

# Relacije antropometrijskih karakteristika i Wingate testa kod plivača i vaterpolista u odnosu na brzinu plivanja slobodnim stilom

---

Kadić, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:782892>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-11**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT





SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**RELACIJE ANTROPOMETRIJSKIH  
KARAKTERISTIKA I WINGATE TESTA  
KOD PLIVAČA I VATERPOLISTA U  
ODNOSU NA BRZINU PLIVANJA  
SLOBODNIM STILOM**

(MAGISTARSKI RAD)

Split, 2021.



**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**SVEUČILIŠTA U SPLITU**

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

Zavod za kineziologiju sportskih igara i teorije sporta

**RELACIJE ANTROPOMETRIJSKIH  
KARAKTERISTIKA I WINGATE TESTA  
KOD PLIVAČA I VATERPOLISTA U  
ODNOSU NA BRZINU PLIVANJA  
SLOBODNIM STILOM**

**(MAGISTARSKI RAD)**

**Studentica:** Tea Kadić

**Mentor:** doc. dr. sc. Ognjen Uljević

**Sumentor:** doc. dr. sc. Nikola Foretić

Split, 2021.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	3
<b>2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE</b> .....	7
<b>3. CILJ RADA</b> .....	12
<b>4. HIPOTEZE</b> .....	12
<b>5. METODE RADA</b> .....	13
5.1. Uzorak ispitanika .....	13
5.2. Uzorak varijabli .....	13
5.3. Opis eksperimentalnog postupka .....	16
5.4. Metode obrade podataka .....	17
<b>6. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	18
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	29
<b>8. LITERATURA</b> .....	30

## SAŽETAK

Na uzorku 29 plivača i vaterpolista juniorske kategorije (*prosječne kronološke dobi 17,4 godina*) s područja grada Splita i Zadra, provedeno je istraživanje s ciljem pronalaženja relacija između antropometrijskih karakteristika i Wingate testa, te ovisnosti brzine plivanja slobodnim stilom o navedenim parametrima. Ispitanici su bili podijeljeni u 2 skupine; 15 plivača i 14 vaterpolista. Mjerene varijable bile su antropometrijske varijable; tjelesna visina, tjelesna masa, sjedeća visina, raspon ruku, dužina i širina stopala, dijametar šake, lakta i koljena, postotak tjelesne masti, kožni nabori (triceps, abdominalni, suprailijačni, natkoljenica), opsezi (nadraktica, grudni koš, trbuh, natkoljenica, potkoljenica). Osim navedenih testirale su se motoričke varijable: unutarnja i vanjska rotacija ramena, CMJ, RSI15 i bacanje medicinke. Unutarnja i vanjska rotacija ramena testirale su se uz pomoć aplikacije *Smart Protractor*, a ispitanik je bio polegnut na visoki maserski stol. CMJ i RSI15 mjereni su uz pomoć *Optojump* platforme. Za prikaz fizioloških parametara korišten je novo-konstruiran i validiran *Wingate arm crank* test. Brzina plivanja (25, 50, 100 m slobodnim stilom) predstavljala je zavisnu varijablu. Dobiveni rezultati rada ukazuju na *Wingate Arm Crank* kao prediktor uspješnosti pri brzini plivanja, no samo kod skupine plivača. Tjelesna visina, tjelesna težina i raspon ruku značajne su antropometrijske varijable koje utječu na izvedbu provedenih motoričkih testova, s čime potvrđujemo H2, te H3 - neće postojati značajna povezanost u pojedinim antropometrijskim varijablama između plivača i vaterpolista.

**Ključne riječi:** anaerobna izdržljivost, eksplozivnost, kraul tehnika, laboratorijski testovi, vodeni sportovi

## **ABSTRACT**

On a sample of 29 swimmers and water polo players competing in junior category (*average chronological age 17,4*) from area of Split and Zadar city, a study was carried out with an aim of finding relations between anthropometric characteristics and the Wingate test, and dependence of freestyle swimming speed on stated parameters. Subjects are divided into 2 groups: 15 swimmers and 14 water polo players. Measured variables were anthropometric variables; body height, body mass, sedentary height, arm span, foot length and width, fist, elbow and knee diameter, body fat percentage, skinfolds (triceps, abdominal, supraillian, thigh), circumferences (upper arm, thorax, abdomen, thigh, shin). Besides them we tested motor variables: external and internal shoulder rotation, CMJ, RSI15 and medicine ball throw. Internal and external rotation were measured with *Smart Protractor* app, where examinee was laying on high massage table. For showing physiological parameters it was used newly constructed and validated *Wingate arm crank* test. Swimming speed (25,50, 100 m freestyle) represented dependent variable. Obtained results of this study indicate the *Wingate Arm Crank* as a predictor of success in swimming speed, but only in group of swimmers. Body height, body weight and arm range are significant anthropometric variables that affected the performance of motor tests, and with that we can confirm H<sub>2</sub> and H<sub>3</sub> - there will be no significant correlation in individual anthropometric variables between swimmers and water polo players.

**Key words:** anaerobic endurance, crawl technique, explosiveness, laboratory tests, water sports

## 1. UVOD

Plivanje i vaterpolo dijele posebnost vode kao medija (koja je gušća od zraka 773 puta), stoga pred trenere i sportaše postavlja potpuno drugačije zahtjeve od „kopnenih sportova“. Plivanje je monostrukturalan ciklični sport i od plivača iziskuje visoke kapacitete živčano-mišićnog, krvožilnog i respiracijskog sustava. Bazira se na 4 plivačke tehnike: slobodnu, prsnu, leđnu i leptir tehniku. Unutar svake, plivač se može natjecati u disciplini 50, 100 i 200 metara, a slobodnom tehnikom uz navedene, još i na 400, 800 i 1500 metara. „U pojedinačnom mješovitom plivanju plivaju se četiri tehnike sljedećim redoslijedom: leptir, leđno, prsno i slobodno. Svakom tehnikom plivač pliva jednu dionicu koja čini jednu četvrtinu plivačke utrke. U štafetnom mješovitom plivanju, plivači trebaju plivati četiri tehnike sljedećim redom: leđno, prsno, leptir, slobodno.“ (Horvat, 2017.) Dionicu 100 metara mješovito moguće je plivati u samo u 25-metarskom bazenu, dok se 200 i 400 metara mješovito izvodi i u 25 i 50-metarskom, olimpijskom bazenu. Svaka plivačka tehnika ima svoje specifičnosti te se plivač kroz trenažno iskustvo specijalizira za određenu tehniku/disciplinu.

Vaterpolo spada u polistrukturalan kompleksni sport koji se zbog velikih zahtjeva svih sustava u tijelu smatra jednim od najtežih sportova. Energetski je veoma zahtjevan jer se kroz igru izmjenjuju eksplozivne komponente uz izdržljivost koju sport zahtjeva, te uz aktivnost plivanja savladavati uspješno i manipulaciju loptom. Igrači se nalaze u vodenom mediju koji je sam po sebi veoma zahtjevan, te specifičnim cikličnim i acikličnim pokretima i kvalitetnom taktikom pokušavaju nadvladati protivnika i ostvariti pogodak na gol. „Visok nivo efikasnosti i sportskog nadigravanja u vaterpolu zahtjeva maksimalnu ovladanost svim tehničko-taktičkim elementima, visok nivo tjelesne pripremljenosti, a koja se zasniva na određenim morfološkim odlikama, motoričkim, funkcionalnim sposobnostima i drugim antropološkim karakteristikama.“ (Dopsaj, 1993). Vaterpolska utakmica određena je s 4 četvrtine, svaka u trajanju 8 minuta. Momčad čine centar, bek, krilo (2), vanjski napadač (2) i vratar, pa se igrači specijaliziraju po pozicijama. Svaka igračka pozicija, poput plivačkih tehnika, posjeduje vlastite trenažne karakteristike, kako u vodi, tako i na „suhom“. Lozovina i sur. (2007) u svojem istraživanju detaljno su proučili pozicije u vaterpolu i njihove karakteristike

povezane s brojem akcija, razinama opterećenja i količinom kretanja, te utvrdili i razlike između 5 pozicija povezanih s vertikalnom i horizontalnom fazom igre. Značajnu povezanost testova 25 i 50 m slobodno s varijablama treninga jakosti i snage na „suhom“ dokazali su Garrido i sur. (2010), te zaključili kako su testovi treninga na suhom (CMJ, bacanje medicinke, potisak na klupi, ekstenzija nogu) prikladni za kontrolu i praćenje mladih plivača. „Trening s otporom na „suhom“ namijenjen je poboljšanju snage i jakosti mišića specifičnih za plivačku izvedbu“ (Cronin i sur., 2007). Sadowski i sur. (2012) istražili su utjecaj „treninga na suhom“ određivši dvije grupe; eksperimentalna je odrađivala i treninge u vodi i na suhom, a kontrolna samo plivačke treninge. Nakon 6 tjedana uočene su značajne razlike u testovima sprinta, u kojima je eksperimentalna grupa bila uspješnija – brzina plivanja veća za 1,30%, manja frekvencija zaveslaja (za 4,30%), preplivana udaljenost po zaveslaju veća za gotovo 6% ...

