

# UTVRĐIVANJE VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE OPTEREĆENJA TRENINGA KAO MJERE UKUPNOG OPTEREĆENJA ZA DISCIPLINU KATE U KARATEU

---

Jukić, Nika

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:117:108141>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar kineziologije)

**Nika Jukić**

**UTVRĐIVANJE VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE  
OPTEREĆENJA TRENINGA KAO MJERE UKUPNOG  
OPTEREĆENJA ZA DISCIPLINU KATE U KARATEU**

diplomski rad

**Mentor:**

**Doc.dr.sc. Daniel Bok**

Zagreb, srpanj, 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:

---

Doc.dr.sc. Daniel Bok

Student:

---

Nika Jukić

# UTVRĐIVANJE VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE OPTEREĆENJA TRENINGA KAO MJERE UKUPNOG OPTEREĆENJA ZA DISCIPLINU KATE U KARATEU

## Sažetak

Glavni cilj istraživanja bio je utvrditi valjanost subjektivne procjene opterećenja treninga (SPOT), kao mjere trenažnog opterećenja, u odnosu na Edwardsovo trenažno opterećenje (Edwardsovo TO) i Banisterov trenažni impuls (Banisterov TRIMP), u karate disciplini kata. Istraživanje je provedeno na 8 reprezentativaca u katama, koji su prvo proveli progresivni test opterećenja (Beep test) kako bi se utvrdila maksimalna frekvencija srca. Zatim su, tijekom sljedeća tri tjedna provedena tri različita tipa karate treninga, i to situacijski, specifični i tehnički kata trening. Tijekom svih treninga ispitanicima je praćena srčana frekvencija. Pola sata nakon svakog treninga prikupljene su ocjene SPO svakog ispitanika. Pearsonov koeficijent korelacije ( $r$ ) korišten je za prikaz povezanosti između varijabli trenažnog opterećenja. Dobiveni rezultati pokazuju da trenažno opterećenje tri treninga izraženo kroz Edwardsovo TO ( $p=0,064$ ) i Banisterov TRIMP ( $p=0,102$ ). Ipak, SPOT je statistički značajno različit između tri treninga ( $p<0.001$ ). Rezultati u situacijskom treningu prikazuju statistički značajnu korelaciju između SPOT i Edwardsovog TO ( $r=0,71$ ), dok u specifičnom treningu ne postoji statistički značajna korelacija između SPOT i Edwardsovog TO ( $r=0,72$ ), niti Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,52$ ). U tehničkom treningu postoji statistički značajna korelacija između SPOT i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,82$ ). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da trenažni impulsi temeljeni na srčanoj frekvenciji nemaju zadovoljavajuću ekološku valjanost za praćenje trenažnog opterećenja karate kata treninga, stoga se preporučuje korištene SPOT kao metode praćenja trenažnog opterećenja tijekom kata treninga.

**Ključne riječi:** trenažno opterećenje, trenažni impulsi, frekvencija srca, borilački sportovi, situacijski trening

## VALIDATION OF SESSION RATINGS OF PERCEIVED EXERTION FOR QUANTIFYING TRAINING LOAD IN KARATE KATA SESSIONS

### **Abstract**

The main goal of this study was to investigate validity of sRPE, as a training load (TL) method, in relation to Edwards' TL and Banister training impulse (TRIMP) in karate kata discipline. Eight elite karate kata athletes, members of the national karate team, took part in this study. Firstly, subjects performed a multistage fitness test (Beep test) in order to determine maximal heart rate. The subjects then, in the following three weeks, performed three different kata training sessions while their heart rates were monitored. Thirty minutes after the end of each session, RPE was collected for each subject. Pearson correlation coefficient ( $r$ ) was used for determining associations between TL variables. Results show that TL of three sessions are not significantly different in relation to Edwards' TL ( $p=0.064$ ) or Banister TRIMP ( $p=0.102$ ). However, sRPE was significantly different between each training session ( $p<0.001$ ). Results in situational sessions show significant correlation between sRPE and Edwards' TL ( $r=0,71$ ). In specific session there are no significant correlations between sRPE and Edwards' TL ( $r=0,72$ ) or Banister TRIMP ( $r=0,52$ ). Technical session shows significant correlation between sRPE and Banister TRIMP ( $r=0,82$ ). HR-based methods for TL assessment are not able to discriminate between kata training sessions and, therefore, sRPE should be used by coaches to monitor TL in karate kata athletes.

**Key words:** training load, training impulse, heart rate, martial arts, situational training

## Sadržaj:

1. Uvod.....	6
2. Ciljevi i hipoteze .....	10
3. Metode.....	11
3.1. Ispitanici.....	11
3.2. Protokol.....	11
3.2.1. Progresivni test opterećenja.....	11
3.2.2. Treninzi .....	12
3.3. Varijable.....	13
3.3.1. Računanje trenažnog opterećenja .....	13
3.4. Metode obrade podataka .....	14
4. Rezultati .....	14
5. Rasprava .....	20
6. Zaključak.....	25
7. Literatura .....	27

## 1. Uvod

### **Karate sport**

Karate je borilačka vještina dugačke povijesti koja potiče iz Japana, a čiji se početci bilježe u 17. stoljeću. Ova je vještina prije svega služila kao način nenaoružane samoobrane, a zahvaljujući Gihinu Funakoshiju, početkom 20. stoljeća proširila se ostatkom Japana i svijeta (Arriaza i Leyes, 2004). Međunarodna karate organizacija osnovana je 1960. godine, a deset godina kasnije održano je i prvo svjetsko prvenstvo u karateu koje se od tada odvija svake dvije godine. Nešto kasnije, 1993. godine organizacija je preimenovana u Svjetsku karate federaciju (WKF), te danas broji više od 150 zemalja članica (Arriaza i Leyes, 2004). Također, WKF trenutno priznaje četiri karate stila, i to Shitoryu, Shotokan, Goyuryo i Wadoryu. Svaki od navedenih stilova temelji se na pojedinoj ideji i sadrži različite elemente tehnike (Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer i Chamari, 2012). Danas je karate jedan od najraširenijih sportova u svijetu.

### **Karate discipline**

Karate se dijeli na dvije discipline, kata i kumite. Ove dvije discipline, iako pripadaju istom sportu, razlikuju se u odnosu na stilove, ali i fiziološke potrebe (Doria i sur., 2009). Kate predstavljaju borbu sa zamišljenim protivnikom tako što se izvode kombinacije unaprijed određenih elemenata. Elementi se sastoje od tehnika napada i obrane krećući se u različitim stavovima po tatamiju. Određeni udarci u kati moraju biti snažni, brzi i fokusirani, dok drugi moraju biti spori i mirni (Massuca, Manteigas, Branco i Miarka 2014; Doria i sur., 2009). Nadalje, postoji veliki broj kata koje se međusobno razlikuju prema zahtjevnosti elemenata i dužini trajanja. Stoga se u karateu razlikuju učeničke kate, odnosno temeljne kate sa jednostavnim elementima, i majstorske kate, odnosno napredne kate sa zahtjevnijim elementima dužeg trajanja (Tan, 2004). U sustavu natjecanja suci procjenjuju razinu tehnike, ritma, snage, i izvedbu kate u cijelosti, odnosno dojam izvedbe. Također, kate se na natjecanjima izvode u pojedinačnoj ili ekipnoj konkurenciji, u prosječnom trajanju od 2 minute.

Disciplina kumite predstavlja borbu između dva protivnika, bez potpunog kontakta. Karate borba je sačinjena od brzih i kratkih kretanja nogama naprijed, nazad i u stranu, uz

različite udarce i blokove, nogama i rukama, te bacanja. Karate borba traje 3 minute i također se provodi u pojedinačnoj i ekipnoj konkurenciji, ali za razliku od discipline kata zahtjeva podjelu po težinskim kategorijama, te dodjeljivanje jednog, dva ili tri boda za određene udarce (WKF, 2020). Važan segment karate borbe je i taktika, što se uvelike razlikuje od karate kate.

### **Fiziološka analiza karatea**

Iako je karate sve popularniji, pogotovo zbog nedavnog priključivanja na popis Olimpijskih sportova, još uvijek postoji prostor za detaljnije znanstveno istraživanje ovog sporta. To se posebno odnosi na istraživanje fiziološkog odgovora i zahtjeva treninga u katama i borbama. Nekolicina znanstvenika je istraživala zahtjeve karatea, ali pretpostavka da je anaerobni laktatni mehanizam primaran za dobivanje energije u karateu negirana je (Bussweiler i Hartman, 2012). Istraživanja pokazuju da su anaerobni alaktatni mehanizam, odnosno s dužim trajanjem aktivnosti aerobni mehanizam, glavni mehanizmi dobivanja energije u karateu (Bussweiler i Hartman, 2012). Generalno, u disciplini kumite 70% dobivanja energije odnosi se na aerobni mehanizam, 20% na dobivanje energije iz ATP-a i kreatin fosfata, te 10% na laktatni anaerobni mehanizam, dok su u katama aerobni i anaerobni izvori energije podjednako podijeljeni (Doria i sur., 2009). Karate borci izvode kratke i intenzivne kombinacije elemenata između kojih su prisutne dugačke pauze niskog do umjerenog intenziteta (Križan i Bok, 2020). Nadalje, maksimalna vrijednost srčane frekvencije nakon dvije minute simulirane karate borbe iznosila je  $187 \pm 4$  otkucaja u minuti (Chaabene i sur., 2015). Nedavna istraživanja prikazuju da natjecatelji kumite discipline provode 65% vremena od sveukupnog vremena treninga sa srčanom frekvencijom u zoni do 90% od njihove maksimalne frekvencije srca (Chaabene i sur., 2015). Koncentracija laktata u krvi nakon karate borbe u nekim istraživanjima iznosi prosječno  $7.7 \pm 1.9$  mmol/l (Chaabene i sur., 2015), dok drugi znanstvenici pronalaze podatke o rasponu koncentracije laktata između 3,1 i 14,6 mmol/l (Križan i Bok, 2020). Tijekom karate borbe, aerobni sustav ima veći doprinos u dobivanju energije, iako je uloga ATP i kreatin-fosfat sistema ključna u kratkim i eksplozivnim akcijama napada i obrane (Vujkov, Obadov, Trivić i Vujkov, 2009).

