

# AEROBNA IZDRŽLJIVOST VRHUNSKIH PLIVAČA I PARAPLIVAČA

---

Ljubej, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:713583>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije u edukaciji i  
kondicijska priprema sportaša

**Lucija Ljubej**

**AEROBNA IZDRŽLJIVOST VRHUNSKIH  
PLIVAČA I PARAPLIVAČA**

Diplomski rad

**Mentor:**  
**doc. dr. sc. Dajana Karaula**

Zagreb, rujan 2022.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:  
doc.dr.sc. Dajana Karaula

---

Student:  
Lucija Ljubej

---

## AEROBNA IZDRŽLJIVOST VRHUNSKIH PLIVAČA I PARAPLIVAČA

### Sažetak

Postavljeni cilj ovog istraživačkog rada bio je utvrditi postoji li statistički značajna razlika između plivača i paraplivača u vrijednostima maksimalnog primitka kisika ( $VO_{2max}$ ) općenito te u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača i FINA i MD bodove. U radu su obrađeni podaci Hrvatskih seniorskih natjecatelja točnije 12 vrhunskih plivača i 12 vrhunskih paraplivača. Uzorak se u svakoj skupini sastojao od 8 muških natjecatelja i 4 ženske natjecateljice. Podaci unutar ovog istraživanja su obrađeni u programu Statistica 14.0, a metode korištene u istraživanju su Studentov T-test za nezavisne uzorke i deskriptivna statistika za dobivanje Mediane. Rezultati ovog istraživačkog rada ukazali su na to da postoji statistički značajna razlika u dvjema varijablama, a to su razlika plivača i paraplivača u vrijednostima maksimalnog primitka kisika uz pogrešku  $p=0,023599$  i razlika plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na FINA i MD bodove uz pogrešku  $p=0,008202$ . Kroz istraživanje je dokazano kako nema statistički značajne razlike između plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača uz pogrešku  $p=0,532708$ .

**Ključne riječi:** aerobna izdržljivost, plivanje, paraplivanje,  $VO_{2max}$ , FINA i MD bodovi

## **AEROBIC ENDURANCE OF ELITE SWIMMERS AND PARASWIMMERS**

### **Abstract**

The goal of this study was to determine whether there will be a statistically significant difference among swimmers and paraswimmers in the variables maximal oxygen intake ( $VO_{2max}$ ) in general and in  $VO_{2max}$  values referring to the type of swimmer in relation with FINA and MD points. The data of Croatian senior competitors, specifically 12 elite swimmers and 12 elite paraswimmers, are processed in this research. The sample in each group consisted of eight male competitors and 4 female competitors. The data was statistically processed in Statistica 14.0, and the methods that were used in the study were Student's T-test for independent samples and descriptive statistics to acquire the Median. The outcome of the study showed a statistically significant difference in two variables, namely the difference among swimmers and paraswimmers in the values of maximum oxygen intake with p value = 0.023599 and the difference between swimmers and paraswimmers in  $VO_{2max}$  values in relation to FINA and MD points with the p value = 0,008202. After processing the data, it was determined that there is no statistically significant difference among swimmers and paraswimmers in  $VO_{2max}$  values in relation to the type of swimmer with the p value = 0.532708.

**Key words:** aerobic endurance, swimming, paraswimming,  $VO_{2max}$ , FINA and MD points

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	6
<b>3. METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	7
<b>3.1. UZORAK ISPITANIKA</b> .....	7
<b>3.2. UZORAK VARIJABLI</b> .....	7
<b>3.3. METODE OBRADE PODATAKA</b> .....	7
<b>4. REZULTATI</b> .....	7
<b>5. RASPRAVA</b> .....	10
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	12
<b>7. LITERATURA</b> .....	13

## 1. UVOD

Za uspješnost u svakom sportu potreban je skup različitih funkcionalnih, motoričkih i kognitivnih sposobnosti. Također u svakom sportu postoji različita potreba za razvijanjem različitih funkcionalnih sposobnosti s obzirom na zahtjeve koje taj sport postavlja pred sportaša. Funkcionalne sposobnosti se ispoljavaju u većini sportova pa je stoga iznimno bitno znati u kojem sportu koje funkcionalne sposobnosti vrijedi trenirati i unaprjeđivati. U plivanju se veliki naglasak stavlja na izdržljivost kao mjeru aerobnih sposobnosti. Maksimalni primitak kisika je jedan od prediktora aerobne izdržljivosti. Kada je riječ o maksimalnom primitku kisika, Vučetić (2007) navodi: „Parametri koji se najčešće koriste u procjeni aerobnog energetske kapaciteta su apsolutni i relativni maksimalni primitak kisika ( $VO_{2max}$ ,  $VO_{2max}/kg$ ), te anaerobni prag, i to intenzitet (Watt, km/h) i postotak maksimalnog primitka kisika ( $\% VO_{2max}$ )“ (str. 12). Aerobni metabolizam koji predstavlja oksidaciju ugljikohidrata i masti (iznimno i bjelančevina) opskrbljuje sportaša energijom za vrijeme dugotrajne tjelesne aktivnosti niskog ili srednjeg intenziteta. Sustav za prijenos kisika (srčanožilni i dišni sustav) pruža dovoljnu količinu kisika pa u lancu oksidativnih procesa kao što su Krebsov ciklus i oksidativna fosforilacija koja se odvija u staničnim organelama - mitohondrijima te od jednog mola glukoze nastaje 38 molova ATP-a (Guyton i Hall, 2003):



