications for police officers. *International Journal of Morphology*, 36(4), 1407-1412.
- Kukolj, M. (2006). *Antropomotorika*: Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.
- Kwon, Y. U. (2020). Influence of maximum-graded exercise test on maximal plantarflexion and dorsiflexion torque production in the seated and supine positions. *Isokinetics and Exercise Science*(Preprint), 1-7.
- Kyröläinen, H., Avela, J., McBride, J. M., Koskinen, S., Andersen, J., Sipilä, S., . . . Komi, P. (2005). Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15(1), 58-64.
- Lee, E., Etnyre, B., Poindexter, H., Sokol, D., & Toon, T. (1989). Flexibility characteristics of elite female and male volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29(1), 49-51.
- Lidor, R., Côté, J., & Hackfort, D. (2009). Issp position stand: To test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7(2), 131-146.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010a). Physical and physiological attributes of female volleyball players—a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010b). Physical and physiological attributes of female volleyball players—a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010c). Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players—a review. *Pediatric Exercise Science*, 22(1), 114-134.
- Lijewski, M., Burdukiewicz, A., Pietraszewska, J., Stachoń, A., Andrzejewska, J., & Chromik, K. (2019). Anthropometric and strength profiles of professional handball players in relation to their playing position—multivariate analysis. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 21(4).
- Lima, R. F., Palao, J. M., & Clemente, F. M. (2019). Jump performance during official matches in elite volleyball players: A pilot study. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 259-269.

- Lyu, B.-J., Lee, C.-L., Chang, W.-D., & Chang, N.-J. (2020). Effects of vibration rolling with and without dynamic muscle contraction on ankle range of motion, proprioception, muscle strength and agility in young adults: A crossover study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(1), 354.
- Magalhaes, J., Inácio, M., Oliveira, E., Ristö, J., & Ascensao, A. (2011). Physiological and neuromuscular impact of beach-volleyball with reference to fatigue and recovery. *Age (yr)*, *23*, 3.
- Majstorović, N., Dopsaj, M., Grbić, V., Savić, Z., Vićentijević, A., Aničić, Z., . . . Nešić, G. (2020). Isometric strength in volleyball players of different age: A multidimensional model. *Applied Sciences*, *10*(12), 4107.
- Majstorović, N., Nešić, G., Grbić, V., Savić, Z., & Dopsaj, M. (2019). *Assessment of specific agility in volleyball: Reliability and validity of modified x running test*. Paper presented at the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icistis-19/125922475>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(3), 551-555.
- Marković, S., Dopsaj, M., Jovanović, S., Rusovac, T., & Cvetkovski, N. (2018). Explosive isometric muscle force of different muscle groups of cadet judo athletes in function of gender. *Fizička kultura*, *72*(1), 57-70.
- Marković, S., Dopsaj, M., Koprivica, V., & Kasum, G. (2018). Qualitative and quantitative evaluation of the characteristics of the isometric muscle force of different muscle groups in cadet judo athletes: A gender-based multidimensional model. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 245-260.
- Marković, S., Dopsaj, M., & Veljković, V. (2020). Reliability of sports medical solutions handgrip and jamar handgrip dynamometer. *Measurement Science Review*, *20*(2), 59-64.
- Marques, M. C., Van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., & González-Badillo, J. J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: Determination of positional differences. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(4), 1106-1111.
- Martelli, G., Ciccarone, G., Grazzini, G., Signorini, M., & Urgelli, S. (2013). Isometric evaluation of rotator cuff muscles in volleyball athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *53*(3), 283-288.
- Melrose, D. R., Spaniol, F. J., Bohling, M. E., & Bonnette, R. A. (2007). Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(2), 481.

- Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., Clemente-Suárez, V. J., & Zourdos, M. C. (2015). Influence of anthropometric profile on physical performance in elite female volleyballers in relation to playing position. *Nutricion Hospitalaria*, 31(2), 849-857.
- Mirkov, D., Nedeljković, A., Kukolj, M., Ugarković, D., & Jarić, S. (2008). Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1046-1050.
- Mirkov, D. M., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., & Jaric, S. (2004). Muscle strength testing: Evaluation of tests of explosive force production. *European Journal of Applied Physiology*, 91(2-3), 147-154.
- Moir, G., Shastri, P., & Connaboy, C. (2008). Intersession reliability of vertical jump height in women and men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1779-1784.
- Morrow Jr, J. R., Jackson, A. S., Hosler, W. W., & Kachurik, J. K. (1979). The importance of strength, speed, and body size for team success in women's intercollegiate volleyball. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 50(3), 429-437.
- Mroczek, D., Maćkała, K., Kawczynski, A., Superlak, E., Chmura, P., Seweryniak, T., & Chmura, J. (2018). Effects of volleyball plyometric intervention program on vertical jumping ability in male volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1611-1617.
- Nešić, G. (2002). *Osnovi antropomotorike*: Sportska Akademija.
- Nešić, G. (2006). *Struktura takmičarske aktivnosti u ženskoj odbojci*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja. Doktorska disertacija.
- Nešić, G., Majstorović, N., Osmankač, N., Milenkoski, J., & Serdar, U. (2014). Differences in anthropometric characteristics and motor abilities between volleyball players and untrained boys 17 years old. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2(4), 103-109.
- Nešić, G., Majstorović, N., Sikimić, M., Marković, S., Ilić, D., Grbić, V., . . . Savić, Z. (2015). Anthropometric characteristics and motor abilities in 13-15 years old female volleyball players. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 327-339.
- Nešić, G., Sikimić, M., Ilic, V., & Stojanović, T. (2011). Play structure of top female volleyball players: Explorative factorial approach. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 541-541.
- Nikolaidis, P., Afonso, J., Buško, K., Ingebrigtsen, J., Chtourou, H., & J Martin, J. (2015). Positional differences of physical traits and physiological characteristics in female volleyball players—the role of age. *Kinesiology: International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology*, 47(1), 75-81.
- Nikolaidis, P., Gkoudas, K., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Knechtle, B., Kasabalis, S., . . . Torres-Luque, G. (2017). Who jumps the highest? Anthropometric and physiological correlations of

- vertical jump in youth elite female volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 802-810.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 699-707.
- Papadopoulou, S. D., Papadopoulou, S. K., Rosemann, T., Knechtle, B., & Nikolaidis, P. T. (2019). Relative age effect on youth female volleyball players: Prevalence and relationship with anthropometric and physiological characteristics. *Frontiers in Psychology*, 10, 2737.
- Paz, G. A., Gabbett, T. J., Maia, M. F., Santana, H., Miranda, H., & Lima, V. (2017). Physical performance and positional differences among young female volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(10), 1282-1289.
- Purkhús, E., Krustup, P., & Mohr, M. (2016). High-intensity training improves exercise performance in elite women volleyball players during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3066-3072.
- Rajić, B., Dopsaj, M., & Abella, C. P. (2008). 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. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 2(1-4), 131-139.
- Rajić, B., Dopsaj, M., Carlos Pablos, A., Vicente Caratalla, D., & Karišik, S. (2013). Effects of combined and classic training on different isometric rate of force development parameters of leg extensors in female volleyball players: Discriminative analysis approach. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 18(10), 840.
- Rauch, J. T., Loturco, I., Cheesman, N., Thiel, J., Alvarez, M., Miller, N., . . . Stanjones, A. (2018). Similar strength and power adaptations between two different velocity-based training regimens in collegiate female volleyball players. *Sports*, 6(4), 163.
- Riviati, N., Setiati, S., Laksmi, P. W., & Abdullah, M. (2017). Factors related with handgrip strength in elderly patients. *Acta Medica Indonesiana*, 49(3), 215-219.
- Robinson, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent identification in sport: A systematic review of 25 years of research. *Sports Medicine*, 48, 97-109.
- Rousanoglou, E. N., Barzouka, K. G., & Boudolos, K. D. (2013). Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1108-1117.
- Sánchez-Muñoz, C., Muros, J. J., Cañas, J., Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B. J., & Zabala, M. (2020). Anthropometric and physical fitness profiles of world-class male padel players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 508.

