# Fiziološke značajke dvojice olimpijskih pobjednika u veslanju: 12 godišnje longitudinalno istraživanje

**Sokol, Antun**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:350573

*Rights / Prava:* Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**
(studij za stjecanje visoke stručne spreme
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

**Antun Sokol**

# FIZIOLOŠKE ZNAČAJKE DVOJICE OLIMPIJSKIH POBJEDNIKA U VESLANJU – 12-GODIŠNJE LONGITUDINALNO ISTRAŽIVANJE

diplomski rad

**Mentor:**
**izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić**

Zagreb, rujan, 2020.

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:

_____

izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić

Student:

_____

Antun Sokol

FIZIOLOŠKE ZNAČAJKE DVOJICE OLIMPIJSKIH POBJEDNIKA U VESLANJU – 12-GODIŠNJE LONGITUDINALNO ISTRAŽIVANJE

**Sažetak**

U veslanju, fizioloških obilježja kao što su maksimalni primitak kisika, maksimalna frekvencija srca i maksimalni puls kisika predstavljaju važne faktore uspješnosti. Veslanje je sport u kojem dominira ciklička struktura kretanja, a glavna je kondicijska sposobnost aerobna izdržljivost. Kako bi se dobili objektivni podaci o aerobnoj izdržljivosti veslača, potrebno je dobiti podatke o maksimalnom primitku kisika ($VO_{2max}$) koji predstavlja maksimalnu količinu kisika koju organizam troši u jedinici vremena. Fiziološki gledano, maksimalni primitak kisika ovisi o usklađenom djelovanju respiratornog sustava, kardiovaskularnog sustava i mišićnog sustava koji ima ulogu efektora. Primarna je svrha rada bila opisati razvoj fizioloških obilježja dvojice elitnih veslača – olimpijskih pobjednika, a sekundarno se ispitivala adaptacija njihovih fizioloških karakteristika na dugogodišnji vrhunski trening. Najveća vrijednost maksimalnog primitka kisika izmjerena tijekom testiranja je bila 2015. godine kada su veslači imali 26 godina, a iznosila je 7,09 l/min. Maksimalna frekvencija srca opadala je za 0,5 otkucaja na minutu po godini od 2006. do 2015. godine. Vrijednosti su 2006. godine iznosile 189 otkucaja po minuti, a 2015. 183,5 otkucaja po minuti. Puls kisika najviše je vrijednosti imao kada su veslači imali 26 godina, 38,8 ml $O_2$/otk, što objašnjava održavanje iznimno visokog $VO_{2max}$ usprkos padu maksimalne frekvencije srce tijekom promatranog razdoblja.

**Ključne riječi:** fiziološka obilježja, veslanje, olimpijski pobjednici

# PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TWO OLYMPIC ROWING CHAMPIONS – A 12-YEAR LONGITUDINAL STUDY


## Abstract

In rowing, physiological characteristics such as maximum oxygen consumption, maximum oxygen pulse and maximum heart rate represents important factors of success. Rowing is sport where cyclic motion structure dominates, and main condition ability is aerobic endurance. To get objective information about aerobic endurance of rowers, it's necessery to get dates about maximum oxygen consumption ($VO_{2max}$) who represents maximum amount of oxygen in certain time. From physiological perspective, maximal oxygen consumption depends of respiratory system, cardiovascular system and muscular system coordination where muscles have effectory role. The main purpose of this research was describing physiological characteristics of two Olympic winners, and secondary adaptation of their physiological characteristics on longterm training was examined. The highest maximal heart rate values measured between testing was in 2015 when rowers were 26 years old, and it was 7,09 l/min. Maximal hearth frequency was reducing 0,5 beats per year from 2006 to 2015. Values were 189 beats per minute in 2006 and 183,5 in 2015. Highest values of oxygen pulse were achieved when rowers were 26 years, 38,8 ml $O_2$/beat which explains extremely high $VO_{2max}$ maintaining despite reducing maximal heart rate during the research conduction.



**Key words:** physiological characteristics, rowing, Olympic winners

# SADRŽAJ

1. UVOD ..... 4

2. VESLANJE KROZ POVIJEST ..... 6

2.1. Veslanje kao sport ..... 6

3. CILJ RADA ..... 9

4. METODE RADA ..... 10

4.1. Uzorak ispitanika ..... 10

4.2. Varijable ..... 11

4.3. Protokol testiranja ..... 11

4.4. Trening ..... 12

4.5. Metode obrade podataka ..... 13

5. REZULTATI I RASPRAVA ..... 14

5.1. Antropometrija ..... 14

5.2. Fiziološka obilježja ..... 15

5.2.1. Maksimalni primitak kisika vrhunskih veslača ($VO_{2max)}$ ..... 17

5.2.2. Maksimalna frekvencija srca vrhunskih veslača ($HR_{max}$) ..... 18

5.2.3. Maksimalni puls kisika vrhunskih veslača ($OP_{max}$) ..... 20

6. ZAKLJUČAK ..... 21

7. LITERATURA ..... 22

# 1. UVOD

Višegodišnja istraživanja koja opisuju razvoj fizioloških obilježja sportaša u sportovima izdržljivosti koji predstavljaju elitu svog sporta (osvajači olimpijskih medalja i svjetskih prvenstava) su rijetka iz različitih razloga. Najvjerojatnije zbog ograničenog pristupa takvim sportašima. U području veslanja, samo tri prikaza slučaja odnose se na fiziološka obilježja olimpijskih pobjednika i osvajača svjetskih prvenstava tijekom višegodišnjeg razdoblja (Lacour, Messionnier i Bourdin, 2009; Mikulić, 2011; Nybo, Schmidt, Fritzdorf i Nordsborg, 2014). Dva istraživanja (Lacour, 2009; Nybo, 2014) ispitivali su veslače na vrhuncu njihove karijere, koje je u istraživanju koje je proveo Nybo trajalo više od 20 godina.

Veslanje je sport cikličke strukture kretanja u kojem dominira izdržljivost. To je aktivnost u kojoj se koristi cijelo tijelo te zahtijeva aktivaciju gotovo svih mišića u tijelu (Secher, 2000). Posebno važna sposobnost za uspjeh u veslanju je aerobna izdržljivost te nije neobično da se maksimalni primitak kisika često dovodi u vezu s izvedbom veslača. Primjerice, u prethodnim istraživanjima (Ingham, Pringle, Hardman, Fudge i Richmond, 2013), vrijednosti $VO_{2max}$ pokazuju vrlo visoku korelaciju s testom 2000 metara na veslačkom ergometru u grupi vrhunskih veslača. S obzirom na veliku važnost $VO_{2max}$ za uspjeh u natjecateljskom veslanju, fiziološke varijable su tradicionalno bile značajne za same veslače, njihove trenere te fiziologe u sportu. $VO_{2max}$ ovisi o dostavi kisika putem arterija odnosno, preciznije, o maksimalnom minutnom volumenu srca i zasićenosti arterijske krvi kisikom. Minutni volumen srca uobičajeno se definira kao umnožak udarnog volumena i frekvencije srca. Frekvencija srca može se mjeriti direktno koristeći monitor za srčanu frekvenciju dok puls kisika služi kao indirektni indikator udarnog volumena.

