

# Praćenje trenožnog opterećenja u ekipnim sportovima

---

**Barac, Domagoj**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:519782>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

**Domagoj Barac**

**PRAĆENJE TRENAŽNOG OPTEREĆENJA U  
EKIPNIM SPORTOVIMA**

Diplomski rad

**Mentor:**

**Prof. dr. sc. Igor Jukić**

Zagreb, rujan 2020.

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

Mentor:

---

Prof. dr. sc. Igor Jukić

Student:

---

Domagoj Barac

## PRAĆENJE TRENAŽNOG OPTEREĆENJA U EKIPNIM SPORTOVIMA

### **Sažetak**

Praćenje trenažnog opterećenja podrazumijeva bilježenje podataka o obavljenom radu na treningu sportaša. Neizostavna je komponenta vrhunskog sporta, a u novije vrijeme razvojem i pristupačnosti tehnologije široj populaciji pronalazi mjesto na svim razinama sporta, od vrhunskog do amaterskog. Praćenjem trenažnog opterećenja dobivamo informacije o reakciji organizma na prethodni ili skup prethodnih treninga koje nam omogućuju lakše donošenje odluka vezanih uz promjenu intenziteta ili ekstenziteta idućeg treninga. Dobivenim podacima upravljamo procesom sportskog treninga, a samim time sportaš ima manju mogućnost nastanka ozljeda ili pojave pretreniranosti. Metode praćenja opterećenja dijele se na metode praćenja unutarnjeg opterećenja (srčana frekvencija, varijabilnost srčane frekvencije, subjektivni osjećaj opterećenja, trenažni impuls) i metode praćenja vanjskog opterećenja (volumen, intenzitet, brzina kretanja, brzina izvedbe zadatka). Ako se ovi podaci ne prate donošenje odluke o intenzitetu treninga prepušteno je procjeni, a ne mjerljivim podacima koji nam daju povratnu informaciju o stanju tijela sportaša. Cilj ovog rada je pregledom znanstvene literature prikazati i objasniti metode praćenja trenažnog opterećenja u sportu.

**Ključne riječi:** akutna pretreniranost, kronična pretreniranost, unutarnje opterećenje, vanjsko opterećenje

## MONITORING TRAINING LOAD IN TEAM SPORTS

### **Abstract**

Monitoring of training-load considers recording data about athlete's work during training. It is inevitable component of elite sport. Most recently, due to development and accessibility of technology, monitoring is finding its purpose on all sport levels, ranging from professional to amateur. Monitoring of training-load provides us information about body response on previous, or set of previous, training sessions. Therefore, decisions involving intensity and volume of next training are easier to make. With given informations we can navigate the process of sport training, which makes injuries or overtraining syndrome less likely to happen. Monitoring methods can be divided into methods of internal load (heart frequency, variability of heart frequency, subjectiv feeling of strain, training impuls) and methods of external load (volume, intensity, speed of movement, performance speed). If these measures are not monitored, decisions about training intensity will rely on personal estimation and not on measurable data that provides us with feedback regarding the condition of the athlete's body. The aim of this paper is to represent and explain metods of training-load monitoring in sports by reviewing the scintific literature.

**Key words:** overreaching, overtraining, external load, internal load

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ZAŠTO PRATITI TRENAŽNO OPTEREĆENJE.....	2
2.1 Reakcija organizma na prethodni trening.....	2
2.2 Prevencija ozljeda .....	3
2.3 Akutna i kronična pretreniranost.....	4
2.4 Planiranje i programiranje treninga .....	5
3. MJERENJE UNUTARNJEG OPTEREĆENJA.....	8
3.1. Mjerenje srčane frekvencije.....	8
3.1.1 Oporavak srčane frekvencije.....	10
3.1.2 Varijabilnost srčane frekvencije.....	14
3.2 Mjerenje laktata u krvi.....	17
3.3. Kreatin kinaza.....	19
3.4. Upitnici .....	20
3.5. Subjektivni osjećaj opterećenja .....	26
3.5.1 Trenažni subjektivni osjećaj opterećenja .....	27
3.6 Trenažni impuls .....	28
4. METODE PRAĆENJA VANJSKOG OPTEREĆENJA.....	31
4.1 Globalni pozicijski sustav.....	31
4.2 Trening temeljen na brzini.....	33
4.3 Praćenje volumena i intenziteta u trenažnom programu .....	34
5. TRENUTNA PROCJENA OPTEREĆENJA.....	36
6. PERSONALIZACIJA PRAĆENJA TRENAŽNOG OPTEREĆENJA.....	36
7. EKSPERTNA PROCJENA OPTEREĆENJA.....	37
8. METODE PRAĆENJA TRENAŽNOG OPTEREĆENJA (Tablica).....	38
9. ZAKLJUČAK.....	41
10. LITERATURA.....	42
11. PRILOZI.....	47

## 1. UVOD

U današnjem sportu uvode se razne tehnologije u svrhu njegovog napretka i postizanja što boljih rezultata. Nezamislivo je ostvariti vrhunski rezultat bez praćenja opterećenja i kvantifikacije podataka. Opterećenje nije samo ono na terenu nego i izvan njega, ono uključuje školske obaveze, socijalno okruženje itd. U ekipnim sportovima igrači se međusobno razlikuju te je potreba za individualizacijom neophodna.

Opterećenje možemo podijeliti na unutarnje i vanjsko, a unutarnje opterećenje predstavlja psihološki i fiziološki odgovor na vanjsko opterećenje. Neke od mjera su: varijabilnosti srčane frekvencije, frekvencija srca, razina laktata u krvi itd. te subjektivne metode kao što je ocjenjivanje subjektivnog osjećaja opterećenja. Vanjsko opterećenje je podražaj koji se može objektivno mjeriti (brzina, put, ubrzanje, tonaža). Praćenjem opterećenja trener dobiva povratnu informaciju o tome što je sportaš radio na treningu i kakav je trag trening ostavio na sportašu, odnosno kakva je reakcija njegovog organizma na sami trening. Dobivši odgovor o reakciji organizma na prethodni trening, lako ćemo uvesti promjene u planu i programu treninga ako je to potrebno kako bi smanjili mogućnost akumuliranog umora. Time smanjujemo mogućnost pretreniranosti jer sportaš može dati svoj maksimum samo kada je zdrav i odmoran. Praćenjem trenažnog opterećenja direktno utječemo na prevenciju ozljeda što je uvijek glavni zadatak kondicijske pripreme uz unaprjeđenje sposobnosti.

S napretkom u tehnologiji pojavile su se nove mogućnosti i metode u praćenju trenažnog opterećenja. U novije vrijeme glavni zahtjev praćenja trenažnog opterećenja podrazumijeva individualizaciju unutar momčadi. Taj cilj postiže se kroz poznavanje trenažnih zona i ventilacijskih pragova odnosno kvalitetno testiranje i stvaranje profila intenziteta svakog igrača. Težnja za dobivanjem odgovora prije svakog treninga dovela je do osmišljavanja testova kojim treneri dobivaju informaciju o stanju tijela sportaša unutar zagrijavanja te mijenjaju plan i program ako je to potrebno. Neke od metoda se pojednostavljaju radi lakše primjene u praksi te se sve više teži jednostavnosti. Danas treneri zahvaljujući znanosti mogu procijeniti potencijal sportaša i njegov trenutni trenažni status, kako reagira na provedeni trening te kakav mu je napredak unutar propisanog plana i programa (Foster 2017).

Najčešće korištene metode ovise o razini natjecanja i dostupnim resursima. Neke od njih su GPS, srčana frekvencija, subjektivni osjećaj opterećenja, akcelerometrija, razina laktata u krvi. Kroz ovaj rad bit će prikazane metode praćenja trenažnog opterećenja u ekipnom sportu u ovisnosti o razini natjecanja, odnosno mogućnosti pristupa tehnologiji.

## 2. ZAŠTO PRATITI TRENAŽNO OPTEREĆENJE

Trenažno opterećenje potrebno je pratiti jer nam olakšava donošenje odluka u izradi plana i programa. Ono nam omogućuje da smanjimo mogućnost nastanka ozljede, utječemo na pojavu akutne ili kronične pretreniranosti, povećamo ili smanjimo, volumen ili intenzitet ovisno o povratnim informacijama koje dobivamo iz podataka dobivenih praćenjem.

### 2.1. Reakcija organizma na prethodni trening

Sportaševa izvedba rezultat je akumuliranih pojedinačnih treninga. Zbog toga, jedna od zadaća praćenja trenažnog opterećenja je evaluirati/procijeniti kakav je trag pojedinačni trening ostavio na sportašu tj., koliko ga je umorio. Treneri bi trebali znati koliko rada obavljaju njihovi sportaši iz treninga u trening, iz tjedna u tjedan, iz mjeseca u mjesec.

Metoda za praćenje trenažnog opterećenja ima mnogo, a na trenerima je da izaberu metodu u ovisnosti o razini natjecanja i financijskoj moći kluba ili teretane. Metode mogu biti skupe, ali i jednostavne i jeftine poput praćenja vremena treninga. Neke od skupljih metoda bile bi razina kortizola u krvi, GPS tehnologija i akcelerometri. Skuplje nije uvijek i bolje, ali s boljom tehnologijom dobiti ćemo više podataka i odgovora kako je trening utjecao na sportaša te ćemo lakše donijeti odluku možemo li idući trening provesti kako smo planirali ili moramo uvesti određene modifikacije. Relacija između doze treninga i sportaševog odgovora na taj trening uvelike određuje adaptaciju na trenažni proces i vraćanje sportaševog organizma u stanje homeostaze (McGuigan 2017).

Praćenjem opterećenja možemo odrediti utjecaj pojedinog treninga na fizičko stanje sportaša i spremnost na izvedbu. Najčešće se ovaj oblik praćenja trenažnog opterećenja koristi na početku treninga kako bi dobili povratnu informaciju je li potrebno raditi preinake u planu i programu ili se trening može odviti kako je planirano. Tipični alati su skok s pripremom i mjerenje stiska šake dinamometrom, a u novije vrijeme sve popularnija metoda je varijabilnosti srčane frekvencije. Ako trener nema pristup takvom alatu pitanje „kako se osjećaš?“ može također dati kvalitetne informacije (McGuigan 2017). Sportaš cijeni kada ga se pita kako je, trener pokazuje brigu, stvara se odnos između igrača i trenera koji mora biti zdrav kako bi ekipa dobro funkcionirala. Ovaj segment je jako bitan na svim razinama sporta, ali najviše dolazi do izražaja u onim ligama koje nemaju pristup visokoj tehnologiji te se moraju bazirati na socijalnim vještinama trenera.



## 2.2. Prevencija ozljeda

Prevencija ozljeda primarni je zadatak svakog trenažnog procesa jer samo zdrav sportaš može dati svoj maksimum na natjecanjima. Upravo iz tog razloga u modernoj kondicijskoj pripremi sve se veći naglasak stavlja na praćenje trenažnog opterećenja kroz tjedne metodom trenažnog subjektivnog osjećaja opterećenja treninga (Trenažni SOO).

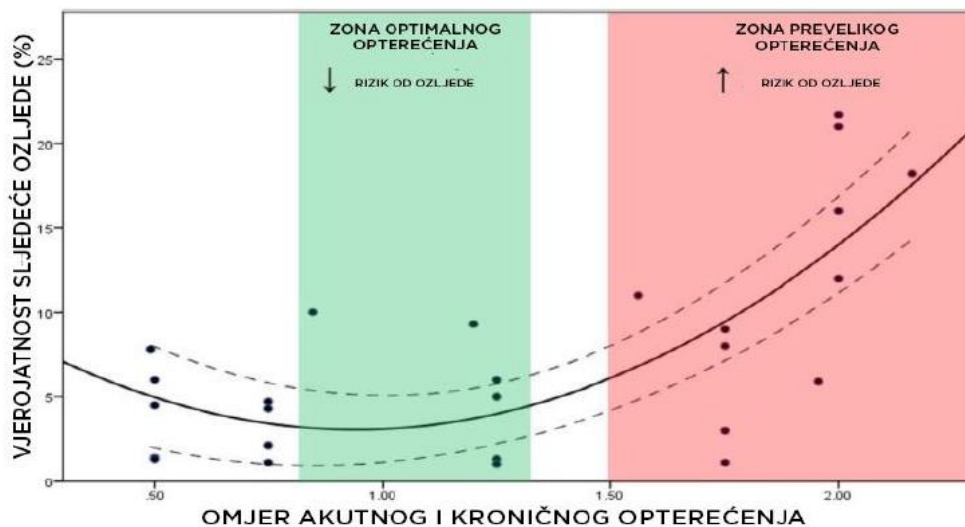
Trenažni SOO u obzir uzima intenzitet i trajanje treninga ili natjecanja izraženog u minutama kako bi izračunali arbitražnu jedinicu (AJ). Dobiveni rezultat opisuje sportašev doživljaj opterećenja prosječnog intenziteta izražen uz pomoć skale subjektivnog osjećaja opterećenja (SOO). Sportaš otprilike pola sata nakon treninga ili utakmice daje ocjenu treningu kako bi se izbjegao utjecaj posljednje vježbe u treningu (Haddad 2017). Foster i sur. (2001) preporučili su metodu subjektivnog osjećaja opterećenja i predložili skalu od 1-10 za razliku od originalne Borgove skale koja je imala vrijednosti od 6-20.

OCJENA	OPIS
0	Odmor
1	Vrlo Vrlo lagano
2	Lako
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	
7	Vrlo Teško
8	
9	
10	Maksimum

*Tablica 1. Modificirana skala SOO Foster i sur. (2001).*

Arbitražne jedinice zapisujemo nakon svakog treninga, a na kraju tjedna dobivamo prosjek doživljenog intenziteta. Kada imamo podatke o posljednja 3 tjedna možemo započeti s izračunavanjem akutno-kroničnog omjera opterećenja koji se izračunava tako da podijelimo ukupno doživljeno opterećenje četvrtog tjedna s prosjekom protekla 3 tjedna. Ako je rezultat između 0,8 i 1,3 sportaš se nalazi u „sweet spotu“ te je mogućnost ozljede u sljedećem tjednu smanjena. Ako je omjer iznad 1,5 ili manje od 0,8 sportaš ima povećani rizik od ozljede. Ako je trenažno opterećenje povećano za 5-10% u odnosu na prošli tjedan sportaši imaju <10%

rizika od ozljede. Međutim, ako je trenažno opterećenje povećano za više od 15% u odnosu na prošli tjedan, rizik od ozljeđivanja porastao je između 21% i 49% (Gabbett, 2016).