- Sattler, T., Hadžić, V., Dervišević, E., & Marković, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1486-1493.
- Schaal, M., Ransdell, L. B., Simonson, S. R., & Gao, Y. (2013). Physiologic performance test differences in female volleyball athletes by competition level and player position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1841-1850.
- Schneider, P., Benetti, G., & Meyer, F. (2004). Muscular strength of 9-18-year old volleyball athletes through computational dynamometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(2), 92.
- Sharma, A., Geovinson, S., & Singh, S. J. (2012). Effects of a nine-week core strengthening exercise program on vertical jump performances and static balance in volleyball players with trunk instability. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(6), 606.
- Sheppard, J. M., Nolan, E., & Newton, R. U. (2012). Changes in strength and power qualities over two years in volleyball players transitioning from junior to senior national team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 152-157.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960.
- Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(5), 1578-1585.
- Sleivert, G., Backus, R., & Wenger, H. (1995). Neuromuscular differences between volleyball players, middle distance runners and untrained controls. *International Journal of Sports Medicine*, 16(06), 390-398.
- Śliwowski, R., Grygorowicz, M., Hojszyk, R., & Jadczyk, Ł. (2017). The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *PloS One*, 12(7).
- Spanias, C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Anthropometric and physiological profile of mixed martial art athletes: A brief review. *Sports*, 7(6), 146.
- Spence, D., Disch, J., Fred, H., & Coleman, A. (1980). Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(4), 299-302.
- Stijepić, R., & Nićin, Đ. (2008). Sensitive development phases of the anthropometric characteristics of the boys 7 to 15 years old. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*(43), 532-538.
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 975-986.

- Takeuchi, K., Takemura, M., Nakamura, M., Tsukuda, F., & Miyakawa, S. (2018). Effects of active and passive warm-ups on range of motion, strength, and muscle passive properties in ankle plantarflexor muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Thomas, C., Comfort, P., Jones, P. A., & Dos'Santos, T. (2017). A comparison of isometric midhigh-pull strength, vertical jump, sprint speed, and change-of-direction speed in academy netball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 916-921.
- Thomas, C., Jones, P. A., Rothwell, J., Chiang, C. Y., & Comfort, P. (2015). An investigation into the relationship between maximum isometric strength and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2176-2185.
- Thorstensson, A., Karlsson, J., Viitasalo, J., Luhtanen, P., & Komi, P. (1976). Effect of strength training on emg of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 98(2), 232-236.
- Toonstra, J., & Mattacola, C. G. (2013). Test-retest reliability and validity of isometric knee-flexion and-extension measurement using 3 methods of assessing muscle strength. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(1).
- Tramel, W., Lockie, R. G., Lindsay, K. G., & Dawes, J. J. (2019). Associations between absolute and relative lower body strength to measures of power and change of direction speed in division ii female volleyball players. *Sports*, 7(7), 160.
- Tsoukos, A., Drikos, S., Brown, L. E., Sotiropoulos, K., Veligeas, P., & Bogdanis, G. C. (2019). Upper and lower body power are strong predictors for selection of male junior national volleyball team players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(10), 2760-2767.
- Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Rodacki, A. L., Batista, M., & Ricard, M. D. (2007). Influence of training background on jumping height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 848-852.
- Un, C.-P., Lin, K.-H., Shiang, T.-Y., Chang, E.-C., Su, S.-C., & Wang, H.-K. (2013). Comparative and reliability studies of neuromechanical leg muscle performances of volleyball athletes in different divisions. *European Journal of Applied Physiology*, 113(2), 457-466.
- Valadés, D. C., Palao, J. M., Femia, P., & Ureña, A. (2018). Effect of eight weeks of upper-body plyometric training during the competitive season on professional female volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(10), 1423-1431.
- Van den Tillaar, R., & Marques, M. C. (2013). Reliability of seated and standing throwing velocity using differently weighted medicine balls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1234-1238.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J. B., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R. M., & Lenoir, M. (2012). The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 497-505.
- Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2004). Stretching: Mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.