Kao dodatak primjeni veslačkog ergometra u laboratorijima za procjenu fizioloških i izvedbenih obilježja, treneri rutinski koriste ove uređaje za evaluaciju veslačevih funkcionalnih kapaciteta. Testovi 2000 metara i 6000 metara na veslačkom ergometru su među najčešće korištenima za ispitivanje navedenih funkcija. Trajanje testa od 2000 metara na veslačkom ergometru odgovara trajanju utrke na 2000 metara na vodi, te time simulira metaboličke zahtjeve izvedbe u realnim uvjetima. Test od 6000 metara na veslačkom ergometru je, s druge strane, namijenjen procjeni produženog vremena izvedbe veslača. Trebalo bi istaknuti da se ovi testovi skupa koriste kao važna mjera za selekciju veslača za reprezentativnu vrstu.

Primarna svrha ovog istraživanja je opisivanje razvoja navedenih fizioloških obilježja dva svjetski uspješna veslača tijekom 12–godišnjeg perioda njihove natjecateljske karijere. Ispitivan je višegodišnji razvoj $VO_{2max}$ kod ovih sportaša kao i ostale fiziološke varijable koje imaju direktan utjecaj na maksimalni primitak kisika ($VO_{2max}$), frekvenciju srca ($HR_{max}$) i puls kisika.

Sekundarna je svrha istraživanja ispitivanje prilagodbe na dugotrajni veslački trening koristeći fiziološke parametre. U ovom istraživanju, 12-godišnje razdoblje tijekom koje su sportaši praćeni podijeljeno je na tri četverogodišnje razvojne faze. Prva faza se odnosila na natjecanja u juniorskoj kategoriji te ranoj seniorskoj razini, druga faza je bila vezana uz dostizanje statusa svjetske klase osvajanjem svjetskih prvenstava te zlatne olimpijske medalje, i treća faza je bila koncentrirana na održavanje statusa svjetske klase osvajanjem tri uzastopna svjetska prvenstva i zlato na Olimpijskim igrama (Mikulić, 2017).

# 2. VESLANJE KROZ POVIJEST

Veslanje je individualni ili grupni sport na vodi, pri čemu se osobe nalaze u čamcu jedna iza druge te pokreću čamac putem vesla koje imaju ulogu poluga, a dominantno snagom leđne muskulature. Za veslanje se koriste uski regatni čamci, a posadu može činiti jedan, dva, četiri ili osam veslača te kormilar u disciplinama s kormilarom. U uporabi su dvije vrste, jedna za čamce u kojima svaki veslač vesla jednim veslom, te tzv. rimen vesla i skul vesla za čamce gdje veslač s vesla s dva vesla (Molnar, 1992.).

Povijest veslanja kao sporta seže u 1315. godinu kada je u Veneciji održano prvo zabilježeno natjecanje nazvano *regata*. Hrvatska povijest veslanja nešto je novija te je prva zabilježena utrka bila na Korčuli 1603. godine. U međuvremenu je postalo atraktivno u Engleskoj koja se i smatra kolijevkom modernog veslanja, te je krajem 19. stoljeća postalo sastavnim dijelom modernih Olimpijskih igara. Tako je veslanje poznato kao jedan od najstarijih sportova čiji počeci zapravo nisu imali puno veze sa sportom.

U kontekstu samih početaka veslanja spominju se galije koje su sagradili Feničani i Grci, a čija je svrha bila ratnička i trgovačka. Glavna sila kojom su se galije pokretale bila su vesla, te su se koristila i jedra ukoliko je bilo povoljnog vjetra. U egipatskim povijesnim spisima iz 1430. godine prije Krista spominju se veslačke vještine ratnika Amenofisa II za kojega se opisuje da je imao izvrsne vještine u veslanju. Također se u starim spisima koji opisuju događanja u Troji spominje kako je veslanje bilo dio pogrebnih ceremonija. U to je vrijeme prepoznata psihofizička korist veslanja zbog čega se počelo koristiti u rekreativne svrhe koje su nakon nekog vremena prerasle u nadmetanja. Mora se istaknuti kako je veslanje kroz povijest bilo vrlo popularno te je kao rekreativna aktivnost opisana od strane raznih pjesnika u ono doba (″The History of the Sport of Rowing″).

## 2.1. Veslanje kao sport

Smatra se kako je početak modernog veslanja utrka na rijeci Temzi u Londonu, održana 1715. godine, zvna Doggett's Coat and Badge. Bila je to utrka profesionalnih lađara koji su pružali usluge prijevoza preko rijeke. Ta se utrka i u današnje vrijeme održava svake godine, te se vodi od Londonskog mosta do naselja Chelsea. Tijekom 19. stoljeća popularnost je utrka porasla te je veslanje privlačilo sve širu publiku. Interesu su posebno pogodovale novčane nagrade profesionalcima. U 18. stoljeću krenula su i amaterska natjecanja u

Engleskoj. Iz tog razdoblja ne postoji puno podataka osim da su jedni od aktivnijih klubova bili oni unutar Sveučilišta Eton i Sveučilišta Westminster. Također je vrijedno napomenuti kako je na Sveučilištu Oxford prva utrka održana 1815. godine, a na Cambridgeu 1827. godine. Prva se utrka dva najveća engleska sveučilišta, Oxford i Cambridge održala 1829. godine, te se ta utrka održava i u današnje vrijeme, a pobjeda u njoj je stvar prestiža. U SAD-u prva zabilježena utrka bila je 1756. godine u New Yorku. Ubrzo se popularnost veslanja među profesionalcima proširila po okolnim zemljama Europe i po svijetu (″The History of the Sport of Rowing″).

Prvi hrvatski veslački klubovi počeli su se razvijati drugom polovicom 19. stoljeća, a prvi je klub osnovan u Zagrebu pod nazivom ″Prvo hrvatsko veslačko i ribarsko društvo″. Početkom 20. stoljeća veslanje je doživjelo procvat u Hrvatskoj te su osnovani brojni klubovi, od kojih veliki broj u Zadru (″Diadora″ 1900. godine, ″Zara″ 1901. godine, ″Societa Juventus Iadertina″ 1905. godine, ″Neptun″ 1907. godine), Osijeku (″Dunav″ 1901. godine, ″Galeb″ 1905. godine, ″Drava″ 1910. godine), Splitu (″Gusar″ 1914. godine), Rijeci (″Vila″ 1910. godine, ″Velebit″ 1911. godine), Zagrebu (″Hrvatski veslački klub″ 1912. godine, ″Macabi″ 1913. godine) uz razne sekcije početkom i tijekom stoljeća. 1922. godine je prvi put osnovano tijelo koje obuhvaća sve aktivnosti u veslanju na području Jugoslavije pod nazivom Jugoslavenski veslački savez. Tijekom godina zabilježeni su brojni uspjesi hrvatski veslača, a među najvećima su oni braće Sinković (″Hrvatski veslački savez″). Danas je u Hrvatskoj veslanje popularno kao natjecateljski, ali i kao rekreativni sport (″Hrvatski veslački savez″).

