

# Metrijske karakteristike novokonstruiranog testa za procjenu anaerobnih sposobnosti vaterpolista juniora

---

Žužić, Marko

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:221:064909>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**METRIJSKE KARAKTERISTIKE  
NOVOKONSTRUIRANOG TESTA ZA  
PROCJENU ANAEROBNIH  
SPOSOBNOSTI VATERPOLISTA  
JUNIORA**

DIPLOMSKI RAD

**Student:**

Marko Žužić

**Mentor:**

izv. prof. dr. sc. Ognjen Uljević

Split, 2022.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
2. CILJ RADA.....	6
3. VATERPOLO .....	7
3.1 Povijest vaterpola u svijetu.....	7
3.2 Povijest vaterpola u Hrvatskoj .....	7
3.3 Fizički zahtjevi vaterpola.....	7
4. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI U VATERPOLU.....	9
4.1. Podjela izdržljivosti.....	9
4.2. Anaerobna izdržljivost .....	10
4.3. Dijagnostika anaerobne sposobnosti .....	11
5. PRIKAZ NOVOKONSTRUIRANOG TESTA ZA PROCJENU ANAEROBNIH SPOSOBNOSTI .....	14
6. MATERIJALI I METODE.....	15
7. REZULTATI I RASPRAVA .....	16
8. ZAKLJUČAK.....	18
9. LITERATURA .....	19

## SAŽETAK

Vaterpolo je vodeni ekipni sport prepoznatljiv po brzim, eksplozivnim promjenama smjera i brzine plivanja, hrvanju i šutiranju koji čine sastavni dio igre. Iz tog razloga anaerobna izdržljivost i snaga mišića ruku i ramenog pojasa imaju veliku važnost u vaterpolu. Novokonstruirani ručni Wingate test je osmišljen iz razloga što u praksi nema mnogo istraživanja u sportovima u kojima su zahtjevi slični vaterpolu odnosno potrebe za snagom i izdržljivošću mišića gornjeg dijela tijela te je za testiranje sposobnosti često korišten Wingate test koji mjeri snagu i izdržljivost nogu. Također, istraživanja koja su koristila ručni test koji je izvođen na način da ispitanik sjedi. Na taj način ispitaniku dajemo mogućnost manipuliranja korištenjem i ostalih mišića odnosno kompenzacije. Te mogućnosti smo otklonili na način da smo ispitanika postavili u ležeću poziciju te ga pričvrstili za klupicu. Pošto smo postigli izolaciju mišića na testu možemo reći da je novokonstruirani test valjan. Zbog svojih karakteristika, novokonstruirani test je primjenjiv i za druge sportove kojima su snaga i izdržljivost gornjeg dijela tijela neophodni za vrhunske rezultate poput bacačkih disciplina u atletici, rukometu, plivanju, pa i hrvanju. U daljnjim istraživanjima biti će potrebno uključiti više sportaša iz više različitih sportova kao i praćenje još nekih parametara s kojima se razina anaerobne izdržljivosti može još preciznije dijagnosticirati.

Ključne riječi: vaterpolo, anaerobna izdržljivost, novokonstruirani test, metrijske karakteristike

## **ABSTRACT**

### **Metric characteristics of newly constructed test for assessing anaerobic abilities of junior water polo players**

Water polo is a team sport played in water and is recognized for its rapid, explosive changes in direction and speed of swimming, wrestling and shooting, which are crucial components of the game. For this reason, anaerobic endurance and muscle strength of the arm and shoulder girdle are of great importance in water polo. The newly constructed arm Wingate test was created due to the fact that in practice there is not much research in sports in which the requirements are similar to water polo, i.e. the need for strength and endurance of the muscles of the upper body, and the Wingate test, which measures the strength and endurance of the legs, is the most used test. Also, research that used an arm Wingate test that was performed with the subject sitting. In this way, the subject has the possibility to manipulate compensation by using other muscles as well. In newly constructed arm Wingate test those possibilities are eliminated by placing the subjects in a lying position and attaching them to a bench. Since we achieved muscle isolation in the test, we can say that the newly constructed test is valid. Due to its characteristics, the newly constructed test is also applicable for other sports where strength and endurance of the upper body are necessary for top results, such as throwing disciplines in athletics, handball, swimming, and even wrestling. In further research, it will be necessary to include more athletes from several different sports, as well as to monitor some other parameters with which the level of anaerobic endurance can be diagnosed even more precisely.

Key words: water polo, anaerobic endurance, newly constructed test, metric characteristics

## 1. UVOD

Vaterpolo je timski sport nastao u Velikoj Britaniji sredinom 19. stoljeća te sadrži cikličke i acikličke kretnje poput plivanja, šutiranja i hrvanja te ima mnogo ne stereotipnih situacija i kretnji sa čestim promjenama intenziteta i volumena plivanja. Vrlo je popularan sport u svijetu te je iz tog razloga predmet velikog broja istraživanja. Za održavanje natjecanja potreban je bazen, zbog čega ga kvalificiramo kao vodeni sport, dok prema strukturi gibanja spada u kompleksne sportske aktivnosti (Milanović, 2013). Vaterpolo je sport podijeljen u 3 dobne skupine, svaka dobna skupina ima svoje specifične ciljeve, metode i planove rada. Sve skupine zajedno čine cjelinu i međusobno su povezane. Kadeti su prva dobna skupina, a u nju spadaju natjecatelji u dobi od 10-14 godina, pod juniore spadaju djeca u dobi od 14-18 godina te su svi natjecatelji stariji od 18 godina u kategoriji seniora (Trumbić, 2010). Zbog svojih karakteristika, vaterpolo ima velike zahtjeve po pitanju snage i anaerobne izdržljivosti mišića ruku i ramenog pojasa odnosno gornjeg dijela tijela. Za vrijeme jedne vaterpolske utakmice, uočeno je da igrač izvede stotinjak vrlo intenzivnih aktivnosti sa rasponom u trajanju od 7 do 14 sekundi (Mujika, McFadden, Hubbard, Royal i Hahn, 2006). Kako bismo tijekom sportskih priprema pratili napredak natjecatelja, koristimo testove pomoću kojih procjenjujemo sve bitne sposobnosti tog natjecatelja (Milanović, 2013). U praksi ima mnogo testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti, koji većinom procjenjuju snagu mišića donjih ekstremiteta što rezultira manjkom testova koji procjenjuju snagu mišića gornjeg dijela tijela te je upravo iz tog razloga bilo potrebno kreirati test koji bi uspješno mogao procijeniti navedene sposobnosti.

