

Valjanost i pouzdanost subjektivne procjene opterećenja treninga u taekwondo disciplini forma

Putak, Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:117:535725>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-27**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Martin Putak

**VALJANOST I POUZDANOST SUBJEKTIVNE
PROCJENE OPTEREĆENJA TRENINGA U
TAEKWONDO DISCIPLINI FORMA**

diplomski rad

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Martin Putak

**VALJANOST I POUZDANOST SUBJEKTIVNE
PROCJENE OPTEREĆENJA TRENINGA U
TAEKWONDO DISCIPLINI FORMA**

diplomski rad

Zagreb, rujan, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i kondicijska priprema sportaša

Vrsta studija: sveučilišni integrirani prijediplomski i diplomski studij

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački rad

Naziv diplomskog rada: je prihvaćen od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini (2023./2024.) dana (22. travnja 2024.).

Mentor: dr. sc. socio. *Jere Gulin*, pred.

Valjanost i pouzdanost subjektivne procjene opterećenja treninga u taekwondo disciplini forma

Martin Putak, 0034088619

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1. dr. sc. socio. *Jere Gulin* (Predsjednik – mentor)
2. izv. prof. dr. sc. *Daniel Bok* (član)
3. izv. prof. dr. sc. *Saša Vuk* (član)
4. izv. prof. dr. sc. *Ivan Segedi* (zamjenski član)

Broj etičkog odobrenja: 65/2024.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,

Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb

Faculty of Kinesiology

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Kinesiology; course: Kinesiology in Education and strength & conditioning

Type of program: Integrated undergraduate and graduate university study Kinesiology

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Conditioning of athletes

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific-research

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year (2023./2024.) on (April 22, 2024.).

Mentor: Jere Gulin, PhD.

The validity and reliability of session rate of perceived exertion in taekwondo poomsae discipline

Martin Putak, 0034088619

Thesis defence committee:

1. *Jere Gulin, PhD.* (chairperson – supervisor)
2. *Daniel Bok, PhD.* (member)
3. *Saša Vuk, PhD.* (member)
4. *Ivan Segedi, PhD.* (substitute member)

Ethics approval number: 65/2024.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology,

Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna 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:

dr. sc. socio. Jere Gulin, pred.

Student:

Martin Putak

VALJANOST I POUZDANOST SUBJEKTIVNE PROCJENE OPTEREĆENJA TRENINGA U TAEKWONDO DISCIPLINI FORMA

Sažetak

Primarni cilj istraživanja bio je utvrditi valjanost i pouzdanost subjektivne procjene opterećenja treninga (SPOto), kao mjere trenažnog opterećenja u odnosu na Banisterov trenažni impuls (Banisterov TRIMP) i Edwardsovo trenažno opterećenje (Edwardsovo TO), kroz provedbu tri treninga iste vrste u taekwondo disciplini forma. Istraživanje je provedeno na 11 natjecatelja u formama, koji su najprije proveli progresivni test opterećenja (Beep test) zbog utvrđivanja maksimalne srčane frekvencije. Potom, kroz idućih deset dana provedena su tri treninga iste vrste, točnije situacijski trening forma. Tijekom svih treninga, ispitanicima se pratila frekvencija srca. Po završetku svakog treninga, ispitanici su imali trideset minuta za odmor i hlađenje te su nakon toga prikupljane ocjene SPOt-a za svakog ispitanika. Pearsonov (r) te Spearmanov (r_s) koeficijent korelacije korišteni su za prikazivanje povezanosti između varijabli trenažnog opterećenja. Dobiveni rezultati upućuju na statički značajnu korelaciju između SPOto i Banisterovog TRIMP-a u prvom treningu ($r=0,78$), a između SPOto i Edwardsovog TO nema statistički značajne povezanosti ($r=0,15$). U drugom treningu ne postoji statistički značajna korelacija između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,41$) te između SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,46$). Dok, u trećem treningu postoji statistički značajna korelacija između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,64$) te između SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,70$). ANOVA za ponovljena mjerenja korištena je za utvrđivanje pouzdanosti metode subjektivne procjene opterećenja treninga. Dobiveni rezultati ukazuju kako je SPOto pouzdana metoda jer ne postoji statistički značajna razlika između tri provedena treninga ($p=0,28$). Na temelju analiziranih rezultata, preporuča se korištenje SPOto kao pouzdane i valjane metode za određivanje i praćenje trenažnog opterećenja u treningu forma.

Ključne riječi

trenažno opterećenje, srčana frekvencija, borilački sportovi, trenažni impulsi, povezanost

THE VALIDITY AND RELIABILITY OF SESSION RATE OF PERCIEVED EXERTION IN TAEKWONDO POOMSAE DISCIPLINE

Abstract

The primary goal of the research was to determine the validity and reliability of the subjective assessment of training load (sRPE) as a measure of training load in comparison to Banister's training impulse (Banister's TRIMP) and Edwards' training load (Edwards' TL) through the implementation of three identical training sessions in the taekwondo discipline of forms. The study was conducted on 11 forms competitors who first performed a progressive load test (Beep test) to determine their maximum heart rate. Then, over the next ten days, three identical training sessions, specifically situational form training, were conducted. During all training sessions, the participants' heart rates were monitored. After each training session, the participants had thirty minutes for rest and cooling down, after which sRPE ratings were collected for each participant. Pearson's (r) and Spearman's (r_s) correlation coefficients were used to show the relationship between the training load variables. The results indicate a statistically significant correlation between sRPE and Banister's TRIMP in the first training session ($r=0.78$), while there is no statistically significant correlation between sRPE and Edwards' TL ($r=0.15$). In the second training session, there is no statistically significant correlation between sRPE and Banister's TRIMP ($r=0.41$) or between sRPE and Edwards' TL ($r=0.46$). However, in the third training session, there is a statistically significant correlation between sRPE and Banister's TRIMP ($r=0.64$) and between sRPE and Edwards' TL ($r=0.70$). Repeated measures ANOVA was used to determine the reliability of the subjective assessment method of training load. The results indicate that sRPE is a reliable method because there is no statistically significant difference between the three training sessions ($p=0.28$). Based on the analyzed results, the use of sRPE is recommended as a reliable and valid method for determining and monitoring training load in form training.

Key words

training load, heart rate, martial arts, training impulses, correlation

Sadržaj

| | |
|-------------------------------------|----|
| Uvod | 1 |
| Taekwondo sport..... | 1 |
| Taekwondo discipline | 1 |
| Fiziološka analiza taekwondo..... | 2 |
| Praćenje opterećenja | 4 |
| Problem istraživanja..... | 7 |
| Ciljevi i hipoteze..... | 8 |
| Metode istraživanja..... | 9 |
| Uzorak ispitanika | 9 |
| Treninzi | 10 |
| Uzorak varijabli | 11 |
| Izračun trenažnog opterećenja | 11 |
| Metode obrade podataka | 12 |
| Rezultati | 13 |
| Rasprava..... | 20 |
| Zaključak..... | 24 |
| Literatura..... | 25 |

Uvod

Taekwondo sport

Taekwondo je borilačka vještina čije postojanje seže duboko u povijest. Najraniji dokazi o njegovom postojanju pronađeni su u Koreji u kraljevskoj grobnici Koguryo, u obliku murala, a potječu iz razdoblja 50 godina prije Krista (Park i sur., 2014). Ova borilačka vještina, u svojoj je suštini, služila kao način nenaoružane borbe, odnosno samoobrane (Choi, 1965). Otac modernog taekwondoa, general Choi Hong-hi, zaslužan je za veliko proširenje i prepoznavanje taekwondoa diljem svijeta tijekom 20. stoljeća. Međunarodna taekwondo federacija (ITF) osnovana je 1966. godine, također od strane Choi Hong-hi-ja kako bi se promovirao i poticao rast ove borilačke vještine. Svjetska taekwondo federacija (WTF) osnovana je 1973., a iste godine je održano i prvo Svjetsko prvenstvo u taekwondou koje se od tada nastavilo održavati svake druge godine. Svjetska taekwondo federacija preimenovana je 2017. godine u „World Taekwondo“ (WT) te trenutno broji 212 zemalja članica diljem pet kontinenata. Taekwondo je danas jedan od najraširenijih borilačkih sportova u svijetu sa preko 70 milijuna vježbača (Park i sur., 2014).

Taekwondo discipline

Taekwondo trening se provodi kroz 5 trenažnih modaliteta, Kibon (osnove), Poomsae (forme), Hosinsul (samoobrane), Kyokpa (lomljenje) i Kyorugi (borbe). Na natjecanju se provode samo dvije discipline, kyorugi i poomsae (Haddad, 2014). Unatoč tome što navedene discipline pripadaju istom sportu, stilovi im se razlikuju, a njihovi su fiziološki zahtjevi i potrebe drugačije, kao i pripadajuće antropometrijske karakteristike. Poomsae ili forme, specifične su po koreografiranim borbama protiv zamišljenog protivnika, a izvode se u svrhu usavršavanja osnovnih tehnika (Blofeld, 1968). Pojam osnovnih tehnika odnosi se na obrasce kretanja vježbača u napadu i obrani uz izvođenje blokada rukama te udaraca rukama i nogama, krećući se pritom u različitim stavovima po tatami podlozi. Nadalje, način treniranja formi je ponavljanje zadanih obrazaca kretanja u napadu i obrani po točnom određenom redosljedu za svaku pojedinu formu. Disciplina formi, okarakterizirana je eksplozivnim pokretima i skokovima te demonstriranjem izometričkih i dinamičkih kontrakcija, i pokreta sa naglaskom na preciznost izvedbe, što posljedično dovodi do više razine srčane frekvencije (Seo i sur.,

2020). Također, izvođenje formi zahtijeva dobro razvijene motoričke sposobnosti poput snage, fleksibilnosti i ravnoteže (Lei i Jun, 2022). Postoji mnogo formi, a razlikuju se po dužini trajanja i prema složenosti elemenata. Forme su podijeljene na način da postoji osam učeničkih formi (taeguk poomsae), odnosno temeljnih formi sa jednostavnijim elementima kraćeg trajanja kojima se napreduje kroz učenička zvanja, to jest učeničke pojaseve i devet majstorskih formi (yudanja poomsae) sa vrlo složenim elementima dužeg trajanja za napredovanje kroz majstorska zvanja ili razine crnog pojasa (Haddad, 2014). U sustavu natjecanja, suci na temelju vlastite procjene boduju preciznost u osnovnim kretnjama, izvođenju udaraca i blokada, ali i brzinu, snagu, ravnotežu, ritam i tempo te cjelokupni izražaj energije ili cjelokupni dojam koji je natjecatelj predstavio svojom izvedbom (WT, 2024). Shodno tome, forme se na službenim natjecanjima mogu izvoditi u pojedinačnoj, parovima, ekipnoj i mješovitoj konkurenciji te u obliku slobodnog stila u kojem natjecatelji sami odabiru elemente i njihov redoslijed kroz formu. Prosječno trajanje forme je do 90 sekundi (WT, 2024).

