

# Utjecaj umora na ciljane motoričke sposobnosti mladih taekwondoša

---

Hogge, Borna

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:117:916633>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-10**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Borna Hogge**

**UTJECAJ UMORA NA CILJANE MOTORIČKE**  
**SPOSOBNOSTI MLADIH TAEKWONDOAŠA**

Diplomski rad

Zagreb, svibanj, 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 kineziterapija

**Vrsta studija:** sveučilišni

**Razina kvalifikacije:** integrirani prijediplomski i diplomski studij

**Studij za stjecanje akademskog naziva:** sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i kineziterapiji (univ. mag. cin.)

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstveno polje:** Kineziologija

**Vrsta rada:** Znanstveno-istraživački rad

**Naziv diplomskog rada:** je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomске radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 10.02.2023.

**Mentor:** *izv. prof. dr. sc. Josipa Radaš*

**Pomoć pri izradi:** *izv. prof. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić*

### UTJECAJ UMORA NA CILJANE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI MLADIH TAEKWONDOAŠA

*Borna Hogge, 0034085024*

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

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. <i>izv. prof. dr. sc. Josipa Radaš</i>        | Predsjednik - mentor |
| 2. <i>izv. prof. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić</i> | član                 |
| 3. <i>izv. prof. dr. sc. Saša Vuk</i>            | član                 |
| 4. <i>izv. prof. dr. sc. Sanja Šalaj</i>         | zamjena člana        |

**Broj etičkog odobrenja:** 5/2024.

**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**  
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and and kinesitherapy**

**Type of program: University**

**Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate**

**Acquired title:** University Master of Kinesiology in Education and kinesitherapy (univ. mag. cin.)

**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 2022/2023 on February 10, 2023

**Mentor:** *Josipa Radaš, PhD, prof.*

**Technical support:** *Tatjana Trošt Bobić, PhD, prof.*

### THE EFFECT OF ACUTE FATIGUE ON THE TARGETED MOTOR SKILLS OF YOUNG TAEKWONDO PLAYERS

*Borna Hogge, 0034085024*

#### Thesis defence committee:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. <i>Josipa Radaš, PhD, prof.</i>        | chairperson- supervisor |
| 2. <i>Tatjana Trošt Bobić, PhD, prof.</i> | member                  |
| 3. <i>Saša Vuk, PhD, prof.</i>            | member                  |
| 4. <i>Sanja Šalaj, PhD, prof.</i>         | substitute member       |

**Ethics approval number:** 5/2024.

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

---

upisati titulu, ime i prezime

Student:

---

upisati ime i prezime

# UTJECAJ AKUTNOG UMORA NA CILJANE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI MLADIH TAEKWONDOAŠA

## Sažetak

Motoričke sposobnosti važan su aspekt uspjeha u svakom sportu. Cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj specifičnog akutnog umora na ciljane motoričke sposobnosti mladih taekwondoša i rizika od nastanka ozljeda. Istraživanje je provedeno na 17 mladih taekwondoša, prosječne dobi  $12,47 \pm 1,33$ . Ispitanici su aktivni sportaši te su uključeni u redovni sustav natjecanja. Ispitanici su testirani u 4 testa, kojima se procjenjivala agilnost, eksplozivna snaga, fleksibilnost i dinamička ravnoteža prije i poslije protokola umaranja. Za procjenu agilnosti koristio se test koraci u stranu (MAGKUS), za procjenu skočnosti koristio se sargent test (MESSAR), za procjenu fleksibilnosti koristio se test prednoženja iz stojećeg stava (MFLPSS), a za procjenu dinamičke ravnoteže koristio se test mirnog stajanja na balans platformi gdje su se kod prikaza rezultata koristile dvije varijable; ukupno prijedena antero-posteriorna udaljenost (PUT) i prosječno kvadratno odstupanje od početne točke (RMS). Nakon inicijalnog testiranja nad ispitanicima proveden je specifičan protokol umaranja koji se sastojao od 6 jednogminutnih borbi s pauzom od jedne minute između njih. Kako bi se provjerila uspješnost protokola koristila se modificirana borgova skala za procjenu opterećenja, s bodovima od 0 (umor nije prisutan) do 10 (prisutan je najveći mogući umor). Rezultati modificirane borgove skale pokazuju uspješnost protokola s prosječnim bodovima  $8,41 \pm 0,76$ . Razlika prvog i drugog mjerenja testa MAGKUS pokazuje nam da postoji statistički značajno smanjenje rezultata ( $t=-9,38$ ,  $p=0,00$ ). Razlika prvog i drugog mjerenja testa MESSAR također ukazuju na statistički značajno smanjenje rezultata ( $t=7,88$ ,  $p=0,00$ ). S druge strane razlika prvog i drugog mjerenja rezultata MFLPSS ukazuje na statistički značajno poboljšanje rezultata ( $t=-5,94$ ,  $p=0,00$ ). Rezultati testa za procjenu dinamičke ravnoteže prikazani su kroz dvije varijable te se kod obje varijable vidi smanjenje rezultata koje nije statistički značajno; PUT ( $Z=0,64$ ,  $p=0,52$ ) i RMS ( $t=-1,45$ ,  $p=0,17$ ). Provedbom istraživanja i analizom rezultata zaključeno je kako akutni umor negativno utječe na sve motoričke sposobnosti osim fleksibilnosti na koju ima pozitivan učinak. Produkt toga je povećani opseg pokreta i smanjena kontrola pokreta što u konačnici povećava rizik od nastanka ozljede.