Slika 1.. Vjerojatnost rizika od ozljede i odnosa akutnog i kroničnog opterećenja (Gabet, 2016)

### 2.3. Akutna i kronična pretreniranost

Uspješan trening mora uključiti preopterećenje sportaša, ali isto tako omogućiti mu adekvatan oporavak kako preopterećenje ne bi trajalo nepotrebno dugo jer bismo time sportaša doveli u stanje pretreniranosti. Takav način treniranja dovest će sportaša na novu razinu sposobnosti. Međutim, ako ravnoteža između treninga i odmora nije zadovoljena, izostat će pojava superkompencijskog vala i s vremenom će sportaš završiti u stanju pretreniranosti (Meeusen, 2013).

Akutna pretreniranost je nakupljanje trenažnog i netrenažnog stresa koje dovodi do smanjenja kapaciteta za izvedbu sa ili bez povezanih fizioloških i psiholoških znakova i simptoma loše prilagodbe, pri čemu oporavljanje kapaciteta može trajati od nekoliko dana do nekoliko tjedana (Meeusen 2013).

Pretreniranost se definira kao akumulacija trenažnih ili ne trenažnih stresora koji rezultiraju dugoročnim smanjenjem sposobnosti sa ili bez fizičkih i psihičkih znakova neprilagođenosti te obnova sposobnosti možuse trajati nekoliko tjedana ili mjeseci (Meeusen, 2013).

Razliku između akutne i kronične pretreniranosti je u vremenu potrebnome da se sposobnosti obnove do razine koja je bila postignuta prije implementacije trenažnog programa te će akumulacija akutne pretreniranosti dovesti do pojave kronične pretreniranosti (Meeusen, 2013).

#### 2.4. Planiranje i programiranje treninga

Planiranje i programiranje rada u sportu bitan je dio ukupne aktivnosti trenera i stručnog tima. Ono omogućava da se slučajnosti svedu na minimum i da se na siguran i ekonomičan način postignu optimalni sportski rezultati koji odgovaraju individualnim obilježjima sportaša i uvjetima u kojima se provodi trenažni proces.

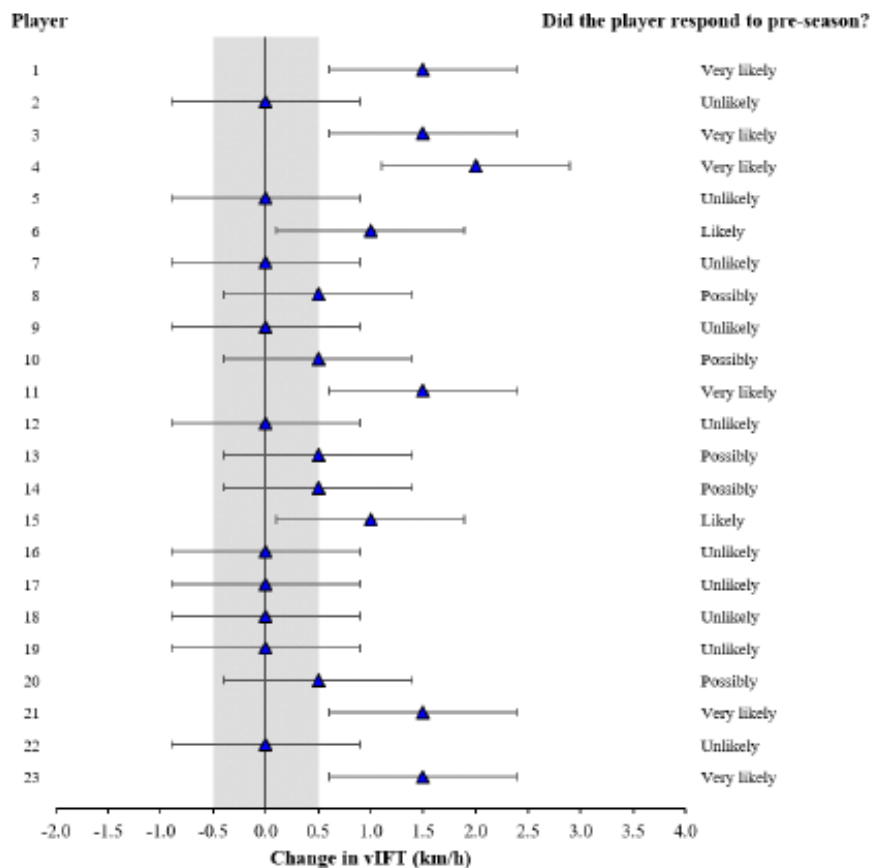
Plan i program treninga osnovni je alat s kojim se ostvaruje proces sportske pripreme i nadziru rezultati postignuti njegovim djelovanjem. Organizirani i planirani program treninga eliminira slučajni pristup koji je bez cilja, a koji se koristi u nekim sportovima. Njime se može uspješno upravljati i regulirati ga kada imamo podatke koje dobivamo prateći trenažno opterećenje jer nam ti podaci ukazuju na trenutno sportaševo stanje te nam olakšavaju donošenje odluke o provedbi samog plana i programa. Dobiveni podaci mogu ukazati na potrebno smanjenje ili povećanje trenažnog volumena ili intenziteta kako bi stres koji trening izvršava na sportaševo tijelo bio optimalan (Milanović, 2002).

Planiranje treninga je metodički, znanstveni postupak koji pomaže sportašima da postignu visoki stupanj treninga i natjecanja. To je najvažnije sredstvo koje trener ima za vođenje dobro organiziranog trenažnog program, a trener je efikasan toliko koliko su efikasni njegova organizacija i planiranje. Za svaki plan treninga bitno je da se temelji na kvantitativnim veličinama koje će omogućiti objektivno utvrđivanje svih parametara trenažnog rada i vrednovanje učinka (Milanović, 2002).

Programiranje procesa sportske pripreme skup je upravljačkih akcija kojima se provodi distribucija, doziranje i izbor trenažnih operatora tijekom rada i mjera oporavka tijekom odmora. Trenažni operatori su stimulansi koji proizvode transformacijske rezultate, odnosno kvantitativne i kvalitativne promjene u pojedinim ciklusima sportske pripreme. Oni izazivaju fiziološku reakciju koja nam uvjetuje što ćemo raditi sljedeći trening jer ta fiziološka reakcija mora biti optimalna kako bi sportaš mogao nadoknaditi potrošene energetske izvore i pripremiti se za idući trening (Milanović, 2002).

Planiranje i programiranje treninga zahtjevan je zadatak ako ne znamo kako sportaš reagira na trenažni stimulans. Praćenje trenažnog opterećenja dat će nam odgovore na pitanje je li sportaš napredovao unutar propisanog plana i programa i kako reagira na treninge.

Ako nas zanima odgovor sportaševa organizma na propisani plan i program provest ćemo testiranje prije i nakon programa. Npr: koristeći progresivni test opterećenja s prekidima (30-15 PTOPT) možemo dobiti odgovor je li sportaš napredovao uspoređujući maksimalnu postignutu brzinu trčanja ( $V_{max30-15PTOP}$ ) prije i nakon propisanog plana i programa (Slika 2). Kada napravimo potrebnu analizu lako je vidljivo kako je sportaš reagirao na trenažni program, nakon čega slijedi izrada idućeg makrociklusa u skladu s novim dobivenim vrijednostima.



Slika 2. Promjene u maksimalnoj brzini u PTOPT30-15 testu, Y os- Redni broj igrača, X os- Promjena u maksimalnoj postignutoj brzini, Very likely-Vrlo vjerojatno, Likely-vjerojatno, Possibly-moguće, Unlikely-Slab. Preuzeto iz Scott (2018).

Naravno ovakav način dobivanja povratne informacije ne možemo provoditi svakim danom zbog toga što je 30-15 PTOPT test do otkaza, pa se samim time javlja potreba za alternativom. Submaksimalna vježba u sklopu zagrijavanja odlična je opcija za praćenje reakcije sportaša na trenažni stimulans. Jedan takav test sastoji se od 4 minute kontinuiranog submaksimalnog trčanja s promjenom smjera (12x20sec) pri intenzitetu koji odgovara 60%VmaxPTOP. Ovaj test pokazao se pouzdanijim od kontinuiranog trčanja pri brzini od 12km/h (nedovoljno individualizirano). Provođenjem ovakvog testa unutar zagrijavanja koristimo informacije o prosječnoj frekvenciji srca zadnjih 60sec i uspoređujemo s maksimalnom frekvencijom srca. Što je frekvencija srca viša sportaš je umorniji i njegova spremnost za izvedbu opada, u suprotnome niža frekvencija srca pokazatelj nam je da se sportaš kvalitetno odmara između treninga (Scott 2018).

### 3. MJERENJE UNUTARNJEG OPTEREĆENJA

U unutarnje metode praćenja trenažnog opterećenja ubrajamo varijable srčane frekvencije (prosječna frekvencija srca, varijabilnost srčane frekvencije, mjere oporavka srčane frekvencije, vrijeme provedeno u pojedinoj zoni srčane frekvencije), primitak kisika (VO<sub>2</sub>), koncentraciju laktata u krvi, mjere subjektivne procjene opterećenja te različite upitnike (Bok, 2019). Adaptacija na trening je posljedica unutarnjeg opterećenja uzrokovano vanjskim opterećenjem kojem je sportaš izložen (Cardinale, 2017).

#### 3.1. Mjerenje srčane frekvencije

Srčanu frekvenciju (FS) možemo mjeriti za vrijeme izvođenja treninga, za vrijeme odmora ili pratiti oporavak srčane frekvencije nakon odrađenog treninga ili utakmice. Osim direktnog mjerenja otkucaja u novije vrijeme sve češće se primjenjuje praćenje varijabilnosti srčane frekvencije tijekom spavanja, odmah nakon buđenja ili nakon odrađenog treninga. Direktnim praćenjem FS dobivamo indirektan odgovor o umoru, fitnessu i napretku u izdržljivosti, a svi ti odgovori olakšavaju nam donošenje odluke o trenažnom opterećenju u datom danu ili tijekom mikrociklusa.

Mjerenje FS ne može nam dati sve odgovore o stanju sportaša pa korištenje tih mjera u kombinaciji s drugim parametrima poput upitnika, dnevnog trenažnog opterećenja ili skoka s pripremom (korišten u svrhu dobivanja odgovara o umoru CŽS-a), možemo dobiti jasniju sliku o umoru u fitnessu sportaša (Buchheit, 2014).

Frekvencija srca proporcionalna je primitku kisika i energetske izdaci za vrijeme kontinuirane aktivnosti i stoga se uobičajeno koristi za praćenje trenažnog opterećenja i propisivanje intenziteta vježbi i trenažnog opterećenja (Schneider, 2018).

Međutim, mjere srčane frekvencije su determinirane brojnim faktorima, poput okolišnih (primjerice buka, svjetlost, temperatura), fizioloških (srčana morfologija, volumen plazme, aktivnost autonomnog živčanog sustava), patoloških (npr. kardiovaskularne bolesti), fiziološke (raspoloženje, emocije, stres) čimbenika. Nadalje, određene su ne-modificirajućim faktorima (dob, spol, etnicitet), kao i životnim stilom (fitness, količina i kvaliteta sna, lijekovi, duhan, alkohol) te determinantama fizičke aktivnosti (intenzitet, trajanje, modalitet, ekonomija, položaj tijela) (Schneider 2018). Pored svega, pretpostavlja se da, u kompetitivnim sportovima,

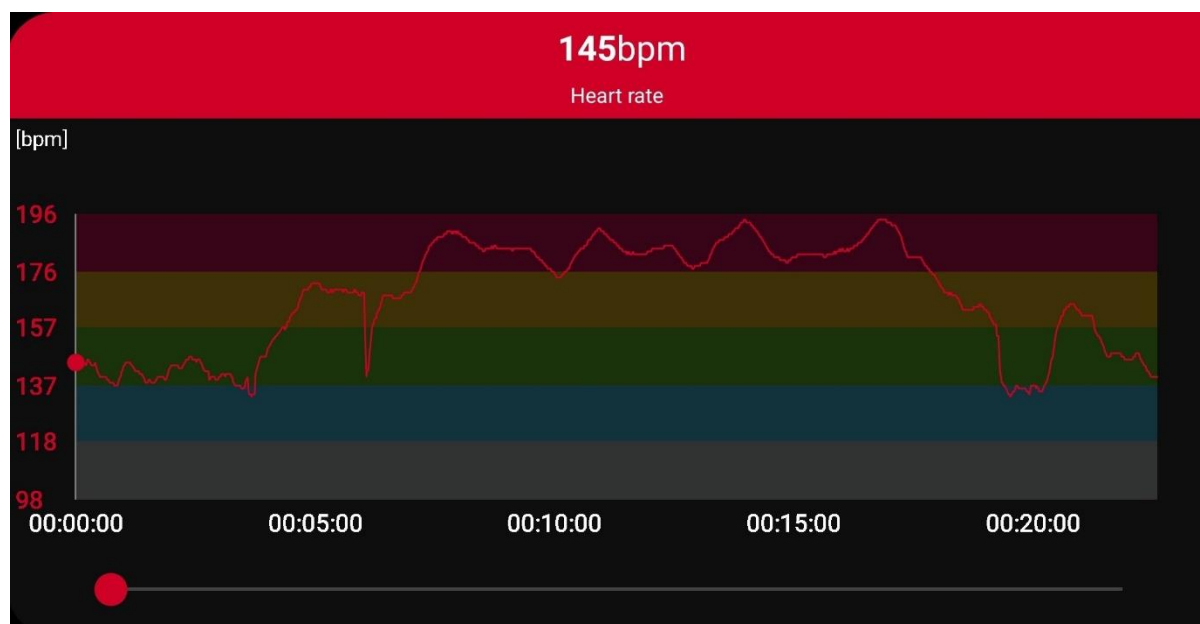
utjecaj treninga ima predominantnu ulogu u promjeni statusa autonomnog živčanog sustava (AŽS), stoga bi mjere FS mogle predstavljati trenažni status sportaša ( Buchheit, 2014).

Rastuća popularnost mjera FS u treningu (Thorpe i sur. 2017) u kombinaciji s porastom korištenja komercijalnih proizvoda i softvera za mjerenje frekvencije srca i njegovu analizu naglašava praktičnu važnost ovog područja istraživanja. Oslanjajući se na godine znanstvenog i praktičnog iskustva, ne postoje drugi fiziološki parametri koji bi pružili neinvazivni, vremenski učinkovit, cijenom raspoloživ i kontinuirani uvid u fiziološki odgovor ljudskog organizma u svim okolišnim i stresnim situacijama. Mjere FS ne mogu obuhvatiti sve aspekte izvedbe, zamora i dobrobiti, ali su dobar odraz AŽS statusa i kardiovaskularnog fitnesa (Bucheit, 2014; Schneider, 2018).