Aerobna izdržljivost je sposobnost koja nam omogućava da kontinuirano provodimo neku aktivnost tijekom što dužeg vremenskog perioda bez smanjenja efikasnosti izvedbe. Može se definirati i kao sposobnost odupiranja umoru tijekom aktivnosti dugog trajanja (Maršić i sur., 2008; prema Hollmann i Hettinger, 2000). Čovjekove funkcionalne sposobnosti su osnovne sastavnice koje određuju izdržljivost. Mjera koja se smatra najboljim pokazateljem aerobnog kapaciteta je maksimalni primitak kisika tj.  $VO_{2max}$  (Maršić i suradnici, 2008). Dokazano je da je  $VO_{2max}$  dobar izoliran prediktor uspješnosti u plivanju na srednje udaljenosti što znači da uspješnost u plivanju na 400 metara slobodnim stilom uvelike ovisi o sposobnosti sportaša da postigne veću brzinu plivanja sa što nižim postotkom  $VO_{2max}$  (Ribeiro i suradnici 1990). Maksimalni primitak kisika ili maksimalni aerobni kapacitet ( $VO_{2max}$ ) je sposobnost krvožilnog sustava da dopremi kisik do stanica u mišićima te korištenje tog kisika tijekom izvedbe. Definira se kao razina primitka kisika u minuti pri kojoj daljnje povećanje opterećenja ne uzrokuje daljnje povećanja primitka kisika.  $VO_{2max}$  se može definirati i kao maksimalna

količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti pri opterećenju visokog intenziteta kao i kao točka pri kojoj potrošnja kisika doseže plato i ne može biti veća od te vrijednosti bez stvaranja laktata i prelaska u zonu anaerobnog kapaciteta (Gričar i suradnici 2017). Koristi kao indikator za procjenu srčanožilnog fitnesa. Kod maksimalnog primitka kisika bitne su dvije različite vrijednosti, a to su apsolutni i relativni  $VO_{2max}$ . Dobro utrenirani sportaši imaju vrijednost  $VO_{2max}$  i do 6.0 l kisika u minuti dok relativne vrijednosti sportaša mogu iznositi čak i 80-90 ml kisika/kg/minuti (Davie, 2010). Za procjenu aerobnih sposobnosti bolja opcija bi bila koristiti relativni  $VO_{2max}$  zato što se s promjenom tjelesne mase mijenjaju i potrebe za kisikom (Gričar i suradnici 2017). Aerobne sposobnosti ograničene su količinom kisika koji se može dopremiti iz pluća do mišića. Sastav krvi i minutni volumen srca su dvije sastavnice o kojima ovisi sposobnost dopreme kisika do mišića. Najvažniji protein u tom sustavu je hemoglobin koji je iznimno bitan za prijenos kisika jer se kisik veže za njega i tako dolazi do periferije. Kada dođe na periferiju kisik se zahvaljujući mišićnim vlaknima izvlači iz krvi i koristi za proizvodnju ATP-a u mitohondrijima. Na periferiji se nalaze aerobne strukture koje omogućavaju oslobađanje kisika iz krvi da bi se nakon oslobađanja mogao iskoristiti za proizvodnju ATP-a. Trenirani sportaši imaju razvijen sustav kapilara koje obavijaju mišićna vlakna onih mišića koje treniramo što znači da trenirana osoba ima razvijeniju mrežu kapilara pojedinih mišića na koje se utječe treningom od netrenirane osobe. Koliki će dio kisika koji dospije do mišićnih vlakana biti iskorišten ovisi o enzimima u mitohondrijima gdje nastaje ATP (Arcelli i Canova, 2001).

U tom sustavu veliku ulogu imaju i testosteron i njegov srodni metabolit dihidrotestosteron (DHT) jer su čimbenici u procesu razvoja mišića, kostiju i hemoglobina (Senefeld i suradnici 2019).

Osim gore navedenih čimbenika koji utječu na vrijednosti  $VO_{2max}$ , maksimalni primitak kisika jako ovisi i o genetici. Maksimalni pritisak kisika je jedan od rijetkih parametara na koje genetika ima toliko veliki utjecaj te može objasniti čak 25-50% varijance između ljudi (Gričar i suradnici 2017).

Plivanje je složen, kontinuiran, cikličan i individualan sport, gdje tjelesno kondicijska priprema ima velik doprinos u postizanju visokih performansi. Olimpijski događaji traju između ~20 s do 15 minuta, očito je da natjecateljsko plivanje općenito ovisi o aerobnoj i anaerobnoj isporuci energije (Fernandes i suradnici, 2016; prema Gatin 2001). Plivanje je sport koji se odvija u vodi koja je medij gušći od zraka i to 780 puta gušća (Šiljeg i suradnici 2016) te je cilj biti što