**Ključne riječi: motorika, kontrola pokreta, ozljeda, taekwondo**

## **THE EFFECT OF ACUTE FATIGUE ON THE TARGETED MOTOR SKILLS OF YOUNG TAEKWONDO PLAYERS**

### **Abstract**

Motor skills are an important aspect of success in any sport. The aim of this research is to determine the impact of specific acute fatigue on the targeted motor skills of young taekwondo players and the risk of injury. The research was conducted on 17 young taekwondo players, average age  $12,47 \pm 1,33$ . The respondents are active athletes and are included in the regular competition system. The subjects were tested in 4 tests that assessed agility, explosive strength, flexibility and dynamic balance before and after the fatigue protocol. To assess agility, the step-to-side test (MAGKUS) was used, to assess explosive strength, the Sargent test (MESSAR) was used, to assess flexibility, the front leg test from a standing position (MFLPSS) was used, and to assess dynamic balance, the standing balance test was used platforms where two variables were used to display the results; total antero-posterior distance traveled (PUT) and root mean square deviation (RMS). After the initial testing, a specific fatigue protocol was performed on the subjects, which consisted of 6 one-minute bouts with a one-minute break between them. In order to check the success of the protocol, we used a modified Borg scale to assess the workload, with points from 0 (fatigue is not present) to 10 (the greatest possible fatigue is present). The results of the modified Borg scale show the success of the protocol with an average score of  $8,41 \pm 0,76$ . The difference between the first and second measurements of the MAGKUS test shows us that there is a statistically significant decrease in results ( $t=-9,38$ ,  $p=0,00$ ). The difference between the first and second measurements of the MESSAR test also indicate a statistically significant decrease in results ( $t=7,88$ ,  $p=0,00$ ). On the other hand, the difference between the first and second measurements of the MFLPSS results indicates a statistically significant improvement in the results ( $t=-5,94$ ,  $p=0,00$ ). The results of the dynamic balance assessment test are presented through two variables, and both variables show a decrease in results that is not statistically significant; PUT ( $Z=0,64$ ,  $p=0,52$ ) and RMS ( $t=-1,45$ ,  $p=0,17$ ). By conducting research and analyzing the results, it was concluded that acute fatigue has a negative effect on all motor abilities, except for flexibility, which has a positive effect. The product of that is increased range of motion and reduced control of movement, which ultimately increases the risk of injury.

**Key words: motor skills, control of movement, injury, taekwondo**

# SADRŽAJ

UVOD.....	8
CILJEVI I HIPOTEZE .....	11
METODE RADA.....	11
UZORAK ISPITANIKA .....	11
MJERNI INSTRUMENTI I UZORAK VARIJABLI .....	11
OPIS PROTOKOLA.....	13
METODE OBRADE PODATAKA.....	14
REZULTATI.....	15
RASPRAVA .....	18
ZAKLJUČAK.....	20
LITERATURA .....	21



# UVOD

Taekwondo je jedan od najpopularniji borilačkih sportova današnjice, a pogotovo među mlađom populacijom. Taekwondo je u program Olimpijskih igara uvršten 2000. godine te je od tada neizostavna sastavnica svih Olimpijskih igara. Karakterizira ga atraktivnost i složenost. Taekwondo je u Hrvatsku došao prije 50 godina te danas slovi kao jedan od najtrofejnijih hrvatskih sportova na europskim, svjetskim i olimpijskim smotrama. U Hrvatskoj ima više od 140 klubova te je najtrofejniji pojedinačni sport s osvojenih 5 olimpijskih, 30 svjetskih te 82 europska odličja (Hrvatski taekwondo savez, 2024). Iako se popularnost samog sporta povećala i dalje nedostaje znanstvene podloge i istraživanja provedenih na ovoj populaciji, a pogotovo na mlađim taekwondoasima (Marković i sur., 2005).

Taekwondo karakteriziraju serije naizmjeničnih napada i obrana u kojima se primjenjuju razni udarci nogama i rukama s ciljem postizanja većeg broja bodova od protivnika. Udarci su dopušteni isključivo u područje trupa i glave, dok je svaki udarac ispod pojasa zabranjen. Uz same udarce, taekwondo je specifičan i po kretnim strukturama koje se sastoje od kretnji u borbenom stavu (naprijed, nazad i u stranu), skokova i okreta (Seo i sur., 2022; Čular i sur., 2010.). Taekwondo spada pod polistrukturalne kompleksne sportove te je teško utvrditi točnu jednadžbu specifikacije, odnosno aktere koji direktno utječu na uspješnost u ovom sportu (Čular, Munivrana i Katić, 2013). Unatoč tome pretpostavlja se kako su brzina, fleksibilnost i agilnost jedni od glavnih faktora koji se ističu kod najuspješnijih taekwondoša. (Marković i sur., 2005; Čular i sur., 2013). Fiziološki zahtjevi u taekwondou su također iznimo visoki. Smatra se kako je taekwondo aerobno-anaeroban sport s velikom energetsom potrošnjom. Aerobna potrošnja energije je ipak primarna te se procjenjuje na 66%, dok se anaerobna procjenjuje na 34% ukupne potrošnje energije. Također navodi se kako izvedba sportaša ovisi primarno o anaerobnoj alaktatnoj izdržljivosti (Marković i sur., 2005; Campos i sur., 2012).