I. Grupa	KADETI	10-14 godina
II. Grupa	JUNIORI	14-18 godina
III. Grupa	SENIORI	>18 godina

Tablica 1. Dobne kategorije u vaterpolu (prema Trumbić, 2010)

## **2. CILJ RADA**

Cilj ovog rada je utvrditi metrijske karakteristike novokonstruiranog testa za procjenu anaerobnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa vaterpolista juniora.

### 3. VATERPOLO

#### 3.1 Povijest vaterpola u svijetu

Prema jednom objašnjenju, naziv vaterpolo dolazi od tibetanske riječi "pulu" ili na engleskom jeziku "polo", što znači lopta. Iako, prema drugom tumačenju, nastao je iz igre polo (konjički sport), gdje su umjesto konja igrači sjedili na bačvama, mimoilazili se s palicama i pucali na gol. Na kraju se oba objašnjenja svode na isto, jer se igra u vodi (eng. water) i loptom (polo), pa otuda i naziv - vaterpolo (Bauer (ur.), 2010).

O nastanku vaterpola ne zna se mnogo. Ono što znamo je da se počeo razvijati u rijekama i jezerima Velike Britanije sredinom 19. stoljeća. Tada je vaterpolo više ličio na ragbi i zvao se vodeni ragbi, a ponekad i vodeni nogomet. Golova nije bilo, a za plasiranje lopti koristile su se splavi (Bauer (ur.), 2010.).

Na rijeci Dee u Glasgowu 1877. godine se igrala prva službena vaterpolska utakmica. Vaterpolo je postajao sve popularniji i proširio se iz Velike Britanije kako diljem Europe tako i u SAD. Prvi je put uvršten na Olimpijske igre u Parizu 1900. godine, čime je uz nogomet postao najstariji momčadski sport na Olimpijskim igrama (Bauer (ur.), 2010.).

#### 3.2 Povijest vaterpola u Hrvatskoj

Fabjan Kaliterna, uz studente koji su u to vrijeme studirali u Pragu, takoreći donosi vaterpolo u Hrvatsku. Naučivši pravila vaterpolske igre u Pragu, u Hrvatskoj, odnosno Splitu organizira prvu vaterpolsku utakmicu 1908. godine tijekom praznika. (Gizdić, 2004). Hrvatska vaterpolska reprezentacija se nalazi među najuspješnijim reprezentacijama svijeta te je od trenutka kada je postala samostalna osvojila je 3 medalje na Olimpijskim igrama (zlato, 2 srebra), 7 medalja na Svjetskim prvenstvima (2 zlata, 1 srebro i 4 bronce), 5 medalja na Europskim prvenstvima (2 zlata, 2 srebra i bronca), kao i svjetske i europske lige i mnoge druge u Kupu. Reprezentacija je dobila državnu nagradu za sport „Franjo Bučar“ 1996. godine.

#### 3.3 Fizički zahtjevi vaterpola

Kao i kod većine timskih sportova, fizički i fiziološki zahtjevi vaterpola ne ovise samo o pravilima igre nego i o karakteristikama svake pojedine utakmice. Kroz povijest vaterpolo se mijenjao sukladno izmjenama pravila. Nadajući se bržem protoku lopte,