Tijekom simulirane izvedbe kate, maksimalna frekvencija srca kod ispitanika iznosi prosječno 94% od njihove maksimalne frekvencije srca, kod muških ispitanika, odnosno prosječno 90% kod ženskih ispitanica (Chaabene i sur., 2015). Nadalje, nakon izvedbe jedne



kate razina laktata iznosi prosječno 4 mmol/l, odnosno 6.9 mmol/l nakon dvije kate izvedene za redom. Određena istraživanja pokazuju da su aerobni i anaerobni (ATP, kreatin-fosfat) izvori energije podjednako podijeljeni kod natjecatelja u katama (Chaabène i sur., 2015).

Iako veliki broj istraživanja prikazuje povišenu koncentraciju laktata nakon izvedbe kate (prosječno 8 mmol/l), na anaerobni laktatni metabolizam tijekom kate odlazi samo 17-31% od sveukupne potrebe za energijom, odnosno, anaerobni laktatni mehanizam dobivanja energije nije primarni način dobivanja energije u katama (Bussweiler i Hartmann, 2012).

S druge strane, kako bi se postigla vrhunska izvedba u karateu, potrebna je visoka razina jakosti i snage. Tijekom karate borbe i tijekom izvedbe kate postiže se stvaranje kinetičke energije određenih dijelova tijela u što kraćem vremenu (Chaabène i sur., 2012). Eksplozivna snaga ima izrazito važnu ulogu u postizanju kvalitetne izvedbe u karateu, odnosno, razina izvedbe će ovisiti o razini brzine i snage donjih i gornjih ekstremiteta. Nadalje, u obje discipline važna je brzina kontrakcije određenog mišića, čak više nego sama jakost pojedinog mišića (Chaabène i sur., 2012). Važno je istaknuti da u disciplini kata veliku važnost ima i izometrička kontrakcija, zbog statičkih pozicija, posebno nožnih stavova (Chaabène i sur., 2012). Zbog spomenutih razlika u strukturi disciplina i fiziološkog odgovora, način i sadržaj treninga razlikuje se između disciplina kumite i kata.

### **Praćenje opterećenja**

Trenažni proces u katama sastoji se od velikog broja tehničkih treninga kako bi se usavršila kompleksna tehnika brojnih kata, treninga specifične snage i izdržljivosti, ali i kondicijskih treninga kroz koje se prije svega razvijaju jakost i eksplozivna snaga. Vrhunski karate natjecatelji podvrgnuti su napornim treninzima kako bi usavršili svoju tehniku i poboljšali kondicijsku pripremljenost. Između ostaloga, njihov uspjeh ovisi o adekvatnom praćenju trenažnog opterećenja, ne samo kao pomoć u planiranju i programiranju, nego i kao kvalitetan instrument u prevenciji pretreniranosti (Milanez i Pedro, 2012). Svaki trening predstavlja određeni podražaj koji utječe na sportašev psihološki i fiziološki odgovor. Kako bi se kvalitetno planirao i programirao trenažni proces, potrebno je pratiti trenažno opterećenje. Odnosno, potrebno je mjeriti trenažno opterećenje s ciljem praćenja napretka sportaša, prepoznavanja razine umora, ali i smanjivanja mogućnosti od ozljeđivanja i razumijevanja sportaševih reakcija na pojedina opterećenja (Bok, 2019).

Metode praćenja najjednostavnije se dijele na unutarnje i vanjske metode. Unutarnje metode odnose se na varijable poput prosječne srčane frekvencije, koncentracije laktata u krvi, primitka kisika, i subjektivne procjene opterećenja (SPO), dok se vanjske metode većinom odnose na GPS tehnologiju, te ostale kinetičke i kinematičke parametre sportske izvedbe. Nadalje, upravo kombinacija unutarnjih i vanjskih parametara potrebna je za kvalitetan uvid u stres prouzrokovan treningom (Bourdon i sur., 2017). S ciljem što jednostavnijeg praćenja opterećenja u različitim sportovima (koji imaju različite udjele aerobnog i anaerobnog režima rada) sve više se koriste različiti oblici subjektivne procjene opterećenja treninga (SPOT). SPOT uzima u obzir intenzitet (sportaševa ocjena za odrađeni trening) i trajanje treninga (u minutama) s ciljem računanja ukupnog opterećenja treninga ili natjecanja (Haddad, Styliandes, Djaoui, Dellal i Chamari, 2017). Kako bi sportašima i trenerima pojednostavili proceduru, Foster i sur. (2001) prikazuju modificiranu skalu od 0 do 10 (Slika 1) i dokazuju kako je SPOT valjan način praćenja opterećenja u različitim sportovima, odnosno u visoko intenzivnim intervalnim sportovima, ali i ekipnim sportovima. Korištenje SPOT smatra se jednom od glavnih i korisnijih metoda u kvantifikaciji trenažnog opterećenja, ali i kao pomoć u periodizaciji u različitim sportovima (Foster i sur., 2001). Na taj način se ekonomično mogu skupiti valjani podaci, bez dodatnih troškova, a uz jednostavno računanje. S obzirom da je srčana frekvencija najčešće korišten način prikazivanja unutarnjeg opterećenja, valjanost SPOT-a se u velikoj mjeri provjerava korelacijom između trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji, Banisterov trenažni impuls (TRIMP) i Edwardsovo trenažno opterećenje (TO), a između ostalih sportova takav način utvrđivanja valjanosti korišten je i u karateu (Haddad i sur., 2017).

OCJENA	OPIS
0	Odmor
1	Iznimno lagano
2	Lagano
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	.
7	Jako teško
8	.
9	.
10	Maksimalno

*Slika 1. Modificirana skala subjektivne procjene opterećenja prema Foster i sur., (2001).*

SPOt kao metoda praćenja opterećenja počela sve više istraživati i u borilačkim sportovima. Znanstvenici su u nekim od dosadašnjih istraživanja proučavali valjanost subjektivne procjene opterećenja u karateu, točnije u disciplini kumite. Subjektivna procjena opterećenja pokazala se kao valjana mjera za praćenje unutarnjeg trenažnog opterećenja kod sportaša u disciplini kumite (Silmani, Davis, Franchini i Moalla, 2017). Nadalje, proučavajući povezanost SPOt i trenažnih impulsa tijekom kumite treninga, Milanez i Pedro (2012), prikazuju statistički značajnu korelaciju između SPOt i Edwardsovog TO ( $r=0,81$ ), te SPOt i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,79$ ). Sličan zaključak prikazuju Padulo i sur. (2014) proučavajući juniorske karate borce također ukazujući na statistički značajnu korelaciju između SPOt i Edwards TL ( $r=0,79$ ), te između SPOt i Banisterovog TRIMP ( $r=0,63$ ). Također, Tabben i sur. (2015) potvrđuju SPOt kao valjanu metodu za određivanje trenažnog opterećenja kod karate boraca sa statistički značajnom korelacijom između SPOt i Edwardsovog TO ( $r=0,80$ ), te između SPOt i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,81$ ). Statistički značajne korelacije pronađene su i u natjecateljskim uvjetima, između SPOt i Edwardsovog TO i SPOt i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,77$  i  $r=0,84$ ) (Tabben i sur., 2015).

## **Problem istraživanja**

Iako postoje studije koje dokazuju valjanost SPOt kao kvalitetan način kvantificiranja trenažnog opterećenja u disciplini kumite, takve studije još nisu provedene u disciplini kata. Vodeći se navedenim saznanjima, ovo istraživanje usporedit će SPOt i trenažne impulse (prema Banisteru i Edwardsu) u disciplini kata. Stoga, glavni cilj ovog istraživanja je istražiti povezanost SPOt i trenažnih impulsa kako bi se utvrdila valjanost SPOt za određivanje trenažnog opterećenja u disciplini kate u karateu.

## **2. Ciljevi i hipoteze**

Cilj ovog rada je istražiti valjanost SPOt kao mjere ukupnog trenažnog i natjecateljskog opterećenja. Valjanost SPOt će se testirati izračunavanjem korelacije između SPOt i različitih trenažnih impulsa dobivenih na temelju frekvencije srca zabilježene tijekom treninga. Hipoteza ovog rada je da će istraživanje utvrditi valjanost subjektivne procjene opterećenja treninga kao mjere ukupnog opterećenja za disciplinu kate u karateu.

### 3. Metode

#### 3.1. Ispitanici

Osam hrvatskih reprezentativaca u katama, koji se natječu na međunarodnoj juniorskoj i seniorskoj razini, sudjelovali su u studiji. Uzorak ispitanika sačinjen je od 4 muška ispitanika, prosječne dobi od  $24,3 \pm 6,5$  godina, visine  $179,8 \pm 3,4$  cm, i tjelesne težine  $84 \pm 8$  kg, te 4 ispitanice, prosječne dobi od  $20,3 \pm 9,2$  godine, te visine  $163 \pm 6,2$  cm, i tjelesne težine  $59,3 \pm 3,2$  kg. Ispitanici imaju prosječno 5 do 7 karate treninga i 3 kondicijska treninga tjedno, a četiri ispitanika imaju medalju sa juniorskih i seniorskih europskih prvenstva u posljednjih pet godina. Svi ispitanici, te roditelji tri maloljetna ispitanika bili su upoznati sa procedurom testiranja, te su svi potpisali informirani pristanak. Svi ispitanici su bili jasno upućeni da mogu odustati od sudjelovanja u eksperimentu u bilo kojem trenutku. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Kineziološkog fakulteta u Zagrebu.

