

Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Dominik Družeta

UČINCI NAGLOG SMANJENJA TJELESNE MASE NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI U JUDAŠA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2026



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Dominik Družeta

THE EFFECTS OF SUDDEN WEIGHT LOSS ON FITNESS PARAMETERS IN JUDO PLAYERS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2026



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Dominik Družeta

UČINCI NAGLOG SMANJENJA TJELESNE MASE NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI U JUDAŠA

DOKTORSKI RAD

Mentor:

prof. dr. sc. Hrvoje Sertić

Zagreb, 2026



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Dominik Družeta

THE EFFECTS OF SUDDEN WEIGHT LOSS ON FITNESS PARAMETERS IN JUDO PLAYERS

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Full professor tenured Hrvoje Sertić

Zagreb, 2026

ŽIVOTOPIS MENTORA

Hrvoje Sertić rođen je 1963. godine u Zagrebu. Na Fakultetu za fizičku kulturu diplomirao je 1988. Na istoj je instituciji završio poslijediplomski studij te stekao titulu magistra znanosti 1994. godine, a 2000. godine doktorirao je iz područja kineziologije. Od 1991. godine zaposlen je na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje od 2013. djeluje u znanstveno-nastavnom zvanju redovitog profesora u trajnom zvanju. Nositelj je kolegija Judo i Borilački sportovi kao i kolegija Streljaštvo na sveučilišnom i stručnom studiju. Nastavu izvodi na hrvatskom i engleskom jeziku, uključujući rad sa studentima u okviru ERASMUS programa.

U dosadašnjem mentorskom radu bio je mentor devet doktorskih disertacija, šest magistarskih radova te više od 180 završnih i diplomskih radova na sveučilišnim i stručnim studijima. U dosadašnjoj znanstvenoj i stručnoj djelatnosti objavio je više od 200 znanstvenih i stručnih radova iz područja juda, borilačkih sportova i općenito kineziologije

Bio je voditelj i glavni istraživač znanstveno-istraživačkog projekta financiranog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske pod nazivom *„Praćenje promjena antropološkog statusa djece u hrvačkim sportovima“*. Međunarodno je prepoznat i kao predavač i suradnik na visokoškolskim institucijama u Sloveniji, Bosni i Hercegovini, Kini te drugim državama, a sudjelovao je i u radu europskih strukovnih tijela poput EUPEA-e, u kojoj je djelovao kao znanstveni savjetnik i regionalni predstavnik za jugoistočnu Europu.

Aktivno sudjeluje u znanstvenoj zajednici kao član Znanstvene komisije Europske judo unije, višestruko je nagrađivan na međunarodnim znanstvenim konferencijama i simpozijima u organizaciji Europske judo unije (EJU). Također je bio jedan od devet pozvanih predavača na Svjetskom znanstvenom simpoziju o judu u organizaciji Međunarodne judo federacije (IJF). Predsjednik je organizacijskog odbora i urednik 8 dosada održanih međunarodnih znanstvenih konferencija pod nazivom „Scientific and Professional Conference on Judo: Applicable Research in Judo“, u suorganizaciji Europske judo unije, Hrvatskog judo saveza i Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

U području visokog obrazovanja obnašao je niz odgovornih upravljačkih funkcija, među kojima se ističu dužnost prodekana za nastavu i studentska pitanja, predstojnika Studijskog centra za izobrazbu trenera, pročelnika Odjela za izobrazbu trenera, kao i savjetnika dekana za stručne studije. Bio je izabran i za člana Matičnog odbora za polje pedagogije, edukacijsko

rehabilitacijske znanosti, logopedije i kineziologije pri Agenciji za znanost i visoko obrazovanje

Uz akademski rad, prof. dr. sc. Hrvoje Sertić ima iznimno bogatu sportsku i trenersku karijeru. Judom se bavi od 1972. godine te je nositelj majstorskog zvanja 7. dan (IJF). Kao natjecatelj bio je višestruki državni prvak, reprezentativac bivše SFRJ i Republike Hrvatske te osvajač brojnih međunarodnih odličja. Aktivno je sudjelovao u povijesnim počecima hrvatske judo reprezentacije, a tijekom trenerske karijere radio je sa juniorskim, seniorskim i studentskim reprezentacijama Hrvatske. Od 2000. g. predsjednik je Stručno trenerske komisije Hrvatskog judo saveza. Tijekom trenerske karijere djelovao je i kao kondicijski trener u pripremi olimpijaca u streljaštvu za Olimpijske igre 1992., 1996. i 2008. godine.

UČINCI NAGLOG SMANJENJA TJELESNE MASE NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI U JUDAŠA

Sažetak

Cilj: Primarni cilj ovog istraživanja bio je ispitati promjene različitih pokazatelja kondicijske pripremljenosti u judu nakon naglog smanjenja tjelesne mase u rasponu od 4,0 do 5,5%. Promjene su analizirane u dva vremenska okvira oporavka: nakon kratkog oporavka od 2 sata te nakon produljenog oporavka od 15 sati, čime su simulirani realni uvjeti oporavka u natjecateljskom okruženju. Parametri kondicijske pripremljenosti obuhvaćali su balističku izvedbu, mišićnu jakost te specifičnu judo izvedbu koja oponaša natjecateljske zahtjeve sporta. Sekundarni cilj istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u promjenama pokazatelja kondicijske pripremljenosti nakon naglog smanjenja tjelesne mase između sportaša koji redovito prakticiraju nagla smanjenja tjelesne mase uoči natjecanja (P) i onih koji takvu praksu ne koriste (NP), s ciljem procjene mogućih adaptacija ili otpornosti razvijenih ponavljanim provođenjem tog procesa.

Metode: Uzorak je činilo 24 muška ispitanika raspoređena u tri skupine: skupina koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P, n = 8), skupina koja to redovito ne prakticira (NP, n = 8) te kontrolna skupina koja nije smanjivala tjelesnu masu (K, n = 8). Svi testovi provedeni su u tri vremenske točke: prije naglog smanjenja tjelesne mase (I), nakon 2 sata oporavka (T) i nakon 15 sati oporavka (F). Ispitanici su u skupinu P uključeni ako su tijekom posljednje dvije sezone smanjivali tjelesnu masu za više od 3% najmanje pet puta po sezoni. U skupinu NP uključeni su ispitanici koji nisu smanjivali više od 2% tjelesne mase u više od dva navrata po sezoni. Balistička izvedba procijenjena je testovima bacanja medicinke iz sjeda i skokom s pripremom (CMJ). Mišićna jakost procijenjena je maksimalnim podignutim opterećenjem u potisku s ravne klupe i stražnjem čučnju. Specifična judo izvedba procijenjena je Special Judo Fitness Testom (SJFT) i testom Bac2SKL90. Status hidriranosti procijenjen je mjerenjem specifične težine urina (USG) digitalnim refraktometrom.

Rezultati: Status hidriranosti pokazao se najosjetljivijom varijablom, sa statistički značajnim učinkom vremena i značajnom interakcijom vrijeme × skupina. Obje eksperimentalne skupine nalazile su se u stanju dehidracije nakon naglog smanjenja tjelesne mase, a nakon petnaest sati oporavka vrijednosti specifične težine urina nisu se u potpunosti vratile na inicijalne razine unatoč gotovo potpunom oporavku tjelesne mase. Utvrđen je statistički značajan pad specifične

judo izvedbe u Special Judo Fitness Testu, uz značajnu interakciju vrijeme × skupina, pri čemu je u obje eksperimentalne skupine zabilježen statistički značajan pad broja bacanja nakon dva sata oporavka, izraženiji u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase nego u skupini koja to ne čini, uz gotovo potpuni oporavak nakon petnaest sati u objema skupinama. Statistički značajan učinak vremena utvrđen je i u testu Bac2SKL90 te za frekvenciju srca nakon jedne minute oporavka, što ukazuje na povećano kardiovaskularno opterećenje. Za jakost donjih ekstremiteta utvrđena je statistički značajna interakcija vrijeme × skupina, pri čemu je jedino u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase zabilježen statistički značajan pad stražnjeg čučnja nakon dva sata oporavka. Naglo smanjenje tjelesne mase nije rezultiralo statistički značajnim padom u pojedinim vremenskim točkama mjerenja za jakost gornjeg dijela tijela ni za balističku izvedbu.

Zaključak: Naglo smanjenje tjelesne mase od 4,0 do 5,5% statistički značajno narušava status hidriranosti, specifičnu judo izvedbu (SJFT i Bac2SKL90) te povećava kardiovaskularno opterećenje u ranoj fazi oporavka, dok u testovima jakosti gornjeg dijela tijela i balističke izvedbe nisu utvrđene statistički značajne pojedinačne promjene između vremenskih točaka mjerenja. Svi pokazatelji izvedbe bilježe djelomičan do potpun oporavak unutar 15 sati, uz iznimku statusa hidriranosti koji ostaje nepotpuno obnovljen. Iskustvo u prakticiranju naglog smanjenja tjelesne mase nije pružilo zaštitni učinak na kondicijsku pripremljenost. Iako kondicijska pripremljenost u promatranom razdoblju pokazuje znakove oporavka, nepotpuni povratak statusa hidriranosti i povećano kardiovaskularno opterećenje upućuju na to da naglo smanjenje tjelesne mase nije fiziološki bezopasan proces. S obzirom na učestalost ponavljanja naglog smanjenja tjelesne mase tijekom natjecateljske sezone, njegov dugoročan utjecaj na izvedbu i zdravlje sportaša ostaje pitanje koje zahtijeva daljnja istraživanja.

Ključne riječi: naglo smanjenje tjelesne mase, judo, balistička izvedba, mišićna jakost, Special Judo Fitness Test, Bac2Skl90

THE EFFECTS OF SUDDEN WEIGHT LOSS ON FITNESS PARAMETERS IN JUDO PLAYERS

Abstract

Aim: The primary aim of this study was to examine the effect of rapid weight loss ranging from 4.0 to 5.5% of body mass on various indicators of physical fitness in judo. The effects were analyzed across two recovery timeframes: after a short recovery period of 2 hours and after an extended recovery period of 15 hours, thereby simulating realistic recovery conditions in a competitive environment. Physical fitness parameters included ballistic performance, muscular strength, and sport-specific judo performance that replicates the competitive demands of the sport. The secondary aim was to determine whether the changes in fitness parameters following sudden weight loss differ between athletes who regularly practice sudden weight loss prior to competition (P) and those who do not engage in such practice (NP), with the goal of assessing possible adaptations or resilience developed through repeated implementation of this process.

Methods: The study included 24 male participants assigned to three groups: a group that regularly practices rapid weight loss (P, n = 8), a group that does not regularly practice rapid weight loss (NP, n = 8), and a control group that did not undergo weight loss (K, n = 8). All tests were conducted at three time points: before sudden weight loss (I), after 2 hours of recovery (T), and after 15 hours of recovery (F). Participants were classified into group P if they had reduced their body mass by more than 3% at least five times per season during the last two seasons. Group NP included participants who had not reduced more than 2% of their body mass on more than two occasions per season. Ballistic performance was assessed using seated medicine ball throw and countermovement jump (CMJ) tests. Muscular strength was assessed using one-repetition maximum tests in the bench press and back squat. Sport-specific judo performance was assessed using the Special Judo Fitness Test (SJFT) and the Bac2SKL90 test. Hydration status was assessed by measuring urine specific gravity (USG) using a digital refractometer.

Results: Hydration status proved to be the most sensitive variable, with a statistically significant main effect of time and a significant time × group interaction. Both experimental groups were in a state of dehydration following sudden weight loss, and after fifteen hours of recovery urine specific gravity values did not fully return to baseline levels despite an almost complete recovery of body mass. A statistically significant decline in judo-specific performance

was observed in the Special Judo Fitness Test, along with a significant time × group interaction, with both experimental groups showing a statistically significant decrease in the number of throws after two hours of recovery, more pronounced in the group that regularly practices sudden weight loss than in the group that does not, with an almost complete recovery after fifteen hours in both groups. A statistically significant main effect of time was also found in the Bac2SKL90 test and for heart rate after one minute of recovery, indicating an increased cardiovascular load. For lower body strength, a statistically significant time × group interaction was found, with only the group that regularly practices sudden weight loss showing a statistically significant decrease in the back squat after two hours of recovery. Sudden weight loss did not result in statistically significant changes between individual measurement time points for upper body strength or ballistic performance.

Conclusion: Sudden weight loss of 4.0 to 5.5% statistically significantly impairs hydration status and judo-specific performance (SJFT and Bac2SKL90) and increases cardiovascular load in the early phase of recovery, while no statistically significant changes between individual measurement time points were observed in tests of upper body strength or ballistic performance. All performance indicators show partial to complete recovery within 15 hours, with the exception of hydration status, which remains incompletely restored. Experience in practicing sudden weight loss did not provide a protective effect on physical conditioning. Although physical conditioning shows signs of recovery within the observed time frame, the incomplete restoration of hydration status and the increased cardiovascular load indicate that sudden weight loss is not a physiologically neutral process. Given the frequent repetition of sudden weight loss during the competitive season, its long-term impact on athlete performance and health remains a question that requires further research.

Keywords: sudden weight loss, judo, ballistic performance, muscular strength, Special Judo Fitness Test, Bac2Skl90

SADRŽAJ

1. UVOD U PROBLEM……1

1.1. Prevalencija metoda naglog smanjenja tjelesne mase……4

1.2. Opseg naglog smanjenja tjelesne mase……6

1.3. Razlozi prakticiranja naglog smanjenja tjelesne mase……8

1.4. Metode naglog smanjenja tjelesne mase……10

1.5. Metode oporavka nakon naglog smanjenja tjelesne mase……13

1.6. Voda u tijelu i procjena stanja hidriranosti……16

1.7. Antropološke karakteristike važne za uspjeh u judu ……20

1.8. Utjecaj naglog smanjenja tjelesne mase na jakost, balističku izvedbu i specifičnu judo izvedbu……32

2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA……35

3. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA……36

4. METODE RADA……37

4.1. Uzorak ispitanika……37

4.2. Uzorak varijabli……38

4.3. Protokol istraživanja……49

4.4. Metode obrade podataka……52

5. REZULTATI……54

5.1. Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih varijabli i stanja hidriranosti……54

5.2. Deskriptivni pokazatelji varijabli mišićne jakosti……58

5.3. Deskriptivni pokazatelji varijabli izvedbe balističkih pokreta……60

5.4. Deskriptivni pokazatelji varijabli specifične judo izvedbe……..……..…62

5.5. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sastav tijela i stanje hidriranosti……..…66

5.6. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost …….……..72

5.7. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na izvedbu balističkih pokreta……..…78

5.8. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na specifičnu judo izvedbu……..…….83

6. RASPRAVA…….97

6.1.Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sastav tijela i stanje hidriranosti……..…….97

6.2. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na izvedbu balističkih pokreta……..……..…102

6.3. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost……..……106

6.4. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na specifičnu judo izvedbu……..……..……110

6.5. Usporedba učinka naglog smanjenja tjelesne mase između skupina koje ga redovito prakticiraju i onih koje to ne čine …….…...……115

7. PREDNOSTI I NEDOSTACI ISTRAŽIVANJA ……...120

8. ZAKLJUČAK…….……..……..……123

9. LITERATURA…….……127

1. UVOD U PROBLEM

Judo je jedan od najpoznatijih i najraširenijih borilačkih sportova u svijetu s dugom tradicijom i jasno oblikovanim sustavom vrijednosti. Od svojeg nastanka krajem 19. stoljeća u Japanu, judo se razvio iz borilačke vještine u moderan olimpijski sport. Danas se judo prakticira na svim kontinentima svijeta okupljajući velik broj djece, mladih i odraslih, pritom zadržavajući filozofska i odgojna načela na kojima je utemeljen. Upravo su filozofska i odgojna načela temelj zbog kojeg judo ima značajno mjesto u odgojno-obrazovnom kontekstu sporta, osobito u radu s djecom i mladima. Judo se temelji na dva načela: postizanju maksimalne učinkovitosti uz minimalan napor (Seiryoku Zenyo) te promicanju uzajamne dobrobiti i suradnje (Jita Kyoei). Iz ovih temeljnih načela proizlaze osnovne vrijednosti juda među kojima se ističu poštovanje prema drugima, samokontrola, disciplina i osjećaj odgovornosti. Usvajanjem ovih vrijednosti sportaši ne samo što razvijaju etičke i moralne osobine nego usvajaju socijalne i psihološke vještine. Prakticiranjem juda potiče se ustrajnost, timski rad, poštivanje autoriteta te odgovornost za vlastite postupke, dok se istovremeno razvija mentalna čvrstoća, sposobnost emocionalne regulacije i samodisciplina. Uz sveobuhvatan razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, judo predstavlja jednu od najkvalitetnijih organiziranih sportskih aktivnosti za djecu i mlade.

Tijekom 20. i 21. stoljeća popularnost juda kontinuirano raste, kako u natjecateljskom, tako i u rekreativnom kontekstu. Posebno značajnu ulogu u globalnoj popularizaciji juda imalo je njegovo uvrštenje u olimpijski program 1964. godine, čime je sport dobio dodatnu međunarodnu vidljivost. Prema podacima Međunarodne judo federacije, gledanost juda na OI u Brazilu (Rio de Janeiro) 2016. godine premašila je 360 milijuna gledatelja, dok je sport bio praćen u više od 180 zemalja svijeta (IJF, 2017). Ovi podaci potvrđuju globalni značaj juda i njegovu snažnu prisutnost u suvremenom sportu.

U Republici Hrvatskoj judo bilježi izrazito uzlazni trend u posljednjih petnaestak godina. Od osvajanja brončane medalje na Europskom prvenstvu Marijane Mišković Hasanbegović 2009. godine, hrvatski judo doživio je snažan razvoj koji je kulminirao povijesnim uspjesima na svjetskoj i olimpijskoj razini. Prvo hrvatsko finale svjetskog prvenstva 2022. godine, u kojem su nastupile Barbara Matić i Lara Cvjetko, označilo je prekretnicu u percepciji juda u Hrvatskoj. Tijekom sljedećih godina uspjesi su se nastavili, a Barbara Matić je osvajanjem naslova

europske prvakinje i olimpijske zlatne medalje 2024. godine dodatno učvrstila status juda kao jednog od najuspješnijih i najprepoznatljivijih hrvatskih sportova.

Povećana popularnost juda ima brojne pozitivne posljedice, među kojima se posebno ističe sve veća uključenost djece i mladih u organizirani sportski sustav kao i rast broja natjecatelja na svim razinama. Međutim, s rastom popularnosti i konkurentnosti sporta povećava se i intenzitet trenažnog i natjecateljskog procesa, što dovodi do pojave određenih problema i izazova koji zahtijevaju znanstvenu i stručnu pozornost. Jedan od najznačajnijih izazova u borilačkim sportovima, pa tako i u judu, predstavlja praksa naglog smanjenja tjelesne mase pred natjecanja. Može se pretpostaviti da se naglo smanjenje tjelesne mase prakticira gotovo od samih početaka natjecanja u težinskim kategorijama. Povijesni zapisi upućuju na to da su sportaši već 1930-ih godina svjesno smanjivali tjelesnu masu prije natjecanja kako bi stekli prednost nad protivnicima (Kenney, 1930). Iako je ova praksa dugo vremena bila smatrana uobičajenim dijelom pripreme, s vremenom su postale vidljive njezine ozbiljne zdravstvene posljedice. Posebnu pozornost stručne i šire javnosti naglo smanjenje tjelesne mase privuklo je nakon nekoliko tragičnih slučajeva koji su završili smrću mladih sportaša. Jedan od najpoznatijih slučajeva zabilježen je 1996. godine, kada je korejski judaš preminuo tijekom pokušaja naglog smanjenja tjelesne mase u pripremi za Olimpijske igre u Atlanti. Nakon intenzivnog trčanja i boravka u vrućoj sauni sportaš se onesvijestio te je preminuo od srčanog udara uzrokovanog ekstremnom dehidracijom (Associated Press, 1996). Nedugo nakon toga, u vrlo kratkom vremenskom razdoblju, zabilježena su tri smrtna slučaja među mladim hrvačima u Sjedinjenim Američkim Državama. U sva tri slučaja sportaši su koristili ekstremne metode smanjenja tjelesne mase, uključujući nošenje sauna odijela, vježbanje u zagrijanim prostorijama, intenzivnu fizičku aktivnost i uskraćivanje tekućine za postizanje ekstremno velikih smanjenja tjelesne mase (Lakicevic i sur., 2021). Upravo su ovi slučajevi potaknuli opsežna istraživanja i doveli do prvih sustavnih pokušaja regulacije naglog smanjenja tjelesne mase u hrvanju (Oppliger i sur., 1996). Kao odgovor na navedene događaje u hrvanju su uvedeni testovi hidriranosti prije natjecanja s ciljem sprječavanja ekstremne dehidracije. Slične mjere postupno su se počele uvoditi i u druge borilačke sportove. Svjetska judo federacija (IJF) 2014. godine uvela je pravilo prema kojem sportaši na dan natjecanja ne smiju imati više od 5% tjelesne mase iznad limita svoje težinske kategorije, čime se nastojalo ograničiti opseg naglog smanjenja tjelesne mase i povećati sigurnost natjecatelja. Danas je znanje o naglom smanjenju tjelesne mase znatno veće nego u prošlosti, a razvijene su i metode koje u određenoj mjeri smanjuju zdravstvene rizike. Unatoč tome, naglo smanjenje tjelesne mase i dalje predstavlja značajan

problem jer još uvijek nije u potpunosti jasno u kojoj mjeri i pod kojim uvjetima utječe na sportsku izvedbu. Osim fizioloških aspekata, ovaj fenomen uključuje i snažne psihološke i socijalne komponente.

Sportaši koji započnu s praksom naglog smanjenja tjelesne mase u ranoj dobi često postupno usvajaju obrazac ponašanja koji postaje sastavni dio njihove sportske karijere. Tijekom adolescencije taj se obrazac dodatno učvršćuje zbog povećanih očekivanja trenera, roditelja i natjecateljskog okruženja. Upravo zbog toga istraživanje naglog smanjenja tjelesne mase predstavlja važan segment znanstvenog proučavanja borilačkih sportova te temelj za razvoj sigurnijih i dugoročno održivijih pristupa kontroli tjelesne mase.

1.1.Prevalencija metoda naglog smanjenja tjelesne mase

U većini borilačkih sportova, uključujući judo, natjecanja su organizirana prema težinskim kategorijama s ciljem osiguravanja pravednih i sigurnih uvjeta natjecanja za sve sportaše. Razvrstavanje u kategorije ima za cilj smanjiti fizičku neravnopravnost među natjecateljima i omogućiti da tehničke, taktičke, kondicijske i psihološke sposobnosti dođu do izražaja. Međutim, unatoč toj osnovnoj namjeni, u praksi se razvila raširena pojava naglog smanjenja tjelesne mase prije službenog vaganja. Judo u tom kontekstu ne predstavlja iznimku, već je dio šire skupine borilačkih sportova kao što su boks, hrvanje, taekwondo i drugi, u kojima je ova praksa duboko ukorijenjena u natjecateljskoj kulturi (Matthews i sur., 2019).

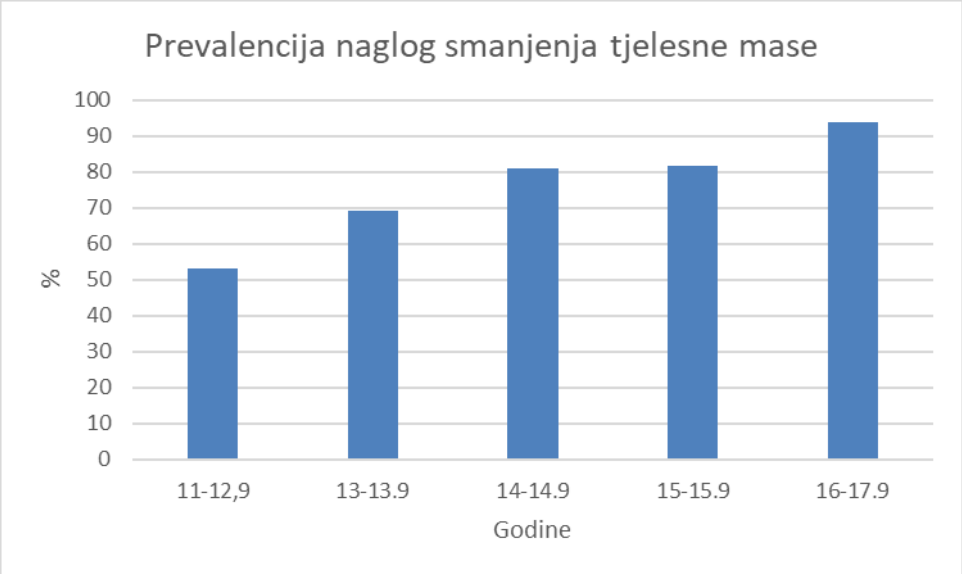
Naglo smanjenje tjelesne mase najčešće se provodi neposredno prije službenog vaganja, koristeći metode poput dehidracije, restrikcije unosa hrane, povećanog znojenja i smanjenja unosa tekućine. Nakon vaganja sportaši se nastoje brzo rehidrirati i povratiti izgubljenu tjelesnu masu prije samog natjecanja. Cilj toga je natjecanje u nižoj težinskoj kategoriji kako bi se ostvarila potencijalna fizička prednost nad lakšim protivnicima. Iako se takva strategija često percipira kao legitimno sredstvo za postizanje boljeg rezultata, brojna istraživanja upozoravaju na moguće negativne posljedice po zdravlje i dugoročni sportski razvoj.

Praksa naglog smanjenja tjelesne mase najčešće se povezuje sa sportašima seniorskog uzrasta, ali činjenica je da se s tom praksom započinje već u vrlo ranoj dobi. Istraživanja pokazuju da mnogi sportaši prvi put pribjegavaju naglom smanjenju tjelesne mase već oko 12. godine života (Nascimento i sur., 2020). Tijekom adolescentnih godina udio sportaša koji prakticiraju ovu strategiju ne opada, već se s porastom dobi dodatno povećava. U dobnoj skupini od 14 do 16 godina zabilježeno je da čak 80% natjecatelja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, dok u uzrastu od 17 do 19 godina taj postotak doseže čak 94% (Berkovich i sur., 2016). Ovi podaci ukazuju na jasan trend porasta učestalosti naglog smanjenja tjelesne mase s prelaskom u starije dobne uzraste i s porastom natjecateljske razine.

Slični obrasci uočeni su i u drugim borilačkim sportovima, osobito u hrvanju, mješovitim borilačkim vještinama (MMA), karateu i taekwondou. Brojna istraživanja potvrđuju da se praksa naglog smanjenja tjelesne mase javlja već u mlađim dobnim kategorijama, često pod utjecajem trenera, starijih sportaša ili natjecateljskog okruženja koje takvo ponašanje normalizira (Alderman i sur., 2004; Oppliger, Steen i Scott, 2003; Hillier i sur., 2019; Kazemi, Rahman i De Ciantis, 2011). Takva rana izloženost potencijalno rizičnim praksama može imati dugoročne posljedice na zdravlje, rast i razvoj mladih sportaša. Istraživanje o prevalenciji

naglog smanjenja tjelesne mase među natjecateljima mlađih dobnih uzrasta u hrvanju pokazuje da natjecatelji u prosjeku započinju s tom praksom već u dobi od 12 godina, pri čemu čak 94% ispitanika smanjuje tjelesnu masu prije natjecanja (Slačanac, Starčević i Sajković, 2016). Iako sportaši mlađih dobnih uzrasta u relativnom postotku smanjuju manji udio tjelesne mase u usporedbi sa seniorima, prosječno smanjenje od oko 3% tjelesne mase i dalje predstavlja značajno fiziološko opterećenje za organizam u razvoju.

S druge strane, sportaši seniorskog uzrasta u prosjeku započinju s praksom naglog smanjenja tjelesne mase oko 15. godine života te s njom nastavljaju tijekom cijele natjecateljske karijere (Artioli i sur., 2010), što dodatno naglašava dugoročnu prisutnost ove pojave u borilačkim sportovima. Istraživanja usmjerena na natjecatelje seniorskog uzrasta dosljedno izvještavaju o vrlo visokoj prevalenciji naglog smanjenja tjelesne mase. Prema podacima Lakicevic i suradnika (2020), gotovo 90% seniorskih natjecatelja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase pred natjecanja. Dodatna istraživanja navode da oko 86% svih natjecatelja koristi ovu praksu, dok se isključivanjem teških kategorija, koje nemaju gornji težinski limit, taj postotak povećava na 89%. Posebno su značajni rezultati istraživanja provedenog među elitnim judo natjecateljima rangiranim među 150 najboljih na svjetskoj ljestvici. Rezultati tog istraživanja ukazuju da čak 96% elitnih sportaša naglo smanjuje tjelesnu masu prije natjecanja (Štangar i sur., 2022), što potvrđuje da je ova praksa gotovo pravilo na najvišoj razini natjecanja.



Slika 1. Prikaz prevalencije naglog smanjenja tjelesne mase u različitim uzrastima u judu (Berkovich i sur, 2016).

1.2. Opseg naglog smanjenja tjelesne mase

Opseg naglog smanjenja tjelesne mase odnosi se na količinu tjelesne mase koju sportaši izgube u kratkom vremenskom razdoblju, najčešće unutar nekoliko dana, a ponekad čak i sati prije službenog vaganja. Ova veličina smanjenja tjelesne mase predstavlja jedan od bitnih parametara u analizi prakse naglog smanjenja mase jer uvelike određuje razinu fiziološkog stresa kojem je organizam izložen. Iako je naglo smanjenje tjelesne mase postalo uobičajena i široko prihvaćena praksa u borilačkim sportovima, uključujući judo, intenzitet i opseg tog procesa znatno variraju među sportašima ovisno o natjecateljskoj razini, sportu, težinskoj kategoriji, ali i individualnim karakteristikama sportaša.

Razumijevanje opsega naglog smanjenja tjelesne mase bitno je jer on izravno utječe na fiziološke i psihološke reakcije organizma, kao i na sposobnost oporavka i sportsku izvedbu. Manja smanjenja tjelesne mase, u rasponu od 2 do 3%, u pravilu se mogu tolerirati bez izraženijih negativnih posljedica, osobito ako sportaši raspolažu dovoljnim vremenom i znanjem za adekvatnu rehidraciju i nadoknadu energetskih zaliha. Međutim, s porastom opsega smanjenja tjelesne mase rizici se povećavaju. Veća smanjenja, koja se kreću u rasponu od 5 do 10% tjelesne mase ili više, često su povezana s izraženom dehidracijom, disbalansom elektrolita, narušenom termoregulacijom, padom kognitivnih sposobnosti te povećanim rizikom od ozljeda i akutnih zdravstvenih komplikacija.

Rezultati dosadašnjih istraživanja ukazuju na to da natjecatelji u borilačkim sportovima najčešće smanjuju između 2% i 10% tjelesne mase uoči natjecanja (Artioli i sur., 2016; Dugonjić, Krstulović i Kuvačić, 2019). Iako u znanstvenoj literaturi ne postoji jedinstvena i strogo definirana granica kojom bi se precizno odredilo što predstavlja naglo smanjenje tjelesne mase, većina autora navodi kako se takvim procesom smatra gubitak veći od 3% tjelesne mase ostvaren u razdoblju kraćem od sedam dana. U skladu s time, mali opseg naglog smanjenja tjelesne mase obuhvaća smanjenja do 3% tjelesne mase, umjerena smanjenja odnose se na gubitak oko 5% tjelesne mase, dok se velika smanjenja definiraju kao gubitak veći od 5% tjelesne mase ostvaren u vrlo kratkom vremenskom razdoblju, najčešće unutar nekoliko dana.

U sportu judo najčešće se prakticira upravo umjereno smanjenje tjelesne mase, koje iznosi oko 5% i ostvaruje se dva do tri dana prije natjecanja (Artioli i sur., 2016). Takva strategija sportašima omogućuje natjecanje u nižoj težinskoj kategoriji, uz pretpostavku da će se tijekom razdoblja između vaganja i početka borbi uspjeti djelomično ili u potpunosti oporaviti.

Međutim, i ovakva umjerena smanjenja, iako često percipirana kao kontrolirana, mogu imati negativan utjecaj na organizam ako se provode učestalo ili bez stručnog nadzora.

Na međunarodnim judo natjecanjima vaganje se provodi večer prije natjecanja s ciljem omogućavanja duljeg perioda oporavka. Međutim, time se otvara pitanje u kojoj mjeri sportaši uspijevaju nadoknaditi izgubljenu tjelesnu masu do početka borbi, odnosno koliki je stvarni opseg akutnog smanjenja tjelesne mase promatrajući masu s kojom sportaši ulaze u natjecanje. U jednom istraživanju provedenom na uzorku od 2.896 natjecatelja (1.102 žene i 1.794 muškarca) tijekom deset turnira juniorskog Europskog kupa analizirana je razlika između tjelesne mase na službenom vaganju i tjelesne mase neposredno prije početka natjecanja. Rezultati su pokazali statistički značajno veću prosječnu razliku kod žena (1,64 kg) u odnosu na muškarce (1,48 kg). Analiza po težinskim kategorijama pokazala je da najveće razlike nisu zabilježene u najlakšim kategorijama, već u drugim najlakšim kategorijama (do 60 kg kod muškaraca: 2,21 kg; do 48 kg kod žena: 2,09 kg), nakon čega se razlika postupno smanjuje prema težim kategorijama. Zanimljivo, statistički značajna povezanost između opsega smanjenja tjelesne mase i natjecateljskog uspjeha utvrđena je isključivo u muškoj kategoriji do 60 kg, dok u ostalim kategorijama takva povezanost nije potvrđena. Ovi rezultati upućuju na zaključak da manipulacija tjelesnom masom, iako učestala, u većini slučajeva ne predstavlja presudan faktor uspjeha (Sertić i Lindi, 2014).

Za razliku od juda, u nekim drugim borilačkim sportovima, osobito u mješovitim borilačkim vještinama (MMA), zabilježena su znatno veća smanjenja tjelesne mase. Istraživanja pokazuju da MMA borci u prosjeku smanjuju oko 10% tjelesne mase u razdoblju kraćem od sedam dana, što predstavlja izrazito visok fiziološki stres za organizam (Hillier i sur., 2019). Takva ekstremna smanjenja dodatno povećavaju rizik od ozbiljnih zdravstvenih posljedica, osobito ako se ne obraća pozornost na pravilan oporavak.

Nakon završenog procesa naglog smanjenja tjelesne mase sportaši nastoje vratiti izgubljenu masu kako bi smanjili negativan utjecaj dehidracije i energetskog deficita na sportsku izvedbu. Međutim, rezultati istraživanja o učinkovitosti oporavka nisu ujednačeni. Neka istraživanja pokazuju da sportaši ne uspijevaju u potpunosti vratiti tjelesnu masu na razinu od prije početka naglog smanjenja, što se može negativno odraziti na izvedbu i oporavak (Pettersson i Berg, 2014). Suprotno tome, druga istraživanja navode kako sportaši tijekom razdoblja između vaganja i natjecanja uspiju vratiti veći dio izgubljene tjelesne mase, osobito u sportovima gdje postoji dulji vremenski razmak između vaganja i borbi (Franchini, Brito i Artioli, 2012; Coswig i sur., 2019). U konačnici, opseg naglog smanjenja tjelesne mase uz raspoloživo vrijeme oporavka predstavljaju ključne čimbenike u procjeni rizika i koristi ove prakse.

1.3.Razlozi prakticiranja naglog smanjenja tjelesne mase

Naglo smanjenje tjelesne mase ne predstavlja isključivo fiziološki proces usmjeren na kratkotrajnu promjenu tjelesne mase, već složen i višedimenzionalan fenomen koji je snažno uvjetovan sportskim, psihološkim i kulturološkim čimbenicima. U sportovima s težinskim kategorijama, poput juda, sportaši se često odlučuju za ovu strategiju s ciljem ostvarivanja kompetitivne prednosti. Osnovna ideja takvog pristupa temelji se na natjecanju protiv protivnika iz niže težinske kategorije, uz pretpostavku da će sportaš nakon službenog vaganja uspjeti vratiti veći dio izgubljene mase putem rehidracije i ponovnog unosa hrane te time zadržati veću razinu snage tijekom natjecanja.

Međutim, motivi za prakticiranje naglog smanjenja tjelesne mase ne svode se isključivo na ostvarivanje fizičke prednosti. Za mnoge sportaše ova praksa ima i snažnu psihološku komponentu. Smatra se da proces naglog smanjenja tjelesne mase doprinosi osjećaju mentalne pripremljenosti, discipline i kontrole nad vlastitim tijelom. Sportaši često doživljavaju ovu praksu kao dokaz predanosti sportu i kao neizostavan dio natjecateljske rutine. Prema istraživanju Pettersson i suradnika (2013), mnogi sportaši vjeruju da im naglo smanjenje tjelesne mase pruža osjećaj većeg fokusa, samopouzdanja i psihološke prednosti u odnosu na protivnike, dok istovremeno pridonosi stvaranju identiteta „pravog sportaša" koji je spreman podnijeti fizičku i mentalnu žrtvu radi sportskog uspjeha. Bez razumijevanja psiholoških i socijalnih razloga koji potiču ovakvo ponašanje, teško je očekivati značajne promjene u praksi upravljanja tjelesnom masom u sportovima s težinskim kategorijama.

Razlozi za prakticiranje naglog smanjenja tjelesne mase razlikuju se ovisno o dobi i natjecateljskom iskustvu sportaša. S ovom praksom započinje se već u dobi od oko 12 godina, što je osobito problematično u osjetljivom razdoblju rasta i razvoja. U tom uzrastu sportaši još nemaju dovoljno znanja, iskustva niti autonomije u donošenju odluka, zbog čega su izrazito podložni vanjskim utjecajima. Istraživanja pokazuju da roditelji sportaša mlađih uzrasta imaju jedan od najznačajnijih utjecaja na odluku o naglom smanjenju tjelesne mase (Figlioli i sur., 2021). Roditelji, često vođeni željom za sportskim uspjehom djeteta ili nedostatkom informacija o potencijalnim rizicima, mogu nesvjesno poticati ili odobravati ovakve prakse.

Uz roditelje, treneri imaju iznimno važnu ulogu u formiranju stavova i ponašanja mladih sportaša. U mlađim dobnim uzrastima treneri često predstavljaju autoritet čije se upute rijetko propituju, zbog čega njihov stav prema naglom smanjenju tjelesne mase može imati dugoročne posljedice na navike sportaša. Kako sportaši prelaze u seniorski uzrast, utjecaj trenera se

postupno smanjuje, dok se povećava utjecaj sportskih kolega i natjecateljskog okruženja (Ng i sur., 2017). Kultura unutar sporta, neformalna pravila i iskustva starijih sportaša dodatno normaliziraju naglo smanjenje tjelesne mase kao „nužan" dio natjecateljske pripreme.

Zanimljivi su rezultati istraživanja provedenog među sambo sportašima, gdje su seniori i juniori naveli da najveći utjecaj na odluku o smanjenju tjelesne mase ima trener (54,4%), zatim sportski kolege (28,2%), dok su nutricionisti i drugi stručnjaci imali najmanji utjecaj (17,5%) (Figlioli i sur., 2021). Ovi podaci jasno ukazuju na paradoks u praksi jer upravo stručnjaci koji posjeduju znanja o zdravlju i sigurnom upravljanju tjelesnom masom imaju najmanji utjecaj na odluke sportaša. Istodobno, treneri, roditelji i sportsko okruženje, koji često nemaju formalno obrazovanje iz područja prehrane i fiziologije, imaju presudnu ulogu u oblikovanju ponašanja sportaša.

Takvo okruženje stvara snažan socijalni pritisak i kulturu u kojoj se naglo smanjenje tjelesne mase percipira kao normalna, pa čak i poželjna praksa. Pritisak kolega, očekivanja trenera te tradicija unutar pojedinog sporta dodatno učvršćuju ovakve obrasce ponašanja. U konačnici, naglo smanjenje tjelesne mase postaje ne samo individualna odluka sportaša, već i rezultat složenog sustava međusobno povezanih utjecaja, što dodatno otežava provedbu preventivnih mjera i promjenu ukorijenjenih praksi u sportovima s težinskim kategorijama.

1.4.Metode naglog smanjenja tjelesne mase

Naglo smanjenje tjelesne mase provodi se pomoću kombiniranja različitih metoda koje imaju za zajednički cilj postizanje željene težinske kategorije u što kraćem vremenskom razdoblju. Iako su u sportskim zajednicama raširene i nerijetko prihvaćene kao dio pripreme za natjecanje, mnoge od njih nose ozbiljne zdravstvene rizike, osobito kada se primjenjuju bez stručnog nadzora. Razumijevanje metoda naglog smanjenja tjelesne mase važno je ne samo s aspekta njihove učestalosti i učinkovitosti, već i zbog njihovog kratkoročnog i dugoročnog utjecaja na zdravlje i izvedbu sportaša. Naglo smanjenje tjelesne mase pred natjecanje postiže se kombinacijom nekoliko metoda, a sportaši različitih borilačkih sportova prakticiraju slične metode (Reale, Slater i Burke, 2018; Barley, Chapman i Abbiss, 2018). U istraživanju koje je uključivalo sportaše mješovitih borilačkih vještina (MMA), od ispitanika koji smanjuju tjelesnu masu 76% ih je izjavilo kako koriste vruće kupke sa soli, a 90% ispitanika koristi se „punjenjem" vode, odnosno konzumiraju velike količine vode nakon čega slijedi restrikcija unosa vode i pojačana dehidracija.

Takozvani „water loading" koristi se kod ekstremnih smanjenja tjelesne mase poput smanjenja od 15 ili više kilograma u manje od 10 dana, gdje sportaši najmanje 3 dana prije restrikcije vode (1 do 2 dana prije vage) unose približno 100 ml/kg tekućine kako bi potaknuli pojačan gubitak urina koji se nastavlja i nakon restrikcije vode. Uz restrikciju vode posljednjih 1 do 2 dana također se maksimalno smanjuje unos hrane, a 55% ispitanika izjavljuje kako posljednjih 24 sata do vaganja ne konzumiraju hranu (Connor i Egan, 2019).

Istraživanja na uzorku sportaša iz juda i taekwondoa pružaju slične rezultate. 80% ispitanika izjavljuje kako najčešće metode koje koriste uključuju povišenu tjelesnu aktivnost kako bi se potaknulo znojenje. Do znojenja može doći bivanjem u toplom okruženju ili vježbanjem u nepropusnoj odjeći, gdje dolazi do povišene tjelesne temperature (Kenefick i sur., 2012). 50% ispitanika koristi „sauna odijela" uz tjelesnu aktivnost za poticanje znojenja. Uz restrikciju unosa hrane i tekućine (40%), ispitanici najčešće koriste saune (27%) kao i treniranje u zagrijanim prostorijama (26%) (Berkovich i sur., 2019). Uz navedene metode sportaši koriste vrele kupke sa ili bez soli kao i dozvoljene diuretike poput kave i čajeva (Connor i Egan, 2021). Vrele kupke sa soli često su korištena metoda za naglo smanjenje tjelesne mase, ali neka istraživanja ukazuju kako nema razlike u odnosu na kupke bez soli (Connor, Shelley i Egan, 2020).