Po svojoj je strukturi kretanja moderno veslanje monostrukturalna ciklička aktivnost. Ističe se zastupljenost leđnih mišića pri veslanju te ujedno ta grupa mišića trpi i najveće ozljede u vidu prenaprezanja. Međutim, gledano u dinamičkom režimu rada, sve su mišićne skupine i regije tijela donekle aktivirane zbog čega veslanje spada u jedan od najnapornijih sportova. Kako u veslanju postoje dvije faze, u svakoj su zastupljene drugačije skupine mišića. U prvoj fazi ili fazi zaveslaja aktivne su ekstenzorne skupine mišića koljena i kukova te trupa i fleksorne skupine mišića ruku. U drugoj fazi ili fazi vađenja vesla iz vode i povratak u početnu poziciju najaktivnije su fleksorne skupine mišića koljena i kukova te fleksorne skupina mišića trupa, a od ekstenzornih, skupina mišića ruku (Mikulić, 2002).

S fiziološkog stajališta, radi se o sportu u kojem dominira izdržljivost kao glavna kondicijska sposobnost. Vezano uz energetsku komponentu veslanja, može se reći kako ipak prevladava aerobno-anaerobni režim rada gdje su oba sustava za vrijeme utrke maksimalno opterećena. Aerobna aktivnost mjeri se maksimalnim primitkom kisika što je objašnjeno kasnije u tekstu, pa je logično da je $VO_{2max}$ najzanimljiviji faktor za proučavanje u veslanju,

iako je povezan s ostalim bitnim faktorima. To je maksimalna količina kisika koju organizam iskoristi u jedinici vremena na rad, te govori o efikasnosti transportnog sustava za kisik. U Tablici 1 vide se relativne vrijednosti maksimalnog primitka kisika.

S morfološkog stajališta zaključuje se kako zbog izrazitih aerobnih zahtjeva sporta veslači imaju relativno niske vrijednosti potkožnog masnog tkiva, dok je udio mišićne mase viši pa su veslači teži od rekreativne populacije. Uobičajeno je da su i iznadprosječne visine u odnosu na rekreativnu populaciju. Da to ne mora biti pravilo, potvrđuju braća Sinković svojim uspjesima. Zaključuje se kako su veslači prema somatotipu mezomorfi s puno mišićne mase koja je maksimalno funkcionalna. Kako konstituciju određuje dijelom genetika, tako su veslači radi ravnopravnosti natjecanja svrstani u dvije kategorije, težu i lakšu čija je granica 72,5 kg za disciplinu samac (Mikulić, Vučetić, Matković, Oreb, 2005).

*Tablica 1. Uobičajene relativne vrijednosti maksimalnog primitka kisika u populaciji*

| Vrijednost $VO_{2max}$ (ml/kg/min) | POPULACIJA |
|---|---|
| 10 - 20 | Kronični srčano – žilni bolesnici, dugo nepokretne osobe |
| 20 – 30 | Netrenirane starije osobe |
| 30- 40 | Mlade zdrave osobe, stariji rekreativci |
| 40 – 50 | Bolji rekreativci, loše aerobno trenirani sportaši |
| 50 - 55 | Anaerobni sportaši, odbojka, skokovi, bacanja, gimnastika |
| 55 – 65 | Sportske igre, tenis, borilački sportovi |
| 65 – 75 | Aerobni sportovi, veslanje, biciklizam, trčanje i plivanje na duge pruge, maraton |
| > 75 | Ultra aerobni sportaši male mase, skijaško trčanje |

Izvor: Matković, B., Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

# 3. CILJ RADA

Primarni cilj ovog rada je opisati razvoj maksimalnog primitka kisika - jednog od determinirajućih fizioloških čimbenika uspješnosti u veslanju. Također, cilj rada je i opisati promjene u parametrima koji izravno determiniraju maksimalni primitak kisika – maksimalnoj frekvenciji srca i udarnom volumenu srca – tijekom 12-godišnjeg praćenja dvojice olimpijskih pobjednika u veslanju.

Uzorak čine dvojica olimpijskih pobjednika i višestruka svjetska veslačka prvaka koji su praćeni u periodu 2005. – 2016. godine.

U radu će biti prikazane višegodišnje promjene u maksimalnom primitku kisika, maksimalnoj frekvenciji srca i maksimalnom pulsu kisika (koji služi kao indirektna mjera udarnog volumena srca).

# 4. METODE RADA

Ovaj istraživački rad zasnovan je na rezultatima 12-godišnjeg istraživanja na profesionalnoj veslačkoj muškoj posadi na pariće koji su bili pobjednici Olimpijskih igara 2016. godine u Rio de Janeiru. Osim zlatne olimpijske medalje 2016. godine., dvojica veslača na kojima je provođeno istraživanje osvojili su zlatne medalje u dvojcu na pariće ili kao članovi četverca na pariće, te ukupno time osvojili četiri zlatne medalje (2010., 2013., 2014., 2015. godine), te srebrnu medalju na Olimpijskim igrama u Londonu 2012. godine.

## 4.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika čine dvojica vrhunskih teških veslača, olimpijskih pobjednika i višestruki svjetski veslački prvaci praćeni u periodu 2005. – 2016. godine, Martin i Valent Sinković.

Martin Sinković rođen je u Zagrebu 10. 10. 1989. godine. Od najranijih dana član je HAVK Mladost, višestruki je državni i svjetski prvak u veslanju te olimpijski pobjednik u dvojcu na pariće s bratom Valentom. Bit će opisani tek značajniji uspjesi Martina Sinkovića. Prvo svjetsko prvenstvo Martin je osvojio u kategoriji do 23 godine u Češkoj (Račice) 2009. godine, što je bio tek početak velikih uspjeha koji su nadolazili. 2010. godine u Turskoj (Karapiro) u kategoriji seniora također osvaja zlato. Jedan od značajnijih uspjeha bio je i onaj 2013. godine u Koreji iz koje se vratio sa zlatnom medaljom osvojenom u četvercu. Nakon toga, dvije godine za redom Martin i Valent Sinković (2014. i 2015.) osvajali su svjetska prvenstva u Amsterdamu i Aiguebeletteu (Rupčić, 2017).

Značajniji rezultati za Martina Sinkovića su:

- Olimpijske medalje: 1 zlato, 1 srebro
- Medalje sa svjetskih prvenstava: 4 zlata, 1 srebro, 1 bronca
- Medalje sa europskih prvenstava: 3 zlata, 1 srebro (″The best Croatian rowers″, 2018).

