

# Povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s rezultatima na veslačkom ergometru

---

Sablić, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:221:804702>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



Repository / Repozitorij:

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



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

**POVEZANOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I  
MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI S REZULTATOM NA  
VESLAČKOM ERGOMETRU**

Diplomski rad

Tomislav Sablić

Split, 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Zavod za kineziologiju individualnih sportova

**POVEZANOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I  
MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI S REZULTATOM NA  
VESLAČKOM ERGOMETRU**

Diplomski rad

**Student:**

Tomislav Sablić

**Mentor:**

doc. dr. sc. Ognjen Uljević

Split, 2019.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	5
3. CILJEVI I HIPOTEZE .....	7
3.1. Cilj istraživanja .....	7
3.2. Hipoteze.....	7
4. METODE ISTRAŽIVANJA.....	8
4.1. Uzorak ispitanika .....	8
4.2. Uzorak varijabli .....	8
4.2.1. Mjerenje morfoloških karakteristika.....	8
4.2.2. Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti.....	10
4.3. Plan istraživanja .....	12
4.4. Metode obrade podataka.....	13
5. REZULTATI.....	14
5.1. Deskriptivna statistika .....	14
5.2. Korelacijska analiza .....	17
6. RASPRAVA .....	20
7. ZAKLJUČAK .....	24
8. LITERATURA.....	25

## SAŽETAK

Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi utjecaj morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti na vremenski rezultat ostvaren na veslačkom ergometru. U tu svrhu izmjerene su vrijednosti na uzorku studenata i studentica treće godine preddiplomskog studija Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu. Uzorak varijabli predstavljale su ukupno 22 varijable: 11 varijabli mjerenja morfoloških karakteristika, 10 varijabli iz testova za procjenu motoričkih sposobnosti te varijabla ergometar kao rezultat testiranja na veslačkom ergometru na dionici od 2000 metara. Mjerenje morfoloških karakteristika uključivalo je sljedeće dimenzije: tjelesna visina i masa, opseg nadlaktice u fleksiji i opseg potkoljenice, dijametar lakta i koljena te kožni nabor bicepsa, tricepsa, lopatice, trbuha i lista. Skup testova za procjenu motoričkih sposobnosti sastojao se od tapinga rukom, tapinga nogom, skoka u dalj s mjesta, sjedećeg bacanja medicinke s prsiju, zgibova nadhvatom, pretklona trupa do sjeda, veslanja na klupi, Biering-Sorensen testa, Wall squat testa te stojećeg pretklona na klupi. Povezanost morfoloških obilježja i motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru utvrđena je korelacijskom analizom, a zaključci doneseni na temelju vrijednosti koeficijenata korelacije promatranih varijabli.

**Ključne riječi:** koeficijent korelacije, korelacijska analiza, morfološke karakteristike, motoričke sposobnosti, veslački ergometar

## **ABSTRACT**

The main aim of this thesis was to determine the influence of morphological characteristics and motor skills on the results achieved on the rowing ergometer. For this purpose, values were measured on a sample of third year undergraduate students of the Faculty of Kinesiology at the University of Split. The sample of variables consisted of a total of 22 variables: 11 variables measuring morphological characteristics, 10 variables from tests for motor skills assessment and the result on a rowing ergometer. The measurement of morphological characteristics included the following dimensions: body height and mass, mid-upper arm circumference and calf circumference, elbow and knee breadth, biceps, triceps, subscapular, suprailiac and calf skinfold. The set of tests for motor skills assessment consisted of hand-tapping, foot-tapping, broad jump test, seated medicine ball throw, chin-ups, full sit-up, seal rows, Biering-Sorensen test, Wall squat test and stand and reach test. The ergometer variable represented the test result achieved on a rowing ergometer at a distance of 2,000 meters. The correlation of morphological characteristics and motor abilities with the result on a rowing ergometer was determined by correlation analysis, while the conclusions were based on the correlation coefficient values of the observed variables.

**Keywords:** correlation analysis, correlation coefficient, morphological characteristics, motor skills, rowing ergometer

## 1. UVOD

Prema strukturi pokreta veslanje pripada skupini monostrukturnih, cikličkih sportova, kojeg karakterizira opetovana kretna struktura. Za veslanje to znače ponavljajući zaveslaji ostvareni u vremenu trajanja veslačkog treninga ili veslačke utrke, tzv. regate. Veslanje se može svrstati u aerobno-anaerobne sportove s dominantnom aerobnom energetsom komponentnom (Mikulić, 2011). S obzirom na standardnu duljinu veslačke staze koja iznosi 2000 m te zbog potreba za stalno dostupom energijom, za vrijeme trajanja veslačke utrke tjelesni mehanizmi namicanja energije (fosfageni, anaerobno-glikolitički, aerobni) dostižu maksimalne fiziološke vrijednosti. „Za ispunjenje različitih zadataka (brzina kontrakcije, trajanje, intenzitet opterećenja itd.) u mišićima postoje različite strukture (vrste mišićnih vlakana), vrste metaboličnih izvora energije (alaktacidni, laktacidni, aerobni) te supstrati (glikogen, mast, bjelančevina)“ (Marinović, 2011, str. 5). Nakon što „starter“ spusti crvenu zastavicu i oglasi početak utrke, s ciljem ostvarenja prednosti nad suparnikom kod veslača se u fazi startnog ubrzanja aktiviraju isključivo brzokontrahirajuća mišićna vlakna, dok se za svladavanje preostalog i najvećeg dijela natjecateljske utrke energija stvara isključivo radom sporokontrahirajućih mišićnih vlakana. Mikulić (2011) ističe kako se zadovoljenje energetske potreba organizma za vrijeme trajanja utrke u fazi startnog ubrzanja ostvaruje anaerobno alaktatno, nakon dostizanja maksimalne brzine te u djelomično prijelaznoj fazi dominantno anaerobno laktatno, da bi nakon otprilike 90 sekundi ključnu ulogu u proizvodnji energije preuzeo aerobni energetski mehanizam. Osim distribucije količine energije potrebne za što učinkovitije svladavanje prostorno-vremenske udaljenosti regatne staze, jednako je važno, posebno u kontekstu natjecateljskog veslanja, kamo usmjeriti energiju. S obzirom na energetske zahtjevnost veslanja, Marinović (2011) ističe važnost stupnja učinkovitosti pretvorbe kemijske energije oslobođene u mišiću u mehaničke učinke veslanja. Prema biomehaničkim načelima, Nolte (1991) navodi kako veslač treba izvoditi pokrete na način koji mu omogućuje prijenos sile u optimalnu propulziju. Veslač stvara silu koja se preko cijele dužine vesla prenosi na vodenu površinu te posljedično dovodi do gibanja čamca. Poriv (propulzija) nastaje kao posljedica hidrodinamičkog djelovanja „lopate“ vesla. Da bi poriv bio što veći, tehnika zaveslaja treba biti što kvalitetnija. Od dva veslača sa sličnim energetske kapacitetima, zanemarujući pritom morfološke, psihosocijalne i druge čimbenike, pobijedit će veslač koji ima bolju tehniku veslanja. Prema Mazzoneu (1988), veslački pokret može se

podijeliti na četiri faze: fazu ubačaja, fazu provlaka (naglasak na noge, zamah trupom, vučenje rukama), fazu vađenja vesla te fazu oporavka. Faza ubačaja predstavlja brzo ubacivanje „lopate“ vesla unutar vodene površine da bi se u fazi provlaka, poštivajući redosljed korištene muskulature (hijerarhijski, s obzirom na jačinu: *noge, leđa, ruke*), osigurali uvjeti za maksimalnu porivnu silu. U korist očuvanja kinetičke energije „ravnomjerna raspodjela brzine je sa stanovišta mehanike najdjelotvorniji način veslanja“ jer „nepotrebno ubrzanje zahtijeva veliku snagu“ (Nuskern, 2011). Remećenje konstantne brzine veslanja „nepotrebni“ promjenama brzine tijekom gibanja dovodi do efekata sličnih onima u fazi finiša utrke gdje „pri rastućem fizikalnom učinku dovode do povišene potrebe za anaerobnim stvaranjem energije“ (Marinović, 2011, str. 12). Važan parametar funkcionalne sposobnosti veslača i jedan od prediktora uspješnosti veslača jest visok maksimalni primitak kisika ( $VO_2max$ ). „ $VO_2max$  je kratica za potrošak kisika pri maksimalnom aerobnom mehanizmu“ (Guyton, 1995, str. 616). Maksimalni primitak kisika vrhunskih veslača iznosi iznad 6 l/min, a maksimalni primitak kisika veslačica iznad 4 l/min (Hagerman, 1984; Secher, 1993; Steinacker, 1993; prema Lawton, 2012). Kao dobar pokazatelj aerobne izdržljivosti, maksimalni primitak kisika prema Marinoviću (2011) pokazuje izravnu povezanost s rezultatima ostvarenim na natjecanjima Međunarodne veslačke organizacije.

