

# USPOREDBA MIŠIĆNE SNAGE BICEPSA BRACHII IZMEĐU SPORTAŠA VATERPOLISTA I RUKOMETAŠA

---

Torić, Karla

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:730777>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-25**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Karla Torić

USPOREDBA MIŠIČNE SNAGE BICEPSA BRACHII IZMEĐU SPORTAŠA  
VATERPOLISTA I RUKOMETAŠA

Završni rad

Rijeka, 2021.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Karla Torić

COMPARASION OF BICEPS BRACHII MUSCLE STRENGTH BETWEEN WATER POLO  
ATHLETES AND HANDBALL PLAYERS

Final work

Rijeka, 2021.

Mentor rada: Verner Marijančić, prof. reh.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u Rijeci na Fakultetu zdravstvenih studija  
pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

*Zahvaljujem se svom mentoru Verneru Marijančiću, prof. reh. na savjetima i pomoći u pisanju završnog radu te kontinuiranoj podršci tijekom sve tri godine studiranja.*

*Također se želim zahvaliti svim kolegama i prijateljima na ugodnom druženju, međusobnom pomaganju i učenju u protekle tri godine.*

*Veliko hvala Rukometnom klubu Zamet na čelu sa Valterom Matoševićem i Sandrom Guljom te Vaterpolo klubu Primorje Erste Bank pod vodstvom Igora Hinića, Bobana Voštića i Gregora Habjanića na prilici za suradnju te pomoći i sudjelovanju u izradi završnog rada.*

*Najviše se zahvaljujem svojim roditeljima, obitelji i dečku koji su me podupirali i bodrili u svakom trenutku te bili tu kako u onim dobrim, tako i onim manje dobrim i težim danima.*

**HVALA!**

## SAŽETAK

Rukomet i vaterpolo kompleksni su sportovi dinamičkog karaktera koji zahtijevaju dobru fizičku spremu, između ostalog i snagu. Sposobnost sportaša da poveća iznose pomaka nekog tijela, na kojeg djeluje nekom silom, vrlo često mu omogućava postizanje zavidnih sportskih rezultata. Osim toga, važno je i izvršenje tog rada u što je moguće kraćim vremenskim intervalima. Takva sposobnost iskazuje se fizikalnom veličinom koja se naziva snaga. Snaga je jedna od najvažnijih motoričkih sposobnosti u sportu, njenim vježbanjem i razvojem jača se aparat za kretanje, poboljšavaju se uvjeti za rad na tehnici, a ujedno se postiže brzina i izdržljivost koje su također od iznimne važnosti za postizanje boljih rezultata.

Osnovni je cilj istraživanja usporediti mišićnu snagu bicepsa brachii na više razina, odnosno između sportaša vaterpolista i rukometaša, njihovih igračkih pozicija te prije i poslije sportske aktivnosti.

U istraživanju je sudjelovalo 26 ispitanika muškog spola, srednje dobi 21,77 godina. Ispitanici su profesionalni, seniorski sportaši iz Rukometnog kluba Zamet i Vaterpolo kluba Primorje Erste Bank, a istraživanje je provedeno u travnju 2021. godine u Sportskoj dvorani Zamet te na Bazanima Kantrida. Kao mjerni instrument za ispitivanje korišten je dinamometar marke mikroFET®2, uređaj tvrtke Hoggan Scientific, LLC, Sjedinjene Američke Države.

Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku u snazi mišića bicepsa brachii rukometaša i vaterpolista, a također s obzirom na vrijeme treninga. Rukometaši su ostvarili bolje rezultate u snazi mišića i prije i poslije treninga, dok su obje skupine pokazale bolje rezultate u mišićnoj snazi nakon treninga iz čega se može zaključiti kako trening pozitivno utječe na povećanje mišićne snage. Među igračkim pozicijama nema statistički značajne razlike u snazi, što znači da pozicija na kojoj određeni igrač igra ne utječe na njegovu snagu, već njegova snaga može utjecati na poziciju na kojoj će igrati. Kako bi se rezultati ovog istraživanja potvrdili potrebna su dodatna opsežnija istraživanja sa većim brojem ispitanika te dužim vremenom praćenja.

Ključne riječi: m. biceps brachii, dinamometar, snaga, vaterpolo, rukomet

## **ABSTRACT**

Handball and water polo are complex sports of a dynamic character that require good physical abilities, including strength. The ability of an athlete to increase the amount of displacement of a body, on which he acts by some force, very often enables him to achieve enviable sports results. In addition, it is important to perform this work in the shortest possible time intervals. That ability is expressed by a physical quantity called strength. Strength is one of the most important motor skills in sports, its training and development strengthens the locomotor system, improves working conditions, and at the same time achieves speed and endurance, which are also extremely important for achieving better results.

The main goal of the research is to compare the muscle strength of the biceps brachii on several levels, ie between water polo players and handball players, their playing positions and before and after sports activities.

The study involved 26 male respondents, mean age 21.77 years. The respondents are professional, senior athletes from the Zamet Handball Club and the Primorje Erste Bank Water Polo Club. The research was conducted in April 2021 in the Zamet Sports Hall and at the Kantrida Pools. A microFET®2 dynamometer, a device from Hoggan Scientific, LLC, United States, was used as a measuring instrument for testing.

The results showed a statistically significant difference in the strength of the biceps brachii muscle of handball players and water polo players, and also regarding to training time. The handball players achieved better results in muscle strength both before and after training, while both groups showed better results in muscle strength after training, from which it can be concluded that training has a positive effect on increasing muscle strength. There is no statistically significant difference in strength between playing positions, which means that the position in which a particular player plays does not affect his strength, but his strength can affect the position in which he will play. In order to confirm the results of this research, additional more extensive research is needed with a larger number of respondents and a longer follow-up time.

Key words: m. biceps brachii, dynamometer, strength, water polo, handball

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. MIŠIĆNA SNAGA .....</b>	<b>9</b>
2.1. <i>DETERMINANTE JAKOSTI I SNAGE.....</i>	11
2.2. <i>OBLICI SNAGE.....</i>	12
2.3. <i>MJERENJE MIŠIĆNE SNAGE.....</i>	13
2.3.1. <i>Mjerni instrument.....</i>	14
<b>3. UTJECAJ TRENINGA JAKOSTI I SNAGE NA ZNAČAJKE MIŠIĆNE AKTIVNOSTI.....</b>	<b>15</b>
<b>4. MUSCULUS BICEPS BRACHII.....</b>	<b>16</b>
4.1. <i>ANATOMIJA .....</i>	16
4.2. <i>KINEZILOGIJA.....</i>	17
<b>5. CILJ ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>20</b>
<b>6. ISPITANICI I METODE.....</b>	<b>21</b>
<b>7. REZULTATI.....</b>	<b>22</b>
<b>8. RASPRAVA .....</b>	<b>33</b>
<b>9. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>35</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>36</b>
<b>PRILOZI.....</b>	<b>37</b>
<b>ŽIVOTOPIS .....</b>	<b>39</b>



## 1. UVOD

Rukomet i vaterpolo kompleksni su sportovi dinamičkog karaktera koji zahtijevaju dobru fizičku spremu, između ostalog i snagu. Oba sporta, ekipni su sportovi s loptom u kojima se natječu dvije ekipe s po sedam igrača (šest igrača u polju i golman) na svakoj strani. Lopta s kojom izvode dodavanja i šutiranja u rukometu je opsega 58-60 cm i mase 425-475 g (1), dok je vaterpolska lopta opsega 68-71 cm i mase 400-450 g (2). Igrači u polju raspoređeni su na krilnim pozicijama (desno i lijevo krilo), vanjskim pozicijama (desni i lijevi vanjski te srednji vanjski u rukometu, odnosno bek u vaterpolu) i na poziciji centra, u rukometu još poznatog kao pivota. Igra u rukometu traje 60 minuta, odnosno dva poluvremena po 30 minuta na rukometnom terenu dimenzija 40x20m (1). Vaterpolska igra traje ukupno 32 minute koje su podijeljene u četvrtine od kojih svaka traje po 8 minuta u bazenu dimenzija 33x25m (2).

Sposobnost sportaša da poveća iznose pomaka nekog tijela, na kojeg djeluje nekom silom, vrlo često mu omogućava postizanje zavidnih sportskih rezultata. Do tog uspjeha sportaši mogu doći izvršavanjem velikih vrijednosti rada nad danim tijelom. Međutim, osim toga, važno je i izvršenje tog rada u što je moguće kraćim vremenskim intervalima. Upravo je snaga fizikalna veličina kojom se iskazuje takva sposobnost (3). Snaga je jedna od najvažnijih motoričkih sposobnosti u sportu, njenim vježbanjem i razvojem jača se aparat za kretanje, poboljšavaju se uvjeti za rad na tehnici, a ujedno se postiže brzina i izdržljivost koje su također od iznimne važnosti za postizanje boljih rezultata. Osim što je važna za uspjeh sportaša, većini sportaša važna je i radi fizičkog izgleda te samopouzdanja.



Slika 1. Rukomet



Slika 2. Vaterpolo

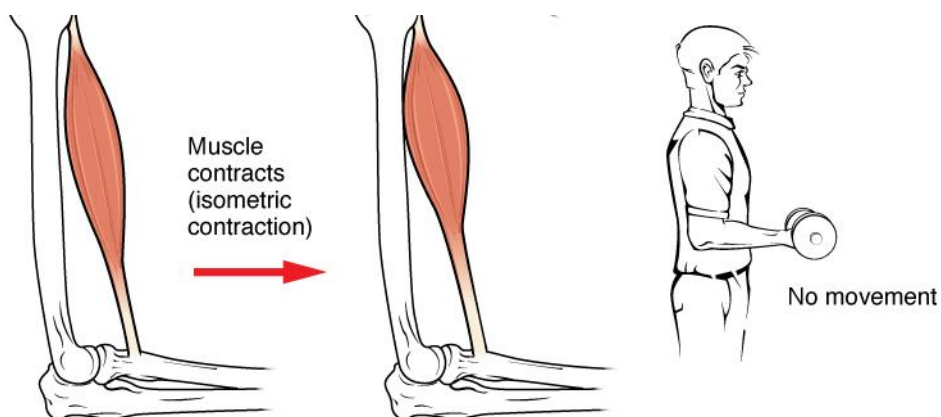
## 2. MIŠIĆNA SNAGA

Svaki mišić pri kontrakciji stvara mišićnu silu koja rezultira djelovanjem na određenom putu i u određenoj jedinici vremena pritom pomičući segment, što se definira kao mišićna snaga (4). Snaga predstavlja sposobnost svladavanja otpora velikom brzinom kontrakcije. Također ju možemo izraziti na sljedeći način:  $P = F \times v$ , pri čemu je „P“ oznaka za snagu, „F“ je oznaka za silu a „v“ je oznaka a brzinu. Prema tome, mišićna snaga predstavlja umnožak proizvedene mišićne sile i brzine mišićne kontrakcije (5).

Često dolazi do izjednačavanja ili miješanja pojmova jakosti i snage. Jakost bila ona statička ili dinamička, predstavlja najveću voljnu mišićnu silu koju sportaš može proizvesti dinamičkim ili statičkim načinom mišićnog rada. Dok se snaga može definirati i kao jakost, ali uz uvjete da sportaš generira maksimalnu mišićnu silu u što kraćem vremenu. Time, dva sportaša koji imaju jednaku jakost, nisu nužno i jednako snažni. Snažniji će biti onaj koji maksimalnu silu proizvede u kraćem vremenu. Snaga je stoga, manifestacija jakosti i brzine kontrakcije (6).