U svrhu razumijevanja taekwondo kao cjeline, odnosno cjelokupnog sporta, spomenut će se obilježja discipline kyorugi kako bi se kroz ovu studiju mogle uočiti različitosti i specifičnosti između spomenutih disciplina. Disciplina kyorugi predstavlja borbu između dva protivnika uz potpuni kontakt. Taekwondo borbu krasi jednostavne i složene kretne strukture, a sastoje se od brzih kretnji nogama prema naprijed, nazad i u stranu, dok se pritom izvode udarci nogama u trup i glavu te šakama u trup. Također, blokiranje protivničkih udaraca nužno je za uspjeh. Taekwondo borba značajno se razlikuje od formi, traje 6 minuta i provodi se u pojedinačnoj i ekipnoj konkurenciji (WT, 2024). Nadalje, razlikovni faktori između navedene dvije discipline su bodovanje i taktika. Natjecatelji za poentiranje pojedinim udarcima mogu dobiti od jednog pa sve do pet bodova. Uz sve navedeno, kako bi borba između dva natjecatelja bila što ravnopravnija, vrši se podjela po težinskim kategorijama (WT, 2024).

Fiziološka analiza taekwondo

Fiziološki odgovor te zahtjevi treninga u taekwondo borbama i formama imaju prostora za detaljnije istraživanje, iako je taekwondo Olimpijski sport još od 2000. godine. Nekolicina znanstvenika je fiziološki analizirala i istraživala taekwondo, a pretpostavku da je anaerobni laktatni mehanizam glavni izvor dobivanja energije negirali su Campos i sur. (2012). Dosadašnja istraživanja pokazala su da anaerobni laktatni mehanizam ima veći doprinos na početku aktivnosti, odnosno u prvoj natjecateljskoj rundi, dok se njegov doprinos postepeno

smanjuje u drugoj i trećoj rundi (Campos i sur., 2012; Glaister, 2005). Istraživanja također pokazuju da je anaerobni alaktatni mehanizam zaslužan za provedbu visoko intenzivnih acikličnih kretnji tijekom borbe, dok se putem aerobnog mehanizma obnavljaju zalihe kreatin fosfata i ostalih supstrata te se može reći kako aerobni mehanizam preuzima ulogu glavnog izvora energije što duže aktivnost traje (Campos i sur., 2012; Matsushigue i sur., 2009). Općenito, u kyorugi disciplini, oko 66% energije dolazi iz aerobnog mehanizma, 30% iz ATP-a i kreatin fosfata, a 4% iz anaerobnog laktatnog mehanizma. Nasuprot tome, u formama su anaerobni i aerobni izvori energije podjednakog doprinosa (Campos i sur., 2012; Doria i sur., 2009). U taekwondo borbi, od boraca se zahtijeva izvođenje intenzivnih kombinacija borbenih aktivnosti, odnosno udaraca i kretnji u kratkom trajanju, između kojih se proteže duži period ne borbenih aktivnosti niskog do umjerenog intenziteta, a često je omjer rada i odmora u borbi između 1:2 i 1:7 (Bridge i sur., 2014). Shodno tome, maksimalna vrijednost srčane frekvencije tijekom simulacije taekwondo borbe u trajanju od šest minuta iznosila je 192 ± 8 otkucaja u minuti (Bridge i sur., 2018). Haddad i sur., (2012) ukazuju da natjecatelji u kyorugi disciplini 69% ukupnog vremena treninga provode s otkucajima srca unutar zone do 90% od njihove maksimalne srčane frekvencije. Nadalje, koncentracija laktata u krvi nakon taekwondo borbe u nekim studijama prosječno iznosi $7,36 \pm 2,97$ mmol/l, a postoje i studije u kojima autori izvještavaju o rasponu koncentracije laktata između 7,2 i 18,1 mmol/l (Burger-Mendonca i sur., 2015; Bridge i sur., 2018). Za vrijeme taekwondo borbe, ATP i kreatin-fosfat ključni su za izvođenje kratkih i eksplozivnih borbenih akcija, dok aerobni sustav daje najveći doprinos za dobivanje energije (Campos i sur., 2012). Energetski zahtjevi i fiziološki odgovori taekwondo borbe navedeni su zbog uočavanja odnosa između dviju disciplina.

Tijekom simulirane izvedbe formi, maksimalna vrijednost srčane frekvencije kod ispitanika prosječno iznosi $79,6\% \pm 9,2\%$ od njihove maksimalne frekvencije srca (Bridge i sur., 2007). Naime, nakon izvedbe jedne forme koncentracija laktata u krvi iznosi prosječno 3,5 mmol/l, odnosno 9,2 mmol/l nakon četiri forme izvedene zaredom (Lee i sur., 1999; Pourhoseini i sur., 2022). Dosadašnja istraživanja nisu obuhvatila izvore energije kod natjecatelja u formama, odnosno njihove konkretne postotke. Uzimajući u obzir veliku sličnost između karate kata i taekwondo forma, može se reći kako su aerobni i anaerobni izvori energije (ATP, kreatin-fosfat) podjednakog doprinosa, dok anaerobni laktatni mehanizam dobivanja energije pridonosi s trećinom ukupne energije. Na značajnost anaerobnog glikolitičkog kapaciteta u karate katama ukazali su Bok i sur., (2009) u studiji u kojoj je nakon izvedbe samo jedne kate koncentracija laktata u krvi iznosila iznad 11 mmol/l, a kod taekwondo natjecatelja

u formama zabilježene su vrijednosti koncentracije laktata iznad 9 mmol/l (Chaabene i sur., 2015).

Naravno, za ostvarivanje vrhunskih performansi u taekwondou, potrebno je posjedovati visoku razinu jakosti, snage, fleksibilnosti i ravnoteže kako bi se uspješno izvodile različite kretnje u različitim položajima. Za vrijeme izvođenja forme ili tijekom taekwondo borbe, od natjecatelja se iziskuje da u što kraćem vremenu generiraju kinetičku energiju određenih dijelova tijela (Lei i Jun, 2022). Taekwondoasima je izrazito važna eksplozivna snaga jer će kvaliteta izvedbe, odnosno brzina i snaga gornjih i donjih ekstremiteta biti ključan faktor za kvalitetnu izvedbu (Lei i Jun, 2022). Nužno je istaknuti kako se u kyorugi disciplini fokus natjecatelja postavlja na manifestaciju snage i brze rotacije trupa u svrhu udaranja suparnika. Dok se u formama fokus usmjerava na demonstriranje izometričkih i dinamičkih kontrakcija i pokreta sa naglaskom na umjerenost, i preciznost izvedbe niza elemenata od početka do kraja forme (Seo i sur., 2020). Zbog navedenih različitosti u strukturi disciplina i fiziološkom odgovoru, sadržaj i metode treninga razlikuju se između disciplina kyorugi i forma.

Praćenje opterećenja

Taekwondo zahtijeva trenažni proces koji uključuje veliki broj tehničkih treninga u svrhu usavršavanja složenih tehnika mnogih formi, treninga izdržljivosti i specifične snage te kondicijskih treninga za razvoj eksplozivne snage i jakosti. Vrhunski taekwondo natjecatelji svakodnevno se podvrgavaju napornim treninzima sa ciljem unaprjeđenja tehnike i kondicijskih sposobnosti. Shodno tome, uspjeh natjecatelja ovisi o prikladnom praćenju trenažnog opterećenja (Slimani i sur., 2017). Navedeno je, pomoćni alat za trenere kako bi mogli učinkovito planirati i programirati trenažni proces, ali i kako bi se prevenirala pretreniranost kod sportaša (Haddad i sur., 2017). Svaki trening pruža specifičan podražaj što za posljedicu ima izazivanje psihološkog i fiziološkog odgovora kod sportaša (Bok, 2019). Za kvalitetnije planiranje i programiranje trenažnog procesa, izuzetno je važno pratiti i mjeriti trenažno opterećenje kako bi se pratio napredak, prepoznao umor, smanjila mogućnost ozljeda i razumjele reakcije sportaša na različite razine opterećenja (Bok, 2019). Kako bi se moglo učinkovito pratiti promjene koje uzrokuje određena vrsta aktivnosti, u ovom slučaju disciplina forme u taekwondou, važno je imati dobar uvid u vanjske i unutarnje komponente opterećenja sportaša (Bok, Jukić i Foster, 2022). U suštini, unutarnje opterećenje predstavlja fiziološki i

psihološki odgovor na zadano vanjsko opterećenje. Mjeri se objektivnim metodama kao što su frekvencija srca, koncentracija laktata u krvi te primitak kisika, i subjektivnim metodama kao što su subjektivna procjena opterećenja (SPO), „*Talk test*“ te procjena razine ugone (van der Zwaard i sur., 2023; Bok, Rakovac i Foster, 2022; Slimani i sur., 2017). Shodno tome, metode praćenja vanjskog opterećenja odnose se na izlazne vrijednosti snage, brzine, akceleracije, parametre GPS tehnologije i njihovih izvedenica. Stoga, kombinacijom parametara unutarnjeg i vanjskog opterećenja može se steći značajan uvid u stres koji trening uzrokuje (Bourdon i sur., 2017). Subjektivna procjena opterećenja, odnosno trenažnog opterećenja (SPOto) sastoji se od intenziteta (točnije, sportaševe ocjene za obavljeni trening) i trajanja treninga izraženog u minutama, a za cilj ima računanje ukupnog opterećenja treninga ili natjecanja (Haddad i sur., 2017). Zbog pojednostavljenja procedure u kojoj sportaši moraju ocijeniti intenzitet treninga, sastavljena je modificirana skala u rasponu od 0 do 10 (Slika 1) (Foster i sur., 2001). Navedeno istraživanje, potkrijepilo je podacima valjanost upotrebe SPOto kao načina praćenja opterećenja u sportovima različitih modaliteta, to jest u ekipnim te u visoko intenzivnim intervalnim sportovima (Foster i sur., 2021). Upotreba SPOto među glavnim je i korisnijim metodama kada se radi o kvantifikaciji opterećenja treninga, dok ju sportski stručnjaci mogu koristiti kao pomoćni alat u periodizaciji za razne sportove (Foster i sur., 2021). Pomoću spomenute metode, mogu se vrlo ekonomično, jednostavno i neinvazivno, bez dodatnih troškova prikupiti valjani podaci. Obzirom da se unutarnja komponenta opterećenja sportaša, najčešće prikazuje objektivnom metodom srčane frekvencije (Buchheit, 2014), valjanost subjektivne procjene opterećenja treninga u znatnoj se mjeri provjerava putem korelacije između trenažnih impulsa temeljenih na frekvenciji srca, to jest Banisterov trenažni impuls (TRIMP) i Edwardsovo trenažno opterećenje (TO) (Haddad i sur., 2017). Prethodno navedena metoda za utvrđivanje valjanosti, korištena je i za taekwondo (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 treninga. Prerađeno prema „A new approach to monitoring exercise training“ , C. Foster, J.A. Florhauh, J. Franklin, L. Gottschall, L.A. Hrovatin, S. Parker, P. Doleshal i C. Dodge, 2001, Journal of Strength and Conditioning Research, 15(1), str. 111 ([10.1519/00124278-200102000-00019](https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019)).