Zahtjevnost i kompleksnost samog sporta izravno utječe na fizičko stanje sportaša i njegovo zdravlje. Brze izmjene udaraca i blokova dovode do učestalih i ozbiljnijih ozljeda. Pieter i suradnici (2012) u svojem preglednom radu navode kako je stopa ozljeda za elitne taekwondoše između 82,8 i 87,0 na 1000 sportaša. Najčešći mehanizam nastanka ozljede je zadavanje ili primanje udarca nogom poznatijeg kao kružni udarac koji je ujedno i najučestaliji udarac u taekwondo borbi (Pieter i sur., 1998; Pieter, 2009). Najčešće ozljede kod sportaša, pa tako i kod

taekwondoša, događaju se na području donjih ekstremiteta (Janković i Trošt, 2006; Brzić, 2012). Čengić (2019) u svojem radu navodi kako su ozljede gležnja najčešće u kontaktnim sportovima koji sadrže brze i učestale promjene smjerova, što bi bila situacija u taekwondou. Willauschus i suradnici (2021) proveli su istraživanje na 107 taekwondoša koje su pratili kroz 5 godina gdje su se fokusirali na ozljedu gležnja. U svojem radu navode kako ozljeda gležnja čini 63% svih ozljeda, a kako se u 70% slučajeva se radi o ozljedi prednjeg talofibularnog ligamenta. Također navode kako je čak 75% ozljeda je nastalo nekontaktno i to većinom na natjecanjima gdje dolazi do akumuliranja veće količine stresa i umora. Lee i suradnici (2020) proveli su istraživanje na kojem su promatrali kako pliometrijske vježbe utječu na stabilnost gležnja kod taekwondoša te su došli do zaključka kako se primjenom tih vježbi u rehabilitaciji i prevenciji smanji rizik za nastanak ozljeda. Slične rezultate dobili su Yoo i suradnici (2018) u svojem istraživanju gdje su provodili usporedbu proprioceptivnog treninga i treninga snage na stabilnost te su zaključili kako obje vrste treninga imaju jednako pozitivan utjecaj na stabilnost i ravnotežu te preporučuju primjenu oba treninga. Kod taekwondoša je specifično da se kao drugo najčešće ozlijeđeno područje istaknulo područje glave i vrata te se na tom području događa jedna trećina svih ozljeda (Pieter i sur., 2012). Kao najčešća ozljeda izdvajaju se kontuzije, dok su uganuća, istegnuća i prijelomi jednako učestali, a s druge strane kao najrjeđe ozljede navode se iščašenja (Pieter i sur., 2012; Kazemi i Pieter, 2004; Beis i sur., 2001; Pieter i Zemper, 1997).

Taekwondo, kao i većina borilačkih sportova, specifičan je po tome da se natjecanje u pojedinačnoj kategoriji održava tijekom jednog dana te da unutar toga dana sportaši imaju tri do šest borbi ovisno o ždrijebu i samom natjecanju. Takvi zahtjevi ostavljaju velike posljedice na sportaša te dolazi do akumulacije umora i izmorenosti. Horvat (2019) je proveo istraživanje o fiziološkom opterećenju u taekwondo borbi te je dobio rezultate koji pokazuju kako se kroz cijelu taekwondo borbu fiziološko opterećenje povećava te da postoji statistički značajna razlika u opterećenju između rundi. Navodi kako dolazi do visoke koncentracije mliječne kiseline u mišićima što bi moglo imati negativne posljedice i na motoričke sposobnosti i na samu izvedbu. Pieter i suradnici (2005) u svojem radu o povezanosti raspoloženja i ozljeda u taekwondou navode kako su sportašice koje su ozlijeđene bile umornije u usporedbi s neozlijeđenim sportašicama. Drugim riječima može se zaključiti kako je akutni umor jedan od glavnih rizika nastanka ozljede sportaša, te da su sportaši koji su slabije kondicijski pripremljeni i kod kojih se stvara veća količina umora skloniji ozljeđivanju. S obzirom na nedostatak istraživanja na skupini

taekwondoša, a pogotovo na mlađim uzrastima, ovo je prvo istraživanje provedeno na taekwondošima mlađih dobnih skupina u kojem se procjenjuje utjecaj akutnog umora na motoričke sposobnosti. Colić (2023) je proveo slično istraživanje gdje je istraživao utjecaj akutnog umora na odabrane motoričke sposobnosti kod rukometaša mlađih dobnih kategorija. Testiranje je provedeno kroz tri opća i dva specifična testa te je zaključeno kako postoji statistički značajna razlika samo u motoričkoj sposobnosti eksplozivne snage tipa skočnosti.

Ovim istraživanjem prikazan je utjecaj akutnog umora na motoričke sposobnosti te povezivanje dobivenih rezultata s rizikom nastanka ozljede. Razumijevanje utjecaja umora na motoričke sposobnosti mladih taekwondoša može dati uvid u pravilno sastavljanje plana i programa treninga te optimizaciju samih treninga, kako bi priprema za natjecanje bila na visokom nivou. Također prema tim podacima treneri u svoje treninge mogu ubaciti vježbe prevencije i adekvatan oporavak kako bi se smanjio negativan utjecaj umora i smanjio rizik od ozljeda što bi ujedno i poboljšalo sportske rezultate.