Valent Sinković rođen je također u Zagrebu 02. 08. 1988. godine. Kao i brat, član HAVK Mladost od svojih veslačkih početaka. Također je osvajač brojnih odličja pa će biti spomenuta samo neka od njih. Uz brata Martina, bio je član četverca koji je 2009. godine osvojio zlato u Češkoj (Račice) na svjetskom prvenstvu te srebro u Brandeburgu u dvojcu na

pariće. 2012. godine u Londonu na Olimpijskim igrama u četvercu osvojio je srebro, a 2016. godine u Rio de Janeiru osvojio je zlatnu medalju u paru s Martinom (Rupčić, 2017).

Značajniji rezultati za Valenta Sinkovića su:

- Olimpijske medalje: 1 zlato, 1 srebro
- Medalje sa svjetskih prvenstava: 4 zlata, 1 srebro, 1 bronca
- Medalje sa europskih prvenstava: 3 zlata, 1 srebro (″The best Croatian rowers″, 2018).

## 4.2. Varijable

Varijable proučavane u ovom radu su maksimalni primitak kisika, maksimalna frekvencija srca i maksimalni puls kisika.

Maksimalan primitak kisika definira se kao razina primitka kisika u minuti pri kojoj daljnje povećanje radnog opterećenja ne povećava dodatno vrijednosti primitka kisika, te se smatra kako je to maksimalna količina kisika koju organizam, u ovom slučaju vrhunskih veslača, može potrošiti u jednoj minuti pri intenzivnom naporu. Izražava se kao apsolutna vrijednost (l/min) i kao relativna vrijednost (ml/kg/min). Apsolutni i relativni maksimalan primitak kisika će biti prikazan u tablicama i slikama. Maksimalni primitak kisika ovisi o sposobnostima srčanožilnog i dišnog sustava da transportira kisik do stanica te se iskoristi u procesu proizvodnje energije. Prikazan će biti kao prosjek za oba veslača.

Također, kao prosjek oba veslača bit će prikazana i maksimalna frekvencija srca (otk/min) zabilježena tijekom progresivnog testa opterećenja na veslačkom ergometru, kao i maksimalni puls kisika (ml $O_2$/min) zabilježen tijekom istog testa.

Maksimalan izlaz snage u testu opterećenja na veslačkom ergometru na 2000 metara prikazuje se u Wattima (W). Maksimalni izlaz snage zapravo predstavlja najveći izlaz snage u trajanju od 60 sekundi postignut tijekom progresivnog testa opterećenja (Mikulić i Bralić, 2017).

## 4.3. Protokol testiranja

Fiziološka procjena i procjena same veslačke izvedbe provođena je u jednakim razmacima tijekom istraživanja te je uključivala vrijednosti maksimalnog primitka kisika, maksimalne frekvencije srca, maksimalni puls kisika i maksimalni izlaz snage po minuti. Ove

su mjere korištene u procjeni prilagodbi fiziološkom opterećenju i sportskoj izvedbi veslača. Dva su veslača podvrgnuta godišnjoj fiziološkoj procjeni u laboratorijima Kineziološkog fakulteta u Zagrebu od 2005. do 2016. godine. Zbog subjektivnog osjećaja umora nakon naporne sezone 2016. godine, nije izvršena posljednja procjena koja bi kompletirala fiziološku procjenu. Testiranja fizioloških sposobnosti su provođena tijekom pripremnog perioda svake godine, u mjesecu studenom, prosincu ili siječnju. Testiranja su provođena u jutarnjim satima, od 8:30 do 11:00.

Svi dobiveni rezultati fizioloških obilježja veslača iskorišteni su u procjeni postignutih adaptacijskih procesa tijekom 12–godišnjeg istraživanja.

Veslači su prije svakog testiranja imali 10 minuta za zagrijavanje koristeći veslački ergometar te su se nakon toga istezali. Vježbu na veslačkom ergometru su počeli s opterećenjem od 150 W koje su držali tri minute. Nakon toga su povećavali opterećenje progresivno po 25 W svaku minutu do iscrpljenja ili dok se trenutna vrijednost izlaza snage nije spustila za 10 W kroz pet uzastopnih zaveslaja.

Svaki je veslač odabrao optimalni ritam veslanja za svaku razinu opterećenja. Od 2005. do 2013. godine korišten je fiksni veslački ergometar. Od 2013. godine nadalje, da bi se omogućio osjećaj što sličniji onom na vodi tijekom testiranja, veslački ergometar je smješten na horizontalnu podlogu koja je omogućavala da se ergometar pomiče naprijed i nazad tijekom zaveslaja.

Izmjena plinova je mjerena koristeći Quark b2 aparat za mjerenje metabolizma (Cosmed, Italija), te su podaci pohranjeni u računalo za daljnju obradu. Prije svakog testa, aparati za analizu plinova su kalibrirani sa uvijek jednakom koncentracijom plinova koristeći 3-L kalibrator. Ista je procedura ponovljena nakon svakog testiranja. Frekvencija srca promatrana je koristeći Polar radio telemetrijski sistem. Tijekom obrade po završetku testiranja, podaci su prikupljeni tako da su uzeti srednji rezultati u testiranjima od 30 sekundi te najviše vrijednosti za fiziološke varijable.

Frekvencija srca mjerena je koristeći Polar radio telemetrijski sustav, pri čemu su uzimane najveće vrijednosti i njihova aritmetička sredina (Mikulić i Bralić, 2017).

## 4.4. Trening

Rutina treninga veslača tijekom pripremnog te natjecateljskog perioda kroz faze istraživanja bila je uobičajena. Tjedni raspored treninga sastojao se od otprilike 12 treninga što iznosi oko 24 trenažna sata tjedno. Od 12 treninga tjedno, devet ih je usmjereno ka razvoju

izdržljivosti, a tri na snagu. Trening izdržljivosti je uglavnom veslački trening na vodi ili, ukoliko su hladniji mjeseci, na veslačkom ergometru. Miješani je trening izdržljivosti (bicikl, trčanje, trening na različitim simulatorima) korišten u svrhu rada na izdržljivosti oko 30% kompletnog treninga izdržljivosti tijekom godine. 80 do 85% intenziteta tijekom treninga izdržljivosti provodi se na niskom do srednjem intenzitetu pri čemu je frekvencija srca 50 – 85% od maksimalne. Preostalih 15–20% treninga izdržljivosti koristi se za intenzitete od 85% frekvencije srca te iznad toga. Tjedno se tijekom pripremnog perioda provode dva treninga tijekom kojih je intenzitet 85% od maksimalnog, te tri–četiri takva treninga tijekom natjecateljskog perioda (Mikulić i Bralić, 2017).

## 4.5. Metode obrade podataka

Svi dobiveni antropometrijski i fiziološki parametri su prikazani kao prosjek za oba veslača. Za obradu i prikaz podataka korišten je program Microsoft Excel.

# 5. REZULTATI I RASPRAVA

Ovo istraživanje opisuje fiziološke karakteristike dvojice veslača te njihovu izvedbu tijekom 12–godišnjeg istraživanja. Podaci su prikupljani tijekom 12 godina njihove natjecateljske karijere, a istraživanje se odvijalo kroz tri faze:

1) natjecanja kao perspektivni veslači u juniorskoj te ranoj seniorskoj kategoriji (15-16 do 19-20 godina),
2) ostvarivanje statusa svjetske klase osvajanjem svjetske titule i srebrne medalje na Olimpijskim igrama, i
3) održavanje statusa svjetske klase osvajanjem tri uzastopne svjetske titule kao i zlatne medalje na Olimpijskim igrama.