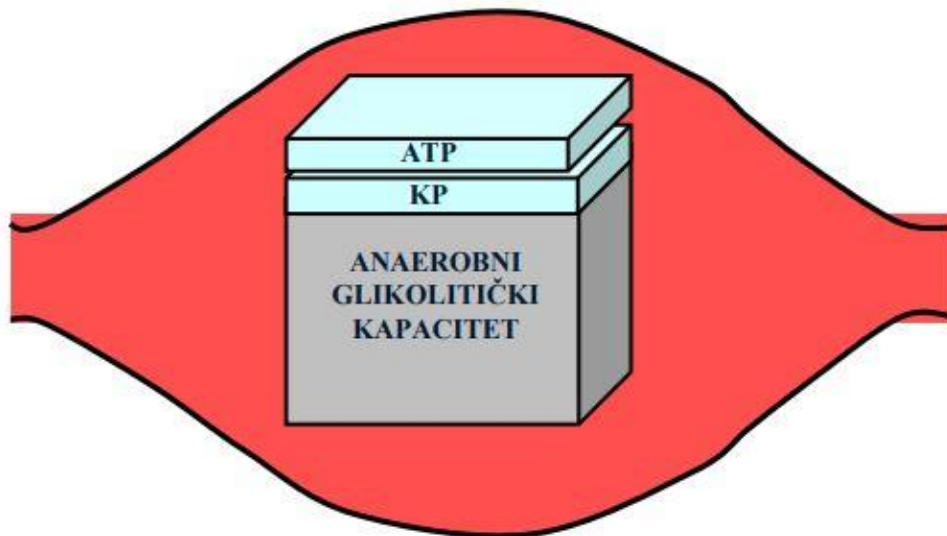


pravila su se kroz godine kontinuirano mijenjala te su upravo to i postigli. Moderni je vaterpolo brz i atraktivan, a karakterističan je po protunapadima, snažnim i preciznim udarcima na vrata, kao i čvrsta kontakt-igra, što zahtijeva visoku razinu psihomotoričkih sposobnosti igrača. Te zahtjeve igrači rješavaju dobro istreniranim, specifičnim izdržljivostima, snage nogu te mišića gornjeg dijela tijela, preciznosti, fleksibilnosti, brzine, koordinacije, ravnoteže, kao i visoko istreniranoga i pripremljenog kardiorespiratornog sustava (Hraste, 2009). Također je važno naglasiti da igrači i treneri mogu manipulirati fizičkim zahtjevima pojedinih igrača u određenim utakmicama. To se prvenstveno postiže adekvatnim rotacijama igrača tijekom utakmice, intenziteta i učestalosti pojedinih kretnji tijekom igre, bez nužnog žrtvovanja razine ukupnog intenziteta svih aktivnosti koje izvodi momčad. Takve manipulacije imaju potencijal povećati kolektivnu fizičku izvedbu elitne momčadi tijekom utakmice i turnira (Smith, 1988).

Kondicijska priprema vaterpolista se nazivala te se još uvijek naziva plivačka kondicijska priprema, a to je najviše iz razloga što su tijekom kondicijske pripreme vaterpolista obuhvaćene sve kretnje vaterpolista za vrijeme utakmice (Trumbić, 2010). Kretnje vaterpolista za vrijeme utakmice su u najvećoj mjeri plivačke tehnike (kraul, leđno i prsno). Trumbić (2010) nam također govori o tome kako je kondicijska sprema vrlo bitna pošto smanjuje umor, te omogućuje bržu regeneraciju poslije utakmice, dopušta duži period visoko intenzivnih aktivnosti, jača mentalnu snagu, upornost, smanjuje mogućnost ozljede i vrijeme koje je nužno potrebno da se sportaš oporavi nakon treninga, pojačava samopouzdanje te poboljšava zdravstveni status. Vaterpolisti tijekom utakmice 50-60% energije dobivaju iz aerobnih izvora, 40-50% iz anaerobnih izvora od čega je 30-35% iz anaerobnih laktatnih, te 10-15% iz anaerobnih alaktatnih izvora energije, navodi Smith (1988).

## 4. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI U VATERPOLU

Uz funkcionalne sposobnosti se također koristi termin izdržljivost, a mogu se objasniti kao sposobnosti tijela koje su zadužene za proizvodnju i prijenos energije u ljudskom organizmu (Sekulić, Metikoš, 2007). Postoje dvije sposobnosti koje su međusobno povezane sa učinkovitošću sustava za prijenos kisika (aerobna sposobnost) koji neprestano osigurava mišićima u radu i ostalim, u tom trenutku neophodnim organima potrebnu količinu energije, nužnu za funkcioniranje i umjereno intenzivan rad, kao i s učinkovitošću anaerobnih sposobnosti koje omogućavaju uspješno izvođenje sportskih aktivnosti visokog intenziteta u trenutku kada je primetak kisika manji od potrebe za kisikom zbog sporosti sustava za prijenos kisika i aerobnog metabolizma, pa se razlika energetske potrebe nadoknađuje anaerobnim metabolizmom iz glikolitičkih ili fosfagenih spojeva. Više će se aktivirati jedan ili drugi energetski sustav ovisno o intenzitetu i trajanju motoričke aktivnosti (anaerobni glikolitički ili anaerobni fosfageni kapacitet (Milanović, 2013).



Slika 1. Odnos kapaciteta fosfagenog i glikolitičkog anaerobnog sustava(Škomrlj, 2020)

### 4.1. Podjela izdržljivosti

Izdržljivost se može podijeliti u više kategorija kao što je podjela prema energetskom sustavu odnosno razlikujemo aerobnu izdržljivost od anaerobne, dok se također može podijeliti prema oblicima, vremenu rada ili postotku ukupne uključenosti mišića. Na primjer, prema količini mišićne aktivacije razlikujemo opću i lokanu izdržljivost, a po

vremenskom trajanju dijelimo je na kratkotrajnu, srednjetrojnu i dugotrajnu. Prema sportskoj specifičnosti ih dijelimo na opću i specifičnu izdržljivost, a prema režimu mišićnog rada na izotoničnu te izometričku. Ovaj rad će se dotaknuti najviše podjele prema energetsom sustavu, a posebno anaerobnoj izdržljivosti i testiranju iste.

