

Fiziološko opterećenje u taekwondo borbi

Horvat, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:117:052592>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije

Luka Horvat

FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE
U TAEKWONDO BORBI

diplomski rad

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ljubomir Antekolović

Zagreb, rujan, 2019.

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:

izv. prof. dr. sc. Ljubomir Antekolović

Student:

Luka Horvat

FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE U TAEKWONDO BORBI

Sažetak

U ovom istraživanju promatralo se fiziološko opterećenje u taekwondo borbi na uzorku od 12 taekwondoša od čega 6 muškaraca (dob $22,50 \pm 3,73$, visina $186,00 \pm 8,67$, težina $80,17 \pm 12,83$) i 6 žena (dob $21,33 \pm 3,01$, visina $169,50 \pm 5,43$, težina $57,17 \pm 7,41$). Mjerena je frekvencija srca ispitanika tijekom cijele borbe te koncentracija mliječne kiseline u krvi nakon svake runde borbe. Cilj istraživanja bilo je istražiti postoji li statistički značajna razlika između rundi borbe u fiziološkim parametrima opterećenja za vrijeme taekwondo borbe te postoji li značajna razlika u fiziološkim parametrima opterećenja između muškaraca i žena.

Istraživanje je dokazalo da postoji statistički značajna razlika između rundi u fiziološkim parametrima opterećenja te da nema statistički značajne razlike ($p < 0,05$) između muškaraca i žena u fiziološkim parametrima opterećenja. Usporedbom svih varijabli frekvencije srca među rundama p vrijednost iznosila je od 0,00 do 0,04, a razlike između rundi u koncentracija mliječne kiseline iznose 0,00 između prve i druge runde te prve i treće runde, a razlika između druge i treće runde iznosi 0,23. P vrijednost između muškaraca i žena za varijable frekvencije srca iznosila je od 0,59 do 1,00, a kod varijabli koncentracije mliječne kiseline iznosila je od 0,18 do 0,31. S ovakvim rezultatima istraživanja potvrđene su hipoteze postavljene prije istraživanja. Ovo istraživanje utvrdilo je da se kroz cijelu taekwondo borbu statistički značajno povećava fiziološko opterećenje (frekvencija srca i koncentracija mliječne kiseline), ali da ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena. S praktičnog stajališta istraživanje može pomoći trenerima i sportašima u modeliranju treninga za razvoj funkcionalnih sposobnosti. Tehničko-taktički treninzi se mogu i trebaju razlikovati kako bi najviše odgovarali individualnim karakteristikama samih sportaša ovisno o kategoriji i spolu.

Ključne riječi: taekwondo, opterećenje, mliječna kiselina, frekvencija srca

PHYSIOLOGICAL LOAD IN TAEKWONDO FIGHTING

Abstract

Physiological load in taekwondo was observed in this study on a sample of 12 taekwondo fighter of which 6 were males (age 22.50 ± 3.73 , height 186.00 ± 8.67 , weight 80.17 ± 12.83) and 6 females (age 21.33 ± 3.01 , height 169.50 ± 5.43 , weight 57.17 ± 7.41). The heart rate of the subjects during the fight and the amount of lactic acid in the blood after each round of the fight were measured. The aim of the study was to investigate whether there was a statistically significant difference between match rounds in physiological load parameters during taekwondo match and whether there was a statistically significant difference in physiological load between men and women.

The study proved that there is a statistically significant difference between the rounds in the physiological load parameters and that there is no statistically significant difference ($p < 0,05$) between men and women in the physiological load parameters. Comparing all heart rate variables between rounds the value ranged from 0.00 to 0.04 and the difference between rounds in lactic acid concentration was 0.00 between the first and second round and the first and third round, difference between the second round and the third round was 0,23. P value for men and women heart rate variable range from 0.59 to 1.00 and for the lactic acid concentration variable it range from 0.18 to 0.31. With this kind of research results the hypotheses were confirmed. This study found that during the whole taekwondo fight there was a statistically significant increase in physiological load (heart rate and lactic acid content), but that there was no statistically significant difference between men and women. From a practical standpoint, this results can assist coaches and athletes in modeling training to develop functional abilities. Technical and tactical training can and should be differentiated to best suit the individual characteristics of the athletes themselves depending on the category and gender.

Key words: taekwondo, load, lactic acid, heart rate

Sadržaj:

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 1.1. Teorijske spoznaje | 2 |
| 1.2. Dosadašnja istraživanja | 2 |
| 1.3. Problem istraživanja | 5 |
| 2. Ciljevi i hipoteze | 6 |
| 3. Metode rada | 7 |
| 3.1. Uzorak ispitanika | 7 |
| 3.2. Protokol istraživanja | 8 |
| 3.3. Mjerni instrumenti | 9 |
| 3.4. Uzorak varijabli | 10 |
| 3.5. Metode obrade podataka | 12 |
| 4. Rezultati | 13 |
| 5. Rasprava | 19 |
| 6. Zaključak | 23 |
| 7. Literatura | 24 |

1. Uvod

Taekwondo je borilačka vještina koja je nastala u Koreji četrdesetih godina prošlog stoljeća, ali „postoje izvori da taekwondo ima čak 2000 godina staru povijest u Koreji koja se proteže sve do hwarang kraljevstva Silla (57. godine pr. n. e. do 935. godine).“ (Capener, 2016) Od tada pa sve do danas svakodnevno se razvija u svim pogledima. Danas je taekwondo jedan od najrasprostranjenijih borilačkih sportova te samim time i zaslužuje provedbu raznih znanstvenih istraživanja koja bi ga unaprijedila.

„Taekwondo je u osnovi borilačka vještina koja se usredotočuje na vještine nogu, a to ga razlikuje od japanskog karatea i kineskog wushua koji se prije svega temelje na ručnim vještinama.“ (Ahn, Hong i Park, 2009) Taekwondo borbu karakteriziraju brze izmjene udaraca od kojih se razlikuju udarci u tijelo i glavu te udarci iz okreta, a uz razne udarce karakteriziraju ga i brze kretnje u gardu.

Taekwondo zahtijeva izvrsne motoričke sposobnosti, taktičku izvrsnost i visoku razinu kondicijske pripremljenosti kako bi se postigao vrhunski rezultat. Konkretno, tijekom taekwondo borbe sportaši izvode 3-5 sekundi pokreta visokog intenziteta te izmjenično nakon toga slijede periodi niskog intenziteta tijekom kojih brzina otkucaja srca može doseći razinu od čak 100% maksimalnih vrijednosti i koncentracija mliječne kiseline se podiže do 11,4 mmol/L (Marković, Vučetić, Cardinale, 2008).

U Hrvatskoj se taekwondom bave mnogi kao treneri, ali u literaturi nema mnogo istraživanja koja se provode iz tog područja. Najviše istraživanja u taekwondou ima oko prevencije ozljeda u treningu i na natjecanjima. Samim time potrebno je dodatno produbiti spoznaje kako bi se ostvario adekvatan prostor napretku taekwondo boraca i otkrivanju novih znanja o trenažnom procesu za napredak funkcionalnih i motoričkih karakteristika u taekwondou.

Na području Hrvatske istraživanjima u taekwondou su se najviše bavili Marković i Klanac sa svojim suradnicima. Oni su započeli otkrivanje antropoloških, motoričkih i fizioloških karakteristika sportaša. Na svjetskoj razini istraživanjima u taekwondou najviše se bave istraživači iz Brazila, Italije, Velike Britanije i Australije. Na području proučavanja fiziološkog opterećenja u taekwondo borbi o kojemu će pisati i ovaj rad svakako treba istaknuti brazilce Camposa i Matsushigueda sa suradnicima, britanca Bridgea sa suradnicima i hrvata Markovića sa suradnicima.

Do sada je hrvatski taekwondo osvojio tri olimpijske bronce te brojna odličja sa svjetskih i europskih prvenstava. Time se taekwondo može smatrati jednim od najuspješnijih olimpijskih sportova u Hrvatskoj. Taj broj i napredak moguće je i povećati uz još kvalitetniji trenažni proces koji se modelira prema najnovijim spoznajama.