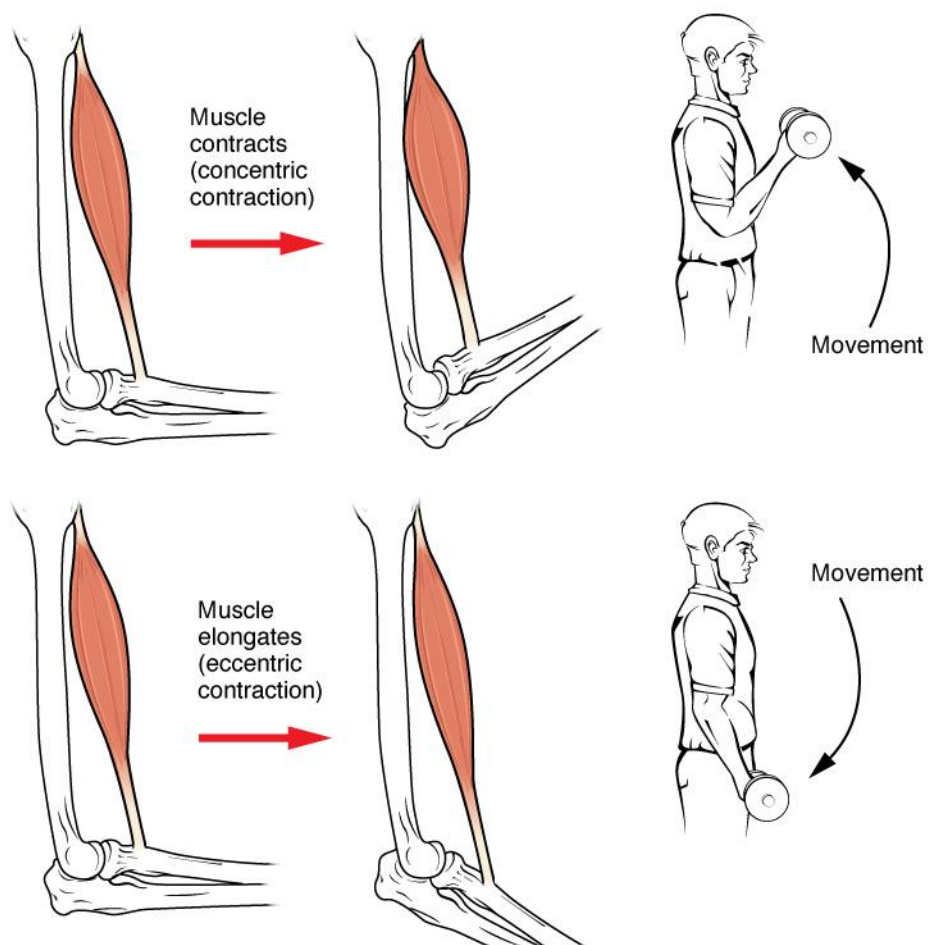
Snaga se još može definirati kao psihomotorička sposobnost svladavanja otpora ili suprotstavljanje otporu mišićnim kontrahiranjem i naprezanjem (5). Mišićno naprezanje može biti izometrijsko, izotoničko (koncentrično i ekscentrično) ili kombinirano, poput pliometrijskog (ekscentrično – koncentrično) i statodinamičkog (izometrijsko – koncentrično) (7).

Izometrijska kontrakcija mišića ili statički rad je mišićna aktivnost pri kojoj ne dolazi do pokreta, već se održava položaj segmenta i povećava tonus, odnosno napetost mišića. Mišić se kontrahira i napreže, ali ne dolazi do približavanja mišićnih krajeva te tijekom rada ostaju na istoj udaljenosti. Ukoliko se povećava otpor pri održavanju tog položaja, povećava se i snaga kontrakcije kako bi se taj položaj i dalje održavao (4).



Slika 3. Izometrička kontrakcija

Izotonička kontrakcija mišića ili dinamički rad predstavlja mišićnu aktivnost gdje se mišić kontrahira pri čemu se pripoji mišića međusobno približavaju ili udaljavaju. Razlikujemo koncentričnu i ekscentričnu kontrakciju. Koncentrična kontrakcija je aktivno skraćivanje mišića pri čemu dolazi do približavanja mišićnih pripoja. Izvode ju agonisti koji svojom kontrakcijom savladavaju otpor i snaga njihove koncentrične kontrakcije mora biti veća od sile otpora. Ekscentrična kontrakcija podrazumijeva suprotstavljanje mišića vanjskoj sili koja vrši kretanje te dolazi do udaljavanja mišićnih pripoja i izduživanja mišića. Glavnu ulogu imaju antagonisti koji, osim što kontrolirano izdužuju, kontroliraju brzinu i opseg pokreta agonista, odnosno sile otpora. Pri tome je snaga kontrakcije mišića slabija od snage kontrakcije agonista ili sile otpora (4).



Slika 4. Izotoničke kontrakcije

Najveću silu u najkraćoj jedinici vremena, mišić može proizvesti u ekscentrično-koncentričnoj kontrakciji, odnosno kada eksplozivnoj koncentričnoj kontrakciji prethodi brzo i kratko istežanje

aktivnog mišića (ekscentrična kontrakcija) (5). Tijekom brzog ekscentrično-koncentričnog ciklusa, tetive pohranjuju i otpuštaju velike količine elastične energije, što dovodi do povećanja mehaničkog izlaza mišića u obliku veće proizvedene mišićne snage (8).

### *2.1. DETERMINANTE JAKOSTI I SNAGE*

Snaga mišićne kontrakcije ovisi o broju kontrahiranih motornih jedinica koje predstavljaju broj mišićnih vlakana inerviranih od jedne živčane stanice. S obzirom da se radi o alfa motoneuronu ili motornoj jedinici prednjeg roga kralježničke moždine čiji se akson dijeli u određeni broj manjih ogranaka od kojih svaki inervira jedno mišićno vlakno preko motorne ploče, sva mišićna vlakna inervirana od jedne živčane stanice predstavljaju funkcionalnu motornu jedinicu. Motorna jedinica funkcionira putem zakona „sve ili ništa“, odnosno ako je aktivna ta živčana stanica, odnosno živčani impuls stigne iz tijela živčane stanice, sva se mišićna vlakna kontrahiraju istovremeno, a isto tako ako ta živčana stanica nije aktivna, sva vlakna motorne jedinice nisu kontrahirana (4).

Jedna motorna jedinica kontrahira se maksimalnom snagom, a kolika će biti snaga kontrakcije cijelog mišića ovisi o broju aktiviranih motornih jedinica. Drugim riječima, što je veći broj uključenih motornih jedinica, veća je i ukupna snaga kontrakcije. Svojevoljno moguće je kontrahirati maksimalno oko 80% motornih jedinica. Stoga, pri maksimalno snažnoj kontrakciji, mišić još uvijek ima rezervu neuključenih motornih jedinica (4).

Snaga kontrakcije ovisi također o zagrijanosti mišića, izduženosti mišića i o zamoru mišića. Osim mišićnih vlakana, mišić izgrađuju i elementi vezivnog tkiva koji imaju elastična svojstva te u mirovanju, tj. kada nije u kontrakciji pokazuje tendenciju skraćivanja. Mišić koji je prije kontrakcije istegnut, pokazuje veću tendenciju skraćivanja i postiže jaču snagu. Nadalje, mišićni rad dovodi do podizanje lokalne temperature u aktivnom mišiću. Uz povišenu temperaturu raste brzina biokemijskih procesa u mišiću, što ga čini spremnijim na snažnije kontrakcije. Stoga je za snažnu kontrakciju bitno prethodno ga zagrijati aktivnošću slabijeg intenziteta. S druge strane, mišićni zamor smanjuje kontraktilnu sposobnost mišića, odnosno opada snaga mišićne kontrakcije, koordinacija pokreta je slabija te postaju neprecizniji i sporiji (4).

Sila i snaga koju mišić može proizvesti ovisi o njegovim dimenzijama, odnosno fiziološkom poprečnom presjeku i arhitekturi mišića, odnosno kutu pod kojim su vlakna postavljena u odnosu

na tetivu. Fiziološki poprečni presjek podrazumijeva presjek mišića poprečno u odnosu na smjer pružanja mišićnih vlakana. Mišić s većom površinom fiziološkog presjeka može proizvesti veću silu (8, 9).

Bitan čimbenik koji utječe na snagu je i vrsta mišićnih vlakana te omjer poprečnog presjeka različitih vrsta mišićnih vlakana. Mišićna vlakna mogu se podijeliti na spora (tip I) te brza (tip IIA i IIB). Brza vlakna proizvode veću silu pri većim brzinama kontrakcije i imaju veću eksplozivnu jakost (posebno tip IIB) u odnosu na spora vlakna. Pri tome, mišić koji ima naglašenu hipertrofiju brzih vlakana i veći dio poprečnog presjeka otpada na brza vlakna, biti će eksplozivniji i snažniji od mišića u čijem su poprečnom presjeku većinski spora vlakna (8).

## *2.2. OBLICI SNAGE*

Snaga se razvija se i primjenjuje u različitim sportskim aktivnostima te u svakoj od njih određena dimenzija snage igra važnu ulogu u izvedbi natjecateljske aktivnosti. Pri tome se generiraju različiti oblici snage, odnosno njenih oblika manifestacije. Primarno razlikujemo eksplozivnu snagu, repetitivnu snagu i statičku snagu.

Eksplozivna snaga je sposobnost potpune ekspresije maksimalnog broja motoričkih jedinica u određenom vremenu koja omogućava sportašu davanje maksimalnog ubrzanja vlastitom tijelu ili drugom vanjskom objektu. Drugim riječima, sposobnost da se izvede brzi pokret, bio to skok, udarac ili sl. koji je vremenski kratkotrajan i jak, a ovisi o količini aktiviranih motoričkih jedinica (5). Manifestira se kao snaga odraza, udarca, naglog ubrzanja te izbačaja različitih rekvizita (6). Eksplozivna snaga ima veliki koeficijent urođenosti koji iznosi 80 te je ona stoga, slabo razvojna. Na njen razvoj moguće je utjecati ako se s razvojem započne što ranije, odnosno oko 7. godine, dok ako se s razvojem započne kasnije (oko 15.-16. godine) mogućnost za poboljšanje je mala (5).

Repetitivna snaga je sposobnost dugotrajnog rada u kojem je potrebno svladati odgovarajuće vanjsko opterećenje, ne veće od 75% maksimalnog (10). Drugim riječima, sposobnost da se izvede što je moguće veći broj pokreta, bez ili sa opterećenjem (5). Ako se radi o svladavanju vanjskog opterećenja (uteg ili partner), riječ je o apsolutnoj repetitivnoj snazi, dok kada sportaš višekratno svladava težinu vlastitog tijela (sklekovi, zgibovi), radi se o relativnoj repetitivnoj snazi (10).

Koeficijent urođenosti repetitivne snage iznosi 50 što omogućava njeno razvijanje. Treningom se repetitivna snaga razvija vrlo brzo, ali isto tako brzo i propada ako se ne vježba konstantno (5).

Statička snaga je sposobnost koja se očituje u maksimalnoj izometričkoj kontrakciji mišića ili u uvjetima produženog statičkog rada kada se naprežanjem zadržava određena pozicija ili stav (10). Koeficijent urođenosti iznosi 50 te se treningom može popraviti i razvijati (5)

Važno je još spomenuti i elastičnu ili pliometrijsku snagu koja sportašu omogućava efikasno djelovanje kada nakon amortizacije doskoka treba izvršiti maksimalni odraz, odnosno kada je potrebno djelotvorno sinkronizirati ekscentrični i koncentrični dio motoričke aktivnosti (10).