Primjena subjektivne procjene opterećenja treninga u borilačkim sportovima sve je više u fokusu znanstvenih istraživanja. Dosadašnja istraživanja obuhvatila su proučavanje valjanosti SPOto-a u taekwondou, no pretežito u kyorugi disciplini. Naime, SPOto pokazala se kao valjana metoda uz pomoć koje se može pratiti unutarnja komponenta trenažnog opterećenja kod taekwondoaša kyorugi discipline (Slimani i sur., 2017). U skladu sa navedenim, povezanost trenažnih impulsa i SPOto-a tijekom kyorugi treninga, Perandini i sur., (2011) prikazali su statistički značajnu korelaciju između SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,64$) te SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,52$). Haddad i sur., (2014), došli su do sličnog rezultata, proučavanjem taekwondo boraca u uzrastu starijih kadeta i juniora, ukazujući na statistički značajnu korelaciju između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,53$ do $0,86$) te između SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,58$ do $0,79$). U tom kontekstu, Lupo i sur., (2016), potvrđuju da je SPOto valjana metoda za određivanje trenažnog opterećenja kod taekwondoaša, sa statistički značajnom korelacijom između SPOto i Edwardsovog TRIMP-a ($r=0,71$).

Problem istraživanja

Unatoč postojanju brojnih istraživanja koje dokazuju valjanost SPOto kao kvalitetnog načina kvantifikacije trenažnog opterećenja u kyorugi disciplini, takva istraživanja još nisu provedena u disciplini forma, dok se pouzdanost SPOto za praćenje trenažnog opterećenja istražuje u još manjoj mjeri. Vodeći se navedenim saznanjima, u ovom istraživanju utvrđivati će se valjanost SPOto, ispitujući povezanost SPOto s trenažnim impulsima, odnosno s Banisterovim TRIMP-om i Edwardsovim TO za disciplinu forma te pratiti podudaranja između navedenih varijabli kroz provedbu tri ista treninga. Dakle, primaran cilj ovog istraživanja je utvrditi valjanost SPOto pomoću uvida u povezanost SPOto i oba trenažna impulsa te utvrditi pouzdanost SPOto pomoću usporedbe prikupljenih ocjena za provedena tri ista treninga.

Ciljevi i hipoteze

Primarni cilj istraživanja je utvrditi valjanost i pouzdanost subjektivne procjene opterećenja treninga kao mjere ukupnog trenažnog opterećenja, usporedbom s Edwardsovim i Banisterovim trenažnim impulsom kod taekwondo natjecatelja u disciplini forma.

H₁: metoda subjektivne procjene opterećenja treninga je valjana u usporedbi sa standardnim metodama.

H₂: metoda subjektivne procjene opterećenja treninga je pouzdana kod taekwondo natjecatelja u disciplini forma.

Metode istraživanja

Uzorak ispitanika

Prigodni uzorak se sastoji od 11 natjecatelja u formama koji se prema klasifikacijskom okviru (McKay i sur., 2022) mogu svrstati u treću skupinu odnosno visoko trenirane sportaše koji se natječu na nacionalnoj razini. Ispitanici prosječno imaju 5 taekwondo treninga i 2 kondicijska treninga tjedno te su svi nositelji crnog pojasa 1.Dan. Svi ispitanici i njihovi roditelji bili su obaviješteni o proceduri testiranja te su potpisali informirani pristanak. Ispitanici su bili upućeni te im je jasno rečeno da imaju pravo povući se iz istraživanja u bilo kojem trenutku. Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta u Zagrebu (65/2024).

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika (n=11)

| | AS ± SD |
|------------------|-------------|
| Dob (godine) | 16,0 ± 0,7 |
| Visina (cm) | 166,4 ± 4,8 |
| Masa tijela (kg) | 52,9 ± 5,3 |

Protokol testiranja

Prije početka prvog treninga ispitanici su sudjelovali u provedbi progresivnog testa opterećenja (Beep test) zbog utvrđivanja maksimalne frekvencije srca (Leger i sur., 1988). Test je proveden na otvorenom te je distanca od 20 metara izmjerena metrom, a potom i vidljivo obilježena kopicama. Ispitanici su imali zadatak trčati između obilježenih linija udaljenih 20 metara, na način da dodiruju liniju u trenutku zvučnog signala (Leger i sur., 1988). Zvučni signali za test pušteni su pomoću aplikacije Beep Test Leger. Ispitanici su potom, prije testa, dobili 20 minuta vremena za zagrijavanje, a nakon toga im je objašnjen protokol testa. Test je započeo trčanjem pri brzini od 8,5 km/h, a zatim se povećavala svake minute za 0,5 km/h. Test se zaustavio u trenutku kada je ispitanik zakasnio dva puta na zvučni signal ili kada je sam odustao.

Nadalje, ispitanici su kroz naredni period (10 dana) odradili tri ista taekwondo treninga koji su vremenski bili odvojeni najmanje 48 sati. Svi treninzi provedeni su u istom terminu (20:30h). Također, svaki od treninga obuhvaćenih istraživanjem, bio je dogovoren s glavnim trenerom

kako bi sve bilo u skladu s planiranim i programiranim ciklusom treninga i natjecanja. Svakom treningu je prethodilo postavljanje monitora srčane frekvencije, koje su ispitanici prvih 5 minuta nosili u mirovanju, kako bi se odredila minimalna frekvencija srca. Dva mjeseca prije početka istraživanja ispitanici su bili upoznati s korištenjem traka za praćenje frekvencije srca te skalom za subjektivnu procjenu opterećenja treninga. Također, tjedan dana prije početka istraživanja, ispitanicima je još jednom ponovljeno kako se koristi traka za praćenje srčane frekvencije te kako se upotrebljava skala za subjektivnu procjenu opterećenja treninga. Trideset minuta nakon završetka svakog treninga ispitanici su ocijenili intenzitet odrađenog treninga na skali od 0 do 10 kao pokazatelj SPOt za pojedini trening (Foster i sur., 2001).

Treninzi

Svi ispitanici odradili su tri ista treninga (Tablica 2). Trening je od ispitanika zahtijevao da izvedu 2 natjecateljske forme s aktivnom pauzom od trideset sekundi nakon prve izvedbe. Nakon druge izvedbe uslijedio je pasivan odmor u trajanju od tri minute. Na navedeni način, ispitanici su odradili po 2 forme šest puta, odnosno u glavnom dijelu treninga odradili su sveukupno 12 natjecateljskih formi. Naime, prema pravilima, između dvije forme natjecatelji imaju pravo odmoriti minimalno 30 sekundi, stoga je takav minimalni odmor primijenjen u treningu. Uzimajući u obzir sve navedeno, ovakav tip treninga naziva se situacijskim treningom jer je najbliži primjer situacijskim uvjetima. Sva tri treninga trajala su prosječno 80 minuta. Za vrijeme treninga, ispitanicima je cijelo vrijeme praćena srčana frekvencija putem Polar traka za praćenje srčane frekvencije (H10) i aplikacije Polar Team (Polar Electro, Finska). Svaki trening je unaprijed planiran i usuglašen sa glavnim trenerom. Ispitanici su, 30 minuta od završetka provedbe svakog treninga, a kako bi se izbjegao učinak posljednje vježbe, dali ocjenu subjektivne procjene opterećenja treninga (prema skali 0-10).

Tablica 2. Opis provedenih treninga

| | TRENING |
|--------------------------|---|
| UVODNI DIO 40 minuta | 1. Miofascijalno opuštanje 2. Trčanje sa zadacima (zagrijavanje) 3. Dinamičko i statičko istezanje 4. Taekwondo tehnike u kretanju |
| GLAVNI DIO 30 minuta | Izvedba 2 natjecateljske forme (između formi aktivan odmor od 30 sekundi, nakon obje forme pasivan odmor 3 minute) – navedeno ponoviti 6 puta |
| ZAVRŠNI DIO 10 minuta | Statičko istezanje i miofascijalno opuštanje |

Uzorak varijabli

Uzorak varijabli (Tablica 3) sastoji se od perceptivnih i srčano-žilnih podataka. Specifičnije, sastoji se od subjektivne procjene opterećenja treninga (prema skali 0-10), subjektivne procjene trenažnog opterećenja, ukupnog trajanja treninga, maksimalne frekvencije srca i zabilježene frekvencije srca po različitim zonama (zone srčane frekvencije). Nakon što su podaci uneseni iz aplikacije Polar Team, izračunati su trenažni impulsi prema Banisteru i Edwardsu te SPOto.

Tablica 3. Popis korištenih varijabli

| Kratica | Opis varijable | Mjerna jedinica |
|----------------|--|-----------------|
| SPOt | Subjektivna procjena opterećenja treninga | / |
| SPOto | Subjektivna procjena trenažnog opterećenja | / |
| FSmax | Maksimalna frekvencija srca | otk/min |
| Tr(t_{uk}) | Ukupno trajanje treninga | min |
| eTO | Edwardsovo trenažno opterećenje | / |
| bTRIMP | Banisterov TRIMP | / |

Izračun trenažnog opterećenja

Subjektivna procjena trenažnog opterećenja (SPOto) izračunata je za svakog ispitanika umnoškom SPOt ocjene i trajanja treninga u minutama. Trenažno opterećenje koje se računa prema Edwardsu (Edwardsovo TO) sastoji se od 5 trenažnih zona i vremenima provedenim unutar njih. Kako bi se izračunalo Edwardsovo TO, koristila se formula: (vrijeme provedeno u zoni 1 (50-60% FSmax) \times 1) + (vrijeme provedeno u zoni 2 (60-70% FSmax) \times 2) + (vrijeme provedeno u zoni 3 (70-80% FSmax) \times 3) + (vrijeme provedeno u zoni 4 (80-90% FSmax) \times 4) + (vrijeme provedeno u zoni 5 (90-100% FSmax) \times 5) = trenažni impuls (Edwards, 1993). Trenažni impuls prema Banisteru (Banisterov TRIMP) je za svakog ispitanika izračunat uz pomoć sljedećih formula:

$$\text{Za žene: trajanje treninga} \times (\text{FS}_{\text{prosjek}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}}) / (\text{FS}_{\text{max}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}}) \times 0,86e1,67x$$

$$\text{Za muškarce: trajanje treninga} \times (\text{FS}_{\text{prosjek}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}}) / (\text{FS}_{\text{max}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}}) \times 0,64e1,92x$$

U formulama vrijedi $e = 2,718$, $x = (\text{FS}_{\text{prosjek}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}}) / (\text{FS}_{\text{max}} - \text{FS}_{\text{mirovanje}})$ (Banister, 1991).