Tijekom 12–godišnjeg perioda istraživanja, veslači su se natjecali isključivo u skul čamcima na velikim natjecanjima. Od 2005. do 2008. godine natjecali su se u različitim kombinacijama u skul čamcima, od 2009. do 2013. godine bili su članovi četverca na pariće, te u 2014. su formirali dvojac na pariće te se skupa natjecali do kraja sezone 2016. godine (Mikulić i Bralić, 2017).

## 5.1. Antropometrija

Ispitana su osnovna antropološka obilježja za oba veslača. Analizirane karakteristike bitne za istraživanje te određivanje vrijednosti fizioloških karakteristika su tjelesna visina i tjelesna težina te njihov odnos.

Glavne antropometrijske značajke veslača su: 189 cm visine u trenutku kada je istraživanje počelo, 2005. godine, te se procjenjuje da su tada bili na 98% konačnog razvoja. Tjelesna težina bila je između 93 i 97 kg tijekom zadnje dvije faze istraživanja, što je povećanje za 8% u odnosu na početak istraživanja. Također, tijekom posljednje dvije faze istraživanja, postotak tjelesne mase varirao je između 10 i 12%. Uspoređuje li se veslače iz našeg uzorka s ostalim osvajačima Olimpijskih igara, može se zaključiti da su nešto niži od uobičajenog prosjeka veslača koji se natječu na Olimpijskim igrama, dok su u usporedbi s netreniranom populacijom u Hrvatskoj iznad prosjeka. Prosjek visine vrhunskih veslača je

između 192 i 194 cm, dok je u Hrvatskoj taj prosjek 177,6 ± 6,4 cm (Mikulić, Vučetić, Matković, Oreb, 2005).

## 5.2. Fiziološka obilježja

Dijagnostika fizioloških obilježja odnosi se na skupljanje informacija o stanju sportaša u različitim točkama njegova razvoja. Tako je u ovoj 12–godišnjoj studiji od fizioloških parametara praćeno stanje maksimalnog primitka kisika, maksimalne frekvencije srca i maksimalnog pulsa kisika. Mikulić, Vučetić i Šentija navode kako je u ranijim radovima vrijednost anaerobnog praga i maksimalnog primitka kisika najčešći parametar korišten u dijagnostici, planiranju i programiranju trenažnog procesa u profesionalnom veslanju. Kako je rad baziran na fiziološkim parametrima, autor smatra da je prethodno potrebno pojasniti važnost svakog od promatranih parametara u veslanju (Mikulić, Vučetić, Šentija, 2002).

Mikulić (2006) navodi kako maksimalna vrijednost primitka kisika ovisi međusobno usklađenom djelovanju sljedeća tri sustava:

- Respiratorni sustav zaslužan za unos i dopremu do alveola,
- Kardiovaskularni sustav koji preuzima kisik u krv te ga doprema do stanica,
- Mišićni sustav koji ima ulogu efektora jer se tamo ciljano iskorištava većina kisika pri radu.

U doktorskom radu (Mikulić, 2006) ističe se kako primitak kisika ovisi o efikasnosti kardiovaskularnog te respiratornog sustava pomoću kojih se kisik doprema do stanica unutar kojih se odvijaju procesi proizvodnje energije. Primitak kisika ($VO_2$) iznimno je bitan fiziološki parametar u izrazito aerobnim sportovima kakav je veslanje, a njegove vrijednosti govore o sposobnosti održavanja ili izvođenja neke aktivnosti zadanog intenziteta kroz određeni vremenski period sa zadržavanjem stabilnih vrijednosti razine izvedbe. Može se reći i kako je to, prema Mikuliću (2006), ″mjera potrošnje energije u jedinici vremena″. Kako je u profesionalnom sportu potrebno dati maksimum svojih mogućnosti, tako se kao značajna mjera u dijagnostici koristi maksimalna vrijednost primitka kisika ($VO_{2max}$) koja označava maksimalnu djelotvornost transportnog sustava za kisik od udisaja do iskorištavanja u obliku kemijske energije u mišićnim stanicama. Također, Medved (1987) definira maksimalni primitak kisika kao onu razinu nakon koje dodatno povećanje radnog opterećenja ne može povećati primitak kisika, te je onda i upitno koliko to povećanje radnog opterećenja može biti. Fiziolozi tu mjeru definiraju kao maksimalnu količinu kisika koju organizam za vrijeme rada može potrošiti u određenom vremenskom intervalu. Da bi se dobio uvid u stvarne sposobnosti

vrhunskih veslača, može se reći kako vrijednosti maksimalnog primitka kisika kod netrenirane populacije dostižu oko 3 l/min, dok je kod sportske populacije, primjerice srednje-teških fizičkih aktivnosti ta vrijednost 5-6 l/min. Vrijednost $VO_{2max}$ veslača u ovom radu nadilazi te vrijednosti (Mikulić, 2006).

Za vrhunske veslače i njihove trenere je bitno da pri planiranju i programiranju treninga izdržljivosti znaju odrediti anaerobni prag sportaša ili onaj intenzitet nakon kojeg se značajnije aktiviraju anaerobni izvori energije u tijelu. Nusprodukt anaerobnih procesa je mliječna kiselina u krvi mjerena u milimolima po litri krvi (mmol/l). Poznato je kako postoje različite razine mliječne kiseline nakon sportske aktivnosti zavisno od intenziteta i pripremljenosti sportaša te raznih okolinskih faktora. Također je poznato kako u tijelu svakog čovjeka i u mirovanju postoje vrlo male količine mliječne kiseline u krvi. Pri dostizanju aerobnog praga, pri intenzitetu od oko 40–60% $VO_{2max}$, koncentracija laktata u krvi je 1,5–2 mmol. Kod vrhunskih sportaša, anaerobni se prag nalazi na intenzitetu,80–90% maksimalnog primitka kisika, dok je kod rekreativaca taj prag osjetno niži. Naziva se još i laktatni anaerobni prag a iznosi 3 – 5 mmola/l krvi (Viru, 1995).