## **CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj ovog rada bio je procjeniti promjene motoričkih sposobnosti mladih taekwondoša nakon provedenog specifičnog protokola umaranja. Na temelju toga cilja postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Razina agilnosti, eksplozivne snage i dinamičke ravnoteže će se smanjiti nakon perioda specifičnog umaranja

H2: Razina fleksibilnost taekwondoša će porasti nakon perioda specifičnog umaranja

## **METODE RADA**

### **UZORAK ISPITANIKA**

Prilikom izrade ovog diplomskog rada testirano je 17 mladih taekwondoša koji se aktivno bave taekwondo-om te su uključeni u proces natjecanja. Ispitanici su prosječne dobi  $12,47 \pm 1,33$ , visine  $159,68 \pm 11,26$  i težine  $52,28 \pm 13,85$ . Ispitanici su izabrani prigodnim načinom odabira te su upoznati s protokolom i svrhom istraživanja. Prije istraživanja svaki ispitanik je donio suglasnost potpisanu od strane roditelja da pristaju biti podvrgnuti testiranju te da se njihovi podaci smiju koristiti u svrhu pisanja diplomskog rada.

### **MJERNI INSTRUMENTI I UZORAK VARIJABLI**

Za potrebe ovog istraživanja provedeno je testiranje gdje su se testovima mjerile sljedeće motoričke sposobnosti: dinamička ravnoteža, aktivna fleksibilnost, agilnost i eksplozivna snaga.

### **PROCJENA DINAMIČKE RAVNOTEŽE**

Koristila se balans platforma te Gyko uređaj (Microgate, 2024) kojim se mjerio antero-posteriorni pomak balans platforme. Prilikom obrade podataka dobivenih od Gyko uređaja

koristile su se sljedeće varijable: ukupno prijeđena antero-posteriora udaljenost (PUT – cm) i prosječno kvadratno odstupanje od početne točke (RMS – cm). Prilikom provedbe ovog testa unutar balans platforme postavi se gyko uređaj na visini od 13 cm od poda. Ispitanik dolazi do balans platforme te bosih nogu staje na sredinu balans platforme jednom nogom. Prilikom kalibriranja platforme ispitanik mora biti potpuno miran i iz toga razloga se na početku pridržava za ispitivača. Kada se platforma kalibrira ispitanik pušta ispitivača te 20 sekundi stoji što je mirnije moguće zatvorenih očiju. Druga noga se nalazi u zraku, a položaj ruku nije značajan za ovo testiranje.

### PROCJENA AKTIVNE FLEKSIBILNOSTI

Za procjenu aktivne fleksibilnosti koristio se test aktivnog prednoženja u stojećem stavu (MFLPSS) prilikom kojeg se koristila strunjača i kutomjer. Na zid se postavila strunjača kojoj je na rubu bila postavljena ljepljiva traka. Na sredini te ljepljive trake postavljen je kutomjer pomoću kojeg su se označili stupnjevi od 45° sve do 150°. Ispitanici su dolazili bosu do strunjače i stajali bočno u odnosu na strunjaču okrenuti u stranu na kojoj su označeni stupnjevi. Ovisno o visini ispitanika strunjača se podešavala da ispitanicima gornji rubovi zdjelčnih kostiju budu u ravnini s označenih 90°. Zadatak je ispitanika da nogu bližu strunjači ravno podigne što je više moguće bez savijanja stajne noge u zglobu koljena. Zadatak se ponovio tri puta te se uzimao najbolji rezultat.

### PROCJENA AGILNOSTI

Za procjenu agilnosti koristio se test koraci u stranu (MAGKUS) prilikom kojeg se za mjerenje vremena koristila štoperica. Prilikom provedbe testa na podu su postavljene dvije linije na udaljenosti od 4 metra. Ispitanici su dolazili bosu do jedne linije i nogom stali na nju. Na znak ispitivača morali su se dokoračnom bočnom kretnjom što brže kretati od jedne linije do druge sve dok nisu prešli zadanu udaljenost 6 puta.

### PROCJENA EKSPLOZIVNE SNAGE

Za procjenu skočnosti koristio se sargent test (MESSAR) koji se mjerio uz pomoć centimetarske vrpce. Ispitanici su bosu dolazili do centimetarske vrpce veličine 3 metra koja je bila postavljena

okomito na zid. Ispitanici su stali bočno u odnosu na centimetarsku vrpcu i podigli bližu ruku kako bi se izmjerila početna vrijednost. Nakon toga ispitanici su se kroz počučanj odrazili što je više moguće i u najvišoj točki su dotaknuli centimetarsku vrpcu. Svaki ispitanik izvodio je zadatak tri puta te se bilježio najbolji rezultat.

## **OPIS PROTOKOLA**

Testiranje je provedeno u dvorani taekwondo kluba „Champion“. Prije početka istraživanja ispitanici su se zagrijali te im je objašnjen i demonstriran cijeli protokol.