„Punjenje" vodom koje prethodi restrikciji vode i dehidraciji često se koristi te sadašnja istraživanja ukazuju da je ta metoda efikasna, ali postoji rizik od hiponatremije (Reale i sur., 2018). Hiponatremija je poremećaj metabolizma tekućina u tijelu i ravnoteže elektrolita na način da postoji višak vode uz manjak tjelesnog sadržaja natrija i kalija (Wensveen i sur., 2014). Prije nego što se započne s namjernom dehidracijom sportaši smanjuju svoju masu manipulacijom unosa soli i ugljikohidrata. Poznato je da povećan unos soli zadržava više vode u tijelu te se smatra da smanjeni unos soli zadržat će manje vode u tijelu (Shirreffs i Sawka, 2011). Iako nije potpuno sigurno da će smanjeni unos soli utjecati na tjelesnu masu, u kombinaciji s drugim metodama za naglo smanjenje tjelesne mase moguće je da će doći do većeg lučenja vode iz tijela. Manji unos soli pred natjecanja postala je praksa koju velik broj sportaša iz borilačkih sportova prakticira (Fleming i Costarelli, 2007). Smanjeni unos soli preporučen je ne više od 5 dana prije vage zbog samoregulacije tijela koje će se navići na dulji period niskog unosa soli.

Uz smanjeni unos soli najčešće se smanjuje i unos ugljikohidrata. Smanjeni unos ugljikohidrata uz redovnu ili pojačanu tjelesnu aktivnost ima za cilj pražnjenje rezervi glikogena. Smatra se da zalihe glikogena čine do 8% mase jetre te 1 do 2% mase skeletnih mišića (Nilsson, 1973; Hultman, 1967). Ovisno o pojedincu, te količine mogu varirati, ali svakako smanjenim unosom ugljikohidrata od uobičajenih količina doći će do smanjenja tjelesne mase. Za kratke vremenske periode nižeg unosa ugljikohidrata poput 7 dana može doći do smanjenja od 2% tjelesne mase bez pada u tjelesnoj izvedbi (Sawyer i sur., 2013). Čak i 2 tjedna nižeg unosa ugljikohidrata nije utjecalo na tjelesnu izvedbu, dok je 6 tjedana niskog unosa ugljikohidrata imalo učinak na smanjenje jakosti i snage (Lambert i sur., 1994; Fleming i sur., 2003). Cilj nižeg unosa ugljikohidrata jest dodatno izbacivanje vode iz tijela. Prema literaturi svaki gram glikogena „veže" otprilike 3 grama vode (Fernández-Elías i sur., 2015). Kako se u jetri nalazi 80 do 100 grama glikogena te je u mišićima pohranjeno još otprilike 300 do 500 grama, smanjenim unosom ugljikohidrata i održavanjem tjelesne aktivnosti moguće je „izbaciti" 1200 do 1800 ml vode i prije samog procesa dehidracije.

Primjer naglog smanjenja tjelesne mase 5-10% TM 7 dana prije mjerenja tjelesne mase. Osobe koje smanjuju 5% TM neće koristiti „punjenje vodom“ dok osobe bliže smanjenju od 10% TM će koristiti „punjenje“ vodom:

Tablica 1. Prikaz procesa naglog smanjenja tjelesne mase (prilagođeno prema Reale i sur., 2018)

7 dana prije vage	Početak prehrane sa niskim udjelom ugljikohidrata
6 dana prije vage	Nizak unos UH
5 dana prije vage	Nizak unos UH/Nizak unos natrija/Po potrebi unos vode 100ml/kg
4 dana prije vage	Nizak unos UH/Nizak unos natrija /Po potrebi unos vode 100ml/kg
3 dana prije vage	Nizak unos natrija /Po potrebi unos vode 100ml/kg/unos hrane sa niskom težinom i malo vlakana
2 dana prije vage	Mali unos vode 0.5-1L cijeli dan/ unos hrane sa niskom težinom i malo vlakana
Dan vage (vaga je navečer)	Restrikcija unosa hrane i vode/ pojačana dehidracija sa znojenjem u sauna odijelu/ korištenje sauni ili vrućih kupki

Iako sportaši često navode da je smanjenje tjelesne mase za vaganje „borba prije borbe", ono je tek preduvjet za nastup na natjecanju. Međutim, izazov se nastavlja i nakon vaganja, u samom oporavku od naglog smanjenja tjelesne mase. Nužno je da se sportaš dosljedno pridržava protokola oporavka kako bi što više nadoknadio izgubljenu vodu i glikogenske zalihe te se uspješno odmorio i pripremio za nadolazeće natjecanje

1.5.Metode oporavka nakon naglog smanjenja tjelesne mase

Proces oporavka nakon naglog smanjenja tjelesne mase jednako je važan kao i sam proces smanjenja jer uvelike određuje sposobnost sportaša da na natjecanju ostvari optimalnu izvedbu. Tijekom naglog smanjenja tjelesne mase sportaš ulazi u stanje dehidracije, gubi značajne količine elektrolita i glikogena te često doživljava metabolički i hormonski disbalans. Ako se taj deficit ne nadoknadi na pravilan način, posljedice mogu uključivati smanjenu tjelesnu i kognitivnu učinkovitost, što se može odraziti na sportsku izvedbu. Cilj oporavka je što brže i učinkovitije vratiti izgubljene tjelesne resurse, a prvenstveno tekućinu, elektrolite i energetske zalihe u vidu glikogena.

U prošlosti je fokus sportaša i trenera bio isključivo na prolaženju službenog vaganja, a nije se obraćala pozornost na pravilan oporavak i rehidraciju nakon vaganja. U modernom sportu, kada je svjesnost o važnosti pravilnog oporavka veća, i dalje velik broj sportaša ne poznaje osnovne smjernice za dobar oporavak (Pettersson i Berg, 2014). U istraživanju koje je proučavalo sportaše borilačkih sportova koji imaju službeno vaganje dan prije natjecanja, čak više od 85% sportaša bilo je u stanju hipohidracije (Pettersson i Berg, 2014). Neka istraživanja ukazuju kako su sportaši koji su vratili više tjelesne mase bili uspješniji na natjecanju od onih koji su vratili manje, što ukazuje na važnost adekvatnog oporavka (Baribeau i sur., 2022). Za smanjenja do 3% tjelesne mase čini se da je moguć oporavak volumena plazme čak za 3 sata uz dobar protokol oporavka (Smith i sur., 1996). Za veća smanjenja tjelesne mase potreban je dulji oporavak te se u jednom istraživanju za smanjenje od 6% tjelesne mase volumen plazme nije vratio na početne razine ni nakon 15 sati (Yankanich i sur., 1998).

U tjednu kada sportaši naglo smanjuju tjelesnu masu najčešće to rade na način da prvo smanje unos vlakana i ugljikohidrata, čime posljedično dolazi i do gubitka tjelesne vode, te se smanjuje i unos soli. Najčešće 1 do 2 dana pred vaganje sportaši drastično smanjuju unos kalorija te započinju proces dehidracije do samog službenog vaganja. Po završetku vaganja sportaši se nalaze u stanju dehidracije, niske razine glikogena i disbalansa elektrolita. Tijekom oporavka cilj je nadoknaditi izgubljenu vodu u tijelu, nadoknaditi zalihe glikogena kao i uspostaviti ravnotežu elektrolita, ali je potrebno voditi računa o želucu i probavnom sustavu koji je izrazito osjetljiv nakon naglog smanjenja tjelesne mase.

Nadoknada izgubljene tekućine

Tijekom oporavka nakon tjelesne aktivnosti nužno je konzumirati tekućine te je preporučljivo unijeti količinu od 150% izgubljene tekućine unutar 6 sati od tjelesne aktivnosti. Nakon službenog vaganja potreban je sličan pristup u nadoknadi tjelesne tekućine. Tijelo može apsorbirati otprilike 1 litru tekućine po satu te je preporučljivo unositi do 1 litre po satu do 2 do 3 sata prije spavanja kako se ne bi narušio san. Kod većih naglih smanjenja tjelesne mase sportaši znaju unositi i 1,5 litre tekućine po satu nakon vaganja. Preporučljivo je unositi vodu s elektrolitima i ugljikohidratima kako bi oporavak bio što kvalitetniji. Istraživanja ukazuju kako upravo napitci koji se sastoje od elektrolita i ugljikohidrata imaju najpovoljniji utjecaj na stanje hidriranosti (Rowlands, Kopetschny i Badenhorst, 2022).

Unos hrane

Unos hrane započinje nakon što se započelo s unosom tekućina s elektrolitima i ugljikohidratima te se tijelu dalo vremena da započne s probavom kako ne bi došlo do probavnih smetnji. Tijekom oporavka unose se velike količine ugljikohidrata s visokim glikemijskim indeksom. Glikemijski indeks označava klasifikaciju hrane prema tome koliko utječe na porast glukoze u krvi (Kaur, Ranawana i Henry, 2016). Hrana s niskim glikemijskim indeksom malo utječe na porast glukoze u krvi, dok hrana s visokim glikemijskim indeksom uzrokuje brzi i veliki porast razine glukoze u krvi. Hrana s visokim glikemijskim indeksom ima indeks veći od 70, poput riže, tjestenine i krumpira. Uz ugljikohidrate unose se proteini, dok se unos masti i vlakana nastoji minimalizirati kako bi apsorpcija tvari bila brža. Preporučuje se unos više manjih obroka kako se ne bi preopteretio probavni sustav i kako ne bi došlo do probavnih tegoba.

Velik dio sportaša prepušten je sam sebi u procesu naglog smanjenja tjelesne mase kao i u oporavku nakon istog, a posljedice na zdravlje mogu biti značajne. Sam oporavak nakon naglog smanjenja tjelesne mase kompleksan je i, poput trenažnog procesa, zahtijeva visoku razinu znanja. Sve veći broj sportaša surađuje s nutricionistima kako bi usvojili znanja o manipulaciji tjelesnom masom i oporavku nakon vaganja, ali je broj takvih sportaša i dalje u manjini.

U tablici 2 prikazan je primjer mogućeg protokola oporavka za sportaša od 87 kilograma koji 5 do 6 dana prije vage započinje s niskim unosom kalorija i ugljikohidrata, čime postiže masu od 85 kilograma, nakon čega mora dehidracijom izgubiti još 4 kilograma kako bi zadovoljio kategoriju do 81 kilogram.

Tablica 2. Prikaz prehrane nakon naglog smanjenja tjelesne mase (prilagođeno prema Burke i sur., 2021).

0-2 sata	Unijeti 2,5 litre tekućine sa otprilike 2g soli u vidu vode zamiješane rehidromiksom i/ili izotoničnih napitaka (6–8% UH, 30 mmol/L Na), cca 100-150g ugljikohidrata u obliku fete kruha sa medom/voćni žele. Postepeni unos svakih 10-15 minuta kako se nebi naglo opteretio probavni sustav.
2-4 sata	Unos dodatnih 2 litre tekućine kroz kupovne izotonične napitke ili samostalno zamiješati izotonični napitak (npr 2 g soli + 70 g maltodextrina + 50 g fruktoze u 2 L vode). Kombinirati napitke i laganu hranu poput banana, riže i u manjim obrocima. Ukupni unos ugljikohidrata oko 200 g.
4-6 sata	Unos 1.5 litre tekućine kroz izotonične napitke te hrana bogata ugljikohidratima (cca 200g) poput riže, kruha sa pekmezom/medom, palačinke. Postepen unos hrane.
Ukupno	otprilike 6L tekućine i 500g ugljikohidrata

Cilj ovakvog protokola je unijeti 150% od izgubljene tekućine dehidracijom kao i veliki unos ugljikohidrata kako bi se napunile glikogenske rezerve i time omogućila dobra izvedba na natjecanju.

1.6.Voda u tijelu i procjena stanja hidriranosti

Voda je temeljna sastavnica ljudskog organizma i ključna za održavanje života te pravilno funkcioniranje brojnih fizioloških sustava (Armstrong, 2005). Sudjeluje u gotovo svim biokemijskim procesima, uključujući regulaciju tjelesne temperature putem znojenja i vazodilatacije, transport hranjivih tvari i kisika krvotokom, izlučivanje metaboličkih produkata putem bubrega, kao i održavanje volumena krvi. Osim toga, voda ima važnu mehaničku ulogu jer sudjeluje u apsorpciji udaraca, podmazivanju zglobova te zaštiti vitalnih organa, uključujući mozak i leđnu moždinu putem cerebrospinalne tekućine. Ukupna količina vode u tijelu odraslog muškarca iznosi približno 60%, dok kod žena iznosi oko 50%, što je ponajprije posljedica većeg udjela masnog tkiva kod žena (Mitchell i sur., 1945). Hidracija nemasne (mišićne) mase iznosi oko 70 do 75% vode, dok masno tkivo sadrži tek oko 10% vode (Lorenzo, Serra-Prat i Yébenes, 2019). Zbog toga promjene u sastavu tijela, osobito povećanje mišićne mase ili smanjenje masnog tkiva, značajno utječu na ukupni vodeni sadržaj organizma.

Voda u ljudskom tijelu raspoređena je u dva osnovna prostora: unutarstanični i izvanstanični. Unutarstanična tekućina čini oko 67% ukupne tjelesne vode i ključna je za održavanje staničnog metabolizma, enzimske aktivnosti i električnog potencijala stanica. Izvanstanična tekućina čini preostalih 33% te se dijeli na međustaničnu (intersticijsku) tekućinu koja čini oko 25% te krvnu plazmu koja čini oko 8% ukupne tjelesne vode (Šatalić, Sorić i Mišigoj-Duraković, 2016). Ravnoteža između ovih prostora od presudne je važnosti za održavanje homeostaze organizma.

Vrste stanja hidriranosti

Stanja hidriranosti mogu se klasificirati na sljedeći način:

- Dehidracija – dinamički proces gubitka tjelesne vode
- Hipohidracija – stanje smanjene ukupne količine tjelesne vode
- Euhidracija – stanje normalne, fiziološki optimalne količine vode
- Hiperhidracija (superhidracija) – stanje povećane količine tjelesne vode

Za održavanje homeostaze unos vode mora biti uravnotežen s njezinim gubicima. Uz količinu vode, ravnoteža elektrolita, osobito natrija, ima ključnu ulogu u regulaciji volumena izvanstanične tekućine, provođenju živčanih impulsa i mišićnoj kontrakciji (Rehrer, 2001).

Unos vode ostvaruje se konzumacijom tekućina i hrane. Dnevni unos vode kod prosječne tjelesno neaktivne odrasle osobe iznosi približno 1,2 do 2,5 L, dok se kod tjelesno aktivne populacije potrebe značajno povećavaju, ovisno o intenzitetu, trajanju aktivnosti i okolišnim uvjetima (Kenefick i sur., 2012). Gubitak vode iz organizma kontinuirano se odvija putem mokrenja, znojenja, disanja i fecesa (Guyton, 1995). Tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti ili boravka u toplom okolišu, znojenje postaje dominantan mehanizam gubitka vode, što povećava rizik od dehidracije ako se gubici ne nadoknađuju adekvatnim unosom tekućine i elektrolita.

Podjela dehidracije prema vrsti

Prema sastavu izgubljene tekućine, dehidracija se dijeli na:

- Izotoničnu dehidraciju, kod koje se voda i natrij gube u približno jednakom omjeru. Najčešći uzroci uključuju povraćanje, proljev, znojenje i opekline.
- Hipertoničnu dehidraciju, kod koje gubitak vode nadmašuje gubitak natrija. Očituje se povišenom serumskom koncentracijom natrija i povećanom osmolalnošću. Najčešće nastaje uslijed gubitka čiste vode kroz kožu, pluća i bubrege, osobito pri visokim temperaturama.
- Hipotoničnu dehidraciju, kod koje je gubitak natrija veći od gubitka vode, što dovodi do niske koncentracije natrija u serumu. Često je uzrokovana primjenom diuretika.

Podjela dehidracije prema načinu postizanja

Pasivne metode dehidracije:

- Restrikcija unosa tekućine
- Sauna
- Vruće kupke/tuševi

Aktivne metode dehidracije:

- Općeniti trening
- Treniranje s više slojeva robe

- Treniranje u vrućem/vlažnom okruženju

Prema veličini dehidracija se dijeli na blagu, umjerenu i veliku. Simptome blage dehidracije karakterizira: uvučeno lice, žeđ, suha i topla koža, smanjene količine urina, tamna žuta boja urina, slabost, grčevi u rukama i nogama, glavobolje, suha usta, razdražljivost ili pospanost. Umjerenu dehidraciju karakterizira: nizak krvni tlak, tamnija nijansa žutog urina, gubitak svijesti, teške kontrakcije mišića u rukama, nogama, trbuhu i leđima, upale suhe oči, koža gubi čvrstoću i izgleda naborano, nedostatak elastičnosti kože, brzo i duboko disanje, brz i slab puls. Tešku dehidraciju karakterizira: pad svijesti, povećan broj otkucaja srca, smanjen ili nizak krvni tlak, zbunjenost, letargija, razdražljivost te može nastupiti smrt ako ne dođe do rehidracije (Goodman i Snyder, 2013).

Tablica 3. Dehidracija izražena kao postotak smanjenja tjelesne mase i utjecaj na fiziološke funkcije i tjelesnu aktivnost (Šatalić, Sorić i Mišigoj-Duraković, 2016)

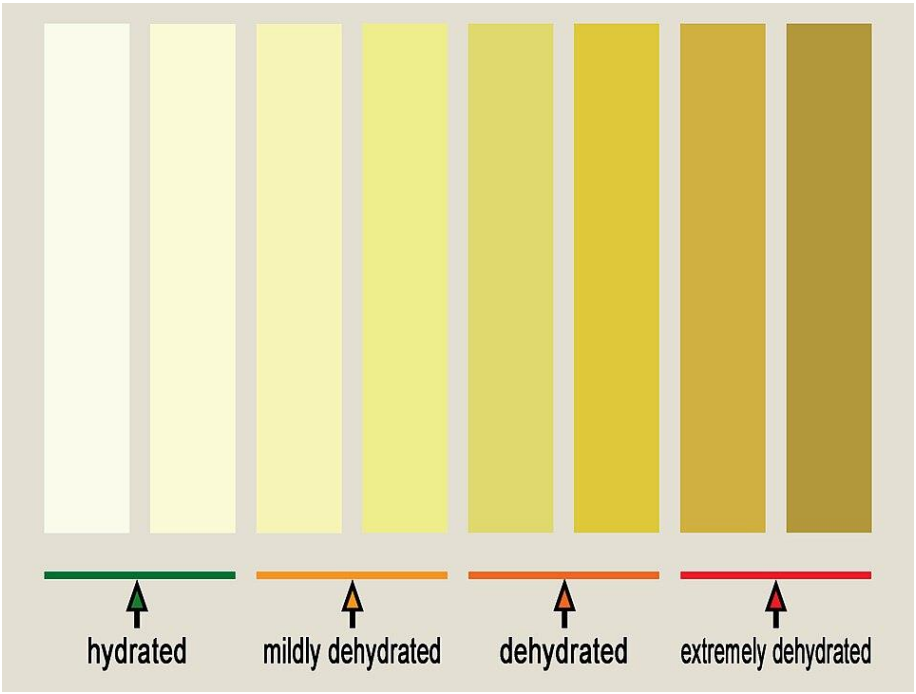
% TM	Utjecaj na fiziološke funkcije i tjelesnu aktivnost
1%	Normalne fluktuacije TM
2 – 3%	Pojava osjeta žeđi, slabljenje maksimalne aerobne snage, lošija termoregulacija, oslabljenje kognitivne funkcije, oslabljenja sportska izvedba
4 – 5%	Smanjenje radnog kapaciteta 2 – 30%, dodatno pogoršanje termoregulacije
6 – 7%	Pogoršanje izvedbe >50%, visok rizik od kolapsa u vrućem okolišu
12%	Teška hipertermija, neurološke smetnje, koma, smrt

Procjena stanja hidriranosti temelji se na biomarkerima koji mogu biti u okviru krvi ili urina. Na temelju krvi procjenjuje se prema osmolalnosti i regulaciji hormona. Iz uzorka urina procjenjuje se na temelju osmolalnosti, specifične težine urina i boje urina (Kenefick i sur., 2012). U okviru sporta najčešće se procjena stanja hidriranosti provodi na temelju urina. Uzorci urina normalnih, zdravih odraslih osoba obično imaju specifičnu težinu unutar raspona od 1,013 do 1,029 (Armstrong, 2020). Te vrijednosti upućuju na euhidraciju ili adekvatnu hidraciju organizma. Granična vrijednost identificirana je kao vrijednost specifične težine urina od otprilike 1,020 (Casa i sur., 2000; Stuempfle i Drury, 2003; Oppliger i sur., 2005). U dehidriranom stanju specifična težina urina prelazi 1,030 (Armstrong, 2020). Specifična težina urina najčešće se procjenjuje refraktometrom ili trakom s reagensom za mjerenje specifične težine urina. Refraktometrija uključuje

očitavanje specifične težine uzorka urina na ljestvici koja se kreće od 1,000 do 1,040. Specifična težina urina mjerena reagens trakama uključuje identificiranje vrijednosti specifične težine na temelju promjena boje koja se događa na trakici prema ljestvici specifične težine kodiranoj bojom. Još jedna često korištena metoda procjene stanja hidriranosti jest usporedba boje urina s tablicom boja koja može pokazati razinu hidriranosti (Armstrong, 2020). U određenim metodama procjena hidriranosti ovisi o subjektivnoj procjeni mjeritelja, bilo očitavanjem razine specifične težine urina reagens trakama ili na temelju boje urina (Warren i sur., 2018), dok je refraktometrija identificirana kao zlatni standard za mjerenje specifične težine urina (Ross i Neely, 1983).

Prema tablici boja urina:

- od 1 do 3 prikazuju stanje euhidracije
- 4 ukazuje na euhidraciju i blagu dehidraciju
- 5 i 6 stanje dehidracije
- 7 i tamnije ukazuju na ekstremnu dehidraciju



Slika 2. Prikaz različitih boja urina za procjenu stanja hidracije (Izvor: Milošević, 2020., CC BY-SA 4.0)

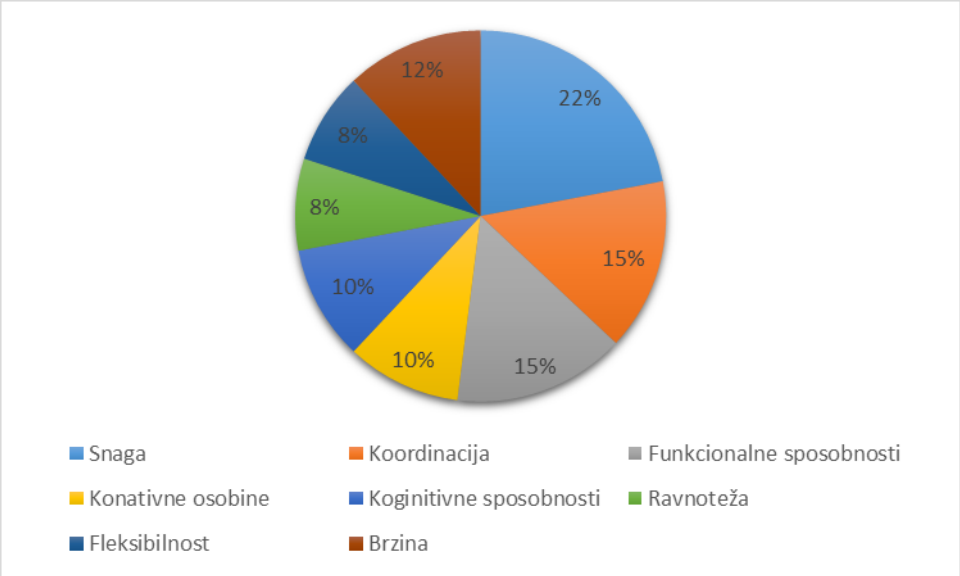
1.7.Antropološke karakteristike važne za uspjeh u judu

Judo, kao izrazito kompleksan borilački sport, od sportaša zahtijeva istovremeno visoku razinu tjelesnih, tehničko-taktičkih i psiholoških sposobnosti. Uspješnost u judu ne ovisi o jednom izoliranom čimbeniku, već o interakciji različitih antropoloških karakteristika koje zajedno oblikuju natjecateljski potencijal judaša. Antropološke karakteristike obuhvaćaju antropometrijske, motoričke i funkcionalne karakteristike sportaša, a njihova struktura i međusobni odnosi imaju značajnu ulogu u izvođenju tehnika, prilagodbi taktičkim zahtjevima borbe te u dugoročnom razvoju sportske karijere. Iako je judo sport s jasno definiranim težinskim kategorijama, što omogućuje ravnopravno natjecanje sportaša različitih tjelesnih konstitucija, brojna istraživanja ukazuju na to da određene morfološke karakteristike mogu predstavljati prednost u natjecateljskom kontekstu (Franchini i sur., 2011). Posebno se ističe povoljan omjer nemasne i masne mase koji omogućuje veću relativnu jakost. Uz sastav tijela, važnu ulogu imaju i tjelesna visina te duljina ekstremiteta, koji mogu utjecati na izbor tehnika u borbi te biomehaničku učinkovitost pojedinih pokreta.

Uz morofološka obilježja iznimno važnu ulogu u uspješnosti judaša imaju motoričke i funkcionalne sposobnosti. Judo borba karakterizirana je izmjenama visokointenzivnih perioda i kratkih razdoblja oporavka, što zahtijeva razvijen anaerobni kapacitet, ali i zadovoljavajuću razinu aerobnih sposobnosti koja omogućuje održavanje visoke razine izvedbe tijekom cijelog natjecanja. Uz to, širok spektar motoričkih sposobnosti, poput jakosti, koordinacije, ravnoteže, fleksibilnosti i brzine, čini temelj učinkovite tehničke izvedbe i preduvjeti za uspjeh u borbenim situacijama (Krstulović i sur., 2006). Razumijevanje antropoloških karakteristika judaša važno je ne samo za procjenu trenutne razine spremnosti sportaša, već i za dugoročno planiranje trenažnog procesa, selekciju i usmjeravanje mladih sportaša te optimizaciju priprema u različitim fazama sportske karijere. Analiza ovih čimbenika omogućuje trenerima individualizirani pristup treningu, prilagođen specifičnostima svakog sportaša.

Ovo poglavlje usmjereno je na razmatranje antropoloških karakteristika judaša kroz prizmu jednadžbe specifikacije uspješnosti u judu, kojom se hipotetski i znanstveno utvrdila struktura motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, osobina i motoričkih znanja prema njihovoj hijerarhijskoj važnosti za postizanje vrhunskih sportskih rezultata.

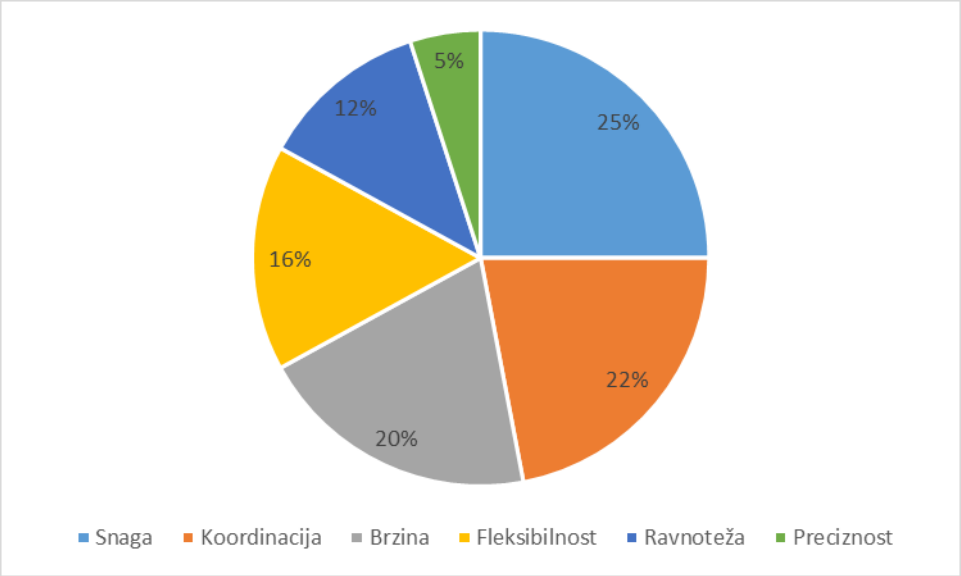
Prema toj hijerarhiji, najvažnije sposobnosti i osobine za uspjeh u judu su snaga i koordinacija, zatim funkcionalne sposobnosti, brzina, konativne osobine i kognitivne sposobnosti, dok ravnoteža, fleksibilnost također imaju značajnu, ali nešto manju ulogu u ukupnoj strukturi uspješnosti judaša. Relativna važnost pojedinih sposobnosti mijenja se ovisno o težinskoj kategoriji, a djelomično i pod utjecajem izmjena natjecateljskih pravila. Tako u težim kategorijama dominiraju maksimalna jakost i koordinacija, dok u lakšim kategorijama veći značaj imaju brzina, agilnost i specifična izdržljivost (Đapić-Caput i sur., 2013; Kuvačić i sur., 2017).



Slika 3. Hipotetska jednadžba specifikacije uspješnosti u judu (Sertić i Segedi, 2013)

Ako se promatra isključivo motorički prostor, prema važnosti poredane sposobnosti za uspjeh u judu su:

- Snaga (25%)
- Koordinacija (22%)
- Brzina (20%)
- Fleksibilnost (16%)
- Ravnoteža (12%)
- Preciznost (5%)



Slika 4. Hipotetska jednadžba specifikacije uspješnosti u judu – motorički prostor (Sertić i Segedi, 2013)

Funkcionalne sposobnosti

Energetski zahtjevi judo borbe izrazito su složeni, zbog čega se judo opisuje kao mješoviti, odnosno aerobno-anaerobni sport. Tijekom borbe aktiviraju se svi energetski sustavi, pri čemu njihov doprinos varira ovisno o intenzitetu aktivnosti, trajanju borbe, taktičkom pristupu natjecatelja te fazi natjecateljskog dana. Upravo ta promjenjiva struktura opterećenja čini energetske zahtjeve juda specifičnima i zahtjevnima u odnosu na mnoge druge sportove.

Prema važećim pravilima, seniorska judo borba traje četiri minute, no u slučaju izjednačenog rezultata borba se nastavlja u produžetku, tzv. zlatnom bodu (Golden Score), koji nema vremenskog ograničenja. Istraživanja pokazuju da se značajan udio borbi, prosječno 21%, odlučuje upravo u ovom produžetku, što dodatno naglašava važnost energetske učinkovitosti i sposobnosti održavanja visoke razine izvedbe u uvjetima produljenog opterećenja (Barreto i sur., 2022). Analize borbi na OI u Japanu (Tokio) 2020. godine pokazale su da se većina borbi završavala tek u četvrtoj minuti, dok su pojedine borbe trajale i više od osam minuta, odnosno dvostruko dulje od regularnog vremena (Kons i sur., 2022).

Osim trajanja pojedinačne borbe, dodatni energetski zahtjev predstavlja i struktura natjecateljskog dana. Sportaši koji se plasiraju u završne faze turnira mogu imati i do sedam borbi u jednom danu, pri čemu je kvaliteta oporavka između borbi ključna za očuvanje natjecateljske izvedbe. U tom kontekstu, razvijenost aerobnih kapaciteta ima iznimno važnu

ulogu, ne samo u održavanju intenziteta tijekom same borbe, već i u ubrzavanju procesa oporavka između pojedinih nastupa.

Judo borba karakterizirana je intervalnom strukturom rada, u kojoj se izmjenjuju razdoblja vrlo visokog intenziteta i kratkih pauza. Iako ne postoji potpuno jednoznačan konsenzus o točnom trajanju tih intervala, istraživanja ukazuju da faze visoko intenzivnog rada mogu trajati od približno 10 do 63 sekunde, dok pauze između aktivnosti najčešće traju od 1 do 22 sekunde (Franchini i sur., 2014). Tijekom tih visoko intenzivnih faza dolazi do borbe za gard, eksplozivnih tehnika bacanja i prijelaza u parter, što zahtijeva maksimalnu angažiranost mišićnog sustava.

Anaerobni kapaciteti posebno dolaze do izražaja upravo u tim ponavljanim visoko intenzivnim naporima, koji su često odlučujući za ostvarivanje bodovne prednosti ili završetak borbe. Sposobnost brzog generiranja sile i održavanja visokog intenziteta u kratkim vremenskim razmacima presudna je u ključnim trenucima borbe. Unatoč tome, istraživanja pokazuju da je tijekom ukupnog trajanja judo borbe dominantan aerobni energetski sustav, koji sudjeluje s približno 70% u ukupnoj proizvodnji energije. Nakon njega slijedi anaerobni fosfageni sustav s oko 21%, dok je doprinos anaerobnog glikolitičkog sustava relativno manji i iznosi oko 8% (Julio i sur., 2017).

Ovakva raspodjela energetskih sustava potvrđuje da uspješnost u judu zahtijeva visoku razinu aerobne izdržljivosti kao temeljne sposobnosti, ali i dobro razvijene anaerobne kapacitete koji omogućuju učinkovitu realizaciju tehničko-taktičkih elemenata u presudnim trenucima borbe. Posljedično, trenažni proces u judu mora biti usmjeren na razvoj svih energetskih sustava, uz naglasak na njihovu međusobnu integraciju i prilagodbu specifičnim zahtjevima natjecateljske borbe.

Konativne osobine

Utjecaj konativnih osobina na sportsku uspješnost ne može se zanemariti, osobito u sportovima visokog intenziteta i izravnog kontakta, poput juda. Konativne osobine obuhvaćaju relativno stabilne crte ličnosti koje utječu na način na koji pojedinac reagira na zahtjeve treninga i natjecanja, donosi odluke u stresnim situacijama te regulira vlastito ponašanje i emocije. U usporedbi s nesportašima, sportaši u pravilu postižu više vrijednosti u mjerama ekstraverzije, dominantnosti, agresivnosti, samopouzdanja, tolerancije na frustraciju te sposobnosti kontrole emocionalnih reakcija (Prizmić i Horga, 1995), što upućuje na važnost ovih osobina za uspješno funkcioniranje u natjecateljskom sportu.

U kontekstu juda, navedene konativne osobine imaju posebno izražen značaj. Judo borba odvija se u uvjetima stalnog fizičkog i psihološkog pritiska, uz izravnu konfrontaciju s protivnikom, ograničeno vrijeme za donošenje odluka i visoku razinu neizvjesnosti ishoda. U takvom okruženju kontrolirana agresivnost omogućuje judašu nametanje vlastitog ritma borbe, inicijativu u borbi za gard te odlučnost u izvođenju tehnika bez gubitka taktičke discipline i poštivanja pravila sporta. Samopouzdanje, s druge strane, ključno je za dosljednu primjenu tehničko-taktičkih rješenja, osobito u situacijama kada borba ulazi u neizvjesnu završnicu ili produžetak.

Kontrola emocija i visoka tolerancija na frustraciju predstavljaju temeljne psihološke preduvjete za dugoročno bavljenje judom. Tijekom trenažnog procesa i natjecanja sportaši su neprestano izloženi neuspjesima, pogreškama, porazima, sudačkim odlukama i fizičkoj boli, zbog čega sposobnost regulacije emocionalnih reakcija ima presudnu ulogu u očuvanju motivacije i kontinuiteta sportskog razvoja. Upravo se kroz svakodnevno prakticiranje juda sustavno potiče razvoj ovih osobina, koje postaju sastavni dio moralnog i vrijednosnog okvira sportaša. Važno je istaknuti da se navedene konativne osobine u judu ne promatraju isključivo kao predispozicije, nego i kao karakteristike koje se aktivno razvijaju kroz dugotrajan i strukturiran trenažni proces.

Prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti u judu (Sertić, 2004), konativne osobine sudjeluju s približno 10% u ukupnom uspjehu sportaša. Iako taj udio može djelovati relativno malen u usporedbi s motoričkim i funkcionalnim sposobnostima, njihova uloga često je presudna u situacijama kada su fizički i tehnički kapaciteti protivnika izjednačeni. U takvim okolnostima upravo psihološka stabilnost, emocionalna kontrola i sposobnost suočavanja s pritiskom mogu predstavljati odlučujući čimbenik uspjeha u judo borbi.

Kognitivne sposobnosti

Sportaši se u pravilu ne razlikuju značajno od nesportaša u razini općih, temeljnih kognitivnih sposobnosti, poput opće inteligencije ili osnovnih sposobnosti učenja. Međutim, dugogodišnje i sustavno bavljenje sportom može znatno oblikovati specifične kognitivne procese koji su izravno povezani s izvedbom u sportskom okruženju (Ericsson i Charness, 1994). Ti procesi razvijaju se kao posljedica ponavljanog izlaganja složenim situacijama koje zahtijevaju brzo donošenje odluka i preciznu percepciju okoline.

Iako znanstvena literatura ne nudi potpuno jednoznačne zaključke, većina istraživanja upućuje na to da se uspješni sportaši, u usporedbi s manje uspješnima i nesportašima, ponajviše razlikuju

u brzini reakcije, brzini obrade informacija te učinkovitosti obrade vizualnih podražaja (Yarrow i sur., 2009). Upravo ove sposobnosti omogućuju sportašima anticipaciju protivničkih akcija i pravovremenu primjenu odgovarajućih motoričkih odgovora.

U judu su kognitivni zahtjevi posebno izraženi zbog stalne interakcije s protivnikom, čestih promjena situacije u borbi i ograničenog vremena za reakciju. Judaši moraju istovremeno pratiti položaj vlastitog tijela i protivnika te u djeliću sekunde donijeti odluku. Istraživanja potvrđuju da judaši u odnosu na nesportaše postižu značajno bolje rezultate u prostornim sposobnostima i percepciji smjera, što im omogućuje učinkovitije snalaženje u prostoru i preciznije upravljanje vlastitim kretanjem tijekom borbe (Meneghetti i sur., 2021).

Osim percepcije prostora, u judu su izrazito važne i sposobnosti anticipacije i prepoznavanja obrazaca kretanja protivnika. Iskusni judaši razvijaju sposobnost prepoznavanja suptilnih promjena u položaju tijela ili gardu protivnika koje prethode određenoj tehnici. Takve perceptivno-kognitivne vještine razvijaju se dugotrajnim iskustvom te predstavljaju važnu razliku između vrhunskih i prosječnih natjecatelja (Piras, Pierantozzi i Squatrito, 2014).

Prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti u judu (Sertić, 2004), kognitivne sposobnosti, kao i konativne osobine, sudjeluju s približno 10% u ukupnom sportskom uspjehu. Iako taj udio nije dominantan u odnosu na motoričke i funkcionalne sposobnosti, njihova važnost postaje osobito izražena u situacijama kada su fizički i tehnički kapaciteti suparnika podjednaki. U takvim okolnostima upravo brzina obrade informacija, kvaliteta percepcije i donošenje pravovremenih odluka mogu predstavljati ključnu prednost i odlučiti ishod borbe.

Jakost

Jedna od temeljnih funkcija skeletnih mišića jest proizvodnja sile, a jakost se definira kao najveća sila koju mišićna skupina može proizvesti tijekom maksimalne voljne kontrakcije u jasno definiranim uvjetima. Ovisno o vrsti mišićne kontrakcije, jakost se dijeli na izometričku i izotoničnu (koncentričnu i ekscentričnu). Najveće vrijednosti sile postižu se tijekom ekscentričnih kontrakcija, zatim izometričnih, dok su vrijednosti proizvedene sile najmanje u koncentričnim uvjetima. Ove razlike proizlaze iz biomehaničkih i neurofizioloških mehanizama regulacije mišićnog rada. Sposobnost postizanja maksimalne sile u najkraćem mogućem vremenu definira se kao eksplozivna snaga i predstavlja jednu od ključnih komponenti mišićne funkcije u sportu (Marković, 2008).

Procjena jakosti može se provoditi u laboratorijskim i terenskim uvjetima. Laboratorijske metode omogućuju preciznu kontrolu uvjeta i izravno mjerenje sile, dok se u terenskim uvjetima najčešće koriste 1RM testovi u višezglobnim vježbama, kao što su čučanj, potisak s klupe i mrtvo dizanje, zbog njihove jednostavnosti, pouzdanosti i visoke primjenjivosti u sportskom okruženju (Levinger i sur., 2009). Takvi testovi pružaju uvid u maksimalne sposobnosti mišićno-koštanog sustava, iako ne odražavaju uvijek specifične zahtjeve pojedinog sporta.

Maksimalna jakost se prema hipotetskoj faktorskoj strukturi uspješnosti smatra najvažnijom motoričkom sposobnošću u judu (Sertić, 2004). Ovakvi nalazi u skladu su s rezultatima istraživanja u drugim borilačkim sportovima, gdje je utvrđeno da rezultatski uspješniji sportaši posjeduju veće razine maksimalne jakosti u odnosu na manje uspješne. Tako su Cisar i sur. (1987) pokazali da uspješniji hrvači ostvaruju bolje rezultate u testovima jakosti, što upućuje na izravnu povezanost ove sposobnosti s natjecateljskim uspjehom. Nadalje, Sertić i Vuleta (1997) potvrdili su značajan utjecaj mišićne izdržljivosti i eksplozivne snage na sportski rezultat i efikasnost u borbi u mlađim uzrastima. Franchini i sur. (2014) dodatno naglašavaju da judaši moraju razviti visoku razinu maksimalne jakosti i eksplozivne snage kako bi mogli učinkovito izvoditi bacanja, održavati stabilnost tijekom borbe te kontrolirati protivnika u parteru.

Eksplozivna snaga, kao posebna manifestacija mišićne funkcije, iznimno je važna za uspješno izvođenje kratkotrajnih, eksplozivnih napora poput skokova, bacanja i udaraca (Sleivert i Taingahue, 2002). Prema Enoka (2001), snaga se definira kao funkcija obavljenog rada u određenom vremenskom razdoblju te se izražava u vatima. U praksi se eksplozivna snaga često procjenjuje indirektnim testovima poput vertikalnog skoka ili bacanja medicinke, koji su zadržali svoju popularnost zbog jednostavnosti, mogućnosti testiranja velikog broja sportaša i sličnosti s prirodnim sportskim pokretima (Safrit, 1996).