## 4.2. Anaerobna izdržljivost

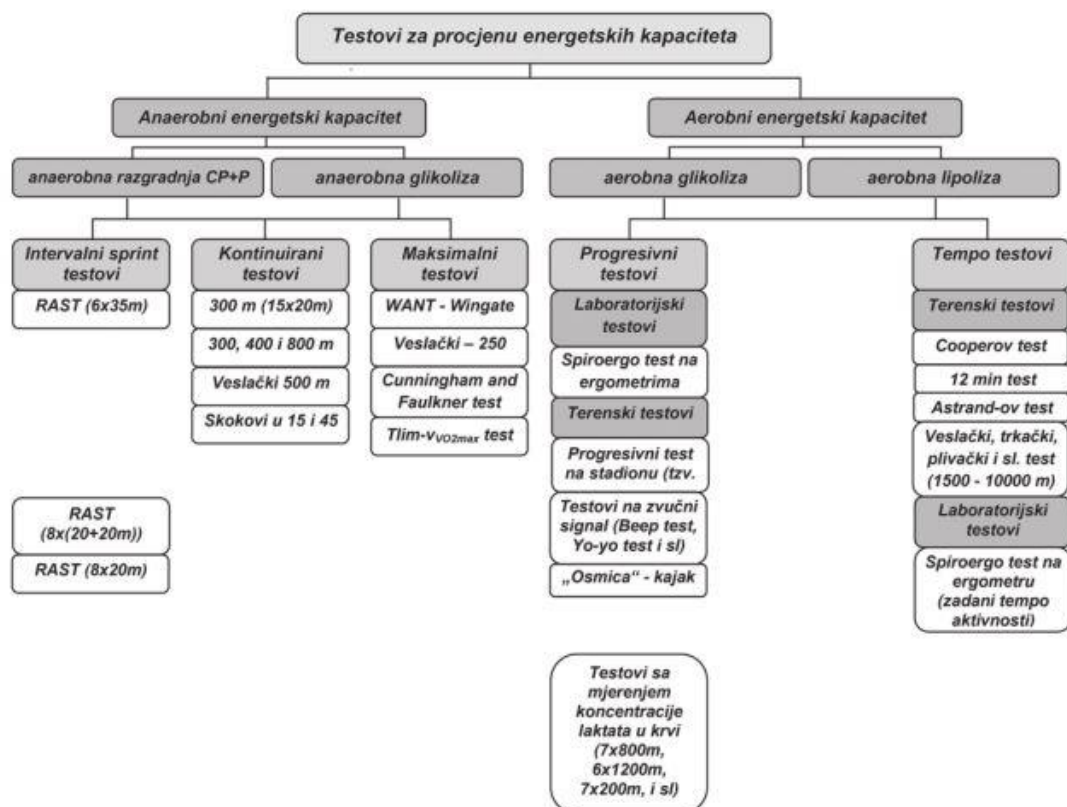
Sama definicija anaerobne izdržljivosti podrazumijeva sposobnost organizma da energiju potrebnu za rad mišića izvuče iz glikolitičkih (laktatnih) i fosfokreatinskih (alaktatnih) izvora bez prisustva kisika odnosno anaerobnim putem te da biokemijske promjene nastale u mišićnoj stanici tijekom tog procesa tolerira što efikasnije (Sekulić, Metikoš, 2007). Glikolitički izvori energije kao nusprodukt anaerobnog metabolizma stvaraju laktate odnosno mliječnu kiselinu koja zbog svoje specifične kiselosti smanjuje pH vrijednost u krvi te na taj način ne ometa mišićnu funkciju (Vučetić, Sukreški, Sporiš, 2013). Glikolitički sustav ima puno manje snage od fosfagenog sustava, ali isto tako ima udvostručen ukupni kapacitet u odnosu na fosfageni sustav. Za potpuno pražnjenje anaerobnog glikolitičkog kapaciteta, potrebno je maksimalno izvoditi tjelesnu aktivnost u trajanju od otprilike 40 sekundi do jedne minute stoga dolazimo do zaključka da se glikolitički sustav uključuje u aktivnostima koje traju od desetak sekundi pa sve do dvije minute. Prednost korištenja glikogena je ta što je pohranjen u mišićima te je vrlo brzo dostupan kao izvor energije za stvaranje ATP-a. Kod vaterpolista, dobro razvijeni anaerobni laktatni kapacitet znači veću sposobnost tolerancije zakiseljenja tkiva, te bržu regeneraciju kod produženih i ponavljajućih brzih dionica plivačkog odnosno vaterpolskog treninga. S obzirom na vrlo visoke razine laktata koje se stvaraju kod vaterpolista lako je zaključiti kako je dobro razvijeni anaerobni laktatni sustav važan za izvedbu vaterpolista na utakmicama. Osim laktatnog, postoji i alaktatni anaerobni sustav energije kojeg obilježava korištenje zaliha fosfokreatina i ATP-a. Također je specifičan po tome što mu je brzina oslobađanja energije vrlo velika, ali mu je nedostatak manjak kapaciteta iz čega zaključujemo da se alaktatni sustav koristi u kratkotrajnim tjelesnim aktivnostima do desetak sekundi maksimalnog napora (Šentija, 2015). Samim time što se alaktatni anaerobni sustav koristi u tako kratkim aktivnostima, mliječna kiselina se ne uspije stvoriti. Jedno od glavnih obilježja anaerobne aktivnosti je "dug kisika", a to je ona količina kisika koju organizam mora nadoknaditi nakon završetka aktivnosti u anaerobnom režimu rada (Findak i Prskalo, 2004). U istraživanju na plivačima u kojima se anaerobna sposobnost mjerila putem duga kisika (Ogita, Hara, Tabata, 1996)

uspoređujući plivanje samo koristeći ruke, zatim samo koristeći noge te na kraju s korištenjem i ruku i nogu. Zaključili su da je ukupna količina anaerobne sposobnosti manja kada se koristi cijelo tijelo u odnosu na zbroj rezultata testova odvojeno koristeći samo ruke i noge. Naravno, prije svakog testiranja potrebno je optimalno zagrijati sportaša, a nerijetko se zna desiti da prije treninga ili natjecanja preskačemo tu jako značajnu fazu. Često se može vidjeti sportaš da nakon samo par minuta aktivnosti stoji pognuto te djeluje umorno. Kada vidimo takvog sportaša pitamo se kako je moguće da je umoran u tako ranoj fazi utakmice, ali se već nakon nekoliko minuta taj sportaš vraća u punoj snazi. Radi se o tome da ukoliko sportaš na zagrijavanju nije proizveo tzv. dug kisika, to mu se dešava na početku utakmice, posebno ako je njegov rad u tim trenucima maksimalnih napora. U tom trenutku tijelo zahtijeva prestanak aktivnosti kako bi uspio primiti kisik koji je potreban za daljnji mišićni rad. Prekidanje izvedbe zbog prevelikog duga kisika možemo spriječiti na način da se kvalitetno zagrijemo što podrazumijeva davanje vremena našem tijelu kako bi se primitak kisika postupno povećao (Jurko, Čular, Badrić, Sporiš, 2015). Svaki ozbiljniji trening bi se trebao sastojati se od tri dijela, krenuvši od uvodnog, glavnog pa sve do završnog. Zagrijavanje se provodi u početnom dijelu i priprema sportaša za trening. Služi prvenstveno kao priprema za glavni dio treninga, a dva najbitnija učinka koja pruža zagrijavanje su poboljšavanje performansi te prevencija ozljeda. Kombinacijom općeg i specifičnog zagrijavanja s dinamičkim istezanjem daje najbolje rezultate pa bi to trebalo imati na umu prilikom sastavljanja zagrijavanja odnosno cjelokupnog treninga.