#### 3.2. Protokol

Na početku uobičajenog treninga ispitanici su sudjelovali u provedbi progresivnog testa opterećenja (Beep test). Zatim, ispitanici su u narednom periodu (30 dana) proveli tri različita karate treninga koji su međusobno bili u razmaku od najmanje 48 sati. Treninzi su provedeni u isto vrijeme. Svi treninzi programirani su u dogovoru sa glavnim trenerom kako bi bili u skladu sa godišnjim planom i programom treninga i natjecanja. Ispitanici su pet minuta prije svakog treninga u mirovanju nosili pulsmetar, te se na taj način zabilježila minimalna srčana frekvencija. Mjesec dana prije provedbe samog istraživanja ispitanici su bili upoznati sa korištenjem traka za praćenje srčane frekvencije, te korištenjem skale za subjektivnu procjenu opterećenja. Pola sata nakon svakog treninga ispitanici su dali ocjenu od 0 do 10 kao pokazatelj subjektivne procjene opterećenja pojedinog treninga.

##### 3.2.1. Progresivni test opterećenja

Svi ispitanici su prvo bili podvrgnuti provođenju progresivnog testa opterećenja (Beep test) kako bi se utvrdile maksimalne srčane frekvencije. Test je proveden u dvorani u kojoj je udaljenost od 20 metara prvo izmjerena metrom zatim jasno označena čunjevima. Zadatak ispitanika je trčati između označenih linija od 20 metara, dodirujući svaku liniju u trenutku zvučnog signala (Léger, Mercier, Gadoury i Lambert, 1988). Audio signali testa pušteni su pomoću aplikacije The Beep Test. Ispitanici su prije testa imali vrijeme od 15 minuta za

zagrijavanje, a zatim im je objašnjen protokol testa. Prije zagrijavanja ispitanicima su podijeljene trake za praćenje srčane frekvencije (Polar H7) koje su bile povezane s aplikacijom Polar Team. Početna brzina trčanja je 8,5 km/h, a brzina se povećava svake minuta za 0,5 km/h. Test je bio zaustavljen u trenutku kada ispitanik više nije mogao pratiti zvučne signale testa ili kada je sam odustao. Na kraju testa, maksimalne srčane frekvencije su zabilježene i upisane u profil svakog ispitanika kako bi aplikacija mogla izračunati odgovarajuće zone treniranosti za treninge koji će kasnije biti provedeni.

### 3.2.2. Treninzi

Svi ispitanici proveli su tri različita treninga (Tablica 1). Prvi trening zahtijevao je od ispitanika da izvedu četiri natjecateljske kate sa aktivnom pauzom od deset minuta između svake kate. Na taj način je simulirano natjecanje pa je stoga ovaj trening primjer situacijskog kata treninga. Drugi trening odnosio se na izvedbu 6 polovica različitih kata sa pasivnim pauzama od 3 minute između dvije polovice jedne kate, te 15 minuta aktivne pauze između svake kate. Podjelom kate na dva dijela, smanjuje se fiziološko opterećenje. Stoga, ovakav tip treninga često se koristi s ciljem ispravljanja tehničkih pogrešaka budući da se na taj način sportaši mogu u lakšim uvjetima koncentrirati na tehnički kvalitetnu izvedbu. Također, takvi treninzi provode se i s ciljem razvoja i održavanja specifične kondicije. Drugi trening se zato odnosi na specifični kata trening. Treći i posljednji trening u istraživanju zahtijevao je od ispitanika izvedbu tri različite kate unutar kojih su ispitanici izabrali 6 kratkih segmenata (između 3 i 5 elemenata), sa kratkim proizvoljnim pauzama između segmenata. Cilj ovog treninga je tehničko usavršavanje. Kroz kratke segmente moguć je maksimalan fokus na tehničku izvedbu odnosno ispravljanje tehničkih grešaka. Stoga, treći trening odnosi se na tehnički kata trening. Unutar glavnog dijela svakog treninga, ispitanici su izvodili kate ili pojedine elemente s maksimalnim naporom. Prosječno trajanje sva tri treninga iznosilo je 76,7 minuta. Frekvencija srca praćena je tijekom cijelog treninga pomoću Polar traka za praćenje srčane frekvencije (H7) i aplikacije Polar Team. Svi treninzi dogovoreni su sa glavnim trenerom. Nakon svakog treninga ispitanici su dali ocjenu subjektivne procjene opterećenja (skala 0-10), točnije 30 minuta nakon završetka treninga kako bi se izostavio utjecaj posljednje vježbe.

Tablica 1. Opis provedenih treninga.

	TRENING 1	TRENING 2	TRENING 3
UVODNI DIO	1. Miofascijalno opuštanje 2. Zagrijavanje – trčanje sa zadacima 3. Mobilnost i dinamičko istezanje 4. Mišićna aktivacija  20 minuta	1. Miofascijalno opuštanje 2. Zagrijavanje – trčanje sa zadacima, škola trčanja, saq, skokovi 3. Mobilnost i dinamičko istezanje 4. Mišićna aktivacija i karate tehnika  30 minuta	1. Miofascijalno opuštanje 2. Mobilnost i dinamičko istezanje 3. Igra – „gađanje loptama“ (neuromuskularni podražaj)  20 minuta
GLAVNI DIO	Priprema i izvedbe 4 kate sa pauzama od 10 minuta između svake izvedbe  50 minuta	Izvedba 6 polovica kata po izboru: izvedba dvije polovice kate, 3 minute pauze između izvedbi polovica 15 minuta pripreme za sljedeću polovicu kate  45 minuta	Kratki segmenti kate (3-5 elementa) – 6 segmenata (3 kate) Pauza prije izvedbe segmenata proizvoljna  50 minuta
ZAVRŠNI DIO	Miofascijalno opuštanje 5 minuta	Miofascijalno opuštanje 5 minuta	Miofascijalno opuštanje 5 minuta

### 3.3. Varijable

Uzorak varijabli čini subjektivna procjena opterećenja treninga (skala 0-10), ukupno trajanje treninga, maksimalna frekvencija srca i mjere frekvencije srca zabilježene tijekom različitih treninga (zone frekvencije srca).

Nakon unesenih podataka iz aplikacije Team Polar, izračunati su SPOt, i trenažni impulsi prema Edwardsu i Banisteru.

#### 3.3.1. Računanje trenažnog opterećenja

SPOt izračunata je za svakog ispitanika umnoškom SPO i minuta treninga. Trenažni impuls prema Banisteru (Banisterov TRIMP) izračunat je za svakog ispitanika u svakom treningu pomoću sljedećih formula.

Za muškarce: trajanje treninga  $\times (FS_{\text{prosijek}} - FS_{\text{mirovanje}}) / (FS_{\text{max}} - FS_{\text{mirovanje}}) \times 0,64e^{1,92x}$

Za žene: trajanje treninga  $\times (FS_{\text{prosijek}} - FS_{\text{mirovanje}}) / (FS_{\text{max}} - FS_{\text{mirovanje}}) \times 0,86e^{1,67x}$

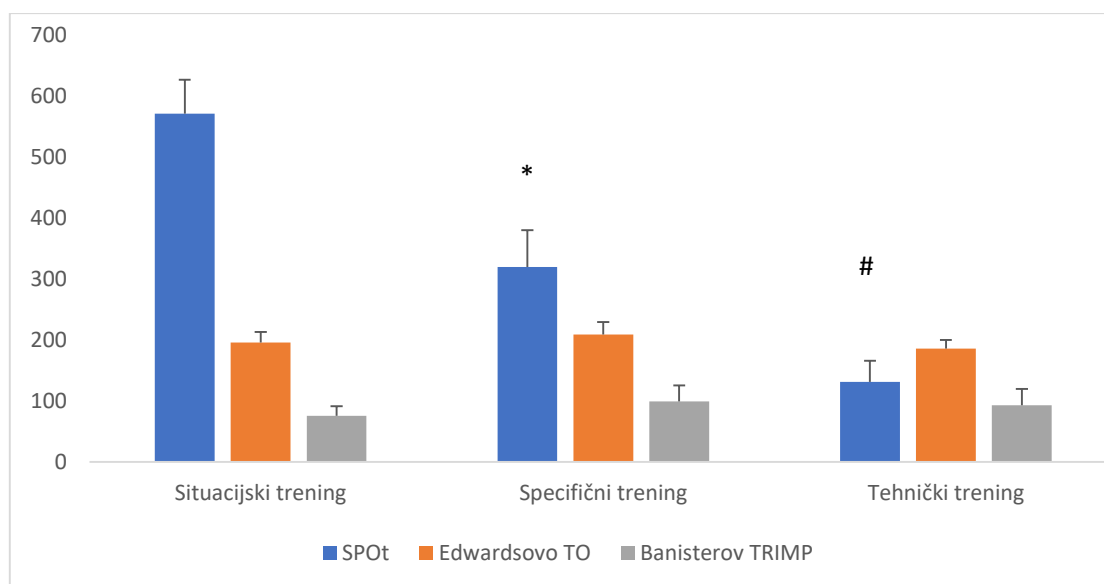
U formulama vrijedi  $e = 2,712$ ,  $x = (FS_{\text{prosijek}} - FS_{\text{mirovanje}}) / (FS_{\text{max}} - FS_{\text{mirovanje}})$  (Banister, 1991). Trenažno opterećenje koje se računa prema Edwardsu (Edwardsovo TO) temelji se na 5 trenažnih zona i vremenima provedenim u njima. Za računanje korištena je sljedeća formula: (vrijeme provedeno u 1. zoni (50-60%  $FS_{\text{max}}$ )  $\times 1$ ) + (vrijeme provedeno u 2. zoni (60-70%  $FS_{\text{max}}$ )  $\times 2$ ) + (vrijeme provedeno u 3. zoni (70-80%  $FS_{\text{max}}$ )  $\times 3$ ) + (vrijeme provedeno u 4. zoni (80-90%  $FS_{\text{max}}$ )  $\times 4$ ) + (vrijeme provedeno u 5. zoni (90-100%  $FS_{\text{max}}$ )  $\times 5$ ) = trenažni impuls (Edwards, 1993).

