

**UNIVERZITET U BEOGRADU**  
**FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA**  
**MASTER AKADEMSKE STUDIJE**

**TEORIJSKI I PRAKTIČNI KONSTRUKT FENOMENA  
SUŽENJA U TAKMIČARSKOJ PRIPREMI VRHUNSKIH  
PLIVAČA**

Master rad

*Student:*

Sebastijan Higl

*Mentor:*

red. prof. dr Branislav Jevtić

Beograd, 2024.

**UNIVERZITET U BEOGRADU**  
**FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA**  
**MASTER AKADEMSKE STUDIJE**

**TEORIJSKI I PRAKTIČNI KONSTRUKT FENOMENA**  
**SUŽENJA U TAKMIČARSKOJ PRIPREMI**  
**VRHUNSKIH PLIVAČA**

Master rad

*Student:*

Sebastijan Higl

*Mentor:*

red. prof. dr Branislav Jevtić

*Članovi komisije:*

docent dr Marko Ćosić

van. prof. dr Milan Matić

Beograd, 2024.

## SAŽETAK

Suženje (eng. *taper*) je metod treninga, period u kalendaru trenažne i takmičarske pripreme usmeren ka postizanju optimalne sportske forme. Suženje je filozofija trenera u planiranju, programiranju i kontroli atributa fizičkog, funkcionalnog, mehaničkog, psihosocijalnog trenažnog opterećenja, njihovog intenziteta, obima, učestalosti treninga koji se međusobno prožimaju i međusobno uslovljavaju u procesa suženja. Predmet ovog rada se odnosi na sagledavanje teorijskih i praktičnih činjenica kojima je moguće doći do novih primenljivih saznanja o tejeru, u čijem centru će se naći odnos pripremljenosti i zamora sportiste, reziduala ili tragova programa treninga koji je prethodio, kao i postupanje trenera u skladu sa principima treninga (individualizacija, specijalizacija i nadopterećenje). Suštinsko saznanje o tejeru kao trenažno-takmičarskom izazovu koji treba da dovede do rezultatskog benefita, čini centralni saznajni problem.

**Ključne reči:** TEJPER / PERIODIZACIJA /SPORTSKA FORMA / FILOSOFIJA TRENERA

# SADRŽAJ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>2. PREDMET, CILJ I ZADACI RADA</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>3. SUŽENJE KAO TRENAŽNI FENOMEN</b> .....   | <b>8</b>  |
| 3.1. CILJEVI SUŽENJA .....   | 9         |
| 3.2. TIPOVI SUŽENJA .....  | 9         |
| 3.3. OBLICI SUŽENJA .....  | 10        |
| <b>4. TRENAŽNA OPTEREĆENJA U TEJPERU</b> .....   | <b>13</b> |
| 4.1. INTENZITET TRENAŽNOG OPTEREĆENJA .....  | 15        |
| 4.2. OBIM TRENINGA.....  | 16        |
| 4.3. FREKVENCIJA TRENINGA .....  | 18        |
| 4.4. INDIVIDUALIZACIJA TRAJANJA TEJPERA .....  | 20        |
| <b>5. SUŽENJE I PRATEĆE ADAPTACIJE I KOADAPTACIJE</b> .....  | <b>24</b> |
| 5.1. KARDIOVASKULARNE I RESPIRATORNE (KO)ADAPTACIJE .....  | 24        |
| 5.1.1. <i>Maksimalna potrošnja kiseonika – VO<sub>2</sub>max</i> .....   | 24        |
| 5.1.2. <i>Ekonomičnost kretanja</i> .....  | 25        |
| 5.1.3. <i>Srčana funkcija</i> .....  | 26        |
| 5.1.4. <i>Hematološki efekti</i> .....   | 26        |
| 5.2. METABOLIČKE ADAPTACIJE.....   | 27        |
| 5.2.1. <i>Sastav tela</i> .....  | 27        |
| 5.2.2. <i>Laktati u krvi</i> .....   | 28        |
| 5.2.3. <i>Mišićni glikogen</i> .....   | 30        |
| 5.3. BIOHEMIJSKE ADAPTACIJE.....   | 30        |
| 5.3.1. <i>Kreatin kinaza</i> .....   | 30        |
| 5.4. HORMONALNE ADAPTACIJE.....  | 32        |
| 5.5. NEUROMIŠIĆNE ADAPTACIJE .....   | 34        |
| 5.5.1. <i>Snaga i moć</i> .....  | 34        |
| <b>6. PSIHOLOŠKI EFEKTI SUŽENJA</b> .....  | <b>36</b> |
| 6.1. RASPOLOŽENJE .....  | 36        |
| 6.1.1. <i>„Taper blues“</i> .....  | 37        |
| 6.2. SUBJEKTIVNA PROCENA OPTEREĆENJA .....   | 38        |
| 6.3. KVALITET SNA .....  | 39        |
| 6.4. NEURO-SENZITIVNI I PSIHOMOTORNI EFEKTI BRIJANJA TELA .....  | 39        |
| <b>7. EFEKTI SUŽENJA NA PERFORMANSE VRHUNSKIH PLIVAČA</b> .....  | <b>40</b> |
| 7.1. UTICAJ SUŽENJA NA STABILNOST TEHNIKE PLIVANJA I EFIKASNOST TEHNIČKIH SEGMENTA<br>TAKMIČARSKE DISCIPLINE ..... | 42        |
| <b>8. ISHRANA I HIDRATACIJA PLIVAČA TOKOM SUŽENJA</b> .....  | <b>43</b> |
| <b>9. TEJPER I RETEJPER - LIČNA TRENEKSKA PARADIGMA</b> .....  | <b>45</b> |
| <b>10. ZAKLJUČAK</b> .....   | <b>48</b> |
| <b>11. LITERATURA</b> .....  | <b>50</b> |

# 1. UVOD

Sportisti, treneri i sportski naučnici širom sveta konstantno pomeraju granice ljudske adaptacije pomerajući granice tolerancije atributa trenažnog opterećenja sa ciljem postizanja optimalnih performansi plivača na najvažnijim takmičenjima. Pre 1960. godine prevladavalo je mišljenje da sportisti treba da povećaju svoj trening do najvećeg obima i intenziteta neposredno pre njihovog najvažnijeg nastupa u sezoni. Treneri su verovali da bi takav postupak doveo sportiste do vrhunca fizičke forme za glavno takmičenje. Međutim, razumevanje trenažnih adaptacija i reziduala prethodnog treninga dovelo je do razumevanja da postupak dovođenja sportiste do vrhunca individualne takmičarske forme funkcionise potpuno obrnuto. Već nekoliko dekada, plivači završavaju svoj najintenzivniji period treninga nekoliko nedelja pre glavnog takmičenja u sezoni, a zatim prolaze kroz period diferenciranog trenažnog opterećenja, koji im, kako teorija i praksa govore, omogućava da se oporave i postignu superkompenzaciju.

Teorija i praksa treninga sportskog plivanja sadrži veliki broj činjenica kojima se povezuju različite forme pripreme i načini da se one integrišu u rezultat. Primarni cilj za trenera je da: 1) unapredi fizičke, tehničke i psihološke sposobnosti plivača do gornjih granica kako bi dostigao najviše moguće nivoe performansi; 2) razvije precizno kontrolisan program treninga kako bi se osiguralo da se maksimalni učinak postigne u pravom trenutku sezone. U takmičarskom plivanju, sistematsko povećanje obima treninga tokom sezone je opšti postupak u pokušaju da se postigne prvi od gore navedenih ciljeva. S druge strane, najčešća procedura za postizanje drugog cilja je smanjenje količine treninga tokom određenog vremenskog perioda pre glavnog takmičenja. Taj period u godišnjem planu treninga i postupci diferenciranja ukupnog opterećenja treninga pred takmičenje generalno je poznat kao *tejper*.

Engleska reč *tejper* (eng. *taper*) znači suženje, odnosno sužavanje, stanjivati se prema vrhu. Dakle, izraz bismo mogli slobodnije prevesti kao „brušenje forme“ do njenog vrhunca. U engleskom se jeziku spominju izrazi *tejper* ili *tejpering* (eng. *taper/tapering*) kao glagol i glagolska imenica, a u ovom radu, zbog primene izraza u srpskom jeziku, koristićemo samu reč suženje.

Pošto suženje uglavnom prethodi glavnim takmičenjima u sezoni, to ga čini jednim od najvažnijih perioda treninga za sportistu. Glavni izazov tokom planiranja *tejpera* predstavlja kontrolisanje različitih formi trenažnog opterećenja (mehaničko, funkcionalno, fiziološko, psihosocijalno) njihovog intenziteta, obima, učestalosti u treningu i koji svi zajedno kroz uzajamno prožimanje, obezbeđuju integrativne funkcije buduće takmičarske forme. Dejstvo formi i atributa

trenažnog opterećenja tokom procesa suženja treba da obezbede čitav niz novih usmerenih adaptacija, pre svega da se kod sportista smanji akumulirani fiziološki i psihološki umor, usmere tokovi adaptacija i ka optimizaciji takmičarskih performansi. Kvalitetno osmišljen period suženja omogućiće sportisti da, onda kad je to najvažnije, na glavnom takmičenju, integrišući trenirane fizičke, fiziološke, i psihološke sposobnosti u efiksnu i stabilnu takmičarsku veštinu (tehniku i stil njenog izvođenja) i brzinu lokomocije (plivanje) koje će ga prevesti u viši nivo ličnog rezultata i trenažno-takmičarskog iskustva. Od uspešno plniranog suženja se očekuje baš to, može čak i unaprediti brzinu plivanja uz očuvanje stabilnosti tehnike-veštine i stila plivanja tokom celine takmičarske discipline.

Cilj ovog rada je da pruži teorijski osvrt i nacrt činilaca fenomena tejpera u trenažnoj pripremi vrhunskih plivača.

## **2. PREDMET, CILJ I ZADACI RADA**

Predmet ovog rada se odnosi na sagledavanje teorijskih i praktičnih činjenica kojima je moguće doći do novih primenljivih saznanja o tejperu, u čijem centru će se naći odnos pripremljenosti i zamora sportiste, reziduala ili tragova programa treninga koji je prethodio, kao i postupanje trenera u skladu sa principima treninga (individualizacija, specijalizacija i nadopterećenje). Suštinsko saznanje o tejperu kao trenažno-takmičarskom izazovu koji treba da dovede do rezultatskog benefita, čini centralni saznajni problem.

### **CILJ RADA**

- Da osvetli teorijske činjenice u funkciji optimizacije prakse suženja u trenažnoj pripremi vrhunskih plivača.
- Izuči i teorijski zaokruži fenomen suženja uz izdvajanje kritičnih činjenica koje su ograničavajući faktor takmičarskog učinka.
- Predstavi sistem teorija koje se odnose na fenomen suženja.

### **ZADACI RADA**

- Izučiti suženja sa pozicije fenomena, dakle sa nivoa osobenosti sportske pripreme koju visoko determinišu mnogobrojne teorije;
- Prepoznati taksone fenomena suženja, iste urediti, izraziti i objasniti unutar Teorije trenažne i takmičarske pripreme plivača.

### **METODE SAZNANJA**

- Teorijska analiza, u svim oblicima saznanja (suštinska, kauzalna, komplementarna).
- Refleksija, kao odnos prema sopstvenom iskustvu stečenom u nacionalnom i internacionalnom okruženju u realizaciju trenažno-takmičarske pripreme vrhunskih plivača za najznačajnija takmičenja (evropska i svetska prvenstva, olimpijske igre).
- Način zaključivanja – induktivni i deduktivni.
- Način prezentovanja zaključaka – model uma, generisani model znanja (činjenica) o predmetu i njegovom problemu.

### 3. SUŽENJE KAO TRENAŽNI FENOMEN

Suženje ili tejper se u prošlosti definisao na različite načine od strane naučnika i stručnjaka koji su bili uključeni u rad sa sportistima, kao što su:

- Smanjenje trenaznog rada kroz koje prolazi plivač tokom trenaznog procesa kako bi se odmorio i pripremio za uspešan nastup (Yamamoto et al., 1988);
- Specijalizovana trenazna tehnika osmišljena da ukloni zamor izazvan treningom, bez gubitka trenaznih adaptacija (Neary et al., 1992);
- Postepena redukcija trenaznog obima u trajanju od 7 do 21 dan pred glavno takmičenje (Houmar & Johns, 1994);
- Progresivna, nelinearna redukcija trenaznog opterećenja tokom promenljivog vremenskog perioda kojoj je namera smanjiti fiziološki i psihološki stres svakodnevnog treninga i optimizovati takmičarski nastup (Mujika & Padilla, 2000);
- Vremenski period pre takmičenja kada se količina trenaznog opterećenja smanjuje u želji da se postigne vrhunski sportski rezultat u pravom trenutku (Thomas & Busso, 2005)
- Period smanjenog trenaznog obima i povećanog intenziteta koji se odvija pre takmičenja (McNeely & Sandler, 2007).

Dakle, prema prethodno navedenim definicijama tejpera, glavni cilj ovog perioda središta takmičarske faze treninga je smanjenje prethodno nakupljenog fiziološkog, psihološkog, mehaničkog, funkcionalnog zamora (reziduala trenaznog zamora), kao i da se veliki broj optimalnih veština i sposobnosti poveže u celinu kojom će se obezbediti najbolji individualni rezultat na glavnom takmičenju. Ipak, linija koja razdvaja benefite suženja od potencijalno negativnog efekta neulaska u formu i opadanja atributa njenog pika, usled diferenciranja formi trenaznog opterećenja i njegovih atributa (obima, intenziteta, učestalosti i varijabilnosti), nije jasno utvrđena. Tokom faze suženja, smanjeni obim treninga uz održavanje intenziteta omogućava postizanje neophodnih adaptacija kroz mehanizme i procedure tokom kojih se fasilitira oporavak od štetnih efekata fiziološkog, mehaničkog i psiho-somatskog stresa (Mujika i sar., 1996, 2018).

Iz navedenih definicija nameće se nekoliko zajedničkih imputa suženja, i to:

- Smanjenje trenaznog opterećenja; odnosno čine se novi izazovi trenazne metodike u procesu;
- Upravljanje umorom i fiziološkim adaptacijama;
- Determinacije oblika suženja;
- Trajanje suženja;
- Tokovima praćenja, predviđanja i evaluacije takmičarskih performansi sportiste.

### 3.1. Ciljevi suženja

Poboljšanje performansi zahvaljujući suženju povezano je sa oporavkom od formi trenažnog opterećenja koje je, često tokom trenažnog perioda izlazilo van okvira treniranih performansi (princip nadopterećenja) i usled čega su se menjali kapaciteti i moć trenažnog odgovora plivača. Suženje je, stoga, povezano sa novim nivoom tolerancije na trenažno opterećenje, a što je rezultat toka adaptacija koje prate izazove suženja (Mujika et al., 2004; Thomas i Busso, 2005). Drugim rečima, glavni ciljevi efikasnog suženja jesu:

- maksimalno smanjenje akumuliranog fiziološkog i psihološkog stresa prethodnog treninga, i
- readaptacije kapaciteta i moći treniranih sposobnosti u efikasnu, ekonomičnu i plivaču osobenu takmičarsku veštinu.

### 3.2. Tipovi suženja

Teorija i praksa izdvojile su dve forme suženja (glavni i mini tejper), odnosno strategiju u trenažnom planu i programu kada se u takmičarskom periodu pojavi veći broj značajnijih takmičenja. Shodno tome, razlikuje se:

- Glavni tejper - postupak koji se koristi za promišljeno i od trenera inovativno usmeravanje pripreme plivača za najvažnija takmičenja kako bi se postigao najbolji rezultat na takmičenju. Obično traje od 2 do 4 nedelje. Preporučuje se realizacija samo dva do tri velika suženja za jednu trenažnu godinu (Bompa, 1999).
- Mini tejper - obično traje 1 nedelju ili kraće i koristi se kada se želi postići dobar rezultat u toku trenažne godine. Treneri imaju oprečna mišljenja o implementaciji mini suženja. Neki smatraju da ometaju trenažni proces i da negativno utiču na plivače da postignu vrhunac na kraju sezone. Drugi smatraju da su povremene pauze i varijativnost u treningu takmičarskog plivanja usred sezone korisni za integraciju tog nivoa veštine sa fiziološkim i psihosocijalnim atributima. Mini tejper pruža priliku za oporavak, mehaničku, motoričku i fiziološku konsolidaciju i usmeravanju toka adaptacija. Psihološki, brzo plivanje – takmičenje, tokom sezone ponekad može poboljšati samopouzdanje i motivaciju sportiste.
- Retejper - ova vrsta suženja se koristi kada se održavaju dva važna takmičenja u periodu od 3 do 5 nedelja. Integracija sposobnosti da se tokom procesa retejpera održavaju ili čak poboljšaju performanse (takmičarska sposobnost), nakon većeg suženja, postaje sve važnija za elitne plivače. Kvalifikacioni standardi za velika takmičenja postali su toliko visoki da mnogi sportisti moraju da prođu kroz glavni tejper za takmičenje koje se održava

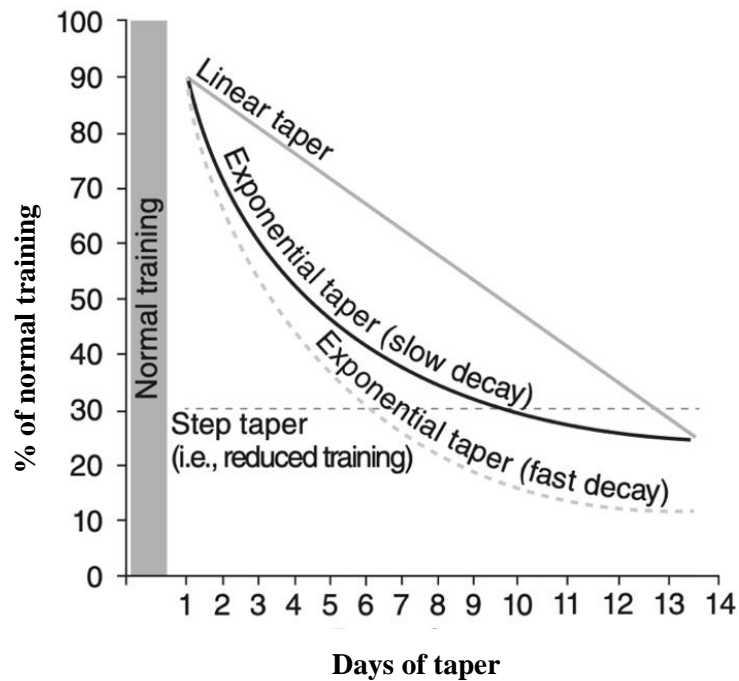
usred sezone kako bi se kasnije kvalifikovali za važnije takmičenje. Na primer, mnogi SAD koledž plivači moraju proći kroz proces suženja na svom konferencijskom prvenstvu kako bi postigli kvalifikacioni standard za NCAA šampionat, koji se obično održava od 2 do 4 nedelje kasnije. Pored toga, broj velikih takmičenja koja se održavaju u jednoj sezoni značajno se povećao poslednjih godina. Plivači često prelaze sa nacionalnog prvenstva na velika međunarodna prvenstva u periodu od 1 ili 2 meseca. U olimpijskoj godini, praksa je da se evropsko prvenstvo održava 1 do 2 meseca pre početka olimpijskih igara. Jedno vreme, treneri su verovali da sportisti mogu da zadrže svoju takmičarsku sposobnost na vrhunskom nivou samo nekoliko nedelja, međutim učestalost velikih takmičenja je pokazala da plivači, uz promišljanje i inovativni pristup trenera mogu održavati vrhunske performanse tokom znatno dužeg perioda.