### 4.3. Dijagnostika anaerobne sposobnosti

Svaki plan i program treninga zahtijeva precizno doziranje, raspodjelu između intenziteta i volumena intervala provedenog u radu i oporavku. Kako bi trenažni proces uzrokovao odgovarajuće adaptacije i povećanje energetske kapaciteta u svakoj pojedinoj fazi plana i programa treninga, potrebno je znati sportaševu razinu treniranosti kako bismo precizno mogli napraviti plan i program treninga (Vučetić, Sukreški, Sporiš, 2013). Možemo zaključiti da je za ostvarivanje optimalne razine treniranosti nužno pratiti i koristiti saznanja moderne sportske znanosti, a samim time i specifičnu dijagnostiku za određivanje razine treniranosti pojedinog sportaša. Dijagnostičke testove energetske kapaciteta u dijelimo prema mjestu testiranja na laboratorijske i terenske testove, gdje je

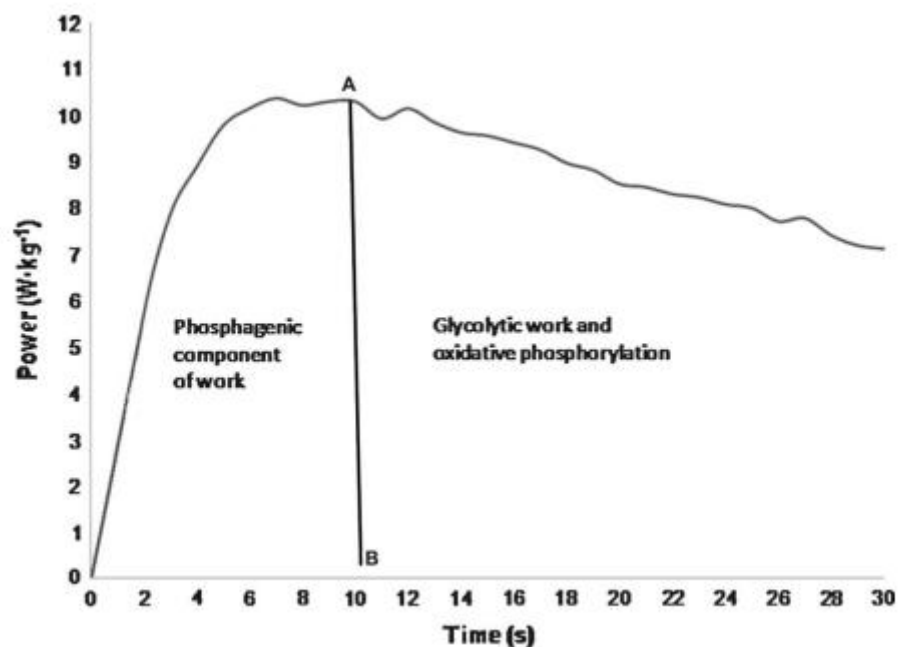
prednost laboratorijskih testova u tome što su pouzdani te daju precizne rezultate, a uvjete možemo kontrolirati. Potencijalni problem laboratorijskih testova nije stimulacija anaerobnog energetskeg sustava jer to radi jako dobro već u tome što obrazac izvođenja pokreta na ergometru nije sličan većini kretnji koje se pojavljuju tijekom sportskih aktivnosti osim za sportove poput trčanja, veslanja ili bicikliranja koji imaju iste ili vrlo slične kretnje kao i u sportu kojim se bave. Pošto navedeni testovi nisu toliko dostupni, više se koriste za istraživačke svrhe nego za redovitu procjenu anaerobne izdržljivosti sportaša (Žuvela, Foretić, Veršić, 2019). Primjer laboratorijskog testa za procjenu kapaciteta anaerobnih energetskeg sustava je Wingate test kojeg ćemo dalje u tekstu detaljnije objasniti. Prema karakteru testa na specifične i nespecifične, a prema vrsti opterećenja dijele se na testove stalnog i progresivnog opterećenja. Zadnja podjela je prema načinu izvedbe gdje imamo kontinuirane testove koji se ne prekidaju između promjena opterećenja i diskontinuirane u kojima se pauzira tijekom promjene opterećenja (Vučetić, 2009).



Slika 2. Jedan način prikaza testova za procjenu energetskeg kapaciteta (Vučetić, 2009).

U istraživanjima se najviše koriste biciklergometri, veslački ergometar i pokretni sag za precizno doziranje opterećenja, iako su u zadnjih nekoliko godina specifični ergometri

koji mogu reproducirati obrazac kretanja karakterističnih za pojedini sport poput kajakinga, plivanja ili skijaškog trčanja sve češća pojava. Biciklergometar omogućuje kontrolu opterećenja (u Watt-ima) i mogućnost procjene mehaničke efikasnosti rada te različitih pretraga kako invazivnim tako i neinvazivnim putem, a manja je mogućnost ozljeđivanja zbog sjedećeg položaja tijekom izvođenja testa, što je kod starijih ispitanika ili rekreativaca veoma značajno. Problem biciklergometra je što aktivira samo dio miškulature te je iz tog razloga rezultat često uzima u obzir lokalnu, a ne opću mišićnu izdržljivost (Vučetić, Sukreški, Sporiš, 2013). Za procjenu anaerobnog energetskeg kapaciteta odnosno anaerobne izdržljivosti u praksi je najpoznatiji i u praksi najkorišteniji laboratorijski test upravo Wingate test. Test se izvodi na način da ispitanik maksimalno jako pedalira, a rezultat se očituje u ukupnom broju okretaja na biciklergometru pri otporu od 7,5% vlastite tjelesne mase u trajanju od 30 s. Osim ukupnog broja okretaja, od parametara se procjenjuje maksimalna snaga (PP), minimalna snaga (MP), prosječna snaga (AP), te pad snage (PD) (Bar-Or, Inbar, Skinner, 1996). Tijekom Wingate testa, koristimo dva energetska sustava, prvi je fosfokreatinski koji nam omogućava rad u maksimalnom naporu do desetak sekundi te je anaerobna glikoliza drugi sustav koji nam daje energiju potrebnu za dovršavanje testa. Stoga Wingate test mjeri sposobnost mišićnog rada koristeći i fosfokreatinski i glikolitički sustav.