Sve mjere FS su na određen način povezane s aktivnosti autonomnog živčanog sustava. Međutim, razlikuju se prema svojim fiziološkim determinantama i vremenu adaptacije te su drugačije senzitivnosti pri promjenama u fitnessu, izvedbi i trenažnom opterećenju (Schneider, 2018).

Primjer:

Na slici 4 je primjer zapisa srčane frekvencije za vrijeme treninga na biciklu.



Slika 3. Frekvencija srca za vrijeme treninga na biciklu

Primjer visoke tehnologije

Ovaj primjer podrazumijevao bi zapisivanje srčane frekvencije nakon otrčane dionice ili obavljenog zadatka uz pomoć palpacije. Na ovaj način ne možemo dobiti podatke tijekom izvedbe, već po završetku zadatka te ciljati zonu u kojoj sportaš treba biti unutar zadanog treninga.

### 3.1.1. Oporavak srčane frekvencije (OSF)

Oporavak srčane frekvencije nakon treninga, natjecanja ili submaksimalne vježbe, (koja dominantno opterećuje kardiovaskularni sustav) je vrijeme potrebno da se frekvencija srca vrati na vrijednosti u mirovanju, a može nam poslužiti kao pokazatelj stanja treniranosti sportaša. Oporavak srčane frekvencije jednostavna je mjera koja se može koristiti na svim razinama sporta, a može zahtijevati visoku tehnologiju u obliku pulsmetra ali isto tako i minimalno opreme, znanje o palpaciji i štopericu. Oporavak srčane frekvencije predstavlja obnovu parasimpatičkog utjecaja živčanog sustava i povlačenje utjecaja simpatičkog dijela živčanog sustava nakon vježbanja te je pokazatelj promjene fitnesa i trenažnog statusa. OSF je brži kod treniranih individualaca u odnosu na netrenirane. Sportaši koji sudjeluju u aktivnostima koje su varijabilnog visokog opterećenja pokazuju brži oporavak tijekom prvih 20 sekundi oporavka u usporedbi sa sportašima koji treniraju sportove kontinuiranog dugotrajnog opterećenja. (Watson, 2017).

Kako se trening privodi kraju, dolazi do progresivne redukcije u metaboličkoj aktivnosti te se kao posljedica snižava i frekvencija srca. FS se oporavlja eksponencijalno, s brzom razgradnjom neposredno nakon treninga (brza faza) koja je praćena postepenom razgradnjom (spora faza) do postizanja bazičnih vrijednosti FS-a. Studije koje su koristile farmakološku blokadu su dosljedno pokazale da je brza faza OSF-e pretežito determinirana reaktivacijom parasimpatikusa, dok je spora faza određena prvenstveno smanjenom aktivnošću simpatikusa koja je izraženija u kasnijoj fazi oporavka (Peçanha i sur., 2017).

Generalno, OSF se favorizira više od mjerenja varijabilnosti srčane frekvencije nakon treninga. Zahtjeva kraća vremena snimanja, moguće je izmjeriti bilo kojim uređajem za mjerenje FS. (Buchheit, 2014.) Najjednostavnije je izračunati OSF ako se uzme razlika FS-a za vrijeme treninga te nakon, primjerice, 1 minute odmora. Jedna od najpristupačnijih metoda za procjenu OSF-e u brznoj fazi je izračun OSF-e u prvoj minuti odmora. Određivanje razlike između vršne



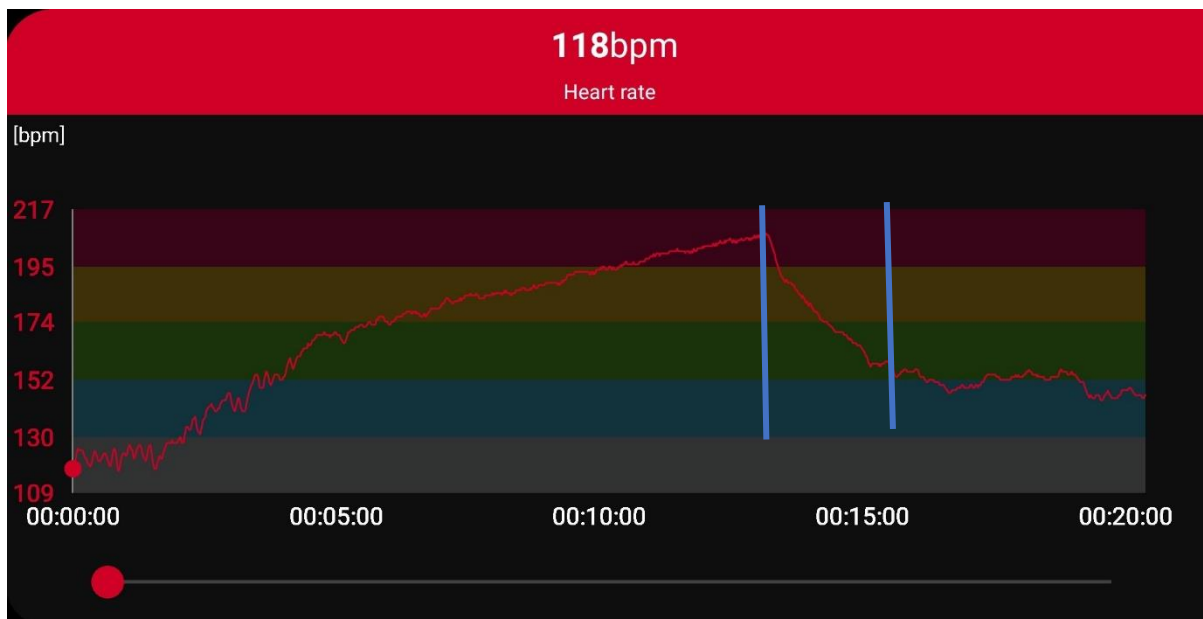
FS-a na kraju vježbe i FS-a promatrane nakon 30 sekundi i 1 minute odmora (OSF30s, OSF60s). Razlike se mogu izražavati u apsolutnim terminima (npr. broj otkucaja u minuti) ili u postotcima, primjerice postotak razgradnje FS-a u relaciji s vrhuncem FS-a (Schneider, 2018).

Oporavak frekvencije srca 300 sekundi (OSF300s) nakon završetka treninga je jednostavan način za procjenu OSF-e uzimajući u obzir njegovu krivulju razgradnje. OSF300s označava apsolutnu ili u postotku izraženu razgradnju FS-a nakon 300s odmora u relaciji s maksimalnom FS-a postignutom za vrijeme treninga.

Nakon značajnog porasta FS posredovanog parasimpatikusom u prvoj minuti, dolazi do postepenog opadanja FS popraćenog polaganim porastom norepinefrina (NE) u plazmi. Ta povezanost između OSF-e i NE nakon prve minute oporavka podržava mišljenje da je OSF nakon tog perioda dobar indikator smanjene aktivnosti simpatikusa. Farmakološka blokada simpatikusa i parasimpatikusa nakon submaksimalnih vježbi potvrđuje tu tvrdnju, demonstrirajući da učinak simpatikusa na FS postupno opada pri oporavku. S obzirom na to da OSF300s obuhvaća brzu i sporu fazu OSF-e, smatra se markerom za parasimpatičku reaktivaciju, ali i slabljenje učinka simpatikusa (Peçanha, 2017).

Međutim, osobito u timskim sportovima, promjene u OSF-e nisu uvijek povezane s promjenama u izvedbi ili prikazuju korelaciju nižih amplituda u odnosu na one promatrane prateći srčanu frekvenciju za vrijeme vježbanja. Može li OSF služiti za praćenje pogoršanja u izvedbi, kao što može varijabilnost srčane frekvencije u mirovanju, treba tek utvrditi na većem uzorku sportaša i sportova (Bucheit, 2014).

Primjer 1: Na slici 4. je prikaz zapisa srčane frekvencije nakon progresivnog testa opterećenja na pokretnom sagu te označen oporavak srčane frekvencije.



Slika 4. Zapis frekvencije srca nakon progresivnog testa opterećenja

Primjer 2:

Ovaj primjer zahtijevati će štopericu, papir, olovku i znanje palpacije krvne žile. Palpaciju vršimo uz pomoć palčane kosti za udaljenost debljine kažiprsta i srednjeg prsta od samog ručnog zgloba laganim pritiskom na krvnu žilu čime ćemo osjetiti otkucaje. Druga opcija je palpacija krvne žile na vratu.

Npr., pripremni dio sezone, trening se odvija na atletskoj stazi s 10 igrača. Trening se sastoji od 4x400m trčanja maksimalnim intenzitetom s 3 min pauze između ponavljanja. Igrači su podijeljeni u 2 grupe od 5 igrača. Druga petorka kreće kada prva petorka izmjeri oporavak srčane frekvencije. Po završetku trčanja 1. trojka palpira puls te unutar 5 sekundi trener daje znak igračima za početak brojanja 30 otkucaja. Kada je igrač izbrojao 30 otkucaja podiže ruku, a trener pritišće „krug“ (eng. „lap“) na štoperici te vrijeme od svakog igrača zapisuje i dijeli 1800 s vremenom potrebnim za 30 otkucaja (vz30o) kako bi dobio srčanu frekvenciju nakon pretrčane dionice te taj postupak ponavlja 1 minutu nakon završetka dionice kako bi dobio podatak o oporavku srčane frekvencije.

$$FS=1800/ t-vz30o$$

	vz30o		maxFS	vz30o (60sec)		FS	FS-maxFS	% pada FS od max postignute
Igrač 1	10	1800	180	13	1800	138	42	23
Igrač 2	8.5	1800	212	12	1800	150	62	29
Igrač 3	9.2	1800	196	13.3	1800	135	60	31
Igrač 4	9.1	1800	198	12.9	1800	140	58	29
Igrač 5	9.2	1800	196	11.5	1800	157	39	20
Igrač 6	8.9	1800	202	12.5	1800	144	58	29
Igrač 7	8.9	1800	202	12.3	1800	146	56	28
Igrač 8	9	1800	200	12.2	1800	148	52	26
Igrač 9	9.3	1800	194	11.8	1800	153	41	21
Igrač 10	9.4	1800	191	11.4	1800	158	34	18

Tablica 2. Zapis oporavka srčane frekvencije

Predzadnji stupac u Tablici 2. prikazuje razliku između maksimalne postignute frekvencije srca i frekvencije srca nakon 60 sekundi oporavka. Zadnji stupac u Tablici 2. prikazuje postotak pada frekvencije srca od maksimalne postignute nakon otrčane dionice. Ovo je prikaz samo jedne serije za svakog igrača.

Prikaz kroz tablice karakteristika je trenera koji je u kategoriji “Niske tehnologije” jer zahtjeva rad nakon što je trening odrađen kako bi dobili ovakav tablični prikaz. Naravno, moguće je podatke dobiti i trenutno ako trener ima spremne tablice te prijenosno računalo i unosi podatke odmah po završetku svake dionice. Kako bi varijanta “Bez tehnologije” bila što jednostavnija potrebno je izraditi tablicu s frekvencijom srca u ovisnosti o vremenu potrebnom za 30 otkucaja kako ne bi trebali preračunavati vrijednosti za svakog igrača. Tablica bi izgledala ovako:

V	B. O.	V	B. O.	V	B. O.	V	B. O.	V	B. O.	V	B. O.	V	B. O.
8	225	9	200	10	180	11	164	12	150	13	138	14	129
8.1	222	9.1	198	10.1	178	11.1	162	12.1	149	13.1	137	14.1	128
8.2	220	9.2	196	10.2	176	11.2	161	12.2	148	13.2	136	14.2	127
8.3	217	9.3	194	10.3	175	11.3	159	12.3	146	13.3	135	14.3	126
8.4	214	9.4	191	10.4	173	11.4	158	12.4	145	13.4	134	14.4	125
8.5	212	9.5	189	10.5	171	11.5	157	12.5	144	13.5	133	14.5	124
8.6	209	9.6	188	10.6	170	11.6	155	12.6	143	13.6	132	14.6	123
8.7	207	9.7	186	10.7	168	11.7	154	12.7	142	13.7	131	14.7	122
8.8	205	9.8	184	10.8	167	11.8	153	12.8	141	13.8	130	14.8	122
8.9	202	9.9	182	10.9	165	11.9	151	12.9	140	13.9	129	14.9	121

Tablica 3. Vrijeme potrebno za 30 otkucaja i ukupna frekvencija srca V-vrijeme B.O.- Broj otkucaja

### Primjer 3.

Na početku određenog treninga u tjednu provodimo zadatak kojim pratimo trenažni status sportaša. Sportaš trči brzinom od 75-80% od maksimalne brzine postignute u progresivnom testu opterećenja kroz 2-3 min. Nakon otrčane dionice zapis možemo dobiti preko pulsmetra ili palpacijom, a zapisivanjem rezultata iz tjedna u tjedan pratiti sportašev trenažni status.

		vz30o		maxfs	vz30o (60sec)		FS	FS-maxFS	% od MAX FS
MAX FS	tjedan 1	10.2	1800	176	12.5	1800	144	32	72
200	tjedan2	10.5	1800	171	12.3	1800	146	25	73
	tjedan 3	9.3	1800	194	11.1	1800	162	31	81
	tjedan 4	10.4	1800	173	12.3	1800	146	27	73

Tablica 4. Prikaz frekvencije srca nakon submaksimalnog podražaja u sklopu zagrijavanja

U Tablici 4. vidimo kako je u trećem tjednu nakon oporavka od 60 sec sportaš imao frekvenciju srca koja odgovara vrijednostima od 81% maksimalne FS. Taj podatak ukazuje nam kako su prošli treninzi izazvali veći stres na sportaševo tijelo te u tom slučaju smanjujemo trenažni volumen ili intenzitet za tog sportaša, dajemo mu jedan dan odmora više ili smanjujemo količinu treninga koje će obaviti tijekom tjedna.

#### 3.1.2 Varijabilnost srčane frekvencije (VSF)

Varijabilnost srčane frekvencije je metoda praćenja unutarnjeg opterećenja sportaša, vrijednosti VSF mogu se mjeriti za vrijeme treninga, nakon buđenja ili nakon treninga. Mjerenje nakon buđenja najbolja je varijanta zbog standardizacije mjerenja jer sportaš prije svakog mjerenja ima istu aktivnost, spavanje.