### **3.3. Oblici suženja**

U zavisnosti od toga na koji se način trenazno opterećenje smanjuje tokom vremena razlikuje se nekoliko oblika suženja, (Mujika, 2009).

Najčešće se trenazno opterećenje smanjuje progresivnim načinom. Takvo smanjenje opterećenja može biti linearno ili eksponencijalno, pa samim tim se razlikuje linearni i eksponencijalni oblik suženja (Slika 1). Linearni tejer obično podrazumeva primenu ukupno većeg trenaznog opterećenja nego eksponencijalni. Eksponencijalni tejer može imati sporu ili brzu vremensku konstantu opadanja trenaznog opterećenja, što znači da se mogu razlikovati dva oblika eksponencijalnog suženja - eksponencijalno suženje sa sporim i eksponencijalno suženje sa brzim opadanjem opterećenja. Trenazno opterećenje je uglavnom veće kod eksponencijalnog tejera sa sporim opadanjem.

Pri oblikovanju suženja trenazno opterećenje se može smanjivati i na neprogresivan način. U tom slučaju radi se o obliku redukovano treninga, koji nazivamo step tejer. Kod step tejera trenazno opterećenje se naglo smanjuje za konstantnu vrednost. Time se uglavnom može postići zadržavanje, a u nekim slučajevima čak i progres toka adaptacija postignutih treningom koji je prethodio suženju.



Slika 1. Različiti oblici suženja: linearni, eksponencijalni sa sporom ili brzom vremenskom konstantom opadanja trenažnog opterećenja i step tejer (Mujika, 2009).

Studija Tomasa i saradnika (2009) koristila je nelinearni matematički model kako bi se utvrdilo da li je primena dvofaznog tejpера efikasnija od običnog progresivnog tejpера. Glavni nalaz ove studije je da umereno povećanje treninga tokom poslednjih nekoliko dana suženja ne deluje štetno, čak naprotiv može da bude podrška progresu kroz integracije različitih atributa kojima se gradi takmičarska performansa (takmičarska sposobnost kao entitet). Moguć je benefit dvofaznog tejpера u poređenju sa jednostavnim linearnim tejpерom zbog efekata dodatnih varijativnosti u treningu sa ciljem uklanjanja zamora i integrisanja vremenskih i prostornih varijabli strategije trke. Ove nalaze takođe treba uzeti u obzir u neposrednom planiranju održivosti takmičarskih sposobnosti kada se radi priprema za takmičenja koja se sastoje od kvalifikacija, polufinala i finala tokom nekoliko dana, s obzirom da bi, shodno tome bilo realno očekivati da efekti dobro planiranih i realizovanih pojedinačnih takmičarskih zadataka (strategija) uzastopnih kvalifikacionih trka mogu da integrišu takmičarsku sposobnost (sposobnost kao integralni entitet) za finala (Thomas, Mujika & Busso, 2009).

Ovde je najbolji primer Felpsa koji je na SP u Fukuoki 2001. godine u kvalifikacijama, polufinalu i finalu plivao na nivou svetskog rekorda u disciplini 200m slobodno. Prvi rekord je isplivao na 95% frekvencije, drugi na 98% frekvencije zaveslaja koje je imao pri obaranju trećeg svetskog rekorda. Ovaj primer otvara pitanje vremenskih i prostornih parametara u preplivavanju, samim time i efekte suženja na metaboličke ili neuromišićne adaptacije. U primeru Felpsa,

neuromišićna adaptacija, samim time i njeno modelovanje kroz vremenske parametre plivanja, se pokazala delom strategije obaranja rekorda. Naravno da to ne znači da metabolička strana adaptacije nije preduslov, naročito u konstantnosti prostornih (dužina zaveslaja i efekata udaraca) parametara plivanja.

Meta-analiza koju su sproveli Bosquet i saradnici (2007) je dovela do zaključka da progresivni oblici suženja (oblici u kojima se trenažno opterećenje progresivno smanjuje) više doprinose poboljšanju takmičarskog nastupa nego step tejper. U istom istraživanju autori su pokušali utvrditi idealni oblik suženja za pojedini oblik kretanja, tačnije za plivanje, trčanje i vožnju bicikla. Zaključili su da plivači i trkači bolje rezultate postižu nakon implementacije progresivnih oblika suženja, a biciklisti nakon implementacije step tejpera. Međutim, ove rezultate treba uzeti sa rezervom, jer proizilaze iz malih i nejednakih uzoraka sportista.

Jedno je sigurno da dosadašnja teorija i praksa ne predeterminišu idealan oblik suženja, tako da se program treninga mora prilagoditi modelu suženja koji odgovara osobenostima ali i trenažnoj istoriji datog sportiste. Planiranje ovako osetljive metodike treninga je umetnost koliko i nauka, koja zahteva pažljivo planiranje, pedantno izvođenje i kontinuirano prilagođavanje, a ukoliko se primeni ispravno, sužavanje može biti ključna razlika između dobrog i sjajnog učinka. Individualna i takmičarski konkurentna sposobnost plivača je rezultat inovacione i kreativne aktivnosti trenera.

## 4. TRENAŽNA OPTEREĆENJA U TEJPERU

Trenažno opterećenje (fizičko, mehaničko, fiziološko, psiho-socijalno) u takmičarskom sportu se iskazuje kao kombinacija trenažnog intenziteta, obima i frekvencije treninga (Wenger i Bell, 1986). Ono se značajno smanjuje tokom suženja sa željom da se smanji akumulirani zamor, da se podstaknu reziduali prethodnog treninga, ali je pri tome potrebno paziti da ova varijativnost ne dovede do stanja maladaptacija koje se često opisuju fenomenom detreniranosti. Suženjem se pokušavaju smanjiti atributi mehaničkog i psihološkog stresa koji organizam sportiste izvode iz zone fiziološkog komfora. Efekat može biti „entropija“ (postojanje dovoljne količine energije ali koja se ne može više pretvoriti u koristan rad), zbog čega linija koja razdvaja benefite tejpера od negativnog efekta, koji vidimo i razumemo kao opadanje forme usled redukcije količine treninga, nije jasno utvrđena. Sportisti i treneri moraju imenovati trenažno opterećenje tokom tejpера koje se može smanjiti za pojedinu trenažnu varijablu, a da bi se pri tom adaptacije stečene prethodnim treningom mogle zadržati na istom nivou ili blago unaprediti.

Prema ličnom iskustvu autora ove teorijske studije, neravnoteža u trenažnom procesu do koje je došlo tokom regularne sezone (istorija treninga) dovela je do toga da su neki sportisti zahtevali duže, neki kraće suženje. Konkretno, plivači mogu raditi više intenzivnog treninga izdržljivosti ili više intenzivnog sprinta tokom sezone, njihove biomotoričke sposobnosti u vodi i van vode mogu biti različite, kao i njihova morfologija i prethodno uspostavljena atribucija plivanja takmičarskim tempom. Bilo koja od navedenih, ali i drugih neravnoteža u treningu i biologiji sportiste dovode do različitih adaptabilnih reakcija u postizanju takmičarske sposobnosti. Oni sportisti koji primenjuju previše intenzivnog opterećenja u metaboličkim zonama izdržljivosti, održavanja brzine, sprinta i moći mogu adaptirati svoju anaerobnu moć i kapacitet do nivoa u kome nisu sposobni da efikasno plivaju rane-srednje-kasne delove svojih trka konkurentnom brzinom. Plivači koji nedovoljno treniraju izdržljivost, u kratkim disciplinama, mogu povećati svoju anaerobnu moć toliko da pokazuju tendenciju da produkuju visoke nivoe mlečne kiseline pri trenažnim brzinama nižeg intenziteta. Ovakvo stanje može da prati visoka acidoza pri manjim brzinama plivanja, koja svoje poreklo može da ima u jednom od nereguliranih atributa intenziteta metabolizma angažovanih mišićnih grupa (produkcija, tolerancija, difundovanje, oksidacija laktata).

U praksi je poznat fenomen „promašene forme“, odnosno, kada su sportisti plivali mnogo brže nekoliko dana ili čak nekoliko nedelja nakon glavnog takmičenja. Obično su ovi sportisti iskusili jednu od dve upravo pomenute neravnoteže u treningu. U prvom slučaju, njihova

anaerobna moć je možda bila toliko poremećena da se nije mogla vratiti na normalan nivo do glavnog takmičenja. Shodno tome, plivači ove grupe nisu bili u mogućnosti da integrišu takmičarsku sposobnost usled narušavajućih efekata i uticaja programa treninga sezoni na tom takmičenju. Međutim, nakon nekoliko dodatnih nedelja usmerenog treninga, anaerobna moć i kapacitet su se vratili u normalu tako da su mogli da plivaju znatno brže. Izostanak konkurentne takmičarske sposobnosti je najčešće posledica pogrešno planiranog i realizovanog treninga tokom sezone i u pripremi za glavno takmičenje, odnosno, da su, nekoliko nedelja nakon glavnog takmičenja, nakon povećanog obima plivanja u zonama osnovnog treninga izdržljivosti (En1). Pretpostavlja se da izostanak dovoljnog trenažnog podražaja u ovoj zoni bi narušio aerobni kapacitet i njime praćene attribute adaptacija od značaja za celovitiju integraciju takmičarske sposobnosti.

Ista situacija se može desiti kada previše intenzivnog treninga izdržljivosti potisne aerobni i anaerobni kapacitet i njime prateću specifičnu trenažnu izdržljivost. Preobilje treninga izdržljivosti visokog intenziteta može dovesti do toga da neki plivači nastupe na glavnom takmičenju sa metaboličkim odgovorom koga karakteriše viša do visoka stopa anaerobnog metabolizma, tako da oni produkuju i akumuliraju količine mlečne kiseline iznad kapaciteta metabolizma da iste metaboliše i difunduje ka vanmišićnim prostorima. Ova metabolička diskrepanca u odnosu na takmičarsku sposobnost prati dešavanja u mišićima pri malim brzinama plivanja. U ovom slučaju, nekoliko dodatnih nedelja usmerenog treninga ka izdržljivosti može smanjiti nivo interferiranja anaerobnog metabolizma do tačke u kojoj su u stanju da plivaju rane delove svoje trke istom brzinom sa nižim nivoom unutarmišićne acidoze. Kao rezultat toga, oni će moći da očuvaju takmičarski model veštine-tehnike plivanja većom prosečnom brzinom većim delom takmičarske discipline.

Kada se tokom regularne sezone dobro uspostavi jasan balans između atributa metaboličkih intenziteta treninga usmerenih ka frakcijama izdržljivosti i sprinta, kada trening van vode, ishrana i zdrave sportske navike ostvare prevladaju, tad sportista ima dobre pretpostavke da oseti benefite suženja u roku od 1 do 3 nedelje. Kada nije uspostavljen balans različite trenažno-takmičarske geneze, može se očekivati, samim time i planirati jedna do dve nedelje dodatnog suženja pre integracije konkurentne takmičarske sposobnosti.

## 4.1. Intenzitet trenažnog opterećenja

U istraživanju Hicksona i saradnika (1985) od ispitanika se zahtevalo da tokom 10 nedelja, u treningu koji se sastojao od vožnje bicikla i trčanja na pokretnoj traci, treniraju 6 dana/nedeljno po 40 minuta/dan pri intenzitetu koji je bio blizak  $VO_2max$ . Sledećih 15 nedelja ispitanici su bili podeljeni tako da je jedna grupa trenirala na 2/3, a druga na 1/3 prvobitnog nivoa  $VO_2max$ . Frekvencija i trajanje treninga su ostali isti. Istraživači su zaključili da fiziološke adaptacije aerobnog sistema ispitanika određene na osnovu, izmerene vrednosti  $VO_2max$ , koje su postignute tokom 10-nedeljnog intenzivnog treninga nisu uspeli zadržati na istom nivou u narednih 15 nedelja treninga u kojima je intenzitet treninga bio smanjen (Slika 2). Grupa kod koje je smanjen intenzitet za 1/3 pokazala je za 21% lošije performanse, dok je grupa u kojoj je smanjen intenzitet za 2/3 pokazala performanse lošije za 30%. Ovi rezultati pokazuju da je intenzitet treninga ključan za održavanje postignutih aerobnih svojstava. Ovo istraživanje nije uzelo u obzir rezidualne efekte prethodnog treninga izdržljivosti na nivou  $VO_2max$ , koji se kreću od 8 do 10 nedelja. Samim time, u efektima ovog protokola se mora razumeti i prirodni tok i trajanje efekata treninga izdržljivosti (reziduali).

Važnost intenziteta treninga za održavanje toka trenažnih adaptacija organizma pokazana je i u istraživanju Shepleyja i saradnika (1992). Oni su utvrdili trenažne adaptacije koje prate trkača na srednje staze tokom tri različita oblika suženja, i to: (i) suženje visokog intenziteta i niskog obima; (ii) suženja niskog intenziteta, umerenog obima; (iii) suženje bez treninga, ispitanici su se samo odmarali. Na osnovu indikatora toka efekata modela suženja na prateće adaptacije, poput volumena krvi, broj crvenih krvnih zrnaca, aktivnost citrat sintaze, koncentracija mišićnog glikogena, te rezultati u testovima mišićne snage i trčanja do otkaza su registrovane samo u grupi koja je učestovala u protokolu suženje visokog intenziteta, a niskog obima.

Trenažni program tokom perioda suženja može, osim na tok bioloških adaptacija (fiziološke i morfo-funkcionalne) uticati pozitivno i na psihološka stanja sportiste. McNeely i Sandler (2007) ističu da bi u danima pre takmičenja bilo korisno sprovesti intervalni trening takmičarskog tempa (eng. *race-pace intervals*) jer on obezbeđuje sportistima osećaj brzine, snage i samopouzdanja, a pri tome paziti da sportisti ostanu odmorni za nastup.

Stjuart i Hopkins (2000) dali su detaljan prikaz praksi treninga 24 trenera plivanja i 185 plivača u sprintu (50 i 100 metara) i srednjepругaša (200 i 400 metara) tokom letnje i zimske sezone na Novom Zelandu. Intervalni intenzitet treninga i trajanje odmora intervalnih treninga se povećalo tokom suženja za sprintere i specijaliste za srednje staze, dok se intervalna distanca

smanjila. U ovoj studiji, autori su primetili da prosečan program treninga odražava principe specifičnosti, posebno tokom faze suženja.

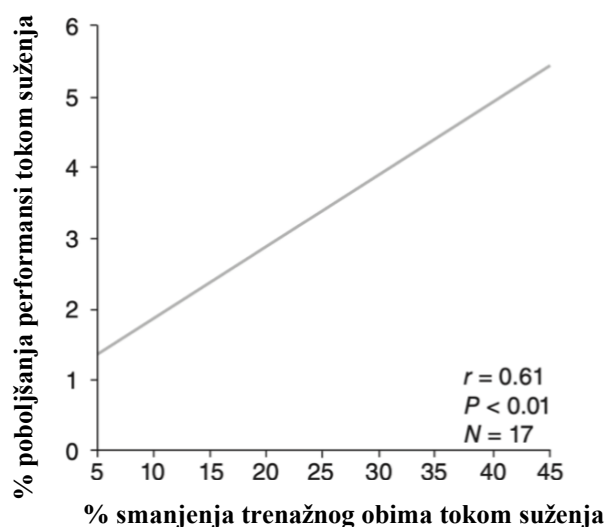
Iz prethodno navedenih studija sledi zaključak da:

- Tokom sužavanja trenažno opterećenje ne bi trebalo smanjivati na račun intenziteta treninga.
- Individualno planiran trening tokom suženja može dodatno unaprediti biološke i psihološke adaptacije sportiste.
- Intenzitet treninga je ključan parametar za održavanje adaptabilnih svojstava tokom suženja, odnosno iste bi trebalo zadržati na istom nivou ili težiti njihovom blagom povećanju tokom suženja.

U suprotnom, ukoliko se intenzitet treninga smanji, neka adaptacijska svojstva bi mogla biti izgubljena, što može rezultirati lošijim nastupom na takmičenju.

## 4.2. Obim treninga

U istraživanju Hicksona i saradnika (1982) ispitanici su prvo 10 nedelja trenirali na taj način da se trening sastojao od trčanja na pokretnoj traci i vožnje bicikla, a zatim su sledećih 15 nedelja podeljeni u grupe u kojima je vreme trajanja treninga smanjeno sa 40 min/dan na 26 min/dan kod jedne grupe i 13 min/dan kod druge grupe. Istraživanje je pokazalo da su obe grupe uspele zadržati efekte prethodnih adaptacije sagledanih kroz mere  $VO_2max$ , tolerancije na laktate, mase leve srčane komore i kratkoročne izdržljivosti (merene vežbom do otkaza koja se sprovodi pri  $VO_2max$ ) stečene tokom prvih 10 nedelja treninga u narednih 15 nedelja treninga sa smanjenim obimom.