- Yang, Y. (2018). Decomposition and recognition of playing volleyball action based on svm algorithm. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 21(5), 1181-1186.
- Young, W., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.
- Zarić, I., Dopsaj, M., & Marković, M. (2018). Match performance in young female basketball players: Relationship with laboratory and field tests. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(1), 90-103.
- Zatsiorsky, V. M. (2003). Biomechanics of strength and strength training. *Strength and Power in Sport*, 3, 439-487.
- Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista: Teorija, metodika i praksa*: Sportska Akademija.
- Zhao, K., Hohmann, A. A., Chang, Y., Zhang, B., Pion, J., & Gao, B. (2019). Physiological, anthropometric, and motor characteristics of elite chinese youth athletes from six different sports. *Frontiers in Physiology*, 10, 405.

BIOGRAFIJA

Datum i mesto rođenja: 30.05.1987 Beograd, Republika Srbija.

Obrazovanje, Akademska karijera:

- 2014, Master diploma, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, tema: „Analiza takmičarske aktivnosti odbojkaša učesnika play-off-a Wiener Stadtische super lige Srbije u sezoni 2012/2013“.
- 2014 upisuje doktorske studije, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu, studijski program: „Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije“.
- 2015 Izbor u zvanje „Asistent“.

Nastavno iskustvo:

- 2010-2015 Angažovan na predmetu TiM Odbojke kao demonstrator
- 2015- Asistent na predmetu TiM Odbojke.

Stručno iskustvo:

- 1997 do danas aktivno se bavi odbojkom u klubovima OK „Partizan“, OK „Crvena Zvezda“, OK „Obilić, OK „Železničar“ svi iz Beograda, OK „Jedinstvo“ Stara Pazova.
- Pobjednik Wiener Stadtische super lige Srbije u sezoni 2006/2007 sa OK Crvena Zvezda
- Trener u omladinskim selekcijama i školama odbojke u OK „Železničar“, OK „Obilić“ i u Školi odbojke „DIF“
- Trener Univerzitetske reprezentacije Beograda

Reprezentativne reference / Objavljeni radovi:

Časopisi:

1. **Majstorović, N., Dopsaj, M., Grbić, V., Savić, Z., Vićentijević, A., Aničić, Z., Zadražnik, M., Toskić, L., Nešić, G. (2020).** Isometric Strength in Volleyball Players of Different Age: A Multidimensional Model. *Applied Sciences*, 10(12): 4107

2. Nešić, G., **Majstorović, N.**, Sikimić, M., Marković, S., Ilić, D., Grbić, V., Osmankač, N. i Savić, Z. (2014). Anthropometric characteristics and motor abilities in 13-15 years old female volleyball players. *Facta Universitatis Series: Physical Education and Sport*, 12(3): 327-339
3. **Majstorović, N.**, Sikimić, M., Osmankač, N., Grbić, V. (2014). Analiza takmičarske aktivnosti u završnici „Wiener Stadtische“ lige Srbije za odbojkaše u sezoni 2012/2013. *Fizička kultura*, 69(1): 51-58.
4. Nešić, G., Ilić, D., **Majstorović, N.**, Grbić, V., Osmankač, N. (2013). Training effects on general and specific motor skills on female volleyball players 13-14 years old. *SportLogia*, 9(2): 201-216.
5. Nešić, G., **Majstorović, N.**, Osmankač, N., Milenkoski, J., Uslu, S. (2014). Differences in Anthropometric Characteristics and Motor Abilities between Volleyball Players and Untrained Boys 17 Years Old. *International Journal of Science Culture and Sport*, 2(4): 103-109.
6. Djurić, S., Janićijević, D., **Majstorović, N.**, Ilić, D. (2015). Posturalni status odbojkašica uzrasta 12 do 16 godina. *Fizička kultura*, 69(2): 110-118.
7. Brezić, G., Bogojević, M., **Majstorović, N.**, Savić, Z., Simić, J. (2017). Uticaj dvomesečne pauze na motoričke sposobnosti odbojkašica uzrasta 13 i 14 godina. *Godišnjak*, 22: 31-38.
8. García-Ramos, A., Živković, M., Djurić, S., **Majstorović, N.**, Manovski, K., Jarić, S. (2018). Assessment of the two-point method applied in field conditions for routine testing of muscle mechanical capacities in a leg cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology*, 118(9): 1877-1884.