Varijabilnost srčane frekvencije definirana je vremenskim razmakom između dva R-R intervala na elektrokardiogramu i koristi se kao bi se opisao odnos između parasimpatičkog i simpatičkog živčanog sustava. Više vrijednost varijabilnosti srčane frekvencije ukazuju na dominantnost parasimpatičkog sustava dok niže vrijednosti ukazuju na dominantnost simpatičkog živčanog sustava (Cornell, 2017).

## **VSF za vrijeme treninga**

Postoje određena ograničenja pri njihovu korištenju u vidu praćenja treninga. Prvo, determinante VSF za vrijeme treninga su ovisne o intenzitetu, a nisu isključivo povezane s autonomnim živčanim sustavom. Zadržavanjem ispod prvog ventilacijskog praga, aktivnost vagusa pridonosi većoj proporciji VSF, respiratorne fluktuacije determiniraju VSF pri većim intenzitetima, osobito nakon respiratorne kompenzacijske točke. Stoga, kako bismo osigurali da je autonomni živčani sustav obuhvaćen kroz VSF, intenzitet treninga mora biti visoko individualiziran (npr.  $\leq$  individualni ventilacijski prag VT1). Međutim, ovo nije praktično kada je potrebno testiranje većeg broja sportaša na terenu u isto vrijeme, obzirom da ih većina trči sličnim brzinama. Također, za vrijeme treninga snimke otkucaja pružaju varijabilne rezultate (npr. pogrešan ili izgubljen otkucaj zbog pomicanja pulsmetra). Do prezentiranja novih dokaza, VSF-e za vrijeme treninga ima više znanstvenu ulogu, a manje realnu korist u praćenju trenažnog opterećenja treninga (Buchheit, 2014).

## **VSF nakon treninga**

VSF mjereno nakon treninga praćeno je rastućim interesom u posljednjem desetljeću zbog uvjerenja da bi mogao dati bolje informacije o adaptaciji treningu od VSF u mirovanju ili OSF. Determinante VSF poslije treninga su mnogobrojne, a uključuju regulaciju krvnog tlaka, aktivnost barorefleksa i osobito metaborefleksnu stimulaciju poslije treninga koja pokreće slabljenje simpatikusa i reaktivaciju parasimpatikusa.

Povećanjem relativnog intenziteta treninga povisuje se acidoza u krvi i stimulacija metaborefleksa, a usporava se OSF i VSF. Za procjenu utjecaja autonomnog sustava na FS neovisno o metaborefleksnoj stimulaciji, predlaže se izvođenje samo submaksimalnih treninga ( $\leq$ VT1) (Buchheit, 2014).

VSF mjereno nakon treninga usko je povezan s intenzitetom treninga te ako je intenzitet previsok, postaje suvišan. Zaključno, unatoč nekim obećavajućim rezultatima VSF poslije treninga ima sličnu ili čak manju korisnost od jutarnje VSF. Takav zaključak je vjerojatno povezan s činjenicom da jutarnja VSF ima jasno određene determinante. S druge strane, VSF nakon treninga je pod utjecajem brojnih faktora (Buchheit, 2014).

## VSF nakon buđenja

Fiziološke determinante FS-a nakon buđenja su brojne i uključuju morfologiju miokarda, volumen plazme, aktivnost autonomnog živčanog sustava, dob i poziciju tijela; VSF nakon buđenja esencijalno je povezan s genetikom, volumenom plazme, autonomnom aktivnošću i pozicijom tijela.

Osnovni princip VSF je donošenje zaključaka o mogućim promjenama statusa AŽS-a uz trening, koristeći ponavljajuća mjerenja VSF kroz određeno razdoblje. Budući da je aktivnost AŽS-a visoko osjetljiva na okolišne čimbenike (npr. buku, svjetlost, temperaturu), nužne su mjere opreza kako bi se standardizirali uvjeti mjerenja i tako izolirali samo efekti koje trening ima na AŽS. Stoga, u teoriji bi snimanje noću predstavljalo najbolje (najviše standardizirane) uvjete za praćenje VSF. Međutim, u praksi, noćne snimke pružaju varijabilne rezultate i komplicirano ih je implementirati u svakodnevni rad, što im limitira korisnost. Trenutačno se u praksi najadekvatnijim smatraju kratkotrajna mjerenja (5 – 10 min) VSF nakon jutarnjeg buđenja (Buchheit, 2014).

Iako se u literaturi navode mjerenja u ležećem položaju i u stajanju (Schmitt et al., 2013), sjedeći položaj se u praksi bolje tolerira. Mjerenje u sjedećem položaju je također od velikog interesa za sportaše te je manja vjerojatnost da će sportaš zaspati za vrijeme mjerenja (za razliku od ležećeg položaja). Nude li mjerenja za vrijeme stajanja više informacija u usporedbi od onih u ležećem položaju je još uvijek nejasno. Jutarnja mjerenja omogućavaju prevladavanje ograničenja vezanih uz noćno snimanje, istovremeno pružajući svojevrstu standardizaciju (primjerice isti krevet, isto vrijeme, tiha okolina, nema direktnog utjecaja dnevnih aktivnosti) (Buchheit, 2014).

Primjer: Na slici 5. je prikaz VSF. Svijetlo zelenom bojom označena je normalni raspon VSF. Plavom linijom prikazan je sedmodnevni prosjek. Iz grafa vidimo kako je sportaš na početku trenažnog ciklusa bio izložen težim treninzima te mu je VSF pala ispod normalnih vrijednosti za tog sportaša. Prolazeći dalje kroz graf vidimo da unatoč daljnjem treniranju sportaš postiže pozitivnu adaptaciju jer mu vrijednosti VSF rastu i na gornjim su granicama normalnog raspona, te na samom kraju grafa vidimo kako je omjer odmora i treninga adekvatan jer je sportaš u normalnoj zoni.



Slika 5. Varijabilnost srčane frekvencije

(Preuzeto sa [https://medium.com/@marco\\_alt/the-ultimate-guide-to-heart-rate-variability-hrv-part-2-323a38213fbc](https://medium.com/@marco_alt/the-ultimate-guide-to-heart-rate-variability-hrv-part-2-323a38213fbc))

### 3.2 Mjerenje laktata u krvi

Stegmann i sur. (1981) definiraju individualni anaerobni prag (IAP) kao metaboličku mjeru u kojoj je eliminacija laktata iz krvi za vrijeme treninga maksimalna i jednaka brzini difuzije laktata u krv. Izračunavanje IAP-a uključuje mjerenje laktata za vrijeme testa progresivnog testa opterećenja praćenog razdobljem pasivnog oporavka između različitih intenziteta. (Stegmann, 1981).

Pri dinamičkim aktivnostima submaksimalnog ili maksimalnog intenziteta anaerobni energetske kapacitet predstavlja sposobnost odupiranja umoru te stvaraju energiju bez korištenja kisika. Energetsko stvaranje u tijelu procesima koji ne podrazumijevaju iskorištavanje kisika nazivaju se anaerobnim procesima. Izvor energije u ovakvim procesima je kreatinfosfat i glikogen, a energetski proizvod koji nastaje iz glikolitičkog metabolizma je laktat odnosno mliječna kiselina, koja ometa funkciju mišića jer dovodi do snižavanja pH krvi. Energetski kapacitet anaerobnog procesa određen je ukupnom količinom energije koja mu je dostupna pri izvršavanju rada (kapacitet organizma) i maksimalnim intenzitetom otpuštanja energije (energetski tempo). Energetske kapacitete anaerobnog procesa kategoriziramo na anaerobni- alaktatni kapacitet i na anaerobni- laktatni kapacitet (Vučetić, 2013).

Anaerobno – laktatni energetske procesi podrazumijevaju razgradnju glikogena ili glukoze anaerobnom glikolizom do pirogrođane kiseline uz stvaranje laktata. Da bi kemijski procesi anaerobne glikolize postigli maksimalnu brzinu potrebno je svega desetak sekundi. Kako bi se potrošio ukupni anaerobni glikolitički kapacitet potrebna je maksimalna tjelesna aktivnost u trajanju od oko 40 - 60 s. Stoga anaerobno glikolitički sustav ima značaj pri intervalnim aktivnostima dužeg trajanja ali i kod aktivnosti kontinuiranog trajanja od nekoliko sekundi do 1 - 2 minute. (Vučetić, 2013).

Dobar anaerobni laktatni kapacitet kod sportaša znači veću sposobnost i bolje podnošenje povišene količine laktata u krvi, što omogućuje brži oporavak kod produženih i ponavljajućih dionica. Anaerobna glikoliza omogućava održavanje visokog intenziteta rada i nakon iscrpljenja pohranjenog adenozin tri fosfata i kreatin fosfata. Iako je trajanje ovakvog načina dobivanja energije ograničeno stvaranjem laktata koji će svojim nakupljanjem u tijelu dovesti do postupnog opadanja intenziteta izvedbe aktivnosti ili potpunog prestanka aktivnosti (Vučetić, 2013).

Primjer iz prakse: Mjerenje laktata za vrijeme treninga je jednostavno, ali skupo. Vrijeme potrebno za dobivanje nužnih podataka je svega par sekundi, a kontrola intenziteta savršena jer je razina laktat u krvi pod utjecajem prijašnjih treninga. Stoga ako želimo da sportaš odradi trening na razini aerobnog praga direktno mjerenje laktata može nam ukazati na potrebno smanjenje intenziteta kako bi razina laktata u tom treningu bila oko 2 milimola.

Organizacija trenažnog intenziteta u specifične zone je česta praksa, a zone su obično definirane srčanom frekvencijom i koncentracijom laktata u krvi. Nacionalno i internacionalno su implementirane standardizirane zone intenziteta koje se sastoje od pet aerobnih zona intenziteta. Međutim, te brojne zone predlažu fiziološku specifičnost koja nije u realnosti prisutna, obzirom da granice nisu jasne u korelaciji sa podležećim fiziološkim procesima. Kindermann i sur. (1979) su prvi opisali “aerobno – anaerobnu tranziciju” koja započinje aerobnim pragom, označavajući prvi porast laktata u krvi, a završava anaerobnim pragom koji označava maksimalni intenzitet pri kojem se stvoreni laktati uspješno razgrađuju (Seiler, 2006).

Primjer: Mjerenje mliječne kiseline metoda je rezervirana za “Visoku tehnologiju”. Mliječnu kiselinu možemo mjeriti prije nakon ili za vrijeme treninga, a odluka će ponajviše ovisiti o



dijelu sezone i o tipu treninga koji se provodi. Npr.: Mliječnu kiselinu možemo mjeriti nakon treninga kako bi dobili akutni odgovor organizma na glikolitički trening te taj isti trening provesti nakon 3 tjedna i usporediti rezultate prvog treninga sa ponovljenim treningom te vidjeti poboljšanje ili smanjenje tolerancije na laktate. Poboljšanje tolerancije ukazuje nam na poboljšanje trenažnog statusa dok smanjenje tolerancije može ukazivati na neadekvatan oporavak.

Osim nakon treniga, mliječnu kiselinu možemo mjeriti prije svakog treninga kako bi dobili uvid u reakciju organizma sobzirom na prethodni trening ili skup prethodnih treninga te vrlo lako donijeti odluku o određenoj metodi oporavka koju će biti potrebno provesti, smanjiti ili povećati volumen ili intenzitet treninga, a ako je potrebno odvojiti sportaša od planiranog timskog treninga te odraditi lakši trening s ciljem razgradnje mliječne kiseline.

### 3.3 Kreatin kinaza (KK)

Sportaši imaju višu razinu KK-e u mirovanju od netreniranih ispitanika, vjerojatno zbog veće mišićne mase i svakodnevnog treninga. Međutim, razina KK-e u serumu nakon treninga ovisi o opterećenju za vrijeme treninga. Iako sportaši imaju veću osjetljivost mišića u uspoređivanju s netreniranim pojedincima, vrhunac serumske aktivnosti KK-e im je niži (Brancaccio, 2007).

Koncentracije KK-e u serumu dostižu vrhunac 1-4 dana nakon treninga i ostaju povišene nekoliko dana. Stoga sportaši koji sudjeluju u svakodnevnim treninzima imaju više vrijednosti u mirovanju nego nesportaši. Ovakav odgovor na trening je ublažen takozvanim „repeated-bout“ efektom odnosno, ponavljani treninzi nakon nekoliko dana ili tjedana uzrokuju manja oštećenja mišićnih vlakana u odnosu na prethodne treninge. Postavlja se pitanje kolika je koncentracija kreatin kinaze alarmantna za sportaša i predstavlja povećani rizik od ozljede. Ako su visoke vrijednosti KK-e, normalne za sportaše, pojedinac može povećati trenažno opterećenje prema principu progresivnog preopterećenja u želji za bržom i boljom adaptacijom na trening što rezultira bržim i većim unaprjeđenjem izvedbe. S druge strane, ako je vrijednost KK-e previsoka, potrebno je smanjenje trenažnog opterećenja u svrhu prevencije ozljede ili razvoja kroničnog zamora koji vodi u pretreniranost. Evidentno se postavlja pitanje mogu li se određivati prihvatljive vrijednosti KK-e sportaša uspoređivanjem s referentnim vrijednostima opće populacije (Maugios, 2007).

Mougiou je u svojem istraživanju utvrdio referentne vrijednosti za sportaše te je ukazao da najviše vrijednosti imaju nogometaši i plivači. Referentne vrijednosti za sportaše su 82–1083 U/L (°C) i 47–513 U/L za sportašice. Gornje granice su dvostruko više od granica umjereno aktivnih nespportaša u literaturi ili izračunatih granica nespportaša u ovom istraživanju. Gornje granice su pak do 6 puta više u odnosu na granice neaktivnih ispitanika u literaturi (Mauigou, 2007).

### 3.4 Upitnici

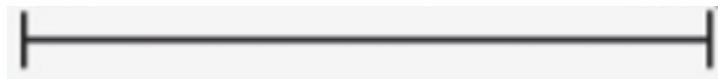
Praćenje trenažnog opterećenja sportaša smatra se integralnom komponentom profesionalnog sporta, čija je uloga unaprijediti fiziološku adaptaciju (npr. maksimizirati kapacitet izvedbe) istovremeno limitirajući negativne učinke treninga (npr. bolest, ozljede, pretjerani umor). Upotreba objektivnih mjerenja (npr. upitnici) u praćenu trenažnog opterećenja nailazi na sve veći interes s obzirom na povećanu prevalenciju stresora nevezanih uz trening i holističkog pristupa pri monitoriranju sportaša. Ova mjerenja procjenjuju fizičku, psihološku i/ili socijalnu dobrobit, a podržavana su s obzirom na njihovu jeftinu cijenu te postoje priopćenja njihove superiornosti u praćenu trenažnog opterećenja treninga u usporedbi s konvencionalnim objektivnim markerima (npr. fiziološki, biokemijski, imunološki) (Campbell, 2020).