Slika 3. Prikaz Wingate testa po energetskeim sustavima (Ziemann i sur. 2011)

## **5. PRIKAZ NOVOKONSTRUIRANOG TESTA ZA PROCJENU ANAEROBNIH SPOSOBNOSTI**

Test ponovljenih skokova do prečke jedan je od sport specifičnih anaerobnih testova snage i izdržljivosti. Uključuje ponovljene eksplozivne skokove s ciljem dodirivanja prečke regularnog vaterpolskog gola koja se nalazi 90 cm visine iznad površine vode, što je više moguće puta u 30 sekundi. Bez obzira na specifičnost ovog testa, čak i u usporedbi s poznatijim testovima anaerobne snage (Bampouras, Marrin, 2009), nema znanstvenih dokaza za njegovu pouzdanost stoga je Wingate test bolja opcija za procjenu anaerobnih sposobnosti u vaterpolu. Wingate test se obično provodi na biciklergometru te procjenjuje snagu i izdržljivost mišića nogu, ali za sportove koji primarno koriste mišiće gornjeg dijela tijela odnosno ruku i ramenog pojasa nema toliku primjenu. Ručni ergometar se počeo uvrštavati kao jedan od alata za stimulaciju mišića gornjeg dijela tijela te je ovaj tip ergometra precizan i dobro mjeri fiziološke promjene (Pimental, Sawka, Billings, Trad, 1984). Također, (Mercier, Granier, Mercier, Trouquet, Préfaut, 1993) su nakon provedenog istraživanja s plivačima na srednje udaljenosti donijeli zaključak kako je ručni Wingate test koristan alat za procjenjivanje anaerobnih sposobnosti. Istraživanje Lovell i sur.(2011) u kojem su proveli ručni Wingate test uspoređujući izvebu sa pedalama okrenutim za 180 stupnjeva u odnosu jedne prema drugoj (asimetrično) te sa simetrično postavljenim pedalama. Rezultat istraživanja je pokazao kako su ukupna i prosječna snaga bile veće na asimetrično postavljenim pedalama nego na simetrično postavljenim, te je preporučeno test provoditi na taj način. Iste godine su Lovell i sur.(2011) proveli istraživanje na 24 muškaraca i 16 žena s ciljem utvrđivanja utjecaja snage i jakosti mišića gornjeg dijela tijela na ručnom Wingate testu. Uz 30 sekundi testiranja na ručnom Wingate testu, mjerila se i maksimalna snaga u vidu 1 rep max-a(1RM), maksimalne snage kroz izbačaj šipke na smith mašini praćene optičkim čipom za mjerenje brzine. Došli su do zaključka kako je muškarcima za rezultat na Wingate ručnom testu više doprinjela ukupna tjelesna masa nego mišićna snaga dok je kod žena jedino snaga mišića gornjeg dijela tijela utjecala na rezultat. U nastavku rada ću detaljnije objasniti novokonstruirani ručni Wingate te ga usporediti s dosadašnjim istraživanjima.

## 6. MATERIJALI I METODE

U istraživanju je sudjelovalo 7 igrača VK Mornar Brodospas kronološke dobi od 17 do 19 godina. Svi ispitanici su bili zdravi kako fizički tako i psihički te su svojevolumno pristali na testiranje. Od morfoloških karakteristika, ispitanicima se izmjerila prosječna tjelesna masa (BM) pomoću digitalne vage kako bi se mogao postaviti valjani otpor tijekom testiranja, a iznosila je  $86,29 \pm 7,99$  kilograma i tjelesna visina (BH) pomoću antropometra koja je iznosila  $187,00 \pm 5,23$  izražena u centimetrima. Nakon mjerenja tjelesne visine i mase ispitanika, provedeno je zagrijavanje u trajanju od 15 minuta. Za testiranje se koristio biciklergometar marke Monark 894e sa potrebnim izmjenama u svrhu istraživanja, kao i Monark Anaerobic Test Software. Pedale su prilagođene za ručnu upotrebu te se ispitanike postavilo u ležeći položaj na klupicu tako da centar vrtnje pedala bude u razini sredine ramenog obruča. Ispitanik započinje test tako da postepenim pojačavanjem tempa dosegne broj od 100 okretaja u minuti nakon čega prima signalizaciju za start te započinje s maksimalnim okretanjem pedala u trajanju od 30 sekundi unutar kojih se suprotstavlja pruženom otporu koji iznosi 2% tjelesne mase ispitanika. Ponovna izvedba testa vršila se sedam dana nakon prvog testiranja. Kako bismo utvrdili metrijske karakteristike novokonstruiranog testa za procjenu anaerobnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa promatrali smo sljedeće parametre: Maksimalna snaga (PP), prosječna snaga (AP), Minimalna snaga (MP) i Power drop odnosno razlika između rezultata maksimalne snage i minimalne snage (PD). Izračunate su vrijednosti za pouzdanost pomoću testa korelacije, osjetljivost je izmjerena K-S testom te homogenost T-testom. Rezultati su obrađeni pomoću kompjuterskog software-a Statistica ver 13.00.