Kada situacijske prilike ne dozvoljavaju trening na vodi, veslački ergometar je, uz veslaonicu, jedan od dva moguća izbora za „suhi“ trening veslača. Trening u teretani, s dodatnim vanjskim opterećenjima, također je sastavni dio pripreme veslača, no s obzirom na to da simulirane kretnje ne oponašaju veslačko-specifičan pokret kao što to čini veslački ergometar, u ovom kontekstu je izostavljen. Riječ ergometar, izvedena od lat. „erg“ – rad i „metar“ – mjeriti, predstavlja spravu za mjerenje izvršenog rada osobe – veslača koji taj rad obavlja. Geer (2018) napominje kako su Dick i Peter Dreissigacker, koji su osmislili i izradili prvi „Concept2“ veslački ergometar, još 1981. godine htjeli zadovoljiti dvije stvari: osigurati dobru simulaciju veslačkog zaveslaja te pružiti korisnu i usporedivu količinu izvršenog rada. Danas, zahvaljujući sofisticiranoj tehnologiji, Concept2 postaje standard simulatora u veslačkom svijetu, a nije rijetka pojava niti u bolje opremljenim fitness centrima. S obzirom na dostupne funkcije, odnosno podatke o praćenju vremena, prijeđenoj udaljenosti, tempu zaveslaja, otkucajima srca, potrošenoj energiji (kcal) i proizvedenoj energiji (W) postaje priznat i od Međunarodne veslačke federacije (FISA) i korišten na službenim veslačkim natjecanjima na ergometru. Uz navedene funkcije, ergometar omogućava programiranje veslačkog treninga prateći sve važne parametre, što je prema Geer (2018) i bio cilj Dicka i



Petera Dreissigackera, koji su tada željeli izmjeriti i pratiti svoju kondiciju kao i djelotvornost svojih treninga u smislu unaprjeđenja funkcionalnih sposobnosti. Osim toga, htjeli su usporediti svoje rezultate kako međusobno tako i s drugim veslačima. Marcolin, Lentola, Paoli i Petrone (2015) zaključili su kako je ergometar valjani trenažni operator s obzirom na stvaranje sile na „ručici“ (vesla). Proveli su istraživanje o veslanju u čamcu i veslanju na ergometru. Promatrajući biomehaničke i elektromiografske parametre tijekom veslanja na vodi i veslačkom ergometru, EMG uređajem ustanovljena je izraženija mišićna aktivnost tijekom veslanja na ergometru. To se odnosilo na aktivitet navedenih mišića: biceps brachii, deltoideus medialis, trapezius transversis i vastus medialis. S obzirom na koordinacijske obrasce gibanja između veslanja u (natjecateljskom) čamcu i veslanja na ergometru, u pogledu specifičnosti kretne strukture na koju tijekom veslanja u čamcu utječu brojni remeteći čimbenici (morske struje, valovi i sl.), ta dva oblika veslanja nužno je razgraničiti. „Svaki sport, odnosno sportska disciplina, ima svoju specifičnu unutarnju strukturu, specifične zahtjeve u pogledu strukturalnih, biomehaničkih i energetske komponenti“ (Mikulić, Vučetić, Matković i Oreb, 2005, str. 16). Iako je ergometar optimalan trenažni operator korišten u svrhu unaprjeđenja funkcionalnih sposobnosti te evaluacije postignutih rezultata, zbog odsustva tehničkog segmenta veslačkog zaveslaja u čamcu, rezultat ostvaren na simulatoru ne može se prenijeti na veslanje u natjecateljskom čamcu. Taj rezultat ne smije se uzimati kao jedini relevantni prediktor uspješnosti veslanja u čamcu, već kao prikaz trenutne utreniranosti pojedinca. No, bez obzira na različite oblike veslanja (veslanje u natjecateljskom čamcu, veslačkom ergometru i dr.), u kontekstu metaboličke zahtjevnosti, veslanje kao koordinirana aktivnost angažira sve tjelesne sustave i direktno utječe na promjene antropoloških obilježja. „Antropološka obilježja su organizirani sustavi svih osobina, sposobnosti i motoričkih informacija te njihove međusobne relacije“ (Prskalo, 2004; prema Breslauer, Hublin, Zegnal-Kuretić, 2014, str. 11). Antropološki status, izuzev morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti (kao predmeta istraživanja), čine još funkcionalne i intelektualne sposobnosti te osobine ličnosti i socijalni status. „Motoričke se sposobnosti uvjetno definiraju kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za praktički beskonačan broj manifestnih motoričkih reakcija i mogu se izmjeriti i opisati“ (Findak, 1992; prema Rožić, 2013, str. 13). Motoričke sposobnosti, kao opća funkcionalna obilježja koja se ne mogu opisati samo jednom dimenzijom, dijele se na kvantitativne (brzina, snaga, izdržljivost i fleksibilnost) i kvalitativne (agilnost, koordinacija, preciznost i ravnoteža) sposobnosti (Milanović, D., 2009; Milanović, L., 2008; prema Matijević Mikelić i Morović, 2008). Budući da je veslanje sport snage i izdržljivosti, ono zahtijeva iznimne „kondicijske“ i

koordinacijske sposobnosti. Snaga je potrebna kako bi se veslački čamac pokrenuo, a njegova brzina konstantno održavala. Visoka razina izdržljivosti nužna je za održavanje željene brzine cijelom duljinom veslačke staze, a za čije svladavanje, u ovisnosti o vremenskim uvjetima, treba otprilike 5 i pol minuta (muški osmerac) pa do 7 i pol minuta (skif lakih seniorki). „Dok su maksimalna anaerobna i aerobna snaga značajno povezane s veslačkom izvedbom, veličina tijela i masa su čimbenici nedvojbeno povezani s izvedbom“ (Jurimae i sur., 1999; prema Lukaski, 2017, str. 174). Čimbenik koji, između ostaloga, diferencira uspješne od malo manje uspješnih veslača jesu morfološke karakteristike. „Morfološke karakteristike opisuju građu tijela sportaša i rezultat su biološkog naslijeđa, prehrambenih navika te adaptacije organizma na trenažni proces karakterističan za pojedini sport odnosno sportsku disciplinu“ (Mikulić i sur., 2005, str. 16). Građa tijela opisana je na temelju četiri osnovne antropološke dimenzije, a to su longitudinalna i transverzalna dimenzionalnost koštanog sustava (rast kostiju u dužinu i širinu), balastna masa (masnog tkiva) te cirkularna dimenzionalnost (ukupne mase i obujma tijela). „Veslanje je sport izdržljivosti i longitudinalne dimenzije su nedvojbeno povezane s uspješnošću“ (Claessens i sur., 2005, str. 132). U longitudinalne dimenzije ubrajaju se visina tijela, sjedeća visina, raspon ruku te dužina ruku i nogu. Prema Mikulićevom istraživanju (2005) prosječna tjelesna visina vrhunskih hrvatskih seniora iznosila je 190 cm s prosječnim rasponom ruku od 196 cm, što je bilo u skladu s prosječnim vrijednostima najboljih svjetskih seniorskih veslača. Specifični veslački treninzi u kombinaciji s treninzima opterećenja rezultiraju visokim aerobnim kapacitetima s povećanom metaboličkom učinkovitosti te niskim postotkom tjelesne masnoće uz povećanje mišićne mase (Russel i sur., 1998; prema Lukaski, 2017). Da bi se veslač uklopio u svjetske „okvire“, osim kvalitetnih antropometrijskih značajki, nužno je zadovoljiti i ostale kvantitativno-kvalitativne segmente (fiziološke, psihološke, tehničko-taktičke i dr.).

## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Istražujući kondicijske kapacitete veslača vojno-sportske jedinice Šri Lanke, Perera i Ariyasinghe (2016) ustanovile su visoku povezanost tjelesne mase ( $r = 0,95$ ), mišićne mase ( $r = 0,76$ ) i fleksibilnosti ( $r = 0,69$ ) s vremenom testa na ergometru (2000 m) na uzorku veslačica te anaerobnih funkcionalnih kapaciteta ( $r = 0,81$ ), mišićne mase ( $r = 0,42$ ) i fleksibilnosti ( $r = 0,41$ ) na uzorku veslača. Istraživanje je potvrdilo da su veslači s manjim postotkom tjelesne masti i manjom tjelesnom masom posjedovali veći aerobni kapacitet, dok su veslači s većim anaerobnim kapacitetom povezani s boljom izvedbom na ergometru.

Choszcz, Podstawski i Konopka (2012) proučavali su antropometrijske značajke muških studenata sa smanjenom razinom fizičke aktivnosti te njihovu izvedbu na veslačkom ergometru na dionici od 500 m. Uočili su da su najbolje rezultate postigli studenti tjelesne visine 185-190 cm s tjelesnom masom 90-95 kg i s rukama duljine 80-90 cm. Pozitivan utjecaj posjedovanja duljih udova povezan je s njihovim učinkom poluge i sposobnošću izvođenja duljeg zaveslaja.

Na temelju testa progresivnog opterećenja na veslačkom ergometru, Mikulić (2009) je na uzorku od 25 međunarodno uspješnih „teških“ veslača ustanovio da veslači koji se natječu na dionicama od 6000 m trebaju posvetiti svoje treninge poboljšanju bezmasne tjelesne mase i poboljšanju snage koja odgovara ventilacijskom pragu.

Yoshiga i Higuchi (2003) su ispitujući rezultate veslača i veslačica različitih tjelesnih dimenzija ustanovili da pojedinci većih tjelesnih dimenzija i aerobnog kapaciteta posjeduju prednost za ostvarenje boljeg rezultata na ergometru. Mjereći tjelesnu visinu i masu, količinu mišićne mase, maksimalni primitak kisika i rezultat ergometra (2000 m), ustanovljene su vrlo visoke povezanosti tjelesne visine ( $r = 0,81$ ), tjelesne mase ( $r = 0,85$ ), mišićne mase ( $r = 0,91$ ) i maksimalnog primitka kisika ( $r = 0,90$ ) s rezultatom na ergometru.

Cosgrove, Wilson, Watt i Grant (1999) analizirali su odnos funkcionalnih karakteristika veslača i veslačke izvedbe utvrđenih testom ergometra na dionici od 2000 m te uočili najveću povezanost ( $r = 0,85$ ) maksimalnog primitka kisika i nemasne tjelesne mase s trajanjem izvođenja testa. Rezultati istraživanja ukazuju na to da bi veslači trebali posvetiti vrijeme poboljšanju maksimalnog primitka kisika i povećanju mišićne mase.

Ingham, Whyte, Jones i Nevill (1999) ustanovili su vrlo visoke povezanosti laktatnog praga, maksimalnog primitka kisika, snage pri  $VO_2\text{max}$ , maksimalne sile proizvedene u pet zaveslaja, maksimalne snage i duljine zaveslaja s rezultatom na veslačkom ergometru (2000 m), s najnižom vrijednosti korelacije  $r = 0,87$ . Rezultati mjerenih varijabli mogu poslužiti kao prediktor veslačke uspješnosti.

### **3. CILJEVI I HIPOTEZE**

#### **3.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti na rezultat ostvaren u testu na veslačkom ergometru na dionici od 2000 metara na uzorku studenata Kineziološkog fakulteta u Splitu.

#### **3.2. Hipoteze**

Shodno spoznajama dosadašnjih istraživanja postavljena je alternativna hipoteza „H1“:

H1<sub>a</sub> – Postoji statistički značajna povezanost morfoloških karakteristika s rezultatom na veslačkom ergometru;

H1<sub>b</sub> – Postoji statistički značajna povezanost motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru.

## **4. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **4.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika sastojao se od ukupno 54 studenta, odnosno 38 studenata i 16 studentica treće godine preddiplomskog studija Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu.

### **4.2. Uzorak varijabli**

Uzorak varijabli predstavljale su ukupno 22 varijable: 11 varijabli mjerenja morfoloških karakteristika, 10 varijabli iz testova za procjenu motoričkih sposobnosti te varijabla ergometar kao rezultat testiranja na veslačkom ergometru na dionici od 2000 metara.

#### **4.2.1. Mjerenje morfoloških karakteristika**

Mjerenje morfoloških karakteristika predstavljalo je sljedećih 11 dimenzija antropološkog statusa:

1. TV – tjelesna visina,
2. TM – tjelesna masa,
3. ON – opseg nadlaktice u fleksiji,
4. OP – opseg potkoljenice,
5. DL – dijametar lakta,
6. DK – dijametar koljena,
7. KNB – kožni nabor bicepsa,
8. KNT – kožni nabor tricepsa,
9. KNL – kožni nabor lopatice,
10. KNTR – kožni nabor trbuha,
11. KNLI – kožni nabor lista.

U svrhu mjerenja korišten je sljedeći instrumentarij: zidni metar (mjerenje tjelesne visine), digitalna vaga (mjerenje tjelesne mase), centimetarska vrpca (mjerenje opsega nadlaktice u fleksiji i potkoljenice), kaliper (mjerenje kožnih nabora bicepsa, tricepsa, lopatice i trbuha) i digitalni klizni šestar (mjerenje dijametara lakta i koljena).

Svi opsezi, dijametri i kožni nabori mjereni su na dominantnoj strani tijela. Sve dimenzije antropološkog statusa (isključujući tjelesnu visinu i tjelesnu masu) mjerene su tri puta, a vrijednost aritmetičke sredine sva tri mjerenja uzeta je kao mjerodavna.

Tjelesna visina (TV) mjerena je od najviše točke glave (vertexa) do stopala. Ispitanici su izmjereni bez obuće, tijelom oslonjeni na zid, uz tri kontaktne točke: pete, stražnjica i lopatice. Glava je bila pozicionirana u frankfurtskoj ravnini (uho i oko u horizontalnoj liniji). Ispitanici su trebali duboko udahnuti i zadržati dah za vrijeme očitavanja rezultata.

Tjelesna masa (TM) mjerena je digitalnom vagom na koju su ispitanici pristupali s minimalnom količinom odjeće na sebi.

Opseg nadlaktice u fleksiji (ON) predstavlja centimetarskom vrpcom mjeran najširi dio kontrahirane nadlaktice. Tijekom mjerenja nadlaktica i podlaktica zatvarale su kut od otprilike 90 stupnjeva.