Zanimljiv aspekt navedenih sportova jesu relacije antropometrijskih karakteristika i fizioloških sposobnosti, te njihov utjecaj na brzinu plivačke izvedbe. S obzirom na različitost tehnike plivanja slobodnim stilom, može se postaviti pitanje tko je brži, plivači ili vaterpolisti i zbog čega? Slobodni stil u vaterpolu karakterizira visoka frekvencija zaveslaja, kratak zaveslaj, glava je nužna iznad površine vode, laktovi su visoko postavljeni, itd. „Položaj tijela u vodi je gotovo u horizontalnom položaju što omogućuje minimalni otpor, tj. najpovoljniji hidro dinamički položaj. Položaj tijela kod vaterpolo kraul tehnike kojom se služe vaterpolisti se nešto razlikuje, jer je kut između uzdužne osi tijela i površine vode veći zbog vođenja lopte, dodavanja lopte i izvođenja drugih tehničkih elemenata, zbog čega se vaterpolo ubraja u fiziološki i psihološki veoma zahtjevan i mentalno izazovan sport.“ (Snyder, 2008). S druge strane, plivači se oslanjaju na efikasan zaveslaj kojim povećanjem propulzije pospješuju izvedbu. Glava se nalazi pod vodom i svojim manjim tj. većim rotacijama pri disanju određuje plovnost. „Ruke svojim cikličnim pokretima u plivanju predstavljaju osnovnu pokretačku snagu, one su generator kretanja, dok rad nogama doprinosi održavanju horizontalnog položaja plivača koji za posljedicu ima smanjenje čeonog otpora i tako se stvaraju uvjeti za brže plivanje“ (Dimitrić i sur. 2010). Unatoč često potrebnoj visokoj frekvenciji plivanja (ovisno o dionicama), plivači ovise upravo o efikasnosti zaveslaja, dok vaterpolisti koji se ne baziraju na tehniku plivanja više iskazuju elemente

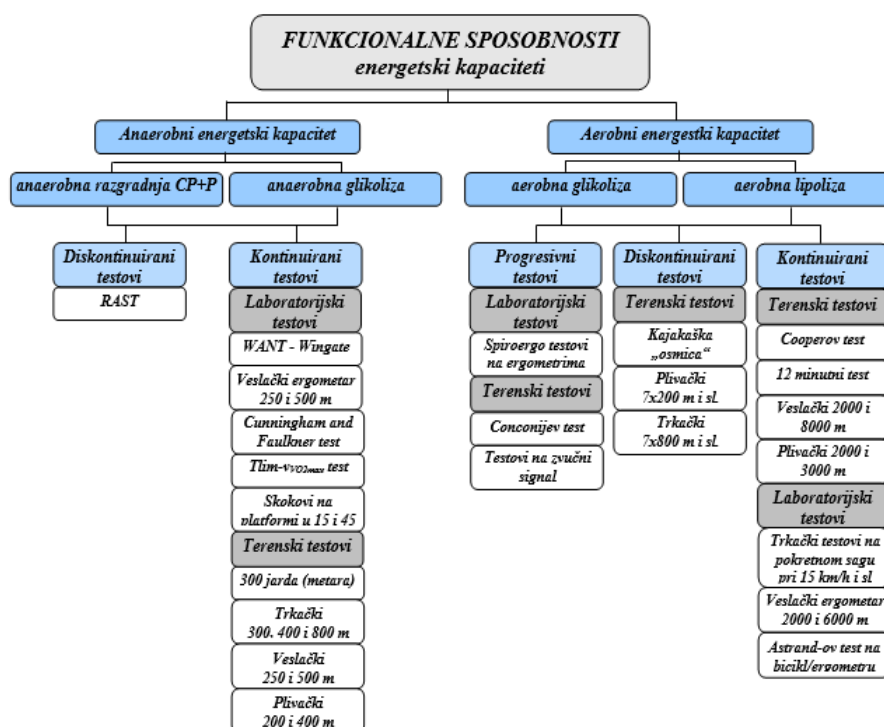


prilagođene „borbi“ sa suparnicima, a efikasnost manifestiraju manipulacijom s loptom i borbi s valovima.

Osim navedenih tehničkih značajki, uspješnost izvedbe u oba sporta određena je i antropometrijskim karakteristikama, koje utječu na hidro dinamični položaj sportaša u vodi. Antropometrijske karakteristike „dio su antropoloških obilježja definiranih kao osobina odgovorna za dinamiku rasta i razvoja te značajki građe morfoloških obilježja među koje pripada rast kostiju u dužinu i širinu, mišićna masa i potkožno masno tkivo“ (Findak, 1999). „Njihovo poznavanje je neophodno kako bi se izvršila kvalitetna selekcija igrača, a u cilju postizanja što boljih rezultatskih postignuća“ (Karišik i sur. 2011). Antropometrijske karakteristike omogućavaju nam praćenje rasta i razvoja i pravilnu selekciju, a ujedno i unutar igračkih pozicija/plivačkih tehnika možemo razlikovati antropometrijska obilježja. Procjenjuju se na osnovi morfologije. S obzirom na promjene antropometrijskih karakteristika putem unutarnjih (endogenih) čimbenika, vezanih uz spol i endokrini sustav, te vanjskih (egzogenih) čimbenika od kojih su značajni socioekonomski, psihološki i prehrambeni, „razlikujemo 4 latentne morfološke dimenzije“ (Breslauer i sur. 2014). Spomenute dimenzije su: longitudinalna dimenzionalnost skeleta (visina i dužine), transverzalna dimenzionalnost skeleta (rasponi, dijometri), volumen i masa tijela (težina tijela, opsezi), potkožno masno tkivo (kožni nabori). U ovom radu mjerili smo sve navedene dimenzije kako bi uvidjeli postoje li razlike između plivača i vaterpolista, te ako postoje koje su i na koji način utječu na brzinu plivanja.. Postavlja se pitanje možemo li sve navedeno povezati i s pojedinim fiziološkim parametrima. Brzina, koju promatramo kao zavisnu varijablu, pripada motoričkim sposobnostima koje su odgovorne za efikasnost ljudskog kretanja. Najčešća podjela motoričkih sposobnosti obuhvaća snagu, jakost, izdržljivost, brzinu, fleksibilnost, preciznost i ravnotežu (Matvejev, 1966). Brzina plivanja sagledava se kroz što bržu izvedbu plivanja određene dionice cikličkim pokretima, a u vaterpolu ju je potrebno pravovremeno kombinirati s promjenom pravca. „Dokazano je da brzina plivanja elitnih vaterpolo igrača ne zavisi od antropometrijskih i specifično-motoričkih kvaliteta, već prvenstveno od tehničkih znanja“ (Idrizović i sur., 2014).

Uz dosad navedene činjenice i poznavanje zahtjeva vodenog medija, razumljivo je da iziskuje veliku energetska potrošnju, naročito kod vaterpola koji je energetski jedan od najzahtjevnijih sportova uopće. „Energetski, mjereno mješovitošću anaerobno-aerobnog kapaciteta, vaterpolo je iznimno zahtjevan sport pa je potreban dugi niz

godina treniranja da se dosegne nivo pripremljenosti za bavljenje ovom sportskom aktivnošću. Moderni se vaterpolo odlikuje brзом i atraktivnom igrom, koju karakteriziraju protunapadi, snažni i precizni udarci na vrata, kao i čvrsta kontakt-igra.“ (Hraste i sur. 2009). Potrebno je razvijati i aerobnu i anaerobnu izdržljivost u oba sporta, a u svakom se pojedini oblik izdržljivosti manifestira na drugačiji način. Izvor energije za potreban mišićni rad je adenzin trifosfat (ATP), a njegova resinteza vrši se aerobnim (uz prisustvo kisika) i anaerobnim (bez prisustva kisika) putem. Anaerobni sustav dijelimo na fosfageni (alaktatni, kojim se ATP obnavlja pomoću kreatin fosfata) i glikolitički (laktatni, kojim se ATP obnavlja pomoću razgradnje glukoze) sustav, a visoka razina anaerobne izdržljivosti ovisi o količini navedenih anaerobnih izvora energije. „Takva vrsta izdržljivosti predstavlja sposobnost odupiranja umoru pri aktivnostima submaksimalnog ili maksimalnog intenziteta“ (Vučetić 2013), stoga je nazivamo i brzinskom izdržljivosti, a posljedica iste je stvaranje visoke koncentracije laktata u krvi. *Wingate* test najpoznatiji je i najčešće korišten laboratorijski test za ispitivanje anaerobnih sposobnosti, a mi ćemo se koristiti njegovom modifikacijom – *Wingate arm crank* testom. Pri izvedbi sportaš je polegnut na prsa i 30 sekundi maksimalno brzo izvodi okretaje rukama uz pomoć pedala, pri borbi s varijabilnim otporom, ovisno o tjelesnoj masi ispitanika. Učinak se promatra kroz postignuti broj okretaja a dobivamo informacije o anaerobnoj snazi, anaerobnom umoru i anaerobnom kapacitetu. S obzirom na to da je riječ o anaerobnim kapacitetima, pretpostavlja se da bi poboljšanje rezultata u *Wingate* testovima moglo naslutiti isto u sprinterskim dionicama.



Slika 1. Prikaz testova za procjenu energetskih kapaciteta (Vučetić 2009)

## 2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE

Dosadašnja istraživanja utvrdila su postojanje različitih korelacija antropometrijskih karakteristika i *Wingate arm crank* testa s brzinom plivanja, ovisno o ograničenjima rada i karakteristikama uzorka na kojem se istraživanje provodi.

**Hawley i Williams (1990)** su s ciljem ispitivanja uloge anaerobne snage gornjeg dijela tijela (mjerene *Wingate arm crank* testom) pri izvedbi 50 m plivanja slobodno, proveli istraživanje na 30 plivača. Rezultati prikazuju da postoji visoka povezanost anaerobne snage gornjeg dijela tijela s brzinom plivanja na 50 m slobodno, te da je plivačima na duže staze – onima koji plivaju dionice 400 m i iznad, od značajno manje važnosti. Sprinterima anaerobna snaga predstavlja jednu od najvažnijih stavki utrke i trenažnog procesa uopće. Potrebna im je eksplozivnost pri startu, okretu, visoka

frekvencija zaveslaja, a sve to mogu manifestirati upravo anaerobnom snagom gornjeg dijela tijela. Naime, dugoprugaši imaju veći postotak sporih mišićnih vlakana i za uspješnost njihove izvedbe najodgovornija sposobnost je izdržljivost, stoga vrlo očito možemo uvidjeti razlike između sprintera i njih.