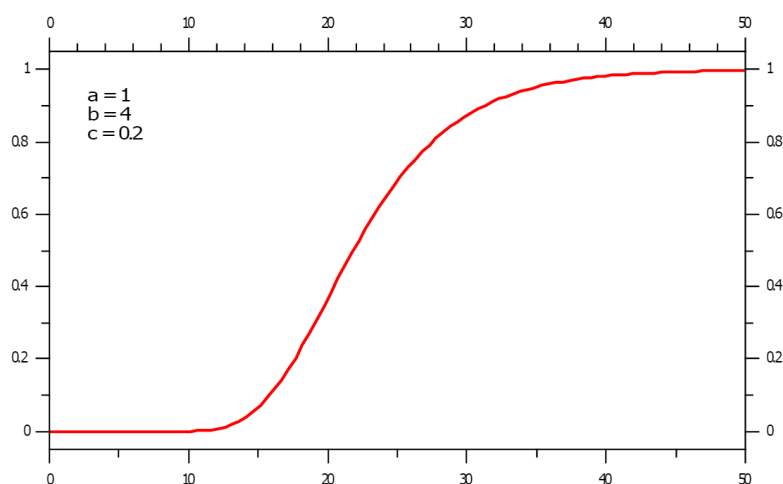


ekonomičniji kako bi plivači trošili što manje energije i postigli što bolji rezultati. Zbog specifičnosti uvjeta u kojima se odvija, plivanje ima pozitivan utjecaj na razvoj određenih sposobnosti unutar kao i na razvoj cijelog organizma. Plivanje je sport cikličkog ponavljanja pokreta ruku i nogu pomoću kojih se održavamo na površini vode dok se istodobno krećemo prema naprijed odnosno prema cilju (Trivun i Vuković, 2007). Plivači su se prije rangirali samo prema vremenima i nije postojala standardizirana raspodjela plivača na rang listama, ali to se promijenilo te se danas koriste komparativne tablice koje za temelj imaju najbolje svjetske rezultate. Najpoznatije tablice koje se danas koriste su LEN i FINA. LEN ili LENA (Ligue Européenne de Natation) je europska krovna organizacija te se koriste tablice napravljene na temelju svjetskih rekorda na duge staze, dok je FINA (Fédération Internationale De Natation) svjetska krovna organizacija i tablice kojima se koristi su napravljene prema 8 najboljih rezultata na svijetu ikada otplivanih kako na kratkim tako i na dugim stazama. FINA je svjetska plivačka organizacija koja objedinjuje plivanje, vaterpolo, umjetničko plivanje, skokove u vodu i plivanje u otvorenim vodama (FINA, 2020). Uzimajući u obzir da plivački olimpijski program ima 35 plivačkih disciplina potreban je sistem usporedbe kvalitete rezultata između disciplina i između spolova. U tu svrhu svake godine FINA objavljuje bodovnu tablicu u kojoj je svjetski rekord u svakom događaju valoriziran s 1000 bodova. Postoji posebna tablica za muškarce i za žene. U otvorenoj dobnoj kategoriji (seniori) koristi se ovaj sustav, ali europski i državni savezi dijele mlađe plivače po dobnim kategorijama. Ovaj sustav bodovanja prihvaćen je u cijelom svijetu za valorizaciju rezultata (Vukelić, B., Leko, G., i Šiljeg, K., 2021). Bodovi prema FINA-i se koriste i na najvećim svjetskim plivačkim natjecanjima stoga će i u ovom radu FINA bodovi biti oni koje ćemo koristiti u obradi podataka (Radulović, 2005).

Sport za osobe s invaliditetom postoji već više od sto godina, a prve paraolimpijske igre su se održale u Rimu 1960. godine (Jajčević, 2010). Paraplivanje je sport koji je od najranijih početaka dio paraolimpijskog sporta pa se sukladno tome natjecanje u paraplivanju održavalo na svim olimpijskim igrama do sada (Aitchison i suradnici, 2021). Kod paraplivanja svaki dio treninga mora biti individualiziran s obzirom na različitost invaliditeta te je još veći zadatak postići ekonomičnost kretanja kroz vodu. Zbog specifičnosti medija, kod kretanja kroz vodu, postoje otpori kao što su valovi, turbulencije i dodatno trenje koji utječu na brzinu kretanja (Leko, 2018), a paraplivačima dodatne probleme stvaraju asimetrije i različite dijagnoze. Već je spomenuto kako je maksimalni primitak kisika veoma bitan za uspješnost u plivanju, ali uz njega postoji još jedan važan parametar koji utječe na rezultat u plivanju, a to je ekonomičnost funkcionalnih sustava. Da želimo usporediti dva plivača koji imaju iste vrijednosti  $VO_{2max}$ ,

plivač koji ima bolju ekonomičnost kretanja će biti brži. Stoga paraplanje mora biti promatrano kao zasebni dio plivanja. Paraplivači su podijeljeni u kategorije odnosno klase prema funkcionalnim, kognitivnim i senzornim mogućnostima kako bi svaki pojedinac imao priliku nastupati na natjecanjima bez obzira na zdravstvene teškoće. Sportaši se klasificiraju prema nekim parametrima kao što su: snaga mišića, opseg pokreta zglobova, koordinacija pokreta i vrsta tjelesnih oštećenja. Klasifikacije prema kojima se dijele sportaši u kategorije odnosno klase sastoje se od prefiksa kojima su pridruženi brojevi. Svaki prefiks označava o kojoj se disciplini radi pa stoga razlikujemo tri kategorije: S (leđno, kraul i dupin), SB (prsno) te SM (mješovite discipline u pojedinačnim kategorijama) dok brojevi označavaju stupanj invaliditeta od najtežih prema lakšima. Prema tome broj jedan označava najveće oštećenje. Razlikujemo tri skupine oštećenja kod paraplivača: fizičko, mentalno i vidno (Karaula i sur., 2021). Prema tome i bodovanje u paraplanju mora u obzir uzeti klase u kojima se sportaši natječu.