Prvo je ispitanicima izmjerena visina i težina tijela te zabilježena dob. Potom se mjerila dinamička ravnoteža. Prilikom mjerenja dinamičke ravnoteže ispitanicima je dano da se upoznaju sa zadatkom te je dopušten probni pokušaj. Nakon provedenog testa za procjenu dinamičke ravnoteže mjerio se test za procjenu fleksibilnosti. Sljedeći test koji se mjerio bio je test za procjenu agilnosti, a zadnji mjereni test bio je test za procjenu eksplozivne snage. Prilikom provedbe testiranja ispitanici su podjeljeni u dvije skupine te se testiranje provodilo dva dana. Prvi dan testirano je 8, a drugi dan 9 ispitanika. Oba dana testiranje je trajalo oko sat vremena. Nakon provedbe svih testova za procjenu motoričkih sposobnosti ispitanici su podjeljeni u parove te je proveden specifičan protokol umaranja. Nakon završenog protokola umaranja istim redoslijedom su ponovno provedeni testovi za procjenu motoričkih sposobnosti. Na samom kraju testiranja ispitanici su bodovima, na modificiranoj borogovoj skali, od 0 do 10 procijenili subjektivan osjećaj opterećenja kako bi se procijenila uspješnost protokola umaranja.

## **SPECIFIČAN PROTOKOL UMARANJA**

Protokol umaranja sastojao se od 6 rundi slobodne borbe u trajanju od jedne minute i minute odmora između svake borbe. Za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja nakon provedbe protokola umaranja koristila se modificirana Borgova skala za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja, s bodovima od 0 (umor nije prisutan) do 10 (prisutan je najveći mogući umor). Ovakav protokol umaranja odabran je zbog simulacije dvije uzastopne borbe na natjecanju. Taekwondo natjecanje je specifično jer se sve borbe odvijaju u jednom danu. Taekwondo borba

odvija se na principu „best of 3“ gdje je pobjednik onaj koji pobijedi 2 runde. Pauza između polufinalne i finalne borbe je jako kratka što se pokušalo simulirati ovim protokolom te se iz tog razloga protokol sastoji od 6 rundi s malom pauzom između. Cilj ovakvog protokola bio je pokušaj simulacije natjecanja i natjecateljskih uvjeta kako bi dobili što preciznije rezultate i razinu umora koju ispitanici postignu na natjecanju.

## **METODE OBRADE PODATAKA**

Za obradu podataka koristio se program Statistica 14.0.1.25. Za utvrđivanje aritmetičke sredine, maksimuma, minimuma, standardne devijacije i raspona rezultata testova MAGKUS, MESSAR, MFLPSP i testa dinamičke ravnoteže (PUT, RMS) te rezultata modificirane borgove skale za procjenu opterećenja koristila se deskriptivna statistika. Normalnost distribucije izračunata je Shapiro-Wilk testom. U slučaju normalnosti distribucije za utvrđivanje razlike u rezultatima prvog i drugog mjerenja koristio se t-test za zavisne uzorke, a u suprotnom se koristio Wilcoxonov test ekvivalentnih nizova.

## REZULTATI

Tablica 1. Prikaz deskriptivnih podataka promatranih varijabli

VARIJABLA	AS ± SD	Minimum	Maksimum	Range
MAGKUS I (s)	9,71 ± 1,12	7,49	11,35	3,86
MAGKUS F (s)	10,15 ± 1,16	7,79	12,06	4,27
MESSAR I (cm)	34,21 ± 10,34	23,00	59,00	36,00
MESSAR F (cm)	31,74 ± 10,87	19,00	57,00	38,00
MFLPSS I (°)	113,88 ± 10,69	96,00	130,00	34,00
MFLPSS F (°)	118,76 ± 10,52	100,00	132,00	32,00
PUT I (cm)	19,15 ± 8,33	5,92	56,95	31,03
PUT F (cm)	20,26 ± 8,85	11,36	36,94	25,58
RMS I (cm)	0,40 ± 0,16	0,19	0,77	0,58
RMS F (cm)	0,47 ± 0,18	0,18	0,83	0,65

*MAGKUS I – koraci u stranu; MAGKUS F – koraci u stranu nakon umaranja (s); MESSAR I – Sargent test (cm); MESSAR F – Sargent test nakon umaranja (cm); MFLPSS I – Test prednoženja iz stojećeg stava (°); MFLPSS F – Test prednoženja iz stojećeg stava nakon umaranja (°); PUT I – Ukupna prijeđena antero-posteriorna udaljenost centra pritiska (cm); PUT F – Ukupna prijeđena antero-posteriorna udaljenost centra pritiska nakon umaranja (cm); RMS I – Prosječno kvadratno odstupanje od početne točke (cm); RMS F – Prosječno kvadratno odstupanje od početne točke nakon umaranja (cm)*

Tablica 2. Prikaz rezultata t-testa za zavisne uzorke i standardna pogreška varijable MFLPSS

	AS	SD	N	t	p
<b>MFLPSS</b>	113,88	10,69			
<b>MFLPSS-U</b>	118,76	10,52	17	-5,94	0,00

*AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N-broj ispitanika, t- t vrijednost, p- procjena vjerojatnosti, MFLPSS (°)- prednoženje u stojećem stavu, MFLPSS-U (°)- test prednoženja iz stojećeg stava nakon umaranja*

U tablici 2. vidimo razliku rezultata prvog i drugog mjerenja testa za procjenu fleksibilnosti i prikaz rezultata t-testa. Iz podataka možemo iščitati kako su rezultati u testu fleksibilnosti nakon protokola umaranja statistički značajno bolji u odnosu na inicijalno mjerenje ( $t=-5,94$ ,  $p=0,00$ ). Prosječna vrijednost rezultata se u drugom mjerenju povećala za 4,88 cm.