**Guglielmo i Denadai (2000)** istraživali su korelacije *Wingate arm crank* testa i dionica 50, 100, 200 i 400 m u bazenu slobodnim stilom na uzorku 9 muških volontera. Iz dobivenih rezultata nije uočena povezanost *Wingate arm crank* testa i terenskih testova brzine plivanja u bazenu. S obzirom na uzorak ispitanika nije se mogla očekivati povezanost varijabli. Naime, osobito kod dionica 200 i 400 m ispitanik se kao volonter ne može oslanjati na plivačku tehniku koja bi mu pospješila brzinu plivanja i samu izvedbu, jer je ne posjeduje.

**Colantonio, Barros i Kiss (2003)** u svom su istraživanju na uzorku plivača i vaterpolista uspoređivali vrijednosti maksimalnog primitka kisika. Provela su se dva uzastopna testa s pauzom 3 minute između istih, *Wingate* testa za ruke i za noge. Analizirane varijable prikazale su da nije bilo statistički značajne razlike između *Wingate* testa za noge i ruke. Unatoč istovremeno uključenim rukama i nogama za vrijeme plivanja u vaterpolu, čini se da postoji veća količina prilagodbe kisika za rad ruku, što možemo povezati sa specifičnim zahtjevima igre i borbe s loptom postavljenim pred vaterpoliste.

**Marković i sur. (2004)** analizirali su pouzdanost i faktorsku valjanost CMJ-a i čučanj skoka. Studenti koji su predstavljali uzorak izveli su 7 testova skokova – 5 vertikalnih (Sargent skok, Abalakow-ov skok sa zamahom ruke i bez zamaha ruke, SJ i CMJ) i 2 horizontalna skoka (skok u dalj iz stojećeg položaja i troskok iz stojećeg položaja). Rezultati CMJ-a pokazali su najveću povezanost s faktorom eksplozivne snage tj. imao je najveću faktorsku valjanost. Ostali testovi skokova imali su nižu, ali relativno homogenu korelaciju s ekstrahiranim eksplozivnim faktorom snage. Na temelju rezultata možemo zaključiti da su CMJ i SJ, najpouzdaniji terenski testovi za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta kod fizički aktivnih muškaraca.

**Flanagan i sur. (2007)** istraživali su na uzorku od 22 sportaša prve divizije pouzdanost RSI – Reactive strength indeks-a i TTS – time to stabilization za vrijeme maksimalne izvedbe dubinskog skoka (depth jump-a). Analizirali su visinu skoka, vrijeme kontakta s podlogom, RSI i TTS. Reaktivni indeks jakosti omjer je vremena leta

i kontrakcije tj. promjene iz ekscentrične u koncentričnu kontrakciju. Pokazatelj je stresa na mišićno-koštanom sustavu tijekom pliometrijskih vježbi. TTS - vrijeme za stabilizaciju, mjera je neuro-mišićne kontrole koja uključuje senzorne i mehaničke sustave za završetak slijetanja nakon skoka. Može se koristiti za procjenu posturalne stabilnosti dok tijelo prelazi iz dinamičkog u statički položaj. Intenzitet pliometrijske aktivnosti može se mjeriti i otežanim zadacima slijetanja (povećanjem visine), koji se može kvantificirati TTS-om. Ovo istraživanje pokazalo je da su RSI, TTS i JH (jump height – visina skoka) pouzdane mjere procijenjene tijekom dubinskih skokova s visine 30 cm. Dobiveni podatci mogu pomoći trenerima pri optimizaciji visine s koje se mogu izvoditi dubinski skokovi, usporedbi pliometrijskih mogućnosti sportaša i za praćenje napretka treninga pliometrije.

**Snyder (2008)** u knjizi pod naslovom *Water Polo for Players and Teachers of Aquatics* detaljno je obradio fiziološke, psihološke i medicinske aspekte vaterpolo igre, razne vještine (bazične plivačke, specifične obrambene i napadačke – individualne i grupne) i time ukazao na složenost i zahtjevnost ove sportske aktivnosti.

**Dimitrić, Obradović, Krsmanović i Šolaja (2010)** regresijskom analizom istraživali su relacije između antropometrijskih karakteristika i brzine plivanja na 50 m slobodno na plivačima uzrasta 13-14 godina. Brzina plivanja predstavljala je zavisnu varijablu, dok su prediktorske bile antropometrijske karakteristike; tjelesna visina, tjelesna težina, dužina ruke i dužina šake. Dobiveni rezultati prikazuju kako prediktorske varijable djelomično definiraju rezultate kriterija i iz toga su zaključili da su tjelesna visina, dužina ruke i dužina šake statistički značajno povezane s kriterijem, a najviše ga objašnjava varijabla tjelesna visina. S aspekta primjenjivosti rezultata ovog istraživanja može se zaključiti da je poželjno u okviru pozitivne selekcije birati plivače koji u najranijoj dobi „obećavaju“ moguću izraženu komponentu tjelesne visine.

**Ellis (2010)** na sveučilišnim je plivačima istraživala odnos anaerobne snage putem *Wingate arm crank* testa i sprinta na 100 m slobodno u bazenu, te zapazila da ne postoji značajna korelacija između parametara anaerobne snage dobivenih putem *Wingate* testa i izvedbe 100 m slobodno u bazenu. Dobivene rezultate možemo objasniti uzorkom koji nije bio homogen jer su neki sportaši iz uzorka u tom periodu trenirali sa sveučilišnom vaterpolskom momčadi, pa im je trening bio drugačiji od plivačkih. Osim

toga, dio uzorka činili su sprinteri, a dio dugoprugaši, koje na dionici 100 m ne možemo uspoređivati i očekivati slične rezultate.

**Kondrić i sur. (2012)** na uzorku su od 110 vaterpolista juniora proučavali razlike igračkih pozicija (vratar, centar, krilo, bek, vanjski) u ovisnosti o antropometrijskim karakteristikama i specifičnim motoričkim sposobnostima. Mjerena je brzina plivanja na 25, 100 i 400 m, proveden je i zadatak 4x 50 m s pauzom između setova od 30 sekundi, te test mjerenja dinamometrije. Dokazali su da postoje brojne razlike u antropometriji igračkih pozicija, npr. vratari, centri i bekovi su najviši, što je popraćeno s ostalim longitudinalnim mjerama, dok su igrači na poziciji vanjskih najniži. Navedeni primjer dobivenih rezultata možemo objasniti time da centri i bekovi moraju moći otploviti najviše dionica za vrijeme utakmice... Igrač na poziciji centra ujedno posjeduje i najveću tjelesnu masu (ujedno i vrijednosti kožnih nabora), što spomenuta pozicija na neki način i zahtijeva, s obzirom na to da je igrač na tom položaju u stalnom kontaktu. Promatrajući specifične motoričke sposobnosti, rezultati na 25 i 400 m dokazali su da su najbrži plivači igrači na poziciji beka, dok su na 100 m i u zadatku 4 x 50 m to krila. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da dobivene antropometrijske karakteristike i specifične motoričke sposobnosti mogu biti korištene u procesu selekcije vaterpolista, poput orijentacijske vrijednosti unutar iste. Osim toga, mogu pomoći trenerima pri izradi trenažnog procesa za poboljšanje specifičnih motoričkih sposobnosti vaterpolista unutar svake pozicije, uzimajući u obzir i njihove antropometrijske karakteristike.

**Idrizović, Gonzáles i Kontić (2014)** u svojem su istraživanju proveli antropometrijska mjerenja i specifične vaterpolo kondicijske zadatke (vaterpolo plivanje 20 m, maksimalnu dinamometrijsku silu vaterpolo „biciklom“ i brzinu leta lopte kod udarca), kako bi ispitali njihovu povezanost. Dobiveni rezultati ukazuju da brzina plivanja nema značajnu povezanost ni s jednim od primijenjenih morfoloških i specifičnih parametara, te da brzina šuta značajno korelira samo sa maksimalnom dinamometrijskom silom.

**Karaba Jakovljević i sur. (2016)** analizirali su antropometrijski i anaerobni profil 20 rukometaša i 21 veslača kako bi uspoređivali specifične zahtjeve sporta. Statistički značajne razlike primijećene su u vrijednostima obujma nadlaktice, trbuha, i prsa, kao i u vrijednostima supraspinalnog kožnog nabora i kožnog nabora potkoljenice.

Pri izvedbi Wingate testa, uočene su veće vrijednosti apsolutne anaerobne snage kod rukometaša, dok su veslači postigli veće rezultate relativnog anaerobnog kapaciteta. Dobivene rezultate možemo objasniti većom potrebitosti anaerobne snage kod rukometaša prilikom kontakata, duela, šuteva. Osim toga, povećani obujmi i kožni nabori veslačima otežavaju kvalitetu i uspješnost izvedbe, dok rukometašima zahtjevi igre dozvoljavaju, čak i u nekim igračkim pozicijama iziskuju takve komponente.

**Mirvić i sur. (2018)** u svojem istraživanju *Analiza razlika u brzini plivanja kraul tehnikom između plivača i vaterpolista* navode kako postoji statistički značajna razlika u brzini plivanja između plivača i vaterpolista na sve 3 promatrane dionice; 25 m, 50 m i 100 m slobodno. Rezultati istraživanja su očekivani i ukazuju na važnost tehnike plivanja i na kratkim dionicama, zbog različite izvedbe faze propulzije kod plivača i vaterpolista. Vaterpolo kraul tehnika plivanja ima kraću fazu propulzije, frekvencija zaveslaja je veća, dok se plivači oslanjaju upravo na efikasnost zaveslaja i tehnička izvedba im je ključna.



Slika 2. Prikaz mjerenja brzine plivanja na treningu ručnom „štopericom“ (Bernhardt, 2008)

### 3. CILJ RADA

Cilj ovog rada je utvrditi relacije pojedinih varijabli antropološkog statusa i Wingate testa kod plivača i vaterpolista u odnosu na brzinu plivanja slobodnim stilom.