Model bodovnog sustava koji se danas koristi u paraplanju je Gompertzova (sigmoidna) funkcija, matematički model za vremenske serije. Opća formula Gompertzove funkcije je  $G(x) = ae^{-eb-cx}$ , pri čemu su  $a$ ,  $b$  i  $c$  pozitivni brojevi te  $x$  kao vrijednost izvedbe. S obzirom da je želja da bolje izvedbe dobiju veće vrijednosti koristi se recipročna vrijednost vremena kao izvedba  $x$ .



Slika 1. Grafički prikaz osnovne formule Gompertzove funkcije

$$G(x) = ae^{-eb-cx} \quad (\text{IPC, 2017}).$$

Uz pomoć ovog skupa parametara za svaki spol, događaj i klasu, bodovi se mogu izračunati i koristiti za usporedbu između različitih disciplina. Proces dobivanja bodova temelji se na tome da najbolji rezultati budu na oko 1000 bodova, naravno ne točno u decimalu kako bi se ostavilo prostora za nove vrhunske plivače da postignu bolje rezultate koji će onda biti iznad te granice.

Tri parametra mogu se tumačiti na sljedeći način:

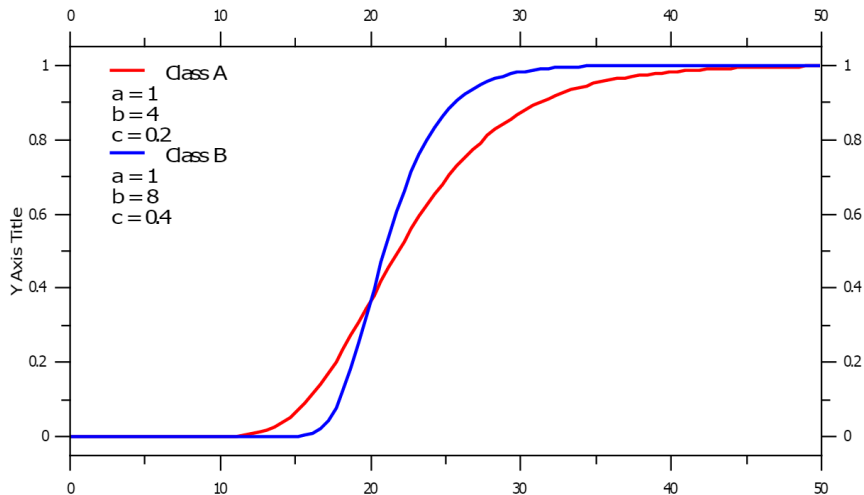
- $a$  je najveći mogući broj bodova
- $b$  postavlja pomak duž  $x$ -osi
- $c$  postavlja stopu rasta duž  $x$

Primijenjene su male prilagodbe kako bi se povećala stabilnost i komparativnost. Najvažnija implementacija je koncept glavnih jednadžbi kako bi se osigurao pravedan bodovni sustav između različitih klasa. Unutar svake kombinacije klasa, izvedbe su preračunate u odnosu na svaku vrhunsku izvedbu u skupu podataka, a Gompertzova funkcija je prilagođena naspram dobivenih podataka. Ova funkcija se naziva glavna jednadžba i odražava opću raspodjelu izvedbi unutar kombinacije klasa. Zadržavanje glavnih parametara jednadžbe  $a$  i  $b$  fiksnim, treći parametar  $c$  ponovno je izračunat za svaku klasu pomoću faktora najbolje izvedbe koji se koristi za usporedbu rezultata između različitih klasa.

Za izračun određene izvedbe za određeni broj bodova koristimo inverznu Gompertzova funkciju:

$$G(p, a, b, c) = q = ae^{-e^{b-\frac{c}{p}}}$$

s izvedbom ( $p$  u sekundama), bodovima  $q$  i parametrima  $a$ ,  $b$  i  $c$ . (IPC, 2017)



Slika 2. Grafički prikaz glavne jednadžbe koja odražava distribuciju izvedbi unutar kombinacije klasa (IPC, 2017).

Namjera ovog koncepta glavne jednadžbe bila je povećati komparativnost krivulja unutar svake kombinacije klasa. Pogotovo ako dvije krivulje klase A i B imaju sjecište, to dovodi do logičkih nedosljednosti. U primjeru, za dobre rezultate sustav bodovanja kaže klasa B je najviše oštećena i stoga su potrebne niže izvedbe da bi se pobijedili sportaši iz klasa A. Ali za slabije izvedbe, ovo je obrnuto (IPC, 2017).

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE

Cilj ovog istraživanja je ustanoviti postoje li razlike u aerobnoj izdržljivosti između paraplivača i plivača, između plivača međusobno u odnosu a tip plivača te postoje li razlike između plivača i paraplivača u odnosu na bodove (FINA i MD bodovi).