Opseg potkoljenice (OP) predstavlja centimetarskom vrpcom mjeran najširi dio opuštene potkoljenice. Tijekom mjerenja ispitanici su bili u sjedećem položaju.

Dijametar lakta (DL) predstavlja kliznim šestarom mjerenu biepickondilarnu širinu (udaljenost između medijalnog i lateralnog epikondila humerusa) flektirane ruke. Tijekom mjerenja nadlaktica i podlaktica zatvarale su kut od otprilike 90 stupnjeva.

Dijametar koljena (DK) predstavlja kliznim šestarom mjerenu udaljenosti između medijalnog i lateralnog epikondila femura. Tijekom mjerenja ispitanici su bili u sjedećem položaju.

Kožni nabor bicepsa (KNB) predstavlja kaliperom mjeran uzdužni kožni nabor prednje strane nadlaktice, na medijalnom i najširem mjestu dvoglavog mišića (m. biceps). Tijekom mjerenja ruka ispitanika stajala je opušteno uz tijelo.

Kožni nabor tricepsa (KNT) predstavlja kaliperom mjeran uzdužni kožni nabor stražnje strane nadlaktice, na središnjoj točki polovice udaljenosti između akromiona i olekranona (ramenog i lakatnog vrha). Tijekom mjerenja ruka ispitanika stajala je opušteno uz tijelo.

Kožni nabor lopatice (KNL) predstavlja kaliperom mjeran vertikalni kožni nabor, ispod donjeg ruba lopatice. Tijekom mjerenja ispitanici su bili u uspravnom položaju i s relaksiranim ramenima.

Kožni nabor trbuha (KNTR), suprailijačni kožni nabor, predstavlja kaliperom mjeren vertikalni kožni nabor trbuha, 1 cm iznad i 2 cm medijalno od iliospinale. Tijekom mjerenja ispitanici su bili u uspravnom položaju.

Kožni nabor lista (KNLI) predstavlja kaliperom mjeren uzdužni kožni nabor, medijalnog i najšireg dijela potkoljenice. Tijekom mjerenja ispitanici su bili u sjedećem položaju.

#### **4.2.2. Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti**

Procjena razine motoričkih sposobnosti mjerena je korištenjem sljedećih 10 motoričkih testova:

1. TR – taping rukom,
2. TN – taping nogom,
3. SUD – skok u dalj s mjesta,
4. MED – sjedeće bacanje medicine s prsiju,
5. ZGIB – zgibovi nadhvatom,
6. PRET – pretklon trupa do sjeda,
7. PRIV – veslanje na klupi,
8. BS – Biering-Sorensen test,
9. SQUAT – Wall squat test,
10. FLEX – stojeći pretklon na klupi.

„Taping rukom“ (TR) izvodio se sjedeći, brzim i naizmjeničnim dodirima dlanom dominantne ruke od stol unutar dva označena kvadrata. Kvadrati su bili međusobno udaljeni 60 cm. U rezultat se ubrajao svaki dodir dlanom unutar označenih kvadrata. Test se izvodio 20 sekundi i njime je mjerena brzina frekvencije pokreta ruku.

„Taping nogom“ (TN) izvodio se stojeći na nogama, brzim i naizmjeničnim dodirima prstiju stopala dominantne noge unutar dva označena kvadrata na zidu. Kvadrati dimenzija 20 x 20 cm bili su udaljeni 40 cm od tla. U rezultat se ubrajao svaki dodir prstiju stopala unutar označenih kvadrata. Test se izvodio 20 sekundi i njime je mjerena brzina frekvencije pokreta nogu.



Test „skok u dalj s mjesta“ (SUD) izvodio se maksimalnim sunožnim odrazom na metrom označenu podlogu. Ispitanici su imali tri pokušaja, a zabilježen je najbolji rezultat uzevši u obzir udaljenost stopala noge bliže odskočnoj podlozi, u slučaju raznožnog doskoka. Testom je mjerena eksplozivna snaga nogu.

Test „sjededeće bacanje medicinke s prsiju“ (MED) izvodio se sjedeći na tlu, u sjedu raznožnom, pri čemu su leđa i stražnjica održavali stalan kontakt s podlogom, a ispitanici su bacali medicinku s prsiju u dalj. Od tri pokušaja vrednovan je najbolji rezultat. Studenti su rukovali s medicinkom težine 5 kg, a studentice 4 kg. Testom je mjerena eksplozivna snaga (jakost) ruku i ramenog pojasa.

Test „zglobovi nadhvatom“ (ZGIB) izvodio se tehnikom „nadhvat“ (dlanovi preko šipke) pri čemu su se ispitanicima vrednovali zgibovi izvedeni s bradom iznad šipke (u gornjoj poziciji) te potpuno opruženim rukama (u donjoj poziciji). Test se izvodio do otkaza i bez vremenskog ograničenja, a njime je mjerena repetitivna snaga gornjeg dijela tijela (primarno leđa i ruku).

Test „pretklon trupa do sjeda“ (PRET) izvodio se u trajanju od 60 sekundi pri čemu su ispitanici sjedeći s rukama prekrizanim na prsima izvodili pregibe trupom. Pravilno ponavljanje predstavljalo je dodirivanje tla leđima tijekom faze opružanja trupa (u donjoj poziciji) i dodirivanje natkoljenica s rukama na prsima kod faze pregibanja (u gornjoj poziciji). Testom je mjerena repetitivna snaga mišića pregibača trupa (trbušnih mišića, m. rectus abdominis).

Test „veslanje na klupi“ ili veslački privlak (PRIV) izvodio se ležeći na klupi pri čemu su ispitanici snagom mišića ruku, leđa i stražnjeg ramena „veslali“ sa šipkom težine 10,9 kg i dodatnim opterećenjem – studenti s dodatnih 30 kg (2 ploče od 15 kg) i sveukupno 40,9 kg te studentice s dodatnih 10 kg (2 ploče od 5 kg), sveukupnog težinskog opterećenja 20,9 kg. Pravilno ponavljanje zahtijevalo je potpuno opružanje ruku u ekscentričnoj fazi pokreta i dodirivanje klupe šipkom u koncentričnoj fazi pokreta. Test se izvodio u trajanju od 30 sekundi, a njime je mjerena jakost (snaga).

„Biering-Sorensen“ test (BS) izvodio se ležeći na ravnoj klupi, pri čemu su kukovi i donji ekstremiteti bili u konstantom doticaju s klupom, a trup i ruke (prekrizene na prsima) stajali opruženi u zraku. Ispitaniku su držane potkoljenice i test se izvodio do otkaza, a njime je mjerena statička snaga mišića opružača trupa (posteriornih stabilizatora kralježnice, m. erector spinae).

„Wall squat“ test (SQUAT) izvodio se maksimalnim izdržajem u sjedu, u poziciji s leđima i glavom u neprestanom kontaktu sa zidom, pri čemu su ispitanici držali dlanove na kukovima, a natkoljenica i potkoljenica zatvarale su kut od otprilike 90 stupnjeva. Testom je mjerena statička snaga nogu.

Test „stojeći pretklon na klupi“ (FLEX) izvodio se stojeći, pri čemu su ispitanici bili bosonogi. Spuštajući se postupno u pretklon i prstima ruku prateći metarsku liniju (koja je prolazila između stopala), ispitanici su za cilj imali postići maksimalnu amplitudu pokreta i zadržati se u takvom položaju otprilike tri sekunde. Test se uzastopno ponavljao tri puta, a vrednovan je najbolji rezultat. Testom je mjerena fleksibilnost.

### **4.3. Plan istraživanja**

Provjera motoričkih sposobnosti te mjerenja morfoloških karakteristika, kao i testiranje na veslačkom ergometru, provodili su se u dvoranskom prostoru HVK-a Gusar u Splitu.