Međutim, glavni nedostatak takvih testova jest činjenica da ne mjere izravno mišićnu snagu, već predstavljaju pokazatelje izvedbe balističkih pokreta. Dosadašnja istraživanja upućuju na to da visina skoka sama po sebi ne može biti pouzdan pokazatelj generirane snage, budući da na nju utječu brojni čimbenici poput tehnike, tjelesne mase i elastičnih svojstava mišićno-tetivnog sustava (Morin i sur., 2019). Vertikalni skok prikladnije je koristiti kao indikator eksplozivne izvedbe, dok se za precizno mjerenje snage preporučuje korištenje platformi za mjerenje sile koje omogućuju izravan izračun sile, brzine i snage tijekom odraza. Balistički pokreti definiraju se kao brze, eksplozivne kretnje s naglim porastom sile i kratkim vremenom

kontrakcije (Newton i sur., 1996), a upravo su takvi pokreti izrazito zastupljeni u borilačkim sportovima poput juda.

Osim maksimalne jakosti i eksplozivne snage, u judu je iznimno važna i mišićna izdržljivost. Ona se definira kao sposobnost skeletnih mišića da kroz dulje vremensko razdoblje ponavljanim kontrakcijama savladavaju vanjski otpor i učinkovito se odupiru razvoju umora (Kell i sur., 2001). U laboratorijskim uvjetima mišićna izdržljivost procjenjuje se testovima u kojima je cilj održavanje određene razine sile tijekom zadanog vremena ili broja ponavljanja. U praktičnom kontekstu juda, visoka razina mišićne izdržljivosti omogućuje sportašima izvođenje velikog broja ponavljanja tehničkih i tehničko-taktičkih elemenata, pri čemu se kontinuirano savladava vanjsko opterećenje u obliku protivnika.

Istraživanja Franchinija i sur. (2005) pokazala su da je mišićna izdržljivost stiska jedan od ključnih čimbenika uspjeha u judu, budući da sportaši koji mogu dulje održavati snažan i učinkovit hvat ostvaruju veću kontrolu nad protivnikom i imaju veću vjerojatnost postizanja bodovne prednosti. Dodatno, Franchini i sur. (2007) ističu da mišićna izdržljivost ima važnu ulogu u određivanju anaerobne snage specifične za judo, što potvrđuje njezin značaj u zahtjevima borbe koja uključuje ponavljane visoko intenzivne napore uz kratke intervale odmora.

Koordinacija

Koordinacija predstavlja jednu od temeljnih motoričkih sposobnosti za uspješno bavljenje borilačkim sportovima, a njezina je važnost u judu posebno izražena zbog složenosti tehničko-taktičkih zahtjeva borbe. Koordinacija se može definirati kao sposobnost učinkovitog upravljanja pokretima tijela u prostoru i vremenu, odnosno sposobnost usklađivanja rada različitih dijelova tijela s ciljem precizne, brze i ekonomične izvedbe složenih motoričkih zadataka (Milanović i sur., 2013).

Značaj koordinacije očituje se ponajprije u preciznosti i učinkovitosti izvođenja judo tehnika u uvjetima stalnih promjena, gdje nema unaprijed definiranih obrazaca kretanja. Judaši moraju kontinuirano prilagođavati položaj tijela i brzinu pokreta, što zahtijeva visoku razinu motoričke kontrole i sposobnost brzog prebacivanja s jednog motoričkog zadatka na drugi. Upravo koordinacija omogućuje ekonomičnu izvedbu tehnike, čime se smanjuje nepotreban energetski utrošak i povećava učinkovitost borbe (Sadowski, 2005).

U mlađim dobnim uzrastima koordinacija se smatra najvažnijom motoričkom sposobnošću za uspjeh u judu (Sertić, 1997). Razlog tome leži u činjenici da se upravo u ranim fazama sportskog razvoja stvara temelj za usvajanje tehničkih znanja i motoričkih obrazaca. Visoka razina koordinacije omogućuje brže i kvalitetnije usvajanje novih tehnika i bolju kontrolu vlastitog tijela. Zbog toga je razvoj koordinacije jedan od primarnih ciljeva trenažnog procesa kod djece i mlađih natjecatelja, pri čemu se naglasak stavlja na raznovrsne motoričke zadatke i učenje kroz igru.

Kod sportaša seniorskog uzrasta, iako se naglasak u trenažnom procesu često stavlja na razvoj kondicijskih sposobnosti, koordinacija i dalje zauzima vrlo visoko mjesto u strukturi uspješnosti. Prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti u judu (Sertić, 2004), koordinacija se nalazi na drugome mjestu po važnosti, odmah iza jakosti. To upućuje na zaključak da čak i visoka razina kondicijske pripremljenosti neće biti dostatna bez sposobnosti precizne i pravodobne primjene tehničkih elemenata u realnim borbenim uvjetima.

Zbog složenosti same koordinacije kao motoričke sposobnosti, brojna su se istraživanja tijekom godina bavila utvrđivanjem važnosti pojedinih njezinih sastavnica u judu. Prema Sertić i Segedi (2013) najvažniji faktori koordinacije važni za uspjeh u judu su:

- Koordinacija cijelog tijela
- Reorganizacija stereotipa kretanja
- Brzina izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka
- Agilnost
- Brzina učenja novog motoričkog zadatka

Brzina

Brzina predstavlja jednu od važnih motoričkih sposobnosti u sportu, a definira se kao sposobnost brzog reagiranja na podražaj ili izvođenja pokreta u što kraćoj jedinici vremena. U borilačkim sportovima, uključujući judo, brzina ima višedimenzionalni karakter te se ne očituje isključivo u jednostavnim, izoliranim pokretima, već u složenim motoričkim reakcijama koje su uvjetovane stalnim promjenama borbene situacije.

U literaturi se najčešće razlikuju tri osnovne dimenzije brzine (Milanović i sur., 2013). Brzina reakcije odnosi se na sposobnost sportaša da u najkraćem mogućem vremenu prepozna podražaj i započne odgovarajuću motoričku reakciju. U judu se ona očituje u prepoznavanju protivnikovih namjera te u brzom odgovoru na takve situacije. Istraživanja su potvrdila da je kraće vrijeme složene reakcije povezano s većom učinkovitošću u borbi (Lech i sur., 2014).

Brzina pojedinačnog pokreta očituje se u brzoj izvedbi tehnike bacanja, brzom povlačenju ili potisku protivnika te u naglim promjenama smjera kretanja. Brzo i precizno izvođenje pojedinačnih pokreta omogućuje sportašu da iskoristi kratke vremenske prozore u kojima je protivnik u neravnoteži (Sertić i Segedi, 2011).

Frekvencija pokreta odnosi se na sposobnost izvođenja niza uzastopnih jednostavnih pokreta u kratkom vremenskom razdoblju. Ova dimenzija brzine posebno je važna u situacijama kontinuirane borbe za gard i serijama napada. Visoka frekvencija pokreta omogućuje održavanje tempa borbe i povećava pritisak na protivnika, čime se stvaraju povoljniji uvjeti za ostvarivanje prednosti (Lech i sur., 2011).

Prema Franchini i sur. (2011), važnost brzine kao motoričke sposobnosti u judu posebno dolazi do izražaja u situacijama kada sportaš mora brzo izvesti bacanje, raskinuti ili promijeniti gard te prilagoditi ili promijeniti vlastitu poziciju u odnosu na protivnika. U svim navedenim situacijama brzina predstavlja ključni faktor koji često odlučuje o uspješnosti tehničke izvedbe. Važnost brzine u judu vidljiva je u svim fazama borbe, od početne borbe za hvat i poziciju, preko pokušaja bacanja, do tranzicija u parter i izvedbe parternih tehnika. Iako se prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti (Sertić, 2004) brzina nalazi niže u hijerarhiji u odnosu na jakost i koordinaciju, ona ostaje neizostavna sposobnost koja omogućuje učinkovitu primjenu ostalih motoričkih i funkcionalnih kapaciteta.

Fleksibilnost

Fleksibilnost predstavlja sposobnost izvođenja pokreta u maksimalnoj amplitudi u jednom ili više zglobova te je jedna od važnih motoričkih sposobnosti u judu. Prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti (Sertić, 2004), važnost fleksibilnosti kod judaša iznosi 16% promatrajući motorički prostor, što je čini važnom komponentom ukupnog motoričkog profila sportaša. Fleksibilnost u judu ima širok spektar primjena: omogućuje izvođenje kompleksnih tehnika, izvlačenje iz nepovoljnih situacija te smanjuje rizik od ozljeda. Osim toga, fleksibilnost

utječe i na ispoljavanje drugih sposobnosti poput jakosti jer veći opseg pokreta može omogućiti učinkovitije i ekonomičnije izvođenje tehnika.

Za razliku od nekih drugih motoričkih sposobnosti, fleksibilnost nije u visokoj mjeri genetski uvjetovana, već se može značajno razvijati i održavati odgovarajućim treningom. U tom smislu, fleksibilnost je ujedno i sposobnost koja se može prilagoditi specifičnim zahtjevima sporta i pojedinca, što je iznimno važno u borilačkim sportovima gdje preciznost pokreta i kontrola tijela imaju važnu ulogu.

Kurz (1994) klasificira fleksibilnost u tri osnovne kategorije:

- „Dinamička fleksibilnost – sposobnost izvođenja pokreta kroz puni opseg zgloba pri čemu se koriste kontrolirane kretnje. Dinamička fleksibilnost posebno je važna u judu prilikom izvođenja bacanja."
- „Statička-aktivna fleksibilnost – sposobnost postizanja i zadržavanja ispružene pozicije u zglobu ili više njih koristeći samo rad agonističkih i sinergijskih mišića, dok antagonisti ostaju istegnuti."
- „Statička-pasivna fleksibilnost – sposobnost postizanja i zadržavanja položaja uz pomoć vlastite težine, ekstremiteta ili sprava, pri čemu mišići ne sudjeluju aktivno u zadržavanju pozicije. Statička-pasivna fleksibilnost važna je za prevenciju ozljeda i pripremu tijela za napore velike amplitude pokreta."

U kontekstu juda, fleksibilnost omogućuje sportašima izvođenje tehnički zahtjevnih elemenata u različitim fazama borbe, od stojećeg stava, preko bacanja, do parternih situacija. Redovitim radom na fleksibilnosti poboljšava se mobilnost zglobova, smanjuje rizik od ozljeda i povećava učinkovitost pokreta, čime se optimizira primjena snage i koordinacije. U treningu juda fleksibilnost se razvija kombinacijom statičkih i dinamičkih vježbi, uključujući istezanja i specifične tehničke vježbe koje simuliraju situacije iz borbe.

Ravnoteža

Ravnoteža predstavlja složenu motoričku sposobnost koja obuhvaća integraciju biomehaničkih, fizioloških i psiholoških komponenti. Tkalčić (1987) definira ravnotežu kao sposobnost održavanja stabilnosti tijela u statičkim i dinamičkim uvjetima, što je ključno za svakodnevne aktivnosti, a posebice za izvođenje složenih motoričkih zadataka u sportu. Prema hipotetskoj

jednadžbi specifikacije uspješnosti u judu (Sertić, 2004), ravnoteža zauzima 12% motoričkog prostora.

Važnost ravnoteže ogleda se u tome što je gotovo svaka tehnika, a osobito bacanja, izravno vezana uz manipulaciju ravnotežom protivnika. Ravnoteža je također u bliskoj povezanosti s drugim motoričkim sposobnostima. Koordinacija i snaga utječu na sposobnost izvođenja preciznih pokreta dok se održava stabilnost tijela, a fleksibilnost omogućuje izvođenje velikih amplituda pokreta bez gubitka ravnoteže (Sertić, 2004). Kontrola ravnoteže u judu uključuje integraciju proprioceptivnih, vestibularnih i vizualnih informacija, pri čemu judaši, za razliku od sportaša u drugim disciplinama, u većoj mjeri ovise o proprioceptivnim podražajima, što im omogućuje bolje održavanje ravnoteže čak i u uvjetima smanjene vizualne kontrole (Perrin i sur., 2002).

Preciznost

Preciznost predstavlja motoričku sposobnost koja omogućuje sportašu izvođenje pokreta sa visokom točnošću i kontrolom. U judu, preciznost ima posebno velik značaj pri izvođenju nožnih tehnika, gdje pravilno postavljanje noge ili stopala u kontaktu s protivnikom izravno utječe na učinkovitost i prenesenu silu. Točnim izvođenjem pokreta sportaš može maksimalno iskoristiti prednosti vlastitog tijela, smanjiti mogućnost gubitka ravnoteže i povećati vjerojatnost uspješnog bacanja ili kontrole protivnika.

Preciznost u judu nije važna samo kod izvedbe nožnih tehnika. Ona je važna prilikom hvatanja garda, izvedbe poluga i gušenja, gdje najmanja odstupanja u položaju ruku ili tijela mogu značajno utjecati na ishod borbe. U dinamičkim situacijama borbe, gdje se stalno mijenja smjer i brzina pokreta protivnika, preciznost omogućuje učinkovitu adaptaciju. Razvijanje preciznosti uključuje vježbe usmjerene na kontrolu pokreta i izvođenje tehnika na ciljanim dijelovima tijela. Primjerice, ponavljanje bacanja u kontroliranim uvjetima ili složenijih vježbi koje će uključivati koordinaciju i ravnotežu. Također, vizualna percepcija i prostorna orijentacija igraju važnu ulogu u sposobnosti preciznog izvođenja pokreta, što znači da trening preciznosti uključuje i perceptivno-motoričke vježbe. Iako se prema hipotetskoj jednadžbi specifikacije uspješnosti u judu preciznost vrednuje s oko 5%, njezinu važnost ne treba podcijeniti. Čak i male pogreške u izvođenju tehnike mogu imati odlučujući utjecaj na ishod borbe, posebno na najvišim razinama natjecanja gdje su razlike između sportaša minimalne.

1.8.Utjecaj naglog smanjenja tjelesne mase na jakost, balističku izvedbu i specifičnu judo izvedbu

Tablica 4. Pregled istraživanja koja su analizirale učinak naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost

Autori	***Ispitanici***	***Vrijeme za postizanje naglog smanjenja TM***	***% Smanjenja TM***	***Vrijeme oporavka do provedbe testova***	***Testovi***	***Rezultati***
Filaire et al. (2001)	N=11 M	7 dana	4.8%	-	Jakost stiska šake	↔
Degoutte et al. (2006)	N=20 M	7 dana	5%	90min	Jakost stiska šake	↓(T1: 53.6 ± 2.7 kg; T2: 50.4 ± 2.5 kg; p < 0.01, – 5%)
Barley et al. (2018)	N=14M	3h	5%	3h	Jakost stiska šake	↓53 ± 8;51 ± 8 kg
Schoffstall et al. (2001)	N=10M	2h	2%	2h	Potisak s ravne klupe	↔
Pallares et al (2016)	N=163 124M 39Ž	-	-	13h-18h	Potisak s ravne klupe	↑2-7%
Clarys et al. (2010)	N=22 M	7 dana	4.2%	-	Biceps pregib	↓T1:126±47; T2 108±34
Coufalova et al. (2014)	N=9 M	5 dana	4.6%	-	Nožna ekstenzija	↔
Oöpik, et al. (1996)	N=2 M	3 dana	5%	16h	Nožna ekstenzija	↓ >5%
Morales et al. (2018)	N=38 M	7 dana	3%	-	Jakost stiska šake	↔

Tablica 5. Pregled istraživanja koja su analizirala učinak naglog smanjenja tjelesne mase na balističku izvedbu

Autori	***Ispitanici***	***Vrijeme za postizanje naglog smanjenja TM***	***% Smanjenja TM***	***Vrijeme oporavka do provedbe testova***	***Testovi***	***Rezultati***
Barley et al. (2018)	N=14M	3h	5%	24h	CMJ, MBT	CMJ ↔ MBT ↓ 474 ± 52; 449 ± 44 cm
Sekiguchi et al. (2022)	N=18M	24h	2%	30min	CMJ	CMJ↓
Fogelholm et al. (1993)	N=7M	48h	6%	5h	CMJ	CMJ ↔
Pallares et al (2016)	N=163 124M 39Ž	-	-	13h-18h	CMJ	CMJ↑2.8%
Viitasalo et al. (1987)	N=6M	_	3.8%	-	CMJ	CMJ ↑

Legenda: CMJ- skok s pripremom; MBT- bacanje medicinske lopte

Tablica 6. Pregled istraživanja koja su analizirale učinak naglog smanjenja tjelesne mase na specifičnu judašku izvedbu

Autori	***Ispitanici***	***Vrijeme za postizanje naglog smanjenja TM***	***% Smanjenja TM***	***Vrijeme oporavka do provedbe testova***	***Testovi***	***Rezultati***
Ceylan et al. (2022)	N=18	48h	5%	15h	SJFT	SJFT↔
Ceylan et al. (2022)	N=9	-	5%	-	SJFT	SJFT↓
Fortes et al. (2017)	N=20	14 dana	10%	-	SJFT	SJFT↔
Artioli et al. (2010)	N=9	7 dana	5%	4h	Uchi komi/Randori	Uchi komi/Randori↔

Legenda: SJFT- Special Judo Fitness test

2. Problem istraživanja

Do danas je proveden velik broj istraživanja o učincima naglog smanjenja tjelesne mase na tjelesnu izvedbu, ali i dalje postoje brojna otvorena pitanja u ovom području. Autori dosadašnjih istraživanja u svojim radovima ističu neka od tih pitanja i preporuke za daljnja istraživanja.

Iskustvo u naglom smanjenju tjelesne mase potrebno je uzeti u obzir prilikom provedbe istraživanja (Hall i Lane, 2001). Iskustvo u naglom smanjenju tjelesne mase može imati velik utjecaj na to kako će se negativni učinci odraziti na izvedbu. Iskusnije osobe znat će manipulirati unos vode i soli prilikom procesa naglog smanjenja tjelesne mase, a prilikom oporavka znat će odrediti unos makronutrijenata kako bi se kvalitetnije oporavile. Iz navedenih razloga važno je da ispitanici imaju iste informacije o metodama za postizanje naglog smanjenja tjelesne mase kao i o načinu prehrane koja je potrebna tijekom i nakon naglog smanjenja tjelesne mase (Mendes i sur., 2013).

Važno je uzeti u obzir individualne čimbenike te razlike između sportova i sportskih disciplina. Individualni čimbenici poput spola mogu utjecati na to kakav će učinak imati naglo smanjenje tjelesne mase (Hall i Lane, 2001). Uz spol, dob može također imati značajan učinak pa je preporučljivo u istraživanjima suziti dobni raspon. Uz individualne čimbenike, učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sportsku izvedbu značajno ovisi o sportu koji se promatra. U sportovima izdržljivosti učinak naglog smanjenja tjelesne mase na izvedbu puno je jasniji nego kod sportova u kojima je važna jakost i snaga poput juda i hrvanja (Kiningham i Gorenflo, 2001).

Također, važno je proučavati fenomen naglog smanjenja tjelesne mase u specifičnom kontekstu sporta. U dosadašnjim istraživanjima nedostaje radova koji su uključivali veličinu naglog smanjenja tjelesne mase uz vremenske periode oporavka koji odgovaraju specifičnim uvjetima judo natjecanja. Upravo navedeni aspekti koji dosad nisu bili dovoljno istraženi predstavljaju osnovu za provedbu ovog istraživanja, koje kombinira umjereno smanjenje tjelesne mase od 4 do 5,5% s dva vremenska okvira oporavka (2 sata i 15 sati) te uspoređuje učinke između sportaša s iskustvom i bez iskustva u naglom smanjenju tjelesne mase.

3. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Primarni cilj istraživanja bio je utvrditi promjene pokazatelja kondicijske pripremljenosti u judu (izvedba balističkih pokreta, mišićna jakost i izvedba u specifičnim judo testovima), tjelesnog sastava i statusa hidriranosti nakon naglog smanjenja tjelesne mase od 4–5,5% u dva vremenska razdoblja oporavka (2 sata i 15 sati nakon smanjenja tjelesne mase).

Sekundarni cilj bio je utvrditi razlike između triju skupina ispitanika — skupine koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P), skupine koja to redovito ne prakticira (NP) i kontrolne skupine koja nije smanjivala tjelesnu masu (K) — u trima vremenskim točkama mjerenja u parametrima kondicijske pripremljenosti, tjelesnom sastavu i statusu hidriranosti.

Hipoteze:

H1: Pokazatelji kondicijske pripremljenosti (izvedba balističkih pokreta, mišićna jakost i specifična judo izvedba) i status hidriranosti bit će narušeni nakon naglog smanjenja tjelesne mase od 4–5,5%, pri čemu se očekuje veći pad nakon 2 sata oporavka te djelomičan oporavak vrijednosti nakon 15 sati, dok se u tjelesnom sastavu ne očekuju značajne promjene s obzirom na to da je gubitak tjelesne mase pretežno posljedica dehidracije.

H2: Nakon naglog smanjenja tjelesne mase od 4–5,5% doći će do smanjenja pokazatelja kondicijske pripremljenosti i narušavanja statusa hidriranosti u objema eksperimentalnim skupinama (P i NP), dok se u kontrolnoj skupini (K) ne očekuju značajne promjene, pri čemu će skupina judaša koja redovito ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) pokazati veći pad rezultata u usporedbi sa skupinom koja to redovito prakticira (P).

4. METODE RADA

4.1. Uzorak ispitanika

Veličina uzorka određena je dostupnošću ispitanika koji zadovoljavaju strogo definirane kriterije uključivanja, s obzirom na ograničenu populaciju elitnih judaša u Hrvatskoj. Provedena je analiza osjetljivosti u programu G*Power 3.1.9.7 (F tests; ANOVA: Repeated measures, within-between interaction) koja je pokazala da uzorak od 24 ispitanika (n = 8 po skupini), uz razinu značajnosti $\alpha = 0,05$, statističku snagu od 0,80, korelaciju između ponovljenih mjerenja od 0,75 te uz pretpostavku zadovoljene sferičnosti ($\varepsilon = 1$), za nacrt s 3 skupine i 3 mjerenja omogućuje detekciju interakcijskih efekata veličine $f \geq 0,22$ ($\eta p^2 \approx 0,05$), što odgovara učinku između malog i srednjeg prema Cohenovim kriterijima. Navedena analiza predstavlja najpovoljniji scenarij; u slučaju narušene sferičnosti minimalni detektibilni učinak nešto je veći, što je u radu uvaženo primjenom Greenhouse-Geisser korekcije. S obzirom na invazivnost intervencije naglog smanjenja tjelesne mase i očekivane razlike između skupina kroz vrijeme, ovakva veličina učinka smatra se realno očekivanom u sličnim istraživanjima u sportskoj znanosti.

Uzorak je činilo 24 hrvatska judaša nacionalnog i međunarodnog ranga, raspoređenih u tri skupine: skupina koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P, n = 8), skupina koja redovito ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP, n = 8) te kontrolna skupina koja nije smanjivala tjelesnu masu (K, n = 8).

Preduvjeti za uključivanje u istraživanje bili su: muški spol, dob od 18 do 35 godina, aktivno bavljenje judom od najmanje 5 godina te odsutnost koštano-mišićnih ozljeda u trenutku provođenja istraživanja.

Za klasifikaciju u skupinu koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P), ispitanici su morali smanjiti svoju tjelesnu masu za više od 3% prije natjecanja u najmanje pet navrata po sezoni tijekom posljednje dvije sezone. Za klasifikaciju u skupinu koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP), ispitanici nisu smjeli smanjiti više od 2% tjelesne mase prije natjecanja u više od dva navrata po sezoni. Obje eksperimentalne skupine (P i NP) u sklopu istraživanja provele su naglo smanjenje tjelesne mase od 4–5,5%, dok kontrolna skupina (K) nije provodila smanjenje tjelesne mase

4.2. Uzorak varijabli

Procjena stanja hidriranosti

Status hidriranosti ispitanika procijenjen je mjerenjem specifične težine urina pomoću digitalnog refraktometra (Atago PAL-10S, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan). Uzorak urina prikupljen je u sterilnu posudicu, a mjerenje je provedeno neposredno nakon prikupljanja uzorka (Minton, O'Neal i Torres-McGehee, 2015).

Procjena potkožnog masnog tkiva

Antropometrijska mjerenja provodio je isti mjeritelj u standardiziranim uvjetima. Tjelesna visina izmjerena je stadiometrom s preciznošću od 0,1 cm, a tjelesna masa istom digitalnom vagom s preciznošću od 0,1 kg, u donjem rublju.

Debljina kožnih nabora mjerena je kaliperom Harpenden (Baty International, Burgess Hill, UK) s konstantnim pritiskom od 10 g/mm² i preciznošću očitanja od 0,2 mm (Tanner i Whitehouse, 1955). Kožni nabori korišteni za procjenu postotka tjelesne masti kod muškaraca bili su: prsni nabor, trbušni nabor i nabor natkoljenice (preuzeto iz Jackson i Pollock, 1978). Gustoća tijela izračunata je prema jednadžbi:

$$BD = 1{,}10938 - 0{,}0008267 \times (\Sigma 3) + 0{,}0000016 \times (\Sigma 3)^2 - 0{,}0002574 \times (\text{dob})$$

gdje je Σ3 zbroj triju kožnih nabora (prsa + trbuh + natkoljenica) u milimetrima, a dob je izražena u godinama. Postotak tjelesne masti potom je izračunat korištenjem Siri jednadžbe (preuzeto iz Siri, 1961):

$$\%BF = (495 / BD) - 450$$

Procjena izvedbe balističkih pokreta

Testiranje balističkih pokreta provedeno je na početku mjernog protokola kako bi se minimizirao utjecaj umora na rezultate. Izvedba gornjeg dijela tijela procijenjena je bacanjem medicinske lopte iz sjedećeg položaja prema protokolu Clemonsa i sur. (2010). Klupa je bila nagnuta pod kutom od približno 45°, a ispitanici su koristili medicinsku loptu mase devet kilograma. Nakon dva uvodna pokušaja, svaki ispitanik izveo je tri službena pokušaja s ciljem

postizanja što većeg dometa. Između pokušaja osigurana je pauza od 2 minute, a za analizu je uzet pokušaj s najboljim rezultatom.

Za procjenu izvedbe donjeg dijela tijela korišten je Sargent test vertikalnog skoka s pripremom (Marković i sur., 2004). Sargent test je validiran terenski test s potvrđenom visokom pouzdanošću (Marković i sur., 2004; Aragón-Vargas, 2000). Ispitanici su najprije stali bočno uz zid sa stopalima u širini ramena i ispruženom dominantnom rukom prema gore, pri čemu su vrhovi prstiju bili namazani kredom kako bi se na zidu označila inicijalna visina dohvata. Potom su ispitanici izveli maksimalni vertikalni skok s pripremom — spustili se u polučučanj i uz zamah ruku pokušali dotaknuti zid na najvišoj mogućoj točki, ostavljajući drugi otisak krede. Visina skoka određena je kao razlika između oznake pri skoku i inicijalne visine dohvata. Kod svakog testiranja izveden je najprije jedan probni skok, a zatim tri maksimalna skoka s pauzom od 2 minute između pokušaja. Najbolji rezultat korišten je za analizu.



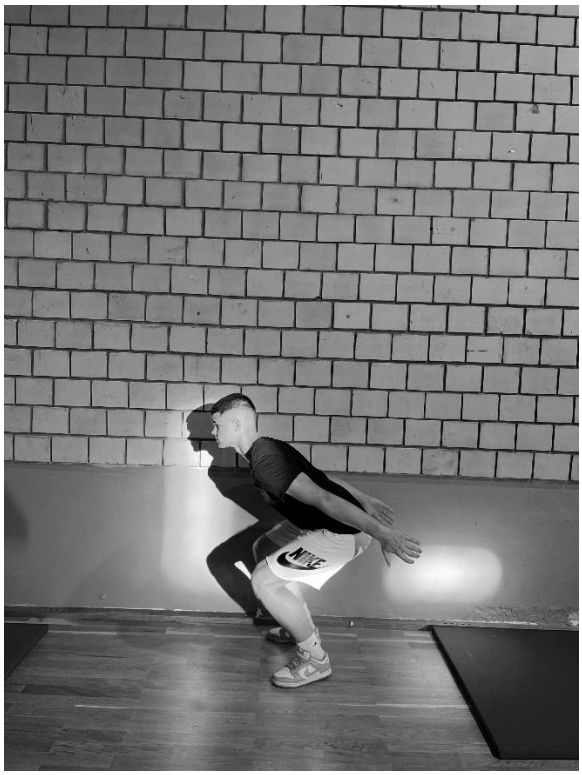
Slika 5. Početna pozicija izvedbe bacanje medicinske lopte sa prsiju



Slika 6. Završna pozicija izvedbe bacanje medicinske lopte sa prsiju



Slika 7. Početna pozicija za skok s pripremom



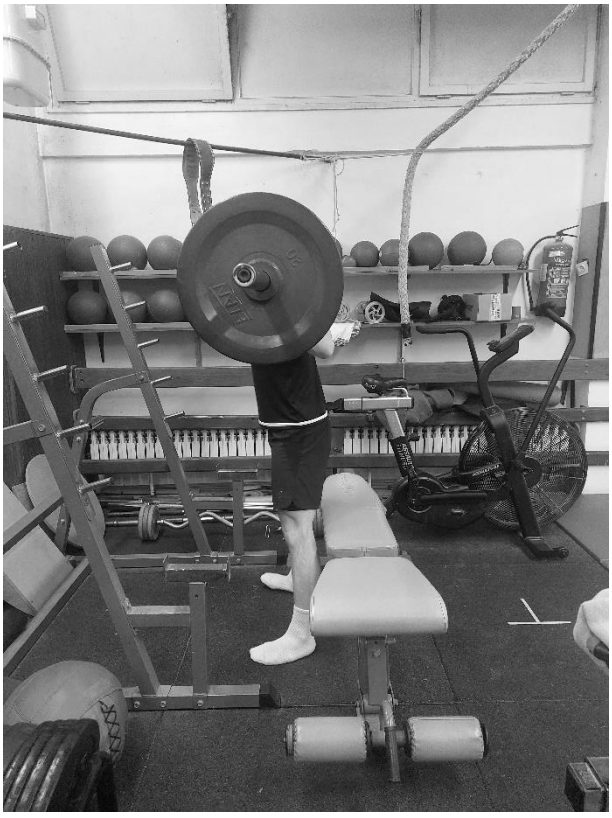
Slika 8. Ekscentrična faza skoka s pripremom



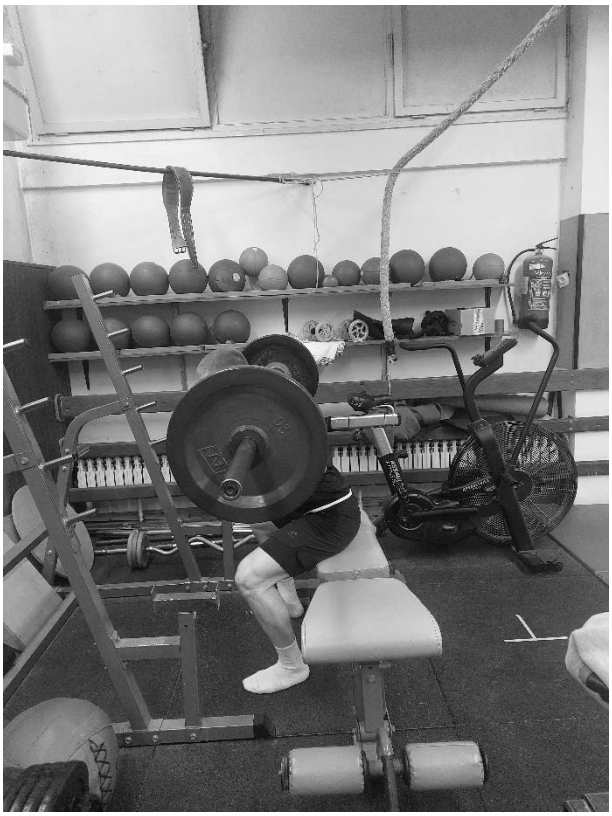
Slika 9. Najviša faza skoka s pripremom

Procjena mišićne jakosti

Procjena jakosti gornjih i donjih ekstremiteta provedena je putem vježbi potiska s klupe i dubokog čučnja do kuta od 90 stupnjeva. Testiranje je provedeno prema protokolu Baechlea i Earlea (2000), pri čemu je redoslijed testova bio unaprijed definiran. Zagrijavanje je obuhvaćalo 8 do 10 ponavljanja isključivo s olimpijskom šipkom, nakon čega su ispitanici izvodili serije s postupno povećavanim opterećenjem: 50% procijenjenog 1RM u 8 do 10 ponavljanja, zatim 75% u 3 do 5 ponavljanja te jedno ponavljanje s 95% maksimalnog opterećenja. Potom je uslijedilo testiranje stvarnog 1RM, definiranog kao najveća masa koju ispitanik može podići u jednom potpunom koncentričnom ponavljanju. Opterećenje za svaki naredni pokušaj prilagođavalo se ovisno o uspješnosti prethodnog dizanja. Ukupan broj pokušaja bio je ograničen na pet, uz odmor od 3 do 5 minuta između svakog pokušaja.



Slika 10. Početna pozicija za izvedbu čučnja



Slika 11. Izvedba čučnja do klupice



Slika 12. Završna pozicija izvedbe čučnja



Slika 13. Početna pozicija za izvedbu potiska s ravne klupe



Slika 14. Izvedba potiska s ravne klupe do prsiju



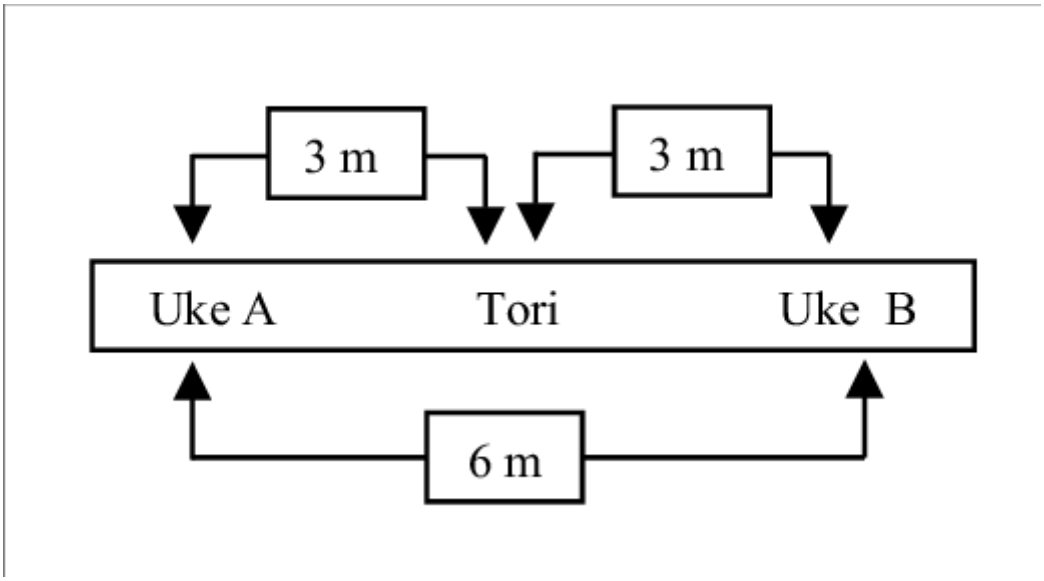
Slika 15. Završna pozicija izvedbe potiska s ravne klupe

Procjena specifične judo izvedbe

Za procjenu specifične judo izvedbe koristili su se dva testa. Special Judo Fitness Test (SJFT) (Sterkowicz S., 1995) i Test BAC2SKL90 (Sertić i sur, 2024).

Special Judo Fitness Test (SJFT)

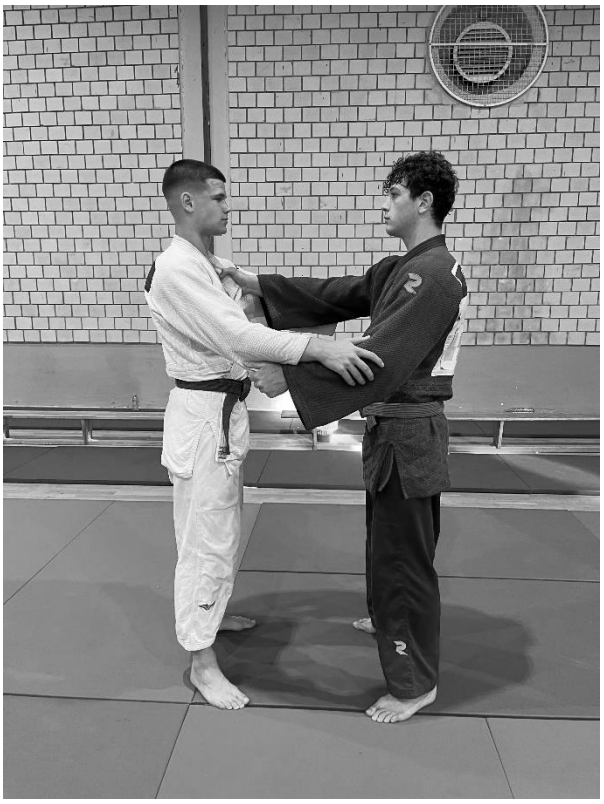
Izvodi se uz pomoć 2 ukea koji stoje udaljeni 6 metara. Ispitanik se nalazi sredini te na znak mjeritelja izvodi što je više moguće bacanja tehnike ippon-seoi-nage bacajući jednog ukea i trčeći prema drugom. Test traje 95 sekundi te se sastoji od 15 sekundi rada, 10 sekundi pauze, 30 sekundi rada, 10 sekundi pauze i 30 sekundi rada. Ispitanik tijekom testa nosi pulsmetar (Polar H10) te se bilježi frekvencija srca po završetku testa i nakon 1 minute odmora.



Slika 16. prikaz izvedbe SJFT

Test Bacanje 2 skleka BAC2SKL90

Protokol testa podrazumijeva sljedeći redoslijed radnji: na signal ispitanik izvodi bacanje tehnikom O-goshi s hvatom oko trupa, nakon čega zauzima položaj upora ležećeg te izvodi dva ponavljanja skleka. Po završetku sklekova ispitanik se vraća u uspravni stav i navedeni ciklus ponavlja kontinuirano kroz ukupno 90 sekundi



Slika 17. Prikaz početne pozicije testa Bac2Skl



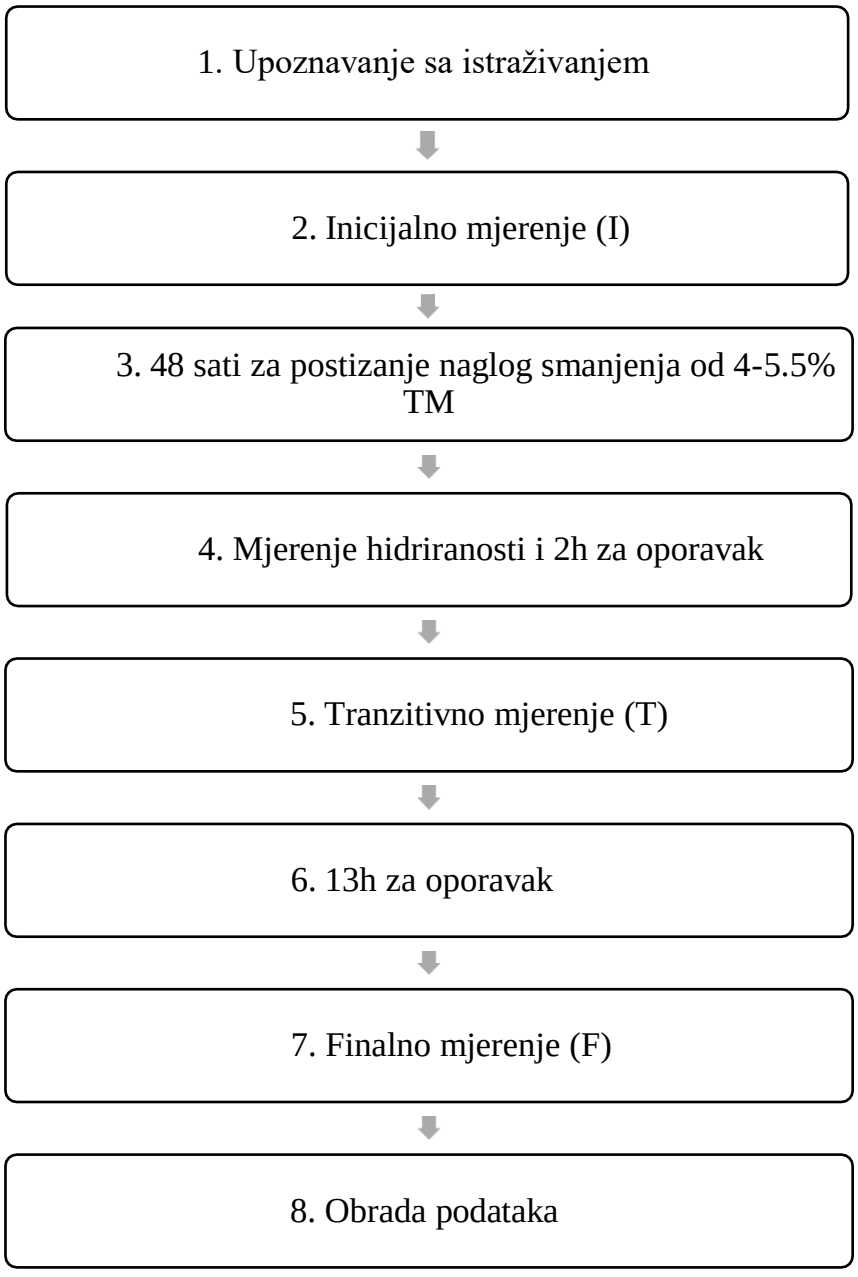
Slika 18. Izvedba tehnike O-goshi u testu Bac2Skl



Slika 19. Izvedba skleka u testu Bac2Skl

4.3. Protokol istraživanja

Slika 20. Prikaz tijeka istraživanja



1. *Upoznavanje sudionika s istraživanjem*

Prije početka istraživanja ispitanici su informirani o cilju, postupcima i potencijalnim rizicima istraživanja. Svaki ispitanik dobio je pisanu obavijest o istraživanju te je potpisao informirani pristanak za sudjelovanje. Ispitanici su upoznati s protokolom naglog smanjenja tjelesne mase, vremenskim rasporedom mjerenja, skupinom testova koja će se provoditi te s pravom na odustajanje u bilo kojem trenutku bez posljedica. Istraživanje je provedeno u skladu s Helsinškom deklaracijom (World Medical Association, 2024) te je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

2. Inicijalno mjerenje (I)

Na dan inicijalnog mjerenja, prije konzumacije tekućine i hrane, ispitanicima je izmjerena tjelesna masa na digitalnoj vagi. Na temelju tog vaganja utvrđena je ciljna masa koju su ispitanici eksperimentalnih skupina (P i NP) trebali postići, odnosno smanjenje od 4–5,5% tjelesne mase. Potom je procijenjen status hidriranosti mjerenjem specifične težine urina (USG) digitalnim refraktometrom (Atago PAL-10S), provedena su antropometrijska mjerenja (tjelesna visina, tjelesna masa, kožni nabori) te je provedena kompletna skupina testova kondicijske pripremljenosti: testovi izvedbe balističkih pokreta (bacanje medicinke iz sjeda, skok s pripremom), testovi mišićne jakosti (1RM potisak s klupe, 1RM stražnji čučanj) i specifični judo testovi (SJFT, BAC2SKL90). Inicijalno mjerenje predstavljalo je bazične vrijednosti za kasniju usporedbu. Kontrolna skupina (K) testirana je istim protokolom, ali bez provođenja smanjenja tjelesne mase u narednim fazama.