Metode obrade podataka

Rezultati su prikazani u obliku prosječnih vrijednosti \pm standardne devijacije. Normalnost distribucije testirana je sa Shapiro-Wilk testom. Pearsonov (r) te Spearmanov (r_s) koeficijent korelacije korišteni su za određivanje povezanosti između varijabli trenažnog opterećenja. Koeficijenti korelacije podijeljeni su prema sljedećim razinama: 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 ekstremno visoka korelacija ($r > 0,9$) (Hopkins i sur., 2009). Razina statističke značajnosti je $p < 0,05$. Ponovljena mjerenja analize varijance korištena su s ciljem određivanja statistički značajne razlike između tri provedena treninga. Obrada podataka obavljena je u programu Statistica (v 14.1.0; Tibco, Dell Inc, Tulsa, OK, SAD).

Valjanost je utvrđivana na temelju korelacija između SPOto i trenažnih impulsa temeljenih na srčanoj frekvenciji.

Pouzdanost je utvrđivana analizom varijance za ponovljena mjerenja za provedena tri ista treninga.

Rezultati

Osnovne deskriptivne vrijednosti subjektivne procjene trenažnog opterećenja, Edwardsovog trenažnog opterećenja i Banisterovog TRIMP-a kroz tri trenažna procesa prikazane su u tablici 4. Maksimalna frekvencija srca izmjerena progresivnim testom opterećenja (Beep test) prikazana je u tablici 5.

Tablica 4. Deskriptivne vrijednosti SPO_{to} , eTO i $bTRIMP$ ostvarene u primijenjenim mjerenjima.

| | AS \pm SD | min-max | W | p |
|--------------|-------------------|---------------|------|-------|
| SPO_{to_1} | 269,1 \pm 130,3 | 160,0 – 560,0 | 0,82 | 0,018 |
| SPO_{to_2} | 231,1 \pm 71,7 | 164,0 – 328,0 | 0,78 | 0,005 |
| SPO_{to_3} | 229,8 \pm 65,7 | 158,0 – 316,0 | 0,81 | 0,016 |
| eTO_1 | 166,4 \pm 41,9 | 101,4 – 254,2 | 0,97 | 0,917 |
| eTO_2 | 180,6 \pm 56,3 | 120,0 – 289,2 | 0,90 | 0,211 |
| eTO_3 | 193,6 \pm 40,8 | 133,1 – 264,5 | 0,97 | 0,905 |
| $bTRIMP_1$ | 68,2 \pm 40,1 | 20,7 – 162,6 | 0,88 | 0,104 |
| $bTRIMP_2$ | 65,6 \pm 40,9 | 22,8 – 149,7 | 0,88 | 0,136 |
| $bTRIMP_3$ | 72,7 \pm 28,6 | 30,7 – 129,3 | 0,95 | 0,644 |

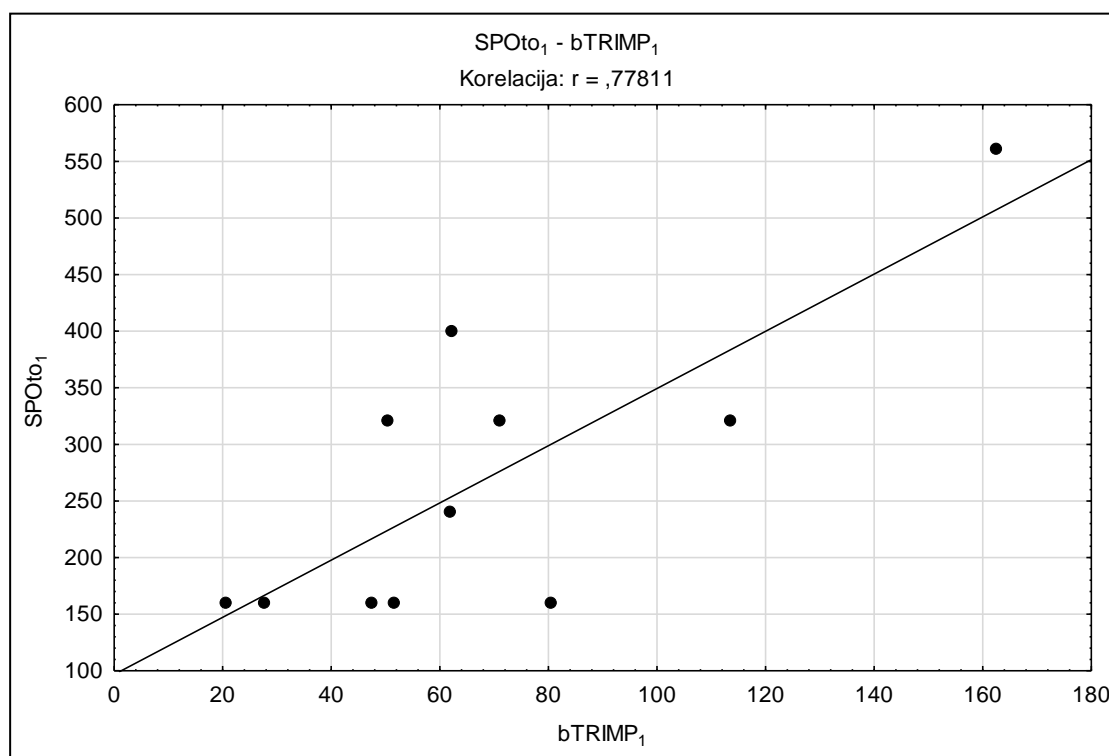
Legenda: AS=aritmetička sredina; SD=standardna devijacija; eTO =Edwardsovo trenažno opterećenje; $bTRIMP$ =Banisterov TRIMP; W = vrijednost Shapiro-Wilk testa ; p = razina statističke značajnosti za Shapiro-Wilk test

Tablica 5. Deskriptivna vrijednost FS_{max} izmjerena progresivnim testom opterećenja (Beep test).

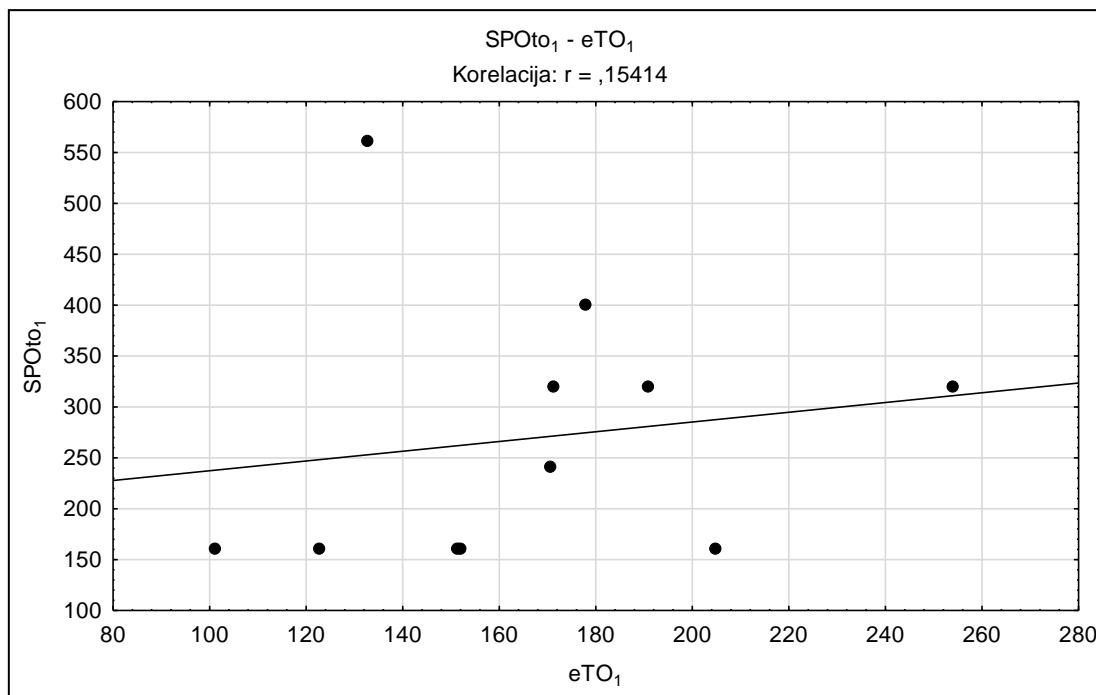
| | AS \pm SD | min-max | W | p |
|------------|-----------------|---------------|------|-------|
| FS_{max} | 196,3 \pm 5,9 | 184,0 – 203,0 | 0,89 | 0,162 |

Legenda: AS=aritmetička sredina; SD=standardna devijacija; W = vrijednost Shapiro-Wilk testa ; p = razina statističke značajnosti za Shapiro-Wilk test; FS_{max} =maksimalna frekvencija srca