U praksi, wellness mjerenja koriste se u procijeni kako sportaš tolerira trenažno opterećenje te posljedično spremnost za trening/natjecanje. Iako je interakcija između wellnessa i kompetitivnog okruženja bitna, postoje varijable (primjerice motivacija, pobjeda/poraz, utakmice igrane u gostima i vlastitom gradu) koje mogu utjecati na rezultate. Preliminarni dokazi sugeriraju korisnost upitnika u praćenu trenažnog opterećenja. Međutim, dokazi koji ih podupiru su visoko varijabilni stoga je potrebno provođenje dodatnih istraživanja (Campbell, 2020).

#### Upitnici za procjenu upale mišića

Upala mišića (UM) je karakteriziran osjećajem tupe boli, obično prisutne za vrijeme pokreta ili palpacije zahvaćenog mišića, koje svoj vrhunac postižu 1-3 dana nakon treninga. Podliježeći mehanizam UM-a nije u potpunosti razjašnjen, no smatra se da je povezan s oštećenjem kontraktilnih vlakana, intermedijarnih filamenata i/ili vezivnog tkiva koje okružuje mišićna vlakna s posljedičnim upalnim procesom. Upala mišića se smatra mehaničkom hiperalgezijom,

karakteriziranom povišenom osjetljivošću nociceptora (tip III i IV aferentnih vlakana) na stimulus i/ili alodinijom u kojoj je bol uzrokovana stimulusom koji normalno ne uzrokuje bol. Koriste se brojne skale za procjenu boli da bi se ustanovio UM, poput vizualne analogne skale (VAS), verbalne skale, numeričke skale i deskriptivne diferencijalne skale. Među njima se za procjenu najčešće koristi VAS koji se sastoji od linije određene duljine (npr 100 mm), gdje jedan kraj linije označava odsustvo bolova, a drugi kraj neizdrživu bol. S obzirom na to da bolnosti nema dok mišić miruje, potreban je mehanički stimulus, poput palpacije, kontrakcije ili istezanja mišića, kako bismo inducirali bol. Upotreba VAS-e a u procijeni muskuloskeletnih bolova smatra se pouzdanim; međutim, uloga VAS-e često je kritizirana u procijeni osjetljivosti mišića palpacijom njegove dvosmislenosti u provođenju same palpacije (Lau, 2013).



Slika 6.. Vizualna analogna skala preuzeto iz Ferreira-Valente, 2011

#### Numeričke skale

Numerička skala je 11 bodovna skala raspona od 0 do 10; 0 predstavlja da sportaš ne osjeća bol, a 10 predstavlja najgoru zamislivu bol. Ispitanik označuje jedan broj koji najbolje opisuje osjećaj boli (Lau 2013).

Nema boli	Numerička skala										Najora zamisliva bol
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Slika 7. Numerička skala

## Verbalna skala

Verbalna skala je 5 bodovna skala koja se sastoji od fraza (nema boli, blaga bol, srednja bol, intenzivna bol, maksimalna bol) koje opisuju razinu boli koju osjeća sportaš. Percipiranu bol opisuje jednom frazom (Ferreira-Valente, 2011).

Verbalna skala				
0-nema boli	1-blaga bol	2-srednja bol	3-intenzivna bol	4-maksimalna bol

*Slika 8. Verbalna skala*

## Prag boli na pritisak

Mehanički provocirana bol, prag boli na pritisak (PBP), popularan je model induciranja akutne, eksperimentalne boli. Algometrija je korisna tehnika u determiniranju PBP te je takav način mjerenja naširoko korišten u kliničkim i laboratorijskim ispitivanjima. Algometrija s pritiskom je predominantno manualna metoda koja zahtjeva perceptivni odgovor od sudionika ili pacijenta. Pouzdanost podatak PBP stoga ovisi o aplikacijskoj tehnici promatrača te sposobnosti sudionika ili pacijenta da omogući kontinuiranu verbalnu informaciju o razini PBP. Posljedično tome varijabilnost u mjerama PBP može potjecati od promatrača (promatračka greška), sudionika (greška sudionika) i greške u mjerenju (razlike između individualnog rezultata i prave vrijednosti). Važan izvor grešaka u mjerenju proizlazio je zbog količine stvorenog pritiska kroz algometar. Održavanje konstantnog pritiska navodi se kao najkompleksniji aspekt algometrije. Daljnji izvor greške pri mjerenju je kut aplikacije algometra na dijelove tijela, koji ako je varijabilan, također utječe na pouzdanost verbalnog izvješća. Nekoliko studija, koristeći i pacijente i zdravu populaciju, koristilo je algometrije fiksnog kuta kako bi se nadišao ovaj uzrok varijacija (Chesterton, 2007).



*Slika 9. Uređaj za provociranje boli preuzeto iz Chesterton ( 2007)*

Upitnici za utvrđivanje kvalitete sna

Rastuća je spoznaja kako san igra značajnu ulogu u procesu oporavka visoko treniranih sportaša, san se smatra najboljom psiho-fiziološkom strategijom oporavka dostupnom sportašima. Stoga, kvantificiranje i mjerenje sna među sportašima postalo je uobičajena praksa. Objektivne metode mjerenja sna poput polisomnografije i aktigrafije skupe su metode koje zahtijevaju specijalizirane eksperte, što ih čini kompliciranima za provođenje među većim brojem sportaša.

Istraživanja su pokazala da sportaši mogu imati drugačiji obrazac spavanja u usporedbi s populacijom koja se ne bavi sportom vjerojatno zbog jedinstvenih psiholoških i fizioloških zahtjeva postavljenih pred elitne sportaše (Driller, 2018).

Kvaliteta sna sportaša može varirati posljedično djelovanju različitih faktora, poput prebukiranog rasporeda tijekom natjecanja, smanjenog prioritiziranja sna zbog ostalih trenažnih obveza te uslijed nedostatka saznanja o ulozi sna u optimiziranju sportske izvedbe. Generalno, sportaši su nerijetko izloženi desinkronizaciji cirkadijarnog ritma (npr. jet lag tijekom međunarodnih natjecanja), promjenama u navikama spavanja (npr. spavanje u hotelima, broj sportaša po jednoj sobi), kasnonoćne utakmice te stres i bolnost mišića uslijed natjecanja, intenzivnih treninga i putovanja (Claudino, 2018).

Loša kvaliteta sna može voditi u akumulaciju zamora, uspavanost i promjene raspoloženja. Nadalje, manjak sna povezuje se sa slabijom kvalitetom fizičke izvedbe (npr. brzina i anaerobni kapacitet), neurokognitivnih funkcija (npr. pažnja i memorija) i zdravlja (npr. bolest i rizik od ozljede). Redukcija kvalitete i kvantitete sna može doprinijeti neskladu autonomnog živčanog sustava, što rezultira sindromom pretreniranosti i povišenjem upalnih markera te disfunkcijom imunološkog sustava. Razlike između timskih i pojedinačnih sportova mogu utjecati na kvantitetu (npr. ukupno vrijeme sna) i kvalitetu sna (efikasnost i latenciju sna) sportaša. Posebice u timskim sportovima gdje se često natjecanja održavaju u večernjim satima kako bi se povećao odaziv publike (npr. nogometne utakmice noću). Shodno tome, razumno je zaključiti da san kod sportaša ekipnih sportova ovisi o brojnim faktorima, uključujući tip sporta, zahtjevnost treninga, dob, vrijeme godine i kulturu tima. Glavni razlozi za poremećaje spavanja u timskim sportovima vezani su uz utakmice igrane noću s obzirom na činjenicu da sportaši često moraju putovati, imaju vrlo bukirane rasporede i nedovoljno adaptirane treninge nedostatku sna. Nadalje, nije rijetkost da sportaši nakon noćnih utakmica koriste vrijeme za socijalizaciju s obitelji i prijateljima. Svi ovi faktori objašnjavaju zašto poremećaji spavanja utječu na vrijeme oporavka psihofizioloških mjera i izvedbe (Claudino, 2018).

#### Pitsburgov indeks kvalitete sna (PIKS)

PIKS je samo-ocjenjivački indeks dobiven na temelju 19 pitanja namijenjen procijeni kvalitete sna i poremećaja spavanja kroz period od 1 mjeseca u kliničkoj i ne kliničkoj populaciji. Rasporen rezultata se kreće od 0 do 21, a viši rezultat indicira sniženu ukupnu kvalitetu sna. PIKS pokazuje da ima dobru internu pouzdanost, validnost i jedna je od vjerojatno najčešće korištenih subjektivnih oblika mjerenja sna, kako u literaturi, tako i u zajednici koja se bavi ovom tematikom. Ovaj indeks razvijen je zbog nekoliko ciljeva: 1) kako bi se omogućila pouzdana, validna i standardizirana mjera za kvalitetu sna; 2) kako bi se razgraničili „dobri“ i „loši“ spavači; 3) kako bi se omogućio indeks kojeg ispitanici mogu lako koristiti, a kliničari i ispitivači s lakoćom interpretirati; 4) osiguravanja sažete, klinički korisne procijene raznovrsnih poremećaja spavanja koji bi mogli utjecati na kvalitetu sna (Buysse, 1989).

## Indeks higijene spavanja (IHS)

Indeks higijene spavanja je upitnik koji se sastoji od 13 pitanja namijenjen procijeni oblika ponašanja za koje se smatra da obuhvaćaju higijenu spavanja. Sudionici odgovaraju koliko često prakticiraju određene oblike ponašanja (uvijek, često, ponekad, rijetko, nikad). Odgovori su ocijenjeni dajući kompletni rezultat koji procjenjuje higijenu spavanja. Više ocijene indiciraju maladaptivne navike spavanja. IHS se pokazao relevantnim i pouzdanim u zdravoj populaciji (Maastin, 2006).

## Upitnik ponašanja vezanih uz spavanje (UPVS)

Upitnik ponašanja vezanih uz spavanje je upitnik koji uključuje 18 pitanja o ponašanju i navikama vezanima uz spavanje za koje se smatra da su uobičajena područja zabrinutosti kod elitnih sportaša. Osmišljena je više kao praktičan alat kojim bi se identificirala područja u kojima se može raditi na unaprijeđenju kvalitete spavanja. Anketa se sastoji od pitanja kojima se određuje koliko često osobe prakticiraju određene oblike ponašanja ( uvijek, često, ponekad, rijetko, nikad). Odgovori se boduju na idući način: nikad=1, rijetko=2, ponekad=3, često=4 i uvijek=5 te se time dobivaju ukupni bodovi UPVS . Viši rezultati ukazuju na loše navike spavanja. Postoje značajne razlike u rezultatima između sportaša i osoba koje se sportom ne bave (Driller, 2018).

	U posljednje vrijeme (zadnjih mjesec dana)	Nikad	Rijetko	Ponekad	Često	Uvijek	
1	Spavam popodne 2 sata i duže						
2	Koristim kofein prije treninga/natjecanja						
3	Treniram/natječem se kasno navečer (> 19:00)						
4	Konзумiram alkohol u periodu od 4 sata prije spavanja						
5	Idem spavati u različito vrijeme svaku večer ( više od +/- 1 sat)						
6	Idem spavati žedan/na						
7	Idem spavati s upalom mišića						
8	Koristim tehnologiju koja emitira svjetlost (mobitel, TV, računalo)						
9	Razmišljam, planiram i brinem se za svoju sportsku izvedbu kada sam u krevetu						
10	Razmišljam, planiram i brinem se za probleme koji nisu povezani sa sportom kada sam u krevetu						
11	Koristim tablete za spavanje kako bi lakše zaspao/la						
12	Budim se kako bi išao/la na WC više od jednom po noći						
13	Budim sebe i/ili partnera/icu s hrkanjem						
14	Budim sebe i/ili partnera/icu s trzanjem mišića						
15	Probudim se u različito vrijeme svako jutro (više od +/- 1 sat)						
16	Doma ne spavam u idealnom okruženju (previše svjetla, buke, neudoban krevet, jastuk, prehladno..)						
17	Ne spavam u svom krevetu						
18	Putovanja mi smetaju u stvaranju rutine spavanja						
Bodovanje		Nikad=1	Rijetko=2	Ponekad=3	Često=4	Uvijek=5	REZULTAT

Slika 10. Upitnik ponašanja vezanih uz spavanje. Preuzeto iz Driller (2018).

### 3.5. Subjektivni osjećaj opterećenja SOO

Od kasnih 1950-ih, koncept subjektivnog osjećaja opterećenja (SOO) u sportu i znanosti treninga (znano još i kao svijest o opterećenju ili percepcija opterećenja) je bio objekt sve učestalijeg promišljanja u znanstvenoj literaturi. Subjektivni osjećaj opterećenja definiran je kao svjesnost o težini i naporu vezanom za fizičku aktivnost (Haddad 2017).

Subjektivni osjećaj opterećenja bitna je komponenta fizioloških mjerenja. Od svih pojedinačnih indikatora stupnja fizičkog naprezanja, percepcija opterećenja jedna je od najinformativnijih. Integrira velik broj informacija pristiglih iz perifernih mišića i zglobova, respiratornih i kardiovaskularnih funkcija i centralnog živčanog sustava.

Ranije spomenute metode skaliranja su vrlo dobre metode pri opisivanju kako subjektivni intenzitet varira u odnosu na fizički intenzitet. One, međutim, ne daju valjane razine intenziteta za diferencijalnu upotrebu. Govoreći da je jedan uteg dvostruko teži od drugog, ne govorimo o tome je li taj uteg težak ili nije. Za praktičnu upotrebu je konstruirana jednostavna kategorizirana skala (skala SOO, primjerice, kao skala za ocjenjivanje percipiranog opterećenja). Skala je osmišljena tako da raste linearno s intenzitetom treninga i srčanom frekvencijom postignutom na ergometru. Skala je prevedena na brojne jezike i postala je internacionalno popularna za evaluaciju i monitoriranje intenziteta treninga (Borg 1990).