Slika 2. Odnos između procenta poboljšanja performansi i procenta smanjenja obima treninga (srednje vrednosti nedeljnog obima pre tejpера i nakon 3-nedeljnog suženja) kod elitnih plivača (I. Mujika, J.C. Chatard, T. Busso, et al., 1995)

Do sličnih zaključaka o smanjenju obima treninga od 50% do 70% pokazalo se kao odgovarajuće za zadržavanje ili blago povećanje treningom stečenih adaptacija kod trkača (Houmard i sar., 1989; Houmard i sar., 1990a, Houmard i sar., 1990b, McConell i sar., 1993) ili biciklista (Martin i sar., 1994; Rietjeens i sar., 2001).

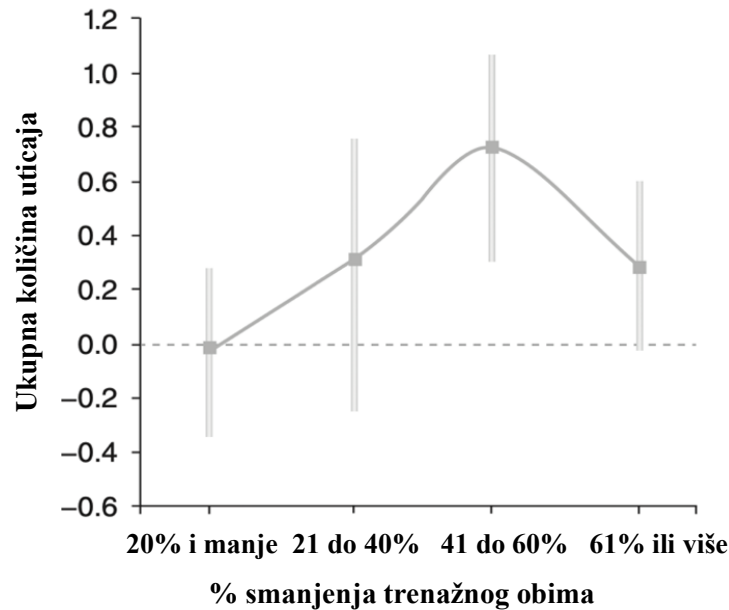
Tabela 1. Uticaj obima treninga na promene izazvane suženjem u plivanju, trčanju i vožnji bicikla. (Bosquet, Montpetit, Arvisais i drugi., 2007)

| Decrease in training volume | SWIMMING                       |          | RUNNING                        |          | CYCLING                        |          |
|-----------------------------|--------------------------------|----------|--------------------------------|----------|--------------------------------|----------|
|                             | Mean (95% confidence interval) | <i>n</i> | Mean (95% confidence interval) | <i>n</i> | Mean (95% confidence interval) | <i>n</i> |
| ≤ 20%                       | -0.04 (-0.36, 0.29)            | 72       | No data available              |          | 0.03 (-0.62, 0.69)             | 18       |
| 21-40%                      | 0.18 (-0.11, 0.47)             | 91       | 0.47 (-0.05, 1.00)**           | 30       | 0.84 (-0.05, 1.74)**           | 11       |
| 41-60%                      | 0.81 (0.42, 1.20)*             | 70       | 0.23 (-0.52, 0.98)             | 14       | 2.14 (-1.33, 5.62)             | 15       |
| ≥ 60%                       | 0.03 (-0.66, 0.73)             | 16       | 0.21 (-0.14, 0.56)             | 66       | 0.56 (-0.24, 1.35)             | 36       |

\* $p \leq .01$ ; \*\* $p \leq .10$

Mujika i saradnici (2000) su uporedili efekte 6-dnevnih progresivnih *suženja* kod trkača na srednje staze kod kojih se obim smanjio za 50% tokom prvog i za 75% tokom drugog *suženja*. Na osnovu rezultata trčanja na 800m smanjenje za 75% se pokazalo kao bolje rešenje za optimizaciju adaptacijskih procesa zato jer se rezultat poboljšao za 0.95% za razliku od 0.40% smanjenja kod grupe koja je obim smanjila za 50%. Shepley i saradnici (1992) su utvrdili da su kod trkača na srednje staze bolji rezultati postignuti suženjem niskog obima u odnosu na suženje umerenog obima.

Nekoliko studija (Mujika i sar. 1995; Stewart, Hopkins i Sanders 1997; Stewart i Hopkins 2000) utvrdilo je da je smanjenje obima treninga tokom suženja bilo povezano sa takmičarskim učinkom. Mujika i sar. (1995) pronašli su pozitivnu vezu između procenta poboljšanja performansi kao ishod i procenta smanjenja obima treninga tokom sužavanja (Slika 2). Stewart i Hopkins (2000) su utvrdili sličan rezultat nakon redukcije nedeljnog obima i obima pojedinačnih treninga plivača u sprintu i srednjim distancama kako je program suženja napredovao. Autori su primetili da je došlo do značajnog smanjenja u trenažnom opterećenju u svim tipovima treninga (osim laganog plivanja, koje se zapravo povećalo kada je predstavljeno kao deo ukupnog treninga tokom suženja) od početka sezone (pripremna faza) do kraja suženja kod sprintera i srednjeprugaša. Slični pozitivni efekti na performanse pronađeni su u drugim studijama plivanja, trčanja, biciklizma, triatlona i treninga snage (Houmard & Johns 1994; McNeeli & Sandler 2007; Mujika 1998; Mujika & Padilla 2003).



Slika 3. Kriva uticaja smanjenja obima trenažnog opterećenja tokom perioda suženja na performanse plivača (Bosquet, Montpetit, Arvisais i drugi, 2007)

Bosquet i saradnici (2007) sproveli su meta-analizu uticaja obima treninga na promene izazvane sužavanjem u trenažnom programu plivača, trkača i biciklista (Tabela 1). Bosquet i njegove kolege potvrdili su prethodna istraživanja u ovoj oblasti o pozitivnim efektima smanjenog obima treninga. Sa posebnim osvrtom na plivanje, zaključeno je da su takva smanjenja obima optimizovana na oko 41 do 60 % obima treninga pre tejpera (Slika 3). Čini se da su slična oblikovanja treninga bila u skladu sa onima koje su utvrdili Stewart i Hopkins (2000) i onima koje su predložili Houmard i Džons (1994) i Mujika i Padilla (2003).

Iz ovoga se može zaključiti da bi se trenažno opterećenje tokom suženja trebalo smanjivati na račun obima treninga. Istraživanja predlažu da se za većinu sportista sportski učinak poboljšao u slučaju ako se obim treninga smanjio za 41% do 60% u odnosu na trening koji je prethodio tejperu. Optimalna poboljšanja mogu se postići i sa manjim i sa većim smanjenjima obima. Ova smanjenja obima obično utiču na sve komponente trenažnog programa.

### 4.3. Frekvencija treninga

Jedina oblast u kojoj se čini da dolazi do neslaganja između studija je frekvencija, odnosno učestalost treninga. Štaviše, čini se da su varijacije u učestalosti treninga sa suženjem povezane sa nivoom na kojem se sportista takmiči (npr. starosna grupa ili rang sportiste).

Istraživanje na sportistima srednjeg ranga koje su sproveli Hickson i Rosenkoetter (1981) pokazalo je da su ispitanici poboljšanja od 20% do 25% u  $VO_2max$  koje su postigli tokom 10

nedelja treninga izdržljivosti, uspeali zadržati tokom sledećih 15 nedelja u kojima je frekvencija treninga bila smanjena za 1/3 ili 2/3 (sa 6 dana/nedeljno na 4 ili 2 dana/nedeljno).

Slični rezultati primećeni su kod ispitanika koji su trenirali snagu (Graves et al., 1988). Fiziološke adaptacije i sportski učinak su zadržani ili unapređeni kod biciklista, trkača i plivača kao posledica 2 do 4 nedelje vežbanja u kojem je smanjena frekvencija treninga (Mujika i Padilla 2003a).

U istraživanju sa vrhunskim trkačima na srednje staze (Mujika et al., 2002a) u kojem su upoređeni efekti suženja sa visokom frekvencijom treninga (učestalost jednaka periodu koji prethodi suženju) i suženje sa umerenom frekvencijom treninga (učestalost treninga smanjena za 33%), oba u trajanju od 6 dana, pokazalo je da se učinak u trčanju na 800m značajno poboljšao (za 1.93%) kod tejpere sa visokom frekvencijom treninga, dok se kod tejpere sa umerenom frekvencijom poboljšala za 0.39%. Budući da nije bilo razlike u odgovorima posmatranih fizioloških parametara između grupa koje su sprovodile ove vrste suženja, autori su zaključili da je razlika nastala zbog „gubitka osećaja“ kod grupe sa smanjenom frekvencijom treninga.

Stewart i Hopkins (2000) utvrdili su male promene u učestalosti treninga (osim tokom faza posle takmičenja) tokom sezone za sprintere i plivače na srednjim stazama. Uzrast plivača takođe je igrao malu ulogu, autori su primetili da većina trenera jednostavno grupiše plivače prema sposobnostima, bez obzira na godine. Performanse plivača koji su učestvovali u ovoj studiji bile su približno na 80 % od nivoa svetskog rekorda, što svakako nije elitni rang, ali radi se o plivačima starosti 15 godina. Još uvek nije poznato da li su efekti smanjenja učestalosti treninga drugačiji kod iskusnijih sportista, ali nakon „neuverljive studije“ o efektima različitih frekvencija treninga na performanse kod trkača na srednje staze, Mujika i saradnici (2002a) su zaključili da su sportisti možda iskusili "gubitak osećaja" tokom smanjenja režima treninga. Ako je tako, takva situacija će se verovatno ozbiljnije reperkusovati na plivače imajući u vidu primarnost rezultta na višem stepenu tehničkog savršenstva u ovom sportu (McNeeli & Sandler 2007; Mujika & Padilla 2003) i poteškoće u promeni tipičnih navika organizacije duplih dnevnih treninga u toku nedelje tokom većeg dela sezone kod plivača (Costill et al. 1991; Stewart i Hopkins 2000).

Prema Bosquet i sar. (2007), smanjena učestalost treninga pokazala je prilično neznatne efekte na poboljšanja performansi plivanja, trčanja i biciklizma (Tabela 2). Autori su istakli da su efekti smanjene učestalosti treninga delimično povezani sa obimom i intenzitetom treninga, što otežava izolovanje preciznog efekta smanjenja frekvencije treninga na performanse.

Tabela 2. Uticaj promene učestalosti treninga na promene izazvane sužavanjem u plivanju, trčanju i vožnji bicikla (Bosquet, Montpetit, Arvisais i drugi, 2007)

| Decrease in training frequency | SWIMMING  |          | RUNNING   |          | CYCLING   |          |
|--------------------------------|---|----------|---|----------|---|----------|
|                                | Overall effect size, mean (95% confidence interval) | <i>n</i> | Overall effect size, mean (95% confidence interval) | <i>n</i> | Overall effect size, mean (95% confidence interval) | <i>n</i> |
| Yes                            | 0.35 (-0.36, 1.05)                                  | 54       | 0.16 (-0.17, 0.49)                                  | 74       | 0.95 (-0.48, 2.38)                                  | 25       |
| No                             | 0.30 (0.10, 0.50)*                                  | 195      | 0.53 (0.05, 1.01)**                                 | 36       | 0.55 (-0.05, 1.15)***                               | 55       |

\* $p \leq .01$ ; \*\* $p \leq .05$ ; \*\*\* $p \leq .10$

Može se zaključiti da se adaptacije izazvane treningom kod sportista srednjeg ranga mogu zadržati sa niskom frekvencijom treninga (30 - 50% u odnosu na vrednosti pre tejpера), dok se kod vrhunskih sportista preporučuje zadržavanje frekvencije treninga na nivou sličnom periodu pre suženja. U suprotnom, postoji rizik od „gubitka osećaja“ za sport, posebno u onim sportovima koji sadrže kompleksnije strukture kretanja.

#### 4.4. Individualizacija trajanja tejpера

Teorijska primena tejpера podrazumeva rasterećenje nagomilanog umora uz zadržavanje opšteg nivoa kondicije. Iako teoretski to deluje jednostavno, praktična implementacija tejpера predstavlja složen proces i zahteva od trenera i plivača da razumeju fiziološku strukturu sportiste, fiziološke efekte i intervencije treninga i oporavka, kao i efekte integracije strategija treninga i oporavka. Da bi se obezbedilo maksimalno poboljšanje performansi, raspored i trajanje perioda preopterećenja i sužavanja treba da budu individualno prilagođeni svakom plivaču, uzimajući u obzir individualni profil treninga i kapacitet da se oporave od stresa tokom svakodnevnog treninga. Optimalno trajanje tejpера ne zavisi samo od uzrasta plivača, pola, iskustva ili specifičnosti trke za koju se plivač/ica priprema. Zavisi od sposobnosti adaptacije i profila oporavka svakog plivača. Neki plivači se oporavljaju brže od drugih; neki imaju sposobnost dugotrajne adaptacije na trening, dok kod nekih brže opadaju performanse.

Određivanje optimalnog trajanja suženja individualno za svakog sportistu predstavlja veliki izazov za trenere i naučnike. Pozitivne fiziološke i psihološke promene, te poboljšane sportske performanse utvrđene su nakon suženja koji je trajao od 4 do 14 dana kod biciklista i triatlonaca, od 6 do 7 dana kod trkača na srednje i duge staze, 10 dana kod sportista koji su trenirali snagu, i od 10 do 35 dana kod plivača (Mujika i Padilla, 2003a).

Stewart i Hopkins (2000) su na temelju preporuke 24 trenera plivanja zaključili da postoje razlike u trajanju suženja kod plivača sprintera u odnosu na plivače koji plivaju na srednje pruge.

Kod plivača sprintera suženje prosečno traje 27 dana, dok kod plivača na srednje pruge tejer traje nešto kraće - oko 19 dana.

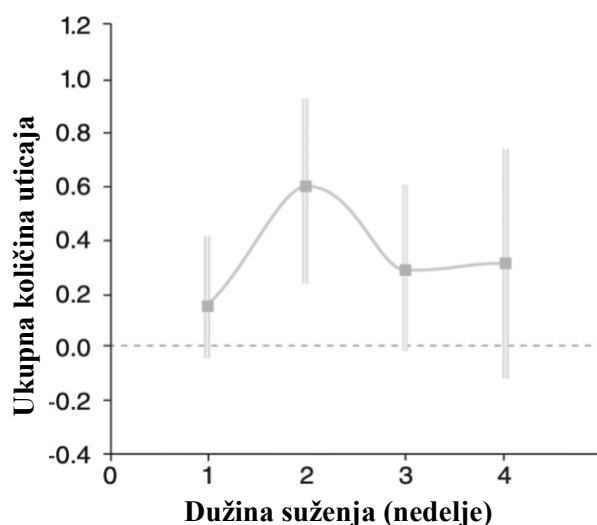
Bosquet i saradnici (2007) su na temelju meta-analize pronašli odnos između trajanja suženja i poboljšanja sportskih performansi (Tabela 3. i Slika 4). Utvrđeno je da je suženje u trajanju od 8 do 14 dana idealno za uklanjanje umora i poboljšanje sportskog nastupa, a da se pri tome ne počnu gubiti treningom stečene adaptacije (detreniranost).

Tabela 3. Uticaj dužine tejpера na promene izazvane sužavanjem u plivanju, trčanju i vožnji bicikla (Bosquet, Montpetit, Arvisais, i drugi, 2007)

| Duration of the taper | SWIMMING                       |     | RUNNING                        |    | CYCLING                        |    |
|-----------------------|--------------------------------|-----|--------------------------------|----|--------------------------------|----|
|                       | Mean (95% confidence interval) | n   | Mean (95% confidence interval) | n  | Mean (95% confidence interval) | n  |
| ≤7 days               | -0.03 (-0.41, 0.35)            | 54× | 0.31 (-0.08, 0.70)             | 52 | 0.29 (-0.12, 0.70)             | 47 |
| 8–14 days             | 0.45 (-0.01, 0.90)***          | 84  | 0.58 (0.12, 1.05)*             | 38 | 1.59 (-0.01, 3.19)**           | 33 |
| 15–21 days            | 0.33 (0.00, 0.65)**            | 75  | -0.08 (-0.95, 0.80)            | 10 | No data available              |    |
| ≥22 days              | 0.39 (-0.08, 0.86)             | 36  | -0.72 (-1.63, 0.19)            | 10 | No data available              |    |

\* $p \leq .01$ ; \*\* $p \leq .05$ ; \*\*\* $p \leq .10$

U istraživanju Mujike i saradnika (1996a) korišćeno je matematičko modeliranje u želji da se optimizuju parametri suženja, uključujući i njegovo trajanje, individualno za svakog sportistu. U istraživanju su učestvovali plivači nacionalnog i međunarodnog ranga. Optimalno teorijsko trajanje suženja, za ovu grupu ispitanika, bilo je od 12 do 32 dana. To ukazuje na veliku varijabilnost u optimalnom trajanju suženja među ispitanicima. Iz ovoga se može zaključiti da bi se trajanje suženja trebalo individualno odrediti za svakog sportistu u skladu sa njegovim profilom adaptacije na trening i gubitkom tih adaptacija.



Slika 5. Kriva uticaja dužine perioda suženja na performanse plivača (L. Bosquet, J. Montpetit, D. Arvisais i drugi., 2007)

Thomas i saradnici (2008) sugerišu da trenažni program koji prethodi značajno utiče na optimalno individualno trajanje suženja. Povećanje trenažnog opterećenja od 20% u odnosu na normalan trening 28 dana pre suženja zahteva primenu step tejpера kod kojeg bi se obim smanjio za 65% tokom 3 nedelje. U istom slučaju, da nema povećanja trenažnog opterećenja, tejpер bi trajao 2 nedelje. Progresivni oblici suženja zahtevaju niže smanjenje trenažnog opterećenja tokom dužeg vremenskog perioda nego što to zahteva step tejpер, nezavisno da li je suženju prethodio normalan ili trening nadopterećenja. Nadopterećujući trening uzrokuje veći stres što zahteva duži oporavak, shodno tome i duže trajanje suženja. Osim toga, duže trajanje tejpера može se objasniti i time da veće trenažno opterećenje uzrokuje i veće adaptacije na trening, ali je za njihov nastanak potreban i duži vremenski period (Thomas et al. 2008).