Svi ispitanici uključeni u istraživanje, studenti treće godine preddiplomskog studija Kineziološkog fakulteta u Splitu, programom kolegija „*Sportovi na vodi I*“ upoznali su se s radom na veslačkom ergometru. Odradivši višetjedne pripreme na ergometru, studenti su bili kondicijski spremni za test ergometra na dionici od 2000 metara, koji je za njih ujedno predstavljao jedan od uvjeta za prolaznu ocjenu na istoimenom kolegiju.

Ispitanici su svim dijelovima testiranja pristupili klinički zdravi.

Provjera motoričkih sposobnosti i mjerenje morfoloških karakteristika provedeni su u odvojenim terminima u odnosu na testiranje na veslačkom ergometru zbog mišićno-živčanog zamora uslijed izvršenja testa na ergometru, a kako bi rezultati testova motoričkih sposobnosti bili što vjerodostojniji.

Uzevši u obzir da je za višu ocjenu na kolegiju bilo potrebno ostvariti bolji rezultat na ergometru, čimbenik motiviranosti pridonio je natjecateljskim uvjetima. Nadalje, spolno kategorizirani ispitanici sudjelovali su u testu veslajući u skupinama, jedni pored drugih, što je moralo utjecati i na porast kompetitivnosti i posljedično značajniji rezultat.

#### 4.4. Metode obrade podataka

Sukladno cilju istraživanja korištene su sljedeće metode:

- I. Deskriptivna statistika korištena je za opisivanje i analizu mjerenih pojava na razini skupa prikupljenih podataka temeljem deskriptivnih parametara mjerenih varijabli: broj ispitanika (Valid N), aritmetička sredina (Mean), minimalni rezultat (Minimum), maksimalni rezultat (Maximum), standardna devijacija (Std. Dev.) te p-vrijednost (p-value);
- II. Kolmogorov-Smirnov test (K-S test) korišten je za testiranje normaliteta distribucije;
- III. Korelacijska analiza korištena je za utvrđivanje povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru na temelju koeficijenta korelacije promatranih varijabli.

Analiza prikupljenih podataka izvršila se u statističkom programu „Statistica 13“. Svi statistički testovi provodili su se na razini značajnosti  $p < 0,05$ .

## **5. REZULTATI**

### **5.1. Deskriptivna statistika**

Korištenjem deskriptivne statistike, u kontekstu promatranih varijabli, testova procjene motoričkih sposobnosti i morfoloških karakteristika te rezultata testa na veslačkom ergometru, navedene su vrijednosti broja ispitanika, aritmetičke sredine, minimalnog i maksimalnog rezultata, standardne devijacije te koeficijenta značajnosti (p-value).

Ispitanici, studenti Kineziološkog fakulteta u Splitu, spolno kategorizirani, opisani su u tablicama deskriptivne statistike na sljedećim stranicama.

Tablica 1 Deskriptivni parametri varijabli na uzorku studenata: broj ispitanika (Valid N), aritmetička sredina (Mean), minimalni rezultat (Minimum), maksimalni rezultat (Maximum), standardna devijacija (Std. Dev.) te p-vrijednost (p-value)

Varijable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.	p-value
TR	21	46,810	36,000	57,000	5,776	1,000
TN	21	29,190	23,000	35,000	3,219	0,957
SUD	21	236,667	207,000	295,000	19,696	<b>0,015</b>
MED	21	460,333	380,000	580,000	52,487	0,318
ZGIB	21	13,714	5,000	23,000	4,451	0,597
PRET	21	53,000	41,000	63,000	6,387	1,000
PRIV	21	18,333	10,000	28,000	4,715	0,665
BS	21	102,524	31,000	150,000	27,180	0,080
SQUAT	21	86,095	30,000	240,000	47,781	<b>0,003</b>
FLEX	21	22,190	7,000	39,000	7,657	0,423
TV	21	180,214	168,000	193,500	6,871	0,930
TM	21	77,681	62,500	92,100	7,937	0,985
ON	21	35,243	31,000	41,000	2,623	0,423
OP	21	38,410	33,500	46,000	3,079	0,160
DL	21	6,807	6,018	7,665	0,383	0,361
DK	21	8,984	8,348	9,980	0,483	0,641
KNB	21	3,917	2,667	5,200	0,790	1,000
KNT	21	8,643	5,067	13,067	2,352	1,000
KNL	21	9,886	7,267	14,400	1,999	0,342
KNTR	21	4,522	3,067	6,733	0,986	0,361
KNLI	21	6,732	4,000	10,600	1,957	0,823
ERG	21	436,424	407,700	481,900	17,510	0,093

LEGENDA: TR – taping rukom, TN – taping nogom, SUD – skok u dalj s mjesta, MED – sjedeće bacanje medicine s prsiju, ZGIB – zgibovi nadhvatom, PRET – pretklon trupa do sjeda, PRIV – veslanje na klupi (Veslački privlak), BS – Biering-Sorensen test, SQUAT – Wall squat test, FLEX – stojeći pretklon na klupi, TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, ON – opseg nadlaktice u fleksiji, OP – opseg potkoljenice, DL – dijametar lakta, DK – dijametar koljena, KNB – kožni nabor bicepsa, KNT – kožni nabor tricepsa, KNL – kožni nabor lopatice, KNTR – kožni nabor trbuha, KNLI – kožni nabor lista, ERG – rezultat na veslačkom ergometru

Korištenjem Kolmogorov-Smirnovljeva (K-S) testa za utvrđivanje normaliteta distribucije na promatranom uzorku studenata, rezultati prikazani u tablici 1 pokazali su da varijable SUD i SQUAT nisu normalno distribuirane ( $p < 0,05$ ), dok su ostale varijable normalno distribuirane

( $p > 0,05$ ). Promatrajući vrijednosti standardne devijacije, kao mjere raspršenosti rezultata, najveći varijabilitet pripisan je varijablama MED (52,487) i SQUAT (47,781).

Tablica 2 Deskriptivni parametri varijabli na uzorku studentica: broj ispitanika (Valid N), aritmetička sredina (Mean), minimalni rezultat (Minimum), maksimalni rezultat (Maximum), standardna devijacija (Std. Dev.) te p-vrijednost (p-value)

Varijable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.	p-value
TR	15	47,133	41,000	54,000	3,720	0,776
TN	15	28,800	23,000	37,000	4,246	0,603
SUD	15	187,667	148,000	207,000	16,374	0,094
MED	15	342,733	290,000	400,000	35,925	1,000
ZGIB	15	1,133	0,000	10,000	2,532	<b>0,000</b>
PRET	15	49,933	36,000	61,000	6,216	0,205
PRIV	15	22,867	13,000	37,000	7,800	0,854
BS	15	146,400	74,000	273,000	62,891	0,466
SQUAT	15	80,733	40,000	138,000	30,574	0,718
FLEX	15	30,867	22,000	38,000	4,211	0,340
TV	15	170,167	158,000	179,000	6,312	0,610
TM	15	64,713	52,800	81,900	8,838	0,579
ON	15	29,587	26,500	33,500	2,084	0,708
OP	15	37,073	33,300	42,000	2,433	0,448
DL	15	6,423	5,500	9,650	0,966	<b>0,000</b>
DK	15	8,568	6,599	10,000	0,910	0,276
KNB	15	7,438	3,067	12,300	2,621	0,756
KNT	15	15,709	9,333	22,333	3,706	0,915
KNL	15	13,756	6,400	20,800	4,147	0,949
KNTR	15	8,969	4,400	15,200	3,563	1,000
KNLI	15	15,367	6,200	22,267	4,189	0,252
ERG	15	514,827	472,000	555,000	25,284	1,000

LEGENDA: TR – taping rukom, TN – taping nogom, SUD – skok u dalj s mjesta, MED – sjedeće bacanje medicine s prsiju, ZGIB – zgibovi nadhvatom, PRET – pretklon trupa do sjeda, PRIV – veslanje na klupi (Veslački privlak), BS – Biering-Sorensen test, SQUAT – Wall squat test, FLEX – stojeći pretklon na klupi, TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, ON – opseg nadlaktice u fleksiji, OP – opseg potkoljenice, DL – dijametar lakta, DK – dijametar koljena, KNB – kožni nabor bicepsa, KNT – kožni nabor tricepsa, KNL – kožni nabor lopatice, KNTR – kožni nabor trbuha, KNLI – kožni nabor lista, ERG – rezultat na veslačkom ergometru

Na uzorku studentica rezultati K-S testa pokazali su da varijable ZGIB i DL nisu normalno distribuirane ( $p < 0,05$ ), dok su ostale varijable normalno distribuirane ( $p > 0,05$ ). Najveći varijabilitet postignutih rezultata ostvaren je u varijabli BS (62,891).