Tablica 3. Prikaz rezultata t-testa za zavisne uzorke i standardna pogreška varijable MAGKUS

	<b>AS</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>MAGKUS</b>	9,71	1,12			
<b>MAGKUS-U</b>	10,15	1,16	17	-9,38	0,00

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N-broj ispitanika, t- t vrijednost, p- procjena vjerojatnosti, MAGKUS (cm)- koraci u stranu, MAGKUS-U (cm)- koraci u stranu nakon umaranja

U tablici 3. prikazana je razlika rezultata prvog i drugog mjerenja testa koraci u stranu koji se koristio za procjenu motoričke sposobnosti agilnosti te prikaz rezultata t-testa. Prema podacima vidi se kako su rezultati drugog mjerenja statistički značajno lošiji u odnosu na inicijalno mjerenje ( $t=-9,38$ ,  $p=0,00$ ). Prosječan rezultat drugog mjerenja je lošiji za 0,44 s.

Tablica 4. Prikaz rezultata t-testa za zavisne uzorke i standardna pogreška varijable MESSAR

	<b>AS</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>MESSAR</b>	34,21	10,34			
<b>MESSAR-U</b>	31,74	10,87	17	7,88	0,00

AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N-broj ispitanika, t- t vrijednost, p- procjena vjerojatnosti, MESSAR (cm)- sargent test, MESSAR-U (cm)- sargent test nakon umaranja

Tablica 4. prikazuje nam rezultate t-testa i razliku između prvog i drugog mjerenja sargent testa koji se koristio za procjenu skočnosti. Prema podacima vidimo da su rezultati drugog mjerenja statistički značajno lošiji u odnosu na prvo mjerenje ( $t=7,88$ ,  $p=0,00$ ). Također se može vidjeti kako je prosječan rezultat drugog mjerenja za 2,47 cm lošiji u odnosu na inicijalno mjerenje.

Tablica 5. Prikaz rezultata t-testa za zavisne uzorke i standardne pogreške za varijablu RMS

	<b>AS</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>RMS</b>	0,40	0,16			
<b>RMS-U</b>	0,47	0,18	17	1,45	0,17

*AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, N-broj ispitanika, t- t vrijednost, p- procjena vjerojatnosti, RMS- Prosječno kvadratno odstupanje od početne točke(cm); RMS-U – Prosječno kvadratno odstupanje od početne točke nakon umaranja (cm)*

U tablici 5. prikazani su rezultati varijable RMS te rezultati t-testa prvog i drugog mjerenja. RMS je varijabla dobivena testom mirnog stajanja na balans platformi te se koristi za procjenu dinamičke ravnoteže. Podaci nam pokazuju kako su rezultati drugog mjerenja lošiji u odnosu na inicijalno mjerenje, no ta razlika nije statistički značajna ( $t=-1,45$ ,  $p=0,17$ ).

Rezultate varijable PUT, testa za procjenu dinamičke ravnoteže, možemo vidjeti u tablici 6. Distribucija rezultata odstupala je od normalne te je iz toga razloga korišten Wilcoxonov test ekvivalentnih nizova. Prema tablici vidimo kako su rezultati drugog mjerenja lošiji, no ta razlika nije statistički značajna ( $Z=0,64$ ,  $p=0,52$ ).

*Tablica 6. Prikaz rezultata Wilcoxonovog testa ekvivalentnih nizova i standardne pogreške varijable PUT*

<b>VARIJABLA</b>	<b>T</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
PUT (cm)	63,00	0,64	0,52

Kako bi utvrdili valjanost i uspješnost protokola umaranja koristili smo modificiranu borgovu skalu za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja, s bodovima od 0 (umor nije prisutan) do 10 (prisutan je najveći mogući umor) te su rezultati i deskriptivni parametri pokazani u tablici 8.

*Tablica 7. Prikaz deskriptivne statistike modificirane borgove skale za procjenu subjektivnog opterećenja*

<b>VARIJABLA</b>	<b>Broj ispitanika</b>	<b>AS</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	<b>SD</b>
UMOR	17	8,41	7,00	10,00	0,76

Prema rezultatima prikazanim u tablici 7. vidimo kako je protokol umaranja bio uspješan i kako su ispitanici akumulirali dovoljnu količinu umora s prosječnim bodovima  $8,41 \pm 0,76$ .

## RASPRAVA

Ovim radom želio se utvrditi utjecaj akutnog umora, koji se akumulira kod mladih taekwondoša kroz specifičan protokol umaranja, na određene motoričke sposobnosti. Motoričke sposobnosti koje su promatrane su: fleksibilnost, dinamička ravnoteža, eksplozivna snaga i agilnost. Kako bi se procijenile motoričke sposobnosti, za svaku od njih korišten je jedan test. Rezultati istraživanja pokazuju kako akumulacija umora statistički značajno utječe na rezultate u testovima za procjenu fleksibilnosti, agilnosti i eksplozivne snage kod mladih taekwondoša. Nakon provedenog specifičnog protokola umaranja rezultati testa za procjenu agilnosti (MAGKUS) prikazivali su statistički značajno lošije rezultate u odnosu na inicijalno mjerenje ( $t=9,38$ ,  $p=0,00$ ). Takav rezultat ukazuje nam da se prilikom akumuliranja umora smanjuje brzina izvođenja koraka u stranu kod ispitanika. Agilnost se definira kao „brzo kretanje cijelog tijela s promjenom brzine ili smjera kao odgovor na podražaj“ (Shepard i Young, 2006). Unutar taekwondo borbe dolazi do čestih promjena smjera ili brzine kretanja prilikom prelaska iz faze obrane u fazu napada i obrnuto. Slično tome, rezultati testa za procjenu eksplozivne snage (MESSAR) također ukazuju na statistički značajno smanjenje rezultata ( $t=-7,88$ ,  $p=0,00$ ). Takav rezultat ukazuje nam da akumulacija umora negativno utječe na eksplozivnu snagu tipa skoka kod taekwondoša.