Millet i saradnici (2005) su pomoću matematičkog modeliranja utvrdili odnos između trenažnog opterećenja, anksioznosti i subjektivne ocene umora, te ovaj pristup predlažu kao novu metodu pomoću koje se može proceniti kako trening utiče na samospoznaju toka adaptacija i psihološki status sportiste. U ovom istraživanju, koje je sprovedeno na četvorici profesionalnih triatlonaca, utvrđeno je, na temelju samoprocene sportsite, da im je 15 dana bilo potrebno da se subjektivno osećaju spremnim za nastavak sezone. Navedeno razdoblje podudara se sa rezultatima prethodnih istraživanja u kojima je navedeno optimalno trajanje suženja.

Dokazano je da je trajanje suženja u rasponu od 1 do 4 nedelje dalo dobre rezultate kod plivača. Iamamoto, Mutoh i Miyashita (1988) su utvrdili da se pozitivne promene u zapremini krvi, crvenim krvnim zrnima i kreatin kinazi, koje se dešavaju tokom suženja, javljaju u prvih 7 dana 14-dnevnog smanjenja. D'Acquisto i saradnici (1992) su prijavili da nema razlike u količini poboljšanja performansi i nema značajnog gubitka određenih fizioloških uticaja za dve grupe plivača, nakon dvonedeljnog i četvornedeljnog suženja. Nasuprot tome, Costill i saradnici (1985) su izvestili da su se  $VO_2max$ , anaerobni prag i mišićna snaga pogoršali nakon primene četvornedeljnog suženja kod grupe plivača. U skladu sa tim rezultatima, Neuer i njegovi saradnici (1988) prijavili su značajno povećanje laktata u krvi od 1,8 mmol/L nakon standardizovanog plivanja od 200 m nakon 4 nedelje redukovanoг treninga. U toj studiji trenažni obim je smanjen za približno 80% tokom 4 nedelje, a učestalost treninga je prepolovljena. Uobičajeni nedeljni ukupni obim od 54.000 m (9.000 m dnevno, 6 dana nedeljno) smanjen je na 9.000 m (3.000 m dnevno, 3 dana u nedelji). Neslažući se sa tim rezultatima, Mujika i njegovi saradnici (1996) proučavali su efekat sužavanja perioda od 3, 4 i 6 nedelja na performanse plivanja. Plivači su značajno poboljšali svoje performanse sa sužavanjem u trajanju od 3 i 4 nedelje, ali su iskusili pad performansi nakon 6 nedelja suženja.

Iz ovih rezultata se čini da se efekat suženja može postići u roku od 7 do 14 dana i održati dodatnih 14 dana. Kao da nove generalizacije trenera ne uzimaju u obzir individualne reakcije sportista. Sportisti koji se brzo oporavljaju i sportisti koji su održavali dobar balans treninga verovatno mogu postići efekat suženja u roku od 7 do 14 dana. Sportistima, posebno sprinterima, koji se ne oporavljaju tako brzo i sportistima koji su iskusili ozbiljan pad anaerobne snage mogu biti potrebni duži periodi suženja kako bi postigli maksimalne performanse.

Na osnovu prethodno pomenutih studija može se zaključiti da se pozitivni fiziološki odgovori i unapređene performanse mogu očekivati nakon suženja koji traju od 4 dana pa sve do 5 nedelja. Za većinu sportista period suženja od 2 nedelje pokazao se korisnim što ne znači da kraće ili duže trajanje suženja nije optimalno za neke sportiste, zavisno do njihovog individualnog profila adaptacije na trening i vremena potrebnog da se ukloni umor. Individualne profile adaptacije, kao i optimalno trajanje suženja moguće je odrediti pomoću jednostavnih upitnika koji procenjuju anksioznost i subjektivan osećaj umora.

Sledeća lista prikazuje neka od najčešćih individualnih prilagođavanja tokom suženja:

- Starijim plivačima je potrebno više vremena da se oporave nego plivačima mlađeg uzrasta, zato što stariji plivači imaju više mišićnog tkiva i razvijenu veću anaerobnu snagu. Shodno tome, možda će im trebati više vremena da obnove i poboljšaju mišićno tkivo tokom procesa sužavanja.
- Plivačicama je potrebno manje vremena za oporavak nego plivačima.
- Dugoprugaši bi generalno trebalo da održavaju veći obim treninga tokom svojih suženja, a trajanje njihovog suženja bi trebalo da bude kraće nego što je to slučaj kod sprintera. Plivači dugih pruga se generalno brže oporavljaju i ne smeju sebi priuštiti rizik da izgube svoj aerobni kapacitet tako što će se predugo odmarati ili previše smanjiti obim treninga.
- Sprinteri moraju više da smanje obim treninga i primenjuju duži tejer kako bi bili sigurni da su optimizovali svoju anaerobnu snagu.
- Plivači koji treniraju 10 ili 11 meseci godišnje oporavljaju se brže od onih koji treniraju samo nekoliko meseci u godini. Sportisti koji redovno treniraju tokom cele godine uglavnom su bolje adaptirani, pa se brže oporavljaju, bilo da su sprinteri ili dugoprugaši.

Prethodna lista jasno pokazuje da se različiti parametri tejera moraju prilagoditi za svaku osobu. Odlika dobrog trenera je da poseduje veštinu prepoznavanja neželjenih reakcija određenih pojedinaca na sužavanje i sposobnost da ih ispravi. Treneri treba da budu spremni da prilagode plan za svakog plivača koji ne reaguje dobro tokom procesa suženja. U takvim slučajevima, treneri će morati da se oslone na lično iskustvo i znanje o reakcijama svakog plivača na proces sužavanja kako bi odredili koje promene da primene.

## 5. SUŽENJE I PRATEĆE ADAPTACIJE I KOADAPTACIJE

Unapređenje sportskih performansi je krajnji cilj efikasnog suženja, ali da bi se to ostvarilo prvo je potrebno da se u telu sportiste odvijaju potrebne fiziološke adaptacije. Neke od najvažnijih promena koje se odvijaju tokom procesa suženja jesu one na kardiovaskularnom, respiratornom i metaboličkom nivou. One omogućavaju sportistima da aktivne mišiće obezbede sa više kiseonika i mišićnog „goriva“ i da ih koristi efikasnije. S obzirom na ulogu koju kardiovaskularni i respiratorni sistem imaju tokom trenažnog procesa, oni bi trebalo da reaguju na suženje sa značajnim koadaptacijama prethodnih adaptacija i oborenih imputa trenažnog opterećenja. Uz ove promene moguće su i promene na biohemijskom, hormonalnom i neuromišićnom nivou.

Cilj ovog poglavlja je da sakupi i sintetiše trenutno znanje o fiziološkim promenama povezanim sa suženjem i utvrdi mogući odnos između tih promena i poboljšanja u performansama nakon tejpера.

### 5.1. Kardiovaskularne i respiratorne (ko)adaptacije

#### 5.1.1. Maksimalna potrošnja kiseonika – $VO_2max$

Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2max$ ) je pokazatelj koji se najčešće koristi kao mera za procenu sposobnosti kardiovaskularnog i respiratornog sistema. Iskustva upućuju da vrednosti  $VO_2max$  mogu se povećati ili ostati isti nakon suženja sprovedenog kod vrhunskih sportista.

Istraživanje sprovedeno na biciklistima (Neary et al., 2003a) koji su obim treninga smanjili za 50% tokom 7 dana suženja, pokazalo je povećanje  $VO_2max$  od 6%. To je povećanje pratilo i poboljšanje od 5,4% u trci na vreme na 20 km. Jeukendrup i saradnici (1992) došli su do podataka o poboljšanju  $VO_2max$  od 4,5% kod biciklista nakon dvonedeljnog step tejpера, praćeno s poboljšanjem vremena u trci na 8,5 km od 7,2%. Dobro trenirani triatlonci poboljšali su  $VO_2max$  za 9.1% i postigli poboljšanja u trčanju (1,2 - 6,3%) i vožnji bicikla (1,5 - 7,9%) nakon 2-nedeljnog tejpера (Banister i sar., 1999; Zarkadas i sar., 1995). Margaritis i saradnici (2003) su utvrdili poboljšanje  $VO_2max$  od 3% i u duatlonu nakon 14 - dnevnog suženja kod triatlonaca.

Nekoliko istraživanja nije utvrdilo promene  $VO_2max$ -a nakon perioda suženja. U istraživanju D'Acquista i saradnika (1992) na srednjoškolskim plivačima koji su sproveli suženje u periodu od 2 ili 4 nedelje, utvrdili su poboljšanja u vremenu plivanja od 4 -8% dok promena u  $VO_2max$  nije bilo. Van Handell i saradnici (1988) takođe su utvrdili stabilne vrednosti relativnih vrednosti  $VO_2max$  (65,4 ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup> u fazi pre perioda suženja, naspram 66,6 ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup> nakon suženja) kod koledž plivača (uključujući osvajače medalja na Olimpijskim igrama). Nažalost,

ishodi performansi nisu objavljeni u ovom istraživanju. Shepley i saradnici (1992) u istraživanju na cross-country trkačima i trkačima na srednje pruge nisu utvrdili promene u  $VO_{2max}$  iako su se rezultati u trčanju na pokretnoj traci poboljšali. Ni Houmard i saradnici (1994) nisu uočili promene u  $VO_{2max}$ , a zabeležili su poboljšanja od 2,8% u trčanju na 5 km na pokretnoj traci i poboljšanja od 4,8% u trčanju do otkaza na pokretnoj traci kod trkača na duge staze nakon suženja. Harber i saradnici (2004) su utvrdili da nije došlo do promena u  $VO_{2max}$  kod trkača nakon suženja od 4 nedelje iako je došlo do poboljšanja u trci na 8 km (1,1%).

Uzmemo li u obzir navedena istraživanja, može se zaključiti da se  $VO_{2max}$  nakon perioda suženje može povećati i to povećanje može doprineti poboljšanju performansi. Ipak, ono što je važno, sportski učinak se može poboljšati i bez vidljivih promena u  $VO_{2max}$ .

### **5.1.2. Ekonomičnost kretanja**

Ekonomičnost kretanja se može definisati kao utrošak energije koju zahteva neka vežba pri određenom submaksimalnom intenzitetu vežbanja. Najčešće se prati i indirektno zaključuje kroz praćenje prametara potrošnje kiseonika. Ekonomičnost koja se pratila kod trkača, plivača i biciklista, pokazala je različitost rezultata u nekoliko istraživanja.

Naime, u nekim je istraživanjima došlo do poboljšanja ekonomičnosti kretanja nakon primene suženja (Houmard i sar., 1994, 1990a; D'Acquisto i sar., 1992; Johns i sar., 1992) dok kod nekih nije bilo značajnijih razlika (Harber i sar., 2004; Dressendorfer i sar., 2002a; Houmard i sar., 1989; Rietjens i sar., 2001; McConell i sar., 1993), te se stoga može zaključiti kako, bez obzira na istraživanja koja nisu dovela do značajnijih promena, suženje ponekad dovodi i do poboljšanja ekonomičnosti kretanja.

Poboljšanja u ekonomičnosti kretanja su takođe zabeležena i u plivanju, međutim ova poboljšanja su obrnuto proporcionalna sa kapacitetom plivača. Kod srednjoškolskih plivača i plivačica, nakon tejpere od 2 do 4 nedelje, primećen je pad potrošnje  $O_2$  (poboljšana ekonomičnost) između 4,9% i 15,6% i 8,5% i 16,7%, za isto vreme plivanja (D'Acquisto i sar., 1992). Autori su došli do zaključka da su promene u ekonomičnosti plivanja povezane sa redukcijom obima treninga, kao i da proces suženja pozitivno utiče na mehaniku pokreta i ukupno kretanje plivanjem.

John i saradnici (1992) su takođe zabeležili pad od 5% do 8% potrošnje kiseonika za isti kontrolni intenzitet plivanja nakon suženja u trajanju od 10 do 14 dana kod koledž plivača. Za razliku od njih, Van Handel i saradnici (1988) nisu utvrdili promene u ekonomičnosti plivanja izazvane suženjem kod vrhunskih plivača.

### **5.1.3. Srčana funkcija**

Nekoliko je istraživanja (Haykowsky i sar., 1998; Flynn i sar., 1994; Hooper i sar., 1999; Stone i sar., 1996) utvrdilo uticaj suženja na frekvenciju srca u mirovanju. Generalni zaključak koji se može izvući iz njih jeste da nema promene u frekvenciji srca u mirovanju nakon primene tejpera (54 otkucaja nakon tejpera u odnosu na 55 otkucaja pre).

Naime, podaci o maksimalnoj frekvenciji srca su različiti. Neka istraživanja su pokazala neznatno nižu maksimalnu frekvenciju srca nakon dvonedeljnog suženja (187 otkucaja nakon, prema 192 otkucaja pre) i četvoronedeljnog suženja (185 otkucaja nakon, prema 194 otkucaja pre) (D'Acquisto i sar., 1992), dok su neka pokazala istu (Houmard i sar., 1994,1989; Rietjens i sar., 2001) ili neznatno veću (Martin & Andersen, 2000; Hooper i sar., 1999; Houmard i sar., 1990a) frekvenciju.

Submaksimalna frekvencija srca je kod većeg broja istraživanja ostala ista nakon perioda suženja. D'Aquisto i saradnici (1992) nisu zabeležili promene u frekvenciji srca kod plivača koji pri plivanju kontrolnom brzinom 1,0-1,3 m/s pre i nakon perioda tejpera u trajanju od 2-4 nedelje. Costill i saradnici (1985) takođe nisu zabeležili promene frekvencije srca nakon ravnomernog plivanja 200yd (182m), brzinom koja predstavlja 90% od najboljeg sezonskog rezultata plivača, nakon jedne ili dve nedelje suženja, dok se kod nekih (Houmard i sar., 1994; Jeukendrup i sar., 1992) frekvencija srca nakon submaksimalnog napora povećala.

Od tri istraživanja koja su posmatrala dinamiku i odgovor krvnog pritiska tokom suženja, u dva (Flynn i sar.,1994; Stone i sar., 1996) nisu utvrđene značajne promene (118/76 mmHg pre i 116/78 mmHg nakon suženja), dok je u trećem (Hooper i sar., 1999) utvrđen nešto niži krvni pritisak (3,4% i sniženje sistolnog i 2,2% dijastolni pritisak).

U istraživanju (Haykowsky i sar., 1998) koje je posmatralo dimenzije srca pre i nakon suženja, nije utvrđena nikakva značajnija razlika u respektivnim dimenzijama srca.

Generalno se može zaključiti da se maksimalna, submaksimalna i frekvencija srca u mirovanju ne menjaju nakon suženja, te da suženje neće uzrokovati promene u krvnom pritisku i dimenzijama srca.

### **5.1.4. Hematološki efekti**

Količina crvenih krvnih zrnaca (eritrocita) u krvi sportista može imati veliki značaj na sportske performanse, naročito u sportovima izdržljivosti. Sadržaj crvenih krvnih zrnaca u krvi može se opisati kao ravnoteža između njihove proizvodnje (eritropoeze) i njihovog uništavanja

(hemolize). Što je veća količina crvenih krvnih zrnaca u krvi to je bolja transportna pretpostavka za snabdevenost mišićnih jedinica kiseonikom.

Istraživanja su pokazala da period suženja prate pozitivne promene u odnosu ravnoteže između hemolize i eritropoeze. Intenzivan trening može rezultirati povećanom hemolizom tj. smanjenim brojem crvenih krvnih zrnaca u krvi, smanjenim hemoglobinom i hematokritom. Shepley i saradnici (1992) su u svom istraživanju pokazali da se kod trkača, nakon suženja visokog intenziteta, a niskog obima u trajanju od 7 dana, volumen crvenih krvnih zrnaca povećao za 14%, dok se hematokrit povećao za 2,6%. Isto tako se koncentracija hemoglobina i hematokrita povećala tokom suženja kod plivača (Burke i sar., 1982a; Rushall i Busch, 1980; Yamamoto i sar., 1988) i triatlonaca (Coutts i sar., 2007a; Margaritis i sar., 2003; Rudzki i sar., 1995). Smatra se da su ti rezultati dobijeni radi smanjene hemolize i povećane količine eritrocita tokom primene smanjenog trenažnog opterećenja karakterističnog za suženje (Houmard 1991; Houmard & Johns 1994; Mujika i sar., 1997; Neuffer 1989; Shepley i sar., 1992).

S obzirom na mogući uticaj hematoloških promena na sportske performanse, Shepley i saradnici (1992) su poboljšanje od 22% nakon suženja, u trčanju na pokretnoj traci do otkaza, delimično pripisali povećanju količine krvi i volumena crvenih krvnih zrnaca. Mujika i saradnici (1997) su zabeležili poboljšanje sportskog učinka za 2,3% nakon suženja kod plivača. Pozitivna korelacija je pronađena između broja crvenih krvnih zrnaca nakon suženja i procenta za koji se poboljšao sportski učinak plivača.

Može se zaključiti da hematološke promene povezane sa smanjenim trenažnim opterećenjem tokom suženja utiču na pozitivan odnos u ravnoteži između stvaranja i uništenja crvenih krvnih zrnaca, što doprinosi poboljšanju performansi sportiste.

## **5.2. Metaboličke adaptacije**

### **5.2.1. Sastav tela**

D'Acquisto i saradnici (1992) su istraživali o telesnoj masi i procentu telesne masti plivačica pre i posle dvonedeljnog i četvornedeljnog suženja i pritom su došli do zaključka da se nijedna varijabla nije značajno promenila. Dodatne studije su izvestile o stabilnosti telesne mase kod koledž plivača nakon tronedeljnog suženja koji se sastojao od 20 do 33% nedeljnog smanjenja obima treninga (Flinn i sar. 1994). Slično tome, koledž plivači su održavali svoju telesnu masu tokom tejpere pripremajući se za glavno takmičenje sezone (Van Handel i sar. 1988). Ova studija, međutim, nije utvrdila moguće promene u masi masnog i mišićnog tkiva plivača.