1.1. Teorijske spoznaje

Povećanje inteziteta izvedbe sportske aktivnosti uvjetuje povećane zahtjeve u odnosu na organizam sportaša za rad u uvjetima nedovoljnog primitka kisika. U slučajevima kada je potreba za energijom veća od one koju transportni sustav može osigurati oksidacijskim procesima, energija za rad dominantno se počinje koristiti iz anaerobnih izvora (adenozin-tri-fosfat; kreatin fosfat, glikogen). To znači da opskrbu potrebnom energijom za intenzivnu motoričku aktivnost preuzimaju anaerobni energetske kapaciteti i procesi, a kao posljedica njihova aktiviranja javlja se povećana koncentracija mliječne kiseline (laktati) i kisikov dug (Milanović, 2013).

Frekvencija srca je broj srčanih ciklusa u jednoj minuti. Frekvenciju srca u normalnim uvjetima određuje sinusatrijski (SA) čvor. Srce naizmjeničnim kontrakcijama mišićnih stanica pretklijetki (atrija) i klijetki (ventrikula) istiskuje krv u krvne žile i tako omogućava njezinu cirkulaciju organizmom. Može se reći da se srce ponaša kao crpka (Matković i Ružić, 2009).

Postoje i mnogi radovi na temu mliječne kiseline i frekvencije srca za vrijeme sportske aktivnosti, a svakako treba istaknuti dva rada: „Mliječna kiselina“ od I. Jacobsa te rad „Frekvencija srca i intezitet vježbanja tijekom sportske aktivnosti“ autora Karvonen J. i Vuorimaa T.

1.2. Dosadašnja istraživanja

Od dosadašnjih istraživanja u Hrvatskoj svakako treba istaknuti:

Marković, Mišigoj-Duraković i Trninić (2005) mjerili su 13 vrhunskih hrvatskih borkinja i njihove antropološke karakteristike, motoričke sposobnosti te fiziološke karakteristike. Uvjet pristupanja mjerenju je bilo 7 do 10 godina treniranja taekwonda te minimalno pet treninga tjedno po dva sata. Ispitanice su podijelili u dvije skupine (A – bolji rezultati; B – lošiji rezultati). Rezultati su pokazali da se u antropološkim karakteristikama skupine ne razlikuju značajno, ali u fiziološkim i motoričkim karakteristikama skupina A postizala je statistički značajnije bolje rezultate.

Klanac, Sertić i Segedi (2014) na uzorku od osam juniora, prvaka ili viceprvaka države, proveli su istraživanje u kojemu su mjerili antropometrijska obilježja i funkcionalne parametre ispitanika. Funkcionalne parametre su dobili pomoću progresivnog testa opterećenja na pokretnom sagu. Mjerili su količinu mliječne kiseline u krvi prije i nakon testa te su dobili podatke za maksimalni primitak kisika iz testa. Na testu su koristili i Borgovu skalu kojom su ispitanici sami opisivali napor na testu. Rezultate su uspoređivali s turskim reprezentativcima istog uzrasta iz studije Bouhela i suradnika (2006) te su utvrdili bolje vrijednosti svog uzorka u relativnom primitku kisika dok su se koncentracija mliječne kiseline i frekvencija srca u borbi podudarali s turskim ispitanicima.

Marković, Vučetić i Cardinale (2008) su na uzorku od sedam hrvatskih borkinja međunarodnog ranga mjerili vrijednosti frekvencije srca kroz tri runde taekwondo borbe, te koncentracije mliječne kiseline u krvi 3 minute nakon završene borbe. Rezultati istraživanja su pokazali da taekwondo zahtjeva visoke fiziološke potrebe (frekvencija srca 80-100% maksimalne frekvencije srca i koncentracija laktata veća od 11,4 mmol/L). Ustanovili su da je veće opterećenje u borbi nego na treningu te da se opterećenje povećava iz runde u rundu.

Kod stranih autora u radovima iz taekwondoa istaknut će se sljedeća istraživanja:

Bridge, Jones i Drust (2009) mjerili su fiziološko opterećenje na osam ispitanika u taekwondo borbi, ali tada su ih mjerili prema starim pravilima u kojima je pauza između rundi trajala 30 sekundi. Oni su istraživanje proveli u natjecateljskim uvjetima. Mjerili su frekvenciju srca tijekom cijele borbe u razmacima od 5 sekundi, koncentraciju mliječne kiseline u krvi prije borbe, nakon svake runde te su prema Borgovoj skali ocjenjivali subjektivno opterećenje u borbi. Rezultati su pokazali da postoji statistički značajna razlika u opterećenju između rundi.

Campos i sur. (2011) istraživali su na deset boraca koji imaju minimalno petogodišnje iskustvo nacionalnog i internacionalnog ranga u trenažnim uvjetima, ali kroz taekwondo borbu. Mjerili su koncentraciju laktata nakon svake runde taekwondo borbe te nakon 3 i 5 minuta nakon zadnje runde. Uz koncentraciju mliječne kiseline procjenjivali su i potrošnju kisika između rundi borbe te potrošnju kisika nakon borbe. Sve borbe su i snimali te su rezultati pokazali da je omjer između aktivne i pasivne borbe 1:7. Uz to rezultati su pokazali povećanje fizioloških parametara iz runde u rundu.

Matsushigue, Hartmann i Franchini (2009) istraživali su koncentraciju mliječne kiseline u krvi i frekvenciju srca prije i poslije taekwondo borbe na uzorku od četrnaest taekwondo boraca iz Brazila. Uz mjerenje frekvencije srca i koncentracije mliječne kiseline u krvi oni su i snimali sve borbe te su video analizom utvrđivali koje i koliko pojedine borbene tehnike koriste pobjednici, a koliko gubitnici. Rezultati su pokazali da pobjednici koriste manje tehnika tijekom borbe, ali da se fiziološko opterećenje ne razlikuje između pobjednika i gubitnika u borbama.

Chiodo i sur. (2011) u svom su radu mjerili skok s predpripremom, jakost stiska ruke, frekvenciju srca i koncentraciju mliječne kiseline u krvi na 15 ispitanika talijanske nacionalne razine od kojih su četiri žene i jedanaest muškaraca. Oni su mjerenje proveli na nacionalnom prvenstvu. Frekvenciju srca su mjerili tijekom cijele borbe, a ostale podatke su mjerili prije i poslije borbe te su uspoređivali njihove međusobne razlike. Rezultati u ovom istraživanju pokazali su da nema razlike u frekvenciji srca između rundi.

Ball, Nolan i Wheeler (2011) radili su istraživanje na četiri australska taekwondoša koji su išli na Olimpijske igre u London 2012. Oni su mjerili kožne nabore za izračunavanje nemasne mase tijela, skok iz čučnja, „beep“ test, potisak s klupe i čučanj (3RM). Testiranja su provodili kroz devet tjedana pred Olimpijske igre, a rad su napisali uspoređujući rezultate testova između svih tjedana. Rezultati su pokazali da postoji napredak u svim zadacima snage kroz devet tjedana.

Casolino i sur. (2012) radili su istraživanje na dvadeset ispitanika od kojih je pet osvajača medalja na europskim ili svjetskim prvenstvima. Oni su u razdoblju od tri tjedna na treninzima mjerili frekvenciju srca, koncentraciju mliječne kiseline u krvi te subjektivni doživljaj napora na treningu. Uspoređivali su te tri varijable između sportaša koji imaju međunarodne medalje i onih koji još nemaju takve uspjehe. Rezultati su pokazali da razlike ima samo u subjektivnom doživljaju napora na početku, ali nakon tri tjedna ta razlika nestaje.

Ghorbanzadeh i sur. (2011) istraživali su uzorak od 80 ispitanika od kojih su 40 turski reprezentativci u taekwondou dok ostalih 40 to nije. Od 40 ispitanika u svakoj skupini bilo je 24 muškarca i 16 žena. Oni su mjerili morfološke i motoričke karakteristike ispitanika te su uspoređivali ih međusobno kako bi otkrili koje karakteristike najviše utječu na uspjeh u taekwondou. Rezultati su pokazali da su u taekwondou najuspješniji mezomorfi, ali da je to očitije kod žena nego kod muškaraca.