3. 48 sati za postizanje naglog smanjenja od 4–5,5% tjelesne mase

Nakon inicijalnog mjerenja, ispitanici eksperimentalnih skupina (P i NP) imali su 48 sati za postizanje ciljnog smanjenja tjelesne mase od 4–5,5%. Prije početka procesa smanjenja tjelesne mase ispitanike se informiralo o preporučenom načinu prehrane: redukcija ukupnog kalorijskog unosa uz nizak unos ugljikohidrata i nizak unos soli. Pojačano lučenje znoja uz redovne aktivnosti postizalo se korištenjem saune. Druge metode smanjenja tjelesne mase (diuretici, laksativi, povraćanje) nisu se koristile. Kontrolna skupina nastavila je s uobičajenim režimom prehrane bez provođenja smanjenja tjelesne mase.

4. Mjerenje hidriranosti i 2 sata za oporavak

Po isteku 48 sati ispitanike eksperimentalnih skupina se izvagalo kako bi se potvrdilo postizanje ciljnog smanjenja tjelesne mase te im je procijenjen status hidriranosti (USG). Ispitanici koji nisu postigli smanjenje od minimalno 4% tjelesne mase bili bi isključeni iz daljnjeg istraživanja. Nakon vaganja, ispitanici su imali 2 sata za konzumaciju hrane i tekućine prema vlastitom izboru (ad libitum). Ispitanike se informiralo o preporučenom načinu prehrane u periodu oporavka: povećan unos ugljikohidrata te izvori ugljikohidrata s visokim glikemijskim indeksom radi bržeg obnavljanja glikogenskih zaliha, uz adekvatan unos tekućine.

5. Tranzitivno mjerenje (T)

Nakon 2 sata oporavka provedeno je tranzitivno mjerenje. Ispitanicima je ponovo izmjerena tjelesna masa, procijenjen status hidriranosti (USG) i provedeno je antropometrijsko mjerenja (kožni nabori) nakon čega je provedena identična skupina testova kondicijske pripremljenosti kao u inicijalnom mjerenju: testovi izvedbe balističkih pokreta (bacanje medicinke iz sjeda, skok s pripremom), testovi mišićne jakosti (1RM potisak s klupe, 1RM stražnji čučanj) i specifični judo testovi (SJFT, BAC2SKL90). Redoslijed testova bio je identičan inicijalnom mjerenju kako bi se osigurala konzistentnost protokola. Kontrolna skupina testirana je u istom vremenskom razmaku.

6. 13 sati za oporavak

Nakon tranzitivnog mjerenja, ispitanici eksperimentalnih skupina imali su 13 sati za oporavak uz konzumaciju hrane i tekućine prema vlastitom izboru (ad libitum). Ukupno vrijeme od vaganja nakon smanjenja tjelesne mase do finalnog mjerenja iznosilo je 15 sati (2 sata + 13 sati), što odgovara vremenskom rasponu između službenog vaganja i početka natjecanja u judu. Kontrolna skupina provela je istovjetan vremenski period bez intervencije.

7. Finalno mjerenje (F)

Nakon 15 sati od vaganja (13 sati od tranzitivnog mjerenja) provedeno je finalno mjerenje. Ispitanicima je ponovo izmjerena tjelesna masa, procijenjen status hidriranosti (USG) i provedeno je antropometrijsko mjerenja (kožni nabori) nakon čega je provedena identična

skupina testova kondicijske pripremljenosti: testovi izvedbe balističkih pokreta (bacanje medicinke iz sjeda, skok s pripremom), testovi mišićne jakosti (1RM potisak s klupe, 1RM stražnji čučanj) i specifični judo testovi (SJFT, BAC2SKL90). Redoslijed i protokol testiranja bili su identični prethodnim mjerenjima.

8. Obrada podataka

Po završetku svih mjerenja prikupljeni podaci uneseni su u bazu podataka te su pripremljeni za statističku obradu. Za svaki test zabilježeni su rezultati u sve tri vremenske točke (I, T, F) za sve tri skupine ispitanika (P, NP, K). Podaci su provjereni na eventualnu prisutnost pogrešaka u unosu te su potom statistički obrađeni u skladu s postavljenim ciljevima i hipotezama istraživanja. Detaljan opis statističkih metoda prikazan je u poglavlju 4.4.

4.4. Metode obrade podataka

Za obradu podataka korištene su standardne statističke metode za utvrđivanje deskriptivnih parametara (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednost). Normalnost distribucije podataka provjerena je Shapiro-Wilkovim testom, a homogenost varijanci Leveneovim testom. Pretpostavka sferičnosti provjerena je Mauchlyjevim testom, a u slučaju narušene sferičnosti za faktor vremena primijenjene su Greenhouse-Geisser korigirane vrijednosti. Za utvrđivanje razlika u pokazateljima kondicijske pripremljenosti korištena je dvofaktorska analiza varijance s mješovitim nacrtom (3 × 3), pri čemu je skupina (P, NP, K) predstavljala međugrupni faktor, a vremenska točka mjerenja (I, T, F) unutargrupni faktor. Post-hoc analiza prilagođena je obrascu značajnih učinaka. U slučaju značajne interakcije vrijeme × skupina provedena je analiza jednostavnih učinaka: usporedbe između vremenskih točaka unutar svake skupine primjenom t-testova za zavisne uzorke te usporedbe između skupina unutar svake vremenske točke primjenom Tukey HSD testa. U slučaju značajnog glavnog učinka vremena bez interakcije primijenjeni su t-testovi za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno, dok je u slučaju značajnog glavnog učinka skupine bez interakcije primijenjen Tukey HSD test između skupina unutar svake vremenske točke. Za višestruke usporedbe primijenjena je Bonferronijeva korekcija razine značajnosti ($\alpha = 0,05/k$, gdje k

predstavlja broj usporedbi). Uz testiranje statističke značajnosti izračunate su i veličine učinka: parcijalni eta kvadrat (ηp^2) za analizu varijance, interpretiran prema Cohenovim smjernicama (mali učinak $\eta p^2 = 0,01$; umjeren $\eta p^2 = 0,06$; veliki $\eta p^2 = 0,14$), Cohenov d za t-testove za zavisne uzorke (mali d = 0,20; umjeren d = 0,50; veliki d = 0,80) te Hedgesov g za usporedbe između skupina. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0,05$ za sve analize. Sve analize provedene su u programu Statistica 14.0.0 (TIBCO Software, Palo Alto, CA, SAD)

5. REZULTATI

5.1. Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih varijabli i stanja hidriranosti

Tablica 7. Deskriptivne vrijednosti tjelesne mase i postotka tjelesne masti za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	***AS***	***SD***	***Min***	***Maks***
Grupa P	*I-TM (kg)*	*8*	*76,56*	*5,90*	*70,0*	*89,5*
	I-%m (%)	*8*	*10,81*	*1,51*	*9,4*	*13,3*
	0h-TM (kg)	*8*	*73,03*	*5,95*	*66,0*	*85,5*
	T-TM (kg)	*8*	*75,35*	*5,82*	*69,0*	*87,8*
	T-%m (%)	*8*	*10,18*	*1,45*	*8,4*	*12,5*
	F-TM (kg)	*8*	*76,60*	*5,71*	*70,5*	*89,3*
	F-%m (%)	*8*	*10,55*	*1,49*	*9,0*	*13,1*
Grupa NP	*I-TM (kg)*	*8*	*78,05*	*6,99*	*69,0*	*89,2*
	I-%m (%)	*8*	*12,00*	*3,17*	*8,2*	*17,3*
	0h-TM (kg)	*8*	*74,65*	*6,60*	*66,0*	*85,5*
	T-TM (kg)	*8*	*76,55*	*6,54*	*67,8*	*87,0*
	T-%m (%)	*8*	*11,43*	*2,95*	*8,3*	*16,0*
	F-TM (kg)	*8*	*77,88*	*7,18*	*68,5*	*89,5*
	F-%m (%)	*8*	*11,81*	*2,81*	*8,3*	*16,4*
Grupa K	*I-TM (kg)*	*8*	*74,75*	*6,76*	*63,0*	*84,0*
	I-%m (%)	*8*	*9,89*	*1,92*	*7,9*	*13,4*
	T-TM (kg)	*8*	*74,68*	*6,73*	*63,0*	*84,0*
	T-%m (%)	*8*	*9,83*	*1,91*	*8,1*	*13,6*
	F-TM (kg)	*8*	*74,90*	*6,66*	*63,3*	*83,7*

F-%m (%)	*8*	*10,01*	*1,97*	*8,2*	*13,7*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; 0h – vaganje nakon 48h smanjenja TM; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); TM – tjelesna masa; %m – postotak tjelesne masti

U Tablici 7 prikazani su deskriptivni pokazatelji tjelesne mase i postotka tjelesne masti za sve tri skupine ispitanika kroz mjerene vremenske točke.

Prosječna tjelesna masa ispitanika u inicijalnom mjerenju iznosila je 76,56 ± 5,90 kg u skupini koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P), 78,05 ± 6,99 kg u skupini koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) te 74,75 ± 6,76 kg u kontrolnoj skupini (K). Nakon 48 sati naglog smanjenja tjelesne mase, skupina P prosječno je izgubila 3,53 kg, što odgovara smanjenju od 4,61% tjelesne mase, dok je skupina NP prosječno izgubila 3,40 kg, odnosno 4,36% tjelesne mase. Obje eksperimentalne skupine postigle su ciljano smanjenje unutar raspona od 4–5,5%.

U periodu oporavka skupina P pokazala je brži oporavak tjelesne mase u usporedbi sa skupinom NP. Nakon 2 sata oporavka skupina P nadoknadila je 65,7% izgubljene tjelesne mase (75,35 ± 5,82 kg), dok je skupina NP nadoknadila 55,9% (76,55 ± 6,54 kg). Nakon 15 sati oporavka skupina P gotovo je u potpunosti vratila tjelesnu masu na inicijalne vrijednosti (76,60 ± 5,71 kg; 101,1% oporavka), dok je skupina NP nadoknadila 95,0% izgubljene mase (77,88 ± 7,18 kg). Tjelesna masa kontrolne skupine ostala je stabilna kroz sva mjerenja.

Tablica 8. Deskriptivne vrijednosti stanja hidriranosti za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	*AS*	*SD*	*Min*	*Maks*
Grupa P	*I-USG*	*8*	*1,008*	*0,002*	*1,005*	*1,011*
	0h-USG	*8*	*1,024*	*0,003*	*1,020*	*1,028*
	T-USG	*8*	*1,017*	*0,003*	*1,011*	*1,021*
	F-USG	*8*	*1,012*	*0,003*	*1,009*	*1,018*
	I-BU	*8*	*2,50*	*0,76*	*2*	*4*
	0h-BU	*8*	*5,00*	*0,76*	*4*	*6*
	T-BU	*8*	*4,00*	*0,93*	*3*	*5*
	F-BU	*8*	*3,25*	*0,89*	*2*	*4*
Grupa NP	*I-USG*	*8*	*1,011*	*0,005*	*1,003*	*1,020*
	0h-USG	*8*	*1,023*	*0,005*	*1,017*	*1,029*
	T-USG	*8*	*1,017*	*0,004*	*1,010*	*1,021*
	F-USG	*8*	*1,013*	*0,004*	*1,008*	*1,020*
	I-BU	*8*	*3,00*	*0,76*	*2*	*4*
	0h-BU	*8*	*4,88*	*0,84*	*4*	*6*
	T-BU	*8*	*3,75*	*0,46*	*3*	*4*
	F-BU	*8*	*3,50*	*0,76*	*3*	*5*
Grupa K	*I-USG*	*8*	*1,011*	*0,003*	*1,008*	*1,018*
	T-USG	*8*	*1,012*	*0,004*	*1,007*	*1,017*
	F-USG	*8*	*1,011*	*0,003*	*1,007*	*1,014*
	I-BU	*8*	*3,50*	*0,93*	*2*	*5*
	T-BU	*8*	*3,38*	*0,52*	*3*	*4*
	F-BU	*8*	*3,88*	*0,64*	*3*	*5*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; 0h – vaganje nakon 48h smanjenja TM; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); USG – specifična težina urina; BU – boja urina

U Tablici 8 prikazani su deskriptivni pokazatelji stanja hidriranosti za sve tri skupine ispitanika, mjereni specifičnom težinom urina (USG) i bojom urina (BU).

U inicijalnom mjerenju sve tri skupine ispitanika bile su euhidrirane, s prosječnim USG vrijednostima ispod granične vrijednosti od 1,020 (P: 1,008 ± 0,002; NP: 1,011 ± 0,005; K: 1,011 ± 0,003). Nakon 48 sati naglog smanjenja tjelesne mase, USG vrijednosti obje eksperimentalne skupine premašile su graničnu vrijednost za dehidraciju (P: 1,024 ± 0,003; NP: 1,023 ± 0,005).

Nakon 2 sata oporavka USG vrijednosti obje eksperimentalne skupine smanjile su se, ali su ostale blizu granične vrijednosti za dehidraciju (P: 1,017 ± 0,003; NP: 1,017 ± 0,004). Nakon 15 sati oporavka USG vrijednosti nastavile su se smanjivati (P: 1,012 ± 0,003; NP: 1,013 ± 0,004), no nisu se u potpunosti vratile na inicijalne vrijednosti. Kontrolna skupina održavala je stabilne USG vrijednosti kroz sva mjerenja (1,011–1,012).

Boja urina pratila je isti obrazac promjena. Inicijalne vrijednosti bile su u rasponu svijetle boje (P: 2,50 ± 0,76; NP: 3,00 ± 0,76), dok su nakon naglog smanjenja tjelesne mase porasle na vrijednosti tamnije boje urina (P: 5,00 ± 0,76; NP: 4,88 ± 0,84). U periodu oporavka boja urina postupno se vraćala prema inicijalnim vrijednostima, uz potpuniji oporavak nakon 15 sati (P: 3,25 ± 0,89; NP: 3,50 ± 0,76). Kontrolna skupina imala je stabilne vrijednosti boje urina kroz sva mjerenja.

5.2. Deskriptivni pokazatelji varijabli mišićne jakosti

Tablica 9. Deskriptivne vrijednosti testova jakosti za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	***AS***	***SD***	***Min***	***Maks***
Grupa P	*I-BP (kg)*	*8*	*98,75*	*18,85*	*80*	*130*
	I-SC (kg)	*8*	*133,75*	*23,11*	*110*	*170*
	T-BP (kg)	*8*	*97,50*	*17,93*	*80*	*125*
	T-SC (kg)	*8*	*126,25*	*19,59*	*105*	*155*
	F-BP (kg)	*8*	*98,75*	*18,08*	*80*	*125*
	F-SC (kg)	*8*	*130,00*	*20,87*	*105*	*160*
Grupa NP	*I-BP (kg)*	*8*	*88,75*	*16,64*	*70*	*120*
	I-SC (kg)	*8*	*119,38*	*17,41*	*100*	*145*
	T-BP (kg)	*8*	*88,13*	*15,34*	*70*	*110*
	T-SC (kg)	*8*	*115,63*	*14,50*	*95*	*140*
	F-BP (kg)	*8*	*89,38*	*17,41*	*65*	*115*
	F-SC (kg)	*8*	*118,13*	*16,02*	*100*	*145*
Grupa K	*I-BP (kg)*	*8*	*71,88*	*11,63*	*50*	*90*
	I-SC (kg)	*8*	*94,38*	*9,80*	*80*	*110*
	T-BP (kg)	*8*	*73,13*	*7,99*	*60*	*85*
	T-SC (kg)	*8*	*97,50*	*5,98*	*90*	*105*
	F-BP (kg)	*8*	*76,25*	*8,35*	*60*	*85*
	F-SC (kg)	*8*	*99,38*	*7,29*	*90*	*110*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); BP – potisak s ravne klupe (1RM); SC – stražnji čučanj (1RM)

U Tablici 9 prikazani su deskriptivni pokazatelji mišićne jakosti za sve tri skupine ispitanika, mjereni testom jednog maksimalnog ponavljanja u potisku s ravne klupe (BP) i stražnjem čučnju (SC).

U inicijalnom mjerenju skupina koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarila je najviše prosječne vrijednosti u obje varijable jakosti (BP: 98,75 ± 18,85 kg; SC: 133,75 ± 23,11 kg), zatim skupina koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) (BP: 88,75 ± 16,64 kg; SC: 119,38 ± 17,41 kg), dok je kontrolna skupina (K) imala najniže vrijednosti (BP: 71,88 ± 11,63 kg; SC: 94,38 ± 9,80 kg).

U tranzitivnom mjerenju, nakon 2 sata oporavka, uočen je pad jakosti u obje eksperimentalne skupine. U skupini P potisak s klupe smanjio se za 1,27% (97,50 ± 17,93 kg), dok se stražnji čučanj smanjio za 5,61% (126,25 ± 19,59 kg). U skupini NP potisak s klupe smanjio se za 0,70% (88,13 ± 15,34 kg), a stražnji čučanj za 3,14% (115,63 ± 14,50 kg). Kontrolna skupina održala je stabilne vrijednosti.

U finalnom mjerenju, nakon 15 sati oporavka, skupina P vratila je jakost u potisku s klupe na inicijalne vrijednosti (98,75 ± 18,08 kg), dok je stražnji čučanj ostao blago ispod inicijalnih vrijednosti (130,00 ± 20,87 kg; pad od 2,80%). U skupini NP jakost u potisku s klupe blago je premašila inicijalne vrijednosti (89,38 ± 17,41 kg), dok je stražnji čučanj ostao ispod inicijalnih vrijednosti (118,13 ± 16,02 kg; pad od 1,05%). Kontrolna skupina pokazala je blagi porast vrijednosti kroz mjerenja.

5.3. Deskriptivni pokazatelji varijabli izvedbe balističkih pokreta

Tablica 10. Deskriptivne vrijednosti testova izvedbe balističkih pokreta za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	***AS***	***SD***	***Min***	***Maks***
Grupa P	*I-BM (dm)*	*8*	*35,50*	*5,93*	*28*	*43*
	I-CMJ (cm)	*8*	*49,25*	*7,15*	*35*	*55*
	T-BM (dm)	*8*	*35,06*	*5,81*	*27*	*43,5*
	T-CMJ (cm)	*8*	*49,50*	*6,23*	*37*	*55*
	F-BM (dm)	*8*	*35,13*	*6,06*	*27*	*42*
	F-CMJ (cm)	*8*	*49,75*	*6,63*	*37*	*57*
Grupa NP	*I-BM (dm)*	*8*	*34,44*	*4,37*	*28,5*	*41*
	I-CMJ (cm)	*8*	*48,13*	*9,96*	*35*	*67*
	T-BM (dm)	*8*	*33,81*	*4,33*	*27*	*42*
	T-CMJ (cm)	*8*	*47,50*	*10,25*	*33*	*68*
	F-BM (dm)	*8*	*34,44*	*4,48*	*28*	*42*
	F-CMJ (cm)	*8*	*47,75*	*9,82*	*34*	*67*
Grupa K	*I-BM (dm)*	*8*	*25,75*	*3,54*	*21*	*30*
	I-CMJ (cm)	*8*	*44,50*	*4,38*	*39*	*52*
	T-BM (dm)	*8*	*25,88*	*3,49*	*22*	*31*
	T-CMJ (cm)	*8*	*44,50*	*4,21*	*38*	*51*
	F-BM (dm)	*8*	*25,94*	*3,75*	*20*	*31*
	F-CMJ (cm)	*8*	*44,75*	*4,92*	*39*	*54*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); BM – bacanje medicinke iz sjeda; CMJ – skok s pripremom

U Tablici 10 prikazani su deskriptivni pokazatelji izvedbe balističkih pokreta za sve tri skupine ispitanika, mjereni testom bacanja medicinke iz sjeda (BM) i skokom s pripremom (CMJ).

U inicijalnom mjerenju skupina koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarila je najviše prosječne vrijednosti u obje varijable (BM: 35,50 ± 5,93 dm; CMJ: 49,25 ± 7,15 cm), zatim skupina koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) (BM: 34,44 ± 4,37 dm; CMJ: 48,13 ± 9,96 cm), dok je kontrolna skupina (K) imala najniže vrijednosti (BM: 25,75 ± 3,54 dm; CMJ: 44,50 ± 4,38 cm).

U tranzitivnom mjerenju, nakon 2 sata oporavka, uočene su minimalne promjene u izvedbi balističkih pokreta. U skupini P bacanje medicinke smanjilo se za 1,24% (35,06 ± 5,81 dm), dok je CMJ blago porastao (49,50 ± 6,23 cm; porast od 0,51%). U skupini NP bacanje medicinke smanjilo se za 1,83% (33,81 ± 4,33 dm), a CMJ se smanjio za 1,31% (47,50 ± 10,25 cm). Kontrolna skupina održala je stabilne vrijednosti u obje varijable.

U finalnom mjerenju, nakon 15 sati oporavka, skupina P vratila je bacanje medicinke blizu inicijalnih vrijednosti (35,13 ± 6,06 dm; pad od 1,04%), dok je CMJ blago premašio inicijalne vrijednosti (49,75 ± 6,63 cm; porast od 1,02%). U skupini NP bacanje medicinke potpuno se vratilo na inicijalne vrijednosti (34,44 ± 4,48 dm), a CMJ je ostao blago ispod inicijalnih vrijednosti (47,75 ± 9,82 cm; pad od 0,79%). Kontrolna skupina pokazala je blagi porast vrijednosti kroz mjerenja.

5.4. Deskriptivni pokazatelji varijabli specifične judo izvedbe

Tablica 11. Deskriptivne vrijednosti Special judo fitness testa za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	***AS***	***SD***	***Min***	***Maks***
Grupa P	*I-SJFT*	*8*	*26,75*	*2,60*	*23*	*30*
	I-SJFTfs	*8*	*183,13*	*10,32*	*165*	*195*
	I-SJFTfs1	*8*	*142,25*	*19,71*	*120*	*169*
	T-SJFT	*8*	*24,75*	*2,38*	*22*	*28*
	T-SJFTfs	*8*	*189,38*	*8,58*	*170*	*198*
	T-SJFTfs1	*8*	*147,13*	*17,66*	*125*	*170*
	F-SJFT	*8*	*26,25*	*2,49*	*22*	*30*
	F-SJFTfs	*8*	*181,75*	*11,52*	*155*	*190*
	F-SJFTfs1	*8*	*142,13*	*20,62*	*121*	*171*
Grupa NP	*I-SJFT*	*8*	*23,75*	*2,60*	*19*	*28*
	I-SJFTfs	*8*	*180,63*	*9,83*	*168*	*192*
	I-SJFTfs1	*8*	*136,00*	*16,56*	*114*	*168*
	T-SJFT	*8*	*22,75*	*2,71*	*18*	*27*
	T-SJFTfs	*8*	*177,50*	*21,37*	*130*	*196*
	T-SJFTfs1	*8*	*143,25*	*19,41*	*120*	*170*
	F-SJFT	*8*	*23,63*	*2,88*	*18*	*28*
	F-SJFTfs	*8*	*174,50*	*18,69*	*134*	*195*
	F-SJFTfs1	*8*	*134,13*	*13,43*	*110*	*148*
Grupa K	*I-SJFT*	*8*	*21,38*	*4,50*	*13*	*25*
	I-SJFTfs	*8*	*173,38*	*11,73*	*151*	*190*
	I-SJFTfs1	*8*	*134,00*	*7,67*	*125*	*150*
	T-SJFT	*8*	*21,13*	*4,67*	*13*	*25*

T-SJFTfs	*8*	*173,00*	*13,52*	*150*	*198*
T-SJFTfs1	*8*	*135,25*	*7,48*	*125*	*150*
F-SJFT	*8*	*21,63*	*4,21*	*14*	*26*
F-SJFTfs	*8*	*176,63*	*13,99*	*156*	*200*
F-SJFTfs1	*8*	*134,88*	*8,03*	*125*	*150*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); SJFT – broj bacanja; SJFTfs – frekvencija srca neposredno po završetku testa; SJFTfs1 – frekvencija srca nakon 1 minute oporavka

U Tablici 11 prikazani su deskriptivni pokazatelji specifične judo izvedbe mjereni Special Judo Fitness Testom (SJFT) za sve tri skupine ispitanika, uključujući ukupan broj bacanja, frekvenciju srca neposredno po završetku testa (SJFTfs) te frekvenciju srca nakon 1 minute oporavka (SJFTfs1). U inicijalnom mjerenju skupina koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarila je najviši prosječan broj bacanja (26,75 ± 2,60), zatim skupina koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) (23,75 ± 2,60), dok je kontrolna skupina (K) ostvarila najniže vrijednosti (21,38 ± 4,50).

U tranzitivnom mjerenju, nakon 2 sata oporavka, uočen je pad broja bacanja u obje eksperimentalne skupine. Skupina P ostvarila je prosječno 24,75 ± 2,38 bacanja, što predstavlja pad od 7,48% u odnosu na inicijalno mjerenje. Skupina NP ostvarila je 22,75 ± 2,71 bacanja, što odgovara padu od 4,21%. Istovremeno, frekvencija srca neposredno po završetku testa porasla je u skupini P (189,38 ± 8,58 u odnosu na inicijalnih 183,13 ± 10,32), dok je u skupini NP blago pala (177,50 ± 21,37 u odnosu na inicijalnih 180,63 ± 9,83), uz povećanu varijabilnost rezultata. Frekvencija srca nakon 1 minute oporavka porasla je u obje eksperimentalne skupine (P: 147,13 ± 17,66; NP: 143,25 ± 19,41), što ukazuje na sporiji kardiovaskularni oporavak nakon naglog smanjenja tjelesne mase. Kontrolna skupina održala je stabilne vrijednosti u svim varijablama.

U finalnom mjerenju, nakon 15 sati oporavka, broj bacanja gotovo se u potpunosti vratio prema inicijalnim vrijednostima u obje eksperimentalne skupine (P: 26,25 ± 2,49; pad od 1,87%; NP: 23,63 ± 2,88; pad od 0,51%). Frekvencija srca neposredno po završetku testa u skupini P vratila

se blizu inicijalnih vrijednosti (181,75 ± 11,52), dok je u skupini NP pala ispod inicijalnih vrijednosti (174,50 ± 18,69). Frekvencija srca nakon 1 minute oporavka također se vratila blizu inicijalnih vrijednosti u obje skupine (P: 142,13 ± 20,62; NP: 134,13 ± 13,43).

Tablica 12. Deskriptivne vrijednosti testa Bacanje 2 skleka 90 sekundi (Bac2Skl90) za inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje.

		N	***AS***	***SD***	***Min***	***Maks***
Grupa P	*I-Bac2SKL90*	*8*	*25,25*	*1,75*	*23*	*28*
	I-Bac2SKL90sk	*8*	*49,50*	*3,51*	*46*	*54*
	T-Bac2SKL90	*8*	*24,13*	*2,23*	*21*	*27*
	T-Bac2SKL90sk	*8*	*47,50*	*4,11*	*42*	*54*
	F-Bac2SKL90	*8*	*24,63*	*1,77*	*23*	*27*
	F-Bac2SKL90sk	*8*	*48,50*	*3,66*	*44*	*54*
Grupa NP	*I-Bac2SKL90*	*8*	*22,13*	*2,70*	*18*	*27*
	I-Bac2SKL90sk	*8*	*43,50*	*5,32*	*36*	*54*
	T-Bac2SKL90	*8*	*20,88*	*2,17*	*18*	*25*
	T-Bac2SKL90sk	*8*	*41,50*	*4,63*	*36*	*50*
	F-Bac2SKL90	*8*	*22,00*	*2,51*	*19*	*27*
	F-Bac2SKL90sk	*8*	*43,75*	*4,95*	*38*	*54*
Grupa K	*I-Bac2SKL90*	*8*	*20,50*	*2,56*	*16*	*23*
	I-Bac2SKL90sk	*8*	*39,50*	*5,42*	*30*	*44*
	T-Bac2SKL90	*8*	*20,00*	*2,56*	*16*	*22*
	T-Bac2SKL90sk	*8*	*39,00*	*6,50*	*28*	*44*
	F-Bac2SKL90	*8*	*20,13*	*2,17*	*17*	*23*
	F-Bac2SKL90sk	*8*	*39,50*	*4,87*	*32*	*44*

Legenda: N – broj ispitanika; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; Min – najmanja vrijednost; Maks – najveća vrijednost; I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka); Bac2SKL90 – broj izvedenih bacanja u testu bacanje 2 skleka u 90 sekundi; Bac2SKL90sk – ukupan broj sklekova u testu Bac2SKL90

U Tablici 12 prikazani su deskriptivni pokazatelji specifične judo izvedbe mjereni testom Bac2SKL90 za sve tri skupine ispitanika, uključujući broj izvedenih bacanja te ukupan broj sklekova.

U inicijalnom mjerenju skupina koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarila je najviši prosječan broj dovršenih ciklusa (25,25 ± 1,75) i sklekova (49,50 ± 3,51), zatim skupina koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) (ciklusi: 22,13 ± 2,70; sklekovi: 43,50 ± 5,32), dok je kontrolna skupina (K) ostvarila najniže vrijednosti (ciklusi: 20,50 ± 2,56; sklekovi: 39,50 ± 5,42).

U tranzitivnom mjerenju, nakon 2 sata oporavka, uočen je pad izvedbe u obje eksperimentalne skupine. Skupina P ostvarila je prosječno 24,13 ± 2,23 ciklusa, što predstavlja pad od 4,44% u odnosu na inicijalno mjerenje, uz 47,50 ± 4,11 sklekova (pad od 4,04%). Skupina NP ostvarila je 20,88 ± 2,17 ciklusa (pad od 5,65%) uz 41,50 ± 4,63 sklekova (pad od 4,60%). Kontrolna skupina održala je stabilne vrijednosti.

U finalnom mjerenju, nakon 15 sati oporavka, obje eksperimentalne skupine pokazale su povratak izvedbe prema inicijalnim vrijednostima. Skupina P ostvarila je 24,63 ± 1,77 ciklusa (pad od 2,46% u odnosu na inicijalno) uz 48,50 ± 3,66 sklekova (pad od 2,02%). Skupina NP gotovo je u potpunosti vratila izvedbu na inicijalne vrijednosti s 22,00 ± 2,51 ciklusa (pad od 0,59%) i 43,75 ± 4,95 sklekova (porast od 0,57%). Kontrolna skupina održala je stabilne vrijednosti kroz sva mjerenja.

5.5. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sastav tijela i stanje hidriranosti

Tablica 13. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable postotka tjelesne masti

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*8165,40*	*1*	*8165,40*	*542,60*	*0,00*	*0,96*	*1,00*
Skupina	*44,43*	*2*	*22,21*	*1,48*	*0,25*	*0,12*	*0,28*
Pogreška 1	*316,02*	*21*	*15,05*				
Vrijeme	*2,24*	*2*	*1,12*	*14,08*	*0,00*	*0,40*	*1,00*
Vrijeme×Skupina	*0,75*	*4*	*0,19*	*2,36*	*0,07*	*0,18*	*0,63*
Pogreška 2	*3,34*	*42*	*0,08*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa(α = 0,05)

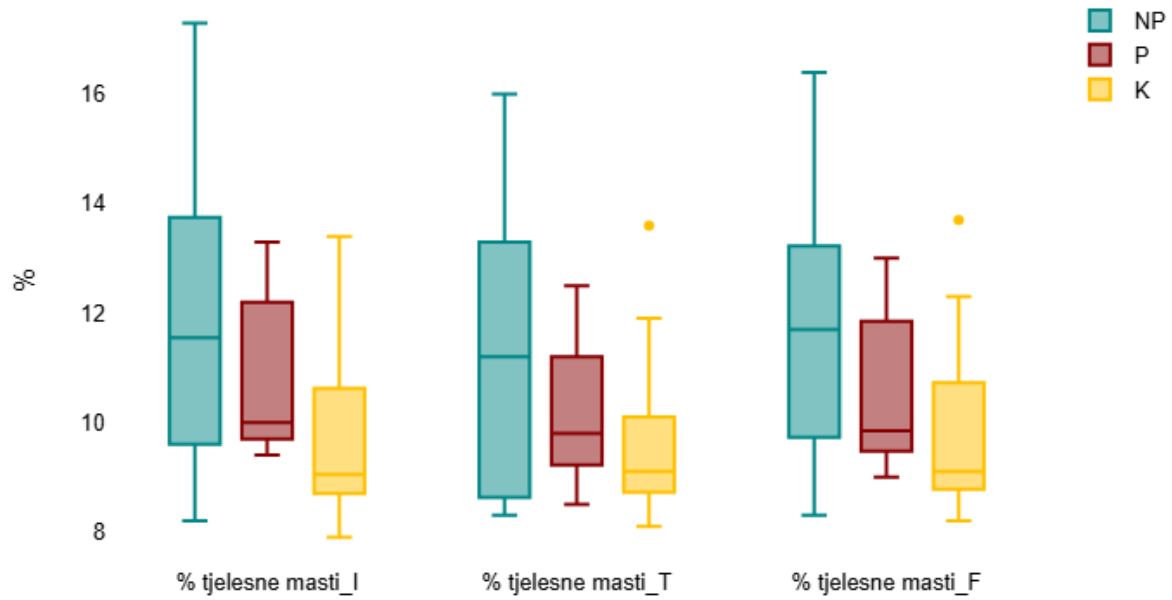
Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable postotka tjelesne masti prikazani su u Tablici 13. Mauchlyjev test ukazao je na narušenu pretpostavku sferičnosti (W = 0,760; p = 0,049), stoga su za faktor vremena korištene Greenhouse-Geisser korigirane vrijednosti (ε = 0,806). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 14,08$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,40$), što ukazuje na to da se postotak tjelesne masti značajno mijenjao između vremenskih točaka mjerenja, uz veliku veličinu učinka. Glavni učinak skupine nije bio statistički značajan ($F(2,21) = 1,48$; $p = 0,25$; $\eta p^2 = 0,12$), što znači da se prosječne vrijednosti postotka tjelesne masti nisu značajno razlikovale između skupina. Interakcija vrijeme × skupina nije dosegla razinu statističke značajnosti ($F(4,42) = 2,36$; $p = 0,07$; $\eta p^2 = 0,18$). Budući da glavni učinak skupine nije bio značajan, post-hoc usporedbe provedene su isključivo između vremenskih točaka mjerenja za sve ispitanike zajedno (N = 24) primjenom t-testova za zavisne uzorke uz Bonferronijevu korekciju.

Tablica 14. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu postotka tjelesne mast

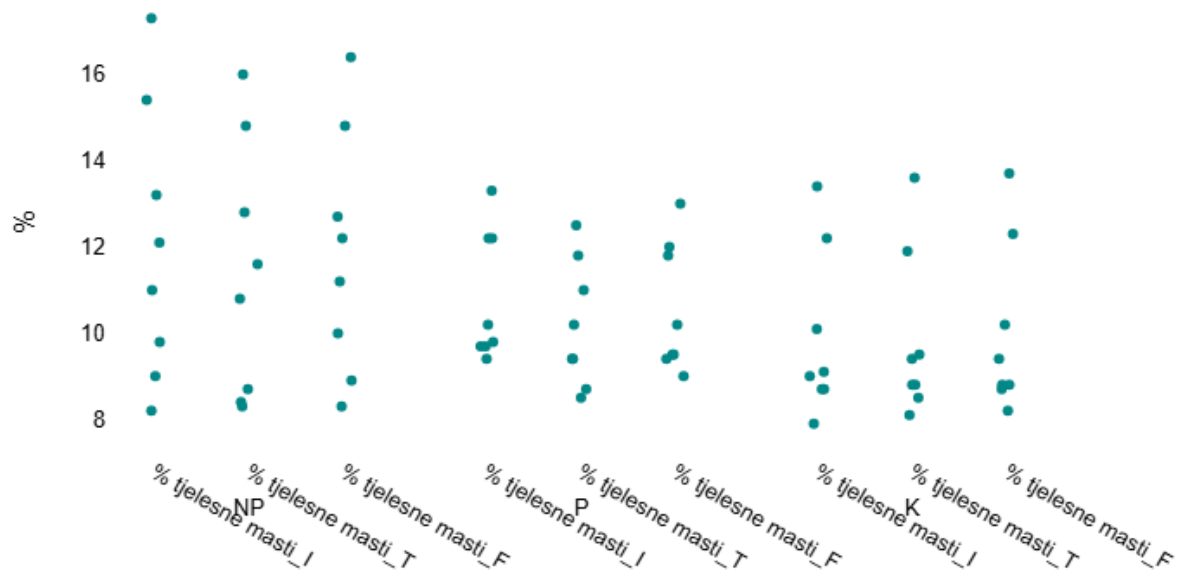
Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(23)	P	Cohen d
I vs T	*10,90 ± 2,38*	*10,48 ± 2,21*	*4,037*	***0,001****	*0,183*
I vs F	*10,90 ± 2,38*	*10,79 ± 2,21*	*1,579*	*0,128*	*0,047*
T vs F	*10,48 ± 2,21*	*10,79 ± 2,21*	*−3,824*	***0,001****	*−0,141*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). Primijenjena je Bonferronijeva korekcija za višestruko testiranje (α = 0,05/3 = 0,017). * p < 0,017*

Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu postotka tjelesne masti prikazani su u Tablici 14. Utvrđena je statistički značajna razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja (t(23) = 4,04; p = 0,001; d = 0,18), što ukazuje na to da je postotak tjelesne masti bio značajno niži nakon 2 sata oporavka. Također je utvrđena statistički značajna razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja (t(23) = −3,82; p = 0,001; d = −0,14), što ukazuje na povratak prema inicijalnim vrijednostima nakon 15 sati oporavka. Razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila statistički značajna (t(23) = 1,58; p = 0,128), što potvrđuje potpuni oporavak postotka tjelesne masti.



Slika 21. Prikaz rezultata za varijablu postotka tjelesne masti



Slika 22. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu postotka tjelesne masti

Tablica 15. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable specifične težine urina (USG)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*73,7809*	*1*	*73,7809*	*3227073*	*0,00*	*1,00*	*1,00*
Skupina	*0,0001*	*2*	*0,0000*	*1,55*	*0,24*	*0,13*	*0,29*
Pogreška 1	*0,0005*	*21*	*0,0000*				
Vrijeme	*0,0004*	*2*	*0,0002*	*28,22*	*0,00*	*0,57*	*1,00*
Vrijeme×Skupina	*0,0001*	*4*	*0,0000*	*5,60*	*0,00*	*0,35*	*0,96*
Pogreška 2	*0,0004*	*42*	*0,0000*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable specifične težine urina (USG) prikazani su u Tablici 15. Mauchlyjev test ukazao je na narušenu pretpostavku sferičnosti (W = 0,702; p = 0,020), stoga su za faktor vremena korištene Greenhouse-Geisser korigirane

vrijednosti (ε = 0,770). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 28,22$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,57$), uz veliku veličinu učinka. Glavni učinak skupine nije bio statistički značajan ($F(2,21) = 1,55$; $p = 0,24$; $\eta p^2 = 0,13$). Utvrđena je statistički značajna interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 5,60$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,35$), uz visoku opaženu snagu testa (0,96), što ukazuje na to da se obrazac promjena USG vrijednosti kroz vremenske točke mjerenja značajno razlikovao između skupina. S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka: usporedbe vremenskih točaka unutar svake skupine primjenom t-testova za zavisne uzorke te usporedbe skupina unutar svake vremenske točke primjenom Tukey HSD testa.