### 3.4. Metode obrade podataka

Rezultati su prikazani u obliku prosječnih vrijednosti i standardne devijacije. Normalnost distribucije testirana putem Kolmogorov-Smirnov testa. Ponovljena mjerenja analize varijance uz Tukey *post hoc* test korištena su s ciljem određivanja razlika trenažnih opterećenja između tri provedena treninga. Pearsonov koeficijent korelacije ( $r$ ) korišten je za određivanje povezanosti između varijabli trenažnog opterećenja. Razine koeficijenta korelacije su sljedeće: nepostojeća ( $r < 0,1$ ), niska korelacija ( $0,1 < r < 0,3$ ), umjerena korelacija ( $0,3 < r < 0,5$ ), visoka korelacija ( $0,5 < r < 0,7$ ), jako visoka korelacija ( $0,7 < r < 0,9$ ) i savršena korelacija ( $r > 0,9$ ) (Hopkins, Marshall, Batterham i Hanin, 2009). Statistička značajnost prihvaćena je uz  $p < 0,05$ . Obrada podataka napravljena je u programu Statistica (v 13.2; Dell Inc, Tusla, OK).

## 4. Rezultati

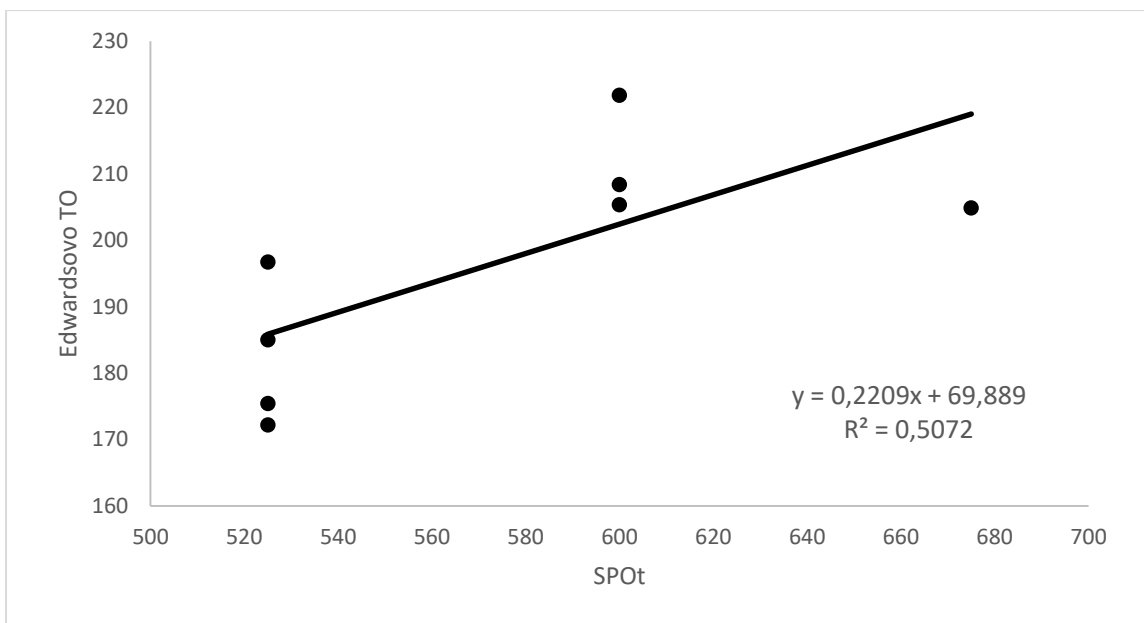
Nakon obrade podataka rezultati pokazuju da trenažna opterećenja tri provedena treninga nisu statistički značajno različita u odnosu na Edwardsovo TO ( $p = 0,064$ ) i Banisterov TRIMP ( $p = 0,102$ ). Ipak, postoji značajna razlika kada se trenažno opterećenje prikazuje putem SPot ( $p < 0,001$ ) (Slika 2).



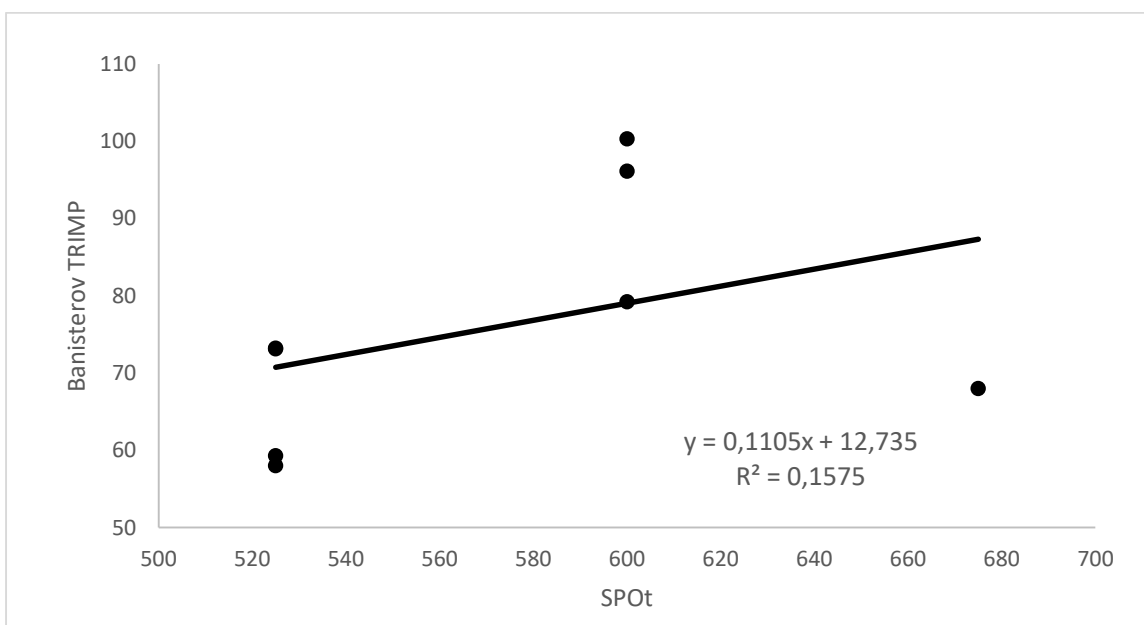
*Slika 2. Trenažno opterećenje tri treninga procijenjeno kroz SPOT, Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP. \* Značajno različito od situacijskog treninga ( $p < 0,001$ ) i tehničkog treninga ( $p < 0,001$ ); # Značajno različito od situacijskog treninga ( $p < 0,001$ ) i specifičnog treninga ( $p < 0,001$ ).*

Rezultati tri treninga zajedno, pokazuju da korelacije između SPOT i Edwardsovog TO ( $r=0,53$ ,  $p=0,18$ ), SPOT i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,13$ ,  $p=0,77$ ), te Edwardsovog TO i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,58$ ,  $p=0,15$ ) nisu statistički značajne. Rezultati situacijskog treninga upućuju na visoku statistički značajnu korelaciju između SPOT i Edwards TL ( $r=0,71$ ) (Slika 3), te između Edwardsovog TO i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,80$ ) (Slika 5). S druge strane, korelacija između SPOT i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,39$ ) nije statistički značajna (Slika 4). Rezultati specifičnog treninga pokazuju visoku statistički značajnu korelaciju između Edwardsovog TO i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,72$ ) (Slika 9), dok između SPOT i Edwardsovog TO ( $r=0,52$ ) ne postoji statistički značajna korelacija (Slika 7), kao niti između SPOT i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,01$ ) (Slika 8). Završno, u tehničkom treningu postoji visoka statistički značajna korelacija između SPOT i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,82$ ) (Slika 11), dok korelacije između SPOT i Edwardsovog TO ( $r=0,23$ ) (Slika 10), te Edwardsovog TO i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,64$ ) nisu statistički značajne (Slika 12).