Prema cilju istraživanja postavljene su i sljedeće hipoteze:

H1: Postoji statistički značajna razlika između vrhunskih plivača i paraplivača u maksimalnom primitku kisika ( $VO_{2max}$ ).

H2: Postoji statistički značajna razlika kod vrhunskih plivača u maksimalnom primitku kisika odnosu na tip plivača.

H3: Postoji statistički značajna razlika kod vrhunskih plivača i paraplivača u maksimalnom primitku kisika u odnosu na FINA i MD bodove.

### **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. UZORAK ISPITANIKA**

Uzorak ispitanika se sastoji od 24 vrhunska plivača i paraplivača u seniorskoj kategoriji od kojih je 12 plivača i 12 paraplivača. Uzorak od 12 vrhunskih plivača sastoji se od 8 plivača i 4 plivačice kao i kod paraplivača gdje se uzorak također sastoji od 8 paraplivača i 4 paraplivačice.

#### **3.2. UZORAK VARIJABLI**

Uzorak varijabli sastoji se od relativnog  $VO_{2max}$  te najboljeg rezultata svakog plivača i paraplivača izraženog u FINA i MD bodovima.

#### **3.3. METODE OBRADJE PODATAKA**

Prikupljeni podaci su obrađeni u programu za statističku obradu podataka Statistika 13.0 sukladno s postavljenim pretpostavkama: izračunat će se osnovni statistički pokazatelji te će se za ispitivanje postavljenih hipoteza koristiti T-test za nezavisne uzorke. Za ispitivanje hipoteze; postoje li razlike kod plivača i para plivača u odnosu na FINA i MD bodove kroz median kod  $VO_{2max}$  /kg koristit će se T-test te će se izračunati veličina učinka preko Excel Sheet. U slučaju da pretpostavke odabranih hipoteza nisu potvrđene, koristit će se druge prikladne metode.

### **4. REZULTATI**

Tablice 1. i 2. sastoje se od disciplina, najboljeg ostvarenog vremena, bodova (FINA i MD) te dobivenog rezultata za  $VO_{2max}$  kod vrhunskih plivača te klase u kojoj se natječu kod paraplivača. U Tablicama 3.-6. prikazani su rezultati dobiveni statističkom obradom podataka u programu Statistica 14.0. Prikazane su vrijednosti izračunate na temelju dobivenih vrijednosti  $VO_{2max}$  iz Tablica 1. i 2.

Tablica 1. Parametri četiriju varijabli vrhunskih plivača u seniorskoj kategoriji – disciplina u kojoj se natječu, najbolje ostvareno vrijeme u toj disciplini, FINA bodovi te relativna vrijednost  $VO_{2max}$

IME I PREZIME	KLASA	DISCIPLINA	VRIJEME	FINA BODOVI	VO2MAX - rel
Ispitanik br. 1		800m SLOBODNO	9,00.50	721	40,6
Ispitanik br. 2		50m SLOBODNO	26,35	725	41,4
Ispitanik br. 3		400m MJEŠOVITO	5,06.84	652	46,7
Ispitanik br. 4		1500m SLOBODNO	17,18.67	696	39,4
Ispitanik br. 5		200m DUPIN	2,02.07	746	55
Ispitanik br. 6		400m SLOBODNO	3,55.89	812	46,4
Ispitanik br. 7		200m SLOBODNO	1,52.97	736	42,2
Ispitanik br. 8		400m SLOBODNO	4,06.13	715	44,7
Ispitanik br. 9		400m SLOBODNO	4,00.07	770	46,4
Ispitanik br. 10		100m SLOBODNO	50,74	790	39,3
Ispitanik br. 11		100m SLOBODNO	49,98	827	52,7
Ispitanik br. 12		200m SLOBODNO	1,52.15	752	45

Tablica 2. Parametri pet varijabli vrhunskih paraplivaca u seniorskoj kategoriji – Klasa u kojoj se natječu prema stupnju i vrsti invaliditeta, disciplina u kojoj se natječu, najbolje ostvareno vrijeme u toj disciplini, MD bodovi te relativna vrijednost  $VO_{2max}$

IME I PREZIME	KLASA	DISCIPLINA	VRIJEME	MD BODOVI	VO2MAX – rel
Ispitanik br. 1.1	SB8	100m PRSNO	1:31.56	775	39,3
Ispitanik br. 1.2	S8	100m SLOBODNO	1:27.42	418	38,82
Ispitanik br. 1.3	S9	50m SLOBODNO	31.96	523	25,2
Ispitanik br. 1.4	S8	100m LEPTIR	1:27.54	863	36,96
Ispitanik br. 1.5	S6	100m LEĐNO	1:15.46	963	52,46
Ispitanik br. 1.6	S10	50m SLOBODNO	27.60	537	32,26
Ispitanik br. 1.7	S9	200m SLOBODNO	2:52.14	373	35,65
Ispitanik br. 1.8	SB5	100m PRSNO	1:51.55	625	37,65
Ispitanik br. 1.9	S9	50m SLOBODNO	28.74	610	37,57
Ispitanik br. 1.10	S10	100m SLOBODNO	59.05	753	47,9
Ispitanik br. 1.11	S5	200m SLOBODNO	3:02.55	657	39,08
Ispitanik br. 1.12	S6	50m LEPTIR	42.88	336	44,42