Bridge, Silva Santos, Chaabene, Pieter i Franchini (2014) su napravili pregledni rad u kojemu govore o svim antropološkim i motoričkim sposobnostima taekwondoša koji su izmjereni. U radu su prikazali rezultate mnogih istraživanja provedenih na taekwondo borcima u kojima je mjerena tjelesna masa, potkožnog masnog tkiva, somatotipove građe tijela te maksimalni primitak kisika.

Za ostale sportove sličnima taekwondou može se reći da su to karate i boks. Od istraživanja provedenim u tim sportovima svakako treba istaknuti sljedeća dva:

Iide i sur. (2008) na uzorku od dvanaest ispitanika (karate borci) su mjerili frekvenciju srca, primitak kisika te količinu mliječne kiseline u krvi. Oni su mjerili parametre u borbi u trajanju od dvije minute te su nakon pauze od 60 minuta ponovili mjerenja, ali u borbi u trajanju tri minute.

Guidetti, Musulin i Baldari (2002) istraživali su antropometrijske karakteristike i fiziološke parametre (frekvencija srca i koncentracija mliječne kiseline u krvi) u boksačkoj borbi. Fiziološke parametre mjerili su nakon progresivnog testa opterećenja na traci te su tako dobili maksimalne koncentracije mliječne kiseline u krvi te maksimalni primitak kisika. Istraživanje je provedeno na uzorku od osam talijanskih boksača iz srednje kategorije (od 70 do 73 kilograma).

1.3. Problem istraživanja

Temeljem pregleda dosadašnjih istraživanja može se uočiti da su autori istraživali antropološke karakteristike, motoričke i funkcionalne sposobnosti taekwondo boraca, ali su istraživali i fiziološko opterećenje u taekwondo borbi. Fiziološko opterećenje proučavali su strani autori, a od domaćih autora proučavao je jedino Marković i to samo na ženama. Ovim radom cilj je bio doći do spoznaja o fiziološkom opterećenju u taekwondo borbi i za muškarce i za žene na hrvatskom uzorku vrhunskih taekwondo boraca.

Problem ovoga istraživanja stoga je istražiti fiziološko opterećenje u taekwondo borbi hrvatskih taekwondo boraca i borkinja kako bi se te spoznaje mogle primijeniti u trenažnom procesu.

2. Ciljevi i hipoteze

Glavni cilj ovog rada je utvrditi fiziološke parametre opterećenja (frekvencija srca i koncentracija mliječne kiseline u krvi) za vrijeme taekwondo borbe kod muškaraca i žena različitih težinskih kategorija. Sekundarni ciljevi su usporedba utvrđenih parametara prema spolu, razini ostvarenih rezultata (medalja s kontinentalnog ili svjetskog prvenstva), rundama borbe i s rezultatima drugih inozemnih istraživanja u taekwondou. Iz svega navedenog postavljene su dvije hipoteze:

H1: postoji statistički značajna razlika između rundi u fiziološkim parametrima opterećenja za vrijeme taekwondo borbe, i

H2: ne postoji statistički značajna razlika u fiziološkim parametrima opterećenja za vrijeme taekwondo borbe između muškaraca i žena.

3. Metode rada

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika se sastojao od 12 vrhunskih hrvatskih taekwondo sportaša s područja grada Zagreba. Od dvanaest sportaša šest je žena ($21,33 \pm 3,01$ god, $169,5 \pm 5,43$ cm, $57,17 \pm 7,41$ kg), a šest muškaraca ($22,50 \pm 3,73$ god, $186,00 \pm 8,67$ cm, $80,17 \pm 12,83$ kg). Ispitanici su odabrani na temelju njihovih trenutnih sportskih rezultata kako bi se dobile što vjerodostojnije vrijednosti vrhunskih sportaša. U ispitivanju su sudjelovala dva aktualna osvajača svjetske bronce, dvije europske bronce, u-21 europski doprvak te europski doprvak iz 2014. godine. Svim ispitanicima prije samog istraživanja objašnjen je cijeli protokol istraživanja te su im dane upute koje moraju slijediti kako bi istraživanje bilo valjano. Svi ispitanici dobrovoljno su pristali na istraživanje, dok je Etički odbor Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrio provedbu istraživanja. Rezultati frekvencije srca obrađeni su za svih dvanaest ispitanika, dok su u rezultatima za koncentraciju mliječne kiseline u krvi obrađeni rezultati jedanaest ispitanika, jer rezultati jedne ispitanice, zbog kasnije otkrivenih zdravstvenih problema, nisu bili relevantni.

3.2. Protokol istraživanja

Zagrijavanje u trajanju od 30 minuta ispitanici su provodili samostalno prema uobičajenim individualnim načinima zagrijavanja uoči borbe. Ispitanici su se zagrijavali trčanjem laganim i umjerenim tempom, vježbama škole trčanja i udaranjem po fokuserima. Nakon zagrijavanja ispitanicima su bila objašnjena pravila, ciljevi i načini provedbe testiranja kako bi bili upoznati s istim. U istraživanju ispitanici su radili taekwondo borbu prema službenim pravilima svjetske taekwondo federacije. Istraživanje se provodilo na taekwondo borilištu (oktogonal) dimenzija 8x8 metara koje na podu ima „tatami“ strunjaču. Ispitanici su na sebi imali zaštitnu opremu koja je predviđena za taekwondo borbu. Runde borbe trajale su 3 x 2 minute s odmorom od 1 minute između rundi. U pauzama između rundi provodilo se mjerenje koncentracije mliječne kiseline u krvi. Pomoću računala i mjerača frekvencije srca izračunati su svi podatci vezani za frekvenciju srca.



Slika 1. Taekwondo borci u kompletnoj opremi

3.3. Mjerni instrumenti

Mjerni instrumenti koji su se koristili su mjerač frekvencije srca (Polar M400, Finska) i laktatomjer (Lactate Scout Pro, Njemačka). Mjerač frekvencije srca koristio se na način da je pojas bio na ispitanicima na dnu prsne kosti dok se sat nalazio na klupi pored borilišta. Sat je imao doseg očitavanja pojasa po cijelom borilištu. Mjerenje koncentracije mliječne kiseline radilo se laktatomjerom na način da su nakon svake runde ispitanici dolazili na klupu i iz jagodice prsta im je uzeta kap krvi koja se koristila za analizu krvi kako bi se dobila koncentracija mliječne kiseline.



Slika 2.

Srčani monitor - Polar M400



Slika 3.

*Mjerač koncentracije mliječne kiseline
- Lactate Scout Pro*

3.4. Uzorak varijabli

U ovom radu promatrane su varijable frekvencije srca i koncentracije mliječne kiseline u krvi. Od varijabli frekvencije srca promatrana je frekvencija srca na početku svake runde (HR1START, HR2START, HR3START), frekvencija srca na kraju svake runde (HR1KRAJ, HR2KRAJ, HR3KRAJ), prosječna frekvencija srca u svakoj rundi (HR1AS, HR2AS, HR3AS) i maksimalna frekvencija srca u svakoj rundi (HR1MAX, HR2MAX, HR3MAX). Od varijabli koncentracije mliječne kiseline u krvi promatrala se koncentracija mliječne kiseline u krvi na kraju svake runde (LA1, LA2, LA3).