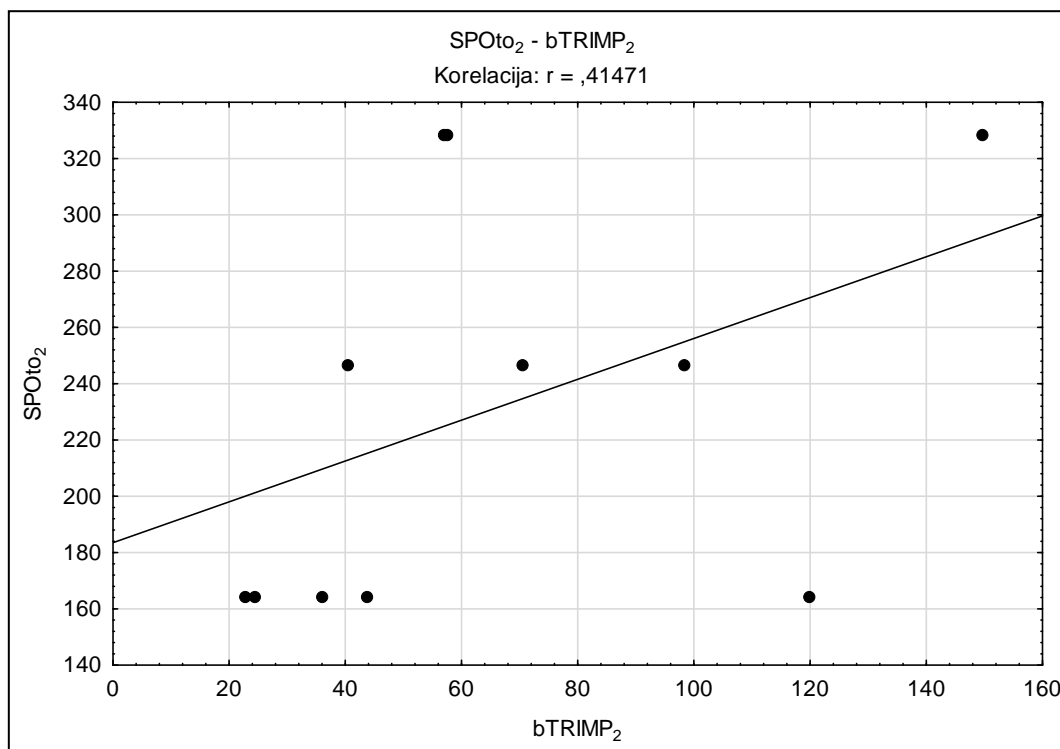
Rezultati prvog treninga upućuju na statistički značajnu korelaciju između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,78$) (Slika 2), premda korelacija između SPOto i Edwardsovog TO nije statistički značajna ($r=0,15$) (Slika 3). Rezultati drugog treninga ne pokazuju statističku značajnu korelaciju između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,41$) (Slika 4), a isto je i u slučaju SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,46$) (Slika 5). Nadalje, u trećem treningu, ponovno se pojavljuje statistički značajna korelacija između SPOto i Banisterovog TRIMP-a ($r=0,64$) (Slika 6) te između SPOto i Edwardsovog TO ($r=0,70$) (Slika 7).



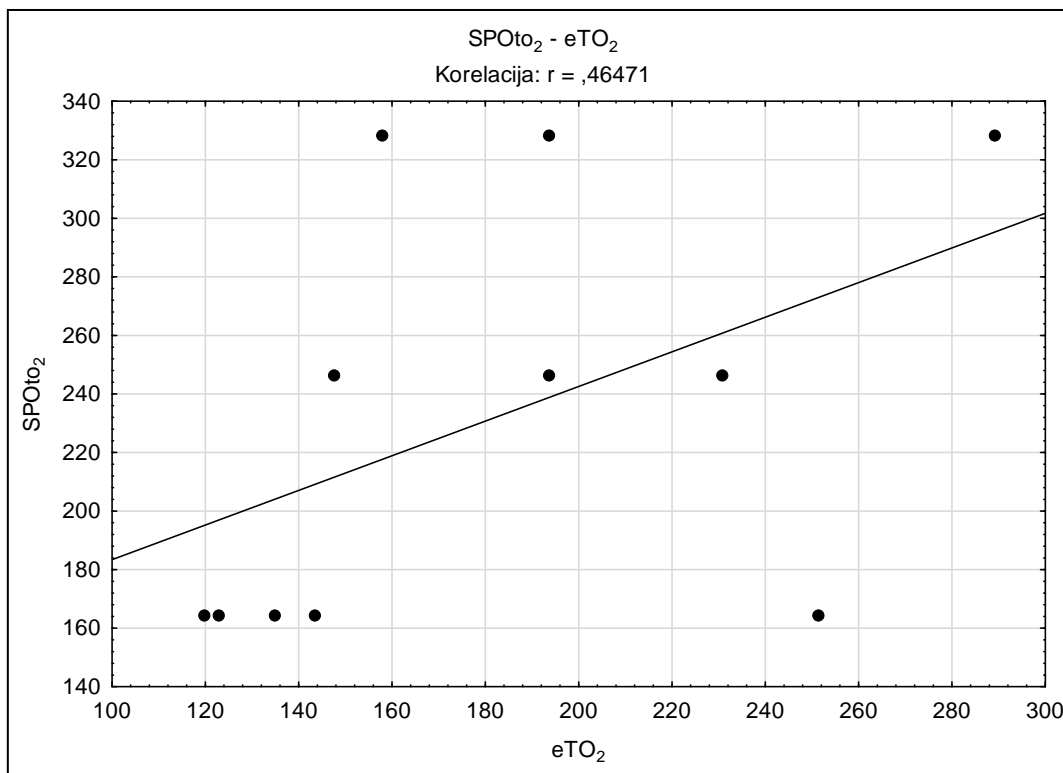
Slika 2. Povezanost između SPOto i Banisterovog TRIMP-a u prvom treningu.



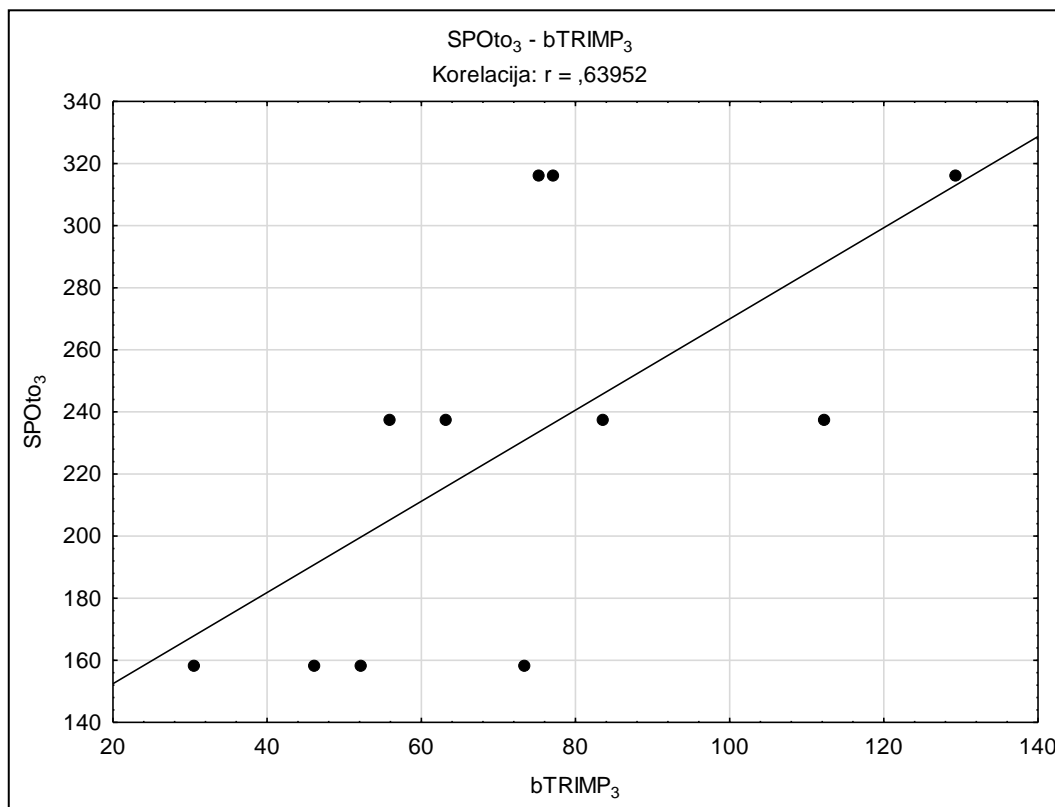
Slika 3. Povezanost između SPOto i Edwardsovog TO u prvom treningu.



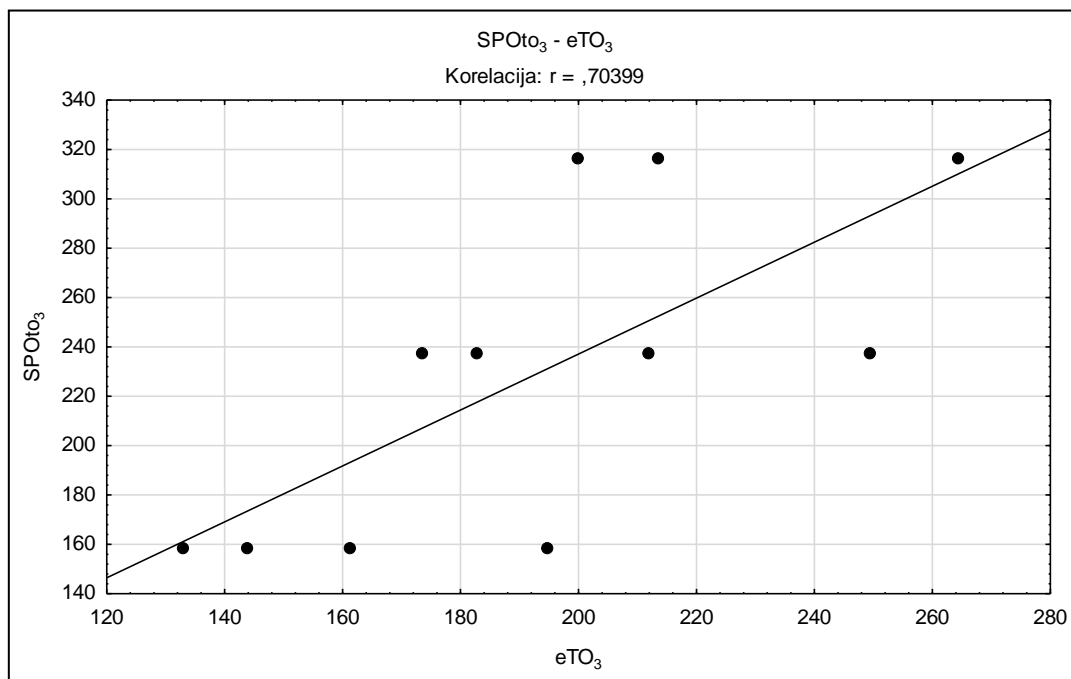
Slika 4. Povezanost između SPOto i Banisterovog TRIMP-a u drugom treningu.



Slika 5. Povezanost između SPOto i Edwardsovog TO u drugom treningu.