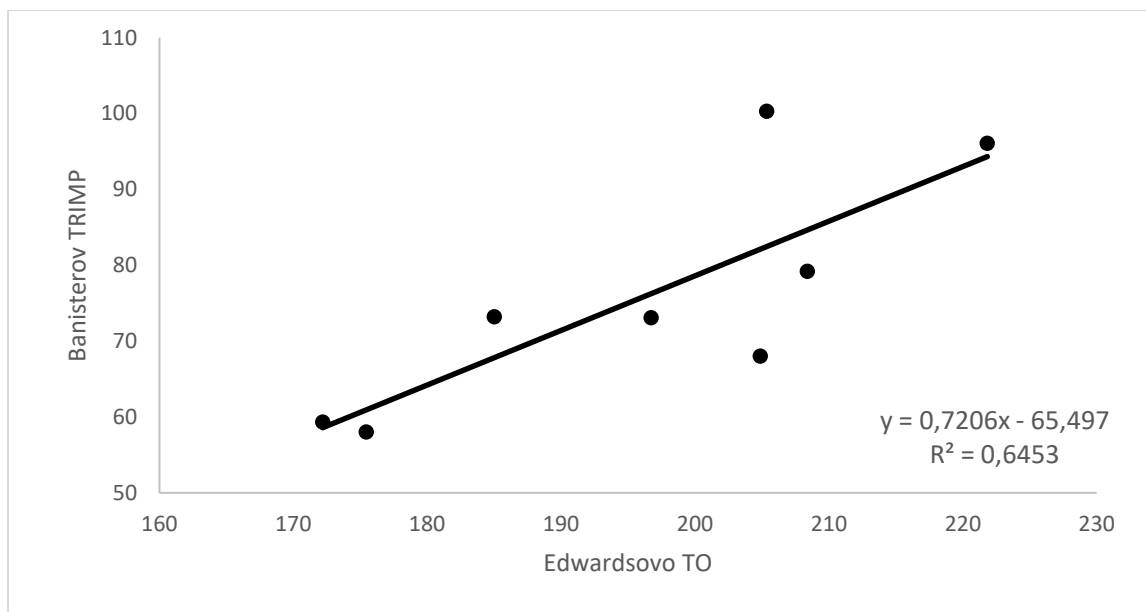




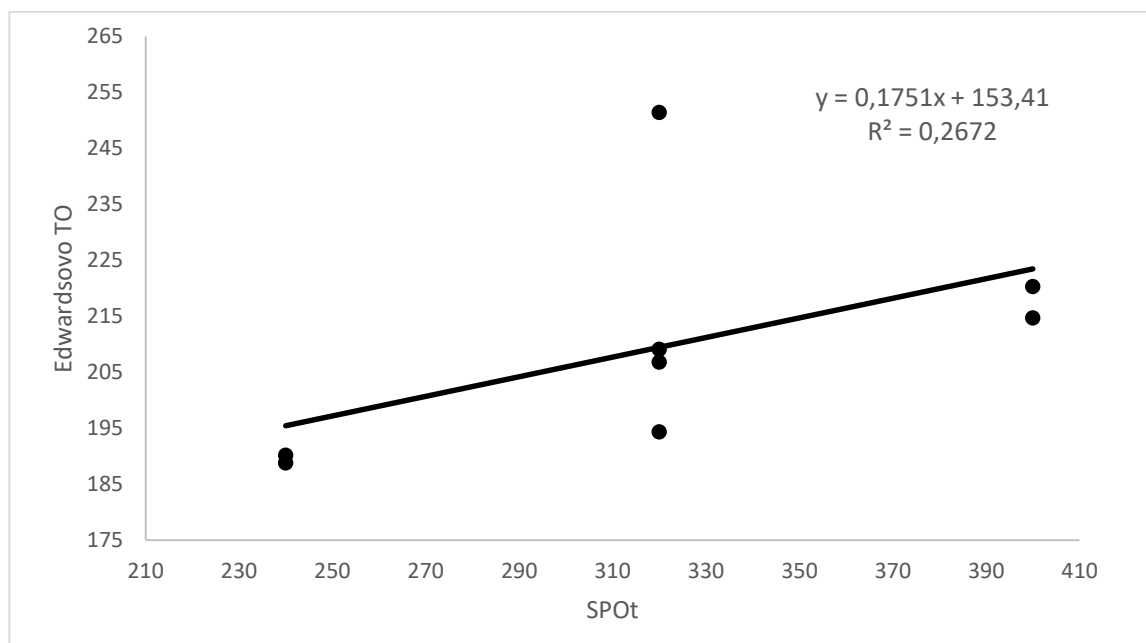
Slika 3. Povezanost između SPOT i Edwardsovog TO u situacijskom treningu.



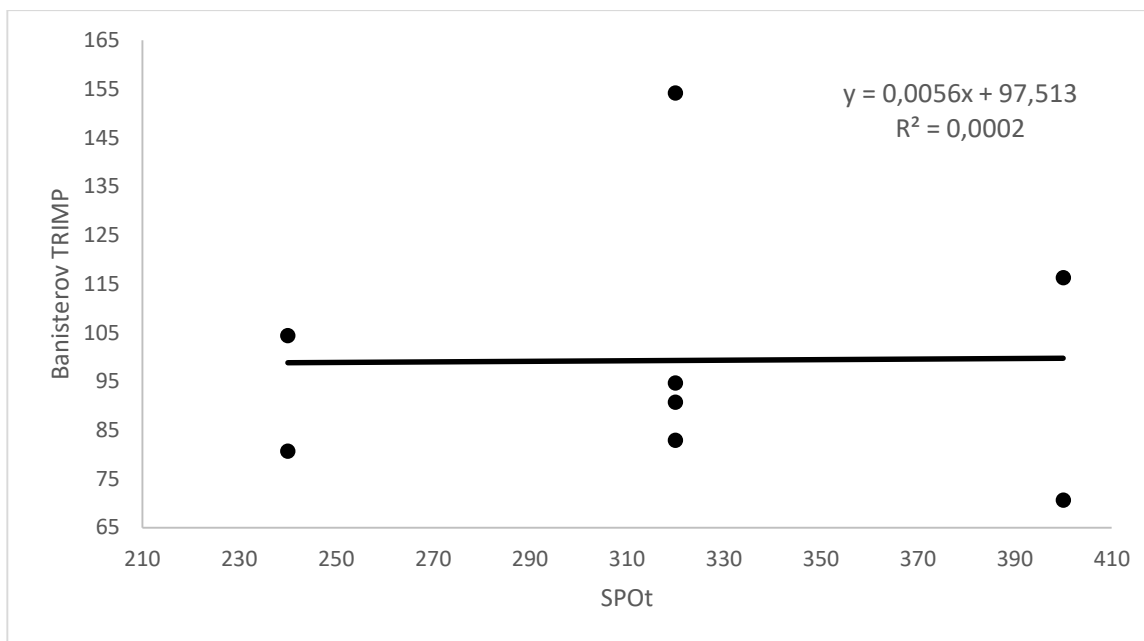
Slika 4. Povezanost između SPOT i Banisterovog TRIMP-a u situacijskom treningu.



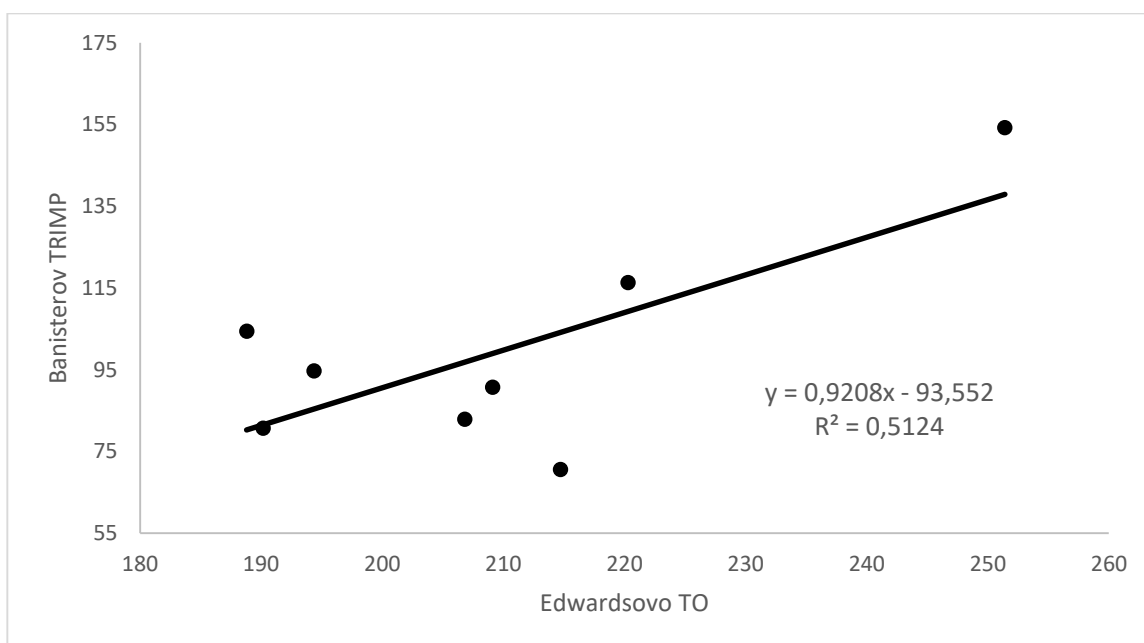
Slika 5. Povezanost između Banisterovog TRIMP-a i Edwardsovog TO u situacijskom treningu.



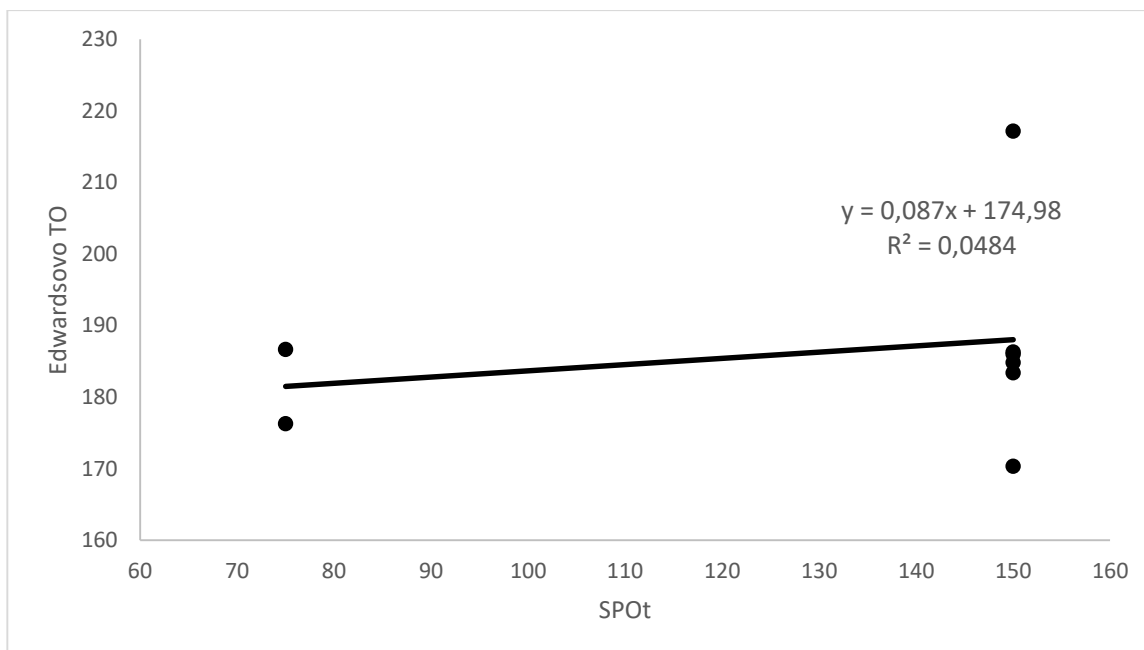
Slika 7. Povezanost između SPOt i Edwardsovog TO u specifičnom treningu.