Tablica 1. Varijable u istraživanju

| REDNI BROJ | SKRAĆENI NAZIV | OPIS | MJERNA JEDINICA |
|------------|----------------|--|-----------------|
| 1. | HR1START | frekvencija srca na početku prve runde | otkucaj/minuta |
| 2. | HR2START | frekvencija srca na početku druge runde | otkucaj/minuta |
| 3. | HR3START | frekvencija srca na početku treće runde | otkucaj/minuta |
| 4. | HR1KRAJ | frekvencija srca na kraju prve runde | otkucaj/minuta |
| 5. | HR2KRAJ | frekvencija srca na kraju druge runde | otkucaj/minuta |
| 6. | HR3KRAJ | frekvencija srca na kraju treće runde | otkucaj/minuta |
| 7. | HR1AS | prosječna frekvencija srca u prvoj rundi | otkucaj/minuta |
| 8. | HR2AS | prosječna frekvencija srca u drugoj rundi | otkucaj/minuta |
| 9. | HR3AS | prosječna frekvencija srca u trećoj rundi | otkucaj/minuta |
| 10. | HR1MAX | maksimalna frekvencija srca u prvoj rundi | otkucaj/minuta |
| 11. | HR2MAX | maksimalna frekvencija srca u drugoj rundi | otkucaj/minuta |
| 12. | HR3MAX | maksimalna frekvencija srca u trećoj rundi | otkucaj/minuta |
| 13. | LA1 | koncentracija mliječne kiseline u krvi nakon prve runde | mmol/l |
| 14. | LA2 | koncentracija mliječne kiseline u krvi nakon druge runde | mmol/l |
| 15. | LA3 | koncentracija mliječne kiseline u krvi nakon treće runde | mmol/l |

3.5. Metode obrade podataka

Obrada podataka i statistička analiza napravljena je u programu Statistica for Windows ver. 13. Izračunata je normalnost distribucije Shapiro–Wilk testom te su izračunati osnovni deskriptivni parametri. Razina statističke značajnosti razlika izračunate su pomoću Mann Whitney U testa i Sign testa, dok je razina statističke značajnosti postavljena na $p < 0,05$.

4. Rezultati

Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji

| VARIJABLA | UZORAK | AS | MED | MIN | MAX | RAS | SD |
|-----------|--------|--------|-------|-----|------|------|-------|
| HR1START | 12 | 126,33 | 129,5 | 103 | 147 | 44 | 15,44 |
| HR1KRAJ | 12 | 182,58 | 184,5 | 162 | 204 | 42 | 11,2 |
| HR1AS | 12 | 169,42 | 170 | 145 | 180 | 35 | 10,4 |
| HR1MAX | 12 | 183,5 | 184,5 | 162 | 208 | 46 | 11,71 |
| HR2START | 12 | 148,75 | 148 | 130 | 168 | 38 | 10,97 |
| HR2KRAJ | 12 | 186,92 | 188 | 169 | 205 | 36 | 9,49 |
| HR2AS | 12 | 175,33 | 175,5 | 160 | 197 | 37 | 11,07 |
| HR2MAX | 12 | 188,33 | 188 | 169 | 210 | 41 | 9,79 |
| HR3START | 12 | 159,67 | 159 | 133 | 180 | 47 | 14,02 |
| HR3KRAJ | 12 | 190 | 190 | 175 | 204 | 29 | 7,82 |
| HR3AS | 12 | 179,75 | 180,5 | 166 | 199 | 33 | 10,06 |
| HR3MAX | 12 | 191,08 | 190 | 175 | 208 | 33 | 8,25 |
| LA1 | 11 | 7,35 | 7,2 | 3,9 | 11,2 | 7,3 | 2,72 |
| LA2 | 11 | 10,43 | 9,6 | 5,2 | 15,9 | 10,7 | 3,53 |
| LA3 | 11 | 11,33 | 10,8 | 6,8 | 15,6 | 8,8 | 2,65 |

LEGENDA:

AS – aritmetička sredina, MED – medijan, MIN – minimum, MAX – maksimum, RAS – raspon, SD – standardna devijacija

U ovoj tablici moguće je vidjeti deskriptivne pokazatelji svih varijabli mjerenih u istraživanju.

Tablica 3. Normalnost distribucije (Shapiro – Wilk test) $p > 0,05$

| VARIJABLA | p vrijednost |
|-----------|--------------|
| HR1START | 0,23 |
| HR1KRAJ | 0,94 |
| HR1AS | 0,08 |
| HR1MAX | 0,67 |
| HR2START | 0,52 |
| HR2KRAJ | 0,56 |
| HR2AS | 0,92 |
| HR2MAX | 0,06 |
| HR3START | 0,91 |
| HR3KRAJ | 0,81 |
| HR3AS | 0,77 |
| HR3MAX | 0,29 |
| LA1 | 0,69 |
| LA2 | 0,77 |
| LA3 | 0,10 |

U ovoj tablici moguće je vidjeti kako ne postoji normalnost distribucije. Sukladno tome u obradi podataka koristiti će se neparametrijske metode obrade podataka.

Tablica 4. Usporedba frekvencije srca među rundama ($p < 0,05$)

| VARIJABLE KOJE SE USPOREĐUJU | p vrijednost |
|------------------------------|--------------|
| HR1START - HR2START | 0,00 |
| HR1KRAJ - HR2KRAJ | 0,00 |
| HR1AS - HR2AS | 0,04 |
| HR1MAX - HR2MAX | 0,00 |
| | |
| HR2START - HR3START | 0,00 |
| HR2KRAJ - HR3KRAJ | 0,02 |
| HR2AS - HR3AS | 0,04 |
| HR2MAX - HR3MAX | 0,02 |
| | |
| HR1START - HR3START | 0,00 |
| HR1KRAJ - HR3KRAJ | 0,00 |
| HR1AS - HR3AS | 0,02 |
| HR1MAX - HR3MAX | 0,00 |

U ovoj tablici su prikazani rezultati usporedbe frekvencije srca među rundama iz kojih je vidljivo kako postoji statistički značajna razlika između rundi taekwondo borbe u frekvenciji srca.

Tablica 5. Usporedba koncentracije mliječne kiseline (LA) među rundama ($p < 0,05$)

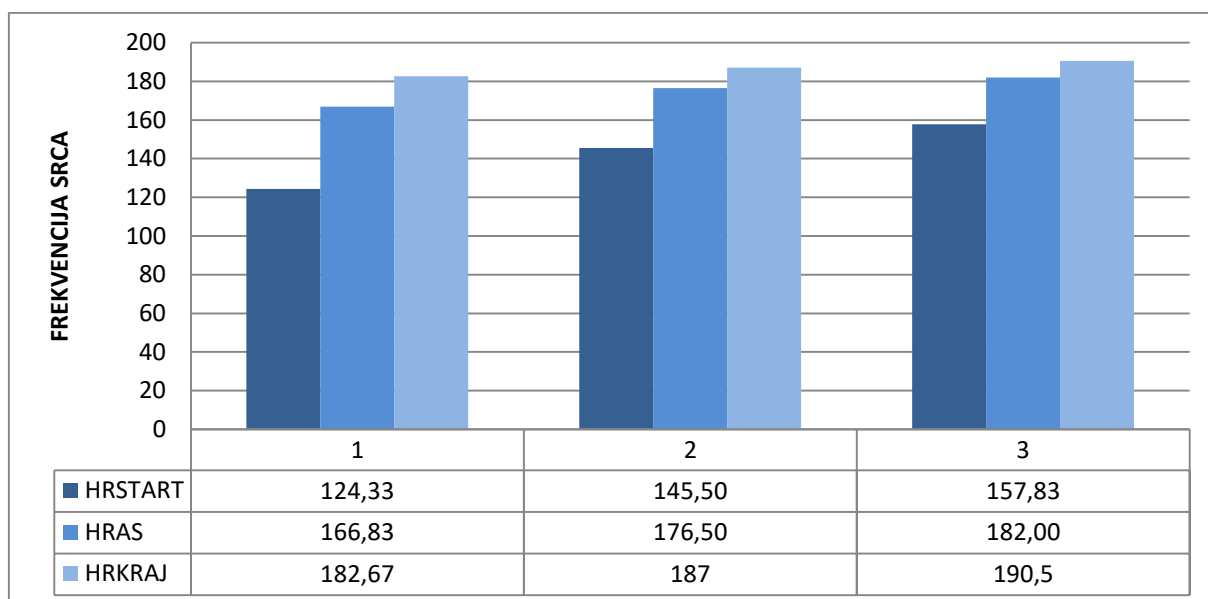
| RUNDE KOJE SE USPOREĐUJU | p vrijednost |
|--------------------------|--------------|
| 1. RUNDA – 2. RUNDA | 0,00 |
| 2. RUNDA – 3. RUNDA | 0,23 |
| 1. RUNDA – 3. RUNDA | 0,00 |

U ovoj tablici su prikazani rezultati usporedbe koncentracije mliječne kiseline među rundama iz kojih je vidljivo kako postoji statistički značajna razlika između prve i druge runde i prve i treće runde taekwondo borbe u koncentraciji mliječne kiseline, ali između druge i treće runde ta razlika nije statistički značajna.