Tablica 3. Rezultati T-testa dobiveni statističkom obradom podataka u Statistici 13.0 – Razlika plivača i paraplivača u vrijednostima maksimalnog primitka kisika,  $VO_{2max}$

Varijabla	T-test Grupa 1: Plivač Grupa 2: Paraplivač							
	Mean Plivač	Mean Paraplivač	t-value	P	Valid N Plivač	Valid N Paraplivač	Std.Dev. Plivač	Std.Dev. Paraplivač
$VO_{2max}$	44,98333	38,93917	2,432218	0,023599	12	12	4,956141	7,038605

Legenda: Mean (srednja vrijednost), rezultati t-testa (t-value), statistička pogreška (p), broj plivača (Valid N plivač), broj paraplivača (Valid N paraplivač), standardna devijacija (Std. Dev.)

Tablica 4. Rezultati T-testa dobiveni statističkom obradom podataka u programu Statistica 13.0 – Razlika plivača prema tipu plivača u vrijednostima maksimalnog primitka kisika,  $VO_{2max}$

Varijabla	T-test Grupa 1: disciplina iznad 200 m Grupa 2: disciplina do 200 m							
	Mean iznad 200m	Mean 200 m	t-value	p	Valid N iznad 200 m	Valid N do 200 m	Std.Dev. iznad 200m	Std.Dev. do 200 m
$VO_{2max}$	44,03333	45,93333	-0,646185	0,532708	6	6	3,225317	6,439772

Legenda: Mean (srednja vrijednost), rezultati t-testa (t-value), statistička pogreška (p), broj plivača koji se natječu u disciplinama iznad 200m (Valid N iznad 200m), broj plivača koji se natječu u disciplinama do 200m (Valid N do 200m), standardna devijacija (Std. Dev.)

Tablica 5. Deskriptivni parametri Aritmetičke sredine i Mediane FINA i MD bodova kod plivača i paraplivača

Varijabla	Deskriptivna statistika		
	Valid N	Aritmetička sredina	Mediana
Bodovi (FINA i MD)	24	682,2917	723,0000

Tablica 6. Rezultati T-testa dobiveni statističkom obradom podataka u programu Statistica 13.0 – Razlika plivača i paraplivača u odnosu na FINA i MD bodove u vrijednostima maksimalnog primitka kisika,  $VO_{2max}$

Varijabla	T-test Grupa 1: disciplina iznad 200 m Grupa 2: disciplina do 200 m							
	Mean -	Mean +	t-value	p	Valid N -	Valid N +	Std.Dev. -	Std.Dev. +
$VO_{2max}$	38,50417	45,41833	-2,90547	0,008202	12	12	5,814734	5,843358

Legenda: Mean (srednja vrijednost), rezultati t-testa (t-value), statistička pogreška (p), broj plivača koji imaju manju vrijednost bodova od vrijednosti mediane (Valid N -), broj plivača koji imaju veću vrijednost bodova od vrijednosti mediane (Valid N +), standardna devijacija (Std. Dev.)

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da se plivači i paraplivači statistički značajno razlikuju u varijabli maksimalni primitka kisika ( $VO_{2max}$ ) uz pogrešku  $p = 0,023599$  kao i u rezultatima  $VO_{2max}$  u odnosu na FINA i MD bodove uz pogrešku  $p = 0,008202$ . Nakon obrade podataka utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između plivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača uz pogrešku  $p = 0,532708$ . S obzirom na to da postoji statistički značajna razlika u dvije od tri varijable ovog rada, potvrđene su prva i treća postavljena hipoteza.

## 5. RASPRAVA

Nakon obrade svih podataka utvrđeno je kako postoje statistički značajne razlike između plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$ . Statističkom metodom Studentova T – testa utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u samim vrijednostima  $VO_{2max}$  kao i u istim tim vrijednostima u odnosu na FINA i MD bodove, dok kod rezultata u  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača nema statistički značajne razlike. S obzirom na to da je utvrđena statistički značajna razlika u dvije varijable potvrđene su dvije od tri hipoteze i to prva i treća. Uspoređujući rezultate ovog istraživanja može se donjeti zaključak da plivači prosječno imaju veći  $VO_{2max}$  od paraplivača te je sukladno tome i vrijednost FINA i MD bodova veća ili manja. Ta informacija može biti značajna u osmišljavanju plana i programa treninga plivača i paraplivača. Zanimljiva je i činjenica da pojedinci paraplivača imaju vrijednosti  $VO_{2max}$  toliko visoke da se izjednačavaju s prosjekom vrijednosti  $VO_{2max}$  plivača, a kod nekih je ta vrijednost čak i puno



veća. Naravno kod ovog istraživanja se mora uzeti u obzir i činjenica da su promatrani rezultati uključivali i muške i ženske natjecatelje. Budući da je plivanje sport u kojem se radi jako malo istraživanja na profesionalnim plivačima i plivačicama jer im je vrijeme provedeno u vodi predragocjeno da bi svoj trening zamijenili istraživanjem ne postoji puno radova ove tematike koji su mogli poslužiti za primjer ovog istraživanja, dok je kod parapliivanja stvar još kompliciranija s obzirom na to da se plivači raspoređuju u klase prema vrsti i težini oštećenja. Iz tog razloga osvrnut ćemo se na neke radove slične tematike provedene na plivačima i parapliivačima. Clemente-Suárez i suradnici (2018) provode istraživanje na 17 dobro utreniranih plivača te dolaze do zaključka kako su promjene u  $VO_{2max}$  bile veće kod obrnute periodizacije treninga nego kod tradicionalne periodizacije treninga, ali je tradicionalna periodizacija rezultirala većom učinkovitošću plivanja, vjerojatno zbog većeg obujma tehničkog treninga koji se izvodi tijekom programa.