Tablica 16. Rezultati t-testova analize za varijablu specifične težine urina (USG)

Skupina	Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(7)	P	Cohen d
NP	**I vs T**	*1,0105 ± 0,0050*	*1,0174 ± 0,0036*	*−5,282*	*0,001**	*−1,590*
NP	**I vs F**	*1,0105 ± 0,0050*	*1,0129 ± 0,0040*	*−1,761*	*0,122*	*−0,528*
NP	**T vs F**	*1,0174 ± 0,0036*	*1,0129 ± 0,0040*	*5,612*	*0,001**	*1,188*
P	**I vs T**	*1,0077 ± 0,0018*	*1,0170 ± 0,0033*	*−7,317*	*0,001**	*−3,505*
P	**I vs F**	*1,0077 ± 0,0018*	*1,0118 ± 0,0029*	*−3,864*	*0,006**	*−1,684*
P	**T vs F**	*1,0170 ± 0,0033*	*1,0118 ± 0,0029*	*3,688*	*0,008**	*1,30*
K	**I vs T**	*1,0110 ± 0,0033*	*1,0118 ± 0,0041*	*−0,403*	*0,699*	*−0,201*
K	**I vs F**	*1,0110 ± 0,0033*	*1,0108 ± 0,0026*	*0,180*	*0,862*	*0,083*
K	**T vs F**	*1,0118 ± 0,0041*	*1,0108 ± 0,0026*	*0,882*	*0,407*	*0,291*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). Primijenjena je Bonferronijeva korekcija za višestruko testiranje unutar svake skupine ($\alpha = 0,05/3 = 0,017$). * $p < 0,017$*

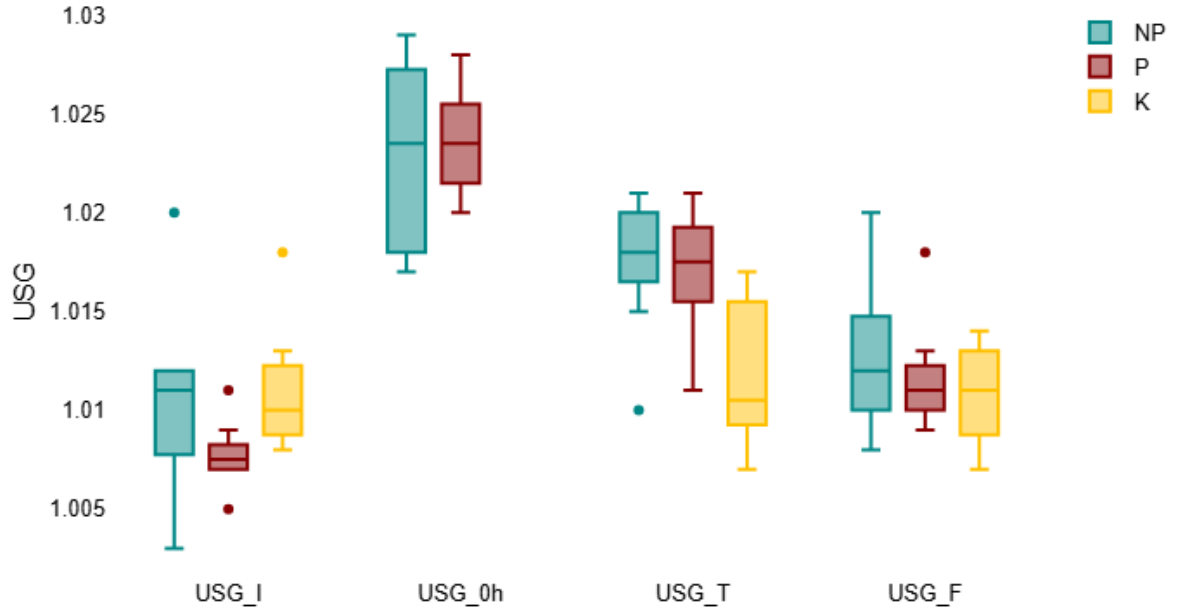
Tablica 17. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu USG između skupina po vremenskim točkama

Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*0,0005*	*0,958*	-
NP	*K vs P*	*0,0032*	*0,191*	-
NP	*NP vs P*	*0,0028*	*0,298*	-
P	*K vs NP*	*−0,0056*	*0,016**	*−1,545*
P	*K vs P*	*−0,0052*	*0,025**	*−1,403*
P	*NP vs P*	*0,0004*	*0,977*	-
K	*K vs NP*	*−0,0021*	*0,397*	-
K	*K vs P*	*−0,0010*	*0,809*	-
K	*NP vs P*	*0,0011*	*0,765*	-

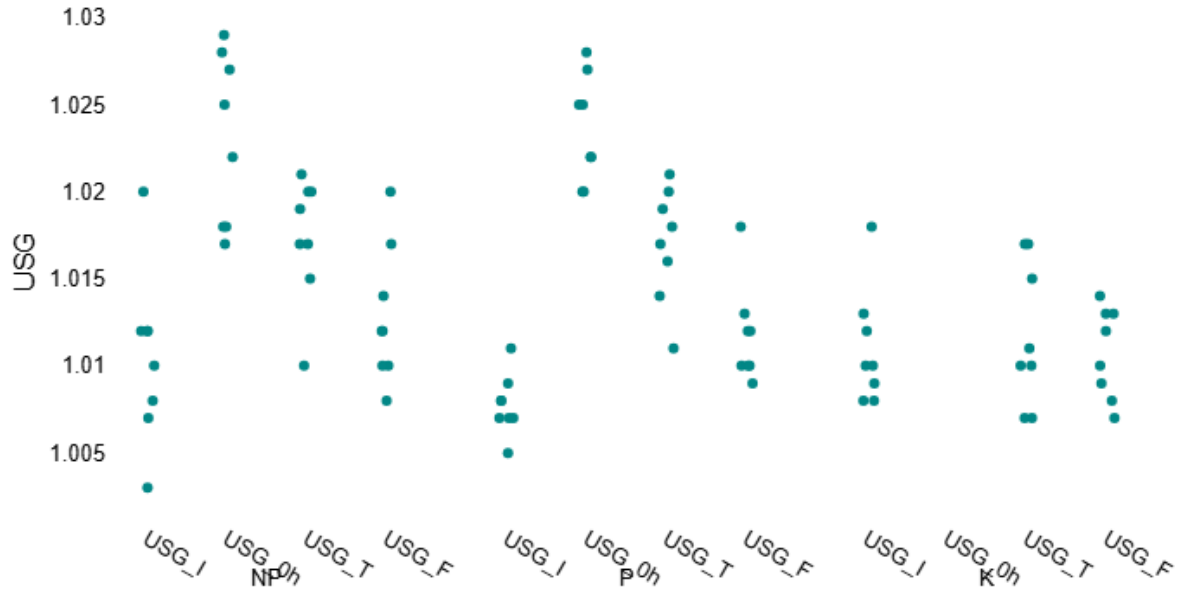
*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). * $p < 0,05$*

Rezultati analize jednostavnih učinaka za varijablu USG prikazani su u Tablicama 16 i 17. Unutar skupine koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) utvrđene su statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(7) = -5,28$; $p = 0,001$; $d = -1,59$) te između tranzitivnog i finalnog mjerenja ($t(7) = 5,61$; $p = 0,001$; $d = 1,19$), dok razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila statistički značajna ($p = 0,122$). Navedeno ukazuje na značajno povišenje USG vrijednosti 2 sata nakon oporavka te potpuni oporavak hidracijskog statusa nakon 15 sati. Unutar skupine koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) sve tri usporedbe bile su statistički značajne (I vs T: $p < 0,001$; I vs F: $p = 0,006$; T vs F: $p = 0,008$), što ukazuje na to da je hidracijski status bio značajno narušen nakon 2 sata oporavka te da oporavak nakon 15 sati, iako značajan u usporedbi s tranzitivnim mjerenjem, nije bio potpun. Unutar kontrolne skupine (K) nisu utvrđene statistički značajne razlike između nijednog para vremenskih točaka mjerenja, što potvrđuje stabilnost hidracijskog statusa u odsutnosti intervencije.

Usporedbe između skupina (Tablica 17) pokazale su statistički značajne razlike u tranzitivnom mjerenju, gdje su obje eksperimentalne skupine imale značajno više USG vrijednosti u usporedbi s kontrolnom skupinom (K vs NP: $p = 0,016$; K vs P: $p = 0,025$). U inicijalnom i finalnom mjerenju nisu utvrđene statistički značajne razlike između skupina.



Slika 23. Prikaz rezultata za varijablu za varijablu specifične težine urina (USG)



Slika 24. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu specifične težine urina (USG)

5.6. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost

Tablica 18. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable potiska s ravne klupe (1RM)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*532168,1*	*1*	*532168,1*	*749,04*	*0,00*	*0,97*	*1,00*
Skupina	*6904,9*	*2*	*3452,4*	*4,86*	*0,02*	*0,32*	*0,74*
Pogreška 1	*14919,8*	*21*	*710,5*				
Vrijeme	*92,4*	*2*	*46,2*	*4,17*	*0,02*	*0,17*	*0,70*
Vrijeme×Skupina	*59,7*	*4*	*14,9*	*1,35*	*0,27*	*0,11*	*0,38*
Pogreška 2	*464,6*	*42*	*11,1*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable potiska s ravne klupe (1RM) prikazani su u Tablici 18. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,925; p = 0,423). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 4,86$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,32$), uz veliku veličinu učinka, što ukazuje na to da su se prosječne vrijednosti jakosti u potisku s klupe značajno razlikovale između skupina. Utvrđen je i statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 4,17$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,17$), uz umjerenu veličinu učinka. Interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna ($F(4,42) = 1,35$; $p = 0,27$; $\eta p^2 = 0,11$). Budući da interakcija nije bila značajna, post-hoc usporedbe između skupina provedene su Tukey HSD testom unutar svake vremenske točke uz Bonferronijevu korekciju, a usporedbe između vremenskih točaka provedene su t-testovima za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno.

Tablica 19. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu potiska s ravne klupe

Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(23)	P	Cohen d
I vs T	*86,46 ± 18,62*	*86,25 ± 16,79*	*0,204*	*0,840*	*0,012*
I vs F	*86,46 ± 18,62*	*88,13 ± 17,01*	*−1,556*	*0,133*	*−0,091*
T vs F	*86,25 ± 16,79*	*88,13 ± 17,01*	*−2,229*	*0,036*	*−0,109*

Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). Primijenjena je Bonferronijeva korekcija (α = 0,05/3 = 0,017). Nijedna razlika nije dosegla korigiranu razinu značajnosti.

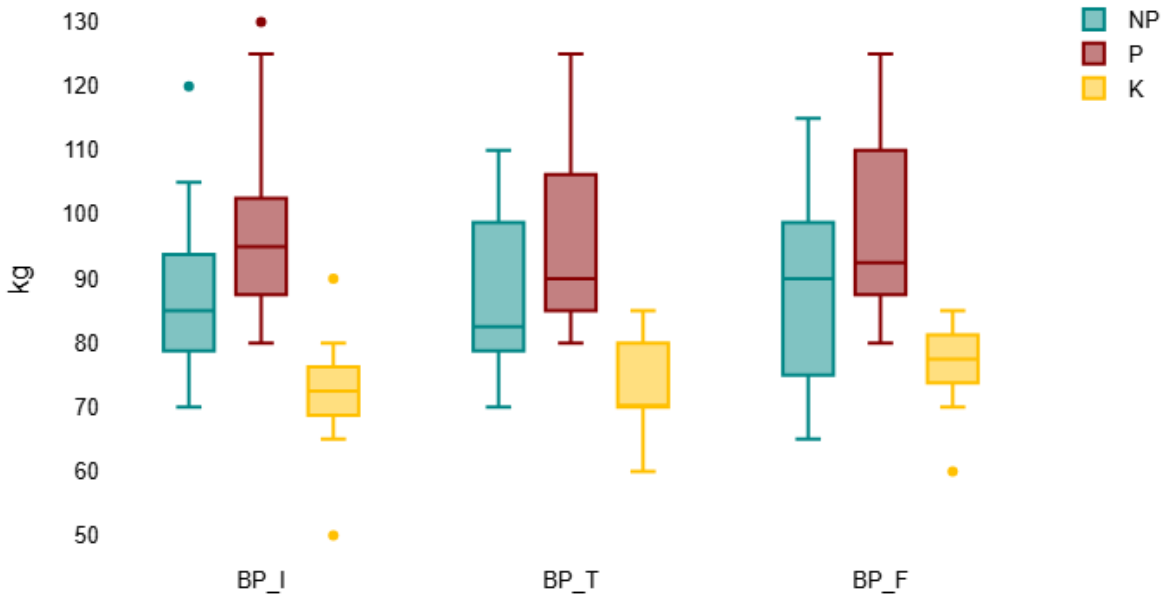
Tablica 20. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu potiska s ravne klupe između skupina po vremenskim točkama

Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−16,88*	*0,112*	*−1,112*
NP	*K vs P*	*−26,88*	*0,008**	*−1,622*
NP	*NP vs P*	*−10,00*	*0,438*	*−0,532*
P	*K vs NP*	*−15,00*	*0,117*	*−1,160*
P	*K vs P*	*−24,38*	*0,008**	*−1,660*
P	*NP vs P*	*−9,38*	*0,409*	*−0,531*
K	*K vs NP*	*−13,13*	*0,222*	*−0,909*
K	*K vs P*	*−22,50*	*0,020**	*−1,511*
K	*NP vs P*	*−9,38*	*0,450*	*−0,499*

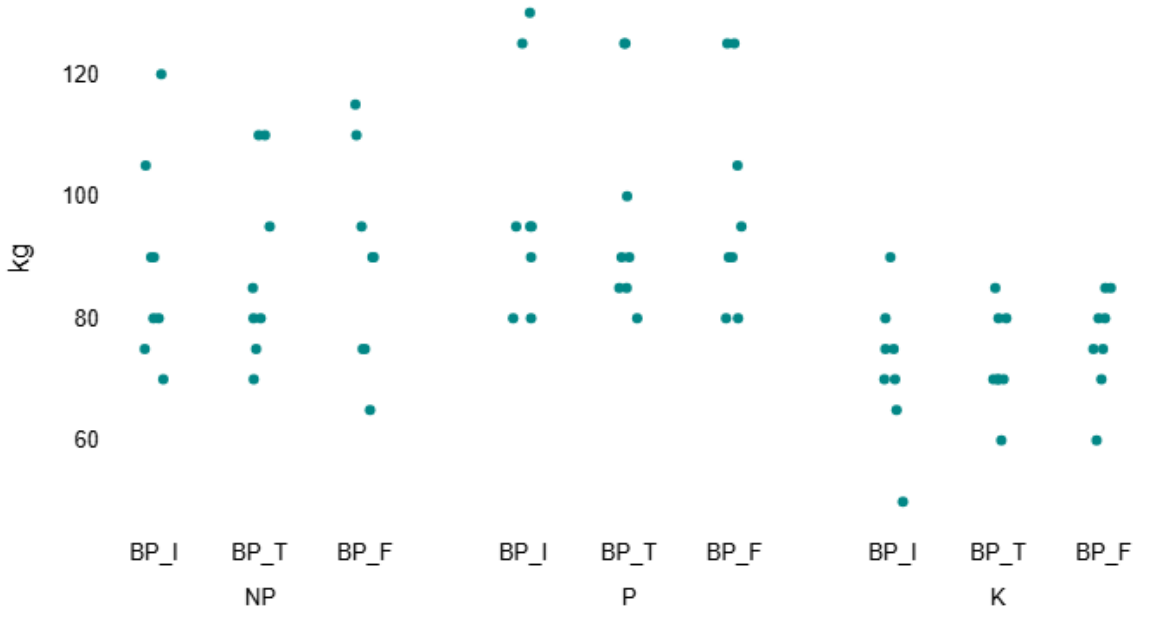
*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). * $p < 0,05$*

Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu potiska s ravne klupe prikazani su u Tablici 20. Uz Bonferronijevu korekciju ($\alpha = 0,017$), nijedna razlika između vremenskih točaka mjerenja nije dosegla korigiranu razinu statističke značajnosti, što ukazuje na to da naglo smanjenje tjelesne mase nije značajno utjecalo na jakost gornjih ekstremiteta mjerenu potiskom s klupe.

Rezultati Tukey HSD post-hoc analize između skupina prikazani su u Tablici X. Statistički značajne razlike utvrđene su između skupine koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) i kontrolne skupine (K) u svim vremenskim točkama mjerenja (I: $p = 0,008$; T: $p = 0,008$; F: $p = 0,020$), pri čemu je skupina P ostvarivala konzistentno veće vrijednosti jakosti. Između skupine NP i kontrolne skupine te između skupina NP i P nisu utvrđene statistički značajne razlike u nijednoj vremenskoj točki. Navedeni nalaz potvrđuje da su razlike između skupina prisutne neovisno o intervenciji naglog smanjenja tjelesne mase i odražavaju početne razlike u razini jakosti.



Slika 25. Prikaz rezultata za varijablu potiska s ravne klupe (1RM)



Slika 26. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu potiska s ravne klupe (1RM)

Tablica 21. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable stražnjeg čučnja (1RM)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*962578,1*	*1*	*962578,1*	*1243,63*	*0,00*	*0,98*	*1,00*
Skupina	*13144,4*	*2*	*6572,2*	*8,49*	*0,00*	*0,45*	*0,94*
Pogreška 1	*16254,2*	*21*	*774,0*				
Vrijeme	*77,8*	*2*	*38,9*	*2,66*	*0,08*	*0,11*	*0,50*
Vrijeme×Skupina	*307,6*	*4*	*76,9*	*5,26*	*0,00*	*0,33*	*0,95*
Pogreška 2	*614,6*	*42*	*14,6*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable stražnjeg čučnja (1RM) prikazani su u Tablici 21. Mauchlyjev test ukazao je na narušenu pretpostavku sferičnosti ($W = 0,745$; $p = 0,039$), stoga su za faktor vremena korištene Greenhouse-Geisser korigirane vrijednosti ($\varepsilon = 0,797$). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 8,89$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,46$), uz veliku veličinu učinka. Utvrđen je i statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja nakon primjene Greenhouse-Geisser korekcije ($F(2,42) = 5,12$; korigirana $p = 0,047$; $\eta p^2 = 0,20$). Utvrđena je statistički značajna interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 5,85$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,36$), uz visoku opaženu snagu testa, što ukazuje na to da se obrazac promjena jakosti u stražnjem čučnju značajno razlikovao između skupina. S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka: usporedbe vremenskih točaka unutar svake skupine primjenom t-testova za zavisne uzorke te usporedbe skupina unutar svake vremenske točke primjenom Tukey HSD testa.

Tablica 22. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu stražnjeg čučnja unutar svake skupine

Skupina	Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(7)	P	Cohen d
NP	*I vs T*	*119,38±16,29*	*115,63 ± 13,56*	*1,821*	*0,111*	*0,234*
NP	*I vs F*	*119,38±16,29*	*118,13 ± 14,99*	*1,000*	*0,351*	*0,075*
NP	*T vs F*	*115,63±13,56*	*118,13 ± 14,99*	*−1,323*	*0,227*	*−0,164*
P	*I vs T*	*133,75±21,61*	*126,25 ± 18,33*	*5,612*	*0,001**	*0,350*
P	*I vs F*	*133,75±21,61*	*130,00 ± 19,53*	*2,049*	*0,080*	*0,170*
P	*T vs F*	*126,25±18,33*	*130,00 ± 19,53*	*−2,393*	*0,048*	*−0,185*
K	*I vs T*	*94,38 ± 9,16*	*97,50 ± 5,59*	*−1,488*	*0,180*	*−0,385*
K	*I vs F*	*94,38 ± 9,16*	*99,38 ± 6,82*	*−2,646*	*0,033*	*−0,579*
K	*T vs F*	*97,50 ± 5,59*	*99,38 ± 6,82*	*−2,049*	*0,080*	*−0,281*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). Primijenjena je Bonferronijeva korekcija za višestruko testiranje unutar svake skupine ($\alpha = 0,05/3 = 0,017$). * $p < 0,017$*

Tablica 23. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu stražnjeg čučnja između skupina po vremenskim točkama

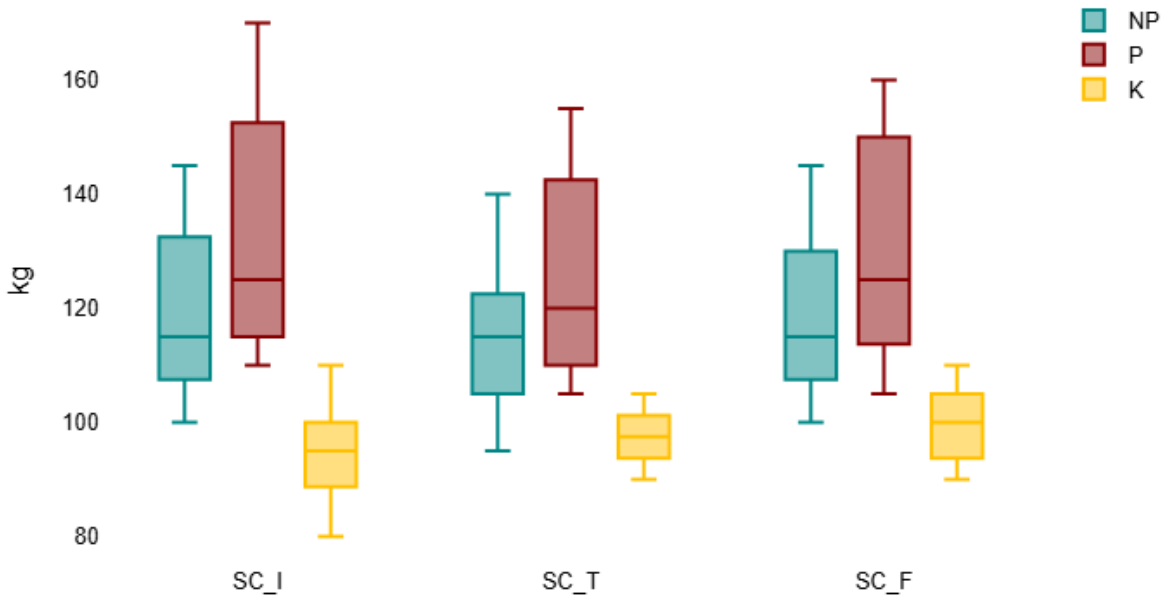
Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−25,00*	*0,026**	*−1,673*
NP	*K vs P*	*−39,38*	*0,001**	*−2,098*
NP	*NP vs P*	*−14,38*	*0,255*	*−0,664*
P	*K vs NP*	*−18,13*	*0,052*	*−1,545*
P	*K vs P*	*−28,75*	*0,002**	*−1,877*
P	*NP vs P*	*−10,63*	*0,327*	*−0,583*
K	*K vs NP*	*−18,75*	*0,067*	*−1,424*
K	*K vs P*	*−30,63*	*0,002**	*−1,852*
K	*NP vs P*	*−11,88*	*0,308*	*−0,603*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). * $p < 0,05$*

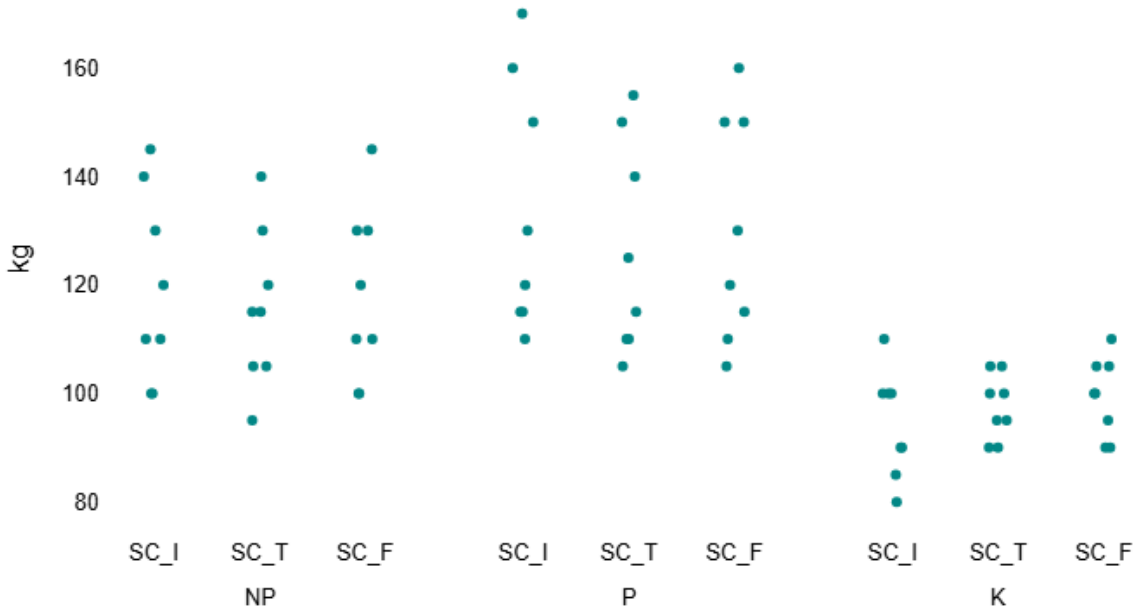
Rezultati analize jednostavnih učinaka za varijablu stražnjeg čučnja prikazani su u Tablicama 22 i 23. Unutar skupine koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) utvrđena je statistički značajna razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(7) = 5,61$; $p < 0,001$; $d = 0,35$), što ukazuje na značajan pad jakosti donjih ekstremiteta 2 sata nakon oporavka. Razlika između

tranzitivnog i finalnog mjerenja u skupini P bila je na granici značajnosti (p = 0,048), no nije dosegla Bonferronijevu korigiranu razinu (α = 0,017). Unutar skupine NP te kontrolne skupine (K) nisu utvrđene statistički značajne razlike između vremenskih točaka mjerenja uz primjenu Bonferronijeve korekcije.

Usporedbe između skupina pokazale su da je skupina P ostvarivala statistički značajno veće vrijednosti od kontrolne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja (I: p = 0,001; T: p = 0,002; F: p = 0,002), uz velike veličine učinka (Hedges g > 1,85). Skupina NP ostvarivala je značajno veće vrijednosti od kontrolne skupine u inicijalnom mjerenju (p = 0,026), dok ta razlika u tranzitivnom (p = 0,052) i finalnom mjerenju (p = 0,067) nije dosegla razinu statističke značajnosti. Između skupina NP i P nisu utvrđene statistički značajne razlike u nijednoj vremenskoj točki. Navedeni rezultati ukazuju na to da je naglo smanjenje tjelesne mase u skupini P uzrokovalo značajan akutni pad jakosti u stražnjem čučnju, uz tendenciju oporavka nakon 15 sati.



Slika 27. Prikaz rezultata za varijablu stražnjeg čučnja (1RM)



Slika 28. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu stražnjeg čučnja (1RM)

5.7. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na izvedbu balističkih pokreta

Tablica 24. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable bacanja medicinke iz sjeda

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*72866,5*	*1*	*72866,5*	*1125,31*	*0,00*	*0,98*	*1,00*
Skupina	*1293,3*	*2*	*646,6*	*9,99*	*0,00*	*0,49*	*0,97*
Pogreška 1	*1359,8*	*21*	*64,75*				
Vrijeme	*1,75*	*2*	*0,88*	*0,83*	*0,44*	*0,04*	*0,18*
Vrijeme×Skupina	*2,37*	*4*	*0,59*	*0,57*	*0,69*	*0,05*	*0,17*
Pogreška 2	*44,04*	*42*	*1,05*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable bacanja medicinke prikazani su u Tablici 24. Mauchlyjev test ukazao je na narušenu pretpostavku sferičnosti ($W = 0,601$; $p = 0,004$), stoga su za faktor vremena korištene Greenhouse-Geisser korigirane vrijednosti ($\varepsilon = 0,715$). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 9,72$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,48$), uz veliku veličinu učinka, što ukazuje na to da su se prosječne vrijednosti u bacanju medicinke značajno razlikovale između skupina. Glavni učinak vremena mjerenja nije bio statistički značajan ($F(2,42) = 0,66$; korigirana $p = 0,46$; $\eta p^2 = 0,03$), kao ni interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 0,46$; $p = 0,77$; $\eta p^2 = 0,04$). Budući da je značajan bio isključivo glavni učinak skupine, post-hoc usporedbe provedene su Tukey HSD testom između skupina unutar svake vremenske točke mjerenja uz Bonferronijevu korekciju.

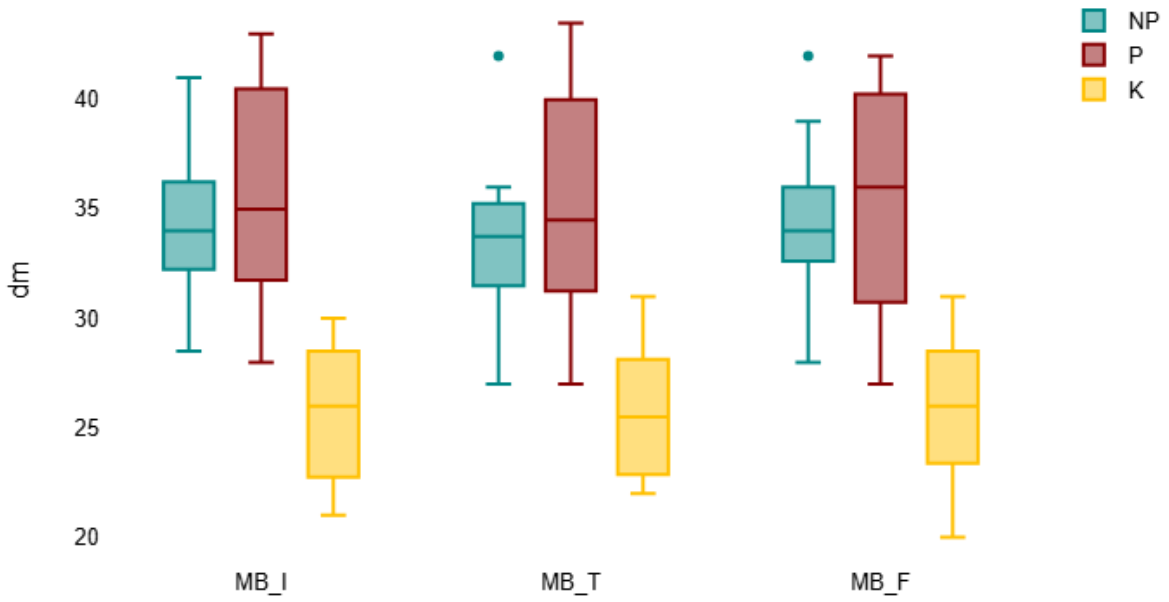
Tablica 25. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu bacanja medicinke između skupina po vremenskim točkama

Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−8,69*	*0,004**	*−2,066*
NP	*K vs P*	*−9,75*	*0,001**	*−1,889*
NP	*NP vs P*	*−1,06*	*0,895*	*−0,193*
P	*K vs NP*	*−7,94*	*0,007**	*−1,907*
P	*K vs P*	*−9,19*	*0,002**	*−1,812*
P	*NP vs P*	*−1,25*	*0,854*	*−0,231*
K	*K vs NP*	*−8,50*	*0,006**	*−1,945*
K	*K vs P*	*−9,19*	*0,003**	*−1,725*
K	*NP vs P*	*−0,69*	*0,957*	*−0,122*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). * $p < 0,05$*

Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu bacanja medicinke prikazani su u Tablici 25. Statistički značajne razlike utvrđene su između kontrolne skupine (K) i obje eksperimentalne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja. Kontrolna skupina ostvarivala je značajno manje vrijednosti od skupine koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) u svim mjerenjima (I: $p = 0,004$; T: $p = 0,007$; F: $p = 0,006$) te od skupine koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) u svim mjerenjima (I: $p = 0,001$; T: $p = 0,002$; F: $p = 0,003$), uz velike veličine učinka (Hedges $g > 1,7$). Između skupina NP i P nisu utvrđene statistički

značajne razlike u nijednoj vremenskoj točki. S obzirom na to da glavni učinak vremena i interakcija nisu bili statistički značajni, razlike između skupina dosljedne su kroz sve vremenske točke i odražavaju stabilne početne razlike u eksplozivnoj snazi gornjih ekstremiteta, neovisno o intervenciji naglog smanjenja tjelesne mase.



Slika 29. Prikaz rezultata za varijablu bacanje medicinke iz sjeda



Slika 30. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu bacanje medicinke iz sjeda

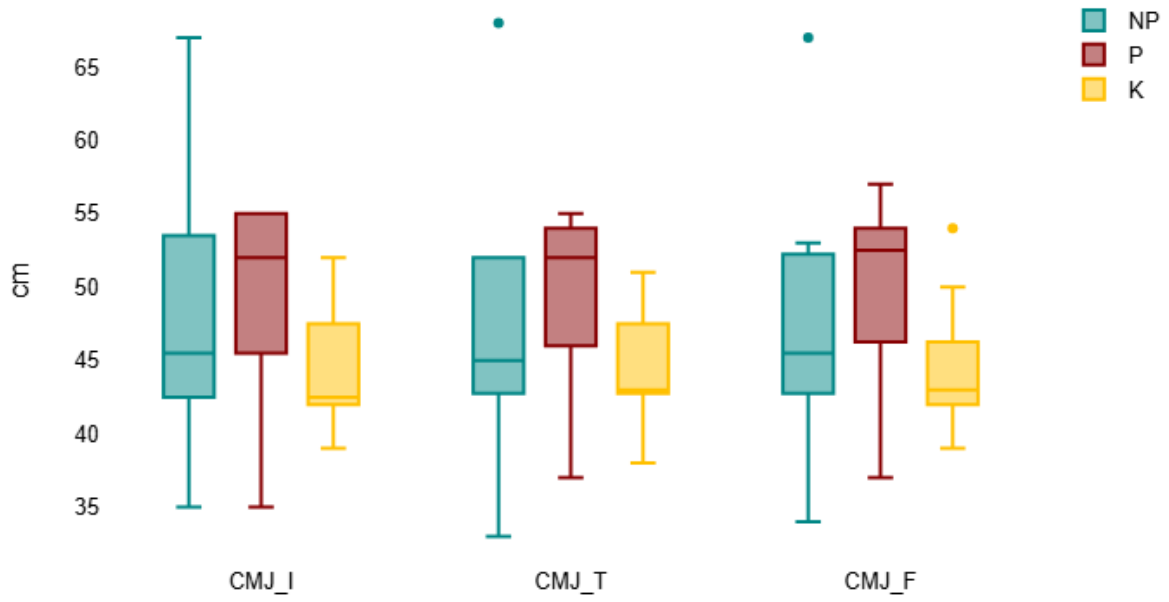
Tablica 26. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable skoka s pripremom (CMJ)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²
Odsječak	*163973,6*	*1*	*163973,6*	*820,96*	*0,00*	*0,98*
Skupina	*462,7*	*2*	*231,4*	*1,16*	*0,33*	*0,10*
Pogreška 1	*4193,7*	*21*	*199,7*			
Vrijeme	*0,36*	*2*	*0,18*	*0,16*	*0,85*	*0,01*
Vrijeme×Skupina	*1,64*	*4*	*0,41*	*0,36*	*0,83*	*0,03*
Pogreška 2	*47,33*	*42*	*1,13*			

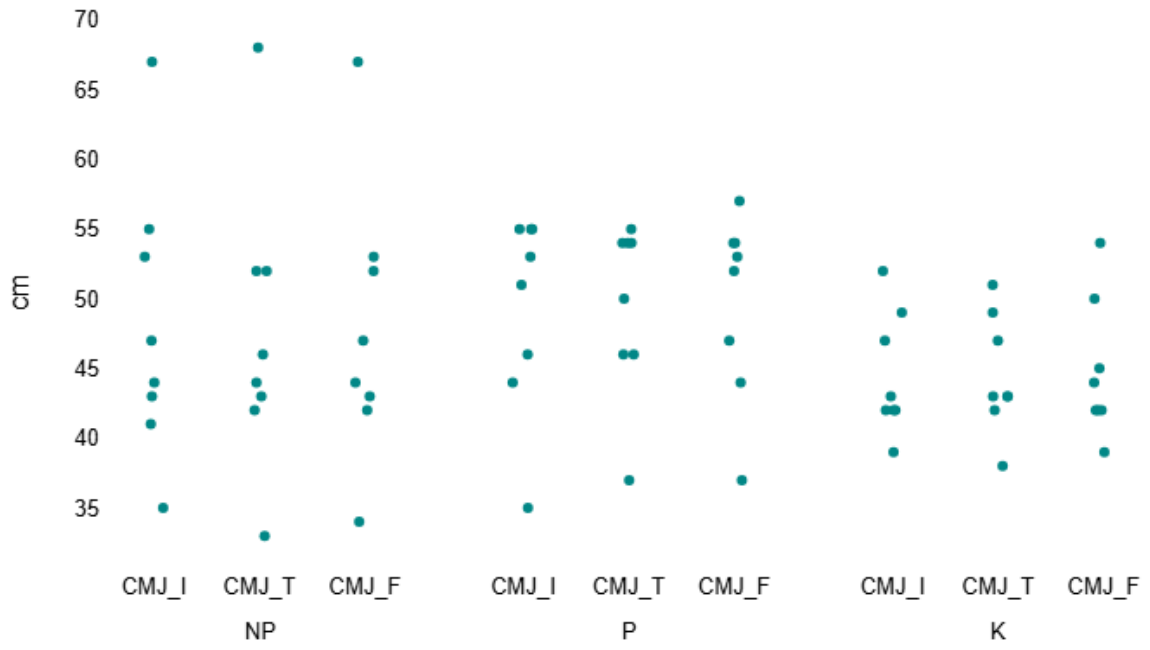
Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable skoka s pripremom prikazani su u Tablici 26. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,949; p = 0,562). Nijedan učinak nije dosegao razinu statističke značajnosti: glavni učinak skupine (F(2,21) =

0,92; p = 0,42; ηp^2 = 0,08), glavni učinak vremena mjerenja (F(2,42) = 0,36; p = 0,70; ηp^2 = 0,02) niti interakcija vrijeme × skupina (F(4,42) = 0,51; p = 0,73; ηp^2 = 0,05). S obzirom na izostanak statistički značajnih učinaka, post-hoc analiza nije provedena. Navedeni nalaz ukazuje na to da naglo smanjenje tjelesne mase nije značajno utjecalo na eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta mjerenu skokom s pripremom.



Slika 31. Prikaz rezultata za varijablu vertikalnog skoka s pripremom



Slika 32. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu vertikalnog skoka s pripremom

5.8. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na specifičnu judo izvedbu

Tablica 27. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable SJFT

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*39950,2*	*1*	*39950,2*	*1222,22*	*0,00*	*0,98*	*1,00*
Skupina	*248,7*	*2*	*124,3*	*3,80*	*0,04*	*0,27*	*0,63*
Pogreška 1	*686,4*	*21*	*32,7*				
Vrijeme	*16,9*	*2*	*8,4*	*18,08*	*0,00*	*0,46*	*1,00*
Vrijeme×Skupina	*6,2*	*4*	*1,6*	*3,34*	*0,02*	*0,24*	*0,80*
Pogreška 2	*19,6*	*42*	*0,5*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable Special Judo Fitness Testa prikazani su u Tablici 27. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,897; p = 0,303). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 18,08$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,46$), uz veliku veličinu učinka. Glavni učinak skupine bio je statistički značajan ($F(2,21) = 3,80$; $p = 0,04$; $\eta p^2 = 0,27$), kao i interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 3,34$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,24$). S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka: usporedbe vremenskih točaka unutar svake skupine primjenom t-testova za zavisne uzorke te usporedbe skupina unutar svake vremenske točke primjenom Tukey HSD testa.

Tablica 28. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu SJFT unutar svake skupine

Skupina	Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(7)	P	Cohen d
NP	*I vs T*	*23,75 ± 2,44*	*22,75 ± 2,54*	*3,742*	***0,007****	*0,376*
NP	*I vs F*	*23,75 ± 2,44*	*23,63 ± 2,69*	*0,424*	*0,685*	*0,046*
NP	*T vs F*	*22,75 ± 2,54*	*23,63 ± 2,69*	*−2,198*	*0,064*	*−0,313*
P	*I vs T*	*26,75 ± 2,44*	*24,75 ± 2,22*	*5,292*	***0,001****	*0,802*
P	*I vs F*	*26,75 ± 2,44*	*26,25 ± 2,33*	*1,323*	*0,227*	*0,196*
P	*T vs F*	*24,75 ± 2,22*	*26,25 ± 2,33*	*−2,806*	*0,026*	*−0,616*
K	*I vs T*	*21,38 ± 4,21*	*21,13 ± 4,37*	*1,528*	*0,170*	*0,054*
K	*I vs F*	*21,38 ± 4,21*	*21,63 ± 3,94*	*−1,000*	*0,351*	*−0,057*
K	*T vs F*	*21,13 ± 4,37*	*21,63 ± 3,94*	*−1,871*	*0,104*	*−0,112*

*Legenda: I – inicijalno; T – tranzitivno (2h); F – finalno (15h). Bonferronijeva korekcija ($\alpha = 0,05/3 = 0,017$). * $p < 0,017$.*

Tablica 29. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu SJFT između skupina po vremenskim točkama

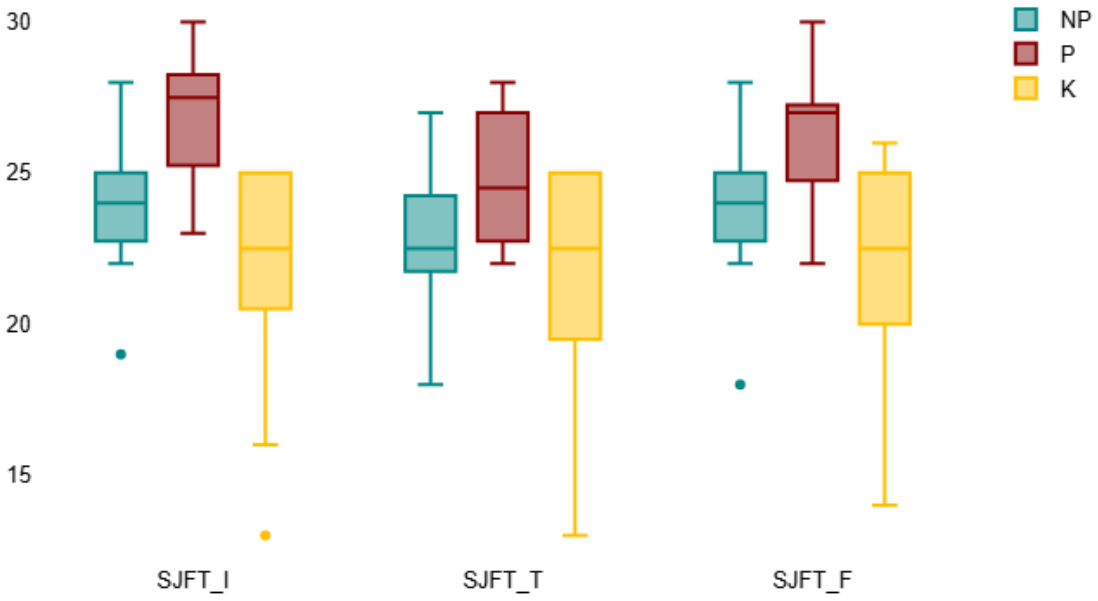
Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−2,38*	*0,352*	*−0,611*
NP	*K vs P*	*−5,38*	*0,012**	*−1,382*
NP	*NP vs P*	*−3,00*	*0,198*	*−1,089*
P	*K vs NP*	*−1,63*	*0,613*	*−0,402*
P	*K vs P*	*−3,63*	*0,108*	*−0,925*
P	*NP vs P*	*−2,00*	*0,481*	*−0,742*
K	*K vs NP*	*−2,00*	*0,454*	*−0,525*
K	*K vs P*	*−4,63*	*0,026**	*−1,265*

K	*NP vs P*	*−2,63*	*0,266*	*−0,922*

*Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). * p < 0,05*

Rezultati analize jednostavnih učinaka za varijablu SJFT prikazani su u Tablicama 28 i 29. Unutar skupine koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (NP) utvrđena je statistički značajna razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(7) = 3,74$; $p = 0,007$; $d = 0,38$), pri čemu je rezultat u SJFT bio viši (lošija izvedba) 2 sata nakon oporavka. Slično, unutar skupine koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) utvrđena je statistički značajna razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(7) = 5,29$; $p = 0,001$; $d = 0,80$), uz veliku veličinu učinka. U obje eksperimentalne skupine razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila statistički značajna, što ukazuje na oporavak izvedbe nakon 15 sati. Unutar kontrolne skupine (K) nisu utvrđene statistički značajne razlike između vremenskih točaka mjerenja.

Usporedbe između skupina pokazale su da je skupina P ostvarivala statistički značajno viši rezultat u SJFT (lošiju izvedbu) od kontrolne skupine u inicijalnom ($p = 0,012$) i finalnom mjerenju ($p = 0,026$). U tranzitivnom mjerenju nisu utvrđene statistički značajne razlike između skupina, što odražava privremeno smanjenje izvedbe u svim skupinama. Navedeni rezultati ukazuju na to da je naglo smanjenje tjelesne mase uzrokovalo akutno pogoršanje specifične judo izvedbe, uz oporavak nakon razdoblja od 15 sati.