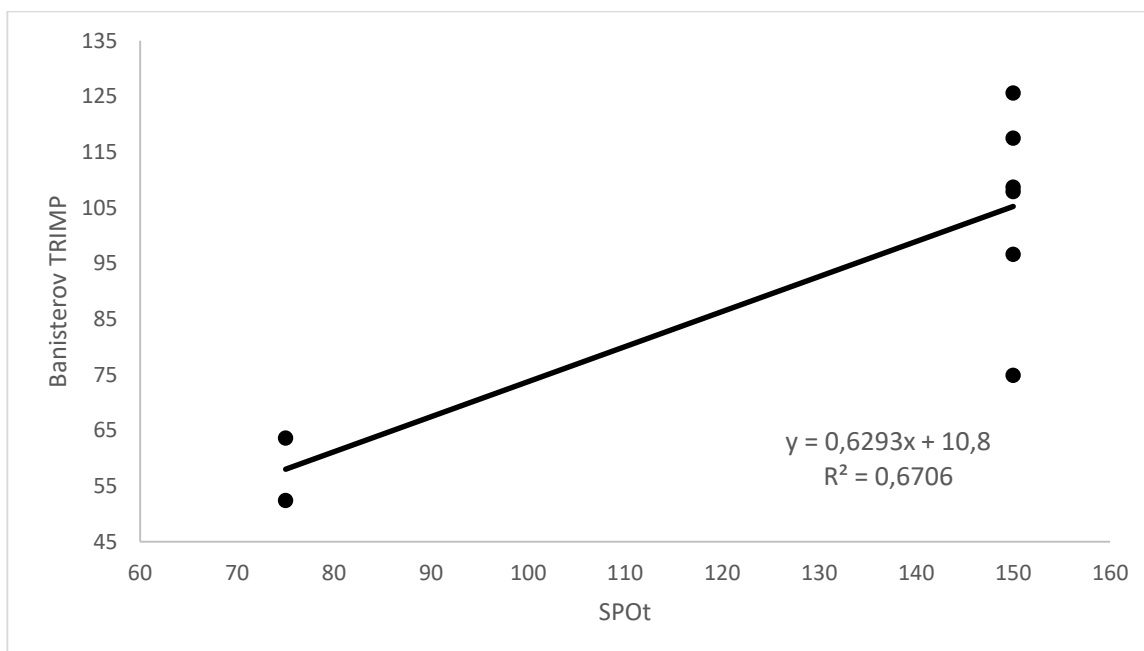
Slika 8. Povezanost između SPOT i Banisterovog TRIMP-a u specifičnom treningu.



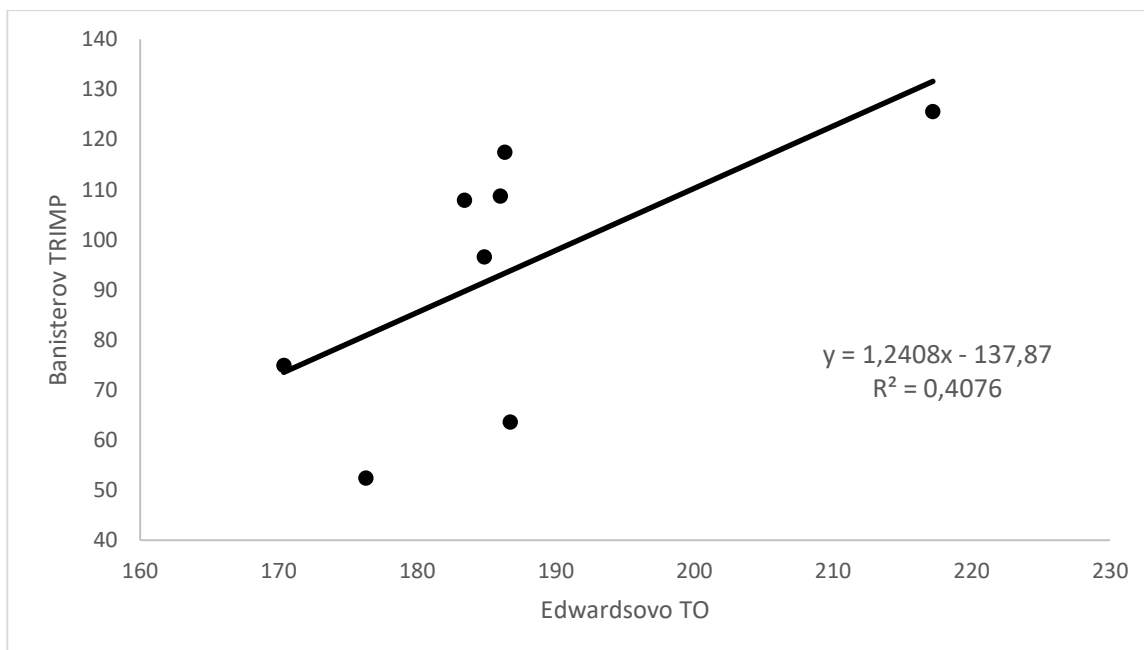
Slika 9. Povezanost između Banisterovog TRIMP-a i Edwardsovog TO u specifičnom treningu.



Slika 10. Povezanost između SPOT i Edwardsovog TO u tehničkom treningu.



Slika 11. Povezanost između SPOT i Banisterovog TRIMP-a u tehničkom treningu.



*Slika 12. Povezanost između Banisteriovog TRIMP-a i Edwardsovog TO u tehničkom treningu.*

## 5. Rasprava

Provedeno istraživanje dovelo je do nekoliko zaključaka. Za razliku od SPOT, trenažni impulsi temeljeni na srčanoj frekvenciji ne mogu razlučiti razlike između tri različita kata treninga. Nadalje, SPOT nije povezana sa metodama temeljenim na srčanoj frekvenciji kada se govori o provedenim treninzima sveukupno. Ipak, SPOT je visoko korelirana sa Edwardsovim TO tijekom situacijskog treninga. S druge strane, SPOT nije statistički značajno korelirana sa ni jednim od trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji tijekom specifičnog treninga. Na kraju, SPOT je visoko korelirana sa Banisterovim TRIMP-om u tehničkom treningu.

Analizom triju treninga pomoću trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji, trenažna opterećenja prikazuju se kao ista. Ipak, samo SPOT kao metoda praćenja trenažnog opterećenja uspijeva razlučiti razlike između provedenih treninga. Odnosno, SPOT kao metoda trenažnog opterećenja prikazuje da se tri treninga značajno međusobno razlikuju. Svi treninzi provedeni u istraživanju uobičajeni su kata treninzi. Istraživanje je temeljeno na tri različita i najčešća tipa treninga, situacijski, specifični, i tehnički kata trening. Bez obzira na tip treninga, ispitanici su bili primorani zadatke izvoditi maksimalnim intenzitetom. Ipak, trajanje njihovih maksimalnih izvedbi elemenata razlikuje se između treninga. Odnosno, u

situacijskom treningu ispitanici su izveli četiri cjelovite kata izvedbe koje su u prosjeku trajale između 130 i 160 sekundi. Specifični trening zahtijevao je od ispitanika izvedbu tri kate podijeljene na pola, odnosno šest polovica kata, u trajanju od prosječno 60 do 80 sekundi. Tehnički trening odnosio se na izvedbe kratkih segmenata, njih šest, unutar 3 različite kate, u prosjeku u trajanju od 10 sekundi. Sveukupna količina rada u svim treninzima je bila slična, ali unutar svakog pojedinog treninga, raspodjela rada i odmora je bila različita. Situacijski trening zahtijevao je maksimalnu i cjelovitu izvedbu kata sa 10 minuta pauze između svake izvedbe. Specifični trening zahtijevao je izvedbe polovica kata, s pauzom od 3 minute između polovica, dok je u tehničkom treningu cilj bio ispravljanje tehničkih grešaka unutar kratkih segmenata u trajanju od prosječno 10 sekundi, sa proizvoljnom pauzom između svakog segmenta. Stoga, navedene razlike u distribuciji rada i odmora uzrokovale su različite fiziološke odgovore kod ispitanika. Nadalje, situacijski trening, to jest, cjelovite izvedbe kata u prosječnom trajanju između 130 i 160 sekundi, uzrokovale su najsnažniji srčano-žilni odgovor kod ispitanika. Iako je takva reakcija bila očekivana s obzirom da je upravo situacijski trening bio najzahtjevniji, trajanje visokog srčano-žilnog odgovora zapravo je bilo kratkog trajanja u odnosu na cijeli trening. Također, ispitanici su u prvom treningu dali najviše ocjene na skali od 0-10 pri skupljanju njihove SPO (prosječno 7,6). Izvedbe polovica kata također su uzrokovale visoke vrijednosti srčane frekvencije, ali takav srčano-žilni napor tijekom situacijskog treninga bio je još kraći. Primijećeni kratki usponi srčane frekvencije nisu imali važan utjecaj na trenažno opterećenje procijenjeno putem trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji. Takav rezultat moguć je zbog relativno dugog trajanja samih treninga (prosječno  $86,7 \pm 4,7$  minute). Nadalje, metode trenažnih impulsa Edwardsov TO i Banisterov TRIMP, ne razlikuju se unutar provedenih treninga. Na temelju toga može se zaključiti kako su provedeni treninzi uzrokovali jednak stres na ispitanike. Ipak, već dvije minute visoko-intenzivnog rada mogu prouzročiti snažan metabolički odgovor, odnosno povećanu razinu laktata u krvi, te takva aktivnost može uzrokovati koncentraciju laktata u krvi iznad 10 mmol/l (Bok, Jukić i Vučetić, 2009). Tako i izvedba polovice kate, u prosječnom trajanju između 60 i 80 sekundi, može uzrokovati povišenu razinu laktata u krvi. Prisutne razlike u metaboličkom stresu provedenih treninga uzrokovale su različite rezultate SPOt. Nadalje, pronađena je statistički značajna korelacija ( $r=0,91$ ) između SPOt i trenažnog impulsa temeljenom na laktatima (Milanez i Pedro (2012), te između SPOt i koncentracije laktata ( $r=0,96$ ) (Milanez i sur., 2011) tijekom karate borbi u trajanju od 2 minute sa pauzama od 30 do 60 sekundi između svake borbe. Čak i u igrama na skraćenom terenu u nogometu, gdje je metabolički stres manji, a srčano-žilni veći nego u karateu, podaci o koncentraciji