Margaritis i saradnici (2003) su istraživali o dnevnom unosu i potrošnji energije, masi tela i masi masnog tkiva kod 20 muškaraca triatlonaca tokom četvonedeljnog treninga sa nadopterećenjem i dvonedeljnog suženja. Unos energije se nije promenio između te dve faze treninga (13,8 - 15 prema 13,2 - 15 MJ/dan) dok se dnevni utrošak energije smanjio sa 16,8 do 17 MJ/dan na 12,1 do 12,7 MJ/dan. Masa tela se nije promenila tokom suženja, ali procenat mase masnog tkiva u telu se blago povećao od 11,4 - 11,5% do 11,8 - 12,1%. Slične promene su zabeležene i nakon 4 nedelje redukovanog treninga kod 10 dobro pripremljenih trkača na duge staze, kod kojih se masa masnog tkiva povećala sa 10,4% na 11,8% (McConell i sar., 1993).

Navedeni rezultati istraživanja predlažu da tokom tejpера kod sportista može doći do određenog gubitka mišićne mase i da bi tada posebno trebali paziti na usklađivanje unosa i utroška energije, koji je tokom suženja smanjen.

### **5.2.2. Laktati u krvi**

Kada mišići za proizvodnju energije koriste ugljene hidrate u telu dolazi do stvaranja mlečne kiseline, koja se u telu deli na laktate i vodonikove jone. Povećani intenzitet vežbe doprinosi većoj proizvodnji laktata (laktatna produkcija i laktatna tolerancija). Laktat iz mišića prelaze u krv (laktatna difuzija), a nivo laktata u krvi naučnici koriste kao pokazatelj intenziteta metabolizma koji prati trenažni napor. Umorni mišići i mišići u kojima su rezerve glikogena narušene (kao što je to u periodu intenzivnog treninga) imaju problem u mišićnom odgovoru i toku unutarmišićnih odgovora na laktate, dok dobro oporavljeni mišići mogu raditi kvalitetno i brzo i pritom proizvoditi i metabolički obraditi više nivoa laktata (kao u periodu suženja). Merenje laktata u krvi nakon intenzivne trenažne vežbe može pružiti uvid u to kako se sportista adaptira na suženje.

Nivo laktata u krvi, u smislu zaključivanja o efektima suženja, može posmatrati tokom maksimalnog i submaksimalnog vežbanja.

#### **Nivo laktata nakon maksimalnog vežbanja**

Maksimalna koncentracija laktata u krvi nakon maksimalnog intenziteta napora se može povećati nakon tejpера. Ova promena bi mogla biti povezana sa povećanim vrednostima mišićnog glikogena nakon suženja (Houmard i sar., 1994).

U istraživanju sprovedenom na trkačima na srednje staze, procenat za koji se poboljšao učinak na 800 m tokom suženja pozitivno je korelirao sa promenama u maksimalnoj koncentraciji laktata u krvi nakon trke ( $r=0,87$ ) (Mujika i sar., 2000). U narednom istraživanju na istoj grupi,

maksimalna koncentracija laktata nakon trke se povećala za 7,6%, dok su se izmereni laktati nalazili u visokoj korelaciji sa sportskim performansama (Mujika i sar., 2002a). Statistički značajna povezanost između povećanja u maksimalnoj koncentraciji laktata u krvi i poboljšanja takmičarskih performansi ( $r=0,63$ ) je uočena kod plivača internacionalnog ranga tokom dve sezone (Bonifazi i sar., 2000). Maksimalna koncentracija laktata u krvi se povećala za 78% kod muškaraca biciklista nakon 14-dnevnog step tejpера. To je pratilo poboljšanje od 7,2% u trci na 8.5 km i povećanje od 10,3% u izmerenoj snazi (Jeukendrup i sar., 1992). Maksimalna koncentracija laktata se nakon tejpера povećala za 20% kod plivača srednjoškolskog uzrasta što je doprinelo poboljšanju takmičarskih performansi od 4 do 8% (D'Acquisto i sar., 1992). Shepley i saradnici (1992) su uočili skromna povećanja u maksimalnoj koncentraciji laktata nakon suženja visokog intenziteta (7,2%) i nakon suženja niskog intenziteta (9,8%), dok se performansa (trčanje na pokretnoj stazi do otkaza) poboljšala za 22% i 6%. Takođe, skromno povećanje u maksimalnoj koncentraciji laktata (6,9 - 7,5mmola) prijavljuju Van Handel i saradnici (1988) kod studenata plivača. Slični trend (povećanje u maksimalnoj koncentraciji laktata od 14,4 do 15,8 mmola) uočen je kod elitnih veslača juniorskog ranga nakon nedelju dana tejpера (Steinacker i sar., 2000).

Papoti i saradnici (2007) su zaključili da nije bilo statistički značajne razlike u maksimalnoj koncentraciji laktata (6,8 - 7,2 mmola) kod 16-godišnjih plivača pre i nakon suženja.

### **Nivo laktata nakon submaksimalnog vežbanja**

Koncentracija laktata u krvi pri submaksimalnom intenzitetu vežbanja pokazuje različite rezultate nakon sužavanja. Kenitzer (1998) je utvrdio smanjenje koncentracije laktata u krvi na 80% maksimalne frekvencije srca tokom prve 2 nedelje suženja kod plivačica, ali i naknadno povećanje tokom 3. i 4. nedelje, što je dovelo, bez ikakve sumnje, do zaključka da je 2 nedelje optimalno trajanje suženja. Nasuprot tome, D'Acquisto i saradnici (1992) su primetili smanjene vrednosti laktata u krvi tokom submaksimalnog plivanja kod srednjoškolki nakon 2 nedelje suženja (od 15 do 26% pada), odnosno 4 nedelje (pad od 26 do 33%). Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima Costill-a i njegovih saradnika (1985), koji su utvrdili 13% smanjenje submaksimalnog laktata, paralelno sa prosečnim poboljšanjem plivačkih performansi od 3,1% na takmičenju nakon 2-nedeljnog suženja. Za razliku od istraživača koji su prijavili veću koncentraciju laktata u krvi, Johns i saradnici (1992) nisu uspeli da zapaze bilo kakvu promenu u kod studentskih plivača tokom 10 ili 14 dana suženja pre velikog takmičenja (Johns i sar. 1992). Van Hendel i njegovi saradnici (1988) su uočili suptilno pomeranje krive laktatne brzine plivanja nazad levo nakon suženja. Nedosledni nalazi mogu biti povezani sa trajanjem i vrstom treninga koja se izvodila tokom suženja, kao i sa drugim parametrima koje je teško determinisati protokolima (hidratacija, ishrana,

efikasnost tehnike plivanja, angažovana mišićna masa, plovnost, kinetika i kinematika provlaka, brzina uzorkovanja i analize mera....)

Određeni autori podržavaju tvrdnju da merenje maksimalne koncentracije laktata nakon maksimalnog vežbanja može biti pokazatelj anaerobne moći ćelije (da produkuje), anaerobnog kapaciteta ćelije (da toleriše, puferuje i difunduje) (Lacour i sar., 1990; Mujika i sar., 2002a), odnosno fizioloških promena uzrokovanih teperom (Mujika i sar., 2000; Mujika i sar., 2002a). Povećanje u maksimalnoj koncentraciji laktata nakon suženja povezano je sa boljim takmičarskim učinkom u različitim sportovima. U suprotnom, smanjena ili nepromenjena koncentracija laktata kod submaksimalnog vežbanja se može očekivati nakon efikasnog suženja.

### **5.2.3. Mišićni glikogen**

Istraživanje Nearyja i saradnika (1992) pokazalo je da se koncentracija mišićnog glikogena povećala za 17% nakon četvorodnevnog i za 25% nakon osmodnevnog suženja. Ista grupa istraživača uporedila je promenu u koncentraciji mišićnog glikogena nakon dva različita suženja: jednog kod kojeg je intenzitet zadržan na 85 do 90% maksimalne frekvencije srca, a obim treninga progresivno smanjen sa 60 minuta na 20 minuta, i drugog suženja kod kojeg je obim zadržan na istom nivou od 60 minuta dok je intenzitet progresivno smanjen sa 85% na 55% maksimalne frekvencije srca. Koncentracija mišićnog glikogena se povećala za 34%, a takmičarske performanse na 40 km vožnje bicikla za 4,3% kod obima kraćeg i intenzivnijeg suženja, dok se koncentracija mišićnog glikogena povećala za 29%, a performanse za 2,2% kod dužeg, intenzitetom slabijeg suženja (Neary i sar., 2003).

## **5.3. Biohemijske adaptacije**

### **5.3.1. Kreatin kinaza**

Kreatin kinaza (CK) je enzim koji je važan za proizvodnju energije u mišićima i nalazi se unutar mišićnog tkiva. Povišena vrednosti ovog enzima u krvi može sugerisati da je došlo do određenog oštećenja mišićnog tkiva, što je razlog zašto se CK nalazi van tkiva.

Nakon intenzivnog treninga, koncentracija CK u krvi se često značajno poveća, što može sugerisati aktivne proces mišićne ćelije koja nisu direktna oštećenja mišićnog tkiva. Faktori koji utiču na povećanje koncentracije CK u krvi su intenzitet i trajanje vežbanja, način vežbanja i nivo kondicije pojedinca (Millard i sar., 1985). Zbog toga se CK koristi kao pokazatelj treningom izazvanog fiziološkog stresa.

Tabela 4. Uticaj suženja na koncentraciju Kreatin kinaze (CK) u krvi (Mujika, Padilla, Pyne i drugi., 2004)

| Study (year)           | Athletes            | Taper duration, days | Blood CK concentration | Performance measure                                    | Performance outcome, % |
|------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|--|------------------------|
| Burke et al. (1982b)   | Swimmers            | 28                   | ↓                      | NR   | NR                     |
| Millard et al. (1985)  | Swimmers            | 28                   | ↓                      | NR   | NR                     |
| Yamamoto et al. (1988) | Swimmers            | 14-26                | ↓                      | NR   | NR                     |
| Houmard et al. (1990b) | Runners             | 21                   | ↓                      | 5K indoor race   | ↔                      |
| Costill et al. (1991)  | Swimmers            | 14-21                | ↓                      | Competition  | ≈3.2 impr              |
| Flynn et al. (1994)    | Runners<br>Swimmers | 21                   | ↔<br>↓                 | Treadmill time to exhaustion<br>23 m, 366 m time trial | ↔<br>≈3 impr           |
| Mujika et al. (1996d)  | Swimmers            | 28                   | ↓                      | 100-200 m competition                                  | 0.4-4.9 impr           |
| Hooper et al. (1999)   | Swimmers            | 14                   | ↑ slightly             | 100 m time trial                                       | ↔                      |
| Child et al. (2000)    | Runners             | 7                    | ↓                      | Simulated half-marathon                                | ↔                      |
| Mujika et al. (2000)   | Runners             | 6                    | ↔                      | 800 m competition                                      | ↔                      |
| Mujika et al. (2002a)  | Runners             | 6                    | ↔                      | 800 m competition                                      | 0.4-1.9 impr           |
| Coutts et al. (2007a)  | Triathletes         | 14                   | ↔                      | 3 km run time trial                                    | 3.9 impr               |

impr = improvement; NR = not reported; ↓ indicates decreased; ↑ indicates increased; ↔ indicates unchanged.

Legenda: impr = poboljšanje; NR = nije prijavljeno; ↓ označava smanjenje; ↑ označava povećanje; ↔ označava nepromenjeno

Veliki broj istraživanja pokazao je da se CK smanjuje tokom suženja (Tabela 4). Istraživanje sprovedeno na 10 plivača i 10 plivačica studenata pre i posle četvoronedeljnog suženja pokazalo je 70% niže vrednosti CK posle treninga i 30% niže vrednosti za vreme mirovanja kod plivača nakon suženja i 28% i 7% niže vrednosti kod plivačica. Apsolutne vrednosti CK su se nakon suženja spustile na najniži nivo tokom sezone (Millard i sar., 1985). Ti rezultati pokazuju da nivo CK više odražava obim treninga nego intenzitet.

Flynn i saradnici (1994) su zabeležili smanjenje od 38% u nivou CK nakon tronedeljnog suženja. Mujika i saradnici (1996d) zaključuju smanjenje od 43% u nivou CK nakon četvoronedeljnog suženja, ali ovi rezultati nisu korelirali sa poboljšanjima u takmičarkom performansu koja su iznosila od 0,4 do 4,9%. Costill i saradnici (1991) su izmerili 28% manje vrednosti CK nakon 2 do 3 nedelje suženja.

Suprotno od navedenih istraživanja, u istraživanju Hoopera i saradnika (1999) izmereno je povećanje od 17% u koncentraciji CK nakon 2 nedelje suženja, sa velikim interindividualnim razlikama među plivačima. Ti autori tvrde da CK nije pouzdani pokazatelj trenažnog stresa i da više opisuje akutni odgovor na pojedinu trenažnu jedinicu, nego homeostatski status sportiste. Takođe predlažu da velike individualne razlike u izmerenim nivoima CK među sportistima mogu upućivati na velike razlike u fiziološkim odgovorima sportista na suženje.

Smanjene vrednosti kreatin kinaze u krvi nakon suženja ukazuju na oporavak od trenažnog stresa i mišićnog oštećenja, ali ova smanjenja nužno ne koreliraju sa poboljšanjem u plivačkim performansama.

Costill i saradnici (1985) nisu otkrili nikakve promene u pH krvi njihovih plivača, parcijalnog pritiska ugljen-dioksida ( $\text{PCO}_2$ ), parcijalnog pritiska kiseonika ( $\text{PO}_2$ ), bikarbonata ( $\text{HCO}_3$ ) i viška baze nakon 200yd (182m) brzinom plivanja koja predstavlja 90% od najboljeg sezonskog rezultata plivača.

#### **5.4. Hormonalne adaptacije**

Poznato je da naporno fizičko vežbanje dovodi do kratkoročnih i dugoročnih promena u endokrinom sistemu (Bunt 1986; Galbo 1986; Viru 1992). Zbog njihove reakcije na fiziološki stres izazvan treningom, različiti hormoni, uključujući testosteron, kortizol, kateholamin, hormon rasta i drugi, se često koriste kao markeri za praćenje stresa tokom treninga, procenu adaptacije na trening i predviđanja kapaciteta performansi sportiste. Ovi hormonski markeri trenažnog stresa bi stoga trebalo da odražavaju varijacije u opterećenju treninga koji se primenjuju tokom različitih faza takmičarske sezone, naročito tokom suženja, a hormonalne promene treba da budu povezane sa promenama u takmičarskim performansama.

Mujika i saradnici (1996d) su procenili uticaj suženja na testosteron (TT-totalni testosteron), kortizol (C) i odnos TT:C kod plivača nakon perioda od 4 nedelje. Nisu uočene promene u TT,C i odnosu TT:C. Uprkos tome, period suženja je pratilo poboljšanje u performansama sportiste od 2,3% što je koreliralo sa promenama u TT:C ( $r=0,81$ ).

Koncentracije testosterona i kortizola u plazmi se mogu koristiti kao pokazatelji anaboličkih i kataboličkih procesa u tkivima. S obzirom na opaženo povećanje u odnosu TT:C, bilo da se radi o povećanju testosterona ili smanjenju koncentracije kortizola, ova promena ukazuje na poboljšani oporavak i uklanjanje treningom akumuliranog umora.

Suprotno od navedenog, u istraživanju Couttsa i saradnika (2007b) zapažen je smanjeni C i povećan odnos FT:C (FT - slobodni testosteron) kod triatlonaca nakon suženja od 2 nedelje, ali te promene nisu korelirale s opaženim pomacima u takmičarskoj performansama.

Merenje promena u koncentraciji C u mirovanju tokom suženja predlaže se kao način na koji se može proceniti spremnost sportista za kvaliteti takmičarski nastup. Tako su, naprimer, Mujika i saradnici (1996b) zabeležili blaga smanjenja u koncentraciji C tokom mirovanja kod plivača koji su nakon suženja od 4 nedelje poboljšali svoj nastup za više od 2%. Kod određenih

plivača koji su postigli slabije rezultate nakon istog tejpера, pronađeno je značajno povećanje u C što može ukazivati da postoji veza između nivoа C u mirovanju i takmičarskog nastupa nakon suženja. Vrednosti C su se smanjile za 23% do 30%, a koncentracija T se povećala za 22% tokom prvog suđenja sprovedenog među koledž plivačima, dok se takmičarski učinak poboljšao za prosečno 3,2%, ukoliko se uzmu u obzir obа suženja koja su sprovedena u sezoni (Costill i sar., 1991).

U istraživanju sprovedenom na vrhunskim plivačima koji su tokom dve sezone poboljšali takmičarski performans za 1,5% do 2,1% nakon suženja neposredno pre glavnih takmičenja, pronađena je pozitivna korelacija između povećanja od 22% do 49% u maksimalnoj koncentraciji laktata nakon takmičenja i poboljšanja u performansama plivača. Takođe je pronađena negativna korelacija ( $r = -0,66$ ) između smanjenja od 19% do 29% u koncentraciji C i poboljšanja u performansama. Zaključak ovog istraživanja jeste da niska koncentracija C predstavlja preduslov za poboljšanje takmičarskih sposobnosti u sportovima koji se oslanjaju na anaerobni sistem snabdevanja energijom (Bonifazi i sar., 2000).

Neka istraživanja su, međutim, pokazala nepromenjene ili blago povišene vrednosti C nakon primene suženja (Mujika i sar., 1996d; Mujika i sar., 2002a; Martin i sar., 2000; Steinacker i sar., 2000).

Konfliktne rezultate među istraživanjima je moguće objasniti time da je koncentracija C u krvi podložna različitim uticajima fiziološkog i psihološkog stresa (Mujika, 2009). Fizički stres koji nastaje zbog intenzivnog treninga koji prethodi suženju možda zamenjuje psihički stres povezan sa nadolazećim takmičarskim nastupima (Mujika i sar., 1996c).

Može se zaključiti da testosteron, kortizol i odnos testosterona-kortizola nakon suženja može pružiti informacije o fiziološkom stresu, oporavku i spremnosti sportista na uspešan takmičarski performans, ali se poboljšanja takmičarske sposobnosti mogu dogoditi i bez značajnijih promena u ovim parametrima.