S druge strane rezultati testa za procjenu fleksibilnosti (MFLPSS) ukazuju na statistički značajno poboljšanje rezultata nakon provedenog protokola umaranja. Ovakvi rezultati ukazuju na poboljšanje razine fleksibilnosti prilikom akumulacije umora. Uzrok takvih rezultata može biti i smanjenje mišićne napetosti što je uzrokovalo veću amplitudu pokreta nakon provedenog protokola umaranja, kao i specifičnost samog protokola gdje udarci unutar taekwondo borbe služe kao vrsta dinamičkog istezanja.

Rezultati testa za procjenu dinamičke ravnoteže ne prikazuju statistički značajnu razliku inicijalnog i finalnog mjerenja. Naime, takvi rezultati ukazuju da akumulacija umora ne utječe na ravnotežu kod ove skupine ispitanika. Također bitno je navesti kako se prilikom procjene dinamičke ravnoteže koristio isključivo test na balans platformi te da bi se primjenom drugih testova možda dobili drugačiji rezultati.

Rezultati testa za procjenu subjektivnog osjećaja umora, procjenjen modificiranom Borgovom skalom, pokazao je visoku razinu umora kod ispitanika nakon provedenog specifičnog protokola umaranja. Takvi podaci pokazuju povezanost razine umora s lošijim rezultatima testova za procjenu agilnosti i eksplozivne snage što nam ukazuje da je akutni umor jedan od glavnih faktora koji utječu na motoričke sposobnosti mladih taekwondoša.

Negativan utjecaj akutnog umora na eksplozivnu snagu i agilnost, a pozitivan utjecaj na fleksibilnost, dovodi do smanjene kontrole pokreta i povećane amplitude pokreta. Ukoliko je kontrola pokreta narušena ne rijetko dolazi do nastanka ozljeda (Roussel i sur., 2009; Cameron i sur., 2003; Golubić, 2015). U taekwondou se ta ozljeda najčešće dešava na području gležnja ili zgloba koljena. Aleksić (2021) u svojem radu navodi kako je proprioceptivni trening jedan od najboljih treninga za prevenciju ozljede gležnja te kako se tim treningom jačaju ligamenti i povećava opseg pokreta u zglobu što dovodi do smanjenja rizika od nastanka ozljeda. Primjenom proprioceptivnih vježbi u svojem planu i programu treninga, treneri bi mogli utjecati na smanjenje rizika nastanka ozljeda i time bi prevenirali buduće ozljede.

## ZAKLJUČAK

Tijekom ovog istraživanja testirano je 17 mladih taekwondoša testovima kojima su se procjenjivali agilnost, aktivna fleksibilnost, dinamička ravnoteža i skočnost. Testiranje je provedeno kako bi se utvrdio utjecaj umora na određene motoričke sposobnosti. Zaključak ovog istraživanja je taj da akumulacija umora značajno utječe na motoričke sposobnosti mladih taekwondoša, a posebice na agilnost i eksplozivnu snagu. Rezultati istraživanja ukazuju na statistički značajno smanjenje rezultata u testovima za procjenu agilnosti i eksplozivne snage. Takvi podaci ukazuju nam da prilikom akumulacije umora mladi taekwondoši gube na agilnosti (brzini izvođenja koraka u stranu) i eksplozivnoj snazi tipa skočnosti. Rezultati testa za procjenu fleksibilnosti ukazuju na statistički značajno poboljšanje rezultata. Rezultati testa za procjenu dinamičke ravnoteže ne ukazuju, sa statističkom značajnošću, na značajno lošije rezultate te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se ova hipoteza potvrdila. Negativan utjecaj akutnog umora na eksplozivnu snagu i agilnost, može uzrokovati smanjenju kontrolu pokreta što u nekim slučajevima može dovesti do nastanka ozljede. Najčešća ozljeda kod taekwondoša je ozljeda donjih ekstremiteta, gdje se kao glavne ističu ozljede stopala i gležnja. Značajan broj ozljeda nastaje kao posljedica prekomjernog akumuliranog umora pogotovo kod mladih sportaša gdje treneri ne pridaju veliku pažnju pravilnom planiranju i programiranju treninga. Treneri bi prilikom pripremanja sportaša za natjecanja u svoje treninge trebali uključiti preventivne vježbe jačanja zglobova i ligamenata donjih ekstremiteta kako bi se smanjila mogućnost nastanka ozljede. Razina subjektivnog osjećaja umora također je korelirala s lošiji rezultatima u testovima agilnosti i eksplozivne snage. Na temelju ovih rezultata naglašava se važnost uključivanja adekvatnog oporavka u plan i program mladih taekwondoša kako bi se negativni učinci umora sveli na minimum. Također, zahtjeva se daljnje istraživanje mehanizama koji uzrokuju negativan utjecaj umora na motoričke sposobnosti i strategija prevencije istih, s ciljem poboljšanja izvedbe i smanjenje rizika od nastanka ozljeda.