Parcijalni ciljevi ovog rada su:

- Utvrditi razlike između plivača i vaterpolista u antropometrijskim karakteristikama
- Utvrditi razlike između plivača i vaterpolista u rezultatima *Wingate arm crank* testa
- Utvrditi razlike između plivača i vaterpolista u motoričkim testovima

### 4. HIPOTEZE

Sukladno dosadašnjim spoznajama, glavnim i parcijalnim ciljevima ovog istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

**H<sub>1</sub>**: postojat će značajna povezanost između motoričkih sposobnosti kod plivača i vaterpolista

**H<sub>2</sub>**: postojat će značajna povezanost antropometrijskih varijabli s motoričkim testovima (eksplozivne snage) kod plivača i vaterpolista

**H<sub>3</sub>**: neće postojati značajna povezanost u pojedinim antropometrijskim varijablama kod plivača i vaterpolista

**H<sub>4</sub>**: neće postojati značajna povezanost u rezultatima Wingate testa kod plivača i vaterpolista

**H<sub>5</sub>**: neće postojati značajna povezanost rezultata Wingate testa s rezultatima antropološkog statusa kod plivača i vaterpolista



## **5. METODE RADA**

### **5.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika čini skup od 29 plivača i vaterpolista juniora s područja Splitsko-Dalmatinske i Zadarske županije, od čega je 15 plivača i 14 vaterpolista. Plivači koji su sudjelovali dolaze iz PK Zadar, PK Jadera Zadar, PK Grdelin, PK Jadran, PK Mornar, PK Pošk i vaterpolisti iz VK Mornar i VK Zadar 1952. Prosječna kronološka dob iznosi  $17,4 \pm 0,68$  godina, te su svi ispitanici bili dobrog psiho-fizičkog zdravlja i dobrovoljno pristupili testiranju.

### **5.2. Uzorak varijabli**

#### **5.2.1. Antropometrijske varijable**

Uzorak antropometrijskih varijabli činile su: tjelesna visina (BH), tjelesna masa (BM), sjedeća visina (SBH), raspon ruku (WS), dužina (FL) i širina (FW) stopala, dijametar šake (FISTW), lakta (DE) i koljena (DKNEE), postotak tjelesne masti (%BF4), kožni nabori (triceps (SFT), abdominalni (SFAB), suprailijačni (SILSF), natkoljenica (SFEM)), opsezi (nadraktica (CIRFA), grudni koš (CIRCHT), trbuh (CIRAB), natkoljenica (CIRFEM), potkoljenica (CIRCALF)), unutarnja (SIR) i vanjska (SER) rotacija ramena. Antropometar je korišten za ispitivanje tjelesne visine, sjedeće visine i raspona ruku, a vaga za varijablu tjelesne mase. Mjerni instrument korišten za mjerenje dijametara i dužina je pomična mjerka, dok su opsezi mjereni centimetarskom vrpcom. Kožni nabori mjereni su uz pomoć kalipera, a goniometar je upotrijebljen za mjerenje unutarnje i vanjske rotacije ramena. Navedene varijable mjerile su se 3 puta, a prosječni rezultat uzimao se kao najvjerodostojniji.

#### **5.2.2. Wingate Arm Crank Test**

Ispitanici su bili polegnuti prsima na klupu koja je postavljena na mjesto neposredno od sjedala bicikl ergometra. Test je započeo s 1 min submaksimalnog rada na 60/30 W, a nakon 1 min uslijedila je naredba „3,2,1 kreni“, kada se primjenjivao dio tereta. Dio opterećenja se upotrebljava 3-4 sekunde kako bi se savladalo trenje i inercija. Zatim je slijedilo otpuštanje cijelog tereta. Za vrijeme testa bitno je motiviranje

ispitanika na zadržavanje rada kroz 30 sekundi. Zadatak je tih 30 sekundi maksimalno brzo izvoditi okretaje rukama tj. pedalama koje imitiraju zaveslaj u vodi, uz borbu s varijabilnim otporom. Parametri dobiveni *Wingate arm crank* testom su: anaerobni kapacitet (količina energije koja se dobiva iz anaerobnih energetske sustava, koji se koriste kod primjenjivanja znatne sile za obavljanje zadataka visokog intenziteta), PP (peak power) - maksimalna proizvedena sila za vrijeme kontinuiranog rada (pražnjenje rezervi dovodi do nakupljanja mliječne kiseline), a još ju nazivamo i anaerobnom snagom, AP (average power) – prosječna vrijednost snage, MP (minimum power) - minimalna vrijednost snage, PD (power drop) – opadanje u snazi. Opterećenje se postavljalo ovisno o tjelesnoj masi ispitanika, tj. za ispitanike muškog spola na  $0,075 \text{ kg} \times \text{kg}^{-1} \text{ BM}$  (tjelesne mase). Detaljan postupak i validacija testa prikazani su u radu *Konstrukcija i validacija ručnog Wingate testa za procjenu anaerobnih sposobnosti vaterpolo juniora* (Vrdoljak, Kadić, Uljević, 2022).



Slika 3. Prikaz izvedbe Wingate Arm Crank testa

### 5.2.3. Motoričke varijable

Zavisna varijabla je motorička varijabla brzine plivanja, a provedeni testovi su 25 m, 50 m i 100 m slobodno. S obzirom na to da bi plivači iskoristili start kao izrazito bitnu stavku u navedenim dionicama, izvodili su se iz vode kako bi postupak bio standardiziran za sve ispitanike. Test na 100 m slobodno izvodio se bez okreta kolutom, tako da su ispitanici morali rukom dotaknuti zid i odgurnuti se od njega za nastavak

testa. Vrijeme plivanja mjereno je štopericom, a ispitanici su plivali tehnikom slobodno. Prediktorske motoričke varijable koje su se mjerile bile su „test skoka s pripremom“ (Vajdić, 2017) (engl., Countermovement Jump - CMJ), RSI15 (engl., Reactive strength indeks 15 seconds) i bacanje medicine iz ležećeg položaja. CMJ test je vertikalnog skoka koji se izvodi na posebnoj platformi za mjerenje sila, „OPTO Jump“ sustavu. Platforma se bazira na optičkoj tehnologiji i često je korištena u dijagnostici. Pri izvedbi CMJ testa ispitanik se brzo postavlja u čučanj, na proizvoljnu dubinu i zatim skoči što je više moguće. Prilikom doskoka vrši amortizaciju nogu i vraća se u početni položaj. „Za razliku od skoka bez pripreme, skok s pripremom izvodi se tako da se pokret inicira iz početne uspravne pozicije tako da se spušta u položaj polu čučnja te se nastoji čim brže, bez pauze, odraziti što više u zrak. Doskok se ne razlikuje od onog kod skoka bez pripreme, ruke su također prilikom cjelokupne izvedbe na kukovima“ (Vajdić, 2017). Koristi se za određivanje snage donjeg dijela tijela preko visine skoka, tj. procjene sposobnosti brzog razvoja sile, a i dokazano je najpouzdaniji u te svrhe. Podatci kojima raspolažemo unutar testa su: vrijeme kontakta s podlogom, vrijeme leta, visina točke težišta tijela, utrošena energija i specifična snaga. Marković i sur. (2004) istražili su pouzdanost i faktorsku valjanost CMJ i SJ (squat jump) usporedivši 7 testova skakanja. Upravo je CMJ bio najpouzdaniji test za procjenu eksplozivnosti donjih ekstremiteta u aktivnih muškaraca. Koristio se RSI15 – *Reactive strength indeks 15 seconds*, u kojem ispitanik 15 sekundi skače maksimalno brzo u vis, s rukama položenim na kukovima. Proučava se vrijeme provedeno u zraku i maksimalan broj skokova. „Reaktivni indeks jakosti“ predstavlja omjer vremena leta i kontrakcije tj. promjenu iz ekscentrične u koncentričnu kontrakciju. Računa se dijeljenjem visine skoka s kontaktom na podlozi. Flanagan i sur. (2008) su dokazali pouzdanost, konzistentnost navedenog indeksa za vrijeme maksimalne izvedbe depth jumpa (varijacija vertikalnog skoka).

Kod izvedbe testa bacanja medicine iz ležećeg položaja (MED), ispitanik iz uzručenja mora baciti medicinku što je dalje moguće. Ovim testom ispitujemo eksplozivnu snagu gornjeg dijela tijela - ruku i ramenog pojasa, koja je od velike važnosti i kod plivanja i vaterpola.

Unutarnja i vanjska rotacija ramena testirane su uz pomoć aplikacije *Smart Protractor*, dok je ispitanik bio polegnut na visoki maserski stol koji nam je omogućavao bolju preciznost prilikom mjerenja.



Slika 4. Prikaz izvođenja CMJ – skoka s pripremom

### 5.3. Opis eksperimentalnog postupka

U prvoj fazi istraživanja, s odgovornim osobama iz plivačkih i vaterpolo klubova, dogovoreni su termini za mjerenja. Treneri su razgovarali s roditeljima i objasnili im razloge provođenja mjerenja, te od njih dobili pisani pristanak da njihova maloljetna djeca sudjeluju u istraživanju. U drugoj fazi započeto je mjerenje antropometrijskih karakteristika, a zatim mjerenje motoričkih varijabli u bazenu - 25 m, 50 m i 100 m slobodno. Nakon izvršenog testiranja u bazenu, izmjerene su preostale dvije motoričke varijable eksplozivne snage, “CMJ”, “RSI15” i bacanje medicine iz ležećeg položaja. Nakon dana odmora, zadnji test koji se proveo je *Wingate arm crank* test. Nažalost, zbog prethodne ozljede ramena i vjerojatnog napora jedan ga ispitanik nije uspio odraditi. U trećoj fazi istraživanja unijeti su i obrađeni dobiveni podaci u računalnom programu *Statistica*.

## 5.4. Metode obrade podataka

Metode obrade podataka uključivale su validaciju Wingate Arm Crank testa te analizu mjerenih varijabli. Primijenjena je deskriptivna statistika kojom su utvrđene srednje vrijednosti (aritmetička sredina) i standardna devijacija. Korištena je i korelacijska analiza antropometrijskih varijabli s motoričkim i varijablama Wingate testa (PP- peak power, AP – anaerobic power, MP – mean power, PD – power drop). Osim navedene, provela se i korelacija motoričkih varijabli s varijablama Wingate testa, odvojeno za vaterpoliste i plivače.