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja, štampan u celini:

9. **Majstorović, N.**, Nešić, G., Grbić, V., Savić, Z., & Dopsaj, M. (2019). *Assessment of specific agility in volleyball: reliability and validity of modified X running test*. Paper presented at the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019).

10. Nesić, G., Sikimić, M., **Majstorović, N.**, Grbić, V., Osmankač, N. (2013). Effects of volleyball training on development of certain motor abilities with 14-year old girls. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Proceedings: 140-149.
11. Nešić, G., Obradović, M., Sikimić, M., Ilić, V., **Majstorović, N.**, Đurić, S. (2013). Komparativna analiza određenih morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti odbojkašica kadetskog uzrasta reprezentacija Srbije i Crne Gore. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Proceedings: 143-148.
12. Lukić, B., Nešić, G., **Majstorović, N.** (2013). Komparativna analiza morfoloških osobina i nekih motoričkih sposobnosti profesionalnih vojnika 4. brigade kopnene vojske. U International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Proceedings: 453-463.

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja, štampan u izvodu:

13. Sikimić, M., Dopsaj, M., Majstorović, Ne., **Majstorović, Ni.**, Nešić, G. (2013). Basic metrological characteristics of the modified agility tests at female volleyball players - T test, Jelka test and X test: a pilot study. Национална конференција са међународним учешћем "Физичка култура и модерно друштво". Јагодина. Book of abstracts: 46.
14. **Majstorović, N.**, Knežević, O., Jelić, M., Milanović, S., Filipović, S., Mirkov, D. (2015). Differences in peripheral and supraspinal adaptations following three types of acute isometric strength training. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Book of abstracts: 46-47.
15. Nešić, G., **Majstorović, N.**, Savić, Z., Simić, J. (2015). The impact of a two month brake from training on motor abilities in 13 to 14 old female volleyball players. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Book of abstracts: 60-61.

16. Aničić, Z., **Majstorović, N.**, Ranisavljev, I., Nešić, G. (2016) The influence of additional training exercise on the development of vertical jumps of female volleyball players aged 14-15. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Book of abstracts: 76-77.
17. Zornić, S., **Majstorović, N.**, Ranisavljev, I., Nešić, G. (2016). Model of morphological characteristics and motor abilities of female volleyball players aged 15-16 years old. International Scientific Conference Effects of Physical Activity Application to Anthropological Status with Children, Youth and Adults. Book of abstracts: 142-143.
18. Dopsaj, M., Nešić, G., **Majstorović, N.**, Grbić, V., Savić, Z. (2017). Relations between specific agility and contractile characteristics of different muscle groups in U15 female volleyball players. The 9th International Scientific and Professional Conference with International Participation A Child in Motion. Book of abstracts: 58-59.
19. Dopsaj, M., Koropanovski, N., **Majstorović, N.**, Marković, S., Čopić, N. (2017). Basic characteristics of body and contractile status of boys aged 13 and 14 years in function of selection in sport system of R Serbia. The 9th International Scientific and Professional Conference with International Participation A Child in Motion. Book of abstracts: 60-61.
20. Radenović, S., **Majstorović, N.**, Grbić, V., Nešić, G. (2017). Knowledge of ethical principles in sport by young female volleyball players. Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih. Book of abstracts: 170-171.
21. **Majstorović, N.**, Savić, Z., Nejić, K. (2017). Volleyball training effects on changes in certain motor abilities of older elementary school girls. Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih. Book of abstracts: 70-71.
22. Dopsaj, M., Grbić, V., **Majstorović, N.**, Nešić, G. (2019). Relations between different muscle contractile characteristics and specific motor abilities at young volleyball players according to gender. Assuring an active environment for a healthy child and adolescent. Book of abstracts: 69-70.