Koncentracije kateholamina u plazmi i urinu su merene kao sredstvo za praćenje stresa prilikom treninga i identifikaciju prekomernog naprezanja ili pretreniranosti kod sportista. Hooper i saradnici (1993) su utvrdili da je noradrenalin u plazmi bio viši tokom suženja kod plivača koji su bili pretrenirani i nisu uspeali da poboljšaju svoje performanse. Autori su zaključili da bi promena koncentracije noradrenalina u plazmi mogla da bude koristan marker za praćenje oporavka povezanog sa sužavanjem (Hooper, Mackinnon i Hovard 1999). Drugi istraživači su takođe merili koncentracije adrenalina, noradrenalina i dopamina u plazmi pre i posle suženja kod elitnih plivača

(Mujika i sar., 1996c). Jedina primetna promena u ovoj studiji bila je statistički beznačajno smanjenje noradrenalina u plazmi od 22 % tokom suženja. Ali za razliku od prethodno pomenutog istraživanja, ova promena nije bila u korelaciji sa povećanjem od 2,3% u plivačkim performansama, koje su se kretale između 0,4% i 4,9 % (Mujika i sar. 1996c).

Hormon faktor rasta-I (IGF-I), polipeptid koji igra važnu ulogu u regulaciji somatskog rasta; metabolizam; i ćelijska proliferacija, diferencijacija i preživljavanje, takođe su mereni pre i posle tejpura kod sportista (Koziris i sar. 1999). Kod devet muških koledž plivača zabeležen je porast ukupnog serumskog IGF-I, progresivno za 76% iznad osnovne vrednosti tokom četiri meseca intenzivnog treninga, a ove povišene vrednosti su održane tokom četiri nedelje suženja. Nivoi slobodnog IGF-I su porasli za 77% do 102% u svim trenajnim fazama, uključujući suženje. Nivoi imunoreaktivnog IGF vezujućeg proteina-3 (IGFBP-3) su bili 30% viši nakon intenzivnog treninga i ostali su povišeni tokom suženja. Nasuprot tome, IGF vezujući protein-1 (IGFBP-1) je opao na osnovne vrednosti tokom sužavanja. Autori studije pretpostavljaju da su povećani ukupni i slobodni IGF-I i ukupni IGFBP-3 mogli da igraju ulogu u uočenom smanjenju kožnih nabora tokom sezone (Koziris i sar., 1999).

## **5.5. Neuromišićne adaptacije**

### **5.5.1. Snaga i moć**

Zapaženo je da su nakon suženja povećani rezultati u merenjima snage u različitim sportovima. Costill i saradnici (1985) su zabeležili 18% povećanje u mišićnoj sili merenoj na plivačkom ergometru i 25% povećanje u plivanju kod grupe od 17 studenata plivača nakon 2-nedeljnog perioda suženja. Povećanje u snazi koreliralo je sa 3,1% povećanjem u takmičarskim performansama ( $r=0,68$ ). U istraživanju sprovedenom na plivačima nacionalnog i internacionalnog ranga zapaženo je povećanje u prosečnoj snazi izolirano, ruku i nogu, posebno tokom početnih 5 s do 24 s vežbanja, a nakon 4 nedelje suženja. Takmičarski učinak se povećao za 2,6% tokom suženja (Cavanaugh i Musch, 1989). Raglin i saradnici (1996) su takođe zabeležili povećanje u maksimalno ispoljenoj snazi (16%) i prosečnoj snazi (200%). Uz to, zabeležili su i povećanje od 23% u neuromišićnom funkcionisanju izmerenom pomoću Hoffmannovog refleksa. Te promene su korelirale s promenama u snazi te ih je pratilo poboljšanje od 2% u takmičarskoj brzini. Autori zaključuju da neurološke adaptacije možda imaju ulogu u poboljšanju u takmičarskim performansama koje su česta posledica suženja (Raglin i sar., 1996).

Trinity i saradnici (2006) su utvrdili povećanje od 10% i 12% u maksimalnoj snazi ruku kod vrhunskih plivača nakon suženja pri čemu su ova povećanja korelirala sa poboljšanjima performansi plivača od 4,4% i 4,7%.

Čini se da suženje utiče na mišićna vlakna na različite načine. Kod plivača studenata, nisu primećene promene u prečniku mišićnog vlakna tipa I i površini poprečnog preseka uzoraka deltoidnih mišića nakon tronedeljnog suženja. S druge strane, prečnik mišićnog vlakna tipa IIa je povećan za 11%, a površina poprečnog preseka povećana za 24%. Trappe, Costill i Thomas (2001) su primetili 30% veću maksimalnu izometrijsku silu i 250 procenata veću apsolutnu snagu vlakana u mišićnim vlaknima tipa IIa. Vlakna tipa I takođe su povećala svoju brzinu kontrakcije za 32 procenta. U proseku, vlakna tipa II proizvela su dvostruko veću maksimalnu snagu od vlakana tipa I pre suženja i pet puta veću maksimalnu snagu nakon suženja. Ova zapažanja su navela autore da sugerišu da su promene kontraktibilnih svojstava mogle biti usko povezane sa uočenim poboljšanjima snage i snage celog mišića nakon suženja (Trappe, Costill i Thomas 2001). Kao što je zaključeno u preglednom članku o studijama sa jednim vlaknom i vežbanju, tejer ima relativno mali uticaj na veličinu i karakteristike sile mišićnih vlakana tipa I, ali izgleda da vlakna tipa IIa reaguju bolje, pokazujući poboljšane performanse kontrakcije, kao rezultat jednake ili povećane površine poprečnog preseka, i povećane sile i snage. Pored toga, čini se da su pedantna i kontinuirana prilagođavanja obima i intenziteta treninga neophodna kako bi se izazvale pozitivne promene u brzini kontrakcije jednog vlakna (Malisouk, Francauk i Theisen 2007).

Iz navedenog se može zaključiti da će se mišićna moć i snaga koja je uglavnom umanjena tokom perioda intenzivnog treninga povećati tokom perioda suženja, kada se ukupno trenažno opterećenje značajno smanjuje.

## 6. PSIHOLOŠKI EFEKTI SUŽENJA

Pošto je takmičarski učinak rezultat svesnog napora (Noakes, 2000) bio bi najveći previd zanemariti doprinos psiholoških i motivacionih faktora atletskim performansama nakon suženja. Optimizacija fiziološkog statusa sportiste, kao rezultat dobro osmišljene strategije sužavanja, praćena je pozitivnim psihološkim promenama, kao što su promene u raspoloženju, subjektivnoj percepciji opterećenja i kvalitetu sna.

### 6.1. Raspoloženje

Svakodnevno bavljenje fizičkom aktivnošću povezano je sa dobrim stanjem mentalnog zdravlja. S druge strane, programi vežbanja koje karakterišu visok intenzitet, trajanje i frekvencija treninga mogu rezultirati u poremećajima raspoloženja tj. promenama psihološkog stanja sportiste (Mondin i sar., 1996). Raspoloženje sportiste je osetljivo na varijacije u trenažnom opterećenju, pa je logično je očekivati promene u raspoloženju tokom suženja, zbog smanjenja trenažnog opterećenja. Većina istraživanja na ovu temu (Morgan i sar., 1987; Raglin i sar., 1991; Raglin i sar., 1996; Hooper i sar., 1999) pokazala su da suženje izaziva pozitivne promene u raspoloženju sportiste, što doprinosi poboljšanju sportskih performansi.

Coutts i saradnici (2007b) su utvrdili da je poboljšano psihološko stanje važan činilac koji doprinosi poboljšanju performansi sportiste i da je dvonedeljno suženje dovoljno da povрати psihološko stanje na njegov bazičan nivo tj. nivo na kojem je bio pre perioda intenzivnog treninga.

Morgan i saradnici (1987) i Raglin, Morgan i O'Konor (1991) prvi su opisali smanjene globalne rezultate raspoloženja dobijene iz upitnika. Profil stanja raspoloženja (POMS) kod plivača na fakultetima tokom četiri nedelje suženja. Smanjenje globalnih rezultata raspoloženja povezano je sa smanjenim nivoom percipiranog umora, depresije, besa i konfuzije, a praćeno povećanim nivoom snage. Autori su uočili i da je smanjenje poremećaja raspoloženja bilo povezano sa smanjenjem opterećenja prilikom treninga. Identični efekti su primećeni kod muškaraca i žena. Neki sportisti nisu reagovali na smanjenje, i nije primećeno smanjenje rezultata napetosti. Vrednosti su bile veće kod sportistkinja nego kod sportista (Morgan i sar. 1987; Raglin, Morgan i O'Connor 1991). U stvari, napetost je bila jedina varijabla raspoloženja koja je ostala povišena iznad osnovne linije nakon suženja. što verovatno odražava predtakmičarsku anksioznost (O'Connor i sar. 1989). Nasuprot tome, Tejlor, Rodžers i Driver (1997) su izvestili o polnim razlikama u promenama raspoloženja izazvanim sužavanjem. Relativno malo (1,3%) poboljšanje takmičarskih performansi koje su postigle plivačice tokom suženja je verovatno povezano sa

pogoršanjem raspoloženja, na koje ukazuje povećanje napetosti-anksioznosti (56%), depresija-utučenost (218%) i zbunjenost-zbunjenost (86%) i 20% smanjenje ocena snage i aktivnosti (Tailor, Rogers, i Driver 1997). Flinn i saradnici (1994) su utvrdili smanjenje opšteg raspoloženja grupe muških plivača za 17% nakon tronedeljnog procesa suženja. Sličan pad od 16% u ukupnom poremećaju raspoloženja primetili su Raglin, Koceja i Stager (1996) kod 12 studentskih plivačica tokom četiri do pet nedelja tejpера. Ovaj pad je u umerenoj korelaciji sa srednjom snagom plivanja ( $r = ,34$ ), koja se povećala za 20% sa sužavanjem. Brzina plivanja na takmičenju je takođe poboljšana za 2,0%. Hooper, Mackinnon i Ginn (1998) su primetili smanjenu napetost, depresiju i bes nakon jedne nedelje tejpера kod plivača na saveznom nivou i 10% niži ukupni poremećaj raspoloženja nakon dve nedelje, što je rezultiralo marginalnim povećanjem performansi u na takmičarskim proverama od 0,2% u disciplinama 100 metara i 0,7% u disciplinama 400m. Međutim, kod naknadnog istraživanja plivača međunarodnog razreda, ovi autori nisu otkrili nikakvu promenu u ukupnom poremećaju raspoloženja nakon dvonedeljnog suženja (Hooper, Mackinnon & Hovard 1999). U drugoj studiji, mladi takmičarski plivači pokazali su akutno smanjenje ukupnog poremećaja raspoloženja nakon vežbi koje su bile kraće nego tokom nedelje pre takmičenja. Ovi plivači su prijavili kratkoročne prednosti raspoloženja, uključujući smanjenje depresije, konfuzije i napetosti. Međutim, benefiti akutne promene raspoloženja tokom procesa treninga pre takmičenja nisu povezane sa kasnijim učinkom na takmičenju (Berger i sar. 1997).

Najvažnije tačke o uticaju suženja na raspoloženje su sledeće:

- Smanjeno trenažno opterećenje povezano sa suženjem unapređuje raspoloženja sportista, koje je uglavnom promenljivo tokom perioda intenzivnog treninga.
- Suženje uglavnom smanjuje percipirani umor, depresiju, ljutnju i zbunjenost.
- Suženje poboljšava osećaj snage.
- Napetost se možda neće smanjiti tokom suženja s obzirom da mu sledi takmičenje.
- Sve ove psihološke oznake smanjenog stresa i poboljšanog oporavka doprinose suženje izazvanom unapređenju sportskih performansi (Mujika, 2009).

### **6.1.1. „Taper blues“**

Nakon intenzivnog perioda treniranja, telo sportiste je adaptirano na intenzivni trenažni stres. Međutim, kada se taj ritam iznenada prekine, telo i um postanu zbunjeni. Na početku suženja (u prvoj nedelji) neki plivači se osećaju umornije nego u toku perioda obimnih treninga. Ovaj subjektivni osećaj ih često podstiče da se vrate na prethodni veći obim, iako je to u suprotnosti sa teorijom suženja. Takođe, mnogi plivači imaju poriv da testiraju sebe u svojoj takmičarskoj

disciplini kako bi se uverili da će moći da izdrže trku. Ovakvo testiranje zapravo može da utiče negativno na kasniji nastup.

Suženje može uticati i na raspoloženje plivača, pa kako odmiče mnogi od njih postaju mrzovoljni. U nedelji pre trke se mogu čak osetiti i melanholično ili depresivno. Sa druge strane, kod nekih plivača se dešava upravo suprotno - osećaju da imaju toliko energije da ne znaju kako da se smire osim vežbanjem. Najvažnije je da se plivači ne prepuste nijednom od osećaja koje imaju u ovom periodu, već da veruju u proces i pozitivan ishod. Dva dana ili dan pre trke većina plivača će osetiti upravo ono što zajedno sa trenerima i očekuju - snažnu želju za trkanjem.

## **6.2. Subjektivna procena opterećenja**

Umorni i preopterećeni sportista doživljava dato trenažno opterećenje kao težak teret. Nasuprot tome, svež, dobro oporavljen sportista može da shvati slično opterećenje kao lagano i lako. Na percepciju napora tokom vežbanja utiču brojne fiziološke i psihološke varijable (Borg, Hassmen & Lagerstrom 1987; Noble & Robertson 2000; Vatt & Grove 1993), od kojih su neke verovatno indukovane suženjem. Metoda kojom sportista sam može odrediti kako oseća određeno opterećenje je subjektivna procena opterećenja (SPO) kao što je npr. Borgova lestvica.

Dok određena istraživanja pokazuju da se SPO sportista nakon suženja smanjio (Morgan i sar., 1987; Flynn i sar., 1994), druga govore da sportisti isto opterećenje nakon suženja nisu percipirali kao niže (Houmard i sar., 1994, Neary i sar., 2003a).

Subjektivna percepcija napora se smanjila kod plivača oba pola nakon četvoronedeljnog perioda suženja kod studentskih plivača (Morgan i sar. 1987). Flinn i saradnici (1994) su utvrdili da se SPO učesnika dok su plivali na 90 % predsezonskog VO<sub>2</sub>max smanjio sa prosečne vrednosti od 14 (umereno teško do teško) nakon dve nedelje napornog treninga, do 9 (veoma lagan) na kraju suženja.

Odnos frekvencije srca (FR) i subjektivne procene opterećenja, FR:SPO, bi mogao biti bolji pokazatelj adaptacije sportista na suženje. Neary i saradnici (2003a) su opazili smanjenje od 4,5% u odnosu FS:SPO nakon sedmodnevnog step tejpера u kojem se obim smanjio za 50%, a učinak poboljšao za 5,1%. Martin i Andersen (2000) su zabeležili smanjenje od 3,2% u odnosu FS:SPO nakon jednonedeljnog suženja kod biciklista studenata, nakon čega je sledilo povećanje od 6% tokom vožnje bicikla do otkaza. Ispitanici kod kojih je zabeleženo najveće smanjenje u FS pri određenoj SPO su imali najveće povećanje u performansama nakon suženja ( $r=0,72$ ), što potvrđuje korisnost odnosa FS:SPO.

### **6.3. Kvalitet sna**

Lošiji kvalitet sna je često povezan sa periodima treninga u kojem je trenažno opterećenje veliko. Pošto suženje karakteriše smanjeno trenažno opterećenje, očekivan je uticaj na kvalitet sna.

Kad su ispitanici koji svakodnevno vežbaju zamoljeni da provedu dan bez treninga uočene su promene u strukturi sna i temperaturi tela. Sa smanjenim trenažnim opterećenjem, napetost tokom faze dubokog sna je smanjena što rezultira smanjenim vremenom provedenim u fazi dubokog sna i povećanim vremenom provedenim u fazi REM sna (Hague i sar., 2003). U istraživanju Taylora i saradnika (1997) zabeleženo je da je vreme provedeno u dubokom snu koje je predstavljalo 31% ukupnog vremena spavanja tokom noći smanjeno na 16% nakon suženja, što sugeriše da se potreba za okrepljujućim dubokim snom smanjila sa smanjenim fizičkim zahtevima. Takođe, broj pokreta tokom sna se smanjio za 37% nakon suženja, što implicira ređe prekidanje sna u poređenju sa periodom sa većim trenažnim opterećenjima (Taylor i sar., 1997). Hooper i saradnici (1999) su zabeležili blago poboljšan kvalitet sna kod sedam vrhunskih plivačica nakon dvonedeljnog suženja u pripremi za Australijsko nacionalno prvenstvo.

San je kod sportiste najvažniji mehanizam za oporavak, ali njegov kvalitet se često promeni tokom perioda intenzivnog treninga. Tokom suženja kvalitet sna se poboljšava, što zajedno sa manjim fizičkim zahtevima povezanim sa teperom ubrzava oporavak i optimizira sportske performanse.

### **6.4. Neuro-senzitivni i psihomotorni efekti brijanja tela**

Pred sam kraj suženja ostala je samo još jedna radnja karakteristična za plivače: brijanje. Prema dostupnim istraživanjima, brijanje proizvodi znatno smanjenje otpora. U testu „guranja i klizanja“, usporavanje obrijanog plivača je smanjeno za 12%, njihova dužina zaveslaja se povećala za 12% (Anderson i sar. 1992), dok se efikasnost zaveslaja poboljšala, što je dovelo do 9% niže  $Vo_{2max}$  i 20% nižeg nivoa laktata pri submaksimalnim brzinama plivanja. Ukratko: otpor je bio manji. Još jedna fizički primetna prednost brijanja je ostvarivanje boljeg kontakta sa vodom. Tokom trke, pri maksimalnim brzinama plivanja, postaje sve teže povećati silu provlaka, posebno ukoliko imate mnogo malih mehurića zaglavljenih na dlakama ruku i nogu, što sprečava dobar kontakt sa vodom. Brijanje će pomoći da se eliminišu ti mehurići, poveća kontakt kože sa vodom pri većim brzinama i takmičarskim tempom, stoga će omogućiti povećanje snage zaveslaja. Mozak takođe dobija nalet endorfina kada voda dodirne vaš novootkriveni nervni završetak (brijanje uklanja gornji sloj mrtvih ćelija kože i pritom otkriva „sveži“ sloj nervnih završetaka).