T- test za nezavisne uzorke upotrijebljen je kako bi identificirao statistički značajne razlike aritmetičkih sredina 2 skupine; plivača i vaterpolista.

Podaci su obrađeni računalnim programom *Statistica 13*.

## 6. REZULTATI I RASPRAVA

### 6.1. Deskriptivna statistika

Ispitan je normalitet distribucije, a s obzirom na to da su svi dobiveni podatci normalno distribuirani korištena je parametrijska metoda obrade podataka.

Deskriptivnom statistikom potvrđene su prijašnje činjenice i stavke o populaciji na kojoj je provedeno istraživanje.

**Tablica 1.** Prikaz antropometrijskih varijabli deskriptivnom statistikom provedenom na uzorku vaterpolista

Varijable	SPORT=Vaterpolo				
	N	A.S.	Minimum	Maksimum	Std. Dev.
TREN. STAŽ	14	6,50	2,50	8,50	1,80
BM	14	83,85	75,00	95,40	6,52
BH	14	186,81	180,00	195,00	4,39
SBH	14	96,54	92,50	99,70	2,03
WS	14	191,76	182,50	200,50	5,74
FL	14	24,55	22,70	26,00	0,94
DE	14	7,14	6,40	7,70	0,29
FISTW	14	8,69	5,50	10,30	1,09
DKNEE	14	9,54	8,50	10,10	0,41
FOOTW	14	9,77	9,20	10,60	0,40
%BF4	14	9,69	6,16	13,53	2,29
SFT	14	8,47	6,30	13,30	1,86
SILSF	14	9,03	6,73	18,37	3,30
SFAB	14	15,31	10,90	24,30	3,39
SFFEM	14	14,51	7,57	23,73	5,04
CIRFA	14	30,46	27,50	32,50	1,46
CIRCHT	14	97,29	94,50	103,50	2,72
CIRAB	14	81,75	74,00	90,00	4,92
CIRFEM	14	58,36	50,00	64,50	3,53
CIRCALF	14	37,07	34,00	40,50	2,02
SIR	14	66,55	49,10	83,40	9,66
SER	14	89,43	51,30	110,50	16,70

Legenda: N- veličina uzorka, A.S. – aritmetička sredina, Minimum – minimalna vrijednost, Maksimum – maksimalna vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija, TREN. STAŽ – trenažni staž, BM – tjelesna masa, BH – tjelesna visina, SBH - sjedeća visina, WS - raspon ruku, FL - dužina stopala, DE – dijametar lakta, FISTW -dijametar šake, DKNEE - dijametar koljena, , FOOTW - širina stopala, , %BF4 - postotak tjelesne masti, SFT - kožni nabor tricepsa, SILSF - suprailijačni kožni nabor, SFAB - abdominalni kožni nabor, , SFEM – kožni nabor natkoljenice,

CIRFA – opseg nadlaktice, CIRCHT – opseg grudnog koša, CIRAB - opseg trbuha, CIRFEM – opseg natkoljenice, CIRCALF - opseg potkoljenice, SIR - unutarnja rotacija ramena, SER - vanjska rotacija ramena

**Tablica 2.** Prikaz motoričkih varijabli deskriptivnom statistikom provedenom na uzorku vaterpolista

Varijable	SPORT= Vaterpolo				
	N	A. S.	Minimum	Maksimum	Std. Dev.
25m	14	14,35	13,30	16,23	0,90
50m	14	30,66	20,10	34,50	3,53
100 M	14	63,59	58,23	75,20	4,48
CMJ	14	30,22	27,00	35,00	2,22
RSI 15	14	0,89	0,65	1,49	0,20
MED	14	9,36	8,50	11,20	0,73
PP [W]	14	285,71	205,10	354,45	44,21
AP [W]	14	177,45	139,80	205,99	21,74
MP [W]	14	110,38	73,77	138,81	21,33
PD [W]	14	175,34	117,06	224,16	38,83

Legenda: N- veličina uzorka, A.S. – aritmetička sredina, Minimum – minimalna vrijednost, Maksimum – maksimalna vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija, 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicine iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage, PD – opadanje u snazi

**Tablica 3.** Prikaz antropometrijskih varijabli deskriptivnom statistikom provedenom na uzorku plivača

Varijable	SPORT= Plivanje				
	N	A. S.	Minimum	Maksimum	Std. Dev.
TREN. STAŽ	15	10,63	7,00	13,00	1,54
BM	15	77,37	66,60	85,90	5,38
BH	15	185,93	173,00	203,00	9,17
SBH	15	95,17	82,50	103,50	5,51
WS	15	192,96	174,00	210,00	10,63
FL	15	26,11	21,50	30,00	2,35
DE	15	7,05	6,50	8,20	0,38
FISTW	15	10,81	9,80	14,00	1,07
DKNEE	15	10,00	9,20	10,90	0,51
FOOTW	15	9,53	7,50	11,50	1,05
%BF4	15	6,35	3,89	10,95	2,05
SFT	15	7,52	4,97	11,30	1,88
SILSF	15	6,15	4,27	9,07	1,63
SFAB	15	9,67	6,07	17,40	3,23
SFFEM	15	10,68	6,77	19,53	3,30

CIRFA	15	31,07	28,00	34,00	1,83
CIRCHT	15	91,07	53,00	100,00	12,07
CIRAB	15	80,47	64,00	93,00	6,28
CIRFEM	15	48,47	44,00	55,00	3,31
CIRCALF	15	37,60	34,00	40,00	1,68
SIR	15	68,13	46,00	89,80	13,77
SER	15	86,31	45,00	115,60	23,60

Legenda: N- veličina uzorka, A.S. – aritmetička sredina, Minimum – minimalna vrijednost, Maksimum – maksimalna vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija, TREN. STAŽ – trenažni staž, BM – tjelesna masa, BH – tjelesna visina, SBH - sjedeća visina, WS - raspon ruku, FL - dužina stopala, DE – dijametar lakta, FISTW -dijametar šake, DKNEE - dijametar koljena, , FOOTW - širina stopala, , %BF4 - postotak tjelesne masti, SFT - kožni nabor tricepsa, SILSF - suprailijačni kožni nabor, SFAB - abdominalni kožni nabor, , SFEM – kožni nabor natkoljenice, CIRFA – opseg nadlaktice, CIRCHT – opseg grudnog koša, CIRAB - opseg trbuha, CIRFEM – opseg natkoljenice, CIRCALF - opseg potkoljenice, SIR - unutarnja rotacija ramena, SER - vanjska rotacija ramena

**Tablica 4.** Prikaz motoričkih varijabli deskriptivnom statistikom provedenom na uzorku plivača

Varijable	SPORT=Plivanje				
	N	A. S.	Minimum	Maksimum	Std. Dev.
25m	15	13,24	11,98	15,13	0,88
50m	15	29,05	24,43	33,67	2,15
100 M	15	61,88	55,54	68,43	3,62
CMJ	15	31,69	27,00	41,40	4,49
RSI 15	15	1,04	0,80	1,48	0,17
MED	15	8,53	6,50	10,80	1,13
PP [W]	14	262,54	202,06	333,20	42,99
AP [W]	14	162,73	123,81	201,03	19,83
MP [W]	14	113,96	77,34	138,96	16,85
PD [W]	14	148,58	78,26	195,43	38,60

Legenda: N- veličina uzorka, A.S. – aritmetička sredina, Minimum – minimalna vrijednost, Maksimum – maksimalna vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija, 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicine iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage, PD – opadanje u snazi

Iz prikazanih Tablica (1.-4.) i podataka obrađenim deskriptivnom statistikom uočeno je kako vaterpolisti imaju veći postotak masnog tkiva (3,34%), što je bilo očekivano s obzirom na to da im je nužna radi kontakta za vrijeme borbe s igračem u bazenu.. Zbog manipulacije loptom imali su veću vanjsku rotaciju i bili efikasniji pri bacanju medicine. „Pri šutiranju, ruka kojom se šutira („bolja ruka“) zahtijeva velik raspon eksterne rotacije i abdukcije da bi pri izbačaju omogućila postizanje najveće



sile“ (Lozovina i sur., 2009). S druge strane, plivači su bili eksplozivniji tj. uspješniji u izvedbi CMJ i RSI15.

Marković i sur. (2004) analizirali su pouzdanost i faktorsku valjanost CMJ-a i dokazali da ima najveću povezanost s faktorom eksplozivne snage. Navedenom činjenicom su potvrdili da je CMJ najpouzdaniji terenski test za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta kod aktivnih muškaraca. Možemo primijetiti kako među prikazanim varijablama deskriptivne statistike nema većih odskakanja rezultata, što ukazuje na homogenost uzorka.

## 6.2. Korelacijska analiza

Korelacijskom analizom proučili smo povezanosti 3 skupine varijabli unutar 2 grupe, plivača i vaterpolista.