Iako ne procjenjuje direktno energetske kapacitete, ne smije se izostaviti frekvencija srca koja ima veliku ulogu u planiranju, programiranju i kontroli treniranosti sportaša (Janssen, 2001). Frekvencija srca označava broj otkucaja srca u minuti pri određenom intenzitetu, a u radu će se prikazati krivulja kretanja maksimalne frekvencije srca tijekom 12 godina istraživanja. Iako se koristi kao mjera opterećenja, ispitivač mora biti svjestan kako umor počinje u skeletnoj muskulaturi, a ne u kardiovaskularnom sustavu. Nybo i suradnici (2014) u radu ″Physiological Characteristics of an Aging Olympic Athlete″ ispituju srčanu funkciju veslača te dolaze do saznanja kako se tijekom godina treninga na srcu događaju mehaničke promjene u smislu hipertrofije mišića miokarda te zadebljanja stijenki, ali bez abnormalnih promjena u radu. Nije poznaton koliko je kod 40–godišnjeg veslača takva morfologija srca rezultat treninga, a koliko genetike, ali se svakako kroz porast pulsa kisika tijekom godina dokazalo kako adaptacija srčane funkcije na trening evidentno postoji. U radu se zaključuje kako je maksimalni puls kisika izuzetno bitan jer kompenzira polagani pad maksimalne frekvencije srca tijekom godina zadržavši tako vrijednosti $VO_{2max}$ na razini blizu najviše postignute tijekom sportske karijere (Nybo, 2014).

### 5.2.1. Maksimalni primitak kisika vrhunskih veslača ($VO_{2max}$)

U ovom radu, maksimalni primitak kisika izražen u jedinicama l/min (Slika 1) postepeno je rastao od početka istraživanja za približno 0.3 l/min po godini do razine od 6.99 l/min u 2011. godini kada su veslači imali 22 godine. S manjim fluktuacijama, $VO_{2max}$ se održavao na istoj razini do posljednje procjene fizioloških obilježja 2015. godine kada su veslači imali 26 godina.

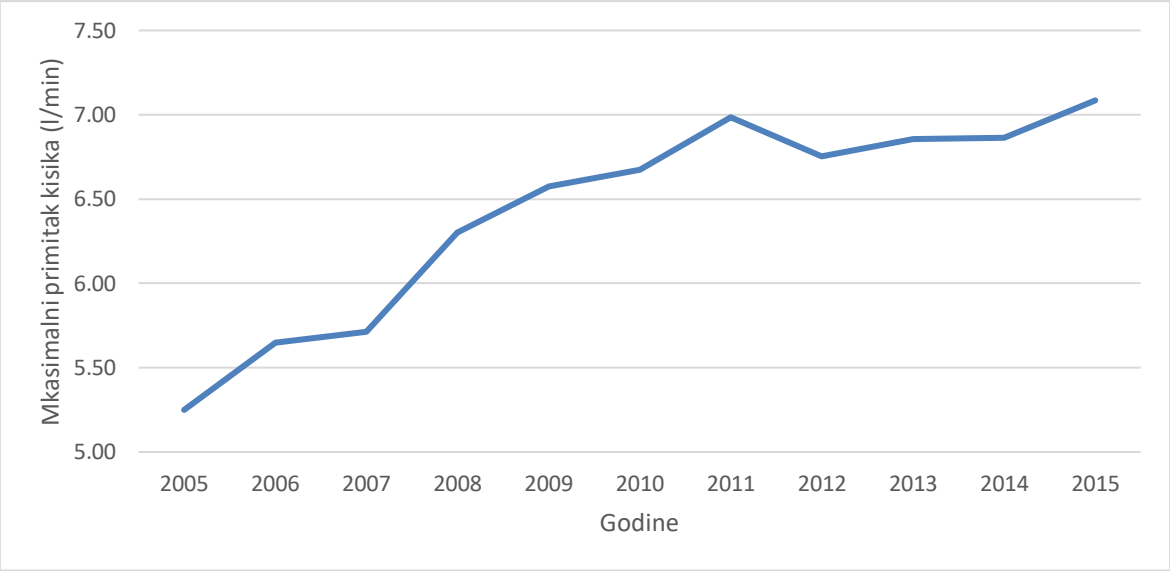
Posljednja procjena fizioloških obilježja provedene 2015. godine pridonijela je najvišim rezultatima posade u $VO_{2max}$ sa 7.09 l/min. Vrijeme kada razina $VO_{2max}$ tijekom karijere dostiže najviše vrijednosti je 20–25 godina. Tada se smatra da je sportaš postigao maksimum svojih potencijala, nakon čega su daljnja povećanja $VO_{2max}$ teška za postići. U nedavno provedenoj višegodišnjoj studiji veslača svjetske kategorije (Nybo, 2014) osvajač zlatnih medalja na Olimpijskim igrama pet puta za redom zadržao je razinu $VO_{2max}$ istu kakva je bila sa 24–25 godina s minimalnim fluktuacijama.

Za vrijeme dok su održavali status svjetske klase osvajanjem tri uzastopne svjetske titule te zlatnu medalju na Olimpijskim igrama (2013. – 2016.), razina veslačevih $VO_{2max}$ bila je 6.86 l/min 2013. godine, 6.87 l/min 2014. godine i 7.09 l/min 2015. godine. Ove vrijednosti su veće nego kod ostalih veslača svjetske klase, osvajača zlatne medalje na Olimpijskim igrama (Mikulić i Bralić, 2017).

Iznimno, Lacour i suradnici (2009) objavili su da je 2000. godine rimen veslač osvajač Olimpijskih igara postigao 6.3 l/min u zimskim mjesecima, što je prethodilo njegovoj zlatnoj medalji na ljeto. Te su vrijednosti za 10% manje u odnosu na vrijednosti dobivene u istraživanju Inghama, Cartera, Whytea i Dousta 2007. godine koji su zabilježili srednju vrijednost od 5.9 l/min za grupu od osam veslača olimpijskih pobjednika. Postoje vrijednosti koje su najsličnije izvanrednim vrijednostima iz našeg istraživanja, a objavili su ih Godfrey, Ingham, Pedlar i Whyte 2005. godine na olimpijskim pobjednicima 2004. godine u Ateni. Zabilježili su vrijednosti $VO_{2max}$ od 6.8 l/min, a veslači su bili podvrgnuti istraživanju tijekom natjecateljskog perioda osam tjedana prije početka Olimpijskih igara.

Također su dobiveni rezultati za opadanje vrijednosti $VO_{2max}$. Opadanje se događa nakon otprilike 20 godina života kod sportaša i osoba koji se ne bave aktivno sportom. Sportaši iz sportova izdržljivosti nemaju toliko izraženo opadanje sa starenjem koliko sedentarna populacija (Pimentel, Gentile, Tanaka, Seals i Gates, 2003). Iako će za potvrdu ovih rezultata biti potrebna daljnja istraživanja da bi se navedeno potvrdilo, kod sportaša nije zabilježeno opadanje vrijednosti $VO_{2max}$ do 26 godina starosti.

Dva prikaza slučaja Olimpijskih pobjednika podupiru ovakve stavove vezane uz sportaše te objašnjavaju da trening izdržljivosti kakav je čest kod vrhunskih sportaša djeluje suprotno u odnosu na smanjenje $VO_{2max}$ sa starenjem. Lacour i suradnici (2009) objavili su kako su olimpijski pobjednici zadržali visoku razinu $VO_{2max}$ sve do kraja njihove profesionalne karijere u dobi od 32 godine, dok Nybo i suradnici (2014) objavljuju kako visoka razina $VO_{2max}$ kod veslača može biti održana do vrlo kasnih sportaševih godina, čak do oko 40. godine života.