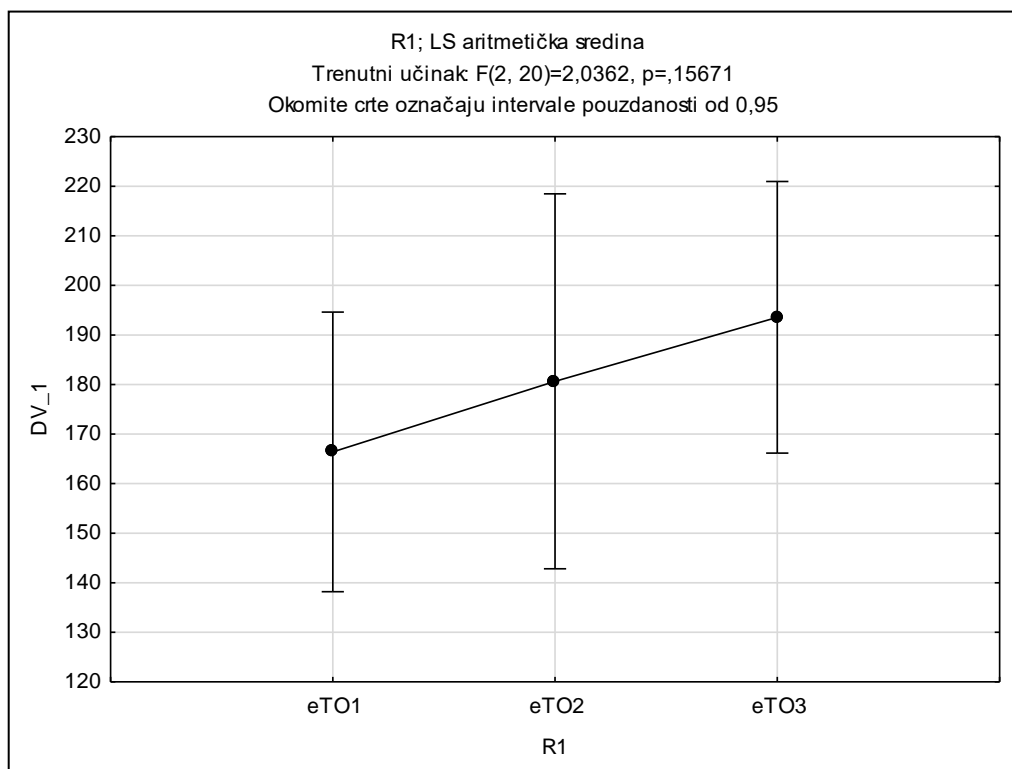


Slika 6. Povezanost između SPOto i Banisterovog TRIMP-a u trećem treningu.

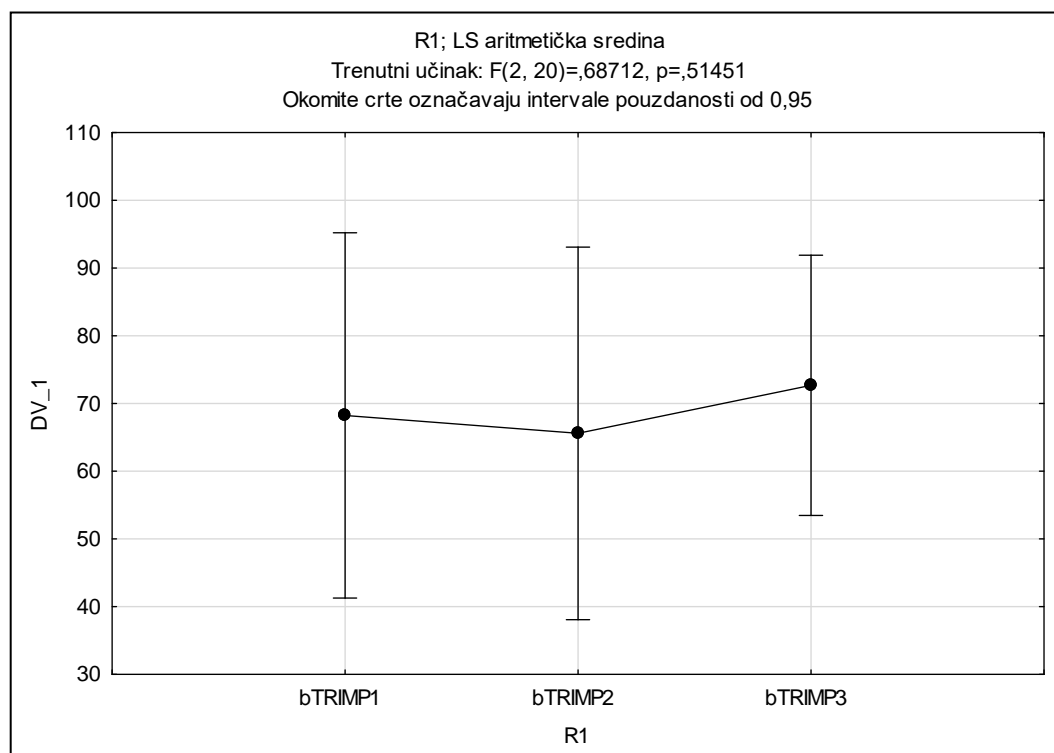


Slika 7. Povezanost između SPOto i Edwardsovog TO u trećem treningu.

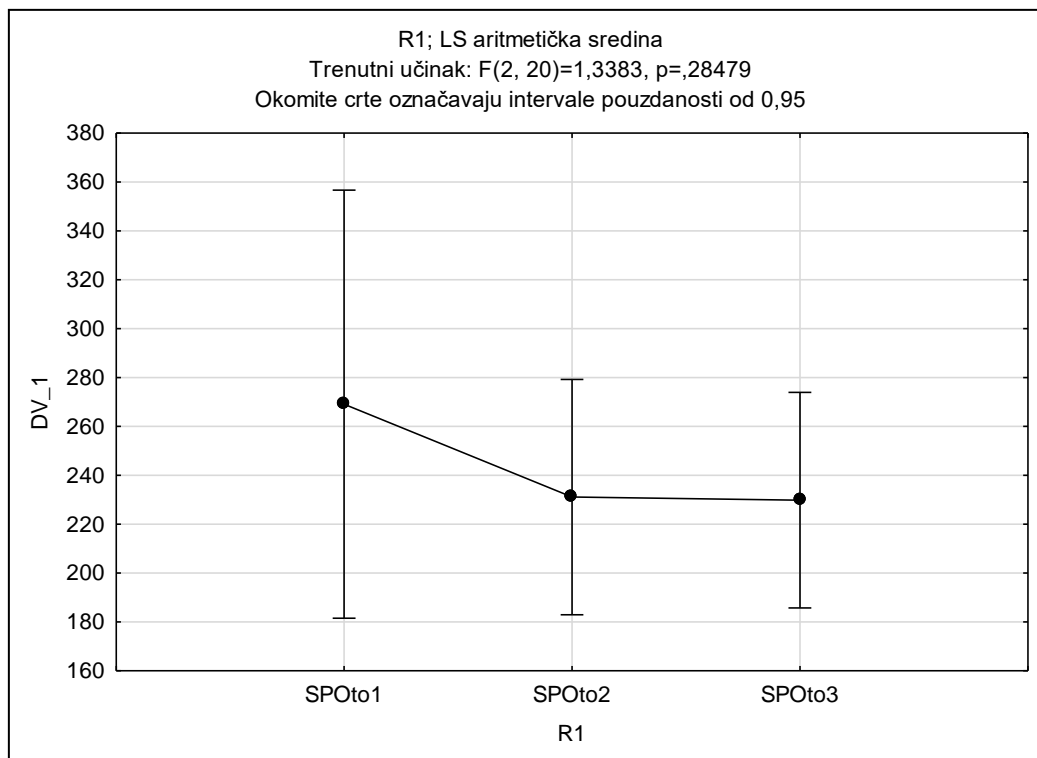
ANOVA za ponovljena mjerenja, ukazala je da kod Edwardsovog TO u sva tri treninga ne postoji statistički značajna razlika ($p=0,16$) (Slika 8). Također, kod Banisterovog TRIMP-a u svim treninzima ne postoji statistički značajna razlika ($p=0,51$) (Slika 9). Posljednje, kod subjektivne procjene trenažnog opterećenja SPOto-a u tri provedena treninga ne postoji statistički značajna razlika ($p=0,28$) (Slika 10).



Slika 8. Razlika između Edwardsovog TO u tri provedena treninga.



Slika 9. Razlika između Banisterovog TRIMP-a u tri provedena treninga.



Slika 10. Razlika između SPOto u tri provedena treninga.

Rasprava

Svi treninzi provedeni u istraživanju, točnije tri provedena treninga bili su iste vrste. Tip, to jest vrsta treninga koja se nadzirala i pratila za potrebe ovog istraživanja je situacijski trening. Nadalje, obzirom da je situacijski trening najbliži simulaciji natjecanja, odnosno formatu rada koji se provodi na natjecanju, ispitanicima je zabilježen snažan srčano-žilni odgovor. Dakle, premda se takva fiziološka reakcija očekivala, trajanje visokog srčano-žilnog odgovora nije bilo dugo u usporedbi s cjelokupnim trajanjem treninga što se može očitati iz Edwardsovog TO. Prosječna ocjena kroz sva tri treninga, koju su ispitanici izrazili na skali 0-10 iznosila je 3,3. Objektivne metode praćenja opterećenja u vidu srčane frekvencije koja je prikazana kroz trenažne impulse, Banisterov TRIMP i Edwardsovo TO nisu zabilježile statistički značajnu razliku između treninga. Kroz navedeno, dolazi se do spoznaje kako su svi treninzi izazvali podjednak stres kod ispitanika.

U istraživanju Horvat (2019), ispitivao se metabolički odgovor kod taekwondoša te već kroz dvije minute rada pod visokim intenzitetom moguće je prouzrokovati snažan metabolički odgovor, to jest takva vrsta aktivnosti može proizvesti povećanu koncentraciju laktata u krvi iznad 11 mmol/l. U tom kontekstu, izvedba dvije ili učeničke ili majstorske forme, sveukupnog prosječnog trajanja 90-120 sekundi s minimalnim aktivnim odmorom od trideset sekundi između izvedbi, može prouzročiti povišenu koncentraciju laktata u krvi. Na temelju podataka o koncentraciji laktata u krvi može se pomoći kod objašnjavanja dodatnih 14,7% varijance subjektivne procjene opterećenja u odnosu na 43,1% objašnjenih na temelju srčane frekvencije kod nogometnih igara na skraćenom terenu, u kojima je srčano-žilni odgovor snažniji, a metabolički stres slabiji nego u taekwondou (Coutts i sur., 2009).