OCJENA	OPIS
0	Odmor
1	Vrlo Vrlo lagano
2	Lako
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	
7	Vrlo Teško
8	
9	
10	Maksimum

*Tablica 6. Modificirana skala SOO Foster et.al. (2001)*

Primjer: U tablici 7. prikazan je subjektivni osjećaj opterećenja sa svakog igrača kroz tjedan uključujući i utakmicu u subotu. U zadnjem stupcu prikaz je prosječnog SOO.



	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB (utakmica)	NED	PROSJEK
Igrač 1	6	6	4	6	5	8	1	5.14
Igrač 2	5	5	5	6	4	7	1	4.71
Igrač 3	7	8	5	7	6	9	1	6.14
Igrač 4	8	8	6	5	5	8	1	5.86
Igrač 5	4	6	5	6	6	7	1	5.00
Igrač 6	5	6	5	4	6	7	1	4.86
Igrač 7	6	5	5	7	5	8	1	5.29
Igrač 8	6	7	4	6	5	8	1	5.29
Igrač 9	7	6	5	7	4	7	1	5.29
Igrač 10	7	6	5	6	5	8	1	5.43

Tablica 7. Subjektivni osjećaj opterećenja po treningu i prosjek tjednog SOO

### 3.5.1. Trenažni subjektivni osjećaj opterećenja

Trenažni SOO uzima u obzir intenzitet i trajanje treninga ( ili natjecanja ) u svrhu izračunavanja trenažnog ili natjecateljskog opterećenja. Trajanje pojedinačnog treninga se referira na trajanje treninga izraženo u minutama. Nominalan rezultat određuje sportaš kako bi opisao svoj SOO za vrijeme “srednjeg trenažnog intenziteta” usred treninga u tijeku ili natjecanja. Pojedinačna arbitrarna jedinica koja predstavlja magnitudu globalnog TO-a za svaki pojedinačni trening je izračunata množenjem trenažnog intenziteta i duljine treninga (izraženog u minutama) (Haddad 2017).

Primjer: za trening u trajanju od 87 min, uz SOO 4 (donekle teško), izračun je idući:  $87 \times 4$  će dati trenažno opterećenje (TO) od 348 A.J. (Arbitražne jedinice)

Metoda trenažnog SOO smatra se interesantnim rješenjem i predlaže se kao jednostavna, neinvazivna i jeftina metoda monitoriranja trenažnog opterećenja. Trenažni SOO mogao bi se koristiti u monitoriranju jednog treninga, tjednih blokova (mezociklusi) i perioda godina-za-godinom ( makrociklusi). Naširoko je poznato da je ključ uspjeha za većinu sportaša pažljiva periodizacija različitih ciklusa izraženih kroz plan treninga. Trenažni SOO mogao bi omogućiti bolju kontrolu periodizacije kroz monitoriranje svih tipova treninga (Haddad i sur., 2017). Ova metoda mogla bi osigurati odgovarajuću periodizaciju trenažnog opterećenja, čime bi vjerojatnost pretjeranih TO-a bila reducirana. Posljedično, smanjila bi se i mogućnost pretreniranosti ili ozljede. Trenažni SOO mogao bi optimizirati fizički razvoj uz istovremeno minimaliziranje ozljede, pretreniranosti ili bolesti pobuđujući svijest o individualnom

odgovoru na fizički stimulus. Primjerice, ova metoda ne samo da pomaže u pomnom rukovođenju igrača u treningu, već pruža dragocjen alat kojim bismo mogli početi istraživati povezanost između trenažnog opterećenja/zamora i ozljeda (Chamari i sur., 2012).

PRIMJER: Iz tablice 7 uzete su vrijednosti SOO i pomnožene s trajanjem treninga. Žuti stupci u tablici 8 prikazuju arbitražne jedinice za pojedini trening, predzadnji stupac prikazuje ukupni zbroj arbitražnih jedinica za taj tjedan dok posljednji stupac prikazuje tjedni prosjek.

	PON	t	AJ	UTO	t	AJ	SRI	t	AJ	ČET	t	AJ	PET	t	AJ	SUB	t	AJ	NED	t(tr)	AJ	Tjedna AJ	Prosjek po danu
Igrač 1	6	90	540	6	120	720	4	90	360	6	90	540	5	90	450	8	120	960	1	60	60	3630	519
Igrač 2	5	90	450	5	120	600	5	90	450	6	90	540	4	90	360	7	120	840	1	60	60	3300	471
Igrač 3	7	90	630	8	120	960	5	90	450	7	90	630	6	90	540	9	120	1080	1	60	60	4350	621
Igrač 4	8	90	720	8	120	960	6	90	540	5	90	450	5	90	450	8	120	960	1	60	60	4140	591
Igrač 5	4	90	360	6	120	720	5	90	450	6	90	540	6	90	540	7	120	840	1	60	60	3510	501
Igrač 6	5	90	450	6	120	720	5	90	450	4	90	360	6	90	540	7	120	840	1	60	60	3420	489
Igrač 7	6	90	540	5	120	600	5	90	450	7	90	630	5	90	450	8	120	960	1	60	60	3690	527
Igrač 8	6	90	540	7	120	840	4	90	360	6	90	540	5	90	450	8	120	960	1	60	60	3750	536
Igrač 9	7	90	630	6	120	720	5	90	450	7	90	630	4	90	360	7	120	840	1	60	60	3690	527
Igrač 10	7	90	630	6	120	720	5	90	450	6	90	540	5	90	450	8	120	960	1	60	60	3810	544

Tablica 8. Prikaz arbitražnih jedinica krzo tjedan. t-trajanje treninga, AJ-Arbitražna jedinica

### 3.6 Trenažni impuls

Organizacija trenažnog intenziteta u specifične zone je česta praksa, a zone su obično definirane srčanom frekvencijom i koncentracijom laktata u krvi. Danas su implementirane standardizirane zone intenziteta koje se sastoje od pet aerobnih zona intenziteta. Međutim, te brojne zone predlažu fiziološku specifičnost koja nije u realnosti prisutna, obzirom da granice nisu jasno u korelaciji sa podliježećim fiziološkim procesima. Kindermann i sur. (1979) su prvi opisali “aerobno – anaerobnu tranziciju” koja započinje aerobnim pragom, označavajući prvi porast laktata u krvi, a završava anaerobnim pragom koji označava maksimalni intenzitet pri kojem se stvoreni laktati uspješno razgrađuju (Seiler 2006).

## Edwardsov trenažni impuls (TRIMP)

Edwardsov TRIMP je metoda koja se koristi za izračunavanje TO-a s obzirom na vrijeme provedeno u 5 trenažnih zona množenih s arbitrarnim koeficijentima (>50–60% x1; >60–70% x2; >70–80% x3; >80–90% x4; >90–100% x5) (Edwards, 1993). Ova metoda nije potvrđena pomoću poznatih fizioloških odgovora, ali je korištena u nekoliko studija kao dobar indikator TO-a. Doduše, korištena je u korelaciji sa trenažnim SOO-a za vrijeme nogometnih treninga i utakmica, plivačkih treninga, ženskih fitness treninga, košarke, taekwondo, ronjenja, veslanja, Australskog i Kanadskog nogometa, karatea, vaterpola, tenisa, treninga mačevanja i kompetitivnih treninga.

Edwardova formula:  $TO = \text{vrijeme provedeno u zoni (VPuZ)} 1 * 1 + \text{VPuZ } 2 * 2 + \text{VPuZ } 3 * 3 + \text{VPuZ } 4 * 4 + \text{VPuZ } 5 * 5$  (Chabane, 2015).

Na slici 11. je prikazan zapis srčane frekvencije i vrijeme provedeno u određenoj zoni te prikaz excel tablice s vremenom provedenim u određenoj zoni pomnoženo s pripadajućim koeficijentom i izračun arbitražnih jedinica.



Slika 11. FS-a tokom treninga i vrijeme provedeno u određenoj zoni

	Vrijeme u određenoj zoni (min)	Edwardow koeficijent	
Z1	16	1	16
Z2	19	2	38
Z3	44	3	132
Z4	16	4	64
Z5	0	5	0
	95		250

Tablica 9. Izračun trenažnog impulsa

## Laktatni trenažni impuls

Trenažni impuls možemo izračunati uz pomoć poznavanja laktatnih pragova. U tom slučaju postoje 3 trenažne zone. Zona 1 koja odgovara vrijednostima ispod 2 mmola, zona 2 koja odgovara vrijednostima između 2 i 4 mmola i zona 3 koja odgovara vrijednostima većima od 4 mmola. Svakoj zoni pripisan je određeni koeficijent. Tako zona 1 (zona niske razine laktata) ima koeficijent 1, zona 2 (laktati se proizvode ali ih tijelo uspješno razgrađuje) koeficijent 2 i zona 3 (zona u kojoj dolazi do nakupljanja laktata u tijelu) koeficijent 3. Isto kao i u prethodnom primjeru, kako bismo izračunali trenažni impuls potrebno je pomnožiti vrijeme provedene u određenoj zoni s pripadajućim koeficijentom (Seiler, 2006).

OCJENA	OPIS
0	Odmor
1	Veoma lagano
2	Lagano
3	Umjereno
4	Djelomično teško
5	Teško
6	
7	Veoma teško
8	Veoma veoma teško
9	Zahtjevno
10	Izrazito zahtjevno

Tablica 10. Subjektivni osjećaj opterećenja sa ventilacijskim pragovima modificirano prema Seiler 2006., Zelena linija VT1, Crvena linija VT2

## 4. METODE PRAĆENJA VANJSKOG OPTEREĆENJA

Vanjsko opterećenje može biti definirano kao rad koji je sportaš obavio, mjereno nezavisno od unutarnjih karakteristika. Podaci koji se koriste su trajanje treninga, brzina, prijeđeni put, ubrzanje, podignuti teret, ponavljanja, serije te specifični pokreti koji se javljaju za vrijeme izvedbe. Mogućnost kvantifikacije podataka je od neizmjerne važnosti u praćenju trenažnog opterećenja jer omogućuje trenerima da ocjene efikasnost trenažnog programa, dizajniraju trenažni proces koji reflektira zahtjeve na natjecanju i omoguće sportašu održavanje sportske forme (Cardinale, 2017). Praćenje trenažnog opterećenja bez njegove individualizacije ne znači ništa, svaki sportaš ima drugačiju maksimalnu frekvenciju srca, masu koju može podići s poda, brzinu pri kojoj dostiže anaerobni prag itd.

### 4.1 Globalni pozicijski sustav

Globalni pozicijski sustav (GPS) je satelitski radionavigacijski sustav primarno napravljen za vojne svrhe. U posljednje vrijeme GPS sustav postaje dio svakodnevnog života te je široko primjenjiv, od rekreativnog do profesionalnog sporta. Globalni pozicijski sustav koristi se kako bi objektivno kvantificirali napor koji sportaš ulaže za vrijeme treninga, koliko je vremena proveo u određenoj trenažnoj zoni, uspostavu trenažnog intenziteta i kako bi nadzirali promjene u fiziološkom opterećenju (Coummins, 2013).

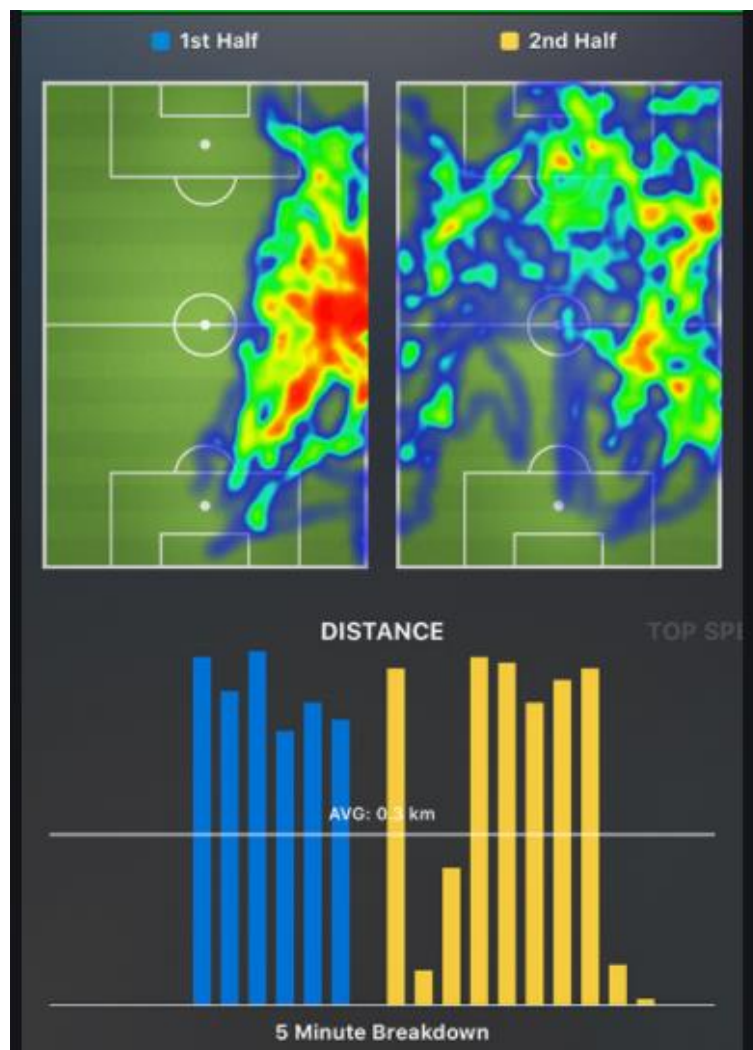
Mjerenjem kretanja igrača, GPS se može koristiti za objektivno kvantificiranje razine napreznosti i fizičkog stresa svakog pojedinog sportaša, proučavanje natjecateljske izvedbe, određivanje intenziteta treninga te monitoriranje promjena u fiziološkim potražnjama igrača. Obrazac kretanja i aktivnosti igrača (vanjsko opterećenje) može se koristiti kao dodatak uz taktičko informiranje i fiziološki odgovor (interno opterećenje) da bi se simulirao intenzitet, volumen i kretanje slično onom na natjecanju (McLellan, 2011).

Od njegovog predstavljanja, GPS se koristio za mjerenje bazičnih podataka o kretanju igrača, brzine, pređene udaljenosti te broja akceleracija i deceleracija. Integracija GPS-a sa triaksijalnim akceleratorom omogućava dobivanje informacija o obrascima kretanja i fizičkom opterećenju. Triaksijalni akcelerator mjeri složen vektor magnitude (izražen kao G-sila) snimanjem zbroja akceleracija mjerenih u 3 osi (X,Y,Z) (Waldrone, 2011).