## 5.2. Korelacijska analiza

Korištenjem korelacijske analize za utvrđivanje povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru, povezanost je izražena koeficijentima korelacije. Na sljedećim stranicama prikazane su vrijednosti koeficijenta korelacije varijabli morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s varijablom rezultata na veslačkom ergometru.

*Tablica 3* Koeficijenti korelacije za skup promatranih varijabli s varijablom rezultat na veslačkom ergometru na uzorku studenata (N = 21)

Varijable	ERG
TR	-0,305
TN	<b>-0,445</b>
SUD	-0,260
MED	0,004
ZGIB	-0,368
PRET	-0,247
PRIV	-0,031
BS	-0,234
SQUAT	<b>-0,577</b>
FLEX	<b>-0,552</b>
TV	<b>-0,459</b>
TM	-0,400
ON	0,004
OP	-0,261
DL	-0,043
DK	0,294
KNB	-0,177
KNT	0,068
KNL	0,176
KNTR	-0,305
KNLI	<b>-0,445</b>

LEGENDA: TR – taping rukom, TN – taping nogom, SUD – skok u dalj s mjesta, MED – sjedeće bacanje medicine s prsiju, ZGIB – zgibovi nadhvatom, PRET – pretklon trupa do sjeda, PRIV – veslanje na klupi (Veslački privlak), BS – Biering-Sorensen test, SQUAT – Wall squat test, FLEX – stojeći pretklon na klupi, TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, ON – opseg nadlaktice u fleksiji, OP – opseg potkoljenice, DL – dijametar lakta, DK – dijametar koljena, KNB – kožni nabor bicepsa, KNT – kožni nabor tricepsa, KNL – kožni nabor lopatice, KNTR – kožni nabor trbuha, KNLI – kožni nabor lista

Tablica 3 prikazuje statistički značajne povezanosti varijabli na uzorku studenata: SQUAT (0, 577), FLEX (0, 552), TV (0,459), TN i KNLI (0,445).

Tablica 4 Koeficijenti korelacije za skup promatranih varijabli s varijablom rezultat na veslačkom ergometru na uzorku studentica (N = 15)

Varijable	ERG
TR	0,235
TN	-0,356
SUD	-0,229
MED	<b>-0,670</b>
ZGIB	0,144
PRET	-0,129
PRIV	-0,368
BS	-0,001
SQUAT	<b>-0,619</b>
FLEX	0,329
TV	<b>-0,626</b>
TM	<b>-0,918</b>
ON	<b>-0,675</b>
OP	<b>-0,747</b>
DL	-0,180
DK	-0,261
KNB	<b>-0,513</b>
KNT	<b>-0,683</b>
KNL	<b>-0,563</b>
KNTR	<b>-0,450</b>
KNLI	<b>-0,564</b>

LEGENDA: TR – taping rukom, TN – taping nogom, SUD – skok u dalj s mjesta, MED – sjedeće bacanje medicine s prsiju, ZGIB – zgibovi nadhvatom, PRET – pretklon trupa do sjeda, PRIV –



veslanje na klupi (Veslački privlak), BS – Biering-Sorensen test, SQUAT – Wall squat test, FLEX – stojeći preklon na klupi, TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, ON – opseg nadlaktice u fleksiji, OP – opseg potkoljenice, DL – dijametar lakta, DK – dijametar koljena, KNB – kožni nabor bicepsa, KNT – kožni nabor tricepsa, KNL – kožni nabor lopatice, KNTR – kožni nabor trbuha, KNLI – kožni nabor lista

Tablica 4 prikazuje statistički značajne povezanosti varijabli na uzorku studentica: TM (0,918), OP (0,747), KNT (0,683), ON (0,675), MED (0,670), TV (0,626), SQUAT (0,619), KNLI (0,564), KNL (0,563), KNB (0,513), KNTR (0,450).

## 6. RASPRAVA

Protokol sjedećeg bacanja medicinke (težine 4 kg) koristila je i Nacionalna hokejaška liga (NHL), ali je prikladan za bilo koji sport u kojemu je važna jakost gornjeg dijela tijela, npr. veslanje, tenis (Topend Sports, 2019). Rezultat u sjedećem bacanju medicinke s prsiju (MED) kvalitetan je pokazatelj eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa što su potvrdili Harris i sur. (2011) istraživanjem sjedećeg bacanja medicinke kao pokazatelja jakosti gornjeg dijela tijela na starijoj odrasloj populaciji. Procjena valjanosti i pouzdanosti testa izvršena je odrađivanjem šest testova sjedećeg bacanja medicinke dvije različite mase (1,5 i 3 kg) u vremenskom razmaku od dva dana. Paralelno je odrađeno i šest testova „eksplozivnih“ sklekova, a Bland-Altmanova analiza pokazala je da su 94% razlika između vrijednosti ta dva dana bile unutar 95 %-tnog intervala pouzdanosti što čini test visoko pouzdanim za testiranje snage gornjeg dijela tijela. S obzirom na to da bacanje medicinke zahtijeva eksplozivnu komponentu, a eksplozivnost je u najvećoj mjeri urođena, očekivan je i širok raspon dobivenih rezultata. Nadalje, kut izbačaja medicinke za ostvarenje maksimalnog dometa važan je čimbenik postizanja dobrog rezultata. Stručnjaci navode da je optimalan kut izbačaja za maksimalnu iskoristivost paraboličnog kretanja kut od 45 stupnjeva (Study.com, 2019). Shodno tome, svi izbačajni kutovi, različiti od optimalnog, utjecali su na daljinu bacanja i u konačnici na raspršenost podataka.

Širok raspon rezultata ostvarenih u varijablama SQUAT (Wall squat test) i BS (Biering-Sorensen test) može se pripisati psihološkim čimbenicima. Važno je prepoznati potencijalni učinak psiholoških čimbenika na testu izdržljivosti s obzirom na to da mišićna izdržljivost može biti odraz čimbenika kao što su konkurentnost, tolerancija na bol i dosada (Clark i sur., 2015). Da bi se izbjegli navedeni remeteći čimbenici tijekom izvođenja odabranih testova izometričke izdržljivosti, u sklopu ovog istraživanja moglo se upotrijebiti dodatno vanjsko opterećenje uz pomoć kojeg bi kraj testa nastupio uslijed mišićnog zamora, a u manjoj mjeri zbog nedostatka motivacije za održavanje kontrakcije. No, s obzirom na to da Clark i sur. (2015) ističu kako težina vlastitog tijela opterećuje leđa ekvivalentno teretu od 4000 N, dodatno opterećenje nije korišteno, iako se radilo o klinički zdravoj i sportski aktivnoj populaciji.