**Tablica 5.** Prikaz korelacijske analize antropometrijskih i motoričkih varijabli na uzorku vaterpolista

Varijable	SPORT=Vaterpolo									
	25m	50m	100 M	CMJ	RSI 15	MED	PP [W]	AP [W]	MP [W]	PD [W]
BM	0,10	0,26	0,01	0,51	-0,17	0,73	0,65	0,65	0,17	0,64
BH	-0,04	0,17	-0,26	0,28	-0,05	0,23	0,51	0,57	0,50	0,30
WS	0,21	0,32	0,11	0,29	-0,08	0,48	0,56	0,63	0,29	0,48
%BF4	0,39	0,19	0,29	0,02	-0,39	0,29	0,10	0,19	0,08	0,07
CIRFA	0,35	0,22	-0,11	0,42	-0,32	0,46	0,53	0,49	0,16	0,51
CIRCHT	0,23	0,05	-0,10	0,52	-0,24	0,44	0,16	0,51	-0,08	0,23
CIRAB	-0,16	0,21	-0,05	0,55	0,03	0,51	0,62	0,52	0,25	0,57
CIRFEM	0,18	0,30	0,30	0,14	-0,26	0,69	0,33	0,19	-0,21	0,49
CIRCALF	0,04	0,25	0,05	0,23	0,17	0,55	0,36	0,31	-0,07	0,45
SIR	0,18	0,45	0,11	0,11	-0,22	0,27	0,56	0,08	-0,04	0,66
SER	-0,04	-0,24	-0,08	-0,18	0,04	0,06	-0,12	0,21	0,32	-0,31

Legenda: BM – tjelesna masa, BH – tjelesna visina, WS – raspon ruku, %BF4 - postotak tjelesne masti, CIRFA – opseg nadlaktice, CIRCHT – opseg grudnog koša, CIRAB - opseg trbuha, CIRFEM – opseg natkoljenice, CIRCALF - opseg potkoljenice, SIR - unutarnja rotacija ramena, SER - vanjska rotacija ramena, 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicine iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage, PD – opadanje u snazi

U Tablici 5. može se uočiti povezanost tjelesne mase s anaerobnom snagom – vaterpolisti veće mase, a samim time većeg volumena mišića, bili su uspješniji u izvedbi Wingate testa i bacanju medicinke. Raspon ruku i unutarnja rotacija ramena korelirane su s PP, što možemo objasniti s mobilnošću ramena. Mobilnost ramena vaterpolistima zbog manipulacije loptom zasigurno se manifestirala u izvedbi Wingate testa, posebno u parametru maksimalno postignute snage (PP).

**Tablica 6.** Prikaz korelacijske analize antropometrijskih i motoričkih varijabli na uzorku plivača

Varijable	SPORT=Plivanje									
	25m	50m	100 M	CMJ	RSI 15	MED	PP [W]	AP [W]	MP [W]	PD [W]
BM	-0,42	-0,49	-0,58	0,24	-0,23	0,71	0,33	0,74	0,75	0,04
BH	-0,29	-0,75	-0,72	0,27	-0,38	0,69	0,60	0,57	0,45	0,47
WS	-0,30	-0,46	-0,37	0,11	-0,33	0,79	0,35	0,51	0,58	0,14
FL	-0,01	-0,42	-0,41	0,23	-0,24	0,59	0,31	0,43	0,36	0,19
%BF4	-0,04	0,41	0,33	-0,11	0,24	-0,31	-0,51	-0,43	-0,30	-0,44
SIR	0,16	0,29	0,53	-0,22	0,43	-0,36	-0,48	-0,67	-0,55	-0,29
SER	-0,08	-0,50	-0,45	0,56	0,13	0,00	0,25	0,09	-0,15	0,34

Legenda: BM – tjelesna masa, BH – tjelesna visina, WS – raspon ruku, FL – dužina stopala, %BF4 - postotak tjelesne masti, SIR - unutarnja rotacija ramena, SER - vanjska rotacija ramena, 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicinke iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage, PD – opadanje u snazi

Iz prikazane tablice možemo uočiti kako je kod plivača tjelesna masa značajno negativno korelirana s plivačkom izvedbom na 100 m, dok na dionicama 25 i 50 nije uočena značajna korelacija. Plivači se za razliku od vaterpolista za vrijeme testa 25 i 50 testa oslanjaju značajnije na tehniku plivanja, na koju porast tjelesne mase (masne) ima utjecaj. Zbog toga plivači sprinteri moraju više paziti na tjelesnu masu (masnu) neposredno prije velikih natjecanja u kojima stotinke sekunde ovise o plasmanu (50 m). S druge strane, dionica od 100 m postavlja pred plivače drugačije energetske zahtjeve, najbolje prikazuje anaerobnu izdržljivost, a upravo povećana tjelesna masa (mišićna) može pohraniti više glikogena potrebnog za navedenu dionicu i oblik aktivnosti. Samim time, može proizvesti i više sile. „Bilo da gustoća dolazi iz mišića ili masti, veća gustoća može stvoriti više otpora u vodi. Gustoća se povećava s većim omjerom mišića

i masti. Sportašev povlak vjerojatno je najvažniji čimbenik u brzini plivanja. Naime, plivač s većom masom suočit će se s većim otporom od plivača koji je „mršav“, Međutim, plivač manje tjelesne mase može imati veći povlak uz rotacije s jedne na drugu stranu, preduboke udarce nogama ili plivati s lošijom posturom“ (McDonald, 2019). Stoga možemo reći da veća tjelesna masa stvara više otpora tj. omogućava veću proizvodnju sile.

Osim tjelesne mase, u tablici je vidljiva značajna korelacija tjelesne visine na 50 i 100 m slobodno. Korelacija je veća na dionici 50 m gdje će viši plivači imati veću ekonomičnost prilikom starta i okreta. Dimitrić i sur. (2010) prilikom korelacijske analize antropometrijskih karakteristika i brzine plivanja na 50 m slobodno otkrili su najznačajniju povezanost s varijablom tjelesne visine, tj. ako je ispitanik viši, bit će brži u plivačkoj izvedbi. Uzimajući to u obzir, možemo reći da je u praksi poželjno selektirati plivače koji u najranijoj dobi „obećavaju“ moguću izraženu tjelesnu visinu. Richards (1999) istraživao je profile vrhunskih plivača i među ostalim karakteristikama naveo da plivač mora biti visok, te da longitudinalne dimenzije tijela imaju pozitivan utjecaj na plivački rezultat. „Antropometrijske varijable su u datom slučaju u negativnoj nepotpunoj korelaciji s datim kriterijem, odnosno, rezultati su matematički negativni, ali logički pozitivni, jer što su plivači bili viši, imali duže ruke i šake, postizali su bolje rezultate u plivanju kraul tehnikom 50 m. Rezultati regresijske analize upućuju na to da na kriterijsku varijablu 100m kraul tehnikom statistički značajno utječu vrijednosti varijable tjelesne visine“ navode Dimitrić i sur. (2010).

Iz navedenih rezultata vidljivo je da možemo prihvatiti  $H_2$  - postoji značajna povezanost antropometrijskih varijabli s motoričkim testovima (eksplozivne snage) kod plivača i vaterpolista. Kod plivača nešto je više antropometrijskih varijabli koreliralo s motoričkim (BM, BH s brzinom plivanja i BM, BH, WS s MED), dok je kod vaterpolista najveću korelaciju imala antropometrijska varijabla tjelesne mase s testom bacanja medicine.

Uočljivo je kako su varijable tjelesne visine i tjelesne mase pozitivno korelirane s parametrima Wingate testa (PP, AP, MP). Unutarnja rotacija ramena koja je vaterpolistima pridonijela kod izvedbe Wingate testa, kod plivača je negativno korelirana. Samim time, što im je veća unutarnja rotacija, rezultat Wingate je lošiji. Plivači na svoju tehničku izvedbu prilikom Wingate testa nisu mogli obraćati pažnju niti

im je bio cilj, ali s obzirom na drugačiju vrstu zaveslaja u bazenu (S početak zaveslaja kod svih plivačkih tehnika), teže im je bilo odrađivati test visokom frekvencijom i manje fluidno nego inače. Wingate Arm Crank kao takav zahtijeva od plivača dosta "nepravilniji" način plivanja, stoga im je unutarnja rotacija ramena stvarala dodatan problem i otežavala izvedbu.

Uz objašnjeno, možemo reći kako odbijamo  $H_5$  - neće postojati značajna povezanost rezultata Wingate testa s rezultatima antropološkog statusa kod plivača i vaterpolista (vidljivo u tablicama 5. i 6.).

**Tablica 7.** Prikaz korelacijske analize motoričkih varijabli i varijabli Wingate testa

Varijable	SPORT=Vaterpolo			
	PP [W]	AP [W]	MP [W]	PD [W]
25m	-0,18	-0,06	-0,25	-0,06
50m	-0,01	-0,21	-0,34	0,17
100 M	-0,27	-0,36	-0,41	-0,09
CMJ	0,60	0,40	0,26	0,54
RSI 15	-0,03	-0,03	0,09	-0,09
MED	0,74	0,52	0,12	0,78

Legenda: 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicinke iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage, PD – opadanje u snazi

U Tablici 7. vidljiva je korelacija CMJ i MED s maksimalno proizvedenom silom i opadajućom snagom, što možemo povezati s eksplozivnošću vaterpolista koju su sposobni brzo i naglo postići u promjeni smjera kretanja kroz vodu i kontaktu sa suigračima, te eksplozivnim šutevima na gol. Visoku korelaciju varijabli MED i PD možemo interpretirati eksplozivnim kretanjama koje se odvijaju prilikom manipulacije loptom (medicinkom) tj. izbačajem lopte (dodavanja s veće udaljenosti i šutiranja na gol). „Mjerene brzine lopte prilikom bacanja lopte iznad glave u natjecateljskom muškom vaterpolu kretale su se od 16,5 do 19,9 m/s. Sportaši moraju savladati i otpor vode, stoga izbačaji lopte zahtijevaju znatnu mišićnu snagu. Za usporedbu, maksimalne brzine bacanja lopte u vaterpolu slične su izmjerenima prilikom izbačaja lopte u američkom nogometu. Golmani posjeduju veliku mišićnu snagu i potrebna im je čvrstoća i stabilnost zglobova gornjeg dijela tijela, kako bi se mogli suočiti s ponovljenim udarcima lopte“ (Smith 1998).