Nadalje, broj i intenzitet fizičkih kontakata i sudara između sportaša i objekta ili površine može se kvantificirati preko tjelesnog opterećenja i broja dodira sa sportašem, loptom, površinom.

Tjelesno opterećenje (mjereno kao G-sila) je sabiranje svih sila nametnutih sportašu, uključujući akceleraciju/deceleraciju, promijene smjera i sudari sportaša međusobno i sportaša s podlogom (broj dodira s podlogom i padovi). Ovi podaci mogu se iskoristiti za analizu treninga ili postavke igre i usporedbu izvedbe igrača ili intenziteta pojedinačnih treninga (Coummins, 2013).

Primjer: Na slici 12. prikaz je zapisa uz pomoć GPS-a. Jasno je vidljiv prostor kojim se igrač kreće za vrijeme prvog i drugog poluvremena te udaljenost koju je igrač pretrčao u razmacima od 5 minuta.



*Slika 12. Kretanje igrača i prijeđeni put  
(preuzeto sa <https://www.playertek.com/eu/user-guide/>)*

#### 4.2. Trening temeljen na brzini (TTnB)

Trening temeljen na brzini je trenažna metoda korištena od strane trenera kako bi se odredilo optimalno opterećenje za treninge snage koristeći ubrzanje pri kojem sportaš može pomaknuti teret neovisno o 1RM-u (kilaža koju može savladati samo jednom). Postoje brojni razlozi zbog kojih bi treneri trebali uvrstiti TTnB u svoje trenažne programe umjesto tradicionalnijeg pristupa. Prvo, TTnB ima distinktnu prednost u odnosu na ostale autoregulatorne metode treninga te metode TTnB postaju znatno pristupačnije. Drugo, TTnB može identificirati odgovarajuća trenažna opterećenja kada se pojave fluktuacije u mišićnoj izvedbi kao posljedica životnih stresora. Treće, TTnB pomaže pri određivanju optimalnih ubrzanja i specifičnih opterećenja pri kojima je potrebno trenirati kako bi se unaprijedila specifičnost treninga. Četvrto, TTnB odmah pruža povratnu informaciju koja igra ulogu u motivaciji i poboljšanju izvedbe (Mann, 2015).

Trening temeljen na brzini je oblik autoregulacije treninga, u kojoj se svakodnevne fluktuacije mogu uzeti u obzir prilagođavanjem trenažnog opterećenja. Za razliku od subjektivnog osjećaja opterećenja, koje nam daje povratnu informaciju tek kada je serija odrađena, TTnB osigurava važne kvantitativne informacije o izvedbi prije prvog seta. Postoji gotovo savršena linearna povezanost između ubrzanja i %1RM-a. Odnosno, ako sportaš pomiče šipku znatno brže nego obično za vrijeme zagrijavanja, moguće su prilagodbe u vidu brže rastućih opterećenja za vrijeme zagrijavanja i naknadnih trenažnih opterećenja. Porast dostupnosti različitih tehnologija za mjerenje prosječnog ubrzanja šipke za vrijeme treninga snage čini TTnB praktičnom alternativom postojećih metoda (Mann, 2015).

Iako se ubrzanje može koristiti na brojne načine za vrijeme treninga, 3 važne primjene su 1) procjena 1RM-a, 2) propisivanje volumena i relativnog intenziteta treninga na temelju gubitka ubrzanja i 3) povećanje motivacije i kompetitivnosti pružanjem povratnih informacija o ubrzanju sportaša (Weakly, 2020).

Korištenje povratnih informacija za vrijeme treninga s otporom bitan je alat za akutno poboljšanje izvedbe i adaptacije. Iako postoji u mnogim oblicima, vizualne i verbalne povratne informacije o brzini šipke najviše su istraživane. Demonstrirano je kako ovi oblici feedback-a mogu voditi ka unapređenju izvedbe kod muškaraca i žena, odraslih i adolescenata te profesionalnih i neprofesionalnih sportaša. Ne samo da se ova poboljšanja pojavljuju trenutačno za vrijeme treninga, već se pri uskraćivanju povratne informacije izvedbe vraćaju na bazične razine. Uz promijene u izvedbi javljaju se i poboljšanja fizioloških karakteristika

poput porasta motivacije i kompetitivnosti, što je izraženo kada je omogućena povratna informacija o brzini izvedbe (Weakly, 2019).

Neovisno o metodi implementacije, sposobnost autoregulacije na osnovi ubrzanja može poduprijeti rukovođenje ne samo akutnog umora (npr između setova) već i prirast umora kroz treninge. To može omogućiti trenerima pouzdanost u njihovim odredbama treninga, čak i za vrijeme perioda prenapunjenih rasporeda treninga i utakmica. Primjerice, treneri su nerijetko suočeni s problemom u vidu sportaša koji direktno s treninga idu u teretanu. Često to označava činjenicu da su sportaši umorni te samim time trenažno opterećenje određeno prije početka treninga više nije valjano. Međutim, TTnB se ne susreće s takvim problemima s obzirom na to da se sportašima propisuje raspon ubrzanja, a ne specifično eksterno opterećenje. Zatim, obzirom na brojne vanjske stresore koji mogu utjecati na sportaša ( primjerice akademski stres), TTnB bi mogao odlično regulirati trenažno opterećenje (Weakley, 2016).

Treneri bi trebali razmotriti regularno monitoriranje ubrzanja (što bi se moglo provoditi na početku treninga) kako bi se olakšalo objektivno promatranje promjena fitnesa/zamora sportaša. Praćenjem svakodnevnih fluktuacija u ubrzanju i primjenom na promjene u snazi, treneri mogu dobiti uvid u efekte njihovog programa treninga (Weakley, 2020).

#### 4.3 Praćenje volumena i intenziteta u trenažnom programu

Trening s otporom neizostavan je dio svakog kvalitetnog programa kondicijske pripreme, međutim ako ne pratimo ono što radimo (koliko teško, koliko puta, koliko dugo, koje vježbe) ne možemo znati koliki je volumen rada ili intenzitet odradio sportaš u određenom mikrociklus ili makrociklusu. Ne možemo donijeti kvalitetnu odluku jer ne znamo za koliko ćemo smanjiti volumen ili intenzitet ako je to potrebno. Naravno ne znamo ni koliko ćemo povećati volumen ili intenzitet ako se sportaš kvalitetno odmori. Iz ovoga je vidljivo kako praćenje akutnih varijabli tijekom vremena olakšava donošenje odluka u određenom trenutku u budućnosti.



## Opterećenje (Intenzitet)

Intenzitet u teretani je najbitnija varijabla u treningu s otporom, a odnosi se na kilažu s kojom je potrebno odraditi određeni broj ponavljanja. Trenažno opterećenje možemo prikazati uz pomoć RM (Repetitio maximum - kilaža s kojom sportaš može napraviti određeni broj ponavljanja) ili s postotkom od 1RM-a. Prva opcija smatra se boljom od propisivanja intenziteta uz pomoć postotka od 1RM-a, prvenstveno jer postotak ne uvjetuje i broj ponavljanja koje sportaš može napraviti. Jedan sportaš će sa 80% od 1RM-a napraviti 4 ponavljanja, a drugi može napraviti 9 ponavljanja. Znamo li koliku kilažu sportaš može dići primjerice maksimalno 5 puta, benefiti takvog treninga su daleko bolji i sam trening je isplaniran preciznije ako nam je cilj razvoj maksimalne jakosti. U praksi je ova metoda vrlo primjenjiva jer zaobilazi potrebu za ponavljanim testiranjima 1RM-a. Uostalom, danas znamo da se snaga razvija uz pomoć težina koje je moguće podići 1-3 puta uz naglasak na brzinu izvedbe. Jakost se razvija pri težinama koje je moguće podići 3-8 puta, hipertrofija u rasponu od 8-15 ponavljanja, a mišićna izdržljivost se razvija sa laganim opterećenjem s kojim je moguće napraviti više od 20 ponavljanja (Bird 2005).

## Volumen

Volumen opisuje ukupnu količinu rada obavljenu za vrijeme jednog treninga, a može se izraziti kao ukupan broj ponavljanja ili kao ukupna podignuta tonaža (broj ponavljanja x kg). Osim navedenog trenažni volumen još se može izraziti kao broj ponavljanja po seriji, broj serija po treningu ili broj serija unutar tjedna ili mjeseca i kao broj treninga unutar tjedna ili mjeseca (Tan 1999). U praćenju trenažnog opterećenja vrijednosti vezane uz jedan trening mogu biti od koristi, ali tjedne i mjesečne vrijednosti dati će nam kvalitetnije informacije kojima ćemo lako upravljati. Osim navedenog, trenažni volumen može se podijeliti na volumen savladan gornjim i donjim ekstremitetima kako bi dobili precizniji uvid u trenažni volumen savladan određenim dijelom tijela. To nam je osobito bitno u ekipnim sportovima jer ne smijemo pretjerati s volumenom donjih ekstremiteta koji moraju biti spremni pružiti maksimum na terenu. Ovakav način praćenja omogućava nam preciznije promjene u samom trenažnom programu. Praćenjem savladanog volumena dobivamo podatke na nivou dana, tjedna, mjeseca te lako planiramo i programiramo daljnje treninge u ovisnosti s reakcijom organizma na prethodni volumen.

## **5. TRENUTNA PROCJENA/INTERVENCIJA OPTEREĆENJA**

Trenutna procjena opterećenja podrazumijeva intervenciju po trenutnoj povratnoj informaciji nekom od metoda praćenja trenažnog opterećenja. Moderna tehnologija omogućila nam je praćenje odgovora tijela sportaša za vrijeme izvođenja trenažnog zadatka i olakšala preciznost provedbe plana i programa treninga.

Recimo: provodeći intervalni trening za povećanje maksimalnog primitka kisika želimo da sportaš nakon završenog treninga ima 5 min provedenih iznad 90% vrijednosti maksimalne frekvencije srca. Iako su zadane serije i ponavljanja završili, sportaš je proveo 4 min u željenoj zoni što za njega nije adekvatno opterećenje te ćemo preostalih 20% vremena nadoknaditi provođenjem broja serija dostatnih da sportaš skupi 5 min iznad 90% vrijednosti maksimalne frekvencije srca. Druga opcija bila bi (unutar treninga primijetimo kako sportaš neće ispuniti zadanu normu) da pauze između intervala, ako su pasivne, preoblikujemo u aktivne kako ne bi omogućili tijelu preveliko smanjenje frekvencije srca u pauzi te samim time skratili vrijeme potrebno da frekvencija srca poraste iznad vrijednosti od 90% FSmax.

## **6. PERSONALIZACIJA PRAĆENJA TRENAŽNOG OPTEREĆENJA**

Individualizacija trenažnog opterećenja u timskim sportovima je neophodna. Potrebno nam je poznavati karakteristike svakoga od igrača kako bi trenažni stres bio primijenjen trenažnom stanju igrača, njegovoj dobi, spolu, prijašnjim sposobnostima i brzini prilagodbe.

Prije individualizacije praćenja trenažnog opterećenja potrebno je provesti testiranja, kao što je progresivni test na traci, kojim ćemo dobiti maksimalnu frekvenciju srca te ćemo moći odrediti trenažne zone i procijeniti anaerobni prag. Ukoliko nam je potreban podatak o anaerobnom pragu provesti ćemo testiranje kojim ćemo nakon odtrčane dionice sportašu mjeriti razinu laktata u krvi dok ne dobijem brzinu pri kojoj je vrijednost 4 mmol. Uz takve podatke ćemo moći kvalitetno usmjeriti trening za tog sportaša ako želimo odraditi trening ispod anaerobnog praga.

Idući primjer odnosi se na rad u teretani: Ako ekipa košarka radi čučanj sa 70kg to ne znači da će svaki od igrača imati isti odgovor na takav podražaj jer svaki ima različitu razinu maksimalne jakosti. Stoga za onog koji može dići 120kg u čučnju, 70kg neće biti adekvatno

opterećenje za razvoj, primjerice, maksimalne jakosti, dok će netko tko ima maksimalni čučanj 90kg imati puno bolje benefite od takvog treninga za razvoj maksimalne jakosti. Iz priloženih primjera vidimo kako je individualizacija neophodna, ne možemo od benzina i dizelaša očekivati da rade jednakom brzinom, a u njih ulijevamo isto gorivo jer ćemo s vremenom pokvariti jedan motor.

Iz tog razloga trenažni stimulans ne može biti isti za centra i razigravača, za napadača i obrambenog igrača te individualizacija njihovih trenažnih stimulansa omogućava adekvatan trenažni stres (kojeg pratimo kroz vrijeme za svakog igrača) od kojeg se svaki od dvojice igrača može kvalitetno odmoriti i biti spreman za idući trening. Tek tada je moguća personalizacija praćenja trenažnog opterećenja, kada znamo karakteristike (motoričke i funkcionalne sposobnosti) sportaša.

## **7. EKSPERTNA TRENUTNA PROCJENA OPTEREĆENJA**

Ekspertna procjena opterećenja tehnika je koja se razvija iskustvom. Ona podrazumijeva trenersko oko („coaching eye“) koje se razvija gledanjem i opažanjem sportaševih reakcija za vrijeme treninga.

Reakcije sportaša kao što su stav s rukama na koljenima, crvenilo u licu, trzanje nogama, teško hodanje pri ulasku u dvoranu ili pri izlasku iz dvorane, govor lica pri međusobnom pozdravu ili izvođenju trenažnog zadatka mogu nam poslužiti kao pokazatelji koji će nam pomoći u procjeni trenažnog opterećenja. Iz priloženog se vidi kako je potrebno poznavanje čitanja govora tijela i lica. Nadalje, kroz razgovor s igračem prije treninga možemo dobiti uvid u njegov doživljaj odrađenih treninga u datom tjednu te s tom informacijom možemo lakše razumjeti reakciju na trening koji slijedi.

Boljoj procjeni doprinijet će znanje iz psihologije i sociologije (opće i sportske) te vrijeme provedeno sa sportašem ili ekipom. Što je više vremena trener s ekipom, u kombinaciji s prethodno navedenim znanjima, to je njegova ekspertna procjena bolja jer upoznaje igrače, njihove reakcije, razmišljanja i stavove, gleda ih svakoga dana te informacije koje mu igraču nesvjesno pružaju svjesno preoblikuje u trenutnu procjenu opterećenja. Ovakav pristup može biti jako koristan jer su sportaši po prirodi kompetentni i ponekad nam neće reći da su umorni jer se žele dokazati i natjecati. Stoga trener svojom odlukom na temelju viđenoga, a ne izrečenoga, može zamaskirati odluku da sportaš ne odradi cijeli trening već dobije individualni

zadatak koji nije u propisanom planu i programu. Tijelo će nam uvijek dati informaciju kako se osjeća, što mu je ugodno, a što neugodno. Na treneru je da tu poruku prepozna i intervenira po potrebi.