Varijabla SQUAT (Wall squat test) visoko korelira s rezultatom testa na ergometru, a radi se o prethodno spomenutom testu izometričke izdržljivosti donjih ekstremiteta na čije rezultate

utječu i psihološki čimbenici – motiviranost ispitanika da odrade test do kraja. S psihološke točke gledišta, visoko motivirani pojedinci koji se općenito trude postići što bolji rezultat, vjerojatno će to učiniti i u testu ergometra (posebno ako im je to uvjet za bolju ocjenu iz kolegija). Istraživanja su pokazala da se ekstrinzično motivirani sportaši uglavnom usredotočuju na nagrade i priznanje, dok se intrinzično motivirane sportašice usredotočuju na zabavu i ovladavanje zadacima (Tuffey, 2000; prema Chin, Khoo, Low, 2012). Sa sportske točke gledišta, snažne i izdržljive noge su „alat“ za generiranje maksimalne sile zaveslaja. Seniorski veslači koji su pobjeđivali u utrci, s prosječnom razlikom od  $13,0 \pm 0,7$  sekundi na 1500 m, nisu imali bolja vremena na ergometru na 2000 m niti bilo koju antropometrijsku prednost, ali su imali umjereno veću snagu nogu u vježbi nožnog potiska (Lawton, 2012).

Jürimäe i sur. (2009) donijeli su zaključak da vježba nožnog potiska (*Leg press*) može biti korištena u svrhu mjerenja veslačko-specifične snažne izdržljivosti, prateći parametre fizioloških utjecaja vježbi nožnog potiska, veslanja na klupi te veslanja na ergometru (broj zaveslaja/ponavljanja, srčanu frekvenciju, laktate u krvi te RPE skalu), uslijed kojih je broj ponavljanja ostvaren u testu nožnog potiska visoko korelirao s rezultatom testa na veslačkom ergometru. „Temeljem podataka s treninga snage vrhunskih muških veslača, preporučene težinske vrijednosti za jedno maksimalno ponavljanje (iskazane u relativnom odnosu na tjelesnu težinu) iznose 1,9 za mrtvo dizanje i stražnji čučanj te 1,3 za veslanje na klupi, dok za veslačice preporučene vrijednosti iznose 1,6 za mrtvo dizanje i stražnji čučanj te 1,2 za veslanje na klupi“ (McNeely, Sandler, Bamel, 2005; prema Lawton, 2012, str. 36).

Varijabla FLEX (stojeći pretklon na klupi) također visoko korelira s rezultatom testa na ergometru. Dubokim pretklonom na klupi mjerena je fleksibilnost posteriornog dijela tijela, ponajviše lumbalnog dijela kralježnice te mišića stražnje lože. Dobra fleksibilnost navedene muskulature omogućuje veće opružanje tijela pri početku zaveslaja (prije faze ubačaja) i posljedično generiranje propulzivne sile koja djelovanjem na duljem putu pridonosi s više preveslanih metara. Šimić (2015) navodi kako loša fleksibilnost mišića nogu i leđa dovodi do mogućih ozljeda leđa u veslanju. Budući da se mišići stražnje lože vezuju za zdjelicu, ukoliko su skraćeni, pri odlasku na početak zaveslaja postaju prenapeti i mogu dovesti do povećane fleksije u lumbalnom području.

Varijabla TV (tjelesna visina) na muškom uzorku ispitanika postigla je srednju visoku korelaciju s rezultatom testa na veslačkom ergometru. „Međunarodno uspješni veslači su viši, teži, veće sjedeće visine te imaju manji postotak tjelesne masnoće od svojih manje uspješnih

kolega“ (Bourgois i sur., 2000; Bourgois i sur., 2001; Drarnitsyn, Ivanova, Sazonov, 2009; Kerr i sur., 2007; Mikulić, 2008, 2009; prema Lawton, 2012, str. 35). Tjelesna visina je, neupitno, jedan od ograničavajućih parametara uspješnosti u veslanju. „Duge noge pojačavaju potisak u fazi provlaka tijekom veslačkog zaveslaja, što znači da su veslači s dugim nogama u biomehantičkoj prednosti“ (Claessens i sur., 2005, str. 132).

S obzirom na to da se u istraživanju ovog diplomskog rada nije radilo o populaciji veslača, ispitanici s manjim longitudinalnim dimenzijama (prvenstveno manjom tjelesnom visinom), zahvaljujući funkcionalnim i motoričkim sposobnostima, mogli su kompenzirati nižu tjelesnu visinu i ostvariti jednako dobar rezultat. Primjerice, moguće je da prosječno visoka osoba posjeduje iznadprosječnu kondicijsku spremnost, ali i da iznadprosječno visoka osoba ima znatno lošiju tjelesnu kondiciju. Tada će prva osoba koristeći svoj funkcionalni potencijal i održavajući veći prosječni broj zaveslaja u minuti kroz cijelu utrku, čak i s nešto manjom snagom provlaka, odveslati istu dionicu od 2000 m u kraćem vremenu od iznadprosječno visoke osobe s lošijom kondicijom.

Varijable TN (taping nogom) i KNLI (kožni nabor lista) pokazale su srednju korelaciju s rezultatom testa na veslačkom ergometru. Taping nogom imao je za cilj prikazati brzinu frekvencije pokreta donjih ekstremiteta. Brzina frekvencije pokreta kao motorička sposobnost definirana je maksimalno brzim izvođenjem ponavljajućih pokreta konstantne amplitude. Uzevši u obzir da visok tempo zaveslaja doprinosi brzini kretanja čamca, jednostavno je za zaključiti da je za održavanje konstantno visoke brzine kretanja potreban stalni visoki broj zaveslaja koji na regatnim utrkama dostiže prosječne vrijednosti od 40 zaveslaja u minuti. Analizom rezultata olimpijske regate u Riju 2016. godine ustanovljeno je da su pobjednici imali najveći raspon brzine kretanja među svim finalistima, pritom zadržavajući veću brzinu čamca tijekom prvih i posljednjih 500 m te relativno manju brzinu kretanja pri sredini staze (Kleshnev, 2016).

Varijabla KNLI (kožni nabor lista) ostvarila je srednju korelaciju s rezultatom na ergometru. Kao što se često može primijetiti kod trkača, biciklista i skijaša, uspješni veslači su prema Seileru (1996) okarakterizirani kao sportaši s iznadprosječnim postotkom tipa I (sporih) mišićnih vlakana u nozi, s izmjerenim vrijednostima i do 85%. Iako je generalna pretpostavka da masno tkivo ima negativan utjecaj na izvedbu, Arrese i Ostáriz (2007) su testiranjem homogene skupine od 130 vrhunskih muških trkača uočili visoku povezanost kožnog nabora kvadricepsa, medijalnog dijela lista i vremena na 1500 metara s vremenom na 10000 metara

te utvrdili da je debljina kožnih nabora u donjim ekstremitetima pozitivno povezana s vremenima trčanja te kao takva može biti koristan prediktor sportskih postignuća.

Na uzorku studentica, antropometrijske varijable vrlo visoko koreliraju s rezultatom testa na ergometru. Tjelesna masa (TM) tako gotovo u potpunosti korelira s rezultatom testa. „Nizom istraživanja utvrđeno je da su vrhunski veslači visoki, teški i muskulozni sportaši s visokim udjelom sporih mišićnih vlakana u strukturi mišićnog tkiva. Pobjednici međunarodnih regata tjelesnom visinom prelaze 190 cm, a tjelesnom masom 90 kg“ (Mikulić, 2008, str. 87). Vrlo visoka korelacija ostvarena je i u opsezima potkoljenice te nadlaktice (u fleksiji) te svih mjerenih kožnih nabora (tricepsa, lista, lopatice, bicepsa te trbuha). Od varijabli motorike, visoku korelaciju s rezultatom testa na ergometru ostvarile su varijable MED i SQUAT. Seiler (1996) navodi da su veslači obično jači od ostalih sportaša po izdržljivosti, na tipičnim vježbama snage poput nožne ekstenzije, a ta veća snaga često je povezana s većom visinom i tjelesnom masom. Značaj „aktivne“ (mišićne) tjelesne mase jest od iznimne važnosti za veslanje zbog mogućnosti generiranja veće sile, koja uz izraženu longitudinalnu dimenzionalnost stvara uvjete za dulji zaveslaj, veću propulzivnu silu i veću brzinu kretanja. S obzirom na to da „balast“ ne utječe na „negativnu“ plovnost tijekom veslanja na ergometru, kao što bi bio slučaj kod veslanja u veslačkom čamcu, povećana tjelesna masa može se promatrati isključivo kao mehanizam postizanja snažnije sile provlaka. Povećane mjere opsega potkoljenice te nadlaktice u fleksiji, kao i kožnih nabora, utječu na ukupnu tjelesnu masu i kumulativno pridonose boljem rezultatu testa na ergometru.