### *2.3. MJERENJE MIŠIĆNE SNAGE*

Za mjerenje mišićne snage primjenjuju se manualni mišićni test (MMT) i dinamometrija. Manualni mišićni test je subjektivna metoda mjerenja mišićne snage jer na njegove vrijednosti utječe ispitanik koji ga provodi, svojom voljom, fizičkom kondicijom, dobi, nepreciznošću itd. Test se izvodi u relaksiranom položaju osobe u položaju koji odgovara mišiću ili skupini mišića koja se testira te svojim mišićem osoba izvodi puni opseg pokreta (11). Test se ocjenjuje s ocjenama od 0 do 5. Nula znači da nema mišićne aktivnosti. Jedan znači da se pojavljuje mišićna kontrakcija u tragu, ali snaga nije dovoljno jaka da izvede kretnju jer je očuvana do 10%. Ocjena dva označava očuvanu snagu mišića od 25% što je dovoljno za izvođenje kretnje, ali samo ako se ukloni djelovanje sile teže. Ocjena 3 označuje očuvanu snagu mišića do 50% te može izvesti kretnju protiv sile teže, odnosno svladati težinu testiranog dijela tijela. Ocjena 4 znači da je mišićna snaga očuvana do 75% pa ispitanik izvodi kretnju uz opterećenje ili otpor. Ocjena 5 znači da je mišićna snaga 100% i da može svladati maksimalan otpor koji manualno pruža terapeut.

Iz navedenog vidljivo je da je MMT namijenjen osobama s određenim oštećenjima i posljedično oslabljenjima mišića, a ne osobama koje su konstantno u treningu i kod kojih se želi testirati snaga i međusobno uspoređivati. Stoga se primjenjuje dinamometrija, preciznija metoda mjerenja mišićne snage koja se mjeri dinamometrom. Za potrebe ovog rada korišten je dinamometar microFET®2.

### 2.3.1. Mjerni instrument

Bežični microFET®2 je digitalni, ručni dinamometar, precizan za procjenu i testiranje sile (FET). Dizajniran je posebno za provođenje objektivnih, pouzdanih i mjerljivih mjerenja za snimanje pojedinačnih mjerenja sile za bilo koji test mišića, a kontroliran je mikroprocesorom kako bi pružio točna, ponovljiva očitavanja snage mišića. Ručni dinamometar ergonomski je dizajniran da udobno stane u dlan. Rezultati se prikazuju u dva LCD prozora, maksimalnoj snazi i trajanju/sekundama, a moguće mjere za prikaz rezultata su *pounds* (lbs), *njutn* (N) ili *kilogram-sila* (kgF) (12).

Za ispitivanje određenog mišića, ispitivač postavlja ispitanika u položaj u kojem će izolirati i izvršiti kontrakciju tog mišića. Osim toga, ispitivač zauzima položaj koji mu osigurava maksimalnu sposobnost odupiranja sili koju vrši ispitanik. Važno je voditi računa o fiksiranju ostalih segmenata kojima si ispitanik može pripomoći u trenutku testiranja, te postaviti dinamometar na za to testiranje predviđeno mjesto. Odabire se jedinica mjerenja, npr. njutn (N) i upućuje ispitanika da primjeni silu protiv uređaja, dok se ispitivač opire sili ispitanika (13).



Slika 5. MicroFET®2 dinamometar

### **3. UTJECAJ TRENINGA JAKOSTI I SNAGE NA ZNAČAJKE MIŠIĆNE AKTIVNOSTI**

Trening jakosti i snage kod većine sportaša ima dominantnu ulogu. Prvenstveno se to odnosi na sportove koji zahtijevaju visoko razvijene motoričke sposobnosti poput jakosti, snage i brzine (14). Mišićne stanice, a time i mišić u cjelini pokazuje izrazite promjene pod utjecajem ciljanom treningom izazvanih adaptacijskih procesa. Drugim riječima, ima veliku sposobnost ispoljavanja adaptacijskih promjena pod utjecajem akutnih aktivnosti (npr. tijekom treninga) i dugotrajnih procesa (npr. rast i razvoj organizma, višemjesečni, odnosno višegodišnji trening) (15).

Akutni utjecaj treninga očituje se u promjenama koncentracija tvari koje sudjeluju u energentskom metabolizmu mišićnih stanica. Dolazi do smanjenja koncentracije energetskih tvari u mišiću, a povećava se koncentracija metabolita (razgradnih produkata) u mišićima i plazmi. Akutni utjecaj treninga rezultira i pojavom prolazne hipertrofije mišića, povećanjem volumena uzrokovanim nakupljanjem tekućine u međustaničnom i staničnom prostoru mišića bez stvarnih trajnijih strukturalnih promjena mišića. Taj akutni, prolazni oblik hipertrofije je kratkotrajan, dok s druge strane adaptacijski mehanizmi uvjetovani dugotrajnim treningom dovode do trajne hipertrofije postojećih mišićnih stanica koja se očituje u povećanju mišićne mase, odnosno poprečnom presjeku i ukupnom volumenu mišića. Dolazi i do povećanja količine kontraktilnih proteina u mišićnim vlaknima, posebno miozina, što omogućuje proizvodnju veće sile i snage (9, 15)

Od mehanizama prilagodbe mišića na trening jakosti i snage, valja još spomenuti promjenu arhitekture mišića i transformaciju pojedinih vrsta vlakana u mišiću. Treningom jakosti s velikim opterećenjem povećava se kut hvatanja mišićnih vlakana za tetivu, što dovodi do povećanja fiziološkog poprečnog presjeka cijelog mišića te mišić postaje jači. Također dolazi do transformacije brzih u sporija mišićna vlakna, odnosno vlakna tipa IIA u tip IIB. Potpunim prekidom treninga može doći do „superkompencacije“ vlakana tipa IIB na račun vlakana tipa IIA, koja je praćena povećanjem snage i brzine pri izvođenju neopterećenih pokreta. To objašnjava smanjenje trenažnih opterećenja pred važna natjecanja (8).

Treningom jakosti potiče se u mišićnom tkivu razvoj kapilarnih kolaterala čime se povećava kapilarizacija i na jedinicu mišićne mase dolazi veći broj kapilara. To omogućuje bolju opskrbu mišića kisikom i hranjivim tvarima te lakše odstranjenje metabolita nastalih mišićnom kontrakcijom, prvenstveno ugljičnog dioksida i mliječne kiseline (9).



## 4. MUSCULUS BICEPS BRACHII

### 4.1. ANATOMIJA

Musculus biceps brachii dvoglavi je nadlaktični mišić kojeg čine *caput longum* (duga glava) i *caput breve* (kratka glava). Obje glave imaju polazište na lopatici, odnosno *caput longum* polazi s *tuberculum supraglenoidale*, dok *caput breve* polazi s *processus coracoideus*. Pružaju se distalno te se spajaju u trbuh mišića na koji se nastavlja inzercijska tetiva te se hvata na *tuberositas radii* na palčanoj kosti (16).

Pri testiranju snage m. bicepsa brachii u pokretu fleksije, nemoguće je izolirati ga od m. brachialis koji također izvodi navedeni pokret.

Musculus brachialis leži dublje od m. bicepsa brachii. Polazi sa prednje površine distalne polovice humerusa te se usmjerava distalno. Ispred lakatnog zgloba prelazi u kratku i snažnu tetivu koja se hvata na *tuberositas ulnae* na lakatnoj kosti. Od njegove duboke strane odvajaju se neka mišićna vlakna i kao m. *articularis* vežu na čahuru lakatnog zgloba (16).



Slika 6. *M. biceps brachii*



Slika 7. *M. brachialis*

Cijelu prednju skupinu nadlaktičnih mišića, koja još uključuje i *m. coracobrachialis*, međutim on izvodi pokrete nadlaktice (antefleksija i addukcija), inervira *nervus musculocutaneus*.

#### 4.2. KINEZILOGIJA

Lakatni zglob (*articulatio cubiti*) složeni je zglob kojeg ustvari čine tri zgloba, *art. humeroulnaris*, *art. humeroradialis* i *art. radioulnaris proximalis*. *Articulatio humeroulnaris* je ginglymus te se u njemu izvode pokreti fleksije i ekstenzije podlaktice, *art. humeroradialis* sferoidni je zglob koji sudjeluje u pokretima fleksije i ekstenzije te rotacija podlaktice, a *art. radioulnaris proximalis* trohoidni je zglob u kojem se vrše pokreti rotacije podlaktice. Na bočnim stranama lakatnog zgloba nalaze se kolateralni ligamenti koji su zategnuti te omogućavaju samo pokrete fleksije i ekstenzije podlaktice. Kako ne bi ometao pokret rotacije glave radijusa, *lig. collaterale radiale* se hvata za *lig. anulare radii*, a ne za radijus (17).



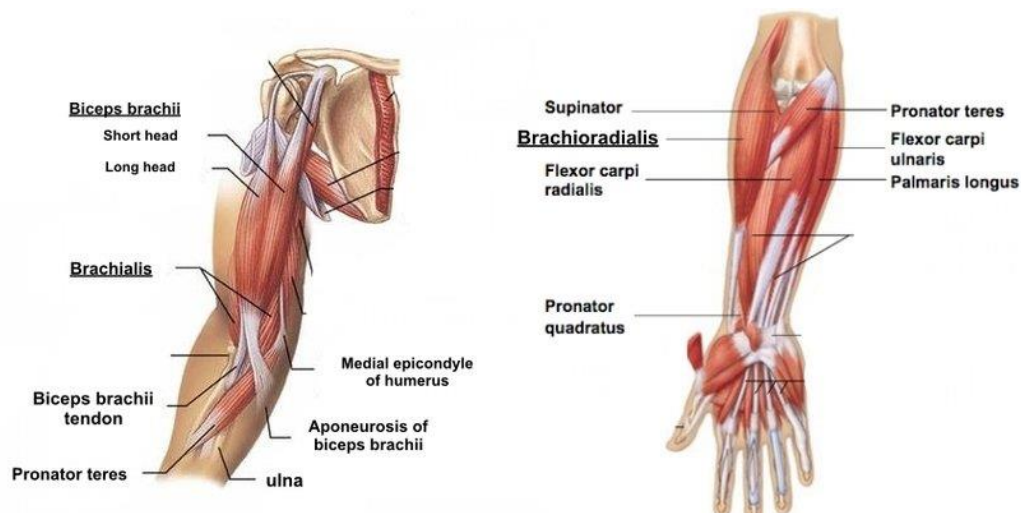
Slika 8. Lakatni zglob

Opseg pokreta između maksimalne fleksije i ekstenzije u lakatnom zglobu iznosi 130 – 140°. Pokreti rotacije podlaktice mjere se iz srednjeg položaja podlaktice koja je u flektiranom položaju pod kutom od 90°, dok je nadlaktica adducirana uz tijelo. Opseg pokreta pronacije iznosi 80°, a supinacije 90°.