# LITERATURA

- Aleksić, M. (2021). Proprioceptivni trening u funkciji prevencije ozljeda gležnja (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Beis, K., Tsaklis, P., Pieter, W., i Abatzides, G. (2001). Taekwondo competition injuries in Greek young and adult athletes. *European journal of sports traumatology and related research: official journal of the EFOST, European Federation of National Associations of Orthopedic Sports Traumatology*, 23(3), 130-136.
- Brzić, D. (2012). Uzroci i prevencija ozljeda u profesionalnom i rekreativnom sportu. Diplomski rad. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Cameron, M., Adams, R., i Maher, C. (2003). Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport*, 4(4), 159-166. DOI:10.1016/S1466-853X(03)00053-1
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., 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
- Colić, P. (2023). utjecaj akutnog umora na odabrane motoričke sposobnosti kod rukometaša adolescenata (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Čengiđ, T. (2019). Ozljede gležnja sportaša. U M. Pećina i sur., *Sportska medicina* (str. 184-197). Zagreb: Medicinska naklada.
- Čular, D., Krstulović, S., Katić, R., Primorac, D. i Vučić, D. (2013). Predictors of fitness status on success in taekwondo. *Collegium antropologicum*, 37 (4), 1267-1274.
- Čular, D., Miletić, Đ. i Miletić, A. (2010). Utjecaj dominantne i nedominantne strane tijela na specifičnu uspješnost u taekwondou. *Kinesiology*, 42. (2.), 184-193.
- Čular, D., Munivrana, G. i Katić, R. (2013). Anthropological analysis of taekwondo – new methodological approach. *Collegium antropologicum*, 37 supplement 2 (2), 9-18.

- Golubić, A. (2015). Čimbenici rizika nastanka ozljeda hamstringsa u sportu (Diplomski rad).  
Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.
- Horvat, L. (2019). Fiziološko opterećenje u taekwondo borbi (doktorska disertacija).  
Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Hrvatski taekwondo savez. (16.04.2024). <https://taekwondo.hr/>
- Janković, S., Trošt, T. (2006). Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportskih ozljeda. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 4. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 24.25.02.2006. (str.13-20).  
Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske
- Kazemi, M., i Pieter, W. (2004). Injuries at the canadian national tae kwon do championships: a prospective study. *BMC musculoskeletal disorders*, 5, 22. DOI: 10.1186/1471-2474-5-22
- Lee, H. M., Oh, S., i Kwon, J. W. (2020). Effect of plyometric versus ankle stability exercises on lower limb biomechanics in taekwondo demonstration athletes with functional ankle instability. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3665. DOI: 10.3390/ijerph17103665
- Marković, G., Mišigoj-Duraković, M. i Trninić, S. (2005). Fitness profile of elite croatian female taekwondo athletes. *Collegium antropologicum*, 29 (1), 93-99.
- Microgate (02.05.2024). <https://www.microgate.it/en>
- Pieter, W. (2009). Taekwondo. *Combat sports medicine*, 263-286. DOI: 10.1007/978-1-84800-354-5\_15
- Pieter, W., & Zemper, E. D. (1997). Injury rates in children participating in taekwondo competition. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 43(1), 89-95. DOI: 10.1097/00005373-199707000-00020
- Pieter, W., Bercades, L.T. i Heijmans, J. (1998). Competition injuries in Olympic taekwondo. *Kinesiology*, 30 (1), 22-30.

- Pieter, W., Fife, G. P., i O'Sullivan, D. M. (2012). Competition injuries in taekwondo: a literature review and suggestions for prevention and surveillance. *British journal of sports medicine*, 46(7), 485-491. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091011
- Pieter, W., Wong, R. S. K., Zairatulnas, W., & Thung, J. S. (2005). Mood dimensions as predictors of injury in taekwondo. U International Society of Sport Psychology (ISSP) 11th World Congress of Sport Psychology (str. 15-19).
- Roussel, N. A., Nijs, J., Mottram, S., Van Moorsel, A., Truijen, S., & Stassijns, G. (2009). Altered lumbopelvic movement control but not generalized joint hypermobility is associated with increased injury in dancers. A prospective study. *Manual therapy*, 14(6), 630-635. DOI: 10.1016/j.math.2008.12.004
- Seo, M., Lee, J., Jung, H.C., Kim, J.Y. i Song, J.K. (2022). Identification of the optimal HIIT protocol for fatigue resistance in adolescent athletes: A randomized controlled trial. *Kinesiology*, 54 (2), 256-267. DOI: 10.26582/k.54.2.3
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919–932. DOI: 10.1080/02640410500457109
- Willauschus, M., Rüter, J., Millrose, M., Walcher, M., Lambert, C., Bail, H. J., & Geßlein, M. (2021). Foot and ankle injuries in elite taekwondo athletes: a 4-year descriptive analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(12), 23259671211061112. DOI: 10.1177/23259671211061112
- Yoo, S., Park, S. K., Yoon, S., Lim, H. S., i Ryu, J. (2018). Comparison of proprioceptive training and muscular strength training to improve balance ability of taekwondo poomsae athletes: a randomized controlled trials. *Journal of sports science & medicine*, 17(3), 445–454.