Brojne studije, slične ranije spomenutoj, pridaju važnost metaboličkom stresu kao parametru koji u određenoj mjeri pridonosi subjektivnoj procjeni opterećenja treninga. Dok se u ovom istraživanju ukazuje na veću važnost metaboličkog stresa u odnosu na srčano-žilni stres tijekom taekwondo treninga formi, obzirom da se srčano-žilna komponenta na temelju korelacija sa SPOto pokazala kao nedovoljni deskriptivni parametar za utvrđivanje cjelokupnog trenažnog stresa. Stoga, pretpostavka je, da je to jedan od primarnih razloga zbog kojeg SPOto i trenažni impulsi temeljeni na frekvenciji srca ne koreliraju značajno. Iako u svakom treningu nije zabilježena statistički značajna korelacija između SPOto i trenažnog opterećenja procijenjenog pomoću oba trenažna impulsa temeljenih na frekvenciji srca, SPOto posjeduje

zadovoljavajuću ekološku valjanost te je kvalitetan alat za praćenje i procjenu trenažnog opterećenja u treningu formi.

Tijekom prvog treninga, prisutna je statistički značajna povezanost između SPOto i Banisterovog TRIMP-a, ali između SPOto i Edwardsovog TO ne postoji statistički značajna povezanost. Nadalje, u drugom treningu povezanost između SPOto i oba trenažna impulsa nije statistički značajna. Zanimljivo, u trećem treningu, iako je svaki trening bio isti, zabilježena je statistički značajna povezanost između SPOto i Banisterovog TRIMP-a te između SPOto i Edwardsovog TO. Dobiveni rezultati razlikuju se od dosadašnjih spoznaja u taekwondou, jer su u studijama u svakom treningu zabilježene povezanosti visokog ili jako visokog koeficijenta. Također, koeficijenti dobiveni u ovom istraživanju čak su i viših vrijednost nego u spomenutim studijama (Perandini i sur., 2011; Haddad i sur., 2014; Lupo i sur., 2016). Potrebno je napomenuti, kako su sva istraživanja s kojima se radila usporedba rezultata provedena u disciplini kyorugi, odnosno borbi. Dobiveni rezultati u ovoj studiji mogu se pripisati tome što je izvedba forma u potpunosti samostalna, što posljedično može rezultirati nižim intenzitetom izvedbe iako sportaš/natjecatelj smatra da je u tom trenutku to njegov maksimalni intenzitet. Također, trening formi otežava sportašima određivanje subjektivne procjene opterećenja treninga jer izvedba forme vremenski vrlo kratko traje iako je to kratko trajanje obilježeno vrlo visokim fiziološkim opterećenjem. Zbog navedenog kratkog trajanja izvedbe koja može potencijalno prouzročiti umjereni do visoki porast vrijednosti laktata u krvi i velikih odmora između izvedbi, sportaši mogu doživjeti trening lakšim nego što je zapravo bio te se može pojaviti odstupanje u povezanosti između SPOto i trenažnih impulsa temeljenih na frekvenciji srca (Bok, Jukić i Foster, 2022). Sa druge strane, trening borbi, odnosno disciplina koja je promatrana u navedenim istraživanjima, iziskuje od sportaša duži vremenski period proveden pod visokim i maksimalnim intenzitetom sa ne toliko dugim trajanjem odmora kao što je to u disciplini forma, što posljedično može olakšati sportašima određivanje subjektivne procjene opterećenja treninga. Duže vremensko trajanje provedbe borbe uz posljedično veći utrošak aerobne energije, pospješuje šansu za postojanje statistički značajne korelacije između SPOto i trenažnih impulsa (Bok, Jukić i Foster, 2022). Važno je napomenuti kako se razlika u korelacijama između drugih studija i ove studije može pojaviti i zbog intenziteta, odnosno zbog toga što se disciplina kyorugi odvija u paru, to jest promatranom sportašu maksimalni intenzitet pomaže održavati ili podići njegov sparing partner/suparnik. Sve u svemu, mlađi/maloljetni ispitanici te isprekidanost odnosno trening intervalnog tipa mogu se uzeti kao otežavajuće

okolnosti za precizno određivanje subjektivne procjene opterećenja treninga (Bok, Rakovac i Foster, 2022).

Što se tiče metaboličkog stresa, vrijednosti laktata u krvi su vrlo slične nakon taekwondo borbe i izvedbe formi, no trajanje izvedbe formi je značajno kraćeg vremenskog trajanja nego što je to u slučaju borbe (Bridge i sur., 2018; Pourhoseini i sur., 2022). Nakon simulirane taekwondo borbe (Bridge i sur., 2018), prosječna vrijednost SPOt iznosi 13 ± 1 na skali 6-20 prema Borg (1982), odnosno 4 ± 1 na modificiranoj skali 0-10 prema Foster i sur., (2001), što je otprilike sličnih prosječnih vrijednosti SPOt-a nakon situacijskog taekwondo treninga formi u ovom istraživanju (3 ± 1), što sugerira na veću razinu metaboličkog stresa kod formi obzirom da vremenski kraće traju. Stoga, može se reći kako nije začuđujuće da su prisutne statistički značajne korelacije između oba trenažna impulsa i SPOto tijekom taekwondo borbe. Različite povezanosti između subjektivne procjene trenažnog opterećenja i trenažnih impulsa mogu biti objašnjene kroz razliku između dviju metoda te njihovom principu izračunavanja. Metode trenažnih impulsa koje su se koristile nisu bez određenih ograničenja kada je riječ o analiziranju trenažnog opterećenja intervalnih aktivnosti. Naime, Edwardsovo TO posloženo je na način da se vrijeme provedeno u svakoj sljedećoj/višoj zoni frekvencije srca množi sa većim koeficijentom te je upravo zbog toga primjerenija metoda za kvantifikaciju intervalnih vrsta treninga. (Borresen i Lambert, 2009). U tom kontekstu, može se reći kako je Edwardsovo TO adekvatnije za procjenjivanje kratkih visoko intenzivnih intervala tijekom određenih aktivnosti, kao što taekwondo borba doprinosi višim vrijednostima frekvencije srca.

Do razlika u korelaciji između SPOto i trenažnih impulsa također dolazi zbog različitosti faktora i načina na koji se računaju Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP. Niže zone srčane frekvencije nisu idealne za upotrebu Edwardsovog TO kao načina kvantifikacije trenažnog opterećenja, no navedena metoda može biti korištena kako bi se došlo do međusobnih razlikovanja trenažnih opterećenja sportaša. Što se tiče Banisterovog trenažnog impulsa odnosno TRIMP-a, on se računa uz pomoć unaprijed zadanih koeficijenata te sa rezervom srčane frekvencije i minutama trajanja treninga (Haddad i sur., 2017). U ovoj metodi prosječna srčana frekvencija ima puno veći utjecaj jer je navedena metoda povezana sa vrijednostima frekvencije srca u mirovanju te vršnom frekvencijom srca (Borresen i Lambert, 2009). Obzirom da se situacijski trening formi sastojao od kratkih visokih intenzivnih intervala rada te od dužih intervala odmora u omjeru 1:3, ispitanici su zbog svega navedenog u treninzima imali slične prosječne vrijednosti frekvencije srca i zbog toga Banisterov TRIMP nije najprimjerenija metoda pomoću koje se mogu razlučiti razlike trenažnih opterećenja između ispitanika. Tvrdnju potkrepljuju rezultati povezanosti između SPOto i trenažnih impulsa, to jest samo u jednom od

tri provedena treninga je zabilježena veća korelacija između SPOto i Banisterovog TRIMP-a u odnosu na Edwardsovo TO.

Metode trenažnih impulsa, Edwardsovo TO i Banisterov TRIMP, uz spomenuta ograničenja, prikazale su se kao pouzdan alat za praćenje trenažnog opterećenja sportaša jer kroz tri provedena treninga iste vrste nije bilo statistički značajne razlike, a isto vrijedi i za SPOto. Dobiveni rezultati u skladu su sa istraživanjima drugih autora koji su se bavili pouzdanosti SPOto, iako su to provodili za disciplinu borbi (Lupo i sur., 2016). Obzirom da se do sada znanstvenici i sportski stručnjaci nisu bavili pouzdanošću subjektivne procjene opterećenja treninga za disciplinu forma u takwondou, rezultati dobiveni ovom studijom mogu poslužiti kao polazišna točka ili konkretnije kao rezultat pomoću kojeg se mogu vršiti usporedbe i potkrijepiti tvrdnje o pouzdanosti metode SPOto za navedenu disciplinu.

Određena odstupanja, odnosno nelogičnosti u rezultatima, mogu se vrlo vjerojatno pripisati činjenici da je na prikupljene rezultate imao utjecaj što su u istraživanju sudjelovali mladi sportaši, ali i što je u ovom istraživanju obuhvaćen mali broj ispitanika. Korištenje SPOto kod mladih sportaša treba oprezno provoditi jer im je teže percipirati trenažno opterećenje u odnosu na odrasle sportaše (Slimani i sur., 2017). Iako su sportaši obuhvaćeni ovim istraživanjem, natjecatelji na nacionalnoj i međunarodnoj razini, treba uzeti u obzir njihovu dob i iskustvo kada se radi o interpretiranju vrijednosti SPOto i povezanosti sa metodama trenažnih impulsa. Različitosti postoje i u vrijednostima dobivenim putem progresivnog testa opterećenja, što znači da ispitanici posjeduju različite razine srčano-žilnog fitnesa i maksimalnog primitka kisika te je to svakako faktor koji je mogao utjecati na rezultate (Bok, Jukić i Foster, 2022).

Istraživanje je u najvećoj mjeri ograničeno nedostatkom broja ispitanika i uzrastu sportaša na kojem se istraživanje provodilo. Iako je skala SPOt predstavljena ispitanicima tri puta prije početka provedbe istraživanja, točnije dva mjeseca prethodno, tjedan prije i neposredno na dan početka provedbe, svejedno je njihovo slabije i relativno novije poznavanje skale, ali i percepcija vlastitog umora mogla odigrati ulogu (Slimani i sur., 2017; Gros Lambert i Mahon, 2006).

Prikupljeni rezultati istraživanja prikazuju SPOto kao valjanu i pouzdanu metodu za praćenje trenažnog opterećenja. Pomoću ovih spoznaja, treneri mogu koristiti SPOto kao primarnu metodu praćenja trenažnog opterećenja u treninzima formi. Potrebno je naglasiti kako forme traju vrlo kratko, u prosjeku 45-60 sekundi, a visokog su intenziteta i metabolički vrlo zahtjevne. Zbog toga frekvencija srca može biti limitirana u određivanju trenažnog opterećenja, no preporuka je da treneri koriste SPOto i srčanu frekvenciju, no samo iz razloga praćenja srčano-žilnog stresa za vrijeme treninga formi.