U pokretu fleksije podlaktice sudjeluju m. biceps brachii, m. brachialis, i m. brachioradialis. M. biceps brachii je poliartikularni mišić koji izvodi pokrete u lakatnom i ramenom zglobu, međutim zbog dužeg kraka mišićne sile na distalnom hvatištu, po funkciji je jači u lakatnom u odnosu na rameni zglob. U lakatnom zglobu glavna funkcija m. bicepsa brachii je fleksija podlaktice koju izvodi najučinkovitije kada je podlaktica u fleksiji pod pravim kutom. Ako je podlaktica u proniranom ili srednjem položaju, m. biceps brachii će je najprije supinirati, a potom flektirati. Kod ekstenzirane podlaktice, m. biceps brachii ne sudjeluje u supinaciji podlaktice, osim kod pokreta s opterećenjem. U ramenom zglobu, duga glava je sinergist za abdukciju nadlaktice, dok je kratka glava sinergist za antefleksiju nadlaktice. M. biceps brachii najveću silu razvija kada je nadlaktica aducirana uz toraks, pri čemu se kontrahira i m. pectoralis major koji nadlakticu snažno aducira uz toraks pri fleksiji podlaktice uz opterećenje. Adukcija nadlaktice ujedno sprječava moguće funkcije bicepsa u ramenom zglobu (17).

M. brachialis je isključivo fleksor podlaktice koji izvodi fleksiju iz svih položaja, bez obzira na rotaciju podlaktice. Održava podlakticu u određenoj fleksiji, a istovremeno se mogu izvoditi pokreti pronacije i supinacije podlaktice. M. brachialis aktivan je i kao antigravitacijski mišić, posebno u zadnjim stupnjevima ekstenzije, što se smatra zaštitnom reakcijom fleksora (17).

M. brachioradialis flektira podlakticu kada je ona u srednjem položaju (palac prema naprijed), a kao sinergist sudjeluje u izvođenju pronacije i supinacije podlaktice do srednjeg položaja (17). Zbog svog pružanja i pokreta koje izvodi, bilo je moguće eliminirati njegovu aktivnost pri provođenju istraživanja.



Slika 9. Agonisti i sinergisti fleksije podlaktice

Ostali mišići koji potpomažu pokret fleksije podlaktice zbog anatomskeg položaja prelaska preko lakatnog zgloba su mm. flexor carpi radialis, pronator teres, palmaris longus, flexor digitorum superficialis te extensor carpi radialis longus et brevis. M. triceps brachii također ima važnu ulogu, jer kao antagonist kontrolira pokret fleksije lakta (17).

Bez opterećenja, m. biceps brachii ima fiksaciju na lopatici, a m. brachialis na nadlaktici. Za m. biceps brachii fiksatori su mm. rhomboideus, trapezius, serratus anterior, dok se pri kontrakcijama s opterećenjem uključuju m. pectoralis major i kosi mišići meke trbušne stijenke. Za m. brachialis fiksacija je težina nadlaktice (17).

## 5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Primarni cilj ovog istraživanja usporediti je snagu mišića bicepsa brachii između profesionalnih sportaša vaterpolista i rukometaša s obzirom da se radi o gotovo identičnom pokretu ruke pri dodavanju i pucanju, ali u dva različita medija, tj. u vodi (bazenu) i na tlu (parketu). Osim toga, cilj je usporediti snagu mišića prije i poslije treninga te u odnosu na igračke pozicije ispitanika u istom sportu, odnosno snagu mišića igrača istih pozicija u različitom sportu. Sukladno prethodnom postavljenim ciljevima istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Sportaši vaterpolisti imaju veću snagu mišića bicepsa brachii nego sportaši rukometaši.

H2: Snaga mišića bicepsa brachii nakon treninga veća je nego prije treninga.

H3: Igrači na vanjskim pozicijama imaju veću snagu mišića bicepsa brachii u odnosu na igrače na krilnim pozicijama.

H4: Golmani imaju manju snagu mišića bicepsa brachii u odnosu na ostale igrače u polju.

## 6. ISPITANICI I METODE

U ovom istraživanju sudjelovalo je ukupno 26 ispitanika, profesionalnih sportaša iz dva riječka kluba koji se natječu u hrvatskim, odnosno regionalnim ligama. Jedna skupina ispitanika bili su 12 rukometaša iz Rukometnog kluba Zamet, a istraživanje se odvijalo u Sportskoj dvorani Zamet. Drugu skupinu ispitanika činilo je 14 vaterpolista iz Vaterpolo kluba Primorje Erste Bank, a istraživanje je provedeno na Bazanima Kantrida. Svi ispitanici bili su muškog spola u dobi od 18 do 35 godina, srednje dobi 21,77 godina, prosječne visine 189,7 cm te mase 90,25 kg.

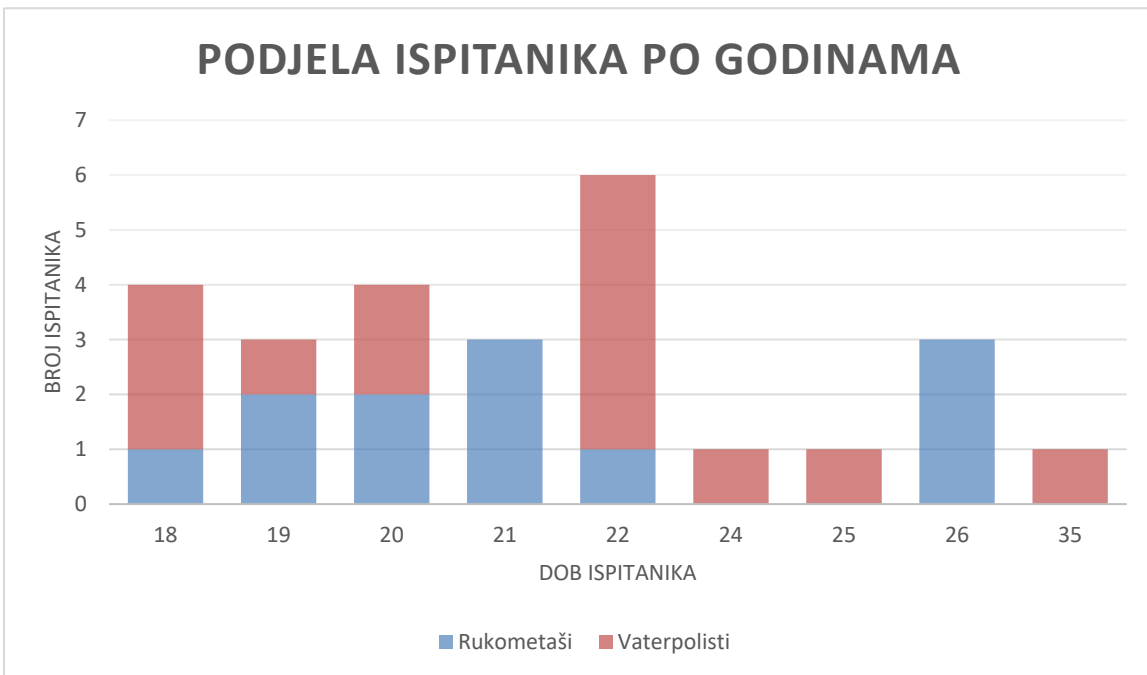
Istraživanje se provodilo pomoću dinamometra marke mikroFET®2, uređaja tvrtke Hoggan Scientific, LLC, Sjedinjene Američke Države (SAD). Prije samog testiranja, ispitanici su ispunili formular s podacima o dobi, visini, masi te poziciji na kojoj igraju. Testiranje se izvodilo u sjedećem položaju. Ruka ispitanika bila je u položaju addukcije nadlaktice, te supinacije i fleksije podlaktice pod kutom od 90° u laktu. Dinamometar je postavljen na distalni dio podlaktice u blizini ručnog zgloba, a ispitanik je izvodio polagani pokret fleksije podlaktice protiv otpora. Nije se dozvolio pokret abdukcije nadlaktice prilikom izvođenja pokreta fleksije podlaktice, kao ni pomaganje s drugim dijelovima tijela. Numeričke vrijednosti mišićne snage bicepsa brachii dobivene su u Njutnima (N). Mjerenje je obavljeno prije treninga i poslije dvosatnog treninga, po tri puta u kontinuitetu radi dobivanja preciznijih rezultata. Dobiveni rezultati obrađeni su Studentovim t-testom, a statistička značajnost prikazana je kao  $P > 0,05$ . Ostali podaci prikazani su tabelarno ili pomoću grafikona korištenjem računalnog programa Excel.



Slika 10. Ispitivanje snage mišića bicepsa brachii

## 7. REZULTATI

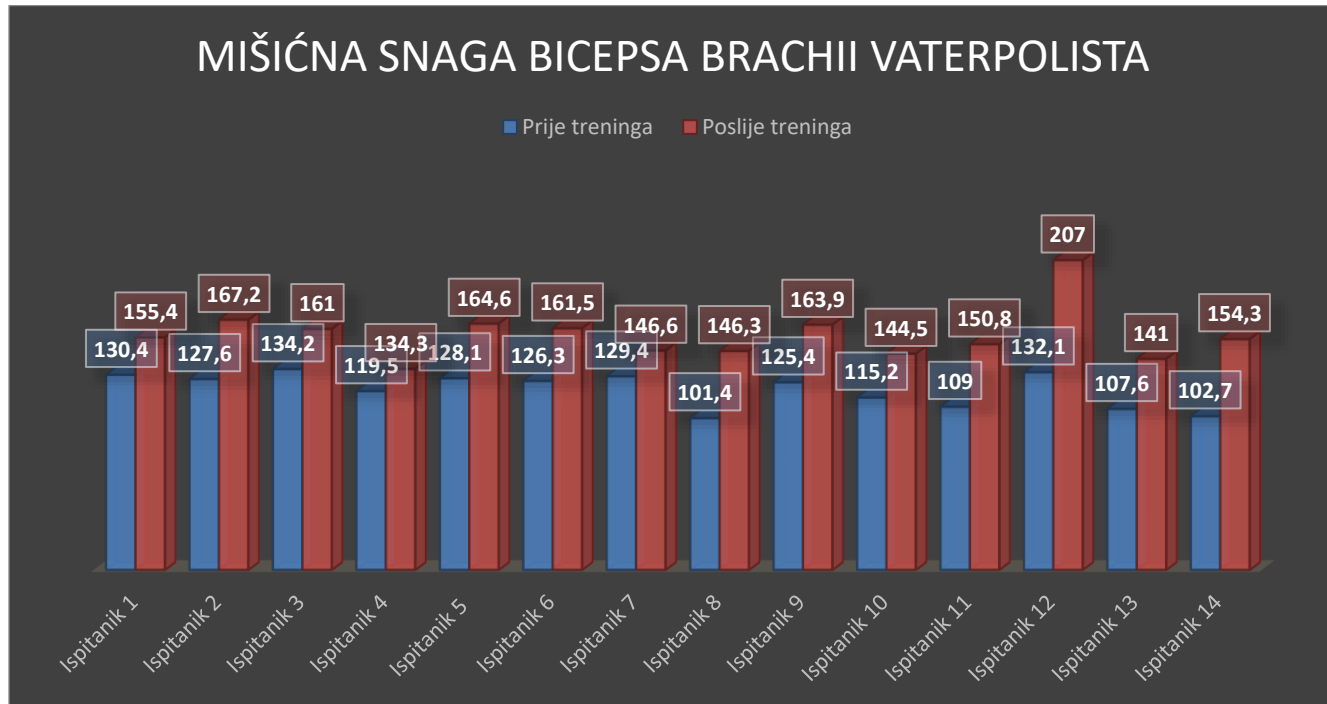
U istraživanju je sudjelovalo 26 ispitanika muškog spola u dobi od 18 do 35 godina. Prosjek godina ispitanika je 21,77 godina, odnosno prosječna dob rukometaša je 21,58 godina, a vaterpolista 21,93 godina. U stupčastom dijagramu (slika 11) prikazan je odnos broja ispitanika i godina, po skupinama i ukupno.