## 7. EFEKTI SUŽENJA NA PERFORMANSE VRHUNSKIH PLIVAČA

Finalni i glavni cilj suženja je unapređenje performansi sportiste. U većini istraživanja koja su posmatrala posledice progresivnih oblika suženja zabeleženo je značajno poboljšanje performansi u različitim sportovima poput plivanja, trčanja, biciklizma, veslanja i triatlona. Poboljšanje performansi izazvano suženjem uglavnom je u rasponu od 0.5% do 6%, iako su veći ili manji pomaci mogući (Tabela 5).

U istraživanju Mujike i saradnika (2002b), koje je sprovedeno na olimpijskim plivačima, posmatrani su rezultati 99 individualnih plivačkih nastupa tokom 3 poslednje nedelje treninga (što se podudara sa periodom suženja) pre olimpijskih igara u Sydney-u 2000 godine. Analizirano prosečno za sve plivače, performanse su se tokom te 3 nedelje poboljšale za 2,18% +/- 1,5 %, sa maksimalnim poboljšanjem za 6,02% i maksimalnim pogoršanjem za -1,14%. Od 99 analiziranih takmičarskih performansi 91 je bila brža, a samo ih je 8 bilo sporijih nakon suženja. U istom istraživanju (Mujika i sar., 2002b) moguće je videti da poboljšanje performansi od 2,6%, koje su postigli plivači, nešto niže od rezultata koji su objavljeni u prethodnim istraživanjima. Tako su na primer, Costill i saradnici (1985) zabeležili poboljšanje takmičarskog učinka od 3,1% kod grupe od 17 studenata plivača kao rezultat dvonedeljnog suženja. U istraživanju (Costill i sar., 1991) koje je sprovedeno na sličnoj populaciji od 24 studenta plivača primećeno je poboljšanje performansi od 3,2% nakon suženja u trajanju od 2-3 nedelje. Johns i saradnici (1992) su zabeležili poboljšanje od 2,8% nakon suženja koji je trajao 10 do 14 dana. Jedan od većih doprinosa suženja (7,96% i 5% na 100m i 400m) zabeležen je kod srednjoškolskih plivača (D'Acquisto i sar., 1992), dok su vrednosti od 2,6% (Cavanaugh & Munsch, 1989) i 2,32% (Mujika i sar., 1996b) zabeleženi kod plivača nacionalnog i internacionalnog ranga. Iz ovog se može zaključiti da kod vrhunskih plivača poboljšanje performansi, kao posledice suženja, ima nešto manji opseg nego što je to kod plivača nižih rangova.

U prethodno navedenom istraživanju (Mujika i sar., 2002b), ukoliko se uporede različite discipline plivanja, poboljšanje performansi nije bilo statistički značajno drugačije između pojedinih disciplina. Unapređenje je variralo od 0,64% u disciplini 400m slobodnim stilom do 2,96% u disciplini 200m delfin (disciplina sa najvećim prosekom poboljšanja). Iz navedenog može se zaključiti da suženje, nezavisno o tehničkim i biomehaničkim aspektima pojedine discipline, približno jednako unapređuje performanse plivača koji pripadaju različitim dužinskim disciplinama u plivanju.

Tabela 5. Efekti suženja na performanse elitnih plivača (Mujika, Padilla, Pyne, i drugi, 2004)

| Istraživanje i godina              | Sportisti | Trajanje suženja u danima | Discipline  | Efekti suženja, % |
|------------------------------------|-----------|---------------------------|---|-------------------|
| Costill i sar. 1985                | Plivači   | 14                        | 50 do 1.650yd (46 to 1.509 m) takmičenje                  | 2,2–4,6 ↑         |
| Cavanaugh and Musch 1989           | Plivači   | 28                        | 50 do 1.650yd (46 to 1.509 m) takmičenje                  | 2,0–3,8 ↑         |
| Costill i sar. 1991                | Plivači   | 14–21                     | Takmičenje  | ≈ 3,2 ↑           |
| D'Acquisto i sar. 1992             | Plivači   | 14–28                     | 100m, 400m takmičarska provera                            | 4,0–8,0 ↑         |
| Johns i sar. 1992                  | Plivači   | 10–14                     | 50 - 400yd (46 to 366 m) takmičenje                       | 2,0–3,7 ↑         |
| Flynn i sar. 1994                  | Plivači   | 21                        | 25yd (23 m), 400yd (366 m) takm. provera                  | ≈ 3 ↑             |
| Mujika i sar. 1996b                | Plivači   | 28                        | 100 - 200m takmičenje                                     | 0,4–4,9 ↑         |
| Raglin, Koceja, and Stager 1996    | Plivači   | 28–35                     | Takmičenje  | 2,0 ↑             |
| Taylor, Rogers, and Driver 1997    | Plivači   | Nisu prijavili            | Takmičenje  | 1,3 ↑             |
| Hooper, Mackinnon, and Ginn 1998   | Plivači   | 14                        | 100m, 400m takm. provera                                  | Neporemenjeno     |
| Kenitzer 1998                      | Plivači   | 14–28                     | 4 × 100 yd (91 m) submaximal settest submaksimalne brzine | ≈ 4 ↑             |
| Hooper, Mackinnon, and Howard 1999 | Plivači   | 14                        | 100m takm. provera  | Nepromenjeno      |
| Bonifazi, Sardella, and Luppo 2000 | Plivači   | 14–21                     | 100 - 400m takmičenje                                     | 1,5–2,1 ↑         |
| Trappe, Costill, and Thomas 2001   | Plivači   | 21                        | Takmičenje  | 3,0–4,7 ↑         |
| Trinity i sar. 2006                | Plivači   | 21                        | 50m - 1.500m takmičenje                                   | 4,5 ↑             |
| Papoti i sar. 2007                 | Plivači   | 11                        | 200m takmičarska provera                                  | 1,6 ↑             |

Legenda: ↑ označava poboljšanje.

Podaci o poboljšanju performansi plivača pružaju kvantitativni okvir pomoću kojeg treneri i sportisti mogu postaviti realistične ciljeve za planirana takmičenja bazirane na rezultatima performansi pre suženja. Na primer, vrhunski plivač kojem je vreme na 100m prsnom tehnikom pre suženja bilo 62 s, može se očekivati, nakon efikasnog sužavanja, da će se njegovo vreme poboljšati za 3%, tj. na rezultat 60,14 s. Ukoliko se suženje nije pokazao posebno efikasnim, vreme se može unaprediti za samo 0.5%, čime bi postigao rezultat 61,69 s. U suprotnom slučaju, ukoliko suženje bude posebno efikasno i urodi poboljšanjem od 6% pomoći će plivaču da otpлива vreme od 58,28 s.

U istraživanju Mujike i saradnika (2002b) koje je sprovedeno na plivačima olimpijcima procenat za koji su se poboljšale performanse nakon suženja bio je sličan za sportiste koji su nastupili u kvalifikacijama, polufinaliste, finaliste i osvajače medalja. U neku ruku, ovaj podataka upućuje na internacionalizaciju metodike treninga i njenu zastupljenost u svim članicama plivačke

organizacije. Autori su takođe izračunali procenat za koji se razlikuje rezultat od prvog pa do četvrtog mesta i rezultat od trećeg pa do osmog mesta za sve finalne nastupe u svim disciplinama plivanja na OI u Sydney-u. Procenat za koji se razlikuje performans između prvog i četvrtog mesta je bila  $1,62\% \pm 0,80\%$  i između trećeg i osmog mesta  $2,02\% \pm 0,81\%$ . Kako je u istom istraživanju utvrđeno (Mujika i sar., 2002b) procenat za koji se nastup poboljšao nakon suženja veći nego procenti za koji se razlikuje plasman između osmog i trećeg, i četvrtog i prvog mesta na OI, može se zaključiti da bi efikasno suženje mogao dovesti sportistu od osmog plasmana pa do bronze, ili od četvrtog mesta pa do osvajanja olimpijskog zlata. Ovo će naravno biti tačno u slučaju da su drugi sportisti imali slabiju strategiju suženja.

Realistični cilj za suženje bi moglo biti poboljšanje takmičarskih performansi za 3% (uglavnom između 0,5 - 6%). Poboljšanje nastupa za ovu vrednost, koliko god ona mala bila, može imati veliki uticaj na plasman na glavnom takmičenju.

## **7.1 Uticaj suženja na stabilnost tehnike plivanja i efikasnost tehničkih segmenata takmičarske discipline**

Umor od napornog treninga ponekad uzrokuje da se mehanika zaveslaja plivača znatno pogorša, tako da je suženje odlično vreme za rad na održavanju stabilne tehnike zaveslaja, odnosno održavanju optimalnog položaja tela u vodi. Plivači takođe treba da se koncentrišu na korišćenje najbolje moguće mehanike u takmičarskom tempu, sprintu i intenzivnom plivanju (simulacije trke).

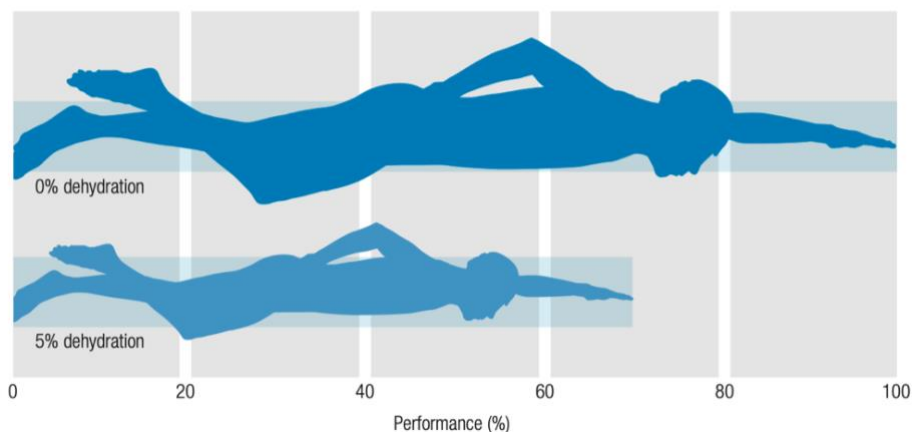
Značajnu pažnju treba usmeriti na usavršavanje startova, okreta i štafetnih promena tokom procesa suženja. Prema istraživanju Traustason i Tepavčević (2015), upoređujući biomehničke elemente starta (Faza na bloku; Let; Ulazak u vodu; Podvodni do 9m) pre i nakon perioda suženja, došlo se do sledećih zaključaka:

- Suženje ima sličan uticaj na startne performanse kao i na ukupne performanse trke.
- Rezultati na 9m pokazali su poboljšanje od  $2,79 \pm 1,03\%$  što je slično postignutom poboljšanju trke od  $2,00 \pm 1,5\%$ .
- Biomehnički parametri na bloku pokazali su sličan trend poboljšanja kao u trci i na 9m, međutim to poboljšanje nije efikasno preneto u fazu leta.
- Faza ulaska u vodu, kliženje i podvodni do 9m, kao najduža po trajanju, ima najveći potencijal poboljšanja i samim tim može najviše doprineti bržem startu u trci.

## 8. ISHRANA I HIDRATACIJA PLIVAČA TOKOM SUŽENJA

Zdrave navike u ishrani treba da budu deo svakodnevne aktivnosti plivača. Ishrana može pozitivno uticati na svakodnevne trenažne izazove i bolju pripremljenost plivača da na kraju sezone isplivaju svoje najbolje rezultate. Održavanje izbalansirane ishrane i hidratacije je ključno tokom faze suženja kako bi se maksimalno iskoristili pozitivni uticaji adaptivnih procesa suženja na performanse plivača.

Ishranu tokom perioda suženja mlađih plivača i vrhunskih plivača treba posmatrati različito. Plivači mlađih uzrasnih kategorija imaju značajno kraće i manje promene u ukupnom opterećenju tokom suženja, dok za vrhunske plivače suženje predstavlja vreme smanjenja trenažnog opterećenja. Shodno tome, smanjenje opterećenja treba da bude praćeno smanjenjem kalorijskog unosa. Starost, polne razlike, zrelost i individualne stope metabolizma treba uzeti u obzir pri određivanju odgovarajućeg smanjenja kalorijskog unosa.



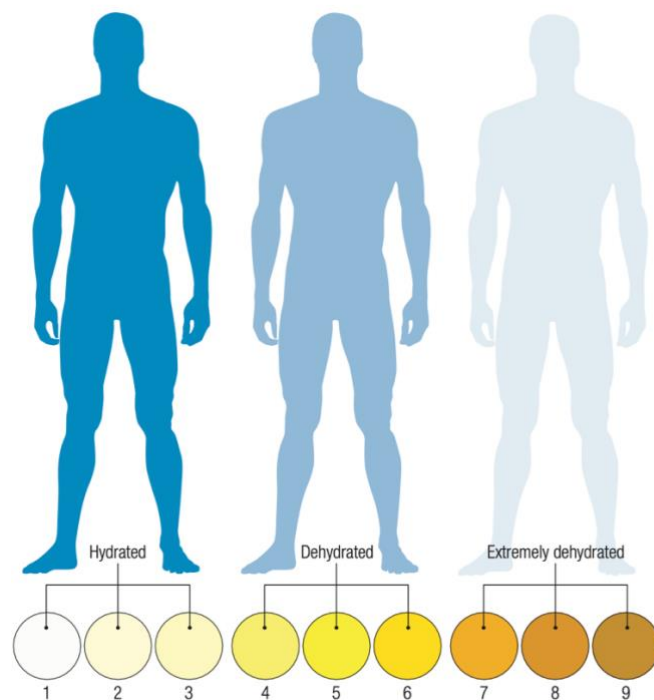
Slika 6. Dehidriranost i performanse plivača (Jeukendrup & Gleeson, 2009)

**Napomena:** I mala dehidriranost sportiste u obimu od 2% od ukupne telesne mase može ugroziti performanse – a gubici od 5% od ukupne telesne mase ili više, mogu smanjiti kapacitet za rad za oko 30%

Preporuka je da vrhunski plivači smanje unos kalorija tokom faze suženja kako bi u tom periodu sprečili nakupljanje viška masnoće. Međutim, očekivano je povećanje težine od 1 kg do 2 kg, jer će mnogi plivači tokom sezone biti donekle dehidrirani zbog hronično niskog nivoa glikogena u mišićima. Oni će dobiti na težini na račun povećanja količine vode u organizmu tokom sužavanja, jer će obnova i superkompensacija mišićnog glikogena dovesti do superhidratacije. Njihova tela skladište približno 3 g vode za svaki gram glikogena koji deponuju (Wilmore & Costill, 1999). Shodno tome, dodatnih 1 kg do 2 kg tokom sužavanja dolaziće prvenstveno od dodatnog skladištenja vode, a ne od povećanja masnog tkiva. Plivači bi trebalo da izbegavaju

povećanje telesne težine preko ovog nivoa tako što će smanjiti kalorijski unos i prilagoditi ga novim, nižim metaboličkim potrebama.

U sportovima izdržljivosti, dehidracija može negativno uticati na performanse sportiste (Slika 6). Konzumiranje adekvatne količine tečnosti je i dalje osnova za održavanje optimalne hidratacije. Boja urina je pristupačan i pouzdan indikator statusa hidratacije (Slika 7). Iako boja urina može biti pogrešno protumačena ukoliko se velika količina tečnosti konzumira brzo, sportistima može pružiti validan način da sami procene nivo hidratacije, posebno tokom perioda sušenja. Pouzdan znak dehidracije je tamna mokraća. Kao posledica dehidracije organizma, bubrezi ograničavaju količinu vode koja se izlučuje kao urin, u nastojanju da zadrže vodu u krvi kako bi održala volumen krvi, pa je manja zapremina tamnijeg, koncentrisanijeg urina stoga proizvedena (sadrži veće količine rastvorenih materija kao što su urea, natrijum i kreatinin po jedinici zapremine). Boja urina se stoga može koristiti kao alat za procenu statusa hidratacije. Iako postoje i drugi aspekti koji mogu uticati na boju urina van statusa hidratacije (kao što su suplementi ili određena bolesna stanja), metoda procene boje urina ima prednosti u tome što je jednostavna, neinvazivna i može se koristiti onoliko često koliko je potrebno tokom dana.



Slika 7. Indikator statusa hidratacije kroz prikaz boje urina. (Swimming science: optimizing training and performance, 2018)

## 9. TEJPER I RETEJPER - LIČNA TRENEŠKA PARADIGMA

U ovom poglavlju prikazan je plan suženja najuspešnije sezone naše vrhunske plivačice Nađe Higl, koji sam kreirao vodeći se prethodno opisanim teorijskim konstantom suženja i dodatno prilagođenim njenim sposobnostima i zahtevima aktuelne sezone. Te godine (2009) Nađa je na Univerzitetkim Igrama osvojila dva srebrna odličja, a u disciplini 200m prsno ostvarila rezultat 2:23.34. Dvadeset dana nakon ovog nastupa, primenom (ispostaviće se) uspešnog retejpera, uspela je da na sledećem velikom takmičenju, Svetskom prvenstvu u Rimu, u finalnoj trci popravi vreme i osvoji zlatnu medalju u vremenu evropskog rekorda 2:21.62, što predstavlja najveći uspeh svih vremena naše zemlje u ženskoj konkurenciji.