Na temelju provedenog istraživanja, mogu se prihvatiti početne hipoteze  $H_{1a}$  i  $H_{1b}$  s obzirom na postojanost statističke značajne povezanosti više varijabli morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru.

## 7. ZAKLJUČAK

Svrha ovog rada bila je ispitati povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti s rezultatom na veslačkom ergometru.

Na temelju spoznaja dosadašnjih istraživanja te dobivenih rezultata, potvrđene su hipoteze H1<sub>a</sub> i H1<sub>b</sub>. Još jednom dokazano je da uspješnost kako u veslanju kao sportu tako i veslanju na ergometru izravno ovisi o morfološkom sklopu i motoričkim sposobnostima.

No, za detaljniju analizu multidimenzionalne uspješnosti, potrebno ju je promatrati kroz jednadžbu specifikacije pritom analizirajući mogući utjecaj psihofizičkih karakteristika, tehničko-taktičkih sposobnosti i vanjskih čimbenika.

Rezultati provedenog istraživanja pružit će informacije za buduća istraživanja prema kojima će istraživači moći tragati kako za morfološkim i motoričkim tako i za psihosocijalnim i drugim čimbenicima koji definiraju uspješnost u sportu.

## 8. LITERATURA

- Arrese, A. L., Ostáriz, E. S. (2006). Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *Journal of Sports Sciences*, 24(1), 69–76, DOI: 10.1080/02640410500127751.
- Breslauer, N., Hublin, T., Zegnal-Kuretić, M. (2014). *Osnove kineziologije*, <<https://www.mev.hr/wp-content/uploads/2013/12/Osnove-kineziologije-skripta.pdf>>.
- Chin, N. S., Khoo, S., Low, W. Y. (2012). Self-Determination and Goal Orientation in Track and Field. *Journal of Human Kinetics*, 33, 151–161, DOI: 10.2478/v10078-012-0054-0.
- Choszcz, D., Podstawski, R., Konopka, S. (2012). Modeling of anthropometric determinants of rowing ergometer performance on a distance of 500 meters for physically inactive males. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(3), 274–283, DOI: 10.7752/jpes.2012.03042.
- Claessens, A. L. i sur. (2005). Body proportions of elite male junior rowers in relation to competition level, rowing style and boat type. *Kinesiology*, 37(2), 123–132.
- Clark, C. i sur., (2015). *Biering-Sorensen Test*, <<https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/beiring-sorensen-test>>.
- Cosgrove, M.J., Wilson, J., Watt, D., Grant, S.F. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *Journal of Sports Sciences*, 17(11), 845–852, DOI: 10.1080/026404199365407.
- Geer, J. (2018). *What is an Erg?*, <<https://www.concept2.com/news/what-erg>>.
- Guyton, A. C. (1995). *Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti*. Zagreb: Medicinska naklada.
- Harris, C. i sur. (2011). The Seated Medicine Ball Throw as a Test of Upper Body Power in Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2344–2348, DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181ecd27b.
- Ingham, S., Whyte, G., Jones, K., Nevill, A.M. (1999). Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Psychology*, 88(3), 243–246, DOI: 10.1007/s00421-002-0699-9.

- Jürimäe, T. i sur. (2010). Relationship between rowing ergometer performance and physiological responses to upper and lower body exercises in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(4), 434–437, DOI: 10.1016/j.jsams.2009.06.003.
- Kleshnev, V. (2016). *Trends of boat speed, stroke rate and race strategy after Rio-2016 Olympics*, <[http://biorow.com/index.php?route=information/news/news&news\\_id=9](http://biorow.com/index.php?route=information/news/news&news_id=9)>.
- Lawton, T. W. (2012). *Strength testing and training of elite rowers*, <<https://pdfs.semanticscholar.org/5047/37932c2692227996b68ac49269aece7d0f23.pdf>>.
- Lukaski, H. C. (2017). *Body Composition – Health and Performance in Exercise and Sport*. Boca Raton: CRC Press.
- Marcolin, G., Lentola, A., Paoli, A., Petrone, N. (2015). Rowing on a Boat Versus Rowing on an Ergo-meter: A Biomechanical and Electromyographycal Preliminary Study. *Procedia Engineering*, 112, 461–466, DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.225.
- Marinović, M. (2011). *Povezanost respiracijskih, energetskih i metaboličkih pokazatelja s fizičkom učinkovitosti veslača na veslačkom ergometru*. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.
- Matijević Mikelić, V., Morović, S. (2008). Trening snage u djece. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, 22(1-2), 33–38.
- Mazzone, T. (1988). Kinesiology of the rowing stroke. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 10(2), 4–13.
- Mikulić, P. (2008). Antropometrijski i fiziološki profil veslača različite dobi i kvalitativne razine. *Kinesiology*, 40(1), 80–88.
- Mikulić, P. (2009). Anthropometric and Metabolic Determinants of 6,000-m Rowing Ergometer Performance in Internationally Competitive Rowers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1851–1857, DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b3dc7e.
- Mikulić, P. (2011). *Fiziološka analiza veslanja*, <[http://www.mladost.hr/Uploads/1/2/491/725/TrenerskiSeminar\\_FizioloskaAnalizaVeslanja.pdf](http://www.mladost.hr/Uploads/1/2/491/725/TrenerskiSeminar_FizioloskaAnalizaVeslanja.pdf)>.
- Mikulić, P., Vučetić V., Matković B., Oreb G. (2005). Morfološke i somatotipske karakteristike vrhunskih hrvatskih veslača. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 20(1), 15–19.



- Nolte, V. (1991). Introduction to the Biomechanics of Rowing. *FISA Coaching Development Programme*, 3, 83–118.
- Nuskern, G. (2011). *Fizika veslanja*, <[http://www.mladost.hr/Uploads/1/2/491/527/Fizika\\_veslanja1.pdf](http://www.mladost.hr/Uploads/1/2/491/527/Fizika_veslanja1.pdf)>.
- Perera, A. D. P., Ariyasinghe, A. S. (2016). Relationship between Physical Fitness, Performance and Injury Prevalence in Sri Lankan Rowers. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(5), 141–146.
- Rožić, I. (2013). *Razvoj brzine učenika i učenica mlađe školske dobi kao spolni dimorfizam*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Seiler, S. (1996). *Physiology of the Elite Rower*, <<https://pdfs.semanticscholar.org/3f38/6238b342aed968ac44d23f5fd6cdeac391dd.pdf>>.
- Study.com (2019). *Projectile Motion*, <<https://study.com/academy/answer/mathematically-prove-that-the-maximum-range-of-a-projectile-occurs-when-it-is-fired-at-45-degrees-above-the-horizontal.html>>.
- Šimić, B. (2015). *Prevenција ozljeda leđa u veslanju*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Topend Sports (2019). *Seated medicine ball throw*, <<https://www.topendsports.com/testing/tests/medicine-ball-throw-seated.htm>>.
- Yoshiga, C. C, Higuchi, M. (2003). Rowing performance of female and male rowers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(5), 317–321, DOI: 10.1034/j.1600-0838.2003.00321.x.