Tablica 6. Usporedba vrijednosti u varijablama između muškaraca i žena ($p < 0,05$)

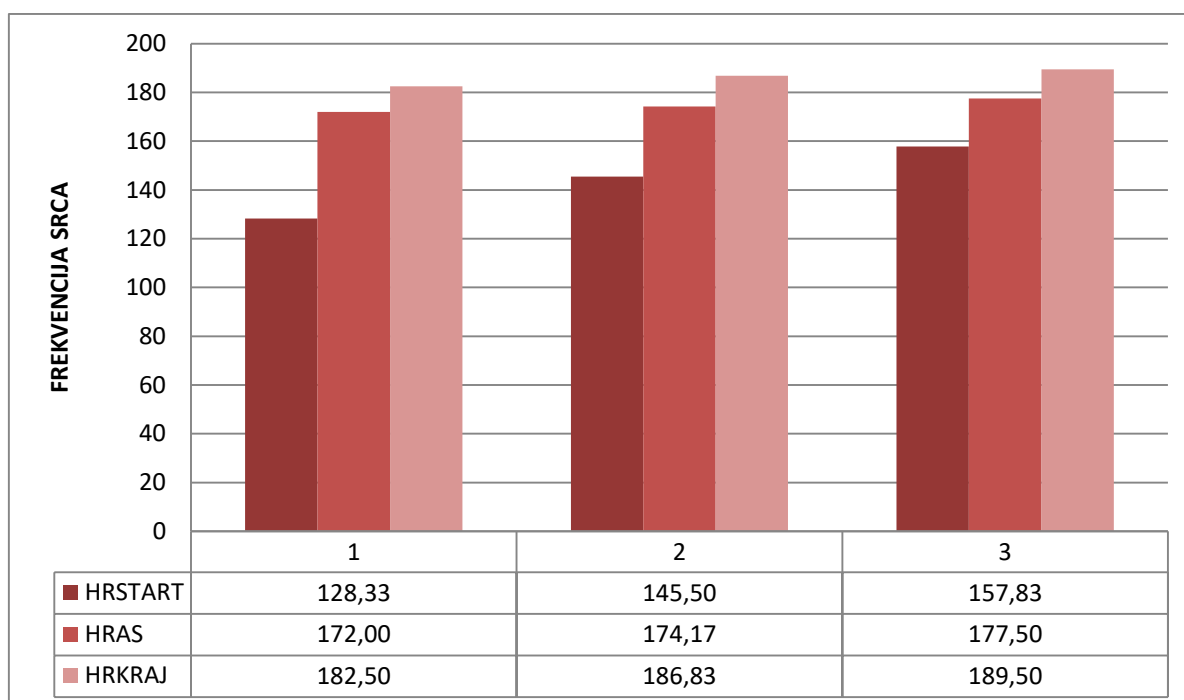
| VARIJABLA | p vrijednost |
|-----------|--------------|
| HR1START | 0,94 |
| HR1KRAJ | 1,00 |
| HR1AS | 0,59 |
| HR1MAX | 0,94 |
| HR2START | 0,59 |
| HR2KRAJ | 1,00 |
| HR2AS | 0,82 |
| HR2MAX | 0,94 |
| HR3START | 0,94 |
| HR3KRAJ | 0,82 |
| HR3AS | 0,70 |
| HR3MAX | 0,82 |
| LA1 | 0,31 |
| LA2 | 0,31 |
| LA3 | 0,18 |

U ovoj tablici su prikazani rezultati usporedbe svih varijabli između muškaraca i žena. Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako ne postoji statistički značajna razlika u svim mjerenim varijablama.



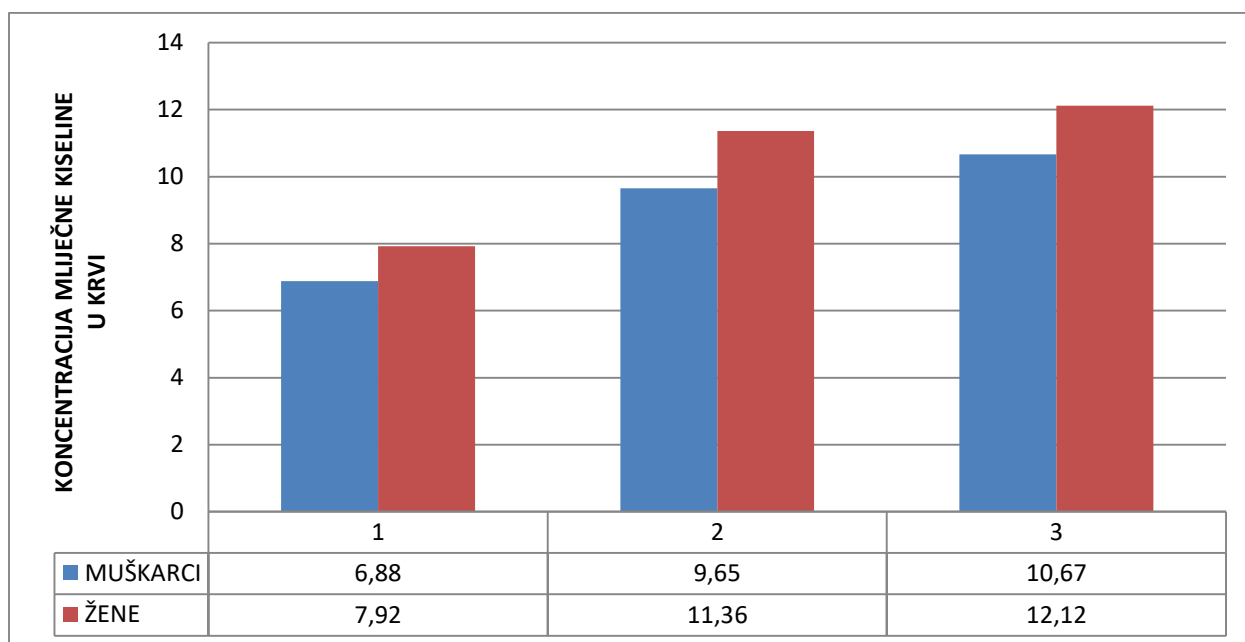
Graf 1. Frekvencija srca kroz runde: MUŠKARCI

U ovom grafu su prikazani rezultati varijabli frekvencije srca kroz sve tri rundama za muškarce.



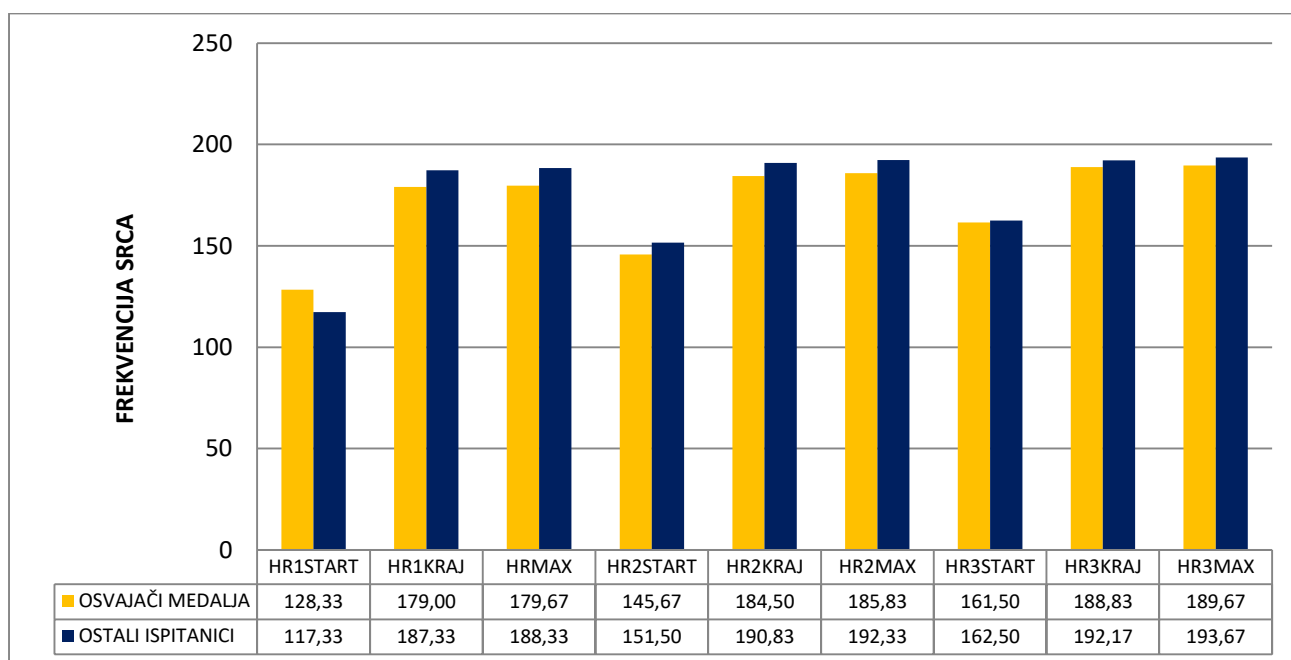
Graf 2. Frekvencija srca kroz runde: ŽENE

U ovom grafu su prikazani rezultati varijabli frekvencije srca kroz sve tri rundama za žene.