*Slika 1. Vrijednost maksimalnog primitka kisika kod dvojice promatranih veslača (prosjek oba veslača za svaku vremensku točku)*

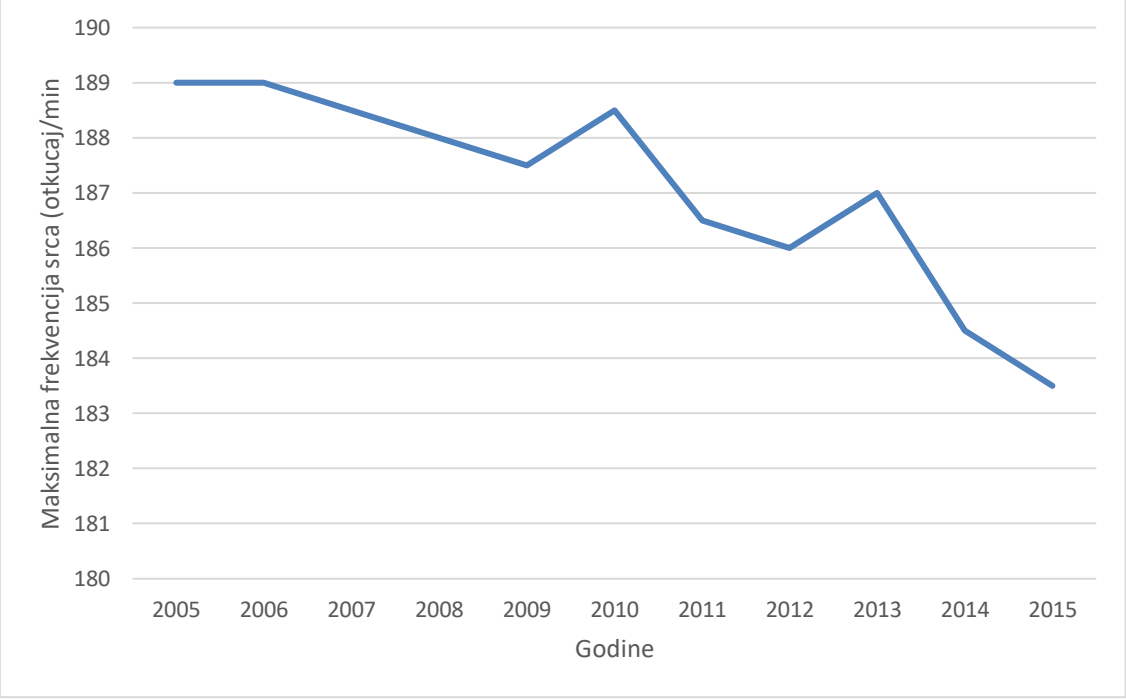
### 5.2.2. Maksimalna frekvencija srca vrhunskih veslača ($HR_{max}$)

Druge promjene u fiziološkim obilježjima uključuju postupno smanjenja frekvencije srca od 188 – 189 otkucaja po minuti tijekom prve četiri godine istraživanja, do 184 otkucaja po minuti u zadnje dvije godine testiranja fizioloških obilježja (2014.–2015.). Promatrajući svih 11 godina istraživanja, može se zaključiti kako se događa opadanje frekvencije srca svake godine za 0.5 otkucaja po minuti. Fenomen opadanja frekvencije srca s dobi je dokazana (Tanaka, Monahan, Seals, 2001), te se primjećuje čak i kod profesionalnih vrhunskih sportaša u sportovima izdržljivosti, unatoč njihovom trudu i intenzitetu treninga. Kod peterostrukih olimpijskih pobjednika smanjila se frekvencija srca po 0.9 otkucaja po

minuti na godinu od 19. do 40. godine (Nybo, 2014). Kod nekih drugih veslača olimpijskih pobjednika, frekvencija srca pala je sa 185 na 182 otkucaja po minuti tijekom šest godina njihove natjecateljske karijere (Lacour, 2009). Radi se o opadanju od približno 0.5 otkucaja po minuti na godinu (u dobi od 26. do 32. godine), što podsjeća na stopu opadanja u našem istraživanju.

Smanjenje frekvencije srca s dobi je značajno zbog toga jer se upravo taj faktor često smatra primarnim uzrokom ukupnog opadanja $VO_{2max}$ kod sportaša i rekreativaca te osoba koje se ne bave sportom. U ovom istraživanju kod naših sportaša primijećeno je opadanje frekvencije srca za 0.5 otkucaja na minutu po godini, ali ovo opadanje tijekom 11 – godišnjeg perioda nije bilo povezano sa smanjenjem $VO_{2max}$. Fiziološko objašnjenje je to da se maksimalni udarni volumen može dostići i pri sub-maksimalnim frekvencijama srca (Mortensen, 2005).

Vrijedno je obratiti pažnju na održavanje razine $VO_{2max}$ tijekom posljednjih nekoliko godina istraživanja, uz opadanje frekvencije srca. Fickova jednadžba govori da se udarni volumen srca mora povećati ili da se iskorištenost kisika unutar mišića more povećati. S obzirom da se ne može postaviti zaključak o razlici iskorištenosti kisika iz krvi, najbolji zamjenski mehanizam u ovom slučaju je povećani udarni volumen (Nybo, 2014).

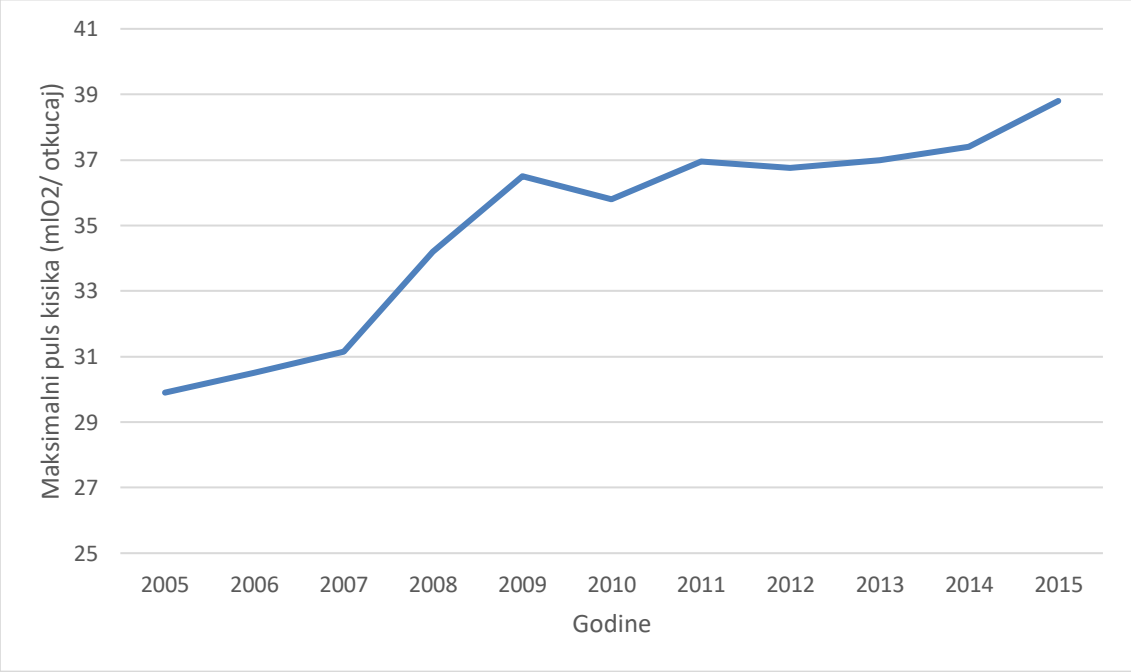



*Slika 2. Vrijednost maksimalne srčane frekvencije kod promatranih veslača (prosjek oba veslača za svaku vremensku točku)*