## 8. METODE PRAĆENJA TRENAŽNOG OPTEREĆENJA (Tablica)

	Visoka tehnologija- visoka cijena-niska pristupačnost	Niska tehnologija- niska cijena-srednja pristupačnost	Bez tehnologije-niska cijena-visoka pristupačnost
FS	Pulsmetar	Palpacija	Ekspertna trenutna procjena opterećenja
VSF	Pulsmetar	/	/
OSF	Pulsmetar	Štoperica/palpacija	/
Laktati	Analiza krvi	/	/
KK	Analiza krvi	/	/
Upala mišića	AP	AP / PiO	Razgovor
Kvaliteta sna	AP	AP / PiO	Razgovor
SOO	AP	AP / PiO	PiO
Trenažni SOO	AP	AP / PiO	PiO
TRIMP	Pulsmetar	/	/
Trajanje treninga	AP	AP / PiO	PiO
Frekvencija treninga	AP	AP / PiO	PiO
Volumen (km)	GPS	AP / PiO	PiO
GPS		/	/
Volumen (Kg)	AP	AP / PiO	PiO
Intenzitet (% 1RM)	AP	AP / PiO	PiO
TTNB	Akcelerometar	/	/

Tablica 11. Metode praćenja trenažnog opterećenja, FS-Frekvencija srca, VSF-Varijabilnost srčane frekvencije OSF-Oporavak srčane frekvencije KK-Kreatin kinaza, SOO-Subjektivni osjećaj opterećenja, TRIMP-trenažni impuls, GPS-Globalni pozicijski sustav TTNB-Trening temelj na brzini, AP-aplikacija, PiO-papir i olovka

Metode praćenja trenažnog opterećenja podijeljene su u 3 kategorije, visoka tehnologija (VT), niska tehnologija (NT) i kategorija bez tehnologije (BT). Svaka od 3 kategorije razlikuje se po dostupnosti tehnologije ali i cijeni pa se svaka od kategorija može gledati na način: Visoka tehnologija-visoka cijena-niska dostupnost, niska tehnologija-niska cijena-srednja dostupnost, bez tehnologije-niska cijena-visoka dostupnost. Danas tehnologija brzo napreduje, metode koje su kategorizirane kao visoka tehnologija za koju godinu naći će se u niskoj tehnologiji, a isto tako u puno situacija koristit će se metode iz različitih kategorija. Svaka od kategorija ima svoje specifičnosti koje su karakteristične za okruženje i tehnologiju kojom raspolažemo.

Najveća karakteristika kategorije BT-e je bilježenje podataka pismenim putem ali manji broj podataka jer bi njihova prekomjerna količina oduzimalo puno vremena i analize. Zbog toga u prvi plan padaju znanje iz psihologije, sociologije, emocionalna inteligencija trenera i socijalne vještine koje donose podatke iz dana u dan kroz razgovor sa svojim igračima uz pomoć kojih se može donijeti kvalitetna odluka vezana uz trenažni program i određenog sportaša. Kako si spavao? Imaš li upale? Jesi li spreman za trening? Samo su neka od pitanja koja su sastavni dio ekspertne procjene opterećenja te će nam pružiti odgovore kojima možemo procijeniti je li igrač spreman taj dan, je li pametno da igrač odradi zadani trening ili da odradi jedan njegov dio, hoće li odraditi drugačiji trening i na niz drugih pitanja koja si trener može postaviti.

Gledajući ove kategorije kao stepenice u trenerskoj karijeri, na red dolazi kategorija NT-e. Karakteristika ove kategorije je što omogućuje pohranu ali ne i direktno mjerenje i pohranu na terenu te zahtjeva dodatni rad unošenja samih podataka i analize istih. Količina podataka koje se prati je manja u odnosu na VT ali veća u odnosu na kategoriju BT-e. Porastom pristupačnosti tehnologije prijenosno računalo ili stolno računalo današnja je svakodnevica te trenerima u kategoriji NT-e omogućava zapisivanje veće količine podataka koristeći program „Excel“ (Tablica 8,9). One omogućuju relativno brzo dobivanje potrebnih podataka i njihov izračun za više sportaša. U ovoj kategoriji trener ima priliku realizirati razne ideje, a ulaganjem u sebe ili ulaganjem kluba u trenera približiti se VT te povezati do sada naučeno s dotadašnjim iskustvima. Integracijom svega naučenog raditi na svojem teoretskom i praktičnom znanju u domeni praćenja trenažnog opterećenja kako bi bio spreman za iduću stepenicu svoje karijere.

Posljednja stepenica bila bi VT koja omogućava pristup najnovijoj opremi, bilježenje velikog broja podataka i analizu za vrijeme treninga, a samim time i veću preciznost u praćenju opterećenja. Praćenje i pohrana podataka odvijaju se na terenu istovremeno. Ovakva tehnologija podrazumijeva sportaša ili klub koji je na izrazito visokom nivou i zahtijeva pristup

koji ništa ne prepušta slučaju. Samim time odgovornost je na najvišem nivou koja treneru ne predstavlja problem jer iskustvom skupljenim do tada dorastao svakom zadatku. Unatoč pristupu brojnoj tehnologiji i izračunima nikako ne treba zanemariti moć ekspertne procjene opterećenja koja će ponekad puno više značiti od brojki jer i sportaši su na kraju dana ljudi bez obzira na kojoj razini sporta se natječu.

## 9. ZAKLJUČAK

Praćenje trenažnog i natjecateljskog opterećenja dobro je poznato i definirano u profesionalnom sportu. Međutim, za praćenje trenažnog opterećenja nije potrebno imati skupu opremu. Ona dolazi treneru kako raste njegovo iskustvo i želja za napredovanjem dovodeći ga u sredinu koja posjeduje određenu tehnologiju ili trener sam investira u sebe, svoje znanje i usluge te si omogućava pristup „Top techu“. Praćenje trenažnog opterećenja je neizostavna stavka jer nam omogućuje kvalitetno donošenje odluka, smanjuje rizik od ozljeda i pretreniranosti, omogućava sportašu održavanje sportske forme, individualizaciju trenažnog opterećenja, prikupljanje kvalitetnih informacija o stanju sportaša i njegovom potencijalu, bolje razumijevanje igrača i trenera, a trenerima olakšava planiranje i programiranje. Svaka od spomenutih mjera ima svoje prednosti i nedostatke, a na treneru je da vidi u kojoj se skupini nalazi obzirom na financijsku moć i pristupačnost tehnologiji.

## 10. LITERATURA

- Billat, L. V. (1996). Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. *Sports medicine*, 22(3), 157-175.
- Bird, S. P., Tarpinning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35(10), 841-851.
- Bok, D. Kontrola opterećenja u sportu: osnovne postavke i suvremeni trendovi. *Kondicijska priprema sportaša 2019*, 15.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 55-58.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-161.
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British medical bulletin*, 81(1), 209-230.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. *Frontiers in physiology*, 5, 73.
- Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193-213.,
- Campbell, P. G., Stewart, I. B., Sirotic, A. C., & Minett, G. M. (2020). Does exercise intensity affect wellness scores in a dose-like fashion?. *European Journal of Sport Science*, 1-10.
- Cardinale, M., & Varley, M. C. (2017). Wearable training-monitoring technology: applications, challenges, and opportunities. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-55.
- Chaabene, H. (2015). Karate kumite: how to optimize performance. *Physical Determinants of Karate Kumite*. Foster City, CA: OMICS. Recuperado de <http://www.esciencecentral.org/ebooks/karate-kumite-how-to-optimize-performance>.



- Chamari, K., Haddad, M., Wong, D. P., Dellal, A., & Chaouachi, A. (2012). Injury rates in professional soccer players during Ramadan. *Journal of sports sciences*, *30*(sup1), S93-S102.
- Chesterton, L. S., Sim, J., Wright, C. C., & Foster, N. E. (2007). Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *The Clinical journal of pain*, *23*(9), 760-766.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., de Sá Souza, H., Simim, M., Fowler, P., de Alcantara Borba, D., ... & Amadio, A. C. (2019). Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ open sport & exercise medicine*, *5*(1).
- Cornell, D. J., Paxson, J. L., Caplinger, R. A., Seligman, J. R., Davis, N. A., & Ebersole, K. T. (2017). Resting heart rate variability among professional baseball starting pitchers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *31*(3), 575-581.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, *43*(10), 1025-1042.
- Driller, M. W., Mah, C. D., & Halson, S. L. (2018). Development of the athlete sleep behavior questionnaire: a tool for identifying maladaptive sleep practices in elite athletes. *Sleep Science*, *11*(1), 37.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. *The heart rate monitor book*, *349*, 113-123.
- Ferreira-Valente, M. A., Pais-Ribeiro, J. L., & Jensen, M. P. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. *Pain®*, *152*(10), 2399-2404.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *15*(1), 109-115.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: the past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(s2), S2-2.

- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British journal of sports medicine*, *50*(5), 273-280.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in neuroscience*, *11*, 612.
- Lau, W. Y., Muthalib, M., & Nosaka, K. (2013). Visual analog scale and pressure pain threshold for delayed onset muscle soreness assessment. *Journal of Musculoskeletal Pain*, *21*(4), 320-326.
- Mann, J. B., Bryant, K. R., Johnstone, B., Ivey, P. A., & Sayers, S. P. (2016). Effect of physical and academic stress on illness and injury in division 1 college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(1), 20-25.
- Mann, J. B., Ivey, P. A., & Sayers, S. P. (2015). Velocity-based training in football. *Strength & Conditioning Journal*, *37*(6), 52-57.
- Mastin, D. F., Bryson, J., & Corwyn, R. (2006). Assessment of sleep hygiene using the Sleep Hygiene Index. *Journal of behavioral medicine*, *29*(3), 223-227.
- McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. Human Kinetics.
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). Performance analysis of elite rugby league match play using global positioning systems. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(6), 1703-1710.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, *13*(1), 1-24.
- Milanović, D., Jukić, I., & Vuleta, D. (2002). Planiranje i programiranje u području sporta. *UV Findak V.(ur.)*, *Zbornik radova*, *11*, 1-10.
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British journal of sports medicine*, *41*(10), 674-678.

- Novačić, V. (2018). *Metode praćenja trenážnog opterećenja u nogometu* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Kinesiology. Department of Kinesiology of Sports.).
- Peçanha, T., Bartels, R., Brito, L. C., Paula-Ribeiro, M., Oliveira, R. S., & Goldberger, J. J. (2017). Methods of assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. *International journal of cardiology*, 227, 795-802.
- Schneider, C., Hanakam, F., Wiewelhove, T., Döweling, A., Kellmann, M., Meyer, T., ... & Ferrauti, A. (2018). Heart rate monitoring in team sports—a conceptual framework for contextualizing heart rate measures for training and recovery prescription. *Frontiers in physiology*, 9, 639.
- Scott, T. J. Testing, prescribing and monitoring training in team sports: The efficiency and versatility of the 30-15 Intermittent Fitness Test.
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 49-56.
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International journal of sports medicine*, 2(03), 160-165.
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 289-304.
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2016). Tracking morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 11(7), 947-952.
- Vučetić, V., Sukreški, M., & Sporiš, G. (2013, January). Izbor adekvatnog protokola testiranja za procjenu aerobnog i anaerobnog energetskeg kapaciteta. In *11. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša 2013*.
- Waldron, M., Twist, C., Highton, J., Worsfold, P., & Daniels, M. (2011). Movement and physiological match demands of elite rugby league using portable global positioning systems. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1223-1230.

- Watson, A. M., Brickson, S. L., Prawda, E. R., & Sanfilippo, J. L. (2017). Short-term heart rate recovery is related to aerobic fitness in elite intermittent sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1055-1061.
- Weakley, J. J., Wilson, K. M., Till, K., Read, D. B., Darrall-Jones, J., Roe, G. A., ... & Jones, B. (2019). Visual feedback attenuates mean concentric barbell velocity loss and improves motivation, competitiveness, and perceived workload in male adolescent athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(9), 2420-2425.
- Weakley, J., Mann, B., Banyard, H., McLaren, S., Scott, T., & Garcia-Ramos, A. (2020). Velocity-Based Training: From Theory to Application. *Strength & Conditioning Journal*.

## **11. PRILOZI**

### **TABLICE**

Tablica 1. Modificirana skala SOO. Modificirano prema Foster i sur.

Tablica 2. Zapis oporavka srčane frekvencije

Tablica 3. Vrijeme potrebno za 30 otkucaja i ukupna frekvencija srca V-vrijeme B.O.- Broj otkucaja

Tablica 4. Prikaz frekvencije srca nakon submaksimalnog podražaja u sklopu zagrijavanja

Tablica 5. Metode praćenja trenažnog opterećenja

Tablica 6. Modificirana skala SOO Foster et.al. (2001).

Tablica 7. Subjektivni osjećaj opterećenja po treningu i prosjek tjednog SOO

Tablica 8. Prikaz arbitražnih jedinica krzo tjedan. t-trajanje treninga, AJ-Arbitražna jedinica

Tablica 9. Izračun trenažnog impulsa

Tablica 10. Subjektivni osjećaj opterećenja s ventilacijskim pragovima modificirano prema Seiler 2006., Zelena linija VT1, Crvena linija VT2

Tablica 11. Metode praćenja trenažnog opterećenja

## **SLIKE**

Slika 1. Povezanost rizika od ozljede i odnosa akutnog i kroničnog opterećenja

Slika 2. Promjene u maksimalnoj brzini u testu (30-15 PTOp)

Slika 3. Frekvencija srca za vrijeme treninga na biciklu

Slika 4. Zapis frekvencije srca nakon progresivnog testa opterećenja

Slika 5. Varijabilnost srčane frekvencije

Slika 6. Vizualna analogna skala

Slika 7. Numerička skala

Slika 8. Verbalna skala

Slika 9. Uređaj za provociranje boli preuzeto iz Chesterton, 2007.

Slika 10. Upitnik ponašanja vezanih uz spavanje. Preuzeto iz Driller (2018).

Slika 11. FS-a tokom treninga i vrijeme provedeno u određenoj zoni

Slika 12. Kretanje igrača i prijedeni put