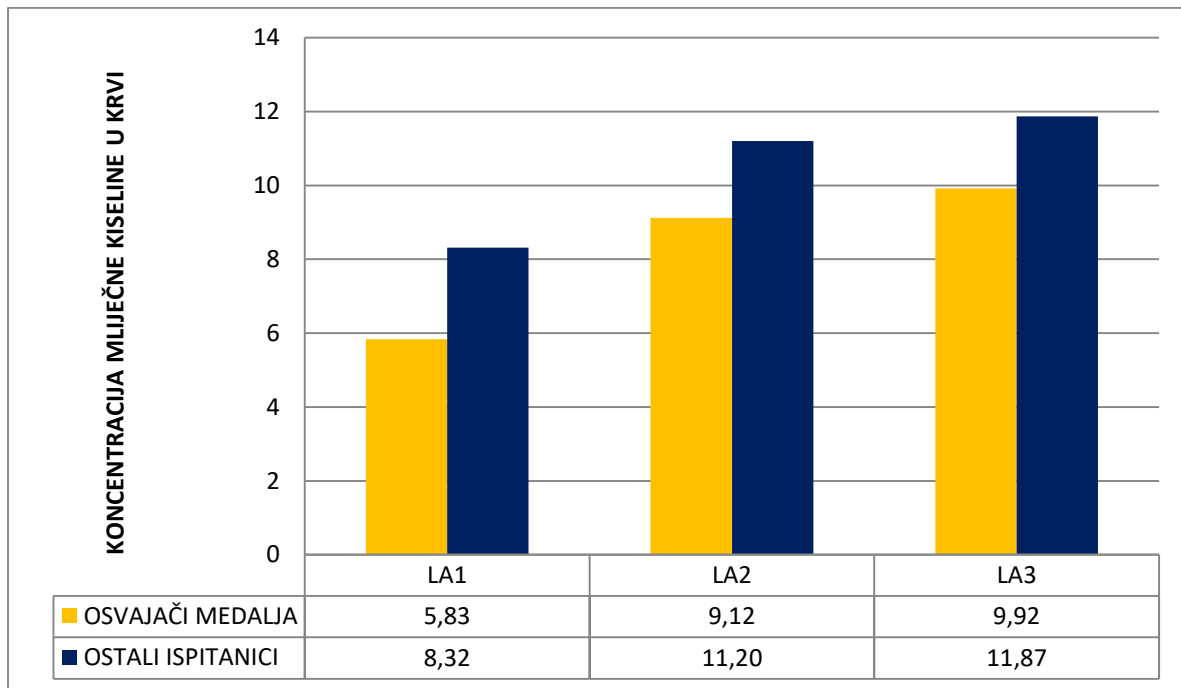
Graf 3. Koncentracije mliječne kiseline u krvi na kraju rundi: MUŠKARCI I ŽENE

U ovom grafu su prikazani rezultati koncentracije mliječne kiseline kroz sve tri rundama za muškarce i žene.



Graf 4. Razlike između osvajača medalja i drugih u frekvenciji srca tijekom borbe

U ovom grafu su prikazane razlike u rezultatima u varijablama frekvencije srca između osvajača medalja i ostalih ispitanika.



Graf 5. Razlike između osvajača medalja i drugih u koncentraciji mliječne kiseline u krvi na kraju rundi

U ovom grafu su prikazane razlike u rezultatima u varijablama koncentracije mliječne kiseline između osvajača medalja i ostalih ispitanika.

5. Rasprava

Kao prva hipoteza postavljeno je da postoji statistički značajna razlika između rundi u fiziološkim parametrima opterećenja za vrijeme taekwondo borbe. Kao što je i vidljivo iz tablice 3. i tablice 4. postoji statistički značajna razlika između rundi u svim fiziološkim parametrima mjerenim u ovom istraživanju, osim u koncentraciji mliječne kiseline u drugoj i trećoj rundi taekwondo borbe. Razlog tome je što je već na kraju druge runde koncentracija mliječne kiseline na visokoj razini pa u trećoj rundi nema statistički značajnog porasta.

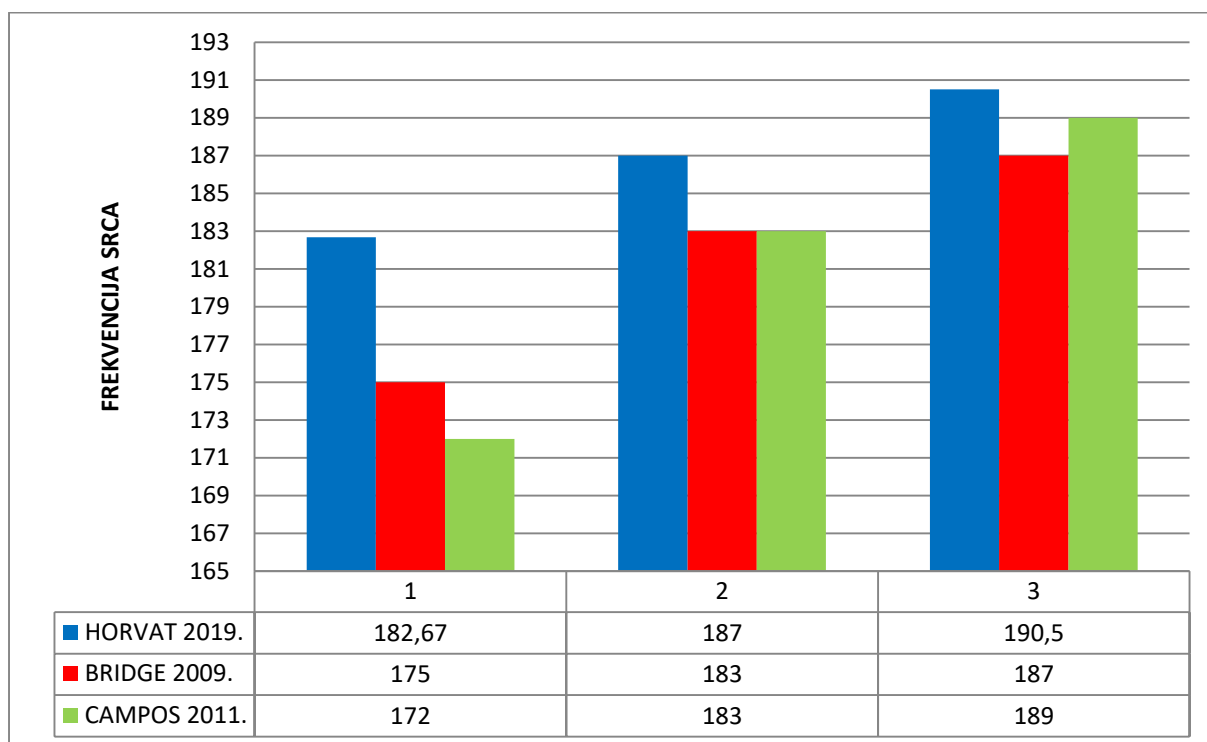
Druga postavljena hipoteza je da ne postoji statistički značajna razlika u fiziološkim parametrima opterećenja za vrijeme taekwondo borbe između muškaraca i žena. U tablici 5. vidljivo je da je ta hipoteza potvrđena. Iako postoji mala razlika između muškaraca i žena ta razlika nije statistički značajna. Ovaj podatak vrlo je važan jer on dokazuje da muškarci i žene u taekwondou imaju slične fiziološke napore te njihovi treninzi za razvoj funkcionalnih sposobnosti mogu biti isti ili jako slični. Tehničko-taktički treninzi se mogu i trebaju razlikovati kako bi najviše odgovarali potrebama samih sportaša ovisno o kategoriji i spolu.