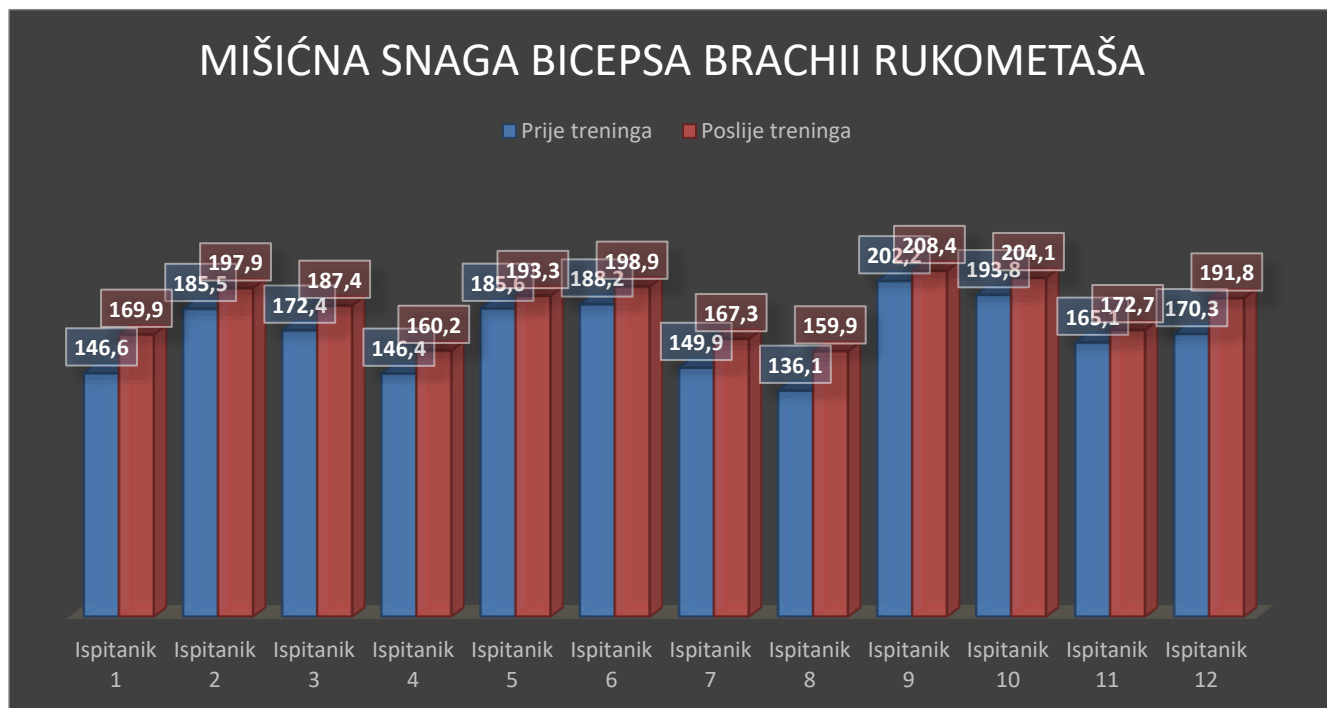
Slika 11. Prikaz ispitanika po godinama

U narednim grafičkim prikazima dobiveni su rezultati mišićne snaga bicepsa brachii prikazani pojedinačno za svaku skupinu s obzirom na vrijeme utreniranosti, tj. zagrijanosti, odnosno prije i poslije treninga, a potom dobiveni srednji rezultati snage mišića bicepsa brachii između skupina također prije i poslije treninga.

Slike 12 i 13 prikazuju rezultate unutar skupina prije i poslije treninga.



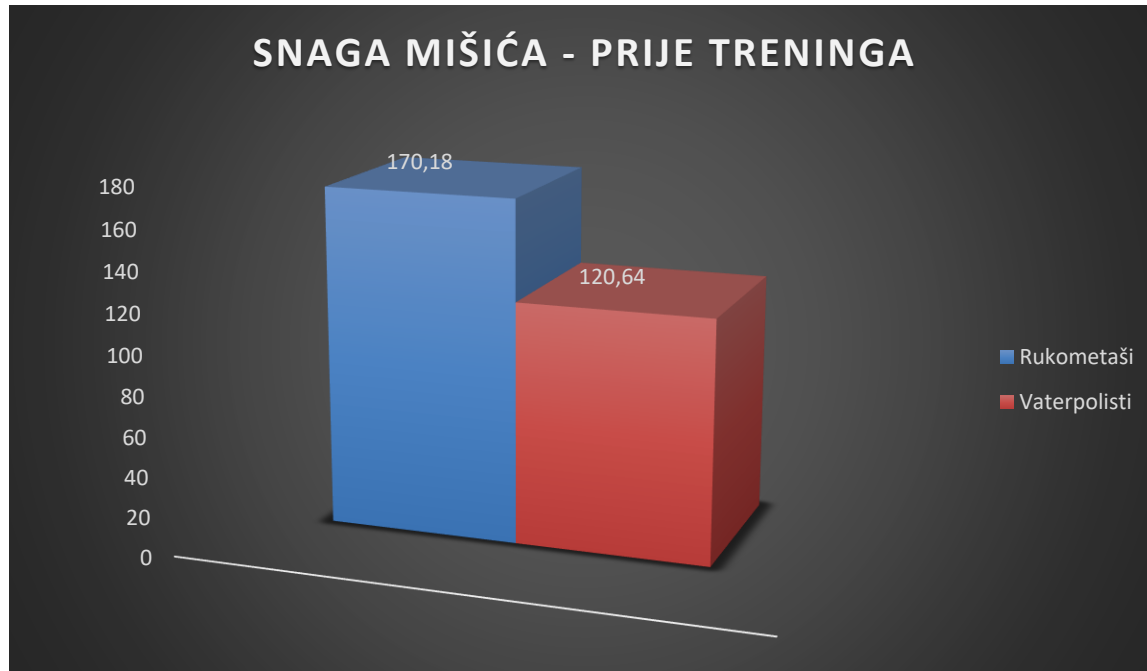
Slika 12. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii vaterpolista prije i poslije treninga



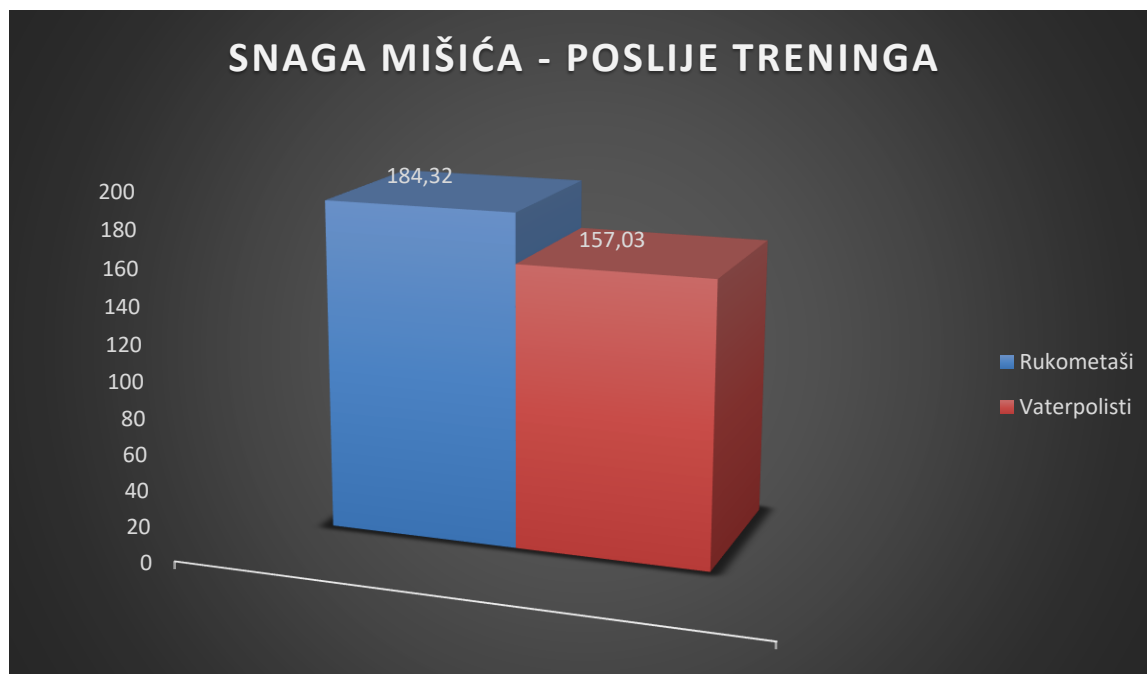
Slika 13. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii rukometša prije i poslije treninga



Slike 14 i 15 prikazuju srednje rezultate snage mišića između skupina prije i poslije treninga.



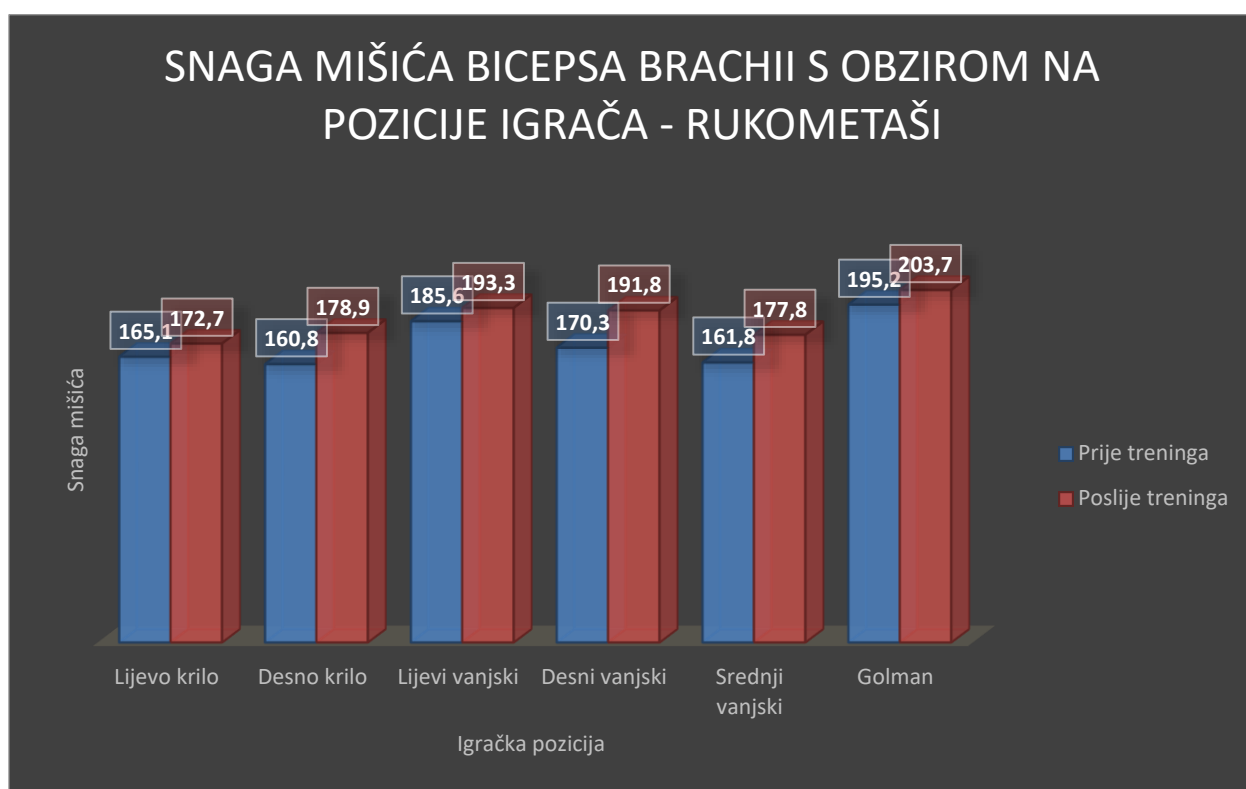
Slika 14. Srednji rezultati snage mišića bicepsa brachii prije treninga