Slika 33. Prikaz rezultata za varijablu Special judo fitness test (SJFT)



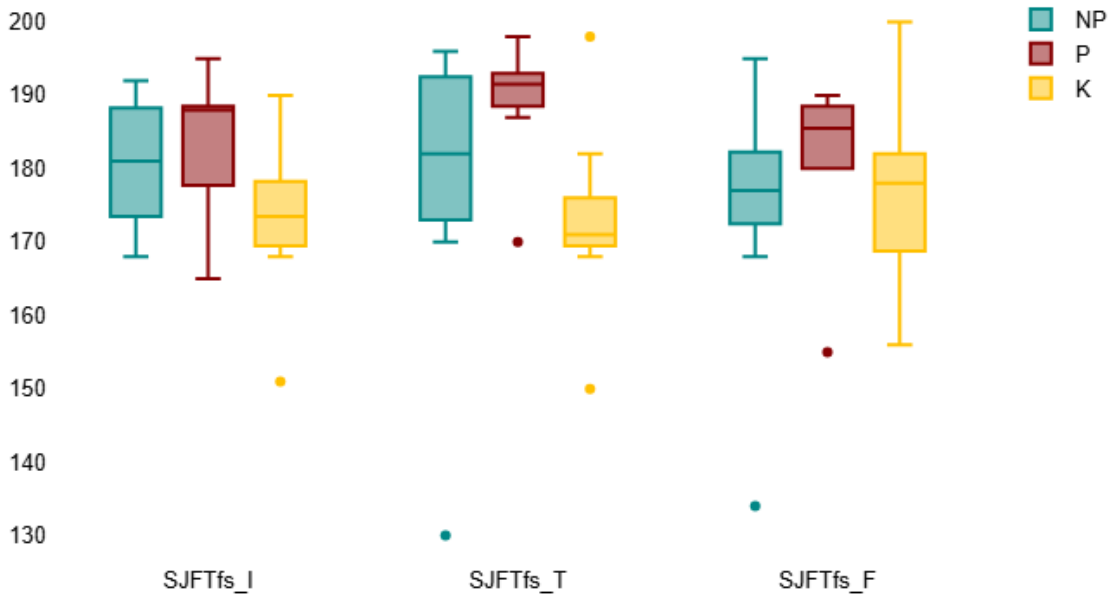
Slika 34. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu Special judo fitness test (SJFT)

Tablica 30. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable SJFTfs (frekvencija srca neposredno po završetku testa)

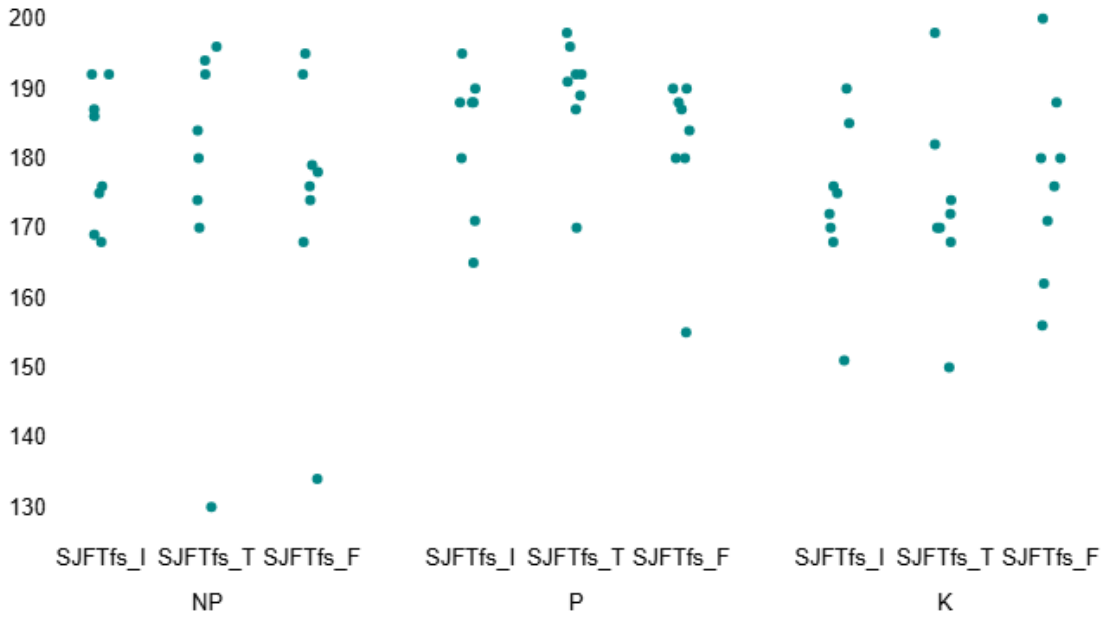
Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*2303731,1*	*1*	*2303731,1*	*5317,59*	*0,00*	*1,00*	*1,00*
Skupina	*1366,1*	*2*	*683,0*	*1,58*	*0,23*	*0,13*	*0,30*
Pogreška 1	*9097,8*	*21*	*433,2*				
Vrijeme	*66,3*	*2*	*33,2*	*0,46*	*0,63*	*0,02*	*0,12*
Vrijeme×Skupina	*411,6*	*4*	*102,9*	*1,43*	*0,24*	*0,12*	*0,40*
Pogreška 2	*3024,1*	*42*	*72,0*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable frekvencije srca nakon SJFT-a prikazani su u Tablici 30. Nijedan učinak nije dosegao razinu statističke značajnosti: glavni učinak skupine ($F(2,21) = 1,58$; $p = 0,23$; $\eta p^2 = 0,13$), glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 0,46$; $p = 0,63$; $\eta p^2 = 0,02$) niti interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 1,43$; $p = 0,24$; $\eta p^2 = 0,12$). S obzirom na izostanak statistički značajnih učinaka, post-hoc analiza nije provedena.



Slika 35. Prikaz rezultata za varijablu srčane frekvencije po završetku SFJT (SFJTfs)



Slika 36. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu srčane frekvencije po završetku SFJT (SFJTfs)

Tablica 31. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable SJFTfs1 (frekvencija srca nakon 1 minute oporavka)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*1386667,6*	*1*	*1386667,6*	*2248,14*	*0,00*	*0,99*	*1,00*
Skupina	*1034,2*	*2*	*517,1*	*0,84*	*0,45*	*0,07*	*0,17*
Pogreška 1	*12952,9*	*21*	*616,8*				
Vrijeme	*347,0*	*2*	*173,5*	*3,65*	*0,03*	*0,15*	*0,64*
Vrijeme×Skupina	*161,2*	*4*	*40,3*	*0,85*	*0,50*	*0,07*	*0,25*
Pogreška 2	*1999,1*	*42*	*47,6*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable frekvencije srca minutu nakon SJFT-a prikazani su u Tablici 31. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,807; p = 0,094). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak vremena mjerenja (F(2,42) = 3,65; p = 0,03; ηp² = 0,15). Glavni učinak skupine (F(2,21) = 0,84; p = 0,45; ηp² = 0,07) i

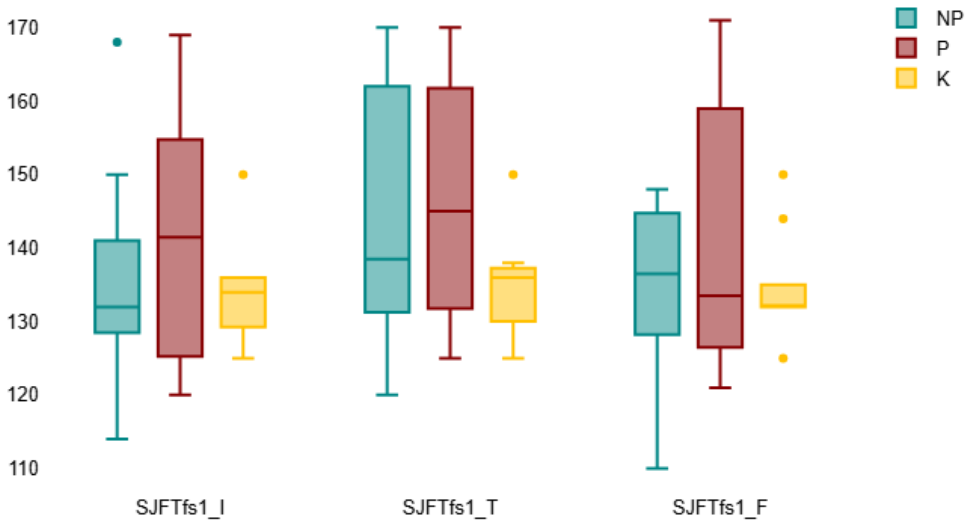
interakcija vrijeme × skupina ($F(4,42) = 0,85$; $p = 0,50$; $\eta p^2 = 0,08$) nisu bili statistički značajni. Budući da je značajan bio isključivo glavni učinak vremena, post-hoc usporedbe provedene su t-testovima za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno uz Bonferronijevu korekciju.

Tablica 32. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu frekvencije srca minutu nakon SJFT-a

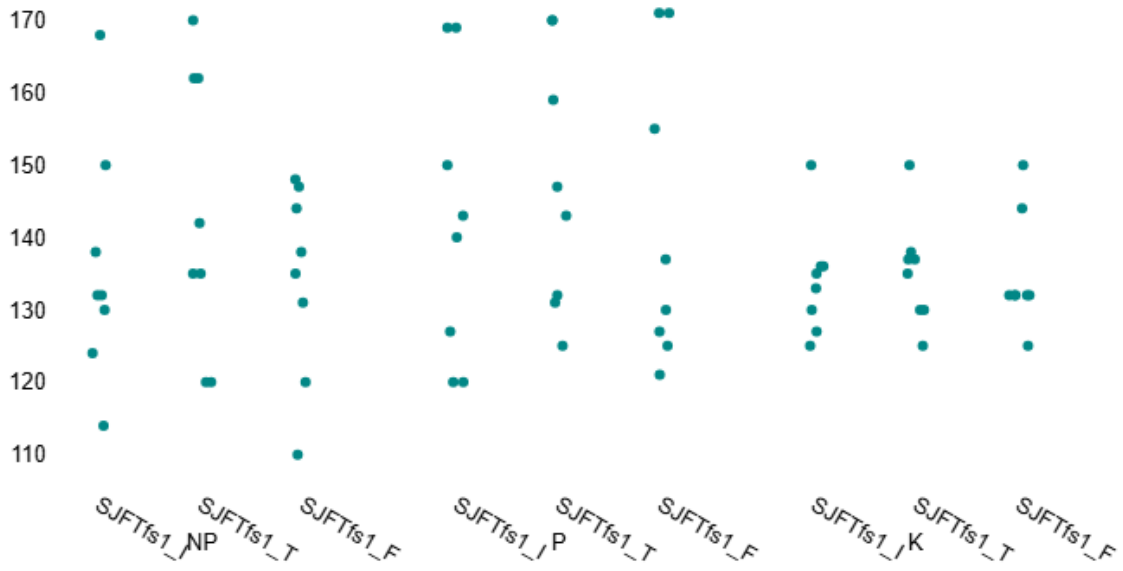
Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(23)	P	Cohen d
I vs T	*137,42 ± 14,93*	*141,88 ± 15,54*	*−2,368*	*0,027*	*−0,286*
I vs F	*137,42 ± 14,93*	*137,04 ± 14,44*	*0,231*	*0,820*	*0,025*
T vs F	*141,88 ± 15,54*	*137,04 ± 14,44*	*2,051*	*0,052*	*0,315*

Legenda: I – inicijalno mjerenje; T – tranzitivno mjerenje (2h oporavka); F – finalno mjerenje (15h oporavka). Primijenjena je Bonferronijeva korekcija (α = 0,05/3 = 0,017). Nijedna razlika nije dosegla korigiranu razinu značajnosti.

Rezultati t-testova za zavisne uzorke prikazani su u Tablici 32. Iako je analiza varijance pokazala značajan glavni učinak vremena, nakon primjene Bonferronijeve korekcije ($\alpha = 0,017$) nijedna pojedinačna usporedba između vremenskih točaka nije dosegla razinu statističke značajnosti. Najveće razlike uočene su između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($p = 0,027$) te tranzitivnog i finalnog mjerenja ($p = 0,052$), no obje su ostale iznad korigirane razine značajnosti. Navedeno ukazuje na blago, ali statistički nedosljedno povišenje frekvencije srca u tranzitivnoj fazi.



Slika 37. Prikaz rezultata za varijablu srčana frekvencija jednu minutu po završetku SFJT (SJFTfs1)



Slika 38. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu srčana frekvencija jednu minutu po završetku SFJT (SJFTfs1)

Tablica 33. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable Bac2SKL90 (broj bacanja)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*35422,3*	*1*	*35422,3*	*2452,65*	*0,00*	*0,99*	*1,00*
Skupina	*248,0*	*2*	*124,0*	*8,59*	*0,00*	*0,45*	*0,94*
Pogreška 1	*303,3*	*21*	*14,4*				
Vrijeme	*11,2*	*2*	*5,6*	*8,52*	*0,00*	*0,29*	*0,95*
Vrijeme×Skupina	*2,6*	*4*	*0,6*	*0,97*	*0,43*	*0,08*	*0,28*
Pogreška 2	*27,6*	*42*	*0,7*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable broja bacanja u 90 sekundi prikazani su u Tablici 33. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,893; p = 0,286). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 8,59$; $p < 0,01$; $\eta p^2 =$

0,45) te glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 8,52$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,29$), oboje uz veliku veličinu učinka. Interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna ($F(4,42) = 0,97$; $p = 0,43$; $\eta p^2 = 0,09$). Budući da su oba glavna učinka bila značajna bez značajne interakcije, usporedbe između vremenskih točaka provedene su t-testovima za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno, a usporedbe između skupina Tukey HSD testom unutar svake vremenske točke, uz Bonferronijevu korekciju.

Tablica 34. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu Bac2SKL90 (broj bacanja)

Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(23)	P	Cohen d
I vs T	*22,62 ± 2,97*	*21,67 ± 2,81*	*4,337*	*0,001**	*0,325*
I vs F	*22,62 ± 2,97*	*22,25 ± 2,74*	*1,813*	*0,083*	*0,128*
T vs F	*21,67 ± 2,81*	*22,25 ± 2,74*	*−2,172*	*0,040*	*−0,206*

*Legenda: I – inicijalno; T – tranzitivno (2h); F – finalno (15h). Bonferronijeva korekcija (α = 0,05/3 = 0,017). * p < 0,017*

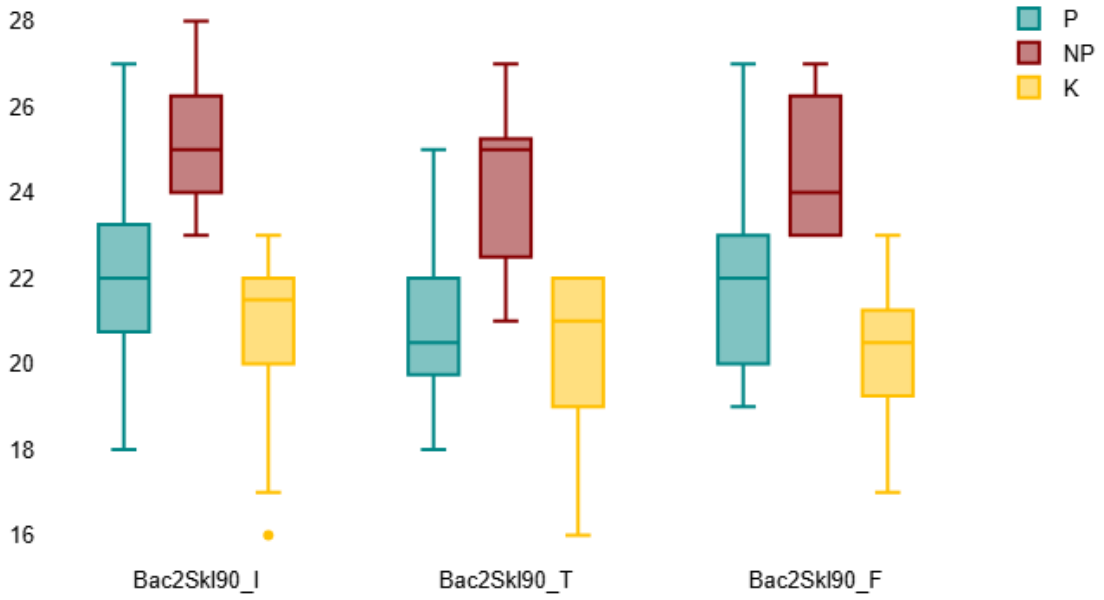
Tablica 35. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu Bac2SKL90 (broj bacanja)

Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−1,62*	*0,375*	*−0,584*
NP	*K vs P*	*−4,75*	*0,002*	*−2,045*
NP	*NP vs P*	*−3,12*	*0,040*	*−1,299*
P	*K vs NP*	*−0,88*	*0,736*	*−0,349*
P	*K vs P*	*−4,12*	*0,005*	*−1,623*
P	*NP vs P*	*−3,25*	*0,028*	*−1,397*
K	*K vs NP*	*−1,88*	*0,218*	*−0,757*
K	*K vs P*	*−4,50*	*0,001*	*−2,151*
K	*NP vs P*	*−2,62*	*0,061*	*−1,144*

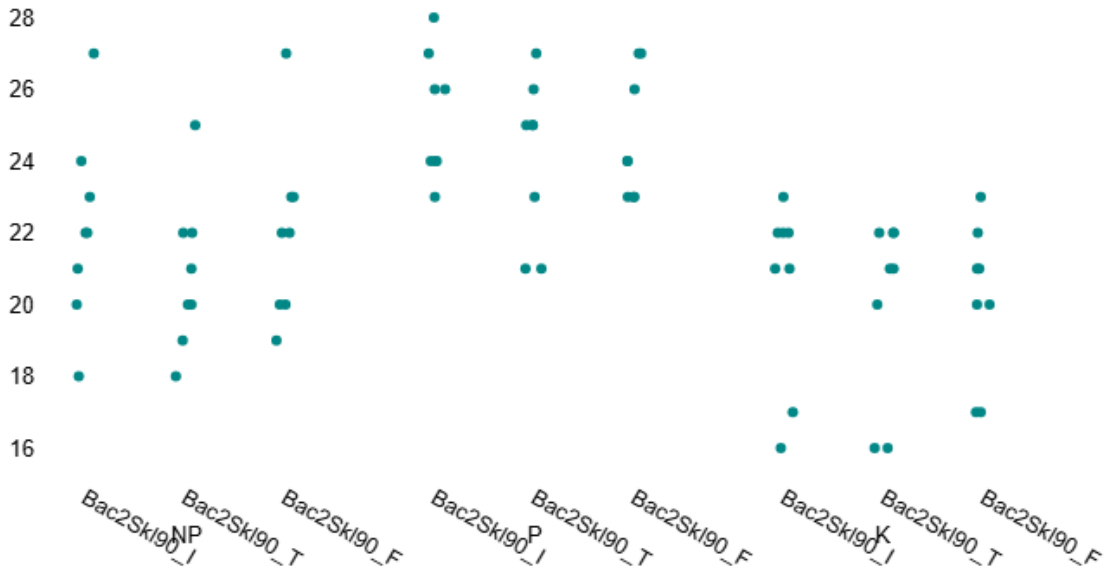
*Legenda: I – inicijalno; T – tranzitivno (2h); F – finalno (15h). Bonferronijeva korekcija (α = 0,017). * p < 0,017*

Rezultati t-testova za zavisne uzorke prikazani su u Tablici 34. Utvrđena je statistički značajna razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(23) = 4,34$; $p < 0,001$; $d = 0,33$), što ukazuje na značajan pad broja bacanja 2 sata nakon oporavka. Razlike između inicijalnog i finalnog te tranzitivnog i finalnog mjerenja nisu dosegle korigiranu razinu značajnosti, što ukazuje na oporavak nakon 15 sati. Rezultati Tukey HSD analize (Tablica 35) pokazali su da je skupina

koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarivala statistički značajno veći broj bacanja od kontrolne skupine u svim vremenskim točkama (I: p = 0,002; T: p = 0,005; F: p = 0,001), uz velike veličine učinka. Ostale razlike između skupina nisu dosegle korigiranu razinu značajnosti.



Slika 39 . Prikaz rezultata za varijablu Bac2skl90 (broj bacanja)



Slika 40. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu Bac2skl90 (broj bacanja)

Tablica 36. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable Bac2SKL90sk (broj sklekova)

Izvor varijabiliteta	SS	df	MS	F	p	ηp²	Snaga
Odsječak	*136764,5*	*1*	*136764,5*	*2033,31*	*0,00*	*0,99*	*1,00*
Skupina	*1024,3*	*2*	*512,2*	*7,61*	*0,00*	*0,42*	*0,91*
Pogreška 1	*1412,5*	*21*	*67,3*				
Vrijeme	*31,0*	*2*	*15,5*	*8,92*	*0,00*	*0,30*	*0,96*
Vrijeme×Skupina	*10,7*	*4*	*2,7*	*1,53*	*0,21*	*0,13*	*0,43*
Pogreška 2	*73,0*	*42*	*1,7*				

Legenda: SS – suma kvadrata; df – stupnjevi slobode; MS – srednji kvadrat; F – F-omjer; p – razina značajnosti; ηp² – parcijalni eta-kvadrat; Snaga – opažena snaga testa (α = 0,05)

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja varijable broj sklekova u Bac2Skl prikazani su u Tablici 36. Pretpostavka sferičnosti bila je zadovoljena (Mauchly W = 0,871; p = 0,218). Utvrđen je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 7,62$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,42$) te glavni učinak vremena mjerenja ($F(2,42) = 8,92$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,30$), oboje uz veliku veličinu

učinka. Interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna ($F(4,42) = 1,53$; $p = 0,21$; $\eta p^2 = 0,13$). Budući da su oba glavna učinka bila značajna bez značajne interakcije, usporedbe između vremenskih točaka provedene su t-testovima za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno, a usporedbe između skupina Tukey HSD testom unutar svake vremenske točke, uz Bonferronijevu korekciju.

Tablica 37. Rezultati t-testova za zavisne uzorke za varijablu Bac2SKL90 (broj sklekova)

Usporedba	$M_1 \pm SD$	$M_2 \pm SD$	t(23)	P	Cohen d
I vs T	*44,17 ± 6,11*	*42,67 ± 6,02*	*3,892*	*0,001**	*0,242*
I vs F	*44,17 ± 6,11*	*43,92 ± 5,61*	*0,768*	*0,450*	*0,042*
T vs F	*42,67 ± 6,02*	*43,92 ± 5,61*	*−2,794*	*0,010*	*−0,210*

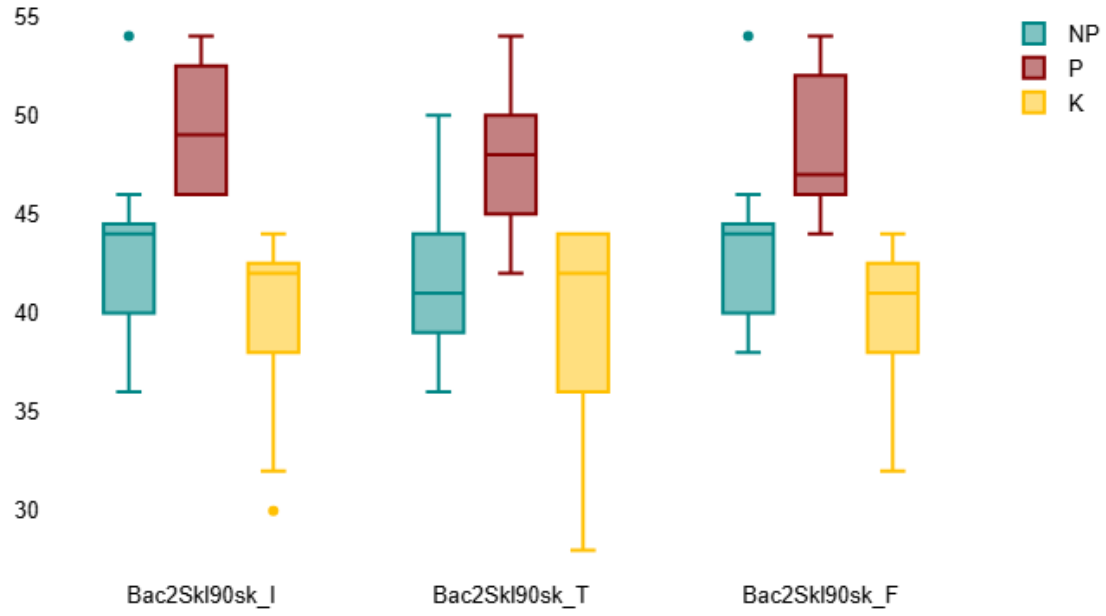
*Legenda: I – inicijalno; T – tranzitivno (2h); F – finalno (15h). Bonferronijeva korekcija ($\alpha = 0,05/3 = 0,017$). * $p < 0,017$*

Tablica 38. Rezultati Tukey HSD post-hoc analize za varijablu Bac2SKL90 (broj sklekova)

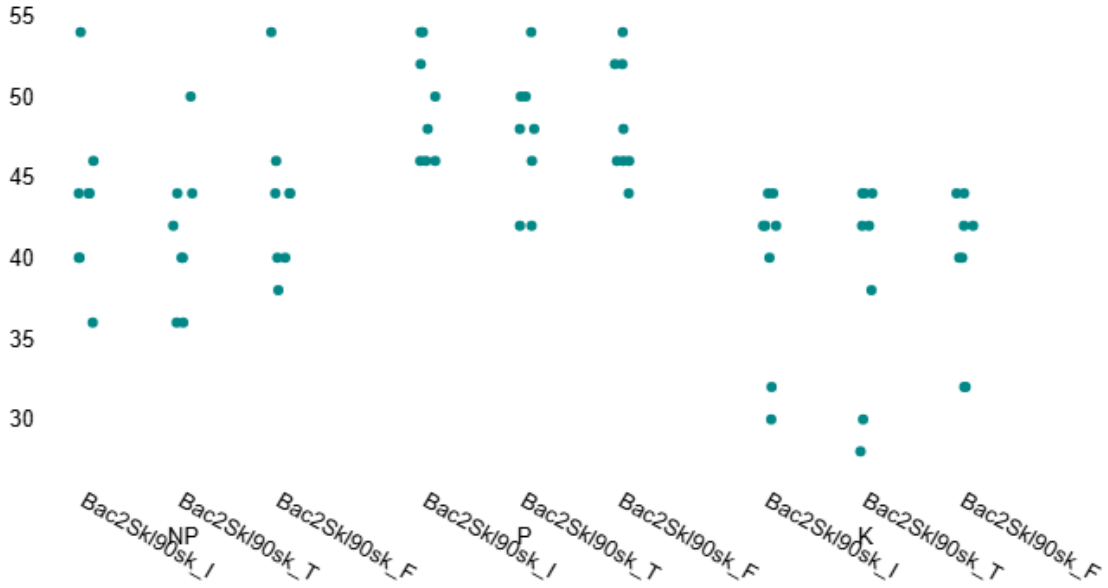
Vrijeme	Usporedba	Razlika	P(Tukey)	Hedges g
NP	*K vs NP*	*−4,00*	*0,245*	*−0,704*
NP	*K vs P*	*−10,00*	*0,001**	*−2,070*
NP	*NP vs P*	*−6,00*	*0,054*	*−1,259*
P	*K vs NP*	*−2,50*	*0,607*	*−0,419*
P	*K vs P*	*−8,50*	*0,010*	*−1,478*
P	*NP vs P*	*−6,00*	*0,076*	*−1,297*
K	*K vs NP*	*−4,25*	*0,171*	*−0,818*
K	*K vs P*	*−9,00*	*0,002*	*−1,975*
K	*NP vs P*	*−4,75*	*0,115*	*−1,031*

*Legenda: I – inicijalno; T – tranzitivno (2h); F – finalno (15h). Bonferronijeva korekcija ($\alpha = 0,017$). * $p < 0,017$*

Rezultati t-testova za zavisne uzorke prikazani su u Tablici 37. Utvrđene su statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(23) = 3,89$; $p < 0,001$; $d = 0,24$) te između tranzitivnog i finalnog mjerenja ($t(23) = -2,79$; $p = 0,010$; $d = -0,21$), što ukazuje na značajan pad indeksa bacanja 2 sata nakon oporavka uz djelomičan oporavak nakon 15 sati. Razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila značajna. Rezultati Tukey HSD analize (Tablica 38) pokazali su da je skupina koja prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) ostvarivala statistički značajno veći indeks bacanja od kontrolne skupine u svim vremenskim točkama (I: $p = 0,001$; T: $p = 0,010$; F: $p = 0,002$), uz velike veličine učinka. Ostale razlike između skupina nisu dosegle korigiranu razinu značajnosti.



Slika 41. Prikaz rezultata za varijablu sklekovi odrađeni tijekom testa Bac2Skl90 (Bac2Skl90sk)



Slika 42. Prikaz individualnih vrijednosti za varijablu sklekovi odrađeni tijekom testa Bac2Skl90 (Bac2Skl90sk)

6. RASPRAVA

6.1. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sastav tijela i stanje hidriranosti

Judo je sport sa sedam kategorija u muškoj i ženskoj konkurenciji te omogućava natjecanje velikog broja sportaša raznih tjelesnih tipova. Natjecatelji u nižim kategorijama najčešće imaju manji udio masne mase dok natjecatelji u najvećoj kategoriji najčešće imaju veći udio masne mase (Franchini et al., 2014). Sastav tijela nije presudan faktor za uspješnost na natjecanjima, ali nešto veća nemasna masa i umjerena masna masa mogu utjecati da se natjecatelj nalazi u kategoriji u kojoj će moći bolje konkurirati sličnoj populaciji. Zbog toga je važno razumjeti na koji način naglo smanjenje tjelesne mase može utjecati na sastav tijela.

Procjena sastava tijela može se provoditi različitim metodama. Zlatni standard za procjenu masnog tkiva predstavlja denzitometrija, pri čemu se najčešće koristi DXA metoda. Međutim, zbog ograničene dostupnosti DXA uređaja u terenskim uvjetima, posebice u sportskim klubovima i tijekom natjecateljskih priprema, u sportskim istraživanjima najčešće se primjenjuje antropometrijska metoda mjerenja kožnih nabora. Naglo smanjenje tjelesne mase, osobito kada se provodi metodama dehidracije, može utjecati na rezultate mjerenja kožnih nabora, budući da na njihovu stlačivost djeluju brojni čimbenici, uključujući spol, debljinu potkožnog masnog tkiva i stanje hidriranosti (Clarys et al., 1987). S druge strane, dio istraživanja nije utvrdio značajan utjecaj dehidracije na stlačivost kožnih nabora (Araújo et al., 2018), što dodatno ukazuje na metodološku složenost interpretacije kratkoročnih promjena u procijenjenom postotku tjelesne masti. Uzimajući u obzir uvjete provedbe istraživanja, dostupnost mjernih metoda te pregled relevantne literature, mjerenje kožnih nabora kaliperom odabrano je kao najprimjereniji postupak za procjenu masnog tkiva u ovom istraživanju.

U tablici 13 prikazani su rezultati analize koja je pokazali su statistički značajan učinak vremena na postotak tjelesne masti ($F(2,42) = 14,08$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,40$), uz veliku veličinu učinka, dok učinak skupine ($p = 0,25$) i interakcija vrijeme × skupina, koja označava razlikuje li se obrazac promjena kroz vremenske točke mjerenja između skupina ($p = 0,07$), nisu bili statistički značajni. S obzirom na to da glavni učinak skupine nije bio značajan, post-hoc usporedbe provedene su između vremenskih točaka mjerenja za sve ispitanike zajedno ($N = 24$) primjenom t-testova za zavisne uzorke uz Bonferronijevu korekciju ($\alpha = 0,017$). Post-hoc analiza (Tablica

14) pokazala je statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(23) = 4,04$; $p = 0,001$) te između tranzitivnog i finalnog mjerenja ($t(23) = -3,82$; $p = 0,001$), dok razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila statistički značajna ($t(23) = 1,58$; $p = 0,128$). Ovakav nalaz sugerira da je postotak tjelesne masti bio značajno smanjen 2 sata nakon naglog smanjenja tjelesne mase, ali se vratio na inicijalne vrijednosti unutar 15 sati oporavka, neovisno o iskustvu s naglim smanjenjem tjelesne mase.

Odsutnost statistički značajne interakcije vrijeme × skupina ($p = 0,07$), unatoč umjerenoj veličini učinka ($\eta p^2 = 0,18$), može se djelomično povezati s obrascem promjena među skupinama: obje eksperimentalne skupine (P i NP) provodile su identičan protokol smanjenja tjelesne mase od 4–5,5% u trajanju od 48 sati te su pokazale međusobno sličan obrazac promjena, dok je kontrolna skupina (K) zadržala stabilne vrijednosti kroz sva tri mjerenja. Budući da je primarni mehanizam gubitka mase u tako kratkom vremenskom periodu dehidracija, a ne stvarni gubitak masnog tkiva, razlike u obrascu promjena između eksperimentalnih skupina i kontrolne skupine nisu bile dovoljno izražene da bi interakcija dosegnula statističku značajnost pri ovako malom uzorku. Pri identičnom protokolu i kratkom vremenskom okviru, može se pretpostaviti da iskustvo s naglim smanjivanjem tjelesne mase nema izražen učinak na kratkoročne promjene u procijenjenom postotku masti, iako bi za čvršće zaključke bio potreban veći uzorak. Iako je opažena snaga testa za glavni učinak skupine i interakciju bila relativno niska, navedeni nalaz konzistentan je s biološkim mehanizmom — kratkotrajno smanjenje tjelesne mase pretežno dehidracijom vjerojatno ne dovodi do različitih promjena u trima skupinama, s obzirom na to da su obje eksperimentalne skupine provele identičan protokol, a kontrolna skupina nije smanjivala tjelesnu masu.

Unatoč statistički značajnim promjenama kroz vrijeme, važno je naglasiti da naglo smanjenje tjelesne mase unutar 48 sati u borilačkim sportovima primarno odražava gubitak tjelesne vode, odnosno dehidraciju, dok je stvarni doprinos smanjenja masnog tkiva minimalan (Reale i sur., 2017). Promjene u procijenjenom postotku tjelesne masti stoga su vjerojatno posljedica smanjenja potkožne tekućine, što može utjecati na debljinu kožnih nabora i dovesti do prividnih promjena u sastavu tijela, bez stvarne redukcije masne mase. Također, promjene u sastavu tijela nakon naglog smanjenja tjelesne mase ovise i o količini potkožnog masnog tkiva. Kod sportaša s niskim udjelom masnog tkiva, kakvi su bili ispitanici u ovom istraživanju, kalorijski deficit može ranije potaknuti mišićni katabolizam nego kod osoba s većim zalihama masnog tkiva (Calbet i sur., 2015), što dodatno naglašava važnost adekvatnog unosa proteina tijekom procesa naglog smanjenja tjelesne mase.

Slični rezultati dobiveni su u istraživanju koje je utvrđivalo promjene bazalnog metabolizma i sastava tijela nakon naglog smanjenja 5% tjelesne mase te oporavak nakon 12 sati kod sportaša borilačkih sportova s prosječnim udjelom potkožnog masnog tkiva od 14,5 ± 3,0%. Tijekom naglog smanjenja u trajanju od 7 dana nije došlo do smanjenja bazalnog metabolizma, a do smanjenja tjelesne mase došlo je zbog smanjenja masne i nemasne mase te tjelesne vode. Nakon 12 sati oporavka nemasna masa vratila se na početne razine dok su razine masne mase i tjelesne vode ostale blago smanjene (Sagayama et al., 2014). Navedeni obrazac u skladu je s rezultatima ovog istraživanja, gdje je također zabilježen brz oporavak tjelesne mase uz sporiji oporavak statusa hidriranosti. Jedno istraživanje s judašima ispitivalo je smanjenje od 4% tjelesne mase tijekom 4 tjedna te je utvrdilo smanjenje od 1,4% tjelesne masti bez razlika u nemasnoj masi (Koral i Dosseville, 2009). Ipak, u navedenim istraživanjima period postizanja smanjenja tjelesne mase bio je 7 ili više dana te se uz reducirani unos kalorija mogla postići veća promjena u sastavu tijela nego što je to moguće naglim smanjenjem od 48 sati.

Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na sastav tijela uvelike ovisi o primijenjenim metodama i nutritivnom pristupu. Sportaš koji tijekom 48 sati potpuno izbjegava hranu bit će u značajnom kalorijskom deficitu koji može potaknuti razgradnju mišićne mase, osobito u kombinaciji s intenzivnim treningom i posljedičnim porastom kortizola. Nasuprot tome, sportaš koji unatoč smanjenju tjelesne mase održava adekvatan unos proteina može značajno umanjiti katabolički učinak, a potrebno smanjenje mase postići primarno gubitkom tjelesne tekućine. Povećani unos proteina presudan je kod kalorijskog deficita za očuvanje nemasne mase, pri čemu minimalni preporučeni unos kod sportaša iznosi oko 1 g po kg tjelesne mase (Campbell et al., 2007), dok kod sportaša koji smanjuju tjelesnu masu unos proteina trebao bi biti veći od 2 g po kg, a postoje preporuke i do 3 g po kilogramu tjelesne mase (Helms et al., 2014). Stoga bi nutritivna edukacija sportaša trebala biti sastavni dio pripreme za naglo smanjenje tjelesne mase.

Sportaši u borilačkim sportovima najčešće tijekom sportske sezone smanjuju tjelesnu masu u više navrata, pa čak i više od 10 puta tijekom jedne godine. Dosadašnja istraživanja koja su pratila sastav tijela hrvača tijekom sezone ukazuju da tijekom sezone dolazi do smanjenja postotka tjelesne masti (Housh et al., 1989; Roemmich i Sinning, 1996).

Ovakva interpretacija promjena u sastavu tijela dodatno je potkrijepljena rezultatima statusa hidriranosti. Analiza varijance za USG (Tablica 15) pokazala je statistički značajan učinak vremena ($F(2,42) = 28,22$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,57$) i statistički značajnu interakciju vrijeme × skupina ($F(4,42) = 5,60$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,35$), što ukazuje na različitu dinamiku promjena

statusa hidriranosti između skupina. S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka kako bi se utvrdile razlike unutar svake skupine i između skupina u svakoj vremenskoj točki mjerenja. Kako je vidljivo iz deskriptivnih pokazatelja (Tablica 2), neposredno nakon naglog smanjenja tjelesne mase obje eksperimentalne skupine nalazile su se u stanju dehidracije s USG vrijednostima iznad granične vrijednosti od 1,020, dok su u kontrolnoj skupini vrijednosti ostale stabilne. Post-hoc analiza (Tablica 16) pokazala je statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja u obje eksperimentalne skupine (NP: $t(7) = -5,28$; $p = 0,001$; P: $t(7) = -7,32$; $p < 0,001$), kao i između tranzitivnog i finalnog mjerenja (NP: $t(7) = 5,61$; $p = 0,001$; P: $t(7) = 3,69$; $p = 0,008$), dok unutar kontrolne skupine nije bilo statistički značajnih razlika između nijednog para vremenskih točaka mjerenja. Dodatno, unutar skupine P utvrđena je statistički značajna razlika i između inicijalnog i finalnog mjerenja ($t(7) = -3,86$; $p = 0,006$), što ukazuje na nepotpuni oporavak statusa hidriranosti nakon 15 sati. Usporedba između skupina (Tablica 17) pokazala je statistički značajno više USG vrijednosti u obje eksperimentalne skupine u usporedbi s kontrolnom skupinom u tranzitivnom mjerenju (K vs NP: $p = 0,016$; K vs P: $p = 0,025$), dok u inicijalnom i finalnom mjerenju nije bilo statistički značajnih razlika između skupina.

Osobito je važan nalaz o nesrazmjeru između oporavka tjelesne mase i oporavka statusa hidriranosti. Kako je vidljivo iz deskriptivnih pokazatelja (Tablica 1), skupina P nakon 15 sati oporavka gotovo je u potpunosti vratila tjelesnu masu na inicijalne vrijednosti (76,60 ± 5,71 kg naspram inicijalnih 76,56 ± 5,90 kg), dok je USG u istoj vremenskoj točki još uvijek bio povišen u odnosu na inicijalne vrijednosti (1,012 ± 0,003 naspram 1,008 ± 0,002). Navedena razlika vidljiva je i u statističkim rezultatima, utvrđena je značajna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u skupini P ($p = 0,006$). Sličan obrazac uočen je i kod skupine NP, iako razlika nije dosegla statističku značajnost. Navedeni nalaz ukazuje na to da povratak tjelesne mase na inicijalne vrijednosti ne znači nužno i potpuni oporavak statusa hidriranosti, budući da oporavak tjelesne mase dijelom uključuje i unos hrane (obnovu glikogenskih zaliha, sadržaj probavnog trakta), a ne isključivo rehidraciju.

Drugi rezultati istraživanja vezana uz status hidriranosti judaša pokazuju da je dehidracija uobičajena kod judaša različitih dobnih kategorija tijekom treninga i natjecanja (Ceylan i Balci, 2023). Vrhunski judaši nalaze se u stanju dehidriranosti od tjedan dana prije natjecanja i 24 sata nakon natjecanja (Ceylan, Barley i Balci, 2023), a promatrajući period od službenog vaganja do natjecanja, judaši se nisu mogli oporaviti od vaganja i nalazili su se u većem stanju dehidriranosti u usporedbi s hrvačima koji su imali samo 2 sata za oporavak (Ceylan, Baydil i

Aydos, 2021). Istraživanje koje je simuliralo vremenski period od 15 sati oporavka utvrdilo je da su sportaši bili manje dehidrirani nego nakon samog vaganja, ali i dalje više nego tijekom kontrolnog mjerenja (Ceylan, Aydos i Šimenko, 2022), što se podudara sa rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Dobra hidriranost iznimno je važna u judu. Sportaši dnevno provode 3–4 sata treninga, a zbog visokog intenziteta i nošenja kimona pojačano se znoje. Istraživanja ukazuju da su judaši i kada ne prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase često u blago hipohidriranom stanju tijekom trening kampa (Stefanovsky et al., 2019). Judaši na natjecanju mogu imati i do 7 borbi u istom danu tijekom kojih dolazi do velike potrošnje energije i znojenja te je dobra termoregulacija ključna za oporavak između borbi i održavanje koncentracije.

Nalazi ovog rada korespondiraju s navedenim nalazima. Čak i nakon 15 sati oporavka s neograničenim unosom hrane i tekućine, u skupini P statistički je utvrđeno nepotpuno obnavljanje statusa hidriranosti, dok je u skupini NP zabilježen sličan trend bez postizanja statističke značajnosti. S visokom se sigurnošću može reći da bi sportaši koji ulaze u natjecanje u takvom stanju mogli biti izloženi povećanom riziku od zdravstvenih problema. Kronična i ponavljana izloženost dehidriranim stanjima, osobito u uvjetima učestalog natjecanja i redovitih trening kampova, može kumulativno negativno utjecati na sportsku izvedbu i dugoročno zdravlje.