U grafu 1. može se vidjeti kretanje vrijednosti frekvencije srca kod muškaraca, a u grafu 2. kretanje vrijednosti frekvencije srca kod žena po rundama taekwondo borbe. Jasno je vidljivo kod oba spola da sve tri promatrane varijable (HRSTART, HRAS i HRKRAJ) rastu iz runde u rundu. Frekvencija srca na početku borbe iznosila je 124,33 o/min (muškarci) i 128,33 o/min (žene), kao neki od razloga povišene frekvencije srca u odnosu na normalnu frekvenciju srca možemo pronaći u tome što su ispitanici odradili zagrijavanje, ali i u nervozu pred testiranje i pred borbu, a na kraju treće runde izmjerene su vrijednosti od 190,5 (muškarci) i 189,5 (žene).

Graf 3. pokazuje kretanje koncentracije mliječne kiseline kod muškaraca i žena nakon svake runde borbe. Vidljivo je kako muškarci u prosjeku imaju nešto nižu koncentraciju mliječne kiseline, ali ta razlika nije statistički značajna. Kod muškaraca koncentracija mliječne kiseline na kraju prve runde iznosila je 6,88 mmol/L, a kod žena 7,92 mmol/L. Iako razlika u ovom istraživanju nije statistički značajna ona je 15,1%. Na kraju treće runde muškarci su imali prosječnu količinu mliječne kiseline 10,67 mmol/L, a žene 12,12 mmol/L, a to je razlika od 13,6%. Kao mogući razlog veće količine mliječne kiseline kod žena su što žene u svojim borbama koriste više tehnika sa prednjom nogom koje se izvode po nekoliko sekundi, dok muškarci više primjenjuju kratke, brze i eksplozivne tehnike.

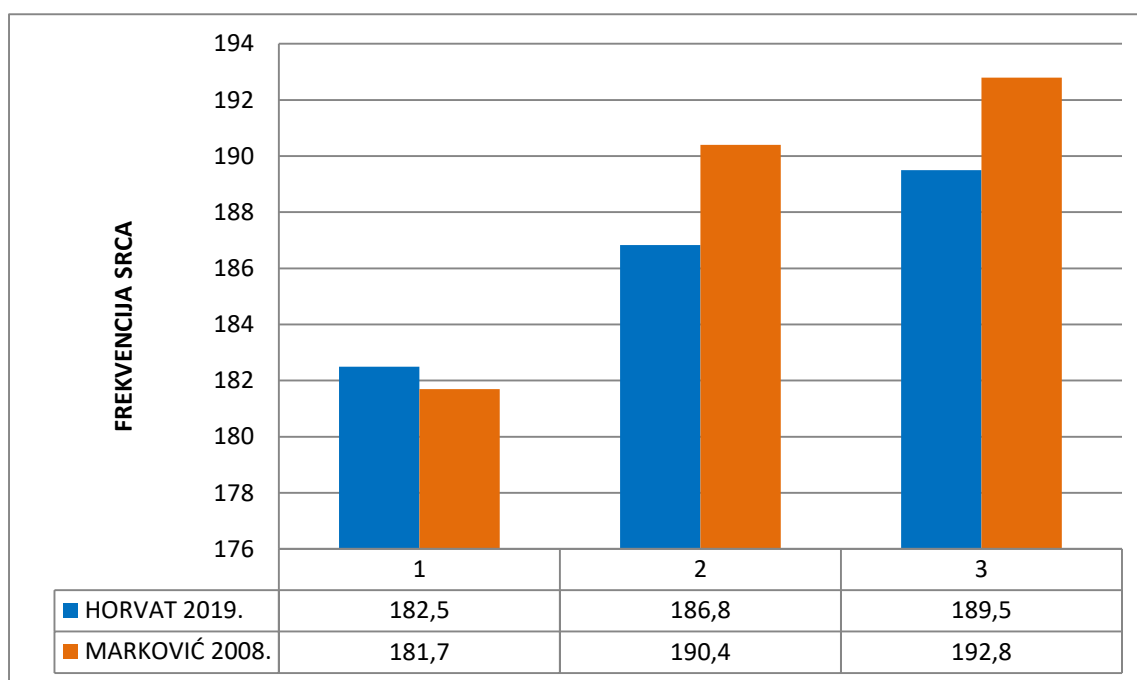
Grafovi 4. i 5. pokazuju razlike u fiziološkom opterećenju između osvajača medalja i ne osvajača. Kao kriterij za svrstavanje u kategoriju osvajača medalja potrebno je bilo da ispitanik ima medalju s europskog ili svjetskog prvenstva u juniorskoj ili seniorskoj konkurenciji. Iz grafova je vidljivo da osobe koje su osvajači medalja imaju niže frekvencije srca za vrijeme cijele borbe, a koncentracija mliječne kiseline im je isto niža nakon svake runde. Razlozi tome bi mogli biti što su osvajači medalja funkcionalno pripremljeniji od ostalih ispitanika, što osvajači medalja ulaze u borbu protiv slabijih protivnika pa nemaju tremu veliku kao ostali ispitanici ili zato što osvajači medalja bolje iskorištavaju energiju i koriste efikasnije tehnike od ostalih ispitanika.

U nastavku rasprave usporedit će se rezultati iz ovog istraživanja sa rezultatima drugih istraživanja provedenima u taekwondou koji su promatrali iste varijable koje smo promatrali i mi.



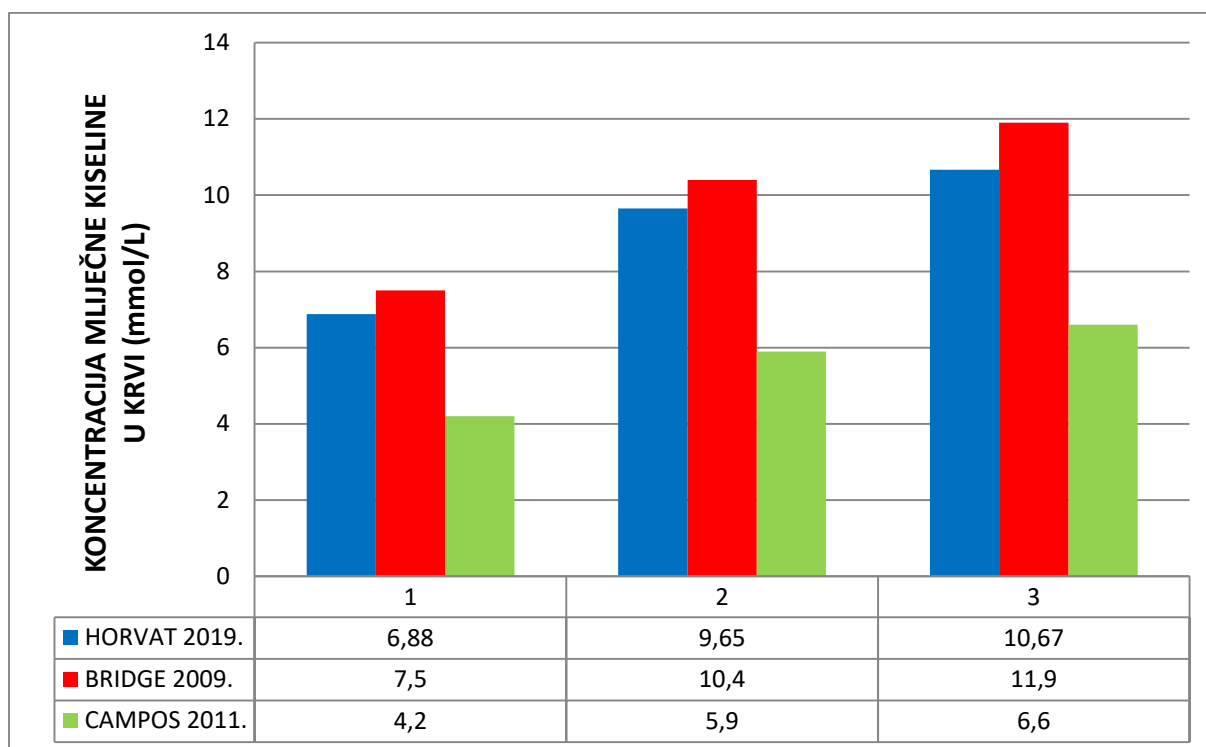
Graf 6. Frekvencija srca na kraju runde – MUŠKARCI – razlike između istraživanja