Slika 15. Srednji rezultati snage mišića bicepsa brachii poslije treninga

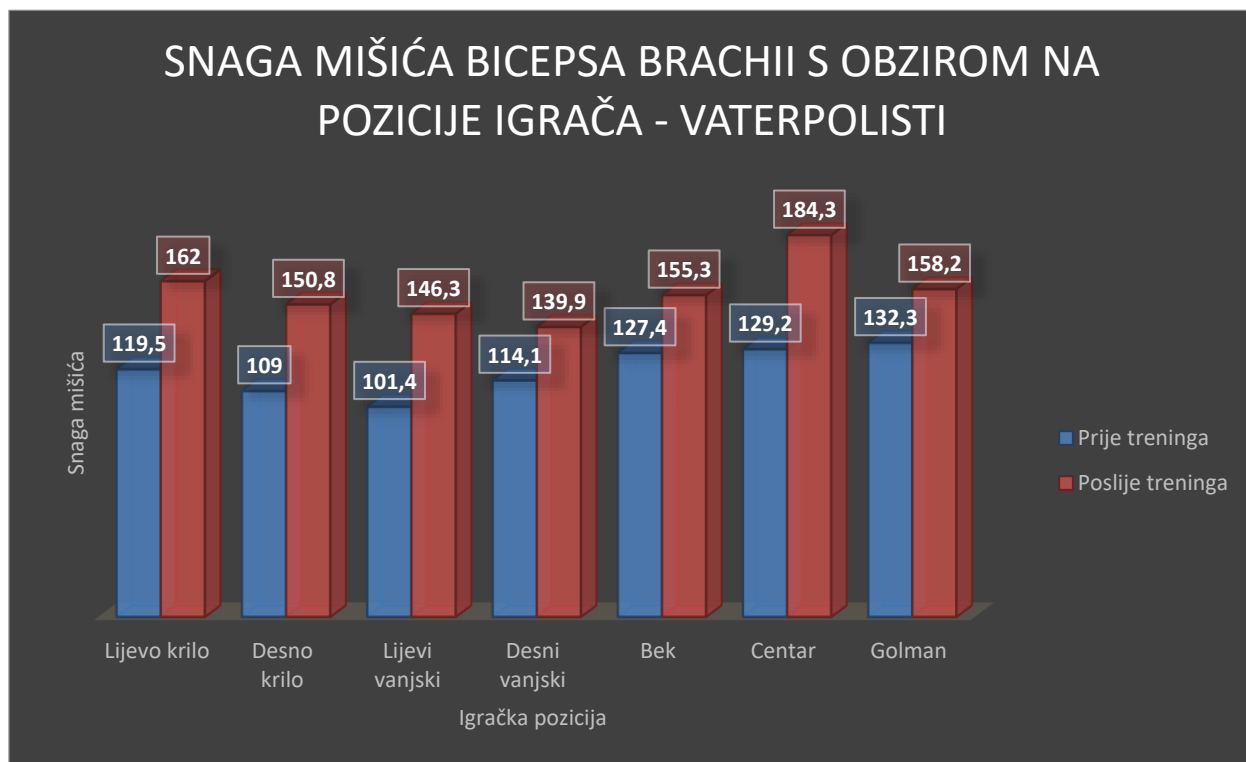
Nadalje, sljedeći grafovi prikazuju rezultate s obzirom na igračke pozicije ispitanika. S obzirom na veći broj ispitanika koji igraju na istim pozicijama, izračunate su srednje vrijednosti rezultata igrača za pojedinu poziciju.

Slika 16 prikazuje rezultate rukometaša po igračkim pozicijama. Među ispitanicima bila su dva igrača na poziciji desnog krila, po jedan igrač na pozicijama lijevog krila te desnog i lijevog vanjskog igrača, pet igrača na poziciji srednjeg vanjskog te dva golmana. Među ispitanicima nije bilo igrača koji igraju na poziciji centra, tj. pivota. Graf također prikazuje rezultate prije i poslije treninga.



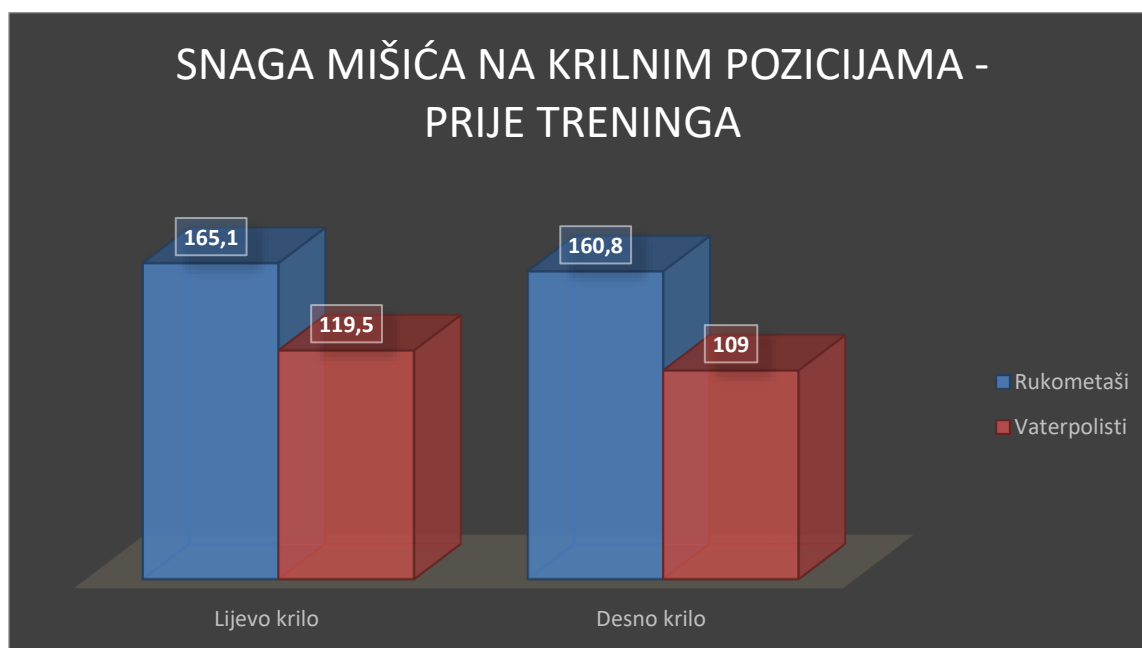
Slika 16. Rezultati snage mišića bicepsa brachii rukometaša prije i poslije treninga na različitim igračkim pozicijama

Slika 17 prikazuje rezultate vaterpolista po igračkim pozicijama. Među ispitanicima bila su po četiri krilna i vanjska igrača, odnosno tri igrača na poziciji lijevog krila i jedan na poziciji desnog krila te tri igrača na poziciji desnog vanjskog i jedan lijevi vanjski igrač, po dva igrača na poziciji beka i centra te dva golmana. Graf prikazuje rezultate prije i poslije treninga.



Slika 17. Rezultati snage mišića bicepsa brachii vaterpolista prije i poslije treninga na različitim igračkim pozicijama

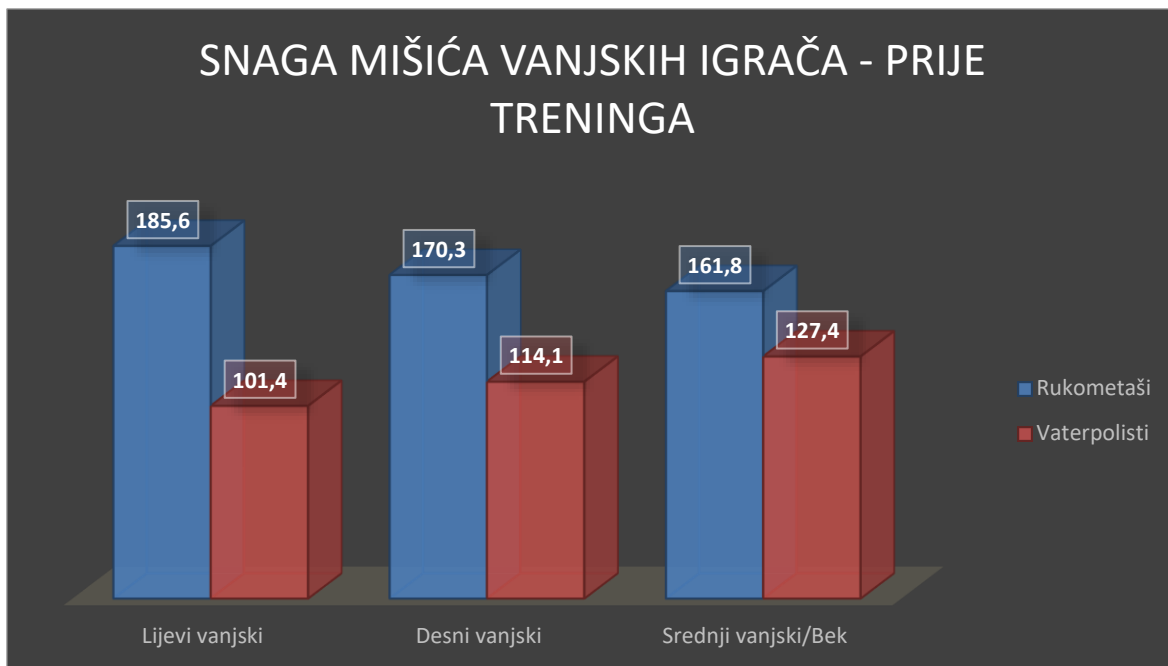
Slike 18 – 22 prikazuju rezultate rukometaša i vaterpolista na istim ili približno sličnim igračkim pozicijama, prije i poslije treninga.