6.2. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na izvedbu balističkih pokreta

Balistička izvedba odnosi se na sposobnost neuromišićnog sustava da proizvede visoku razinu sile u iznimno kratkom vremenskom razdoblju, pri čemu se tijelo ili vanjski objekt ubrzava do maksimalne brzine te potom „oslobađa", kao kod vertikalnog skoka ili bacanja medicinke. Na balističku izvedbu utječe niz čimbenika, među kojima se posebno ističu sposobnost brzog i sinkroniziranog aktiviranja velikog broja motoričkih jedinica, dominantna uloga brzih mišićnih vlakana te stopa razvoja sile (rate of force development — RFD) koja opisuje brzinu kojom mišić može proizvesti silu (Grgic i Varovic, 2022). Visoka stopa razvoja sile osobito je važna u judu, gdje se bacanja često izvode u uvjetima ograničenog vremena i prostora, zbog čega je očuvanje balističke izvedbe nakon naglog smanjenja tjelesne mase od posebnog interesa.

Razumijevanje odnosa između naglog smanjenja tjelesne mase i balističke izvedbe iznimno je važno u borilačkim sportovima, budući da eventualni pad eksplozivnosti može značajno narušiti natjecateljsku učinkovitost. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da naglo smanjenje tjelesne mase od 4–5,5% nije imalo statistički značajan negativan utjecaj na balističku izvedbu, ni nakon 2 sata ni nakon 15 sati oporavka.

Analiza varijance za CMJ (Tablica 26) nije utvrdila statistički značajan učinak ni skupine ($F(2,21) = 1,16$; $p = 0,33$; $\eta p^2 = 0,10$), ni vremena ($F(2,42) = 0,16$; $p = 0,85$; $\eta p^2 = 0,01$), ni interakcije ($F(4,42) = 0,36$; $p = 0,83$; $\eta p^2 = 0,03$). Skok s pripremom (CMJ) je jedina varijabla u ovom istraživanju koja nije pokazala statistički značajan učinak ni u jednom efektu, što ukazuje da kratkotrajno naglo smanjenje tjelesne mase u uvjetima ovog istraživanja nije imalo izražen utjecaj na balističku izvedbu donjih ekstremiteta. Kako je vidljivo iz deskriptivnih pokazatelja (Tablica 10), vrijednosti CMJ-a u skupini P ostale su izrazito stabilne kroz sva mjerenja (49,25–49,75 cm), dok je u skupini NP zabilježen tek minimalan pad s 48,13 na 47,50 cm uz djelomičan oporavak nakon 15 sati. S obzirom na odsutnost statistički značajnih učinaka, post-hoc analiza nije provedena. Dobiveni nalaz u skladu je s rezultatima Barleyja i suradnika (2018), koji nisu zabilježili pad izvedbe vertikalnog skoka kod sportaša mješovitih borilačkih vještina nakon smanjenja tjelesne mase od 5%, mjereno 3 i 24 sata nakon naglog smanjenja tjelesne mase. Slično, Fogelholm i suradnici (1993) utvrdili su da smanjenje tjelesne mase od 6% kod iskusnih hrvača, uz 5 sati oporavka, nije dovelo do pada izvedbe u vertikalnom skoku. Viitasalo i suradnici (1987) čak su zabilježili povećanje visine skoka nakon smanjenja tjelesne mase od 3,8% kod odbojkaša, što upućuje na važnost sport-specifičnog konteksta, jer u

sportovima poput odbojke, gdje je vertikalni skok temeljni element izvedbe, smanjenje tjelesne mase može privremeno poboljšati omjer snage i mase tijela. Razlike između navedenih nalaza vjerojatno proizlaze iz različitih protokola naglog smanjenja tjelesne mase, vremena oporavka prije testiranja te stupnja dehidracije u trenutku mjerenja. U kontekstu rezultata ovog istraživanja, period oporavka od 2 i 15 sati pokazao se dostatnim za očuvanje izvedbe vertikalnog skoka, što je u skladu s nalazima istraživanja koja su uključivala duže periode oporavka.

Sličan obrazac očuvanja eksplozivne izvedbe zabilježen je i u testu bacanja medicinke iz sjeda. Analiza varijance (Tablica 24) utvrdila je statistički značajan učinak skupine ($F(2,21) = 9,99$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,49$), što odražava razlike u razini treniranosti između skupina, dok učinak vremena ($F(2,42) = 0,83$; $p = 0,44$; $\eta p^2 = 0,04$) i interakcija ($F(4,42) = 0,57$; $p = 0,69$; $\eta p^2 = 0,05$) nisu bili statistički značajni. Budući da je značajan bio isključivo glavni učinak skupine, post-hoc usporedbe provedene su Tukey HSD testom između skupina unutar svake vremenske točke uz Bonferronijevu korekciju ($\alpha = 0,017$). Post-hoc analiza (Tablica 25) pokazala je statistički značajne razlike između kontrolne skupine i obje eksperimentalne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja (K vs NP: $p \leq 0,007$; K vs P: $p \leq 0,003$), uz velike veličine učinka (Hedgesov $g > 1,7$), dok između skupina NP i P nisu utvrđene statistički značajne razlike u nijednoj vremenskoj točki. Unatoč izostanku statistički značajnog učinka vremena, iz deskriptivnih pokazatelja (Tablica 10) vidljiv je konzistentan obrazac blagog pada izvedbe nakon 2 sata oporavka u obje eksperimentalne skupine, uz potpun oporavak nakon 15 sati. Navedeni nalaz u skladu je s rezultatima Barleyja i suradnika (2018), koji u istraživanju s mješovitim borilačkim sportovima također nisu utvrdili pad izvedbe u testu bacanja medicinke nakon smanjenja tjelesne mase od 5%, što ukazuje na to da izvedba balističkih pokreta gornjih ekstremiteta može ostati očuvana ako je osiguran adekvatan period oporavka.

Izostanak negativnog učinka naglog smanjenja tjelesne mase na balističku izvedbu može se djelomično objasniti energetskim mehanizmima koji stoje u podlozi ovih pokreta. Balistički pokreti su vrlo kratkog trajanja i izvode se maksimalnom voljnom kontrakcijom, pri čemu dominantnu ulogu ima fosfageni energetski sustav. Proizvodnja sile u tim uvjetima ovisi o dostupnosti adenozin trifosfata (ATP) i njegovoj brzoj resintezi putem fosfokreatina, dok je uloga mišićnog glikogena relativno mala (Egan i Zierath, 2013). Budući da se testovi balističke izvedbe izvode uz dovoljan vremenski razmak između ponavljanja, omogućena je potpuna resinteza ATP-a, zbog čega smanjene zalihe glikogena, koje mogu nastati kao posljedica naglog smanjenja tjelesne mase, ne moraju nužno utjecati na izvedbu.

Dodatni čimbenik koji može utjecati na balističku izvedbu jest krutost tetiva, koja predstavlja važan biomehanički parametar u generiranju i prijenosu sile. Krutost tetive definira se kao omjer promjene sile i promjene duljine tetive te opisuje koliko se tetiva opire istezanju pod opterećenjem (Lake i sur., 2023). Tetive veće krutosti učinkovitije prenose silu i mogu doprinijeti većoj eksplozivnosti, no istovremeno slabije apsorbiraju mehaničku energiju. Dehidracija, kao sastavni dio mnogih protokola naglog smanjenja tjelesne mase, može povećati krutost tetiva, što su pokazala in vitro istraživanja (Haut i Haut, 1997). Takve promjene mogu objasniti pojedine nalaze poboljšane izvedbe vertikalnog skoka nakon smanjenja tjelesne mase, ali istovremeno predstavljaju potencijalno povećan rizik od ozljeda. U kontekstu juda, gdje su česti padovi, nagla istezanja i iznenadne promjene smjera kretanja, povećana krutost tetiva uzrokovana dehidracijom može smanjiti sposobnost amortizacije sile i povećati opterećenje na pasivne strukture lokomotornog sustava (Khorami, Foroutan i Sparrey, 2025). Stoga, iako naglo smanjenje tjelesne mase u određenim uvjetima ne mora negativno utjecati na balističku izvedbu, takva praksa nosi potencijalne rizike za zdravlje sportaša.

Temeljem rezultata ovog i dosadašnjih istraživanja s visokom se sigurnošću može pretpostaviti da naglo smanjenje tjelesne mase u uvjetima dostatnog oporavka nema značajan negativan učinak na izvedbu pojedinačnih balističkih pokreta. Međutim, u judu uspješnost ne ovisi isključivo o sposobnosti generiranja maksimalne sile u jednom ponavljanju, već o sposobnosti ponavljanja kratkih eksplozivnih radnji tijekom cijele borbe koju karakteriziraju intervali visokointenzivnog rada i odmora. Takva struktura opterećenja funkcionalno je bliska konceptu ponavljanih sprintova (repeated sprint ability — RSA). RSA označava sposobnost sportaša da tijekom niza kratkotrajnih sprintova (≤10 s), razdvojenih kratkim intervalima oporavka (≤60 s), postigne i održi visoku razinu izvedbe uz minimalan pad (Bishop, Girard i Mendez-Villanueva, 2011). RSA predstavlja složenu kondicijsku sposobnost koja ovisi o međudjelovanju metaboličkih čimbenika poput oksidativnog kapaciteta i brzine resinteze fosfokreatina na koje naglo smanjenje tjelesne mase može potencijalno utjecati. Iako su originalni protokoli za procjenu RSA razvijeni primarno za sprint, fiziološka osnova ove sposobnosti nije vezana isključivo uz lokomocijski obrazac trčanja. RSA se temelji na sposobnosti organizma da u kratkim vremenskim intervalima proizvodi maksimalnu snagu uz nepotpuna razdoblja oporavka, što dovodi do progresivne akumulacije neuromuskularnog i metaboličkog zamora. Stoga se fiziološki koncept RSA može primijeniti na različite oblike kratkotrajnih, visokointenzivnih eksplozivnih aktivnosti, uključujući vertikalne skokove i bacanja medicinke. U literaturi postoje istraživanja s testovima sličnog koncepta, ali validirani protokoli za takve

testove zasad ne postoje (Chtourou i sur., 2018). Konstrukcija i validacija RSA-analognih testova s balističkim pokretima mogla bi doprinijeti boljem razumijevanju učinka naglog smanjenja tjelesne mase na sposobnost ponavljanja eksplozivnih radnji. Primjerice, test koji bi se sastojao od ponavljanih serija vertikalnih skokova ili bacanja medicinke s kratkim intervalima oporavka omogućio bi praćenje progresivnog pada izvedbe kroz ponavljanja, čime bi se simulirala struktura opterećenja prisutna u judo borbi. Dok rezultati ovog istraživanja pokazuju da je izvedba pojedinačnog maksimalnog pokreta očuvana nakon naglog smanjenja tjelesne mase, ostaje nepoznato kako se tijelo nosi s akumulacijom zamora kada se ti isti pokreti ponavljaju u uvjetima nepotpunog oporavka. U judo borbi sportaš ne izvodi jedno bacanje, već niz uzastopnih tehničkih radnji u kojima se brzo mora generirati sila i to opetovano tijekom 4 minute regularnog dijela borbe, a često i dulje te potom i u narednim borbama istog natjecateljskog dana. Upravo u takvim uvjetima mogući negativni učinci dehidracije, smanjenih glikogenskih zaliha i narušene ravnoteže elektrolita mogli bi postati izraženiji te bi takvi testovi imali veću ekološku valjanost u kontekstu judo borbe.

6.3. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost

Mišićna jakost predstavlja sposobnost mišića da generira silu protiv vanjskog otpora te je rezultat složene interakcije neurofizioloških, morfoloških i biomehaničkih čimbenika. Na fiziološkoj razini, jakost proizlazi iz sposobnosti središnjeg živčanog sustava da aktivira mišićna vlakna putem regrutacije motoričkih jedinica, njihove sinkronizacije i frekvencije izbijanja živčanih impulsa. Glavni morfološki čimbenik koji utječe na mišićnu jakost jest poprečni presjek mišića, pri čemu veći poprečni presjek podrazumijeva veći broj miofibrila i veći kontraktilni potencijal mišića (Maeo et al., 2024). Uz poprečni presjek, na manifestaciju mišićne jakosti utječu i kut penacije, duljina mišićnih vlakana te tetivna krutost koja određuje učinkovitost prijenosa sile unutar mišićno-tetivnog sustava.

Mišićna jakost predstavlja jedan od temeljnih preduvjeta uspješnosti u borilačkim sportovima jer omogućuje učinkovitu primjenu tehnika nad protivnikom koji aktivno pruža otpor. Međutim, praksa naglog smanjenja tjelesne mase potencijalno može negativno utjecati na očuvanje mišićne jakosti putem nekoliko mehanizama. Na neurološkoj razini, poremećaji u ravnoteži elektrolita, poput natrija i kalija, mogu narušiti neuromuskularnu ekscitabilnost i otežati učinkovitu aktivaciju motoričkih jedinica. Istodobno, smanjenje volumena mišićnih stanica uslijed dehidracije, kao i snižene razine mišićnog glikogena, mogu negativno utjecati na kontraktilnu funkciju mišića i otežati postizanje maksimalne aktivacije (Knuiman, Hopman i Mensink, 2015). Također, promjene u mehaničkim svojstvima tetiva i fascija mogu utjecati na učinkovitost prijenosa sile i potencijalno povećati rizik od ozljeda pri izvođenju maksimalnih opterećenja.

Izvedba judo tehnika zahtijeva istodobnu aktivaciju velikog broja mišićnih skupina, zbog čega je mišićna jakost iznimno važna za uspješnu izvedbu tehnika i savladavanje protivnika u situacijskim uvjetima (Franchini i sur., 2011). Dosadašnja istraživanja učinka naglog smanjenja tjelesne mase na jakost najčešće su koristila testove izoliranih mišićnih skupina, poput jakosti stiska šake, dok su istraživanja koja su koristila višezglobne vježbe znatno rjeđa. S obzirom na složenost judo pokreta i potrebu za angažmanom velikih mišićnih skupina, u ovom istraživanju odabrane su višezglobne vježbe, stražnji čučanj i potisak s ravne klupe, koje dobro odražavaju funkcionalne zahtjeve judo borbe.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da naglo smanjenje tjelesne mase ima diferenciran učinak na mišićnu jakost ovisno o testiranoj regiji tijela. Za potisak s ravne klupe analiza varijance

(Tablica 18) utvrdila je statistički značajan učinak skupine ($F(2,21) = 4,86$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,32$) i statistički značajan učinak vremena ($F(2,42) = 4,17$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,17$), dok interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna ($F(4,42) = 1,35$; $p = 0,27$; $\eta p^2 = 0,11$). Post-hoc analiza t-testovima za zavisne uzorke (Tablica 19) pokazala je da, unatoč statistički značajnom glavnom učinku vremena utvrđenom analizom varijance, nijedna pojedinačna usporedba između vremenskih točaka mjerenja nije dosegla razinu statističke značajnosti nakon Bonferronijeve korekcije ($\alpha = 0,017$). Tukey HSD analiza između skupina (Tablica 20) pokazala je da se skupina P i kontrolna skupina razlikuju u svim vremenskim točkama mjerenja (I: $p = 0,008$; T: $p = 0,008$; F: $p = 0,020$), uz velike veličine učinka (Hedgesov $g > 1,5$), odražavajući primarno razlike u bazičnoj razini jakosti. Deskriptivni pokazatelji (Tablica 9) ukazuju na konzistentan obrazac blagog pada jakosti u potisku s klupe nakon 2 sata oporavka u obje eksperimentalne skupine (P: 98,75 → 97,50 kg; NP: 88,75 → 88,13 kg), uz potpun oporavak nakon 15 sati (P: 98,75 kg; NP: 89,38 kg). Navedeni nalaz u skladu je s rezultatima Schoffstalla i suradnika (2001), koji su koristeći isti test potiska s ravne klupe utvrdili da smanjenje tjelesne mase od 2% uz 2 sata oporavka nije dovelo do pada maksimalne jakosti. Izostanak statističke značajnosti unutar skupina vjerojatno je posljedica ograničene veličine uzorka i velike interindividualne varijabilnosti u testovima maksimalne jakosti.

Za stražnji čučanj analiza varijance (Tablica 21) utvrdila je statistički značajan učinak skupine ($F(2,21) = 8,49$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,45$) i statistički značajnu interakciju vrijeme × skupina ($F(4,42) = 5,26$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,33$). S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka. T-testovi za zavisne uzorke unutar svake skupine (Tablica 22) pokazali su da je jedino u skupini P zabilježen statistički značajan pad jakosti između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(7) = 5,61$; $p < 0,001$), dok u skupinama NP i K nije utvrđena statistički značajna razlika između nijednog para vremenskih točaka uz Bonferronijevu korekciju. Tukey HSD analiza između skupina (Tablica 23) pokazala je statistički značajne razlike između skupine P i kontrolne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja (I: $p = 0,001$; T: $p = 0,002$; F: $p = 0,002$), uz velike veličine učinka (Hedgesov $g > 1,8$). Značajna interakcija vrijeme × skupina za stražnji čučanj ukazuje na različitu dinamiku promjena jakosti između skupina. Dok je u skupini P zabilježen statistički značajan pad jakosti između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja (133,75 → 126,25 kg; pad od 5,61%), deskriptivni podaci (Tablica 9) pokazuju da je i u skupini NP prisutan trend pada jakosti u stražnjem čučnju (119,38 → 115,63 kg; pad od 3,14%), koji međutim nije dosegao razinu statističke značajnosti. Iako se na temelju deskriptivnih podataka uočava sličan obrazac smanjenja jakosti i u skupini NP, statistički

značajan pad utvrđen je samo u skupini P, pri čemu je razlika između skupina vidljiva i po veličini učinka. Ovo se može objasniti time što su ispitanici skupine P imali više inicijalne vrijednosti, što ukazuje na razvijeniju jakost donjih ekstremiteta i veće iskustvo u treningu s maksimalnim opterećenjima. Moguće je da su ispitanici skupine P tijekom inicijalnog mjerenja postigli vrijednosti bliže stvarnom fiziološkom maksimumu, čime je i pad nakon naglog smanjenja tjelesne mase bio izraženiji i statistički detektabilan. Nasuprot tome, ispitanici skupine NP, s potencijalno manjim iskustvom u radu s maksimalnim opterećenjima, možda nisu postigli stvarni maksimum ni u jednom mjerenju, što je umanjilo vidljivost pada. Nakon 15 sati oporavka obje skupine pokazale su djelomičan oporavak (P: 130,00 kg; NP: 118,13 kg), no ni jedna skupina nije u potpunosti dosegla inicijalne vrijednosti, što može upućivati na to da 15 sati oporavka nije dovoljno za potpuni oporavak jakosti donjih ekstremiteta. Navedeni nalaz djelomično se podudara s rezultatima Coufalove i suradnica (2013), koji nisu utvrdili pad izokinetičke jakosti ekstenzora potkoljenice nakon smanjenja tjelesne mase od 4,6%. Razlika u nalazima može proizlaziti iz različitih metoda procjene jakosti, izokinetički testovi koriste fiksirane brzine pokreta i ne uključuju koordinaciju velikih mišićnih sinergista kao 1RM stražnji čučanj, zbog čega su potencijalno manje osjetljivi na akutne promjene neuromuskularne kontrole. U kontrolnoj skupini zabilježen je blagi porast vrijednosti u oba testa jakosti kroz mjerenja (Tablica 9), što vjerojatno odražava učinak privikavanja na testni protokol, poboljšanje međumišićne koordinacije i tehničke izvedbe te konzervativan odabir opterećenja tijekom inicijalnog testiranja.

Dosadašnja istraživanja učinka naglog smanjenja tjelesne mase na mišićnu jakost najčešće su koristila test jakosti stiska šake, pri čemu je u većini studija zabilježen kratkotrajni pad jakosti od 4–6% u dehidriranom stanju, s djelomičnim ili potpunim oporavkom nakon višesatnog odmora (Barley et al., 2018; Degoutte et al., 2006). Rezultati ovog istraživanja djelomično su u skladu s tim nalazima, kao i s općim pregledom literature (Sawyer et al., 2013), koji ukazuje da akutno smanjenje tjelesne mase ne mora nužno dovesti do statistički značajnog pada maksimalne jakosti, osobito kada je osiguran barem minimalan period oporavka. Međutim, konzistentan deskriptivni obrazac pada jakosti u obje eksperimentalne skupine, osobito izražen u stražnjem čučnju, može upućivati na to da naglo smanjenje tjelesne mase nosi i određen utjecaj na jakost koji se u ovom istraživanju, s obzirom na veličinu uzorka (n = 8 po skupini), nije u svim varijablama manifestirao kao statistički značajan. Praktična značajnost ovog nalaza zaslužuje pažnju, jer statistički značajan pad jakosti u stražnjem čučnju od 5,61% u skupini P u kontekstu judo borbe može predstavljati razliku između uspješno izvedenog i neuspješnog

bacanja, dok je u skupini NP zabilježen sličan deskriptivni obrazac pada od 3,14% bez statističke značajnosti. Čini se da maksimalna jakost procijenjena 1RM testovima može ostati statistički nepromijenjena u jednom ponavljanju, no uočeni deskriptivni trend pada upućuje na mogući deficit koji bi se mogao izraženije manifestirati u zahtjevnijim uvjetima ponavljanog opterećenja. Moguće je i da smanjena tjelesna masa uz očuvanu nemasnu masu djelomično kompenzira pad kontraktilne funkcije kroz poboljšan omjer snage i tjelesne mase (Rebic et al., 2021).

Ipak, ostaje otvoreno pitanje u kojoj mjeri iskustvo ispitanika u izvođenju maksimalnih opterećenja utječe na pouzdanost 1RM procjene. Ispitanici u ovom istraživanju, iako redovito provode treninge jakosti, uglavnom ne prakticiraju 1RM testiranje sa slobodnim utezima, već rade sa submaksimalnim opterećenjima. Zbog toga je moguće da bi dulji period privikavanja na maksimalna opterećenja dodatno smanjio varijabilnost rezultata i poboljšao koordinaciju pokreta. S obzirom na to da izvedba bacanja u judu zahtijeva koordiniranu aktivaciju velikih mišićnih skupina i sinergista, višezglobne vježbe poput potiska s ravne klupe i stražnjeg čučnja mogu bolje simulirati tjelesne zahtjeve izvedbe judo tehnika. Ipak, u istraživačkim uvjetima testovi manjih mišićnih skupina, poput testa jakosti stiska šake, mogu biti jednostavniji za provedbu i osjetljiviji na akutne promjene.

Naposljetku, za mišićnu jakost, kao i za balističku izvedbu, ostaje pitanje bi li drugačiji metodološki pristupi polučili drugačije rezultate. Klasični 1RM test pouzdano mjeri maksimalnu jakost u jednoj maksimalnoj kontrakciji (Grgic et al., 2020), no neka istraživanja ukazuju da pod utjecajem umora maksimalna sila može ostati očuvana u jednom ponavljanju, dok se tijekom ponavljanih submaksimalnih kontrakcija smanjuje brzina razvoja sile (Boccia et al., 2017; Dardanello et al., 2017). Takvi su nalazi češće zabilježeni u jednozglobnim vježbama, dok su rezultati u višezglobnim vježbama neujednačeni (Bakhshinejad et al., 2025). Submaksimalni ponovljeni testovi, osobito uz primjenu inercijskih senzora za procjenu stope razvoja sile, mogli bi u budućim istraživanjima omogućiti osjetljiviju detekciju neuromuskularnih promjena relevantnih za izvedbu u judu.

6.4. Učinak naglog smanjenja tjelesne mase na specifičnu judo izvedbu

Judo pripada skupini acikličkih, polistrukturalnih sportova koja za cilj ima simboličku destrukciju protivnika (Sertić i Segedi, 2013). Upravo zbog složenosti sporta izrazito je zahtjevno objektivno procijeniti uspješnost u natjecanju putem pojedinačnih testova, budući da natjecateljska izvedba ovisi o kombinaciji tehničko-taktičkih, motoričkih, energetskih i psiholoških čimbenika. Unatoč tim ograničenjima, vrijednost specifičnih testova u judu ogleda se u njihovoj sposobnosti da na mjerljiv i ponovljiv način procijene određene komponente specifične pripremljenosti sportaša, što je od velikog značaja u znanstvenim istraživanjima, ali i u trenažnoj praksi.

Najzastupljeniji i najčešće korišten specifični test u judu je Special Judo Fitness Test (SJFT), koji ima dugu tradiciju primjene i dobre mjerne karakteristike u različitim populacijama judaša. Test se sastoji od intervalnog izvođenja bacanja s kratkim pauzama, čime se simuliraju energetski i motorički zahtjevi judo borbe. Zbog svoje strukture, SJFT dominantno procjenjuje sposobnosti anaerobnog fosfagenog sustava, uz značajan doprinos anaerobne glikolize i aerobnog sustava tijekom faza oporavka (Franchini et al., 2011). Upravo ta kombinacija čini SJFT vrlo osjetljivim na promjene u stanju hidriranosti, energetskim zalihama i funkciji kardiovaskularnog sustava.

Drugi test korišten u ovom istraživanju, Bac2SKL90, razvijen je na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu i predstavlja noviji test specifične procjene judaške izvedbe. Za razliku od SJFT-a, Bac2SKL90 se izvodi kontinuirano tijekom 90 sekundi bez pauze, čime se u većoj mjeri opterećuje anaerobni glikolitički sustav (Sertić et al., 2024). Takav protokol posebno je zanimljiv jer dulje kontinuirane sekvence rada mogu bolje odražavati situacije produljenih razmjena u borbi, kao i završne faze borbe u kojima dolazi do izraženog metaboličkog stresa.

Specifična izvedba u judu podrazumijeva sposobnost sportaša da tijekom cijelog trajanja borbe snažno, brzo i precizno izvodi tehničke elemente, istovremeno održavajući sposobnost brzog oporavka između napora. To zahtijeva visoku razinu različitih motoričkih sposobnosti, ali i optimalno funkcioniranje aerobnog i anaerobnog energetskog sustava. Brze metode naglog smanjenja tjelesne mase, koje se najčešće temelje na dehidraciji i značajnoj energetskoj restrikciji, mogu narušiti upravo te mehanizme kroz smanjenje mišićne funkcije te usporen oporavak između ponovljenih napora.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da naglo smanjenje tjelesne mase statistički značajno utječe na specifičnu judo izvedbu. Analiza varijance za SJFT (Tablica 27) utvrdila je statistički značajan glavni učinak skupine ($F(2,21) = 3,80$; $p = 0,04$; $\eta p^2 = 0,27$), statistički značajan glavni učinak vremena ($F(2,42) = 18,08$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,46$), uz veliku veličinu učinka, te statistički značajnu interakciju vrijeme × skupina ($F(4,42) = 3,34$; $p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,24$). Značajna interakcija osobito je važna jer ukazuje na to da se obrazac promjena broja bacanja kroz vremenske točke mjerenja statistički značajno razlikovao između skupina, što je nalaz koji nije utvrđen za varijable balističke izvedbe.

S obzirom na značajnu interakciju, provedena je analiza jednostavnih učinaka. T-testovi za zavisne uzorke unutar svake skupine (Tablica 28) pokazali su statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja u obje eksperimentalne skupine: u skupini P ($t(7) = 5,29$; $p = 0,001$) i u skupini NP ($t(7) = 3,74$; $p = 0,007$), uz Bonferronijevu korekciju ($\alpha = 0,017$). U obje skupine razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja nije bila statistički značajna (P: $p = 0,227$; NP: $p = 0,685$), kao ni razlika između drugog i posljednjeg mjerenja nakon korekcije, što ukazuje na djelomični oporavak izvedbe nakon 15 sati. Unutar kontrolne skupine nisu utvrđene statistički značajne razlike između nijednog para vremenskih točaka mjerenja. Tukey HSD analiza između skupina (Tablica 29) pokazala je statistički značajne razlike između skupine P i kontrolne skupine u inicijalnom ($p = 0,012$) i finalnom mjerenju ($p = 0,026$), uz velike veličine učinka (Hedgesov $g > 1,2$). Deskriptivni pokazatelji (Tablica 11) pokazuju izraženost ovih promjena: skupina P ostvarila je prosječno 26,75 bacanja u inicijalnom mjerenju, nakon čega je broj bacanja pao na 24,75 nakon 2 sata oporavka (pad od 7,48%), a potom se vratio na 26,25 nakon 15 sati. Skupina NP ostvarila je prosječno 23,75 bacanja u inicijalnom mjerenju, 22,75 u tranzitivnom (pad od 4,21%) te 23,63 u finalnom mjerenju, što također ukazuje na potpuni oporavak. Kontrolna skupina pokazala je stabilnu izvedbu kroz sva mjerenja (21,38 → 21,13 → 21,63).

Iako su obje eksperimentalne skupine pokazale statistički značajan pad broja bacanja u SJFT-u između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja, veličina učinka bila je izraženija u skupini P (Cohenov $d = 0,80$) nego u skupini NP (Cohenov $d = 0,38$), što se podudara s deskriptivno većim postotnim padom u skupini P. Ovaj obrazac, u kojem grupa koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase pokazuje veći pad izvedbe, naizgled je proturječan očekivanjima da bi prilagodba na ponavljani RWL trebala umanjiti negativne učinke. Najvjerojatnije objašnjenje leži u razini pripremljenosti i iskustvu ispitanika. Sportaši skupine P, koji su ostvarili značajno više inicijalne vrijednosti u SJFT-u (26,75 naspram 23,75 bacanja u skupini NP), pripremljeniji

su i naviknutiji na maksimalno angažiranje tijekom testiranja, zbog čega su u inicijalnom mjerenju vjerojatno postigli rezultate bliske stvarnom fiziološkom maksimumu. U takvim uvjetima svaki negativni čimbenik, bilo dehidracija, smanjene glikogenske zalihe ili narušena ravnoteža elektrolita, izravno se odražava na pad izvedbe jer nema prostora za kompenzaciju. Nasuprot tome, ispitanici skupine NP, s nižim inicijalnim rezultatima i potencijalno manjim iskustvom u maksimalnom angažiranju, postižu pad izvedbe koji je statistički značajan, ali manji u apsolutnim i relativnim vrijednostima. Drugim riječima, viši inicijalni izvedbeni nivo skupine P omogućio je jasniju manifestaciju negativnog učinka, dok je u skupini NP učinak prisutan, ali manje izražen. Slični nalazi zabilježeni su i u ranijim istraživanjima specifične judo izvedbe. Ceylan i suradnici (2022) pokazali su da dehidrirano stanje bez mogućnosti oporavka dovodi do smanjenja izvedbe u SJFT-u, dok je u istraživanju s 15 sati oporavka izvedba očuvana, ali su vrijednosti srčane frekvencije ostale povišene u odnosu na kontrolno mjerenje. Sličan obrazac uočen je i u istraživanju Fortesa i suradnika (2017), gdje unatoč izostanku pada izvedbe, povišene vrijednosti srčane frekvencije u mirovanju upućuju na nepotpun fiziološki oporavak.

Sličan obrazac pada izvedbe uočen je i u testu Bac2SKL90. Analiza varijance (Tablica 33) utvrdila je statistički značajan učinak skupine ($F(2,21) = 8,59$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,45$) i statistički značajan učinak vremena ($F(2,42) = 8,52$; $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,29$), dok interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna ($F(4,42) = 0,97$; $p = 0,43$; $\eta p^2 = 0,08$). T-testovi za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno (Tablica 34) utvrdili su statistički značajnu razliku između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(23) = 4,34$; $p < 0,001$), uz Bonferronijevu korekciju, dok razlike između inicijalnog i finalnog te tranzitivnog i finalnog mjerenja nisu dosegle korigiranu razinu značajnosti. Tukey HSD analiza između skupina (Tablica 35) pokazala je statistički značajne razlike između skupine P i kontrolne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja (I: $p = 0,002$; T: $p = 0,005$; F: $p = 0,001$), uz velike veličine učinka (Hedgesov $g > 1,6$), što odražava razlike u bazičnoj razini judo-specifične pripremljenosti. Deskriptivni pokazatelji (Tablica 12) ukazuju na konzistentan pad izvedbe u obje eksperimentalne skupine: u skupini P broj bacanja pao je s 25,25 na 24,13 (pad od 4,44%), a u skupini NP s 22,13 na 20,88 (pad od 5,65%), uz djelomičan oporavak nakon 15 sati u obje skupine. Isti obrazac zabilježen je i za varijablu broja sklekova (Bac2SKL90sk; Tablica 36, 37, 38), pri čemu su t-testovi za zavisne uzorke za sve ispitanike zajedno utvrdili statistički značajne razlike između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja ($t(23) = 3,89$; $p < 0,001$) i između tranzitivnog i finalnog mjerenja ($t(23) = -2,79$; $p = 0,010$), uz Bonferronijevu korekciju. Tukey HSD analiza pokazala je značajne

razlike između skupine P i kontrolne skupine u svim vremenskim točkama mjerenja (sve $p \leq 0,010$).

Zanimljivo je usporediti pad izvedbe u specifičnim judo testovima s nalazima za jakost i balističke pokrete. Dok CMJ i bacanje medicinke nisu pokazali statistički značajan pad nakon naglog smanjenja tjelesne mase, specifični judo testovi, osobito SJFT, pokazali su jasne i statistički značajne promjene. Ova razlika može se objasniti strukturom opterećenja, balistički testovi zahtijevaju jednu maksimalnu kontrakciju uz potpun oporavak između pokušaja, dok specifični judo testovi uključuju ponavljane napore s nepotpunim oporavkom, čime se progresivno akumulira zamor. U takvim uvjetima negativni učinci dehidracije, smanjenih glikogenskih zaliha i narušene ravnoteže elektrolita postaju izraženiji. Ovaj nalaz u skladu je s argumentacijom iznesenom u raspravi o balističkoj izvedbi, gdje je istaknuta potreba za konstrukcijom RSA-analognih testova koji bi bolje odražavali zahtjeve judo borbe.

Što se tiče fizioloških odgovora, analiza varijance za frekvenciju srca neposredno po završetku SJFT-a (SJFTfs, Tablica 30) nije utvrdila statistički značajan učinak ni vremena ($F(2,42) = 0,46$; $p = 0,63$; $\eta p^2 = 0,02$), ni skupine ($p = 0,23$), ni interakcije ($p = 0,24$), što upućuje na relativnu stabilnost ovog pokazatelja. S druge strane, za frekvenciju srca nakon 1 minute oporavka (SJFTfs1, Tablica 31) utvrđen je statistički značajan učinak vremena ($F(2,42) = 3,65$; $p = 0,03$; $\eta p^2 = 0,15$). Međutim, t-testovi za zavisne uzorke (Tablica 32) nakon Bonferronijeve korekcije ($\alpha = 0,017$) nisu utvrdili statistički značajne razlike između pojedinih parova mjerenja, iako su razlike između inicijalnog i tranzitivnog te tranzitivnog i finalnog mjerenja bile blizu korigirane granične vrijednosti ($p = 0,027$ i $p = 0,052$). Deskriptivni podaci ukazuju na povišene vrijednosti frekvencije srca nakon 1 minute oporavka u tranzitivnom mjerenju u obje eksperimentalne skupine (P: 147,13 naspram inicijalnih 142,25; NP: 143,25 naspram inicijalnih 136,00), uz normalizaciju u finalnom mjerenju. Iako pojedinačne post-hoc usporedbe nisu prešle korigiranu razinu značajnosti, značajan glavni učinak vremena uz konzistentan obrazac povišenja u tranzitivnoj fazi može upućivati na to da sportaši nakon naglog smanjenja tjelesne mase postižu sličnu izvedbu uz veći kardiovaskularni stres, što bi se moglo povezati sa smanjenom učinkovitošću kardiovaskularnog sustava u uvjetima dehidracije.

Takav odgovor može se objasniti smanjenjem volumena plazme uslijed dehidracije, što dovodi do smanjenog udarnog volumena srca, pa se za održavanje minutnog volumena povećava frekvencija srca (Trangmar i González-Alonso, 2017). Costill i Sparks (1973) pokazali su da smanjenje tjelesne mase od 4% može uzrokovati smanjenje volumena plazme i do 12%, uz

istovremeno povećanje frekvencije srca za približno 20 otkucaja u minuti tijekom tjelesne aktivnosti. Autori su također utvrdili da se normalizacija frekvencije srca tijekom aktivnosti događa tek nakon povratka više od polovice izgubljene tjelesne mase, što dodatno naglašava važnost adekvatne i pravovremene rehidracije.

Osim kardiovaskularnih čimbenika, pad specifične judo izvedbe nakon naglog smanjenja tjelesne mase može se objasniti i metaboličkim mehanizmima. Dehidracija može dovesti do pomicanja laktatnog praga prema nižim intenzitetima rada, što rezultira ranijom pojavom zamora i otežanim uklanjanjem metaboličkih nusprodukata poput laktata i vodikovih iona (Moquin i Mazzeo, 2000). Takve promjene posebno su nepovoljne u judu, gdje se zahtijevaju ponovljeni kratki, ali intenzivni napori s ograničenim vremenom oporavka. Dodatni čimbenik jest smanjena razina mišićnog glikogena. Naglo smanjenje tjelesne mase često uključuje restrikciju ugljikohidrata, što može dovesti do značajnog pražnjenja glikogenskih rezervi. Istraživanja pokazuju da smanjeni unos ugljikohidrata tijekom nekoliko dana može dovesti do pada vršne i srednje snage u naporima trajanja oko 30 sekundi, što je vremenski okvir vrlo sličan intenzivnim sekvencama u judu (Wroble et al., 2019). Ipak, negativni učinci smanjenih zaliha glikogena mogu se djelomično ublažiti pravilnom strategijom oporavka. Pažljivo planiran unos ugljikohidrata u ranoj fazi oporavka (0 do 4 sata nakon vaganja) može značajno povećati brzinu resinteze glikogena, pri čemu novija istraživanja preporučuju unos od 1 g/kg tjelesne mase svakog sata tijekom prva četiri sata oporavka (Piehl Aulin et al., 2000; Burke et al., 2017).

Ukupno gledano, s visokom se sigurnošću može reći da su se specifični judo testovi pokazali osjetljivijima na učinke naglog smanjenja tjelesne mase u usporedbi s testovima jakosti i balističke izvedbe, što ukazuje na to da struktura opterećenja koja uključuje ponavljane napore s nepotpunim oporavkom bolje otkriva negativne učinke dehidracije i energetske deplecije. U kontekstu vrhunskog juda, gdje su margine uspjeha iznimno male, čak i prolazne promjene u specifičnoj izvedbi mogu imati značajan praktični utjecaj na natjecateljski rezultat, osobito u situacijama s više borbi u jednom danu i ograničenim vremenom za oporavak.

6.5. Usporedba učinka naglog smanjenja tjelesne mase između skupina koje ga redovito prakticiraju i onih koje to ne čine

Problem naglog smanjenja tjelesne mase predstavlja jedno od istraživanijih, ali i metodološki zahtjevnijih područja u borilačkim sportovima. Iako je velik broj istraživanja usmjeren na akutne učinke naglog smanjenja tjelesne mase na tjelesnu izvedbu, relativno mali broj radova uspoređuje učinke tog procesa između sportaša koji ga redovito prakticiraju i onih koji to ne čine. Takva usporedba izuzetno je važna jer se može pretpostaviti da sportaši s dugogodišnjim iskustvom u naglom smanjenju tjelesne mase razvijaju prilagodbe, dok sportaši bez tog iskustva mogu pokazivati izraženije negativne reakcije na isti izvor stresa. Sportaši koji redovito prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase često razvijaju sposobnost preciznije procjene vlastite tjelesne mase u različitim fazama pripremnog i natjecateljskog ciklusa, kao i realniju procjenu vremena potrebnog za postizanje ciljane natjecateljske mase. Iskustvo im omogućuje učinkovitiju manipulaciju unosom tekućine, natrija i ugljikohidrata, ali i bolju organizaciju faze oporavka nakon vaganja. Takve praktične vještine mogu ublažiti dio negativnih posljedica naglog smanjenja tjelesne mase, osobito u kratkom vremenskom razdoblju između vaganja i natjecanja. Međutim, važno je naglasiti da proces naglog smanjenja tjelesne mase ne predstavlja isključivo fiziološki izazov. Boravak u stanju dehidriranosti i energetske restrikcije zahtijeva i značajnu psihološku prilagodbu, jer je često praćen osjećajem umora, gladi, razdražljivosti i smanjene motivacije.

Unatoč toj važnosti, u literaturi je identificiran tek jedan rad koji je izravno uspoređivao učinke naglog smanjenja tjelesne mase kod osoba koje ga redovito prakticiraju i onih koje to ne čine (Mendes et al., 2013). U navedenom istraživanju uzorak se sastojao od 10 ispitanika s iskustvom u naglom smanjenju tjelesne mase i 8 ispitanika bez takvog iskustva. Ispitanici su tijekom pet dana smanjili 5% tjelesne mase, nakon čega su imali četiri sata za rehidraciju i unos hrane. Tjelesna izvedba procijenjena je testom na ručnom biciklu pri opterećenju od 40% tjelesne mase. Rezultati istraživanja pokazali su da ni u jednoj skupini nije došlo do pada vršne ni prosječne snage izražene u wattima. Nadalje, nije utvrđena razlika između skupina ni nakon kraćeg ni nakon duljeg perioda oporavka. Važno je istaknuti da su u tom istraživanju obje skupine imale identičan protokol naglog smanjenja tjelesne mase, kao i jednake smjernice za oporavak. Time je uvelike neutraliziran potencijalni utjecaj neiskustva kod skupine koja inače ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, budući da su svi ispitanici imali jednake

informacije o manipulaciji tjelesnom masom i strategijama oporavka. Sličan metodološki pristup primijenjen je i u ovom istraživanju, pri čemu su obje eksperimentalne skupine provodile identičan protokol naglog smanjenja tjelesne mase, dok je faza oporavka bila ad libitum. U praksi, sportaši koji ne prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase često nemaju znanja o optimalnim strategijama dehidracije i rehidracije, niti o pravilnom unosu makronutrijenata u fazi oporavka. Stoga je moguće da bi u stvarnim uvjetima natjecanja razlike bile izraženije nego što to pokazuju rezultati istraživanja.