**Tablica 8.** Prikaz korelacijske analize motoričkih varijabli i varijabli Wingate testa

Varijable	SPORT=Plivanje			
	PP [W]	AP [W]	MP [W]	PD [W]
25m	-0,42	-0,36	-0,32	-0,33
50m	-0,68	-0,47	-0,28	-0,63
100 M	-0,73	-0,72	-0,52	-0,58
CMJ	0,01	0,01	-0,14	0,07
RSI 15	-0,55	-0,34	-0,42	-0,43
MED	0,45	0,67	0,68	0,20

Legenda: 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicinke iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – prosječna vrijednost snage, MP – minimalna vrijednost snage , PD – opadanje u snazi

Prikazana negativna korelacija plivačke izvedbe na 50 i 100 m i parametara Wingate testa (PP, AP, PD) ukazuje na činjenicu da ako je ispitanik brži u plivanju, bit će uspješniji prilikom izvođenja Wingate testa. Stoga, Wingate Arm Crank test možemo promatrati kao prediktor za uspješnost plivačke izvedbe, u ovom slučaju samo kod grupe plivača. Upravo razvoj anaerobne izdržljivosti jedan je od bitnih aspekata plivačkih treninga, a Wingate test najpoznatiji test za procjenu iste. Na temelju dobivenih podataka, poslužio bi plivačkim trenerima kao bitan faktor koji bi se mogao koristiti u svrhu predikcije i pomagao u praćenju napretka kroz dulji period. Dobivene rezultate potvrđuju Hawley i Williams (1990) koji su proučavali ulogu anaerobne snage gornjeg dijela tijela, također mjerenu *Wingate arm crank* testom na plivačima. Uočili su da s brzinom plivanja 50 m slobodno postoji visoka povezanost anaerobne snage gornjeg dijela tijela.

### 6.3. T-test za nezavisne uzorke

T-testom za nezavisne uzorke analizirali smo razlike između plivača i vaterpolista, posebno svaku vrstu varijabli.

**Tablica 9.** Prikaz t-testa za nezavisne uzorke kod plivača i vaterpolista na antropometrijskim varijablama

Varijable	A.S. ± Std. Dev. (V)	A.S. ± Std. Dev. (P)	t-vrijednost	p
BM	83,85±6,52	77,37±5,38	2,92	0,01
BH	186,8±4,39	185,93±9,17	0,33	0,75
FL	24,55±0,94	26,11±2,35	-2,32	0,03
FISTW	8,69±1,09	10,81±1,07	-5,31	0,00
DKNEE	9,54±0,41	10,00±0,51	-2,65	0,01
%BF4	9,69±2,29	6,35±2,05	4,14	0,00
SFT	8,47±1,86	7,52±1,88	1,37	0,18
SILSF	9,03±3,30	6,15±1,63	3,02	0,01
SFAB	15,31±3,39	9,67±3,23	4,58	0,00
SFFEM	14,51±5,04	10,68±3,30	2,44	0,02
CIRFA	30,46±1,46	31,07±1,83	-0,97	0,34
CIRCHT	97,29±2,72	91,07±12,07	1,88	0,07
CIRAB	81,75±4,92	80,47±6,28	0,61	0,55
CIRFEM	58,36±3,53	48,47±3,31	7,78	0,00
CIRCALF	37,07±2,02	37,60±1,68	-0,77	0,45
SIR	66,55±9,66	68,13±13,77	-0,36	0,73
SER	89,43±16,70	86,31±23,60	0,41	0,69
TREN. STAŽ	6,50±1,80	10,63±1,54	-6,66	0,00
DOB	17,39±0,68	17,46±0,72	-0,26	0,80

Legenda: BM – tjelesna masa, BH – tjelesna visina, FL - dužina stopala, FISTW -dijametar šake, DKNEE - dijametar koljena, %BF4 - postotak tjelesne masti, SFT - kožni nabor tricepsa, SILSF - suprailijačni kožni nabor, SFAB - abdominalni kožni nabor, SFEM – kožni nabor natkoljenice, CIRFA – opseg nadlaktice, CIRCHT – opseg grudnog koša, CIRAB - opseg trbuha, CIRFEM – opseg natkoljenice, CIRCALF - opseg potkoljenice, SIR - unutarnja rotacija ramena, SER - vanjska rotacija ramena, TREN. STAŽ – trenajni staž, DOB – kronološka dob, A.S (V) – aritmetička sredina grupe vaterpolista , A.S (P) - aritmetička sredina grupe plivača, df – stupnjevi slobode , N (V) – veličina uzorka vaterpolista, N (P) – veličina uzorka plivača, Std. Dev. (V) – standardna devijacija grupe vaterpolista , Std. Dev. (P) – standardna devijacija grupe plivača

Statistički značajne razlike prilikom provođenja t-testa vidljive su u antropometrijskim varijablama BM, %BF4, CIRFEM i varijabli TREN.STAŽ. Veća tjelesna masa, a samim time i postotak masnog tkiva omogućava vaterpolistima veću izdržljivost pri borbi za posjed lopte i iznimno velikom kontaktu s protivničkim igračima. Za izračun postotka masnog tkiva mjerena su 4 kožna nabora, koja su vidljivo značajnih razlika kod plivača i vaterpolista u tablici. Opseg natkoljenice jedini je opseg koji prikazuje značajnu razliku, a možemo ju interpretirati visokim postotkom masnog tkiva natkoljenice koji je izraženiji kod vaterpolista. Time prihvaćamo hipotezu  $H_3$ , koja tvrdi da neće postojati značajna povezanost u pojedinim antropometrijskim varijablama kod plivača i vaterpolista.

Vidljiva je značajna razlika u trenažnom stažu ispitanika (vaterpolistima iznosi 2,50 godine, a najveći 8,50, dok je kod plivača minimalni trenažni staž 7 godina, a maksimalni 13). Stoga se može reći da su se od plivača očekivali još bolji rezultati, ali dobiveno možemo objasniti ograničenjima testova u bazenu na koje se plivači uvelike oslanjaju i uvježbavaju. Postoji velika mogućnost da su vaterpolisti započeli trenirati plivanje (ili neki drugi sport), pa se nakon određenog perioda odlučili baviti vaterpolom. U toj fazi trenažnog procesa zasigurno su usvojili tehnike plivanja, što im je kroz trenažni staž vaterpola pomoglo i mogli su se fokusirati na tehničke i taktičke elemente vaterpolske igre. Osim navedenog, dulji trenažni staž plivača obrazlaže ranija specijalizacija. Kroz godine treniranja najviše vremena posvećuju upravo tehnici plivanja i profiliranju kroz istu, stoga se već kroz kategoriju kadeta može uvidjeti u kojoj je pojedinoj tehnici određeni plivač uspješniji. U kategoriji ml. juniora plivač je usmjeren ka svojoj tehnici, te tada kreće specijalizacija i po disciplinama, što uvelike utječe na daljnji trenažni proces sportaša.

**Tablica 10.** Prikaz t-testa za nezavisne uzorke kod plivača i vaterpolista na motoričkim varijablama i varijablama Wingate testa

Varijable	A.S ± Std. Dev. (V)	A.S ± Std. Dev. (P)	t-vrijednost	p
25m	14,35±0,90	13,24±0,88	3,37	0,00
50m	30,66±3,53	29,05±2,15	1,49	0,15
100 M	63,59±4,48	61,88±3,62	1,13	0,27
CMJ	30,22±2,22	31,69±4,49	-1,11	0,28
RSI 15	0,89±0,20	1,04±0,17	-2,19	0,04
MED	9,36±0,73	8,53±1,13	2,33	0,02
PP [W]	285,71±44,21	262,54±42,99	1,41	0,17
AP [W]	177,45±21,74	162,73±19,83	1,87	0,07
MP[W]	110,38±21,33	113,96±16,85	-0,49	0,63
PD [W]	175,34±38,83	148,58±38,60	1,83	0,08

Legenda: 25 m – slobodno plivanje na 25 m, 50 m – slobodno plivanje na 50 m, 100 m – slobodno plivanje na 100 m, CMJ – countermovement jump, RSI15 – 15 sekundi maksimalni skokovi, MED – bacanje medicinke iz ležećeg položaja. PP - izlazna snaga, AP – anaerobna snaga, MP – srednja vrijednost snage, PD – opadanje u snazi, A.S (V) – aritmetička sredina grupe vaterpolista, A.S (P) - aritmetička sredina grupe plivača, df – stupnjevi slobode, N (V) – veličina uzorka vaterpolista, N (P) – veličina uzorka plivača, Std. Dev. (V) – standardna devijacija grupe vaterpolista, Std. Dev. (P) – standardna devijacija grupe plivača

Iz prethodne tablice možemo uočiti da su unatoč ograničenjima plivačkih testova u bazenu plivači bili brži, ali značajno samo na dionici 25 m. Testovi na 25, 500

i 100 m izvodili su se iz vode, s ograničenim ronjenjem (do zastavica) i bez okreta, kako bi test bio standardiziran. Vaterpolisti se okretima, startovima i ronjenjem ne koriste niti ih uče kroz trening, stoga ih ne bi znali izvesti, dok plivači upravo navedene 3 stavke najviše koriste i od iznimne su im važnosti. „Suprotno startu s bloka u kojem atletičar mora ubrzati od nulte do pune brzine trčanja, plivački start omogućuje brži ulazak u vodu od prosječne brzine plivanja, što dodatno naglašava važnost starta, pogotovo u sprintevima (Vantorre i sur. 2014). „Učinkovite tehnike ronjenja omogućuju plivačima da iskoriste brzinu nastalu za ronjenja i budu u skladu s načelom učinkovitosti“ (Kilduff i sur. 2011). Za vrijeme treninga plivači konstantno primjenjuju i usavršavaju okrete i efikasna ronjenja, oni su dio treninga. Okreti, startovi i ronjenje bitni su čimbenici iz kojih na natjecanjima plivači moraju izvući maksimum, tj. biti eksplozivniji i ekonomičniji. „Autori su naglasili važnost starta i okreta u plivanju, posebno u dionicama plivanja duljine do 200 m“ (Bishop i sur., 2013.). „Startovi i okreti predstavljaju trenutke tijekom utrke u kojima se postižu najveća ubrzanja“ (Keiner, 2019). Istraživanjem koje su proveli Mirvić i sur. (2018) uočeno je kako postoji statistički značajna razlika pri brzini plivanja između plivača i vaterpolista na 3 promatrane dionice; 25 m, 50 m i 100 m slobodno, u korist plivača. Činjenice njihovog istraživanja potvrđene su i na ovom uzorku. Rezultati su u tom aspektu očekivani, a različitost tehnike na kratkim dionicama očituje se najviše u različitoj izvedbi propulzivne faze kod plivača i vaterpolista.