### 5.2.3. Maksimalni puls kisika vrhunskih veslača ($OP_{max}$)

U suprotnosti s opadanjem frekvencije srca, puls kisika, koji služi kao indirektni indikator udarnog volumena, porastao je tijekom 11 godina približno 1 ml $O_2$/otk na godinu. 2015. godine, u dobi od 26 godina, ta je vrijednost bila 38.8 ml $O_2$/otk na godinu, što je bila najviša vrijednost primijećena tijekom istraživanja (Mikulić i Bralić, 2017).

Jedino istraživanje koje je donijelo slične rezultate kao ovo proveli su Nybo i suradnici (2014). Peterostruki je olimpijski pobjednik bio uzorak u longitudinalnom istraživanju tijekom 20 godina njegove profesionalne karijere, te je njegova iskorištenost kisika porasla polagano do 34–35 ml $O_2$/otk na godinu u dobi od 27- 28 godina. Tada je uspio zadržati vrijednosti na toj razini tijekom cijelog sljedećeg desetljeća do kraja svoje karijere u dobi od 40 godina. Njegova najviša razina iskorištenosti kisika u krvi bila je zabilježena tijekom zadnjih nekoliko testiranja u laboratoriju u dobi od 40 godina (Mikulić i Bralić, prema Nybo, 2017).




*Slika 3. Vrijednosti maksimalnog pulsa kisika kod promatranih veslača*

# 6. ZAKLJUČAK

Temeljeno na istraživanjima provođenima svake godine tijekom 11 – godišnjeg istraživanja, opisuje se razvoj fizioloških obilježja dvojice vrhunskih veslača. Njihove vrijednosti $VO_{2max}$ postepeno su rasle do 22. godine života te dosegle plato na približno 7 l/min s minimalnim fluktuacijama nakon toga. Dok su vrijednosti $VO_{2max}$ ostale stabilne tijekom nekoliko posljednjih godina istraživanja, mijenjale su se varijable koje su utjecale na $VO_{2max}$. Primijećeno je opadanje vrijednosti maksimalne frekvencije srca povezano s dobi za oko 0.5 otkucaja po minuti po godini tijekom 11 godina, puls kisika, kao indirektna mjera udarnog volumena, porasla je oko 1 ml $O_2$/otk na godinu dozvoljavajući veslačima da zadrže izuzetno visoku razinu $VO_{2max}$.

# 7. LITERATURA


Godfrey, R. J., Ingham, S. A., Pedlar, C. R., & Whyte, G. P. (2005). The detraining and retraining of an elite rower: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 314–320. doi:10.1016/S1440-2440(05)80042-8

Hrvatski veslački savez. (n.d.). Kronologija hrvatskog veslanja. U *Veslanje* Dostupno na: http://www.veslanje.hr/povijest/kronologija_hrvatskog_veslanja.html, Pristupljeno: 26. 07. 2018.

Ingham, S. A., Carter, H., Whyte, G. P., & Doust, J. H. (2007). Comparison of the oxygen uptake kinetics of club and olympic champion rowers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(5), 865–87.

Janssen, P. (2001). Lactate Threshold Training. Human Kinetics. USA.

Lacour, J. R., Messonnier, L., & Bourdin, M. (2009). Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *European Journal of Applied Physiology*.106(3), 407–413. doi:10.1007/s00421-009-1028-3

Matković, B., Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

Medved, R. (1987). *Sportska medicina*. Zagreb: Jumena.

Mikulić, P. (2002). Prednosti i mogućnosti primjene veslanja kao sadržaja sportske rekreacije u domicilu i turizmu. *Ljetna škola kineziologa* (str. 1-3). Zagreb: Kineziološki fakultet

Mikulić, P., Bralić, N. (2017). Elite status maintained: a 12- year physiological and performance follow-up of two Olympis champio rowers. *Journal of Sports Sciences*, 36(6), 660- 665. doi: 10.1080/02640414.2017.1329548

Mikulić, P., Vučetić, V., Matković, B., Oreb, G. (2005). Morfološke i somatotipske karkteristike vrhunskih hrvatskih veslača. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 20(1), 15-19.

Mikulić, P., Vučetić, V., Šentija, D. (2002). *Povezanost maksimalnog primitka kisika i laktatnog anaerobnog praga u veslača*. Dopunski sadržaji sportske pripreme (str. 350-355). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Mikulić, P. (2006). *Ventilacijsko- metabolički pokazatelji pri progresivnom testu opterećenja kod veslača različite biološke dobi* (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet, Zagreb.

Molnar, Ivan i Božica. *Đepni športski priručnik*. Zagreb: Centar za strane jezike, 1992.

Mortensen, S. P., Dawson, E. A., Yoshiga, C. C., Dalsgaard, M. K., Damsgaard, R., Secher, N. H., & Gonzalez-Alonso, J. (2005). Limitations to systemic and locomotor limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *Journal of Physiology*, 566(1), 273–285.

Nybo, L. Schmidt, J.F., Fritzdorf, S., Nordsborg, N.B. (2014). Physiological Characteristics of an Aging Olympic Athlete. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2132- 2138. doi: 10.1249/MSS.0000000000000331

Pimentel, A. E., Gentile, C. L., Tanaka, H., Seals, D. R., & Gates, P. E. (2003). Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance- trained than in sedentary men. *Journal of Applied Physiology*. 94(6), 2406–2413.

Rupčić, D. (2017). *Longitudinalno praćenje fizičkih, fizioloških i izvedbenih karakteristika višestrukih svjetskih veslačkih prvaka* (diplomski rad). Kineziološki fakultet, Zagreb

Tanaka, H., Monahan, K. D., Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. doi:10.1016/S0735-1097(00)01054-8

The best Croatian rowers – Valent and Martin Sinković. (2018, srpanj). Live cam Croatia. Dostupno na: https://www.livecamcroatia.com/en/blog/the-best-croatian-rowers-valent-and-martin-sinkovic/, Pristupljeno. 26.08.2018.

The History of the Sport of Rowing. (n.d.). U Athletic scholarship. Dostupno na: https://www.athleticscholarships.net/history-rowing.htm, Pristupljeno: 26. 07. 2018.

Viru, A (1995). *Adaptation in sport training*. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.