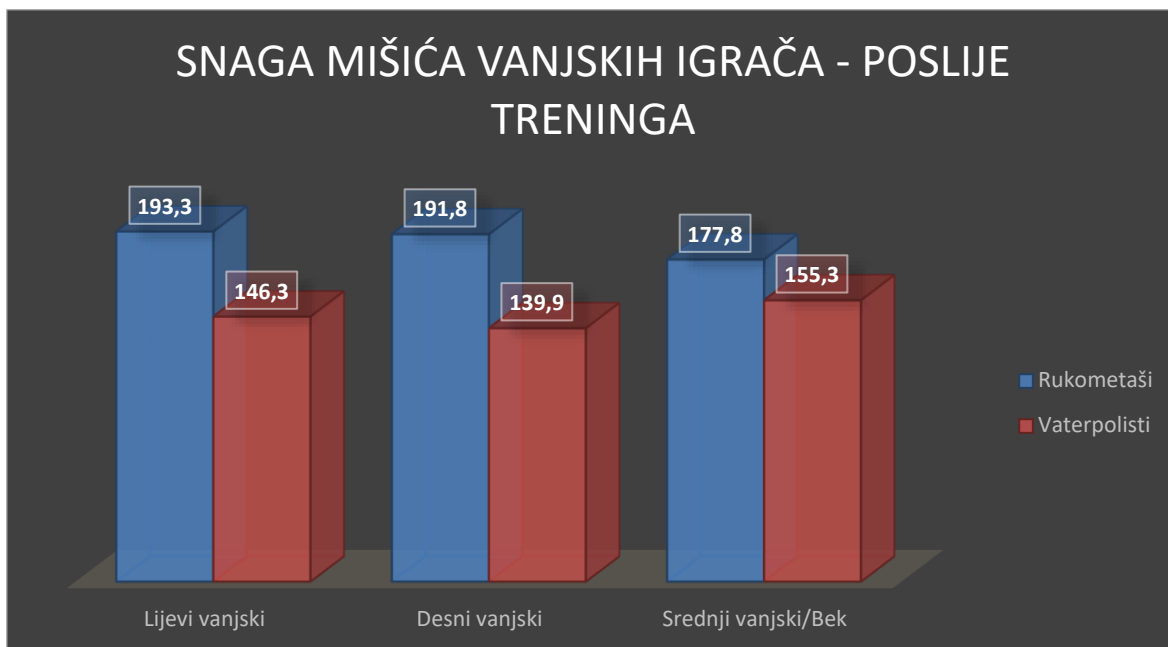
Slika 18. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača krilnih pozicija prije treninga



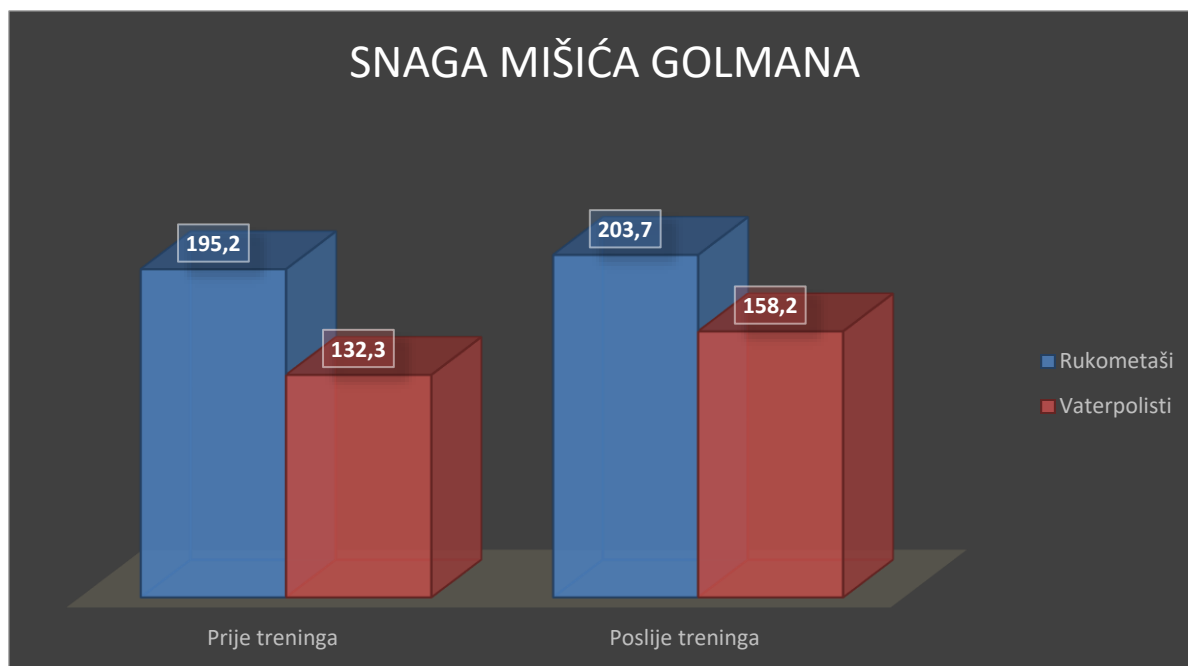
Slika 19. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača krilnih pozicija poslije treninga



Slika 20. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača vanjskih pozicija prije treninga



Slika 21. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača vanjskih pozicija poslije treninga



Slika 22. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii na poziciji golmana prije i poslije trneinga

Kako bi ispitali postoji li statistički značajna razlika između sportaša vaterpolista i rukometaša u mišićnoj snazi bicepsa brachii primijenjen je Studentov t-test za male ( $n < 50$ ) nezavisne uzorke. Za ispitivanje statističke značajnosti u snazi mišića prije i poslije treninga upotrijebljen je t-test za male zavisne uzorke, a za ispitivanje statističke značajnosti snage mišića u odnosu na igračku poziciju ispitanika korišten je t-test za male nezavisne uzorke. Dobiveni rezultati mjerenja mišićne snage bicepsa brachii prikazani su u Njutnima (N). Rezultati vaterpolista prikazani su sa „V“, a rukometaša sa „R“, dok su rezultati prije treninga prikazani sa „B“ (eng. *before*), a poslije treninga sa „A“ (eng. *after*). Golmani su prikazani sa „G“, a ostali igrači sa „I“ dok su specifičnije igrači krilnih pozicija prikazani sa ---, a vanjskih sa ---.

Tablica 1. Usporedba rezulata mišićne snage rukometaša i vaterpolista

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	R	V	R	V		
B	170,18	120,64	21,54	11,35	7,16	< 0,05
A	184,32	157,03	15,80	17,42	4,15	< 0,05

U Tablici 1 uspoređeni su rezultati mišićne snage bicepsa brachii prije i poslije treninga te je vidljivo kako je u oba slučaja snaga mišića bila veća kod rukometaša što je pomoću t-testa i dokazano kao statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ). Odbacujemo postavljenu hipotezu ( $H_1$ ) s obzirom da je mišićna snaga bila veća kod rukometaša.

Tablica 2. Usporedba rezultata mišićne snage prije i poslije treninga

Varijable	Razlika parova	t-test	P
R	-14,14	7,94	< 0,05
V	-36,39	9,05	< 0,05
ukupno	-26,12	8,21	< 0,05

Tablica 2 prikazuje rezultate pojedinačno za skupine i ukupno za sve ispitanike, u kojoj su uspoređeni rezultati s obzirom na vrijeme treninga, odnosno rezultati dobiveni prije i poslije treninga. Vidljivo je da postoji statistički značajna razlika s obzirom na vrijeme treniranja, čime se prihvaća postavljena hipoteza ( $H_2$ ) prema kojoj je snaga mišića bicepsa brachii veća poslije treninga.

Tablica 3. Usporedba rezultata snage mišića igrača krilnih i vanjskih pozicija prije treninga

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	W	B	W	B		
R	162,23	166,43	24,82	19,33	0,29	> 0,05
V	116,85	116,42	12,96	10,62	0,06	> 0,05

Tablica 4. Usporedba rezultata snage mišića igrača krilnih i vanjskih pozicija poslije treninga

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	krilo	vanjski	krilo	vanjski		
R	176,83	182,00	19,33	16,22	0,44	> 0,05
V	159,23	150,55	7,91	9,48	1,51	> 0,05

Iz Tablica 3 i 4 vidljivo je kako je među krilnim i vanjskim igračima mišićna snaga približno jednaka, kako prije, tako i poslije treninga te nema statistički značajne razlike ( $P > 0,05$ ). Stoga se odbacuje prethodno postavljena hipoteza ( $H_3$ ).

Tablica 5. Usporedba snage mišića rukometaša i vaterpolista na krilnim igračkim pozicijama

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	R	V	R	V		
B	162,23	116,85	24,85	12,96	3,19	< 0,05
A	176,83	159,23	19,33	7,91	1,69	> 0,05

U Tablici 5 uspoređeni su rezultati rukometaša i vaterpolista na istoj igračkoj poziciji, odnosno na krilnoj poziciji. Rezultati mjerenja prije treninga pokazuju statistički značajnu razliku među sportašima ( $P < 0,05$ ), odnosno veću snagu kod krilnih igrača rukometaša, dok rezultati mjerenja snage mišića poslije treninga prikazuju kako razlika krilni igrača skupina nije statistički značajna ( $P > 0,05$ ).

Tablica 6. Usporedba snage mišića rukometaša i vaterpolista na vanjskim igračkim pozicijama

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	R	V	R	V		
B	166,43	116,42	19,33	10,62	5,63	< 0,05
A	182,00	150,55	16,22	9,48	4,15	< 0,05

Tablica 6 prikazuje usporedbu rezultata rukometaša i vaterpolista na vanjskim igračkim pozicijama te je iz tablice vidljiva statistički značajna razlika među skupinama ( $P < 0,05$ ), odnosno statistički značajno veća snaga mišića rukometaša na vanjskim igračkim pozicijama u odnosu na vaterpoliste.



Tablica 7. Usporedba snage mišića rukomaša i vaterpolista na poziciji golmana

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	R	V	R	V		
B	195,20	132,30	9,9	7,22	8,68	< 0,05
A	203,65	158,2	6,72	3,96	8,23	< 0,05

Iz tablice 7 jasno je vidljiva značajna razlika, odnosno značajno veća snaga mišića golmana rukometaša u odnosu na golmane vaterpoliste što je statistički i dokazano ( $P < 0,05$ ).

Tablica 8. Usporedba snage mišića rukometaša između golmana i ostalih igrača

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	G	I	G	I		
B	195,20	165,17	9,9	19,73	2,04	> 0,05
A	203,65	180,45	6,72	16,27	1,92	> 0,05

U Tablici 8 prikazani su i uspoređeni rezultati golmana i drugih igrača koji se nalaze u polju i izvršavaju napad. Iako je vidljiva prednost u snazi golmana, razlika nije statistički značajna ( $P > 0,05$ ). Stoga odbacujemo početno postavljenu hipotezu ( $H_4$ ).

Tablica 9. Usporedba snage mišića vaterpolista između golmana i ostalih igrača

Varijable	Aritmetička sredina		Standardna devijacija		t-test	P
	G	I	G	I		
B	132,30	118,69	7,22	11,08	1,65	> 0,05
A	158,20	156,83	3,96	18,80	0,1	> 0,05

Tablica 9 prikazuje rezultate golmana te igrača na ostalim igračkim pozicijama. Vidljive su minimalne razlike u snagama među skupinama te je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika među skupinama ( $P > 0,05$ ) zbog čega odbacujemo postavljenu hipotezu ( $H_4$ ).

## 8. RASPRAVA

Prethodni rezultati dobiveni su analizom istraživanja mišićne snage bicepsa brachii profesionalnih sportaša vaterpolista i rukometaša. U istraživanju je sudjelovalo 26 ispitanika, od čega 12 rukometaša iz Rukometnog kluba Zamet te 14 vaterpolista iz Vaterpolo kluba Primorje Erste Bank. Svi ispitanici bili su u rasponu od 18 do 35 godina, srednje dobi 21,77 godina. Prosječna visina ispitanika bila je 189,7 cm, a masa 90,25 kg. Cilj istraživanja bio je usporediti mišićne snage sportaša u dva različita, ali slična sporta s obzirom na položaj ruke pri ispucavanju lopte. Za potrebe ovog istraživanja korišten je dinamometar microFET®2, a testiranje je provedeno prije i poslije treninga. Postavljena je pretpostavka kako će mišićna snaga vaterpolista biti veća s obzirom da nemaju stabilnu podlogu, odnosno moraju se cijelo vrijeme održavati na površini vode pa tako i više aktivirati cjelokupnu muskulaturu. Međutim, rezultati ovog istraživanja pokazali su da se osobna pretpostavka i zaključak nisu ispostavili ispravna, te da statistički značajno veću snagu mišića imaju rukometaši. Kao što je bilo i za očekivati, obje skupine ispitanika ostvarile su veću snagu poslije treninga u odnosu na prije treninga.