23. Marković, S., Dopsaj, M., Vuković, V., **Majstorović, N.**, Koropanovski, N., Umek, A. (2019). Differences in visual reaction time in children and adolescents involved in open skill sports. Scientific Conference "FIS Communications 2019" in physical education, sport and recreation. Book of abstracts: 105.
24. Stanković, D., Nešić, G., **Majstorović, N.** (2019). Anthropometric characteristics and motor abilities in 13-15 year old female volleyball players. Međunarodna naučna konferencija Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih Book of abstracts: 38-39

Rad sa katedarskog projekta:

25. **Majstorović, N. (2012).** Metodika obučavanja osnovnih elemenata u školi odbojke O.K. "Obilić" – Beograd. Završni rad. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja. (rad deo projekta: "**Praćenje antropoloških osobina i sposobnosti odbojkaša Srbije**").

PRILOZI

Prilog 1: IZJAVA O AUTORSTVU

Ime i prezime autora Nikola Majstorović

Broj indeksa 5002/2014

IZJAVLJUJEM

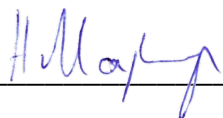
da je doktorska disertacija pod naslovom:

Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etape razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica

Potpis autora

U Beogradu, 14.07.2020



**Prilog 2: IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE
VERZIJE DOKTORSKOG RADA**

Ime i prezime autora Nikola Majstorović

Broj indeksa: 5002/2014

Studijski program: Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije

Naslov rada: Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etape razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma

Mentor: Red. prof. dr Goran Nešić

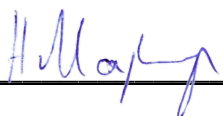
Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva 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 autora

U Beogradu, 14.07.2020



Prilog 3: IZJAVA O KORISĆENJU

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

Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etape razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma

koja je moje autorsko delo.

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

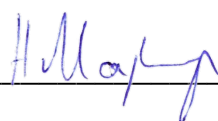
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)

2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

Potpis autora

U Beogradu, 14.07.2020



Prilog 4: KOPIJA NASLOVNE STRANE OBJAVLJENOG RADA



Article

Isometric Strength in Volleyball Players of Different Age: A Multidimensional Model

Nikola Majstorović^{1,*}, Milivoj Dopsaj^{1,2}, Vladimir Grbić¹, Zoran Savić³, Aleksandar Vićentijević¹, Zdravko Aničić¹, Marko Zadražnik⁴, Lazar Toskić³ and Goran Nešić¹

¹ Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, 11221 Belgrade, Serbia; milivoj@eunet.rs (M.D.); zver70@gmail.com (V.G.); aleksandarvicentijevic91@gmail.com (A.V.); zdravko.anicic@yahoo.com (Z.A.); goran_nesic@yahoo.com (G.N.)

² Institute of Sport, Tourism and Service, South Ural State University, Chelyabinsk 454080, Russia

³ Faculty of Sport and Physical Education, University of Priština – Kosovska Mitrovica, 38218 Leposavić, Serbia; zoran.savic@pr.ac.rs (Z.S.); lazar.toskic@pr.ac.rs (L.T.)