Sousa i suradnici (2014) su napravili istraživanje na 12 dobro utreniranih muških plivača od kojih su svi sudjelovali na natjecanjima na nacionalnoj razini. Svi plivači su bili specijalizirani za srednje dionice slobodnim stilom, trenirali su barem osam puta tjedno te su sudjelovali na državnim prvenstvima barem četiri godine. Ispitanici su odradili 4 posjeta bazenu u razdoblju od dva tjedna, a prilikom prvog posjeta plivačima je izmjeren  $VO_{2max}$  i  $vVO_{2max}$ . Rezultati su pokazali kako se vrijeme do iscrpljenosti smanjivalo kako se povećavala brzina plivanja. Ribeiro i suradnici (1990) provode zanimljivo istraživanje na 15 plivača koji su sudjelovali u intenzivnom fizičkom treningu. Istraživanje je pokazalo da se 79 posto varijabilnosti plivačke izvedbe na 400 metara može uračunati u brzinu plivanja koja odgovara 85 posto  $VO_{2max}$  ili brzina koja odgovara koncentraciji laktata u krvi od 4 mm dobivene relativno jednostavnim postupkom testiranja. Oba metabolička indeksa su dobro izolirani prediktori uspješnosti u plivanju na srednje udaljenosti, što ukazuje da uspjeh u utrci na 400 m slobodnim stilom uvelike ovisi o sposobnosti sportaša da postigne veću brzinu plivanja sa što nižom koncentracijom laktata u krvi i/ili sa što nižim postotkom  $VO_{2max}$ . Jedno od novijih istraživanja slične tematike proveli su Zaton i Kozlowski (2016) na 17-ero osnovnoškolske djece koji su bili raspoređeni u dvije skupine: eksperimentalnu ( $n = 9$ ) i kontrolnu ( $n = 8$ ). Šestotjedni intervalni ciklus treninga u velikoj je mjeri poboljšao vrijeme plivanja djece osnovnoškolskog uzrasta. Značajno povećanje  $VO_{2max}$ ,  $VE_{max}$ ,  $H_{rmax}$  i  $La-$  dokazuje da se izdržljivost poboljšala. Poboljšana je brzina plivanja na distancama od 25, 50 i 100 m slobodnim stilom. Naczki i suradnici (2021) su radili istraživanje na adolescentima s Downovim sindromom te su

nakon 33 tjedna plivačkih treninga u jednoj od grupa uočili značajno poboljšanje aerobnog kapaciteta kod ispitanika.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovaj istraživački rad je za svrhu imao utvrditi postoje li razlike u vrijednostima maksimalnog primitka kisika između vrhunskih plivača i parapliivača, razliku u vrijednostima  $VO_{2max}$  između plivača u odnosu na tip plivača te razliku u  $VO_{2max}$  između plivača i parapliivača u odnosu na FINA i MD bodove. Za potrebe ovog rada korištene su vrijednosti  $VO_{2max}$  izmjereni na 12 vrhunskih Hrvatskih plivača i 12 parapliivačima u seniorskoj kategoriji. S obzirom na svrhu i cilj ovog istraživanja podaci su obrađeni odgovarajućom statističkom metodom (t-test za nezavisne uzorke) u programu Statistica 14.0. Konačnim rezultatima utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između plivača i parapliivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  uz pogrešku  $p = 0,023599$  te između plivača i parapliivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na FINA i MD bodove uz pogrešku  $p = 0,008202$ , dok razlika između plivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača nije statistički značajna uz pogrešku  $p = 0,532708$ . S obzirom na dobivene rezultate ovog istraživanja može se zaključiti da vrijednost maksimalnog primitka kisika ima utjecaj na izvedbu kod vrhunskih plivača i parapliivača te u većini slučajeva natjecatelji s većim vrijednostima posjeduju i veći broj bodova tj. imaju bolji plasman. Rezultati ovog rada mogu poslužiti trenerima u izradi plana i programa svojih natjecatelja i pripremu istih za natjecanja koja ih očekuju. Ne postoji veliki broj radova ove tematike općenito, a pogotovo u parapliivanju tako da ćemo navesti jedan rad u tom području najbližije tematike. Feitosa i suradnici (2019) rade istraživanje na 11 dobro utreniranih plivača s tjelesnim poteškoćama. Svi ispitanici su imali barem pet treninga i 20 preplivanih kilometara tjedno. Kriterij za odabir ispitanika je bio da se natječu na regionalnim, državnim ili međunarodnim natjecanjima s minimalno 2 godine iskustva. Uspoređen je  $VO_{2peak}$  sa  $VO_{2max}$  te su rezultati pokazali da se ne razlikuju. S obzirom na veliku raznolikost oštećenja i broj sportskih klasa koje postoje u paraolimpijskom plivanju, može se zaključiti da je  $VO_{2peak}$ , identificiran u 200-m kraul testu, valjana procjena  $VO_{2max}$  u dobro utreniranih plivača s tjelesnim oštećenjima koja su slična oštećenjima u tom radu.