Analizom rezultata, srednja vrijednost mišićne snage bicepsa brachii prije treninga kod rukometaša iznosila je 170,18 N, dok je kod vaterpolista bila 120,64 N. Poslije treninga, srednji rezultat rukometaša bio je 184,32 N, a vaterpolista 157,03 N. Iz navedenih podataka vidljiva je značajna dominacija rukometaša kako prije, tako i poslije treninga, međutim srednja vrijednost rukometaša nakon treninga porasla je za 14,14 N, dok je kod vaterpolista srednja razlika 36,39 N. Time možemo zaključiti, kako se treningom snaga više poveća kod vaterpolista iako imaju znatno niže rezultate nego rukometaši.

Nadalje, provedena je i usporedba igrača na različitim igračkim pozicijama kako bi se utvrdilo postoje li značajne razlike u snazi s obzirom na njihovu ulogu i položaj u igri. Kod rukometaša najveću snagu su pokazali golmani, što nije bilo očekivano, srednje vrijednosti 195,2 N prije treninga, odnosno 203,65 N nakon treninga. Igrači na vanjskim pozicijama (lijevi, desni i srednji vanjski) sa srednjim rezultatima 166,43 N (B) i 182,0 N (A) bili su nešto snažniji u odnosu na igrače na krilnim pozicijama (lijevo i desno krilo) srednjeg rezultata 162,23 N (B) i 176,83 N (A). Međutim njihova razlika nije bila statistički značajna. Najveća mišićna snaga očekivala se kod igrača centra (pivota) s obzirom da su na toj poziciji uglavnom krupniji i snažniji igrači, međutim među ispitanicima koji su sudjelovali u ovom istraživanju nije bilo igrača na poziciji pivota.

Jednaka pretpostavka bila je i kod vaterpolista, što su rezultati i pokazali. Najveću mišićnu snagu imali su igrači na poziciji centra, srednje vrijednosti 129,2 N prije treninga te 184,3 N poslije treninga. Slijede ih golmani koji su prije treninga pokazali čak i jaču snagu, 132,3 N, dok su poslije treninga razvili snagu od 158,2 N. Kao i kod rukometaša, igrači krilnih i vanjskih pozicija imali su približno jednake rezultate. Prosječna snaga mišića krilnih igrača bila je 116,85 N (B) i 159,23 N (A), a vanjskih igrača 116,42 N (B) i 150,55 N (A). Međutim, iako su u obje skupine golmani bili među snažnijim igračima, što nije bilo očekivano iz razloga što ostali igrači znatno više i snažnije ispucavaju loptu u vidu dodavanja ili šutiranja na gol. dokazano je kako nema statistički značajne razlike između golmana i ostalih igrača.

Osim uspoređivanja snage mišića igrača iste skupine, uspoređivana je i snaga mišića igrača na približno istim pozicijama i ulogama, ali u različitim sportovima. S obzirom na rezultate koji su pokazali kako su ukupno rukometaši snažniji, pretpostavka je bila kako će i u pojedinačnim igračkim pozicijama njihove mišićne snage biti veće, ali je ostalo pitanje koliko će biti veće i hoće li razlika biti statistički značajna. Rukometaši golmani pokazali su statistički značajnu razliku u odnosu na golmane vaterpoliste, kao i rukometaši na vanjskim pozicijama u odnosu na vaterpoliste na istim pozicijama. Razlika igrača na krilnim pozicijama prije treninga bila je statistički značajna u korist rukometaša, dok su rezultati poslije treninga pokazali također veću snagu rukometaša, međutim ta razlika nije statistički značajna. Iz navedenih rezultata može se zaključiti kako su treningom, vaterpolisti krilnih pozicija znatno poboljšali svoju snagu u odnosu na rukometaša krilnih pozicija.

## 9. ZAKLJUČAK

Istraživanjem se dokazalo da postoji statistički značajna razlika u mišićnoj snazi bicepsa brachii između rukometaša i vaterpolista, profesionalnih sportaša s treninzima u kontinuitetu te velikim ukupnim brojem treninga tjedno koji su pretežno bili iste dobi, te u prosjeku iste visine i mase. Međutim, prva hipoteza se odbacuje iz razloga jer je statistički značajna razlika bila na strani rukometaša, a ne vaterpolista kako glasi u hipotezi. Dokazana je i razlika s obzirom na utreniranost mišića, tj. vrijeme treninga, odnosno rezultati poslije treninga statistički su značajno veći u odnosu na rezultate prije treninga, iz čega se može zaključiti kako trening pozitivno djeluje na poboljšanje mišićne snage u oba sporta. Rezultati su u skladu sa postavljenom hipotezom, stoga prihvaćamo drugu hipotezu.

Uspoređivanjem mišićne snage bicepsa brachii s obzirom na igračke pozicije dokazano je kako kod rukometaša najveću snagu imaju golmani, međutim u istraživanju nisu sudjelovali igrači na poziciji centra za koje se pretpostavlja da bi imali veću mišićnu snagu, što je slučaj kod vaterpolista gdje najveću snagu ostvaruju igrači na poziciji centra, a potom golmani. Može se zaključiti kako je snaga mišića bicepsa brachii golmana veća u odnosu na ostale igrače, prema tome odbacujemo četvrtu hipotezu. Igrači vanjskih pozicija imali su nešto veću mišićnu snagu u odnosu na igrače krilnih pozicija, međutim razlika nije statistički značajna, stoga odbacujemo treću hipotezu. Također, s obzirom na ukupnu veću snagu mišića rukometaša, dokazano je i pojedinačno po igračkim pozicijama dominacija rukometaša na svim pozicijama u odnosu na vaterpoliste na istim pozicijama.

U globalu gledano, iz ovog istraživanja može se zaključiti kako rukometaši imaju statistički značajno veću mišićnu snagu bicepsa brachii u odnosu na vaterpoliste te kako se treningom snaga mišića može poboljšati. Među igračkim pozicijama nema statistički značajne razlike u snazi, što znači da pozicija na kojoj određeni igrač igra ne utječe na njegovu snagu, već njegova snaga može utjecati na poziciju na kojoj će igrati. Svi rezultati i zaključci ovog istraživanja bili bi relevantniji kada bi u istraživanju sudjelovao veći broj ispitanika te kada bi ih se pratilo kroz dulji vremenski period. Stoga kako bi se rezultati ovog istraživanja potvrdili potrebna su dodatna opsežnija istraživanja.

## LITERATURA

1. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Rukomet>
2. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Vaterpolo>
3. Dželalija M, Rausavljević N. Biomehanika sporta. Split: Sveučilište u Splitu; 2003.
4. Bobinac D. Osnove biomehanike (interna skripta).
5. Tomljanović M. Razlike utjecaja funkcionalnog i tradicionalnog treninga snage na kondicijska svojstva (doktorska disertacija). Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu; 2011.
6. Starek M. Razlika u eksplozivnoj snazi tipa skočnosti između bacača, skakača i sprintera u atletici (diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2016.
7. Herodek K, Stanković R. Razlike u nivou izometričkog mišićnog potencijala u zavisnosti od ugla u skočnom zglobu. Sport Mont. 2005; 3(6-7): 320-325.
8. Marković G. Jakost i snaga u sportu: Definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening. Šesta godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“, Zagreb. 2008; 15-22.
9. Pećina M, Heimer S i sur. Športska medicina. Zagreb: Naprijed; 1995.
10. Milanović D. Priručnik za sportske trenere. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu; 1997.
11. Jajić I, Jajić Z i sur. Fizikalna i rehabilitacijska medicina: osnove liječenja. Zagreb: Medicinska naklada; 2008.
12. <https://hogganscientific.com/product/microfet2-muscle-tester-digital-handheld-dynamometer/>
13. [https://www.fab-ent.com/MEDIA/41\\_INSTRUCTIONS/12-0381WD\\_MANUAL.PDF](https://www.fab-ent.com/MEDIA/41_INSTRUCTIONS/12-0381WD_MANUAL.PDF)
14. Heimer S. Zdravstvena kineziologija. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
15. Heimer S, Čajevac R i sur. Medicina sporta. Zagreb: Kineziološki fakultet; 2006.
16. Križan Z. Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke. Zagreb: Školska knjiga; 1986.
17. Bobinac D. Osnove kineziologije: analiza pokreta i stavova ljudskog tijela. Rijeka: Fintrade; 2010.

## PRILOZI

### POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Rukomet.....	8
Slika 2. Vaterpolo .....	8
Slika 3. Izometrička kontrakcija .....	9
Slika 4. Izotoničke kontrakcije .....	10
Slika 5. MicroFET®2 dinamometar .....	14
Slika 6. M. biceps brachii .....	16
Slika 7. M. brachialis .....	16
Slika 8. Lakatni zglob .....	17
Slika 9. Agonisti i sinergisti fleksije podlaktice .....	18
Slika 10. Ispitivanje snage mišića bicepsa brachii.....	21
Slika 11. Prikaz ispitanika po godinama.....	22
Slika 12. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii vaterpolista prije i poslije treninga .....	23
Slika 13. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii rukometaša prije i poslije treninga.....	23
Slika 14. Srednji rezultati snage mišića bicepsa brachii prije treninga.....	24
Slika 15. Srednji rezultati snage mišića bicepsa brachii poslije treninga .....	24
Slika 16. Rezultati snage mišića bicepsa brachii rukometaša prije i poslije treninga na različitim igračkim pozicijama.....	25
Slika 17. Rezultati snage mišića bicepsa brachii vaterpolista prije i poslije treninga na različitim igračkim pozicijama.....	26
Slika 18. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača krilnih pozicija prije treninga.....	27
Slika 19. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača krilnih pozicija poslije treninga .....	27
Slika 20. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača vanjskih pozicija prije treninga.....	28
Slika 21. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii igrača vanjskih pozicija poslije treninga .....	28
Slika 22. Rezultati mišićne snage bicepsa brachii na poziciji golmana prije i poslije trneinga ...	29

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba rezultata mišićne snage rukometaša i vaterpolista.....	29
Tablica 2. Usporedba rezultata mišićne snage prije i poslije treninga.....	30
Tablica 3. Usporedba rezultata snage mišića igrača krilnih i vanjskih pozicija prije treninga.....	30
Tablica 4. Usporedba rezultata snage mišića igrača krilnih i vanjskih pozicija poslije treninga .	30
Tablica 5. Usporedba snage mišića rukometaša i vaterpolista na krilnim igračkim pozicijama ..	31
Tablica 6. Usporedba snage mišića rukometaša i vaterpolista na vanjskim igračkim pozicijama	31
Tablica 7. Usporedba snage mišića rukometaša i vaterpolista na poziciji golmana.....	32
Tablica 8. Usporedba snage mišića rukometaša između golmana i ostalih igrača .....	32
Tablica 9. Usporedba snage mišića vaterpolista između golmana i ostalih igrača.....	32

## ŽIVOTOPIS

### OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Karla Torić

Mjesto i datum rođenja: Zadar, 28. veljače 2000.

Državljanstvo: Hrvatsko

Adresa: Trampov breg 66, 51216 Viškovo

Email: [karla.toric5@gmail.com](mailto:karla.toric5@gmail.com)

### OBRAZOVANJE

2006.-2014. – Osnovna Škola Nikola Tesla, Rijeka

2014.-2018. – Medicinska škola u Rijeci, smjer farmaceutski tehničar

2018.-2021. – Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci, Preddiplomski stručni studij Fizioterapija