⁴ Faculty of Sport, University of Ljubljana, 1501 Ljubljana, Slovenia; marko.zadraznik@fsp.uni-lj.si

* Correspondence: nikolamajstorovic@hotmail.com; Tel.: +38-169-270-8920

Received: 12 May 2020; Accepted: 10 June 2020; Published: 15 June 2020



Abstract: Physical abilities modelling has a profound connection with long-term athlete development and talent identification. There is not enough data to support evidence about age-related changes in volleyball players' isometric strength. This study aimed to define the age-related model of volleyball players multidimensional muscles' contractile characteristics. The participants were divided according to gender (male $n = 112$, female $n = 371$) and according to age into four groups: under 15 (U15), under 17 (U17), under 19 (U19), and under 21 (U21) years old. Participants performed three isometric strength tests: handgrip, lumbar extensors, and ankle extensors. Maximal force and rate of force development results from all three tests were transformed into a single Score value as a representation of contractile potentials using principal component analysis. The main findings were that Score values of both genders showed significant differences between age groups (male: $F = 53.17$, $p < 0.001$; Female: $F = 41.61$, $p < 0.001$). Trends of those yearly changes were slightly more balanced for female subjects (3.9%) compared to male subjects (6.3%). These findings could help in strength training adjustments when working with volleyball players of a certain age, and enable coaches to detect ones that stand out positively, considering them as strong in regard to their age.

Keywords: isometric strength; abilities; profile; muscle forces prediction; training; rehabilitation

1. Introduction

Physical abilities monitoring has always been an important part in better understanding of each sports' characteristics [1]. Moreover, such results offer a representation of the physical abilities level necessary in each step of athletic development [2]. Physical abilities modelling has a profound connection with long term athlete development and talent identification [3,4], because it can help with the detection of those athletes who are better than the majority of their peers in a particular sport [5]. Moreover, shortcomings in physical abilities, detected early enough, could help in injury prevention. Abilities selected for modelling should be the ones correlated with the actual game performance, and the testing should have high reliability when performed on different types of subjects. With all of the aforementioned conditions met, obtained models can offer improved and more specific selection procedures.

Prilog 5: ODOBRENJE ETIČKOG KOMITETA FAKULTETA SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA UNIVERZITETA U BEOGRADU

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
- ETIČKI KOMITET

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
02 Бр. 563/20-2
09-03-2020 20 год.
БЕОГРАД, Благоја Паровића 156

Predmet: Na zahtev zaveden pod brojem 02-463/20-1 od 05.03.2020. koji je podneo Nikola Majstorović kao studenti doktorskih studija, Etički komitet Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje

S A G L A S N O S T

Za realizaciju istraživanja pod nazivom "**Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etapa razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma**", mentor prof. dr Goran Nešić.

O b r a z l o ž e n j e

Na osnovu uvida u nacrt istraživanja koje se realizuje pod nazivom nazivom "**Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etapa razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma**", mentor prof. dr Goran Nešić, Etički komitet iznosi mišljenje da se, kako u konceptu 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 psihosocijalne i fizičke dobrobiti.

U skladu sa iznetim mišljenjem Etički komitet Fakulteta daje saglasnost za realizaciju planiranog istraživanja.

Za etički komitet

Članovi

1. prof. dr Dušan Mitić
2. prof. dr Marina Đorđević-Nikić
3. prof. dr Ana Orlić



Prilog 6: FORMULAR SAGLASNOSTI ISPITANIKA ZA UČEŠĆE U STUDIJI

Istraživači: prof. dr Goran Nešić, prof. dr Milivoj Dopsaj, doktorand Nikola Majstorović