## 7. LITERATURA

- Aitchison, B., Rushton, A. B., Martin, P., Soundy, A., i Heneghan, N. R. (2021). The podium illusion: a phenomenological study of the influence of social support on well-being and performance in elite para swimmers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 1-11.
- Arcelli, E., Canova, R. (2001). *Trening za maraton: znanstveni pristup*. Zagreb: Global.
- Clemente-Suárez, V. J., Fernandes, R. J., de Jesus, K., Pelarigo, J. G., Arroyo-Toledo, J. J., i Vilas-Boas, J. P. (2018). Do traditional and reverse swimming training periodizations lead to similar aerobic performance improvements? *The Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 58(6), 761-767.
- Davie, P. (2010). *Sports fitness advisor. A guide to VO2max*. Preuzeto sa: <http://www.sport-fitness-advisor.com>.
- Feitosa, W. G., Barbosa, T. M., Correia, R. D. A., i Castro, F. A. D. S. (2020). Is VO2peak a valid estimation of VO2max in swimmers with physical impairments?. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(2), 252-262.
- Fernandes, R., Souse, A., Ribeiro, J., De Jesus, K., Figueiredo, P., Pelarigo, G., J., Zacca, R., Abraldes, J., A., Soares, S., Machado, L., Keskinen, K., L., Guidetti, L., Baldari, C., Vilas-Boas, J. (2016). Physiology and biomechanics in competitive swimming: „What is expetable from VO2 kinetics at different swimming intensities? Zaton, K., Rejman, M., Chrobot, M. (ur.), *Science in swimming VI*. (7-16). Wroclaw: Wydawnictwo AWF.
- FINA (2020). *Federation Internationale de Nation*, <https://www.fina.org/structure/bureau>
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
- Gričar, I., Maršanić, E., i Šimenc, D. (2017). Mjerenje i treniranje aerobnog kapaciteta u plivanju.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. (2003). *Medicinska fiziologija*. Zagreb: Medicinska naklada.
- Hollman, W., i Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer Verlag
- International Paralympic Committee (28. veljače 2017). *World Para Swimming Points*. <https://www.paralympic.org/>

International Paralympic Committee (14. kolovoza 2022). *Paralympics history*.

<https://www.paralympic.org/ipc/history>

International Paralympic Committee (2019). World Para Swimming Point Scores 2019 – Long Course Events. <https://www.paralympic.org/>

Jajčević, Z. (2010). *Povijest športa i tjelovježbe*. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu; Kineziološki fakultet Sveučilišta

Karaula, D., Perzel, I., Kiš, M. i Sršen, A. (2021). Trening s otporom izvan vode kod paraplivaca. *Kondicijska priprema sportaša* (str. 227-235). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Leko, G. (2018). Učinci višenamjenskog treninga mladih plivača u bazičnom periodu treninga. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 33(2). 72-80.

Maršić, T., Dizdar, D. i Šentija, D. (2008). Osnove treninga izdržljivosti i brzine. Zagreb, Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".

Naczka, A., Gajewska, E., i Naczka, M. (2021). Effectiveness of Swimming Program in Adolescents with Down Syndrome. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7441.

Radulović, B. (2005). Dinamika plivačkih rezultata u Crnoj Gori u periodu 1997-2004 godine. *Sport Mont*, 3(6-7), 350-358.

Ribeiro, J. P., Cadavid, E., Baena, J., Monsalvete, E., Barna, A., & De Rose, E. H. (1990). Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British journal of sports medicine*, 24(3), 196-200.

Senefeld, J. W., Clayburn, A. J., Baker, S. E., Carter, R. E., Johnson, P. W., i Joyner, M. J. (2019). Sex differences in youth elite swimming. *PloS one*, 14(11). DOI:10.1371/journal.pone.0225724

Sousa, A. C., Vilas-Boas, J. P., i Fernandes, R. J. (2014). Kinetics and Metabolic Contributions Whilst Swimming at 95, 100, and 105% of the Velocity at. *BioMed research international*, 2014.

Šiljeg, K., Leko, G., i Sindik, J. (2016). Biomehaničke karakteristike zaveslaja u kraul tehnici. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 31(1), 9-16.

Trivun, M., Vuković, S. (2007). The homogeneity of the results depending on the distances and swimming techniques. *Sport Mont*. 5(12-13-14), 216-224.

- Vučetić, V., (2007). *Razlike u pokazateljima energetske kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja* (doktorska dizertacija), Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Vukelić, B., Leko, G., i Šiljeg, K., (2021). Evaluation of scoring systems in swimming results. Šalaj, S., Škegro, D. (ur.). *9th International Scientific Conference on Kinesiology – Proceedings* (str. 877-880). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Zatoń, M., i Kozłowski, J. (2016). Effectiveness of interval training on changes in young swimmer's physiological parameters and swimming speed. *SWIMMING VI, 11(75)*, 38.