laktata objašnjavaju dodatnih 14,7% varijance SPOT u odnosu na 43,1% objašnjenih na temelju srčane frekvencije (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna i Impellizzeri, 2009). Iako takva istraživanja prikazuju metabolički stres kao važan faktor koji doprinosi SPOT, ovo istraživanje ukazuje na puno veći utjecaj metaboličkog stresa u kata treningu nego što to ima srčano-žilni stres. Pretpostavka je da je upravo to glavni razlog zbog kojeg ne postoje značajne korelacije između SPOT i trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji. Stoga, iako ne postoji značajna povezanost SPOT sa trenažnim opterećenjem procijenjenim putem trenažnih impulsa temeljenim na srčanoj frekvenciji, SPOT ima dobru ekološku valjanost i prikazuje kvalitetnije rješenje za procjenu trenažnog opterećenja u kata treningu.

Nadalje, tijekom situacijskog treninga prisutna je značajna povezanost između SPOT i Edwardsovog TO, ali između SPOT i Banisterovog TRIMP-a ne postoji povezanost. Takav se rezultat razlikuje od dosadašnjih istraživanja provedenih u karateu budući da je u provedenim studijama prisutna povezanost između SPOT i Edwardsovog TO, kao i između SPOT i Banisterovog TRIMP-a tijekom treninga (Milanez i Pedro, 2012; Padulo et al., 2014; Tabben et al., 2015) i natjecanja (Tabben et al., 2013). Ipak, navedena istraživanja provedena su u disciplini kumite. Karate borba dužeg je trajanja, te zahtjeva veće korištenje aerobne energije, dok je u disciplini kata prisutan veći doprinos anaerobnog mehanizma dobivanja energije (Beneke, Beyer, Jachner, Erasmus i Hütler, 2004). Dosadašnja istraživanja zaključuju da tijekom službenog karate meča sportaši provode 65% (Chaabene et al., 2014) do 74% (Tabben et al., 2013) cijelog meča unutar zone intenziteta >90% od maksimalne srčane frekvencije. Nadalje, prisutna je veća akumulacija koncentracije laktata tijekom izvedbe kate iako su koncentracije laktata nakon kata izvedbe i karate borbe slične, čak iako je trajanje kate nekada upola kraće od karate borbe (Doria et al., 2009; Chaabene et al., 2015). Također, SPO nakon simulirane karate borbe iznosi prosječno  $4,9 \pm 0,6$  (Tabben i sur., 2014), te nakon natjecateljskog meča prosječno  $4,2 \pm 1,2$  (Tabben i sur. 2013) što je manje od prosječne vrijednosti SPO nakon situacijskog kata treninga ( $7,6 \pm 0,7$ ) u ovom istraživanju, čime se upućuje na veći metabolički stres tijekom izvedbe kate. Dakle, veće i statistički značajne korelacije između SPOT i dva trenažna impulsa tijekom karate borbe, nisu iznenađujuće. Različite korelacije između SPOT i trenažnih impulsa u ovom istraživanju mogu biti objašnjene na temelju razlika između dviju metoda i njihovom načinu računanja. Korištene metode trenažnih impulsa imaju ograničenu mogućnost u proučavanju trenažnog opterećenja intervalnih aktivnosti. Ipak, metoda Edwardsovog TO strukturirana je na način da se vrijeme provedeno u svakoj sljedećoj zoni srčane frekvencije množi sa većim koeficijentom, te je na

taj način primjerenija za kvantificiranje intervalnih treninga (Borresen i Lambert, 2009). Nadalje, Edwardsovo TO primjerenije je u procjenjivanju kratkih visoko intenzivnih intervala tijekom određene aktivnosti koje baš poput karate borbe doprinose višim vrijednostima srčane frekvencije. Zbog toga dolazi do razlika u razini povezanosti između SPOT i trenažnih impulsa, budući da su načini i faktori korišteni u računanju različiti između Edwardsovog TO i Banisterovog TRIMP-a. Iako Edwardsovo TO nije najprikladnije rješenje u kvantifikaciji trenažnog opterećenja tijekom aktivnosti u nižim zonama srčane frekvencije, ova metoda može se koristiti kako bi se međusobno razlikovala trenažna opterećenja sportaša. Zbog toga je u ovom istraživanju, točnije u situacijskom treningu, došlo do statistički značajne korelacije između Edwardsovog TO i SPOT. S druge strane, Banisterov TRIMP računa se pomoću unaprijed određenih koeficijenata, zajedno sa rezervom srčane frekvencije i minutama trajanja treninga (Haddad i sur., 2017). Odnosno, ova je metoda povezana sa vrijednostima srčane frekvencije u mirovanju i sa vršnom srčanom frekvencijom, stoga je utjecaj srednje vrijednosti srčane frekvencije u ovoj metodi puno veći (Borresen i Lambert, 2009). Dakle, situacijski trening proveden u istraživanju, sastoji se od kraćih visoko intenzivnih intervala aktivnosti (kata), ali i od dugačkih perioda oporavka. Takav tijek treninga uzrokovao je slične prosječne vrijednosti srčane frekvencije kod ispitanika i stoga Banisterov TRIMP nije metoda koja može razlučiti razlike između trenažnih opterećenja ispitanika, te iz tog razloga razina korelacije između SPOT i Banisterovog TRIMP-a u situacijskom treningu nije statistički značajna.

Specifični trening sastojao se od izvedbi polovica 3 kate sa pauzama od 3 minute između polovica i novim periodom pripreme od 15 minuta za sljedeću katu. Rezultati pokazuju da ne postoji statistički značajna korelacija između SPOT i niti jedne metode trenažnih impulsa. Polovica kate u prosjeku traje 60 sekundi, te je doprinos aerobnog i anaerobnog mehanizma energije podjednako visok. Ipak, zbog kraćeg trajanja, udjeli su puno manji nego što je to prisutno u situacijskom treningu. S druge strane, određeni metabolički stres je prisutan i kod izvedbe polovice kate. Bussweiler i Hartmann (2012) tako primjećuju da se produljenjem trajanja kate sa 30 na 60 sekundi, stvara 2,5 mmol/l veća koncentracija laktata u krvi. Također, povećanjem trajanja kate sa 30 na 60 sekundi aerobni udio energije kod ispitanika povećao se duplo (Bussweiler i Hartmann, 2012), a povećanjem trajanja kate sa 10 na 80 sekundi aerobni udio povećao se četiri puta (Francescato, Talon i di Prampero, 1995). Iako se u provedenom treningu kata dijelila na pola, ispitanici su i dalje svaku polovicu izvodili s maksimalnim naporom. Stoga, čak i izvedba pola kate može uzrokovati umjereni do



visoki metabolički stres. Navedeno je također vidljivo iz ocjena SPO nakon specifičnog treninga, koje prosječno iznose  $4 \pm 0.8$ . S druge strane, potrebno je objasniti zašto ne postoji povezanost između SPOt i metoda trenažnih impulsa u specifičnom treningu provedenom u ovom istraživanju. Prvo, zbog pauza unutar treninga, odnosno omjera pauza i rada, metode temeljene na srčanoj frekvencije nisu bile adekvatne u ovom slučaju. Velika je vjerojatnost da je na dobivene rezultate utjecalo slabo iskustvo u korištenju skale SPO, ali i činjenica da su sudjelovali i mladi sportaši. Korištenje SPO kod mladih sportaša treba provoditi s oprezom budući da nisu uvijek u potpunosti sposobni percipirati trenažno opterećenje (Gros Lambert i Mahon, 2006). Stoga, iako su svi ispitanici reprezentativci, te su se neki i od mladih sportaša natjecali u seniorskoj konkurenciji, njihovu dobi i iskustvo ipak treba uzeti u obzir kada se govori o SPO. Nadalje, upravo u takvim slučajevima kao što je to bilo u specifičnom treningu, u kojem su kratki visoko-intenzivni dijelovi treninga kombinirani sa dužim intervalima odmora, može biti teško precizno odrediti SPO nakon 30 minuta od završetka treninga. Također, kate su disciplina u kojoj je izražena eksplozivna snaga gornjih ekstremiteta, te izometrička kontrakcija donjih ekstremiteta, te se zbog toga kod sportaša javlja viša razina srčane frekvencije u odnosu na postotak maksimalnog primitka kisika (Iide i sur., 2008). Odnosno, to je još jedno objašnjenje za dobivene rezultate, budući da postoji jasno neslaganje između fiziološkog i procijenjenog opterećenja. Također, postoje i razlike kod ispitanika nakon provedenog progresivnog testa opterećenja (Beep test). Stoga, različite razine srčano-žilnog fitnesa i maksimalnog primitka kisika kod ispitanika vjerojatno su utjecale na dobivene rezultate.