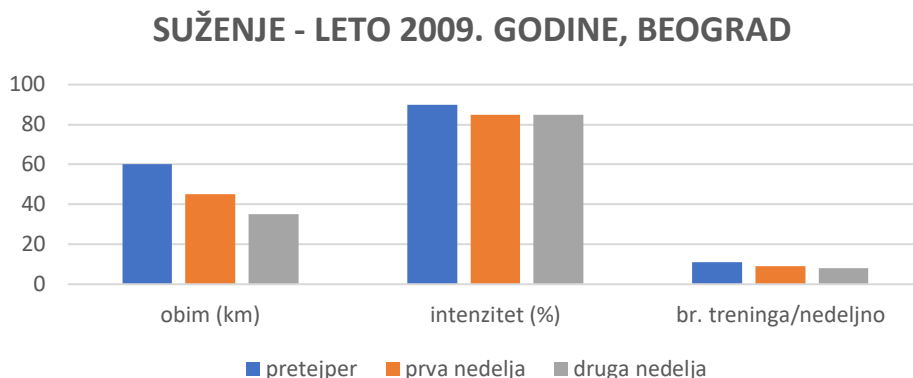
Tabela 6. Plan tejpera Nađe Higl za Univerzitetke Igre u Beogradu 2009.

| Datum            | Broj dana | Obim i tip treninga (km)          |                           |
|------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------|
|                  |           | Jutro                             | Posle podne               |
| Ponedeljak,      | 14        | 5.0 (AO)                          |                           |
| Utorak, 23.06.   | 13        | 4.0 (T)                           | 6.0 (VO <sub>2</sub> max) |
| Sreda, 24.06.    | 12        |                                   | 4.0 (T)                   |
| Četvrtak, 25.06. | 11        | 3.6 (S)                           | 5.5 (I)                   |
| Petak, 26.06.    | 10        | 4.0 (T)                           |                           |
| Subota, 27.06.   | 9         | Mediterranske Igre, Pescara (ITA) |                           |
| Nedelja, 28.06.  | 8         |                                   |                           |
| Ponedeljak,      | 7         |                                   |                           |
| Utorak, 30.06.   | 6         |                                   |                           |
| Sreda, 01.07.    | 5         |                                   |                           |
| Četvrtak, 02.07. | 4         |                                   | 4.5 (T)                   |
| Petak, 03.07.    | 3         | 3.5 (T)                           | 3.5 (T)                   |
| Subota, 04.07.   | 2         | 4.0 (T i RP)                      |                           |
| Nedelja, 05.07.  | 1         | 3.0 (takmičarski raspliv)         |                           |

Napomena: AO- aktivan odmor (igra brzine); T- rad na tehnici; Vo<sub>2</sub> max- serija visoke izdržljivosti; S- trening snage i brzine u vodi (gume +/-); I- trening izdržljivosti do En<sub>2</sub>; RP- serije takmičarskog tempa.

Plan tejpera za letnju sezonu '09 se sastojao od postepenog smanjenja trenažnog obima (Tabela 6). Prosečan obim tokom glavnog dela sezone je bio 7km ujutro i 6km posle podne. Jedan od načina da se smanji obim rada je redukcija broja treninga u nedelji u odnosu na prethodni period (Tabela 7 i 8). Ovim se omogućilo da se konstantno smanjuje obim rada, naročito tokom inicijalne faze tejpera kada je intenzitet veliki. Tejper je započet 14 dana pre plivačkog takmičenja na

Univerzijadi, nakon dvonedeljnog perioda postepenog smanjenja obima za 20% od maksimalnog. Ipak, intenzitet rada je ostao na stabilnom nivou (Slika 8). Odnos tipova rada u ukupnom obimu ostao je nepromenjen.



Slika 8. Odnos trenažnih opterećenja tokom procesa suženja Nađe Higl pred nastup na Univerzitetskim Igrama u Beogradu 2009. godine

Broj treninga na suvom se smanjio na 2-3 puta nedeljno, kao i njegovo ukupno trajanje (30min), međutim Nađa je nastavila rad na suvom sve do 2 dana pred samu trku. Kao što sam pomenuo, plivači i plivačice imaju različit trenažni plan tejpера, a naročito za suvi trening. Plivači zahtevaju mnogo više odmora od intenzivnog treninga na suvom, za razliku od plivačica koje moraju da održavaju svoju snagu tokom tejpера (Bowman, 2009).

Tabela 7. Mikrociklus 10 - 11 Treninga (Pripremni period)

|             | Ponedeljak | Utorak | Sreda | Četvrtak | Petak | Subota | Nedelja |
|-------------|------------|--------|-------|----------|-------|--------|---------|
| Pre podne   | X          | X      |       | X        | X     | X      | (X)     |
| Posle podne | X          | X      | X     | X        | X     |        |         |

Tabela 8. Mikrociklus 9 - 10 Treninga (Tejper i Retejper)

|             | Ponedeljak | Utorak | Sreda | Četvrtak | Petak | Subota | Nedelja |
|-------------|------------|--------|-------|----------|-------|--------|---------|
| Pre podne   | X          |        | X     |          | X     |        |         |
| Posle podne | X          | X      | X     | X        | X     | X      | (X)     |

Planiranje retejpera zavisi od vremenske distance između dva glavna takmičenja. Ukoliko je veća vremenska distanca plivač/ica treba da se vrati u trenažni proces pre nego što opet započne tejpер.

Retejper je započet odmah nakon završetka finalne trke na 200m na Univerzijadi u Beogradu, a 20 dana pre kvalifikacione trke za istu disciplinu na Svetskom prvenstvu u Rimu. Nađa je provela 3 dana oporavljajući se od prethodnog nastupa i vratila se trenažnom procesu, koji se odvijao do poslednje nedelje pred glavno takmičenje sezone kada je započet ponovni tejp (5 dana pre trke na 100m prsno i 7 dana pre trke na 200m prsno).

Tokom ovog trenažnog perioda, nedeljni obim je bio na održavajućem nivou, od 60% do 80% od regularnog sezonskog obima i iznosio je oko 45km do 50 km. Nedeljni plan je sličan planu u toku takmičarske faze sa nešto više treninga bazične izdržljivosti. Na svakom petom treningu primenjivale su se serije anaerobnog praga i serije visoke izdržljivosti, ali one su bile 20-30% kraće u odnosu na obim serija u toku specifične i takmičarske faze. U ovom periodu cilj je bio održavanje aerobnih i anaerobnih trenažnih efekata, a ne njihov razvoj. Takođe su bile uključene i serije takmičarske brzine - RP i sprint-a, normalnog obima, tokom kojih se velika pažnja posvećivala taktičkoj pripremi i samom načinu plivanja (optimalan broj ciklusa na 50m uz održavanje streamline položaja poslednjih 50m).

### **Primena treninga takmičarske brzine**

Trening takmičarske brzine – RP (eng. *race-pace*), sastojao se od „razlomljenih“ serija (na određeni broj delova) plivanja pri intenzitetu koji odgovara trenutnoj ili željenoj takmičarskoj brzini. Ovi delovi ponavljanja iznose uglavnom polovinu glavne discipline ili manje. Glavni cilj ove vrste treninga bio je da se pliva pri maksimalnim, takmičarskim brzinama. Intervali odmora između ponavljanja treba da su veoma kratki, međutim u našem programu je glavni zadatak da se omogući da plivačica održi pravilnu tehniku u takmičarskim uslovima. To podrazumeva održavanje optimalne kombinacije frekvencije i dužine zaveslaja i pored pojave zamora. Plivačica treba da bude svesna svoje tehnike tokom serija takmičarske brzine i treba da pokuša da je održava na približno istom nivou tokom svih serija ponavljanja.

## 10. ZAKLJUČAK

Teorija i praksa plivanja su odavno potvrdile efekte koji slede nakon nekoliko nedelja intenzivnog treninga, kada nastupa period redukovano treninga koji omogućava odgovarajući oporavak i superadaptaciju u pravcu takmičarskih sposobnosti. Cilj ovog perioda u takmičarskoj fazi je da se smanji fizički, emocionalni, i mentalni stres kako bi se plivači potpuno oporavili, ali i da se veliki broj treniranih veština i sposobnosti poveže u celinu kojom će se obezbediti rezultat na glavnom takmičenju.

Ovaj rad pruža praktičarima trenutne informacije o tome kako da optimizuju efekte sužavanja za vrhunske plivače u okviru sezonskog, periodizovanog modela.

U zavisnosti od toga kako se trenažno opterećenje smanjuje tokom vremena izdvojeno je i analizirano nekoliko oblika suženja. Kod step tejpера opterećenje se naglo smanjuje za konstantnu vrednost dok se kod linearnog i eksponencijalnog suženja opterećenje progresivno smanjuje. Eksponencijalni tejpер može imati dva oblika, onaj sa sporom ili sa brzom konstantom opadanja trenažnog opterećenja. Eksponencijalni tejpер se u većini sportova, izuzev u biciklizmu, pokazao kao bolje rešenje od step tejpера. U poređenju dva oblika eksponencijalnog suženja, kao bolja strategija za poboljšanje performansi sportista se pokazalo suženje s protokolom brzog opadanja trenažnog opterećenja.

Period suženja prate brojne kardiovaskularne, metaboličke, biohemijske i neuromišićne fiziološke adaptacije koje doprinose poboljšanju sportskih performansi. Tu su takođe i pozitivne promene u raspoloženju i kvalitetu sna koje prate suženje.

Glavni izazov tokom planiranja tejpера predstavlja kontrolisanje različitih elemenata opterećenja koji imaju uzajamno dejstvo tokom procesa suženja (obim, intenzitet i učestalost treninga).

Obim treninga je glavna varijabla pomoću koje se upravlja trenažnim opterećenjem. Za većinu plivača, performanse će se poboljšati u slučaju da se obim treninga smanji za 41% do 60% u odnosu na trening koji je prethodio suženju. Jedan od načina da se smanji obim rada je redukcija broja treninga u nedelji u odnosu na prethodni period. Ovim se omogućilo da se konstantno smanjuje obim rada, naročito tokom inicijalne faze tejpера kada je intenzitet veliki. Međutim, promene u broju treninga veće od 20% mogu dovesti do negativnih efekata, koji se mogu povezati sa neuromišićnim gubitkom osećaja za vodu, a koji je veoma značajan za vrhunske plivače.

Tokom suženja trenažno opterećenje se ne bi trebalo smanjivati na račun intenziteta treninga. Intenzitet treninga je ključan parametar za održavanje adaptacijskih svojstava tokom suženja i stoga bi trebalo zadržati na istom nivou ili malo povećati. Osim toga, kvalitetni trening tokom suženja može dodatno unaprediti fiziološke adaptacije plivača.

Poboljšanje performanse vrhunskih plivača je obično za oko 2 do 3% tokom suženja, pod uslovom da su intenzitet i učestalost treninga na visokom nivou, uz redukovan obim na oko 41 do 60% u poređenju sa prethodnom fazom opterećenja. Optimalno trajanje suženja se često kreće od 8 do 21 dan, u zavisnosti od dužine sezone i prethodnih opterećenja, kao i individualnih adaptacionih profila.

Optimalno trajanje suženja uglavnom varira između 4 dana pa do 5 nedelja. Za većinu plivača period suženja od 2 nedelje pokazaće se korisnim što ne znači da kraće ili duže trajanje suženja nije optimalno za neke plivače/ice, u zavisnosti od njihovog individualnog profila adaptacije na trening i vremena potrebnog da se ukloni umor.

Realistični cilj za suženje bi moglo biti poboljšanje takmičarskih performansi za 3% (uglavnom između 0,5 - 6%). Poboljšanje nastupa za ovu vrednost, koliko god ona mala bila, može imati veliki uticaj na plasman na glavnom takmičenju.

Suženje nije vreme za ispravljanje tehnike, ali je potrebno raditi na tehničkim detaljima kako bi plivači bili sigurni u sebe, a to znači da imaju dobar osećaj za vodu. Ovaj period ne treba shvatiti kao čarobno vreme u periodizaciji tokom koga se događaju čuda. Suženje predstavlja efekte kvaliteta rada tokom čitave godine. Ukoliko je pripremna faza dobro isplanirana i odrađena, onda će i tejer biti uspešan.

Suženje je umetnost koliko i nauka, koja zahteva pažljivo planiranje, pedantno izvođenje i kontinuirano prilagođavanje, a ukoliko se primeni ispravno, sužavanje može biti ključna razlika između dobrog i sjajnog učinka.

## 11. LITERATURA

1. ASCA Level 3 (2008). *Physiology School*. Ft. Lauderdale: American Swimming Coaches Association;
2. Bell, K. (1980). *Psychology for Swimmers*. Austin: Keel Publications.
3. Bishop D, Edge J. The effects of a 10-day taper on repeated-sprint performance in females. *J Sci Med Sport* 2005; 8: 200-209.
4. Bompa, T. & Carrera, M. (2005). *Periodization Training for Sports* (Second Edition). Leeds: Human Kinetics.
5. Bompa, T. & Haff, G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (Fifth Edition). Leeds: Human Kinetics.
6. Bosquet, L., J. Montpetit, D. Arvisais, and I. Mujika. (2007). Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39, 8: 1358–1365.
7. Brooks, M. (2011). *Developing Swimmers*. Leeds: Human Kinetics
8. Busso T, Thomas L. Using mathematical modelling in training planning. *Int J Sports Physiol Perf* 2006; 1: 400-405
9. Costill, D. L., Thomas, R. and Robergs, R. A. (1991). Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 371-377
10. Costill, D., D. King, and R. Thomas. (1985). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Phys. Sports Med.* 13:94–101;
11. D Acquisto, L. J., M. Bone, S. Takahashi, G. Langhans, A. P. Barzdukas, and J. P. Troup. (1992). Changes in aerobic power and swimming economy as a result of reduced training volume. *Swim Sci.* VI:201–205
12. Faude, O., Meyer, T., Scharhag, J., Urhausen, A. and Kindermann, W. (2008). Volume vs. intensity in the training of competitive swimmers. *Int J Sports Med*, 29, 906-912
13. Hannula, D. & Thornton, N. (2001). *The Swim Coaching Bible* (Vol. I). Leeds: Human Kinetics;
14. Hannula, D. & Thornton, N. (2012). *The Swim Coaching Bible* (Vol. II). Leeds: Human Kinetics;
15. Hermann Páll Traustason, Mladen Tepavcevic (2015). *Comparison of biomechanical characteristics of freestyle start in period of pre tapering and tapering*. School of Science and Engineering.
16. Hooper, S. L., L. T. Mackinnon, and E. M. Ginn. (1998). Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 78: 258–263.
17. Houmard, J. A. (1991). Impact of reduced training on performance in endurance athletes. *Sports Med.* 12:380–393.
18. Houmard, J. A., and R. A. Johns. (1994). Effects of taper on swim performance. Practical implications. *Sports Med.* 17:224–232.

19. Issurin, V., Kaufman, L., Lustig, G. and Tenebaum, G. (2008). Factors affecting peak performance in the swimming competition at the Athens Olympic Games. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 1-8.
20. Jeukendrup A. and Gleeson M. (2009) *Sport Nutrition, An Introduction to Energy Production and Performance*, 2nd Edition. Human Kinetics, London.
21. Johns, R. A., J. A. Houmard, R. W. Kobe, et al. (1992). Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:1141–1146.
22. Koprivica, V. (2002). *Osnove Sportskog Treninga* (I deo). Beograd: SIA;
23. Maglischo, E. (2003). *Swimming Fastest*. Leeds: Human Kinetics;
24. McNeely, E., & Sandler, D. (2007). Tapering for Endurance Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 29(5), 18-24.
25. Mujika, I. (1998). Influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. *Int. J. Sports Med.* 19:439–446.
26. Mujika, I. (2009). *Tapering and Peaking for Optimal Performance*. Leeds: Human Kinetics;
27. Mujika, I. (2010). Intense Training: The Key To Optimal Performance Before and During The Taper. *Scand. J. Sci. Sports Med.* 20:24–31.
28. Mujika, I., A. Goya, E. Ruiz, A. Grijalba, J. Santisteban, and S. Padilla. (2002). Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int. J. Sports Med.* 23:367–373.
29. Mujika, I., and S. Padilla. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports Med.* 30:79–87, 2000.
30. Mujika, I., and S. Padilla. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: long term insufficient training stimulus. *Sports Med.* 30:145–154.
31. Mujika, I., and S. Padilla. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35:1182–1187.
32. Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L., Barale, F., Geysant, A., & Chatard, J. C. (1996). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 28(2), 251-258.
33. Mujika, I., J. Chatard, T. Busso, A. Geysant, F. Barale, and L. Lacoste. (1996). Use of swim-training profiles and performances data to enhance training effectiveness. *J. Swim Res.* 11:23–29.
34. Mujika, I., S. Padilla, and A. Geysant. (1997). Hematological responses to training and taper in competitive swimmers: relationships with performance. *Arch. Physiol. Biochem.* 105:379–385.
35. Mujika, I., S. Padilla, and D. Pyne. (2002). Swimming performance changes during the final 3 weeks of training leading to the Sydney 2000 Olympic Games. *Int. J. Sports Med.* 23:582–587.
36. Mujika, I., S. Padilla, D. Pyne, and T. Busso. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med.* 34:891–927.
37. Olbrecht, J. (2007). *The Science of Winning*. Antwerp: F&G Partners;

38. Papoti, M., L.E.B. Martins, S.A. Cunha, A.M. Zaggatto, and C.A. Gobatto. (2007). Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *J. Strength Cond. Res.* 21(2):538–542.
39. Pyne, D. B., & Mujika, I. (2011). The taper: *Physiology, performance, and planning*. In World Book of Swimming: From Science to Performance (pp. 345-358). Nova Science Publishers Inc;
40. Pyne, D. B., Trewin, C. and Hopkins, W. G. (2004). Progression and variability in competitive performance of Olympic swimmers. *J Sports Sci*, 22, 613.
41. Raglin, J. S., Morgan, W. P. and O'Connor, P. J. (1991). Changes in mood states during training in female and male collegiate swimmers. *Int J Sports Med*, 12, 585-589.
42. Riewald, S. A., & Rodeo, S. (2015). *Science of swimming faster*. Human Kinetics;
43. Salo, D. (1993). SprintSalo. Pittsburgh: Sports Support Syndicate Inc;
44. Scott A. Riewald (2015). *Science of swimming faster*. Champaign, IL, United States: Human Kinetics;
45. Seifert, L., & Chollet, D. (2011). *World book of swimming : from science to performance*. Nova Science Publishers.
46. Shepley B, MacDougall JD, Cipriano N, et al. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *J Appl Physiol*; 72: 706-711.
47. Stewart, A. M., & Hopkins, W. G. (2000). Seasonal training and performance of competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 873-884.
48. Stewart, A. M., and W. G. Hopkins. (2000) Consistency of swimming performance within and between competitions. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:997–1001.
49. Sweetenham, B. & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*. Leeds: Human Kinetics.
50. Thomas L. and Busso, T. (2005). A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1615–1621.
51. Thomas L., Mujika I., & Busso T. (2008). A model study of optimal training reduction during pre-event taper in elite swimmers. *Journal of sports sciences*, 26(6), 643-652.
52. Thomas, Luc; Busso, Thierry. (2015). A Theoretical Study of Taper Characteristics to Optimize Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37(9):p 1615-1621.
53. Trappe, S., D. Costill, and R. Thomas. (2000). Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:48–56.
54. Trinity, J. D., Pahnke, M. D., Reese, E. C. and Coyle, E. F. (2006). Maximal mechanical power during a taper in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, 38, 1643- 1649.