## 7. REZULTATI I RASPRAVA

Variables	PP [W]1	PP [W/kg]1	AP [W]1	MP [W]1	MP [W/kg]1	PD [W]1
PP [W]	0.76					
PP [W/kg]	0.86	0.87				
AP [W]	0.33	-0.10	0.89			
MP [W]	0.43	0.01	0.98	0.87		
MP [W/kg]	0.57	0.31	0.82	0.72	0.82	
PD [W]	0.58	0.44	0.03	-0.35	-0.51	0.72

Tablica 1. Korelacijska analiza za procjenu pouzdanosti

Analiziranjem dobivenih rezultata uočljivo je da je pouzdanost mjernog instrumenta zadovoljavajuća te se mogućnost greške u mjerenju svela na minimum. Valja istaknuti da su s obzirom na veličinu uzorka rezultati jako zadovoljavajući te bi se daljnjim povećavanjem uzorka povećavala i sama pouzdanost testa. Deskriptivni parametri ispitanika uz K-S test za procjenu osjetljivosti mjernog instrumenta prikazani su u tablici 2.

Variables	N	AS±SD	Min	Max	K-S/d
BH	7	187.00±5.23	180	195	0.14
BW	7	86.29±7.99	77	96	0.21
PP [W]	7	288.86±35.68	250.53	339.71	0.24
PP [W/kg]	7	3.36±0.37	2.78	3.75	0.26
AP [W]	7	172.01±18.57	140.36	195.53	0.18
MP [W]	7	104.20±22.42	77.54	137.85	0.16
MP [W/kg]	7	1.21±0.20	0.91	1.5	0.23
PD [W]	7	184.66±29.65	147.06	224.16	0.15
BH	7	187.00±5.23	180	195	0.14

Tablica 2. Deskriptivna analiza i Kolmogorov-Smirnov test za procjenu osjetljivosti

Legenda: N-broj ispitanika; AS±SD-aritmetička sredina i standardna devijacija; Min-minimalan rezultat; Max-maksimalan rezultata; K-S/d-Kolmogorov-Smirnov test.

Analizom dobivenih rezultata možemo vidjeti kako mjerni instrument nema značajnih razlika te je distribucija rezultata normalna. Za zaključiti je kako mjerni instrument dobro razlikuje ispitanike prema rezultatima izlaznih parametara testa zbog toga što niti jedna varijabla ne prelazi graničnu liniju upotrebom K-S testa (Max d za 0,05 iznosi 0,48). Homogenost mjernog instrumenta procijenjena T-testom vidljiva je u tablici 3.

Variables	AS	SD	t	p
PP [W]	288.86	35.68		
PP [W]1	282.86	42.72	0.56	0.59
PP [W/kg]	3.36	0.37		
PP [W/kg]1	3.29	0.59	0.57	0.59
AP [W]	172.01	18.57		
AP [W]1	168.90	21.53	0.83	0.44
MP [W]	104.20	22.42		
MP [W]1	98.86	27.96	1.00	0.35
MP [W/kg]	1.21	0.20		
MP [W/kg]1	1.15	0.25	1.00	0.36
PD [W]	184.66	29.65		
PD [W]1	184.01	47.91	0.05	0.96

Tablica 3. T-test za procjenu homogenosti

Legenda: Mean-srednja vrijednost; SD-standrardna devijacija; t-T-test; p-nivo statističke značajnosti razlika  $p < 0,005$ .

Analizom tablice 3 uočljivo je kako se izračunati parametar značajnosti ne razlikuje u nijednom izlaznom parametru testa. Ovakvi rezultati ukazuju na dobru homogenost testa te ne razlikuje ispitanike uspoređujući rezultate oba mjerenja.

Ispitanici su testirani s pruženim otporom od 2% ukupne tjelesne mase ispitanika, ali bi u daljnjim istraživanjima trebalo uzeti u obzir korištenje različitih otpora pošto se veći pruženi otpor (11% BM) pokazao optimalniji od manjeg otpora (8,7% BM) na standardnom Wingate testu prema rezultatima istraživanja Jaffar i sur. (2014) te to sugerira da postoji mogućnost da isto vrijedi za novokonstruirani ručni Wingate test. Kachauanov i Petrov (2020) su proveli istraživanje s ciljem pronalaska poveznice između anaerobnih izvedbi gornjeg dijela tijela i plivačkih postignuća u kratkim disciplinama vrhunskih plivača. Sudionici u ovom istraživanju su 52 plivača iz Bugarske mlade reprezentacije u plivanju - 15 djevojčica i 37 dječaka. Izvodili su ručni Wingate test (WanT) gornjeg dijela tijela s otporom od 5% tjelesne težine. Kao rezultat, parametri WanT testa značajno koreliraju s plivačkim postignućima, pri čemu je najveća korelacija zabilježena između prosječne snage i 50 m slobodno za oba spola. Uočene visoke korelacije omogućuju nam da preporučimo test za praćenje anaerobne snage kod plivača, a u našem su slučaju to bili vaterpolisti. Prema dobivenim rezultatima možemo donijeti zaključak da nam ručni WanT može biti od koristi za testiranje anaerobnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa vaterpolista što bi se u samoj igri moglo projecirati kroz sposobnosti ponavljanja brzih kontri i polukontri.