U ovom grafu moguće je vidjeti frekvenciju srca na kraju svake runde u nekoliko istraživanja na muškim ispitanicima. Iz grafa je vidljivo da ispitanici ovog istraživanja imaju nešto višu frekvenciju srca tijekom cijele borbe, ali nakon svake runde ta se razlika smanjuje. Kao razlog veće razlike u prvoj rundi mogu se navesti nekoliko razloga kao što su: zagrijavanje odrađeno prije ispitivanja većim intezitetom i samim time veća frekvencija srca na početku same runde ili promjene u pravilima taekwondo borbe koje su rezultirale većom upotrebom prednje noge.



Graf 7. Frekvencija srca na kraju runde – ŽENE – razlike između istraživanja

U ovom grafu moguće je vidjeti frekvenciju srca na kraju svake runde u dva istraživanja na ženskim ispitanicima. Iz grafa je vidljivo da su oba istraživanja pokazala slične rezultate u frekvenciji srca kod žena. Vidljivo je i kako je ovo istraživanje pokazalo nešto veću frekvenciju u prvoj rundi, dok su Marković i sur. utvrdili veće vrijednosti frekvencije srca na kraju druge i treće runde. Kao razlog tome moguće je da su ispitanice iz ovog istraživanja odradile zagrijavanje na većem intenzitetu te samim time su u borbu krenule s većom frekvencijom srca, ali kao razlog svakako može biti i promjena pravila taekwondo borbe koja je rezultirala većom upotrebom prednje noge.



Graf 8. Koncentracije mliječne kiseline u krvi na kraju runde: MUŠKARCI – razlike između istraživanja

U ovom grafu moguće je vidjeti količinu mliječne kiseline u krvi na kraju svake runde u nekoliko istraživanja na muškim ispitanicima. Vidljivo je kako je ovo istraživanje pokazalo sličnije vrijednosti istraživanju Bridgea i sur. od istraživanja Camposa i sur. Mogući razlozi zašto Campos i suradnici se više razlikuju od gore navedena dva istraživanja je što su se promjenila pravila te je sada u taekwondo borbi dozvoljeno guranje koje funkcionalno jako umara taekwondo borca, razlog razlike može biti i što su se 2011. godine borbe radile na LaJust opremu koja nije zahtjevala snažne udarce za razliku od Adidas opreme. Treći mogući razlog se može pronaći u razini izvrsnosti ispitanika. Ranije je navedeno da su ispitanici ovog istraživanja vrhunski borci i borkinje iz Hrvatske s međunarodnim iskustvom i uspjesima te se zasigurno može tvrditi da je razina njihove tehničko-taktičke i kondicijske pripremljenosti na visokom nivou. To znači da su takvi sportaši spremni producirati i podnositi veća opterećenja u situacijskim uvjetima.

6. Zaključak

Nakon provedenog istraživanja moguće je zaključiti da se kroz cijelu taekwondo borbu statistički značajno povećava fiziološko opterećenje (frekvencija srca i koncentracija mliječne kiseline), ali da ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena. Taekwondo borba se odvija prosječno od 126,33 do 191,08 otkucaja srca u minuti, a koncentracija mliječne kiseline prosječno iznosi nakon prve runde 7,35 mmol/L, a nakon borbe 11,33 mmol/L. Uspješniji sportaši su postizali niže frekvencije srca i koncentracije mliječne što ukazuje na njihovu kvalitetniju kondicijsku pripremljenost uz napomenu da te razlike nisu statistički značajne. Ovakvim rezultatima potvrđene su dosadašnje spoznaje te je dokazano da je u taekwondou izražena anaerobna glikolitička komponenta. Rezultati ovog istraživanja su u skladu sa svim dosadašnjim istraživanjima, ali vrijednost ovog istraživanja je što je napravljeno na hrvatskom uzorku što znači da se rezultati ovog istraživanja mogu primjenjivati prilikom modeliranja trenažnog procesa vrhunskih hrvatskih boraca tako što se poštuju frekvencije srca postignute u taekwondo borbi na ispitivanju.

7. Literatura

- Ahn, J. D., Hong, S. H., Park, Y. K. (2009). The Historical and Cultural Identity of Taekwondo as a Traditional Korean Martial Art. *The International Journal of the History of Sport* 26(11), 1716-1734. doi: 10.1080/09523360903132956
- Ball, N., Nolan, E., Wheeler, K. (2011). Anthropometrical, physiological, and tracked power profiles of elite taekwondo athletes 9 weeks before the olympic competition phase. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2752-2763.
- Bouhel, E. i sur. (2006). Heart rate and blood lactate response during taekwondo training and competition. *Science & Sports*, 21, 285 -290.
- Bridge, C. A., Jones M. A., Drust B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 485-493.
- Bridge, C. A., Silva Santos, J. F., Chaabene, H., Pieter, W., Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, doi: 10.1007/s40279-014-0159-9
- Campos Diniz, F. A., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Ferreira Santos, V. G., Franchini, E. (2011). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 1221-1228. doi: 10.1007/s00421-011-2071-4
- Capener, J. D. (2016). The Making of a Modern Myth: Inventing a Tradition for Taekwondo. *Korea Journal*, 56(1), 61-92,
- Casolino, E., Cortis, C., Lupo, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L. (2012). Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 322-331.

- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammkrajolia, A., Iona, T., Capranica, L. (2011). Effects of official taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 334-339.
- Ghorbanzadeh, B., Münderöglü, S., Akalan, C., Khodadadi, M. R., Kđrazci, S., Şahđn, M. (2011). Determination of taekwondo national team selection criteria by measuring physical and physiological parameters. *Annals of Biological Research*, 2(6), 184-197.
- Guidetti, L., Musulin, A., Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 309-314.
- 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) 839-844.
- Jacobs, I. (1986). Blood Lactate Implications for Training and Sports Performance. *Sports medicine*, 3(1), 10-25. doi: 10.2165/00007256-198603010
- Karvonen, J., Vuorimaa, T. (1988). Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. *Sports medicine*, 5(5), 303-311. doi: 10.2165/00007256-198805050
- Klanac, I., Sertić, H., Segedi, I. (2014). Funkcionalni parametri antropološkog statusa muške juniorske taekwondo nacionalne selekcije. U-12. Godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša (str. 161-164.)
- Marković, G., Mišigoj-Duraković, M., Trninić, S. (2005). Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes. *Coll. Antropol.* 29 (1), 93-99.
- Marković, G., Vučetić, V., Cardinale, M. (2008). Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of Sport*, 25(2), 135-146
- Matković, B., Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet.

Matsushigue, K. A., Hartmann, K., Franchini, E. (2009). Taekwondo: physiological responses and match analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1112-1117.

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet.

World Taekwondo competition rules: <http://www.worldtaekwondo.org/rules/>. pristupljeno 28. kolovoza 2019.

slika 1.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Taekwondo_competition_in_Baku.jpg. pristupljeno 12. rujna 2019.

slika 2.

https://live.staticflickr.com/728/21419556190_e644c65838_b.jpg
pristupljeno 12. rujna 2019.

slika 3.

<https://i.vimeocdn.com/filter/overlay?src0=https%3A%2F%2Fi.vimeocdn.com>.
pristupljeno 12. rujna 2019.