Zaključak

Cilj istraživanja bio je utvrditi valjanost i pouzdanost SPOto kao ukupne mjere trenažnog opterećenja u taekwondo disciplini forma. Obzirom da se SPOto sve više pojavljuje u svijetu sporta, započeto je sa istraživanjima ove tematike i u taekwondou. Unatoč tome, valjanost SPOto do sada se utvrđivala samo u disciplini kyorugi, dok se o pouzdanosti vrlo malo zna, a disciplina forma je i dalje pomalo nepoznato područje. U kyorugi disciplini, odnosno borbama, dobiveni rezultati ukazuju da postoji visoka statistički značajna povezanost između SPOto i trenažnih impulsa tijekom treninga. U ovom su istraživanju obuhvaćeni mladi sportaši koji se natječu na nacionalnoj i međunarodnoj razini, a studija je pratila te sportaše kroz provedbu tri treninga iste vrste. Prikupljeni rezultati ukazuju da trenažni impulsi, u vidu Banisterovog TRIMP-a i Edwardsovog TO nisu u potpunosti značajno povezani sa metodom SPOto. U tom kontekstu, sve tri metode pokazale su se pouzdanima, a SPOto je ukazao na zadovoljavajuću ekološku valjanost. Svejedno, potrebno je daljnje istraživanje na temu discipline formi u taekwondou zbog točnijeg utvrđivanja rezultata, ali i potkrepljivanja tvrdnje o valjanosti i pouzdanosti upotrebe SPOto, obzirom da se ne mogu skoro uopće pronaći druga znanstvena istraživanja s čijim rezultatima bi se mogla napraviti usporedba u ovoj tematici. Zaključno, SPOto se pokazala kao primjerena metoda za određivanje i praćenje trenažnog opterećenja u treningu forma.

Literatura

- Banister, E.W. (1991). Modeling elite athletic performance. In: H. Green, J. McDougal & H. Wenger (ur.), *Physiological testing in elite athletes* (str. 403-424). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Blofeld, J. (1968). *The book of change: An important new translation of the ancient Chinese I Ching (Yi King) with detailed instruction for its practical use in divination*. Dutton. (Originalni rad objavljen 1000 pr. n. e.)
- Bok, D., Jukić, I., i Vučetić, V. (2009). Load analysis of karate kata situational training. U S. Loland, K., Bø, K., Fasting, J., Hallén, Y., Ommundsen, G., Roberts, E. Tsolakidis (ur.), *Book of Abstracts of the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science* (str. 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.
- Bok, D., Jukić, N., i Foster, C. (2022). Validation of session ratings of perceived exertion for quantifying training load in karate kata sessions. *Biology of Sport* 39(4), 849-855. DOI: [10.5114/biolsport.2022.109458](https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.109458)
- Bok, D., Rakovac, M., i Foster, C. (2022). An examination and critique of subjective methods to determine exercise intensity: The talk test, feeling scale and ratings of perceived exertion. *Sports Medicine*, 52(9), 2085-2109. DOI: [10.1007/s40279-022-01690-3](https://doi.org/10.1007/s40279-022-01690-3)
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381. https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1982/05000/psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.aspx
- Borresen, J., i Lambert, M.I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795. DOI: [10.2165/11317780-000000000-00000](https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000)
- Bourdon, P.C., Cardinale, M., Murray, A., Gastinm P., Kellmann, M., Varley, M.C., Gabbett, T.J., Coutts, A.J., Burgess, D.J., Gregson, W., i Cable, T.N. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 161-170. DOI: [10.1123/IJSPP.2017-0208](https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208)

- Bridge, C.A., Jones, M.A., Hitchen, P., i Sanchez, X. (2007). Heart rate responses to taekwondo training in experienced practitioners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 718-723. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/08000/heart_rate_responses_to_taekwondo_training_in.11.aspx
- Bridge, C.A., Silva Santos, J.F., Chaabene, H., Pieter, W., i Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713-733. DOI: [10.1007/s40279-014-0159-9](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9)
- Bridge, C.A., Sparks, A.S., McNaughton, L.R., Close, G.L., Hausen, M., Gurgel, J., i Drust, B. (2018). Repeated exposure to taekwondo combat modulates the physiological and hormonal responses to subsequent bouts and recovery periods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2529-2541. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002591
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(73). DOI: [10.3389/fphys.2014.00073](https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073)
- Burger-Mendoca, M., Oliveira, J.C., Cardoso, J.R.M. Bielavsky, M., i Azevedo, P. (2015). Changes in blood lactate concentrations during taekwondo combat simulation. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(5), 255-258. DOI: [10.12965/jer.150218](https://doi.org/10.12965/jer.150218)
- Campos Diniz, F.A., Bertuzzi, R., Dourado, A.C., Ferreira Santos, V.G., i Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1221-1228. DOI: [10.1007/s00421-011-2071-4](https://doi.org/10.1007/s00421-011-2071-4)
- Chaabene, H., Franchini, E., Sterkowicz, S., Tabben, M., Hachana, Y., i Chamari, K. (2015). Physiological responses to karate specific activities. *Science & Sports*, 30(4), 179-187. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.03.002>
- Choi, H.H. (1965). *Taekwon-Do: The art of self-defence*. Daeha Publication Company.
- Coutts, A.J., Rampinini, E., Marcora, S.M., Castagna, C., i 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(1), 79-84. DOI: [10.1016/j.jsams.2007.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.005)
- Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M.A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fano, G., i Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 603-610. DOI: [10.1007/s00421-009-1154-y](https://doi.org/10.1007/s00421-009-1154-y)
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In: S. Edwards (ur.), *The heart rate monitor book* (str. 113-129). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.

- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P., i Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. DOI: [10.1519/00124278-200102000-00019](https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019)
- Foster, C., Boulosa, D., McGuigan, M., Fusco, A., Cortis, C., Arney, B.E., Orton, B., Dodge, C., Jaime, S., Radtke, K., van Erp, T., Koning, J.J., Bok, D., Rodriguez-Marroyo, J.A., i Porcari, J.P. (2021). 25 years of session rating of perceived exertion: Historical perspective and development. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(5), 612-621. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0599>
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work. *Sports Medicine*, 35, 757-777. <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200535090-00003>
- Groslambert, A., i Mahon, A.D. (2006). Perceived exertion: Influence of age and cognitive development. *Sports Medicine*, 36(11), 911-928. DOI: [10.2165/00007256-200636110-00001](https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00001)
- Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Wong, D.P., i Chamari, K. (2012). The convergent validity between two objective methods for quantifying training load in young taekwondo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 206-209. DOI: [10.1519/JSC.0b013e31821ef7e8](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821ef7e8)
- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D.P., Castagna, C., Hue, O., Impellizzeri, F.M., i Chamari, K. (2014). Influence of exercise intensity and duration on perceived exertion in adolescent taekwondo athletes. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 275-281. DOI: [10.1080/17461391.2012.691115](https://doi.org/10.1080/17461391.2012.691115)
- Haddad, M. (2014). *Performance optimization in taekwondo: From laboratory to field* (eKnjiga). OMICS Group international. https://www.researchgate.net/publication/259494677_Performance_Optimization_in_Taekwondo_From_Laboratory_to_Field
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., i Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612. DOI: [10.3389/fnins.2017.00612](https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612)
- Hopkins, W.G., Marshall, S.W., Batterham, A.M., i Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-13. DOI: [10.1249/MSS.0b013e31818cb278](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278)
- Horvat, L. (2019). *Fiziološko opterećenje u taekwondo borbi* (diplomski rad). Kineziološki fakultet, Zagreb.

- Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., i Lambert, J. (1988). The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.
DOI: [10.1080/02640418808729800](https://doi.org/10.1080/02640418808729800)
- Lee, S.K., Cho, J.Y., i Yang, D.S. (1999). Responses of oxygen uptake, heart rate and blood lactate during performance of taekwondo taeguk poomsae. *Journal of Korean Physical Education*, 38, 583-591. DOI: I410-ECN-0102-2021-600-000208515
- Lei, Y., i Jun, H. (2022). Does taekwondo poomsae training impact on body composition, physical fitness, and blood composition in children and adolescents? A systematic review. *Exercise Science*, 31(1), 11-25.
DOI: <https://doi.org/10.15857/ksep.2021.00591>
- Lupo, C., Capranica, L., Cortis, C., Guidotti, F., Bianco, A., i Tessitore, A. (2016). Session-RPE for quantifying load of different youth taekwondo training sessions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 189-194. DOI: [10.23736/S0022-4707.16.06021-X](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06021-X)
- Matsushigue, K.A., Hartmann, K., i Franchini, E. (2009). Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1112-1117. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181a3e597](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3e597)
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., i Burke, L. M. (2022). Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *International journal of sports physiology and performance*, 17(2), 317–331. DOI: [10.1123/ijsp.2021-0451](https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451)
- Park, Y.H., Park, Y.H., i Gerrard, J. (2014). *Tae Kwon Do: The ultimate reference guide to the world's most popular martial art* (3. izd.). Skyhorse.
- Perandini, L.A., Siqueira-Pereira, T.A., Okuno, N.M., Soares-Caldeira, L.F., i Nakamura, F.Y. (2011). Use of session RPE to training load quantification and training intensity distribution in taekwondo athletes. *Science & Sports*, 27(4), 25-30.
<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.07.001>
- Pourhoseini, K., Ziaolhagh, S.J., Nazmdeh, M., i Mardani, A. (2022). The effect of a customized supplement drink on blood lactate of han-madang taekwondo in an their ability to execute momdollyo and poomsae techniques. *New Approaches in Exercise Physiology*, 4(7), 15-30. <https://doi.org/10.22054/nass.2022.56005.1074>
- Seo, B.D., Kim, H.J., i Ju, J.Y. (2020). Effect of muscle fatigue on the proprioception by the taekwondo training type. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 15(3), 1-9. <https://doi.org/10.13066/kspm.2020.15.3.1>

Slimani, M., Davis, P., Franchini, E., i 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.

DOI: [10.1519/JSC.0000000000002047](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002047)

van der Zwaard, S., Graafland, F.H., van Middelkoop, C., i Lintmeijer, L.L. (2023). Validity and reliability of facial rating of perceived exertion scales for training load monitoring. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(5), 317-324.

DOI: [10.1519/JSC.0000000000004361](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004361)

World Taekwondo. (2024, June 14). WT rules. Preuzeto 28. lipnja 2024., sa:

<https://m.worldtaekwondo.org/rules-wt/rules.html>