## 8. ZAKLJUČAK

Vaterpolo je sport u kojoj su brze, eksplozivne promjene smjera i brzine plivanja, hrvanja i šutiranja sastavni dio igre. Radi toga anaerobna izdržljivost i snaga mišića ruku i ramenog pojasa presudna. Problematika ovog rada jest u tome što zasad nema mnogo istraživanja u kojem je korišten ručni Wingate test već je korištena tradicionalna verzija testa na biciklergometru koji mjeri izdržljivost i snagu mišića nogu, a istraživanja u kojima je korištena ručna verzija testa provedena su na način da ispitanik sjedi te izvodi ručni Wingate test. Na taj način ispitaniku dajemo prostor za manipuliranje odnosno mogućnost kompenzacije korištenjem i ostalih mišićnih skupina osim ruku i ramenog pojasa kako bi ostvarili bolji rezultat koji nam onda može dati netočne (nerealne) rezultate. Postavljanjem ispitanika u ležeću poziciju na unaprijed postavljenu klupicu tako da je sredina ramenog pojasa ispitanika bude u razini centra pedala Monark 894e biciklergometra prilagođenog u svrhu istraživanja izolirali smo ciljane mišiće te na temelju toga možemo reći da je novokonstruirani test valjan. Jedna od prednosti testa je ta što je neinvazivan, a mjeri puno parametara uz pomoć kojih očitavamo anaerobnu izdržljivost kod ispitanika. Osim za vaterpolo, ovaj test je primjenjiv i za ostale sportove koji koriste snagu i izdržljivost gornjeg dijela tijela u velikoj mjeri poput bacačkih disciplina u atletici, plivanju pa čak i hrvanju. U daljnjim istraživanjima biti će potrebno uključiti više sportaša iz više različitih sportova kao i praćenje još nekih parametara s kojima se razina anaerobne izdržljivosti može još preciznije dijagnosticirati.

## 9. LITERATURA

1. Bampouras, T., & Marrin, K. (2010). Reliability of the 30-seconds crossbar jumps water polo test in female players. *Serbian journal of sports sciences*, 4(2), 69-73.
2. Bauer, D. (ur). (2010). *Stoljeće Hrvatskog vaterpola*. Zagreb: Hrvatski vaterpolski savez.
3. Coppin, E., Heath, E. M., Bressel, E., & Wagner, D. R. (2012). Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 7(3), 232-236.
4. Findak, V., & Prskalo, I. (2004). *Kineziološki leksikon za učitelje*. Petrinja: Visoka učiteljska škola.
5. Gizdić, J. (2004). *Fabijan Kaliterna otac splitskog športa*. Split: Splitski savez športova.
6. HAWLEY, J.A., M.M. WILLIAMS, M.M. VICKOVIC, AND P.J. HANDCOCK. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *Br. J. Sports Med.* 26:151–155. 1992.
7. Hraste, M., Lozovina, V., & Radmilo, T. (2009). Ventilacijske funkcije pluća mladih jedričičara i vaterpolista. *Nase More*, 56.
8. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.
9. INBAR, O., AND O. BAR-OR. Relationships of anaerobic and aerobic arm and leg capacities to swimming performance of 8–12 year old children. In: *Frontiers of Activity and Child Health*. R.J. Shephard and G. Lavalee, eds. Quebec: Pelican, 1977. pp. 283– 292.
10. Jaafar, H., Rouis, M., Coudrat, L., Attiogbé, E., Vandewalle, H., & Driss, T. (2014). Effects of load on Wingate test performances and reliability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(12), 3462-3468.
11. Jurko, Damir; Čular, Dražen; Badrić, Marko; Sporiš, Goran. *Osnove kineziologije / Krstulović, Saša; Miletić, Alen (ur.)*. Zagreb: sportska-knjiga, 2015.
12. Kachaunov, M., & Petrov, L. (2020). Upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(4), 1957-1963.
13. Lovell, D. I., Mason, D., Delphinus, E., & McLellan, C. (2011). A comparison of asynchronous and synchronous arm cranking during the Wingate test.

International journal of sports physiology and performance, 6(3), 419–426.  
<https://doi.org/10.1123/ijsp.6.3.419>

14. Lovell, D., Mason, D., Delphinus, E., Eagles, A., Shewring, S., & McLellan, C. (2011). Does upper body strength and power influence upper body Wingate performance in men and women?. *International journal of sports medicine*, 32(10), 771–775. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1277206>
15. Mercier, B., Granier, P., Mercier, J., Trouquet, J., & Préfaut, C. H. (1993). Anaerobic and aerobic components during arm-crank exercise in sprint and middle-distance swimmers. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 66(5), 461-466.
16. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
17. Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K. i Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: a match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 27-39.
18. Ogita, F., Hara, M., & Tabata, I. (1996). Anaerobic capacity and maximal oxygen uptake during arm stroke, leg kicking and whole body swimming. *Acta Physiologica Scandinavica*, 157(4), 435-441.
19. Pimental, N. A., Sawka, M. N., Billings, D. S., & Trad, L. A. (1984). Physiological responses to prolonged upper-body exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(4), 360-365.
20. Pinnington H, Dawson B, Blanksby B. *The energy requirements for water polo*. Nedlands (WA): Australian Sports Commission, 1986.
21. Smith HK. *Physiological fitness and energy demands of water polo; time-motion analysis of field players and goaltenders*. Proceedings of the Federation Internationale de Natation Amateur (FINA) First World Water Polo Coaches seminar; 1991 May 27-June 3: Athens. Lausanne: FINA, 1991; 183-207
22. Smith, H.K. (1988). Applied physiology of waterpolo. *Sports Medicine*, 26(5), 317-334.
23. Šentija, D. (2015) ulomak iz Priručnik za nogometne trenere Uefa „B“, Hrvatski nogometni savez – nogometna akademija, Zagreb
24. Škomrlj, J. (2020). *Metode za razvoj anaerobne izdržljivosti nogometaša (Završni rad, University of Split. Faculty of Kinesiology)*.
25. Trumbić, I. (2010). *Vaterpolo*. Zagreb: Hrvatska olimpijska akademija.

26. Veršić, Š., Foretić N., Žuvela, F. - materijali iz usmjerenja Kondicijska priprema sportaša 2019, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu
27. Vlatko Vučetić, Sukreški Marko, Sporiš Goran (2013). Dijagnostika treniranosti
28. Ziemann, E., Grzywacz, T., Łuszczuk, M., Laskowski, R., Olek, R. A., & Gibson, A. L. (2011). Aerobic and Anaerobic Changes with High-Intensity Interval Training in Active College-Aged Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1104–1112.