Tehnički trening proveden je tako što su ispitanici izvodili kratke segmente 3 kate, od najviše pet elemenata, sa proizvoljnim pauzama između segmenata. Cilj tehničkog treninga bio je fokus na detalje, te ispravljanje tehničkih pogrešaka. Rezultati tehničkog treninga ukazuju na statistički značajnu korelaciju između SPOt i Banisterovog TRIMP-a, dok povezanost između SPOt i Edwardsovog TO ne postoji. Takav trening, u kojem su ispitanici izvodili kratke segmente do 15 sekundi trajanja, nije aerobno zahtjevan (Francescato et al., 1995). Navedeno potvrđuje i činjenica da ispitanici nisu proveli vrijeme u visokoj zoni intenziteta, odnosno u zoni do 90% od maksimalne srčane frekvencije. Nadalje, provedeni trening nije niti anaerobno glikolitički zahtjevan. Također, nizak intenzitet treninga potvrdili su i ispitanici sa niskim ocjenama SPO nakon treninga ( $1.8 \pm 0.5$ ). Dobivena visoka statistički značajna korelacija između SPOt i Banisterovog TRIMP-a, ali ne i između SPOt i Edwardsovog TO u ovom treningu, može se objasniti na temelju razlika dviju metoda.

Metoda Edwardsovog TO nije bila idealna u razlučivanju razlika između ispitanika, ali budući da metoda Banisterovog TRIMP-a u većoj mjeri ovisi o prosječnoj vrijednosti srčane frekvencije, ta je metoda prikladnija u pronalasku minimalnih razlika između ispitanika. Navedeno potvrđuje gotovo savršena korelacija između SPOt i Banisterovog TRIMP-a ( $r=0,99$ ).

Najveće ograničenje istraživanja odnosi se na nedostatak poznavanja skale SPO kod ispitanika. Ispitanici su bili upoznati sa skalom mjesec dan prije istraživanja, te je njihovo skromno poznavanje skale moglo utjecati na dobivene rezultate, a posebice slabe korelacije u specifičnom treningu. Nadalje, tri ispitanice su maloljetne, a SPO nije u potpunosti pouzdana mjera kod mladih sportaša zbog nedostatka iskustva, ali i zbog same činjenice da mladi sportaši nisu uvijek sposobni točno percipirati umor (Gros Lambert i Mahon, 2006). Još jedno potencijalno ograničenje istraživanja je i trajanje treninga, točnije, relativno dugo trajanja zagrijavanja. Također, koncentracije laktata nisu bile mjerene, a rezultati razine laktata mogu dodatno prikazati povezanost sa SPOt. Naposljetku, s ciljem utvrđivanja pouzdanosti SPOt potrebno je provesti veći broj treninga. Stoga, neophodna su daljnja istraživanja na ovu temu kako bi se utvrdila pouzdanost SPOt, ali i istražili različiti tipovi kata treninga.

Dobiveni rezultati istraživanja prikazuju SPOt kao bolju mjeru trenažnog opterećenja nego što su trenažni impulsi temeljeni na srčanoj frekvenciji (Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP). Na temelju dobivenih rezultata, treneri mogu kvalitetnije birati alate u praćenju trenažnog opterećenja. Odnosno, trebali bi koristiti SPOt kao glavnu metodu praćenja trenažnog opterećenja u kata treninzima. Budući da su kate kratkog trajanja, u prosjeku 2 minute, i visoko-intenzivne te metabolički zahtjevne, moguće je da srčana frekvencija nije dovoljna u određivanju trenažnog opterećenja. Stoga se praćenje srčane frekvencije preporuča uz korištenje SPOt, ali isključivo s ciljem praćenja srčano-žilne komponente stresa tijekom kata treninga.

## **6. Zaključak**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi valjanost SPOt kao ukupne mjere trenažnog opterećenja u karate disciplini kata. Budući da je SPOt sve češće upotrebljavan u većini sportova, ova se tema počela istraživati i u karateu. Ipak, valjanost SPOt utvrđivana je do sada samo u disciplini kumite. Dobiveni rezultati ukazuju na visoke statistički značajne korelacije

između SPOT i trenažnih impulsa tijekom treninga i natjecanja karate borbe. Ovo je istraživanje provedeno na vrhunskim hrvatskim kata natjecateljima kroz tri različita treninga koja prikazuju uobičajene tipove treninga u katama. Dobiveni rezultati tri treninga zajedno, ukazuju da trenažni impulsi (Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP) nisu značajno povezani sa SPOT. Iako metode Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP ne mogu razlučiti razlike između tri tipa provedenih treninga, SPOT prikazuje zadovoljavajuću ekološku valjanost. Također, potrebna su daljnja istraživanja na temu kako bi se točnije utvrdili rezultati i pouzdanost SPOT. Ipak, može se zaključiti kako je SPOT primjerena metoda u određivanju trenažnog opterećenja u kata treningu.

## 7. Literatura

- Arriaza, R., & Leyes, M. (2005). Injury profile in competitive karate: prospective analysis of three consecutive World Karate Championships. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 13(7), 603-607.
- Banister, E.W. (1991). Modeling elite athletic performance. In: H. Green, J. McDougal, & H. Wenger (eds.), *Physiological testing in elite athletes* (pp. 403-424). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J. & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 518-523.
- Bok, D., Jukić, I. & Vučetić, V. (2009). Load analysis of karate kata situational training. In S. Loland, K., Bø, K., Fasting, J. Hallén, Y., Ommundsen, G. Roberts, E. Tsolakidis (Eds.), *Book of Abstracts of the 14<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science* (p. 207). Oslo: European College of Sport Science.
- Bok, D., (2019). Kontrola opterećenja u sportu: osnovne postavke i suvremeni trendovi. U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 19. godišnje međunarodne konferencije "Kondicijska priprema sportaša"* (str. 15-21). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- Borresen, J. & Lambert, M.I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795.
- Bourdon, P.C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M.C., Gabbett, T.J., Coutts, A.J., Burgess, D.J., Gregson, W. & Cable, T.N. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, S2-161-S2-170.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 27(5), 73.
- Bussweiler, J. & Hartmann, U. (2012). Energetics of basic karate kata. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 3991-3996.
- Chaabene, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M.A., Mkaouer, B. & Chamari, K. (2014). Time-motion analysis and physiological responses to karate official combat sessions: is there a difference between winners and defeated karatekas? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302-308.
- Chaabene, H., Franchini, E., Sterkowicz, S., Tabben, M., Hachana, Y. & Chamari, K. (2015). Physiological responses to karate specific activities. *Science & Sports*, 30(4), 179-187.

- Chaabene, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B. & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 42(10), 829-843.
- Coutts, A.J., Rampinini, E., Marcora, S.M., Castagna, C. & Impellizzeri, F.M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 79-84.
- Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M.A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fano, G. & Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 603-610.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In: S. Edwards (ed.), *The heart rate monitor book* (pp. 113-129). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Francescato, M.P., Talon, T. & di Prampero, P.E. (1995). Energy cost and energy sources in karate. *European Journal of Applied Physiology*, 71(4), 355-361.
- Gros Lambert, A. & Mahon, A.D. (2006). Perceived exertion: influence of age and cognitive development. *Sports Medicine*, 36(11), 911-928.
- 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.
- Hopkins, W.G., Marshall, S.W., Batterham, A.M. & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-13.
- Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N. & Moriwaki, C. (2008). Physiological responses of simulated karate sparring matches in young men and boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 839-844.
- Križan, A. & Bok, D. (2020). Fiziološki i subjektivni akutni odgovor na karate borbu. U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 18. godišnje međunarodne konferencije "Kondicijska priprema sportaša"* (str. 80-85). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.

- Massuça, L., Manteigas, R., & Branco, B. (2014). Physiological and perceived exertion responses during specific training of Goju-Ryu Karate Kata. *Journal of Combat Sports & Martial Arts*, 5(2).
- Milanez, V.F., Pedro, R.E. (2012). Application of different load quantification methods during a karate training session. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18(4), 278-282.
- Milanez, V.F., Spiguel Lima, M.C., Gobatto, C.A., Perandini, L.A., Nakamura, F.Y. & Ribeiro, L.F.P. (2011). Correlates of session-rate of perceived exertion (RPE) in a karate training session. *Science & Sports*, 26(1), 38-43.
- Padulo, J., Chaabene, H., Tabben, M., Haddad, M., Gevat, C., Vando, S., Maurino, L., Chaouachi, A. & Chamari, K. (2014). The construct validity of session RPE during an intensive camp in young male karate athletes. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 4(2), 121-126.
- Slimani, M., Davis, P., Franchini, E. & Moalla, W. (2017). Rating of perceived exertion for quantification of training and combat loads during combat sport-specific activities: a short review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2889-2902.
- Tabben, M., Chaabene, H., Franchini, E., Tourny C., Chamari, K. & Coquart, J. (2014). The influence of karate practice level and sex on physiological and perceptual responses in three modern karate training modalities. *Biology of Sport*, 31(3), 201-207.
- Tabben, M., Tourny, C., Haddad, M., Chaabane, H., Chamari, K. & Coquart, J.B. (2015). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training load in karate athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 684-690.
- Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M. Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., Chaabane, H., Chamari, K. & Tourny-Chollet, C. (2013). Physiological and perceived exertion responses during international karate kumite competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(4), 263-271.
- Tan, K. S. (2004). Constructing a martial tradition: Rethinking a popular history of karate-dou. *Journal of Sport and Social Issues*, 28(2), 169-192.
- Vujkov, S., Obadov, S., Trivić, T., & Vujkov, N. (2009). Differences in physical fitness in kumite and kata performance between female karate athletes. In *1st International Scientific Conference Exercise and Quality of Life* (pp. 347-351), 42(10), 829-843
- WKF. (n.d.). *Statutes & Rules*. World Karate Federation. Retrieved June 26, 2020, from <https://www.wkf.net/structure-statutes-rules>