IME I PREZIME ISPITANIKA: _____

1. NAMENA I OPIS ISTRAŽIVANJA

Poštovani, pozvani ste da učestvujete u istraživanju pod nazivom „Profil opštih i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica u funkciji etape razvoja sportskog majstorstva i definisanja selekcionih kriterijuma“, koje se realizuje u okviru doktorske disertacije doktoranda Nikola Majstorovića. Cilj ovog istraživanja je da se predstave motorički profili na osnovu vrednosti rezultata testova opštih (kontraktilni potencijali) i specifičnih motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica po uzrasnim kategorijama. Drugi cilje je da se definiše kompletan motorički profil odbojkaša i odbojkašica različitog uzrasta, kao i selekциони kriterijumi na osnovu normativnih vrednosti motoričkih sposobnosti. Dobijeni rezultati će da omoguće jednostavnu i efikasnu primenu predstavljene baterije terenskih testova u praćenju motoričkih sposobnosti odbojkaša i odbojkašica različitih uzrasnih kategorija.

Vi ćete da budete jedan od oko 380 zdravih ispitanika, podjeljenih po uzrasnim kategorijama na: ispod 15 godina (U15), ispod 17 godina (U17), ispod 19 godina (U19), ispod 21 godina (U21). Testiranje će da se sastoji od merenja antropometrijskih karakteristika, a nakon toga i 10 testova za procenu motoričkih sposobnosti: Dinamometrija stiska šake (HG), Dinamometrija opružača leđa i kuka (LB), Dinamometrija opružača u skočnom zglobu (AE), Pretklon u sedu (PuS), Iskret palicom (Iskr), Modifikovani X test (X), Skok sa počučnjem sa zamahom rukama (CMJa), Skok sa počučnjem bez zamaha rukama (CMJ), Skok iz polučučnja (SJ), Bacanje medicine (BM).

2. USLOVI UČEŠĆA U STUDIJI

Svi dobijeni rezultati i informacije u okviru ove studije biće tretirani kao poverljivi. Vi lično nećete moći da budete identifikovani kao učesnik, izuzev po Vašem broju/šifri koja će da bude poznata samo istraživačima. U slučaju povrede tokom testiranja biće Vam ukazana prva

pomoć. Ako Vam bude potrebna dodatna medicinska pomoć, Vi ćete da budete odgovorni za nju. Imaćete pravo da prekinete učešće u studiji u bilo kom trenutku.

Za učešće u ovoj studiji morate da ispunjavate selekcionu kriterijum da trenirate odbojku najmanje 3 godine sa po 5 treninga sedmično, kao i da se takmičite na nacionalnom nivou u okviru svoje uzrasne kategorije. Niste u mogućnosti da učestvujete u studiji ukoliko bolujete od bilo kakvih kardio-vaskularnih ili neuroloških oboljenja, ili nekih povreda koje bi mogle da utiču na rezultate istraživanja.

3. RIZICI I BENEFICIJE

MOGUĆI RIZIK: Prolazna pojava mišićnog zamora i upale mišića.

MOGUĆI BENEFITI: Saznaćete na kom trenutnom nivou su Vaše motoričke sposobnosti, kao i kompletan motorički profil, koji nakon toga može da se uporedi sa normativnim vrednostima odgovarajuće uzrasne kategorije. Upoznaćete se sa procedurama testiranja u okviru periodičnog praćenja razvoja sposobnosti, kao i sa procesom istraživanja koji prethodi stvaranju naučnih radova.

4. KONTAKTI

U slučaju da imate bilo kakvih dodatnih pitanja u vezi sa studijom, možete da pozovete doktoranda Nikolu Majstorovića (069/2708920). Pitanja u vezi Vaši prava kao učesnika u studiji možete da postavite šefu Etičkog komiteta Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (011/3531100)

5. POTVRDA ISPITANIKA

Pročitao sam ovaj dokument i upoznat sam sa procedurom testiranja, zahtevima, rizicima i benefitima ove studije. Svestan sam mogućeg rizika i razumem da mogu da povučem svoj pristanak za učešće u studiji u svakom trenutku, bez ikakvih konsekvenci i gubitka beneficija. Kopija ovog dokumenta mi je data.

Potpis ispitanika: _____

Ime i prezime ispitanika (štampanim slovima): _____

Datum: _____