Navedenu eksplozivnost u vodi i razliku pri brzini plivanja dodatno možemo potvrditi vidljivom značajnom razlikom prilikom izvođenja testa RSI15, koji je upravo test eksplozivnosti donjih ekstremiteta. S druge strane, zbog izloženosti manipulacije loptom vaterpolisti su bili značajno uspješniji pri bacanju medicinke, što je bilo očekivano.

Brojnim navedenim razlikama vidljivima iz tablice, odbijamo hipotezu  $H_1$  - postojat će značajna povezanost između motoričkih sposobnosti kod plivača i vaterpolista. Odbijamo i  $H_4$ , da neće postojati značajna povezanost u rezultatima Wingate testa kod plivača i vaterpolista, što je vidljivo u Tablici 10 (vidljiva je razlika, ali nije značajna).



## 6. ZAKLJUČAK

Prihvatili smo hipoteze  $H_2$  i  $H_3$  kojima smo potvrdili da će postojati značajna povezanost antropometrijskih varijabli s motoričkim testovima (eksplozivne snage) i da neće postojati značajna povezanost u pojedinim antropometrijskim varijablama. Odbijanjem  $H_1$ , dokazali smo da nije bilo povezanosti između motoričkih sposobnosti kod 2 skupine ispitanika, a odbijanjem  $H_5$ , zaključili smo da ipak postoji značajna povezanost rezultata Wingatea i antropometrijskih varijabli kod plivača i vaterpolista.  $H_4$  koja tvrdi da neće postojati značajna povezanost u rezultatima Wingate testa kod plivača i vaterpolista, također je odbijena. Moguće ograničenje rada je mali uzorak, što možemo objasniti problemom odustajanja u sportu, a pogotovo u juniorskoj kategoriji kod plivača. Samim time neka od smjernica za daljnje istraživanje bi mogla biti proširenje uzorka i na ženski spol, te provesti usporedbe dvaju spolova, odabrati selektirani uzorak, npr. sportaše koji su u reprezentaciji navedenih sportova, povećati broj fizioloških parametara i sl.

Stručnim doprinosom rezultati ovog istraživanja bi trenerima u plivačkim i vaterpolo klubovima mogli dati individualnu i precizniju sliku stanja vlastitih sportaša, što im može pomoći u kreiranju nešto drugačijih trenažnih procesa, a i pratiti njihov daljnji napredak. Znanstveni doprinos ovog istraživanja jest da smo potvrdili rezultate nekih dosadašnjih istraživanja, dok smo druge strane naišli na neke nove činjenice, poput *Wingate Arm Crank* testa koji se može koristiti kao prediktor uspješnosti kod plivača. Samim time, ovo istraživanje može biti podloga za istraživanja u budućnosti koja će se možda baviti analognom temom.

## 8. LITERATURA

1. Bishop C., Cree J., Read P., Chavda S., Edwards M., Turner A. (2013.) Strength and conditioning for sprint swimming. *Strength Cond Journal* 35: 1–6.
2. Bernhardt G. (2008.) Set a Training Benchmark with a Swim Time Trial. Active. Com ([Set a Training Benchmark with a Swim Time Trial | ACTIVE](#) )
3. Colantonio E. , Barros V. R. , Kiss M. A. P. D. M. (2003.) Oxygen uptake during Wingate tests for arms and legs in swimmers and water polo players. *Rev Bras Med Esporte Vol. 9, N° 3*
4. Cronin J., Jones J., Frost D. (2007.) The relationship between dry-land power measures and tumble turn velocity in elite swimmers. *Journal of Swimming Research*
5. Dimitrić G., Obradović B., Krsmanović T., Šolaja M. (2010.) Relacije između antropometrijskih karakteristika i rezultata plivanja na 50 m kraul tehnikom plivača uzrasta 13-14 godina. *Crnogorska sportska akademija, „Sport Mont“ časopis br. 23-24.*
6. Dimitrić G., Obradović B., Krsmanović T., Šolaja M. , Grujić I. (2010.) Pojedinačan uticaj rada ruku i nogu na brzinu plivanja 50 metara kraul kod dečaka uzrasta 15 i 16 godina. *Crnogorska sportska akademija, „Sport Mont“ časopis br. 23-24.*
7. Dopsaj M., (1993.) Metodologija pripreme vrhunskih ekipa u sportskim igrama: na primerima iz fudbala, košarke, rukometa, odbojke i vaterpola
8. Ellis S. (2010.) The relationship between upper-body anaerobic power outputs from an Arm Cranking Wingate test and 100-metre sprint swimming
9. Findak, V. (1999.) Metodika tjelesne i zdravstvene kulture, priručnik za nastavnike tjelesne i zdravstvene kulture. Zagreb: Školska knjiga
10. Flanagan E. P., Ebben W. P., Jensen R. L. (2007.) Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *In Proceedings of the XXV International Symposium of Biomechanics in Sports, 507-512*
11. Garrido N., Marinho D. A., Barbosa M. T., Costa M. A., Silva J. A., Pérez-Turpin J. A., Marques C. M., (2010.) Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise, 240-249*

12. Guglielmo Antonacci G. L. i Denadai S. B. (2000.) Assessment of Anaerobic Power of Swimmers: The Correlation of Laboratory Tests on an Arm Ergometer With Field Tests in a Swimming Pool. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14(4), 395–398
13. Hawley A. J. i Williams M. M. (1990.) Relationship Between Upper Body Anaerobic Power and Freestyle Swimming Performance. *Tnt J Sports Med*, Vol 12, 1-5
14. Horvat M, (2017.) Fina Pravila plivanja
15. Hraste M., Lozovina V., Radmilo T., (2009.), Ventilacijske funkcije pluća mladih jedriličara i vaterpolista, *Naše more*, Vol. 56 No. 1-2, 2009.
16. Idrizović K., Gonzales-Calleja J., Kontić D., (2014.) Povezanost između morfoloških parametara i brzine šuta, maksimalne snage i brzine plivanja kod elitnih vaterpolista
17. Karaba Jakovljević D. , Jovanović G, Erić M. , Klašnja A. , Slavić D. i Lukač D. (2016.) Antropometrijske karakteristike i funkcionalne sposobnosti vrhunskih veslača i rukometaša
18. Karišik S. , Goranović S. , Valdevit Z. (2011.) Mogućnost selekcije vrhunskih rukometaša u zavisnosti od antropometrijskih karakteristika. *Sport i zdravlje VI (2011)1: 60-66*
19. Keiner M., Wirth K., Fuhrmann S., Kunz M., Hartmann H., Haff G. G. (2019.), The Influence of Upper- and Lower-Body Maximum Strength on Swim Block Start, Turn, and Overall Swim Performance in Sprint Swimming. *Journal of strength and conditioning research*, 2839-2845
20. Kilduff L., Cunningham D., Owen N., West D., Bracken R., Cook C. (2011.) Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 25(9), 2418-2423
21. Kondrič M. , Uljević O. , Gabrilo G. , Kontić D. , Sekulić D. (2012.) General Anthropometric and Specific Physical Fitness Profile of High-Level Junior Water Polo Players. *Journal of Human Kinetics*, 32/2012, 157-165.
22. Lozovina M., Lozovina V., (2009.) Športske ozljede mekih tkiva u vaterpolu, *Naše More*, 56(5-6)
23. Lozovina M., Pavičić L., Lozovina V., (2007.) Analiza razlika između igračkih pozicija u vaterpolu s obzirom na vrstu i intenzitet opterećenja na natjecanju, *Naše more*, 137-149

24. G., Dizdar D., Jukić I., Cardinale M., (2004.) Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 551-555
25. Matijašić I. (2019.) Antropološka obilježja djece predškolske dobi
26. Matvejev, L. P. (1966.) Teorija i metodika sportskog treninga
27. McDonald S. (2019.) Body mass index and swim technique are typically the biggest determining factors , US Masters Swimming ([Does Body Weight Affect Swimming Times? | U.S. Masters Swimming \(usms.org\)](https://www.usms.org/))
28. Mirvić E., Bajrić S., Bajrić O., Trivun M. (2018.) Analiza razlika u brzini plivanja kraul tehnikom između plivača i vaterpolista. *Sport science and health* 8(1):63-71
29. Richards R. (1999.) Talent identification and development: an academic review, *ASCTA Convention*
30. Sadowski J., Mastalerz A., Gromisz W., Niżnikowski T. (2012.) Effectiveness of the Power Dry-Land Training Programmes in Youth Swimmers. *Journal of Human Kinetics* 77-86
31. Smith H. K. (1998.) Applied Physiology of Water Polo, *Sports Med* Nov; 26 (5): 317-334
32. Snyder P., (2008.) Water Polo for Players and Teachers of Aquatics, LA Olympic Foundation
33. Vajdić D. (2017.) Trend promjena rezultata u testovima skok s pripremom i skok bez pripreme u nogometaša mlađih dobnih kategorija
34. Vantorre J., Chollet D., Seifert L., (2014.) Biomechanical Analysis of the Swim-Start: A Review , *Sport Science Med* 13(2): 223–231.
35. Vrdoljak D., Kadić T., Uljević O. (2022.) Konstrukcija i validacija ručnog Wingate testa za procjenu anaerobnih sposobnosti vaterpolo juniora
36. Vučetić V. (2009.) Dijagnostički postupci za procjenu energetske kapaciteta sportaša
37. Vučetić, V., Sukreški M., Sporiš G. (2013.) Izbor adekvatnog protokola testiranja za procjenu aerobnog i anaerobnog energetske kapaciteta. *11. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša 2013.*