Rezultati ovog istraživanja samo su djelomično u skladu s nalazima Mendesa i suradnika. Za razliku od navedenog istraživanja u kojem nije utvrđena značajna interakcija vrijeme × skupina ni za jednu varijablu, u ovom istraživanju utvrđena je statistički značajna interakcija za tri varijable: specifičnu težinu urina (USG, $p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,35$), stražnji čučanj ($p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,33$) i broj bacanja u SJFT-u ($p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,24$). Ove interakcije ukazuju na to da se obrazac promjena kroz vremenske točke mjerenja razlikovao između skupina, ali ne u smjeru koji bi se očekivao. Naime, veličinom učinka izraženiji pad izvedbe zabilježen je u skupini P, koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, a ne u skupini NP, koja to ne čini. Kao što je detaljno obrazloženo u raspravama o mišićnoj jakosti i specifičnoj judo izvedbi, ovaj naizgled proturječan nalaz najvjerojatnije je posljedica razlika u razini pripremljenosti: sportaši skupine P postigli su više inicijalne vrijednosti u stražnjem čučnju (133,75 naspram 119,38 kg) i SJFT-u (26,75 naspram 23,75 bacanja), čime su bili bliže stvarnom fiziološkom maksimumu te je svaki negativni čimbenik uzrokovan naglim smanjenjem tjelesne mase imao vidljiviji učinak na izvedbu. Kod sportaša skupine NP pad izvedbe također je bio prisutan i u određenim varijablama statistički značajan, ali manji u apsolutnim i relativnim vrijednostima.

Za preostale varijable (potisak s ravne klupe, CMJ, bacanje medicinke, Bac2SKL90) interakcija vrijeme × skupina nije bila statistički značajna, što je u skladu s nalazima Mendesa i suradnika. Međutim, deskriptivni podaci konzistentno pokazuju pad izvedbe u obje eksperimentalne skupine nakon 2 sata oporavka u gotovo svim varijablama, uz djelomičan ili potpun oporavak nakon 15 sati. Izostanak statističke značajnosti u tim varijablama može biti posljedica ograničene veličine uzorka ($n = 8$ po skupini) i velike interindividualne varijabilnosti, osobito u testovima maksimalne jakosti.

Istovremeno je u više varijabli zabilježen statistički značajan glavni učinak skupine: potisak s ravne klupe ($p = 0,02$; $\eta p^2 = 0,32$), stražnji čučanj ($p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,45$), bacanje medicinke ($p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,49$), SJFT ($p = 0,04$; $\eta p^2 = 0,27$) i Bac2SKL90 ($p < 0,01$; $\eta p^2 = 0,45$). Ove

razlike vjerojatnije odražavaju dugoročne razlike u treniranosti, iskustvu natjecanja i adaptaciji na visokointenzivni stres nego sam akutni učinak naglog smanjenja tjelesne mase. Sportaši u ovom istraživanju koji redovito prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase bili su višeg ranga prema uspješnosti, a samim time i uključeni u intenzivniji trening od sportaša u kontrolnoj skupini koji su bili uključeni u judo na nižoj razini.

Značajna interakcija za USG ukazuje na različitu dinamiku dehidracije i rehidracije između skupina. Dok su obje eksperimentalne skupine pokazale sličan stupanj dehidracije neposredno nakon vaganja (P: 1,024; NP: 1,023), skupina P pokazala je brži oporavak tjelesne mase bez istovremeno proporcionalnog oporavka statusa hidriranosti. Kao što je istaknuto u raspravi o stanju hidriranosti, ovaj nalaz može upućivati na to da iskustvo s naglim smanjivanjem tjelesne mase može utjecati na strategije oporavka, ali ne nužno i na potpuni oporavak intracelularne hidracije.

Ograničenje unosa energije, osobito kada je popraćeno dehidracijom, dovodi do niza metaboličkih i hormonalnih promjena uključujući snižene razine hormona štitnjače, leptina, inzulina i testosterona te povišene razine kortizola i ghrelina, čija je primarna svrha očuvanje energije i sprječavanje daljnjeg gubitka tjelesne mase (Trexler et al., 2014; Kim, 2008; Margetic et al., 2002; Rooyackers i Nair, 1997; De Maddalena et al., 2012; Ariyasu i sur., 2001). Takve promjene mogu negativno utjecati na očuvanje mišićne mase, regulaciju apetita i ukupnu tjelesnu izvedbu, osobito ako se naglo smanjenje tjelesne mase ponavlja učestalo tijekom sezone.

U tom kontekstu, izostanak statistički značajnih razlika između skupina u pojedinim varijablama ovog istraživanja ne isključuje postojanje različitih fizioloških strategija prilagodbe. Moguće je da sportaši koji redovito prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase razvijaju funkcionalne adaptacije koje im omogućuju održavanje tjelesne izvedbe unatoč nepovoljnim hormonalnim i metaboličkim promjenama, dok sportaši bez tog iskustva postižu slične izvedbene ishode uz veći relativni fiziološki i psihološki trošak. Rezultati za SJFT djelomično ilustriraju složenost ovih odnosa: obje skupine pokazale su statistički značajan pad broja bacanja između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja, no pad je bio izraženiji u skupini P (Cohenov d = 0,80) nego u skupini NP (Cohenov d = 0,38). U obje skupine zabilježen je gotovo potpun oporavak izvedbe nakon 15 sati, što ukazuje na to da je negativni učinak naglog smanjenja tjelesne mase prolaznog karaktera u objema skupinama. Iskustvo s naglim

smanjivanjem tjelesne mase, dakle, ne pruža zaštitu od akutnog pada izvedbe, ali bi moglo igrati ulogu u dinamici i strategijama oporavka.

Ako se sportaši učestalo izlažu naglom smanjenju tjelesne mase, navedene hormonalne adaptacije mogu postati kronične i imati dugoročno negativne posljedice. Niska dostupnost energije i nizak postotak tjelesne masti percipiraju se kao prijetnja homeostazi, što rezultira endokrinim odgovorima usmjerenima na očuvanje energije i promicanje ponovnog povećanja tjelesne mase (Trexler et al., 2014). Unatoč navedenim rizicima, postoje strategije koje mogu ublažiti negativne učinke niskog energetskog unosa. Trening s opterećenjem u kombinaciji s povećanim unosom proteina (više od 2,3 g/kg tjelesne mase) pokazao se učinkovitim u očuvanju nemasne mase čak i u uvjetima značajnog kalorijskog deficita (Bryner et al., 1999; Mettler et al., 2010). Međutim, iako je kratkoročno moguće umanjiti neželjene učinke naglog smanjenja tjelesne mase, dokazi upućuju na to da ponavljani ciklusi naglog smanjenja i ponovnog povećanja tjelesne mase mogu dugoročno dovesti do povećanja tjelesne mase i nepovoljne promjene u tjelesnoj kompoziciji (Saarni et al., 2006).

U ovom istraživanju nisu simulirani uvjeti stvarne judo borbe, a izvan samog natjecanja teško je postići jednak fiziološki odgovor i tjelesni angažman koji se javlja u takvom stresnom okruženju. Budući da je natjecateljski stres teško reproducirati izvan stvarnog natjecanja, moguće je da bi sportaši koji ne prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase pokazali lošiju izvedbu u stvarnim natjecateljskim uvjetima u odnosu na sportaše s iskustvom u tom procesu, unatoč tome što u kontroliranim uvjetima testiranja razlike u parametrima kondicijske pripremljenosti nisu bile konzistentno utvrđene.

Moguće je da se adaptacije na naglo smanjenje tjelesne mase izraženije očituju u psihološkoj domeni, što nije bilo predmet ovog istraživanja. Sportaši koji redovito prolaze kroz ovaj proces mogu razviti određenu otpornost na negativne psihološke učinke poput osjećaja gladi, umora i nelagode. Ipak, istraživanja pokazuju da naglo smanjenje tjelesne mase često prati smanjenje kratkotrajne memorije, koncentracije i samopouzdanja te povećan osjećaj umora i simptoma depresije (Degoutte et al., 2006; Dube, Gouws i Breukelman, 2022). Takve promjene mogu imati izravan negativan utjecaj na izvedbu u judu, gdje su brzina donošenja odluka, taktička prilagodba i sposobnost praćenja uputa trenera ključni za uspjeh.

Hipoteza H2, prema kojoj se očekivao veći pad izvedbe u skupini koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase u usporedbi sa skupinom koja ga redovito prakticira, ovim istraživanjem nije prihvaćena. Suprotno očekivanjima, izraženiji pad izvedbe u značajnim

interakcijama (stražnji čučanj i SJFT) zabilježen je u skupini P. Kao što je obrazloženo, ovaj nalaz najvjerojatnije ne odražava manjak prilagodbe na ponavljani RWL, već viši inicijalni izvedbeni nivo skupine P koji je omogućio jasniju manifestaciju negativnog učinka. Ukupno gledano, s visokom se sigurnošću može reći da rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da iskustvo u naglom smanjenju tjelesne mase ne pruža zaštitni učinak na kondicijsku pripremljenost u kontroliranim uvjetima, a značajne interakcije za USG, stražnji čučanj i SJFT upućuju na to da se obrasci promjena razlikuju između skupina. Razlike su, međutim, u suprotnom smjeru od očekivanog, pri čemu iskusniji sportaši pokazuju izraženiji pad, što je najvjerojatnije posljedica njihove više bazične razine izvedbe, a ne veće osjetljivosti na naglo smanjenje tjelesne mase. Buduća istraživanja trebala bi uključiti psihološke varijable, hormonalne markere i simulaciju natjecateljskih uvjeta kako bi se dobila cjelovitija slika učinka iskustva u naglom smanjenju tjelesne mase na ukupnu sportsku izvedbu.

7. PREDNOSTI I NEDOSTACI ISTRAŽIVANJA

Navođenje prednosti i nedostataka neizostavan je dio svakog istraživačkog rada jer omogućuje realnu interpretaciju dobivenih rezultata te pruža smjernice za unaprjeđenje u budućim istraživanjima. U svrhu transparentnosti, kao i olakšavanja planiranja i provedbe budućih istraživanja u području naglog smanjenja tjelesne mase i njegovih promjena na parametre kondicijske pripremljenosti u judu, u nastavku se iznose metodološka ograničenja ovog istraživanja.

Judo je borilački sport izrazito visokog intenziteta u kojem se izvedba ne temelji na jednom izoliranom maksimalnom podražaju, već na nizu ponavljanih eksplozivnih kretnji. U tom kontekstu, jedno od ograničenja ovog istraživanja jest činjenica da korišteni testovi nisu u potpunosti replicirali ponavljane maksimalne podražaje kakvi su karakteristični za stvarnu judo borbu. Protokoli ponavljanih napora, poput testova ponavljanih sprintova ili ponavljanih serija skokova/bacanja medicinke s nepotpunim oporavkom, mogli bi osjetljivije detektirati negativne promjene nakon naglog smanjenja tjelesne mase, budući da rezultati ovog istraživanja jasno pokazuju da su testovi s ponavljanim naporima (SJFT, Bac2SKL90) bili osjetljiviji od testova s jednom maksimalnom kontrakcijom. Međutim, validirani protokoli za takve testove u kontekstu juda trenutno ne postoje u literaturi, što je ograničilo mogućnost njihove primjene. Konstrukcija i validacija takvih testova trebala bi biti jedan od prioriteta budućih istraživanja u ovom području.

Dodatno ograničenje odnosi se na nemogućnost ponavljanja specifičnih judo testova (SJFT i Bac2SKL90) u više serija unutar istog mjernog protokola, čime bi se mogla procijeniti dinamika pada izvedbe u uvjetima sličnim natjecateljskom danu u judu. Baterija testova korištena u ovom istraživanju bila je opsežna i uključivala je procjenu hidriranosti, antropometrijska mjerenja, testove balističke izvedbe, testove maksimalne jakosti i dva specifična judo testa u svakoj vremenskoj točki mjerenja. Dodavanje ponavljanih serija specifičnih testova značajno bi produljilo ukupno trajanje testiranja i akumuliralo zamor koji bi mogao negativno utjecati na rezultate kasnijih testova, čime bi bila narušena pouzdanost cjelokupnog mjernog protokola. U budućim istraživanjima bilo bi preporučljivo koristiti reducirani broj testova kako bi se omogućilo ponavljanje specifičnih judo testova u više serija i time bolje simulirala struktura natjecateljskog dana, u kojoj sportaš ima nekoliko borbi tijekom kojih kumulativni umor i

ograničeno vrijeme za oporavak mogu značajno utjecati na izvedbu u kasnijim fazama natjecanja.

Nadalje, u testovima jakosti nije korišten uređaj za kontrolu brzine izvedbe ponavljanja. Iako su ispitanici bili motivirani i upoznati s protokolom istraživanja, bez objektivnog nadzora intenziteta izvedbe, primjerice putem inercijskih senzora, teško je u potpunosti isključiti varijabilnost u angažmanu ispitanika. Primjena takvih uređaja u budućim istraživanjima omogućila bi objektivniju procjenu stope razvoja sile i brzine kontrakcije, koje mogu biti osjetljivije na promjene nakon naglog smanjenja tjelesne mase od samog 1RM rezultata.

Nadalje, protokoli smanjenja tjelesne mase te ponovnog unosa nutrijenata i tekućine u fazi oporavka nisu bili u potpunosti standardizirani. Ispitanicima su dane opće preporuke, no sam proces nije bio izravno kontroliran ni nadziran, čime je omogućena individualna varijabilnost u količini i vremenskom rasporedu unosa hrane i tekućine tijekom oporavka. Slijedom navedenog, ne može se u potpunosti isključiti mogućnost da uočene razlike u oporavku između skupina djelomično proizlaze iz nejednakog unosa nutrijenata i tekućine. U budućim istraživanjima bilo bi preporučljivo primijeniti standardizirane i nadzirane protokole smanjenja tjelesne mase i rehidracije kako bi se navedena varijabilnost mogla kontrolirati.

Osim toga, skupine ispitanika nisu bile izjednačene prema početnoj razini kondicijske pripremljenosti. Skupina koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase (P) u većini je testova već u inicijalnom mjerenju ostvarila više vrijednosti od preostalih dviju skupina, što upućuje na to da se radilo o natjecateljski kvalitetnijim sportašima. Budući da su skupine formirane prema dotadašnjoj praksi naglog smanjenja tjelesne mase, a ne slučajnim raspoređivanjem, razlike u početnoj razini pripremljenosti mogle su utjecati na obrasce promjena i oporavka među skupinama. Slijedom navedenog, uočene razlike u oporavku ne mogu se pripisati isključivo dotadašnjoj praksi naglog smanjenja tjelesne mase, već i početnim razlikama u kvaliteti i razini pripremljenosti ispitanika. Buduća istraživanja trebala bi, gdje je to moguće, nastojati izjednačiti skupine prema početnoj razini pripremljenosti ili je uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata.

Naposljetku, veličina uzorka (n = 8 po skupini) predstavlja ograničenje ovog istraživanja, osobito za međugrupne usporedbe. S obzirom na ograničenu veličinu uzorka, snaga testa za detekciju manjih učinaka bila je ograničena, što je moglo pridonijeti izostanku statističke značajnosti u pojedinim varijablama unatoč konzistentnim deskriptivnim obrascima pada izvedbe. Međutim, s obzirom na specifičnost uzorka, koji je uključivao aktivne judaše

nacionalnog i međunarodnog ranga, ograničena dostupnost ispitanika bila je neizbježna, što je ograničenje prisutno i u većini usporedivih istraživanja u ovom području.

8. ZAKLJUČAK

Primarni cilj ovog istraživanja bio je ispitati promjene parametara kondicijske pripremljenosti nakon naglog smanjenja tjelesne mase u dva vremenska uvjeta oporavka, odnosno nakon 2 sata i nakon 15 sati oporavka. Dobiveni rezultati upućuju na to da je naglo smanjenje tjelesne mase od 4 do 5,5% praćeno značajnim pogoršanjem statusa hidriranosti sportaša te diferenciranim promjenama u parametrima kondicijske pripremljenosti, čiji intenzitet ovisi o prirodi testa i strukturi opterećenja.

Na temelju dobivenih rezultata, hipoteza H1 djelomično se prihvaća. Pokazatelji kondicijske pripremljenosti bili su smanjenih vrijednosti nakon 2 sata oporavka u specifičnim judo testovima u obje eksperimentalne skupine te u testu stražnjeg čučnja u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase. Za balističke pokrete (skok s pripremom i bacanje medicinke) i za potisak s ravne klupe značajan pad između pojedinih vremenskih točaka mjerenja nije utvrđen, iako su deskriptivni podaci konzistentno upućivali na blagi trend smanjenja. Nakon 15 sati oporavka vrijednosti su se u većini varijabli vratile blizu inicijalnih razina, što upućuje na djelomičan do potpun oporavak. Hipoteza H2 se odbacuje. Očekivani veći pad kod skupine koja ne prakticira naglo smanjenje tjelesne mase nije potvrđen. Naprotiv, izraženiji pad zabilježen je u skupini koja redovito prakticira ovu praksu, što je najvjerojatnije povezano s njihovom višom bazičnom razinom izvedbe.

Najizraženiji pad utvrđen je u specifičnim judo testovima. Obje eksperimentalne skupine zabilježile su značajan pad broja bacanja u SJFT-u nakon 2 sata oporavka, uz gotovo potpun oporavak nakon 15 sati. Pad je bio izraženiji u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, kako u apsolutnim vrijednostima tako i po veličini učinka. Sličan obrazac zabilježen je u testu Bac2SKL90, koji također procjenjuje specifičnu judo izvedbu. Uz pad izvedbe, utvrđeno je i povišenje frekvencije srca nakon minute oporavka u tranzitivnom mjerenju, što upućuje na povećano kardiovaskularno opterećenje. Povišene vrijednosti frekvencije srca sugeriraju da sportaši nakon naglog smanjenja tjelesne mase postižu sličnu razinu izvedbe uz veći relativni fiziološki napor, što se može tumačiti kao pokazatelj narušene homeostaze organizma.

Za mišićnu jakost promjene su bile diferencirane ovisno o testiranoj regiji tijela. Stražnji čučanj pokazao je značajan pad jakosti samo u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, dok u skupini bez te prakse i kontrolnoj skupini pad nije bio izražen. Za potisak

s ravne klupe pojedinačne usporedbe između vremenskih točaka mjerenja nisu pokazale značajne razlike, iako deskriptivni podaci konzistentno upućuju na blagi pad u obje eksperimentalne skupine. Balistička izvedba mjerena skokom s pripremom i bacanjem medicinke ostala je očuvana, što upućuje na to da pojedinačni eksplozivni pokreti kratkog trajanja ne pokazuju mjerljiv pad nakon naglog smanjenja tjelesne mase.

Status hidriranosti pokazao se najosjetljivijom varijablom istraživanja. Obje eksperimentalne skupine ušle su u stanje dehidracije neposredno nakon naglog smanjenja tjelesne mase. Osobito je važan nalaz o nesrazmjeru između oporavka tjelesne mase i oporavka statusa hidriranosti: dok je tjelesna masa u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase nakon 15 sati gotovo u potpunosti vraćena na inicijalne vrijednosti, specifična težina urina ostala je povišena u odnosu na inicijalno mjerenje. Navedeno upućuje na to da povratak tjelesne mase ne znači nužno i potpuni oporavak statusa hidriranosti, već može biti posljedica unosa hrane i obnove glikogenskih zaliha.

Specifična judo izvedba predstavlja složen i višedimenzionalan konstrukt koji uključuje istovremeno održavanje visoke razine tehničke izvedbe te motoričkih i funkcionalnih sposobnosti. Upravo zbog te kompleksnosti, čak i relativno mali poremećaji u statusu hidriranosti, energetskom statusu ili termoregulaciji mogu se odraziti na ukupnu izvedbu u natjecateljskim uvjetima. Rezultati ovog istraživanja upućuju na zaključak da sportaši nakon naglog smanjenja tjelesne mase, osobito nakon samo 2 sata oporavka, ne ulaze u testiranja u optimalnom fiziološkom stanju, iako se taj deficit ne mora nužno očitovati kroz statistički značajan pad izvedbe u svim testovima.

Ostaje otvoreno pitanje u kojoj će se mjeri ovakvo narušeno fiziološko stanje reflektirati na stvarnu sportsku izvedbu u natjecateljskim uvjetima. Natjecateljsko okruženje karakterizira visoka razina pobuđenosti i motivacije, što kod vrhunskih sportaša može privremeno maskirati negativne posljedice dehidracije i energetskog deficita. Međutim, čak i u takvim uvjetima, povećani fiziološki stres može rezultirati bržim nastupom zamora, sporijim oporavkom između borbi te većim rizikom od pogrešaka u završnim fazama borbe ili natjecanja.

Sekundarni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u promjenama parametara kondicijske pripremljenosti nakon naglog smanjenja tjelesne mase između sportaša koji redovito prakticiraju naglo smanjenje tjelesne mase i onih koji to ne čine. Rezultati su pokazali da iskustvo u prakticiranju naglog smanjenja tjelesne mase nije pružilo zaštitni učinak na kondicijsku pripremljenost. Različita dinamika promjena između skupina utvrđena je za status

hidriranosti, jakost donjih ekstremiteta i specifičnu judo izvedbu u SJFT-u. Međutim, u svim slučajevima izraženiji pad zabilježen je u skupini koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase, a ne u skupini bez te prakse, što je suprotno od očekivanog. Ovaj nalaz najvjerojatnije je posljedica razlika u razini pripremljenosti: sportaši s iskustvom u naglom smanjenju tjelesne mase postigli su više inicijalne vrijednosti, čime su bili bliže stvarnom fiziološkom maksimumu, pa je svaki negativni čimbenik imao vidljiviji odraz na izvedbu. Pri tumačenju navedenih razlika između skupina treba uzeti u obzir i kontekst sportskog kalendara u kojem je istraživanje provedeno. Vrhunski judaši tijekom godine prolaze kroz složenu strukturu natjecanja i trening kampova zbog čega je izrazito teško odrediti period koji je u potpunosti slobodan od kumulativnog trenažnog i natjecateljskog opterećenja. Sportaši skupine koja redovito prakticira naglo smanjenje tjelesne mase ujedno su pripadnici višeg natjecateljskog ranga te su tijekom čitave sezone uključeni u veći broj natjecanja, pripremnih kampova i međunarodnih putovanja. Stoga je moguće da su u trenutku testiranja nosili određeni stupanj rezidualnog umora ili nepotpuno obnovljenih trenažnih opterećenja, što je moglo dodatno pojačati osjetljivost organizma na akutne podražaje poput dehidracije i energetske restrikcije. Sportaši bez iskustva u naglom smanjenju tjelesne mase, koji su uglavnom natjecatelji nižeg ranga, imaju rjeđi natjecateljski raspored i manje izložen trenažni ciklus, što im je u uvjetima ovog istraživanja moglo omogućiti relativno bolju početnu pripremljenost u smislu fiziološke svježine. Važno je pritom naglasiti da su protokol smanjenja tjelesne mase, kao i faza oporavka, bili identični za sve ispitanike, čime je ujednačen jedan od ključnih izvora varijabilnosti koji u stvarnim natjecateljskim uvjetima često dovodi do različitih ishoda. Dobiveni nalazi upućuju na to da ključnu ulogu u očuvanju tjelesne izvedbe nakon naglog smanjenja tjelesne mase ima kvaliteta samog procesa manipulacije tjelesnom masom te struktura oporavka, a ne nužno prethodno iskustvo sportaša u takvim praksama. Kada su sportaši adekvatno educirani, pravilno rehidrirani i opskrbljeni odgovarajućim količinama makronutrijenata, razlike između iskusnih i neiskusnih sportaša mogu biti minimalne, barem u kratkoročnom vremenskom okviru.

Unatoč tome, izostanak statistički značajnih razlika u nekim testovima ne umanjuje znanstvenu i praktičnu vrijednost ovog istraživanja. Dizajn istraživanja, koji je uključivao dva vremenska perioda oporavka, omogućio je realističnu simulaciju uvjeta s kojima se sportaši susreću na judo natjecanjima. Opseg smanjenja tjelesne mase bio je unutar granica koje se u praksi često smatraju prihvatljivima i sigurnima, a tako su i definirani pravilima IJF-a. U tom kontekstu može se zaključiti da jednokratno naglo smanjenje tjelesne mase umjerenog opsega vjerojatno

neće imati presudan negativan odraz na tjelesnu izvedbu, osobito ako je sportašu omogućen dovoljno dug period oporavka. Promjene u pravilima vaganja na međunarodnim judo natjecanjima, posebice na svjetskoj judo turneji, dodatno su povećale vremenski razmak između službenog vaganja i početka natjecanja, koji u pojedinim slučajevima iznosi više od 17 do 18 sati. Time je sportašima omogućena kvalitetnija rehidracija i prehrambeni oporavak. Međutim, istovremeno se otvara pitanje hoće li takva pravila potaknuti sportaše na agresivnije i potencijalno rizičnije strategije naglog smanjenja tjelesne mase u nastojanju ostvarivanja natjecateljske prednosti.

Naglo smanjenje tjelesne mase predstavlja specifičan i dugoročno problematičan fenomen borilačkih sportova koji u kontroliranim istraživačkim uvjetima ne mora nužno pokazivati izražene akutne negativne posljedice, ali u stvarnim okolnostima dugotrajne natjecateljske sezone i višegodišnje sportske karijere može imati kumulativno štetne posljedice. Sportaši tijekom godine često prolaze kroz više ciklusa smanjenja i ponovnog povećanja tjelesne mase, uz istodobnu izloženost visokom volumenu i intenzitetu treninga. Takva kombinacija povećava rizik od kroničnog zamora i ozljeda. Osim toga, svaki sportaš predstavlja jedinstvenu cjelinu sastavljenu od morfoloških, fizioloških, genetskih, psiholoških, emocionalnih i socijalnih čimbenika. Upravo ta individualna raznolikost znači da isti pristup naglom smanjenju tjelesne mase neće imati jednak odraz kod svih sportaša. Ono što kod jednog sportaša može rezultirati očuvanom izvedbom, kod drugoga može dovesti do značajnog pada izvedbe. Dodatno, promjene nakon naglog smanjenja tjelesne mase mogu se razlikovati i unutar iste osobe tijekom dugotrajne seniorske karijere, ovisno o dobi, trenažnom statusu, razini stresa i zdravstvenom stanju.

Zaključno, naglo smanjenje tjelesne mase može se smatrati nepoželjnim i potencijalno rizičnim ponašanjem u sportu. Iako ne postoji jasan znanstveni konsenzus o njegovim akutnim posljedicama na izvedbu, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da je naglo smanjenje tjelesne mase praćeno mjerljivim padom u specifičnim judo testovima, značajnim narušavanjem statusa hidriranosti i povećanim kardiovaskularnim opterećenjem, čak i kada izvedbeni pad u pojedinačnim testovima jakosti i balističke izvedbe nije statistički značajan. U sportu poput juda, gdje male razlike često odlučuju ishod borbe, takvi poremećaji mogu imati važan praktični značaj.

9. LITERATURA

1. Alderman, B., Landers, D. M., Carlson, J. and Scott, J. R. (2004) 'Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), pp. 249–252. doi: 10.1249/01.MSS.0000113668.03443.66.

2. Aragón, L.F. (2000) 'Evaluation of four vertical jump tests: methodology, reliability, validity, and accuracy', *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4(4), pp. 215–228. doi: 10.1207/S15327841MPEE0404_2

3. Araújo, D., Teixeira, V. H., Carvalho, P. and Amaral, T. F. (2018) 'Exercise induced dehydration status and skinfold compressibility in athletes: an intervention study', *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 27(1), pp. 189–194. doi: 10.6133/apjcn.022017.20.

4. Ariyasu, H., Takaya, K., Tagami, T., Ogawa, Y., Hosoda, K., Akamizu, T., Suda, M., Koh, T., Natsui, K., Toyooka, S., Shirakami, G., Usui, T., Shimatsu, A., Doi, K., Hosoda, H., Kojima, M., Kangawa, K. and Nakao, K. (2001) 'Stomach is a major source of circulating ghrelin, and feeding state determines plasma ghrelin-like immunoreactivity levels in humans', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(10), pp. 4753–4758. doi: 10.1210/jcem.86.10.7885.

5. Armstrong, L. E. (2005) 'Hydration assessment techniques', *Nutrition Review*, 63, pp. S40–S54.

6. Armstrong, L. E. (2020) *Performing in Extreme Environments*. Champaign, IL: Human Kinetics.

7. Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M. and Lancha, A. H. Jr (2010) 'Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), pp. 436–442. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181ba8055.

8. Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., Benatti, F. B., Fuchs, M. and Lancha Junior, A. H. (2010) 'Rapid weight loss

followed by recovery time does not affect judo-related performance', *Journal of Sports Sciences*, 28(1), pp. 21–32. doi: 10.1080/02640410903428574.

9. Artioli, G. G., Saunders, B., Iglesias, R. T. and Franchini, E. (2016) 'It is Time to Ban Rapid Weight Loss from Combat Sports', *Sports Medicine*, 46(11), pp. 1579–1584.

10. Associated Press (1996) 'Judo Star Dies of Heart Attack; Diet Blamed', *Associated Press*, 1996.

11. Baechle, T. R. i Earle, R. W. (2000) *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 2. izd. Champaign, IL: Human Kinetics.

12. Bakhshinejad, J. A., Ramer, J. D., Dunsmore, K. A., Pelton, L. M. and Berglund, L. (2025) 'Effects of Intensity and Fatigue on the Kinetics and Kinematics of the Barbell Squat, Bench Press, and Deadlift in Experienced Lifters: A Systematic Review', *Sports Medicine – Open*, 11(1), 115. doi: 10.1186/s40798-025-00921-x.

13. Baribeau, V., Kirk, C., Le, D. Q., Bose, A., Mueller, A., French, D., Sarge, T., Langan-Evans, C., Reale, R. and Murugappan, K. R. (2022) 'Rapid Weight Gain and Weight Differential Predict Competitive Success in 2100 Professional Combat-Sport Athletes', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(1), pp. 85–94. doi: 10.1123/ijspp.2022-0204.

14. Barley, O. R., Chapman, D. W. and Abbiss, C. R. (2018) 'Weight Loss Strategies in Combat Sports and Concerning Habits in Mixed Martial Arts', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), pp. 933–939.

15. Barley, O. R., Iredale, F., Chapman, D. W., Hopper, A. and Abbiss, C. R. (2018) 'Repeat Effort Performance Is Reduced 24 Hours After Acute Dehydration in Mixed Martial Arts Athletes', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), pp. 2555–2561. doi: 10.1519/JSC.0000000000002249.

16. Barreto, L. B. M., Santos, M. A., Fernandes Da Costa, L. O., Valenzuela, D., Martins, F. J., Slimani, M., Bragazzi, N. L., Miarka, B. and Brito, C. J. (2022) 'Combat Time in International Male Judo Competitions: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Frontiers in Psychology*, 13, 817210. doi: 10.3389/fpsyg.2022.817210.

17. Berkovich, B., Eliakim, A., Nemet, D., Stark, A. H. and Sinai, T. (2016) 'Rapid Weight Loss Among Adolescents Participating In Competitive Judo', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(3), pp. 276–284.

18. Berkovich, B., Stark, A. H., Eliakim, A., Nemet, D. and Sinai, T. (2019) 'Rapid Weight Loss in Competitive Judo and Taekwondo Athletes: Attitudes and Practices of Coaches and Trainers', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(5), pp. 532–538.

19. Bishop, D., Girard, O. and Mendez-Villanueva, A. (2011) 'Repeated-sprint ability – part II: recommendations for training', *Sports Medicine*, 41(9), pp. 741–756. doi: 10.2165/11590560-000000000-00000.

20. Boccia, G., Dardanello, D., Tarperi, C., Festa, L., La Torre, A., Pellegrini, B., Schena, F. and Rainoldi, A. (2017) 'Fatigue-induced dissociation between rate of force development and maximal force across repeated rapid contractions', *Human Movement Science*, 54, pp. 267–275. doi: 10.1016/j.humov.2017.05.016.

21. Bryner, R. W., Ullrich, I. H., Sauers, J., Donley, D., Hornsby, G., Kolar, M. and Yeater, R. (1999) 'Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate', *Journal of the American College of Nutrition*, 18(2), pp. 115–121. doi: 10.1080/07315724.1999.10718838.

22. Burke, L. M., Slater, G. J., Matthews, J. J., Langan-Evans, C. i Horswill, C. A. (2021) 'ACSM Expert Consensus Statement on Weight Loss in Weight-Category Sports', *Current Sports Medicine Reports*, 20(4), str. 199–217.

23. Burke, L. M., van Loon, L. J. C. and Hawley, J. A. (2017) 'Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans', *Journal of Applied Physiology*, 122(5), pp. 1055–1067. doi: 10.1152/japplphysiol.00860.2016.

24. Calbet, J. A., Ponce-González, J. G., Pérez-Suárez, I., de la Calle Herrero, J. and Holmberg, H. C. (2015) 'A time-efficient reduction of fat mass in 4 days with exercise and caloric restriction', *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(2), pp. 223–233. doi: 10.1111/sms.12194.

25. Campbell, B., Kreider, R. B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., Landis, J., Lopez, H. and Antonio, J. (2007) 'International Society of Sports Nutrition

position stand: protein and exercise', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4, 8. doi: 10.1186/1550-2783-4-8.

26. Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S. E., Roberts, W. O. and Stone, J. A. (2000) 'National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid replacement for athletes', *Journal of Athletic Training*, 35(2), pp. 212–224.

27. Ceylan, B. and Balci, S. S. (2023) 'Dehydration and Rapid Weight Gain Between Weigh-in and Competition in Judo Athletes: The Differences between Women and Men', *Research in Sports Medicine*, 31(4), pp. 462–472. doi: 10.1080/15438627.2021.1989435.

28. Ceylan, B., Aydos, L. and Šimenko, J. (2022) 'Effect of Rapid Weight Loss on Hydration Status and Performance in Elite Judo Athletes', *Biology*, 11(4), 500. doi: 10.3390/biology11040500.

29. Ceylan, B., Barley, O. R. and Balci, S. S. (2023) 'Changes in body mass and hydration status in judo athletes before and after a top-level competition: a descriptive case study', *The Physician and Sportsmedicine*, 51(3), pp. 228–233. doi: 10.1080/00913847.2022.2026200.

30. Ceylan, B., Baydil, B. and Aydos, L. (2021) 'Weigh-in time affects hydration status and acute weight gain in combat sports: A comparison of judo and wrestling', *Revista De Artes Marciales Asiáticas*, 16(2), pp. 80–88. doi: 10.18002/rama.v16i2.7020.

31. Ceylan, B., Kons, R. L., Detanico, D. and Šimenko, J. (2022) 'Acute Dehydration Impairs Performance and Physiological Responses in Highly Trained Judo Athletes', *Biology*, 11(6), 872. doi: 10.3390/biology11060872.

32. Chtourou, H., Engel, F. A., Fakhfakh, H., Fakhfakh, H., Hammouda, O., Ammar, A., Trabelsi, K., Souissi, N. and Sperlich, B. (2018) 'Diurnal Variation of Short-Term Repetitive Maximal Performance and Psychological Variables in Elite Judo Athletes', *Frontiers in Physiology*, 9, 1499. doi: 10.3389/fphys.2018.01499.

33. Cisar, C. J., Johnson, G. O., Fry, A. C., Housh, T. J. and Hughes, R. A. (1987) 'Preseason body composition, build, and strength as predictors of high school wrestling success', *Journal of Applied Sport Science Research*, 1, pp. 66–70.

34. Clarys, J. P., Martin, A. D., Drinkwater, D. T. and Marfell-Jones, M. J. (1987) 'The skinfold: myth and reality', *Journal of Sports Sciences*, 5(1), pp. 3–33. doi: 10.1080/02640418708729760.

35. Clarys, P., Ramon, K., Hagman, F., Deriemaker, P. and Zinzen, E. (2010) 'Influence of weight reduction on physical performance capacity in judoka', *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2, pp. 71–76.

36. Clemons, J. M., Campbell, B. and Jeansonne, C. (2010) 'Validity and reliability of a new test of upper body power', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, pp. 1559–1565.

37. Connor, J. and Egan, B. (2019) 'Prevalence, Magnitude and Methods of Rapid Weight Loss Reported by Male Mixed Martial Arts Athletes in Ireland', *Sports*, 7(9), 206. doi: 10.3390/sports7090206.

38. Connor, J. and Egan, B. (2021) 'Comparison of hot water immersion at self-adjusted maximum tolerable temperature, with or without the addition of salt, for rapid weight loss in mixed martial arts athletes', *Biology of Sport*, 38(1), pp. 89–96. doi: 10.5114/biolsport.2020.96947.

39. Connor, J., Shelley, A. and Egan, B. (2020) 'Comparison of hot water immersion at 37.8°C with or without salt for rapid weight loss in mixed martial arts athletes', *Journal of Sports Sciences*, 38(6), pp. 607–611. doi: 10.1080/02640414.2020.1721231.

40. Costill, D. L. and Sparks, K. E. (1973) 'Rapid fluid replacement following thermal dehydration', *Journal of Applied Physiology*, 34(3), pp. 299–303. doi: 10.1152/jappl.1973.34.3.299.

41. Coswig, V. S., Miarka, B., Pires, D. A., da Silva, L. M., Bartel, C. and Del Vecchio, F. B. (2019) 'Weight Regain, but not Weight Loss, Is Related to Competitive Success in Real-Life Mixed Martial Arts Competition', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(1), pp. 1–8.

42. Coufalová, K., Prokešová, E., Malý, T. and Heller, J. (2013) 'Body weight reduction in combat sports', *Archives of Budo*, 9(4), pp. 267–272.

43. Đapic Caput, P., Krstulovic, S., i Katic, R. (2013). 'Impact of Biomotor Dimensions on Efficiency of Young Judoka', *Collegium antropologicum*, 37(1), str. 87-92. Preuzeto s: https://hrcak.srce.hr/99513 (Datum pristupa: 16.09.2026.)

44. De Maddalena, C., Vodo, S., Petroni, A. and Aloisi, A. M. (2012) 'Impact of testosterone on body fat composition', *Journal of Cellular Physiology*, 227(12), pp. 3744–3748. doi: 10.1002/jcp.24096.

45. Degoutte, F., Jouanel, P., Bègue, R. J., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J. M. and Filaire, E. (2006) 'Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes', *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), pp. 9–18. doi: 10.1055/s-2005-837505.

46. Drid, P., Krstulovic, S., Erceg, M., Trivic, T., Stojanovic, M. and Ostojić, S. (2019) 'The effect of rapid weight loss on body composition and circulating markers of creatine metabolism in judokas', *Kinesiology*, 51(2), pp. 158–160.

47. Dube, A., Gouws, C. and Breukelman, G. (2022) 'Effects of hypohydration and fluid balance in athletes' cognitive performance: a systematic review', *African Health Sciences*, 22(1), pp. 367–376. doi: 10.4314/ahs.v22i1.45.

48. Dugonjić, B., Krstulović, S. and Kuvačić, G. (2019) 'Rapid Weight Loss Practices in Elite Kickboxers', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(6), pp. 583–588.

49. Egan, B. and Zierath, J. R. (2013) 'Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation', *Cell Metabolism*, 17(2), pp. 162–184. doi: 10.1016/j.cmet.2012.12.012.

50. Enoka, R. M. (2001) *Neuromechanics of Human Movement*. Champaign: Human Kinetics.

51. Ericsson, K. A. and Charness, N. (1994) 'Expert performance: Its structure and acquisition', *American Psychologist*, 49(8), pp. 725–747.

52. Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Nelson, R. K. and Mora-Rodriguez, R. (2015) 'Relationship between muscle water and glycogen recovery after prolonged exercise in the heat in humans', *European Journal of Applied Physiology*, 115(9), pp. 1919–1926. doi: 10.1007/s00421-015-3175-z.

53. Figlioli, F., Bianco, A., Thomas, E., Stajer, V., Korovljev, D., Trivic, T., Maksimovic, N. and Drid, P. (2021) 'Rapid Weight Loss Habits before a Competition in Sambo Athletes', *Nutrients*, 13, 1063. doi: 10.3390/nu13041063.

54. Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P. and Lac, G. (2001) 'Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes', *International Journal of Sports Medicine*, 22(6), pp. 454–459. doi: 10.1055/s-2001-16244.

55. Fleming, J., Sharman, M. J., Avery, N. G., Love, D. E., Gómez, A. L., Scheett, T. P., Kraemer, W. J. and Volek, J. S. (2003) 'Endurance Capacity and High-Intensity Exercise Performance Responses to a High-Fat Diet', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(4), pp. 466–478.

56. Fleming, S. and Costarelli, V. (2007) 'Nutrient intake and body composition in relation to making weight in young male Taekwondo players', *Nutrition and Food Science*, 37(5), pp. 358–366.

57. Fogelholm, G. M., Koskinen, R., Laakso, J., Rankinen, T. and Ruokonen, I. (1993) 'Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(3), pp. 371–377.

58. Fortes, L. S., Costa, B. D. V., Paes, P. P., Cyrino, E. S., Vianna, J. M. and Franchini, E. (2017) 'Effect of rapid weight loss on physical performance in judo athletes: Is rapid weight loss a help for judokas with weight problems?', *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17, pp. 763–773. doi: 10.1080/24748668.2017.1399323.

59. Franchini, E., Artioli, G. G. and Brito, C. J. (2014) 'Judo combat: time-motion analysis and physiology', *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), pp. 44–58.

60. Franchini, E., Brito, C. J. and Artioli, G. G. (2012) 'Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 52. doi: 10.1186/1550-2783-9-52.

61. Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A. and Artioli, G. G. (2011) 'Physiological profiles of elite judo athletes', *Sports Medicine*, 41(2), pp. 147–166. doi: 10.2165/11538580-000000000-00000.

62. Franchini, E., Sterkowicz, S., Szmatlan-Gabrys, U., Gabrys, T. and Garnys, M. (2011) 'Energy System Contributions to the Special Judo Fitness Test', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), pp. 334–343. doi: 10.1123/ijspp.6.3.334.

63. Franchini, E., Sterkowicz-Przybycien, K. and Yuri Takito, M. (2014) 'Anthropometrical Profile of Judo Athletes: Comparative Analysis Between Weight Categories', *International Journal of Morphology*, 32(1).

64. Franchini, E., Takito, M. Y. and Bertuzzi, R. (2005) 'Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists', *Archives of Budo*, 1, pp. 1–7.

65. Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M. A. P. D. and Sterkowicz, S. (2007) 'Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players', *Biology of Sport*, 24(4).

66. Goodman, C. and Snyder, T. (2013) *Differential Diagnosis for Physical Therapists: Screening for Referral*. 5. izd. St. Louis, MO: Saunders.

67. Grgic, J. and Varovic, D. (2022) 'Ergogenic Effects of Caffeine on Ballistic (Throwing) Performance: A Meta-Analytical Review', *Nutrients*, 14(19), 4155. doi: 10.3390/nu14194155.

68. Grgic, J., Lazinica, B., Schoenfeld, B. J. and Pedisic, Z. (2020) 'Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review', *Sports Medicine – Open*, 6(1), 31. doi: 10.1186/s40798-020-00260-z.

69. Guyton, A. C. (1995) *Fiziologija čovjeka i mehanizam bolesti*. 5. izd. Zagreb: Medicinska naklada.

70. Hall, C. J. and Lane, A. M. (2001) 'Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers', *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), pp. 390–395. doi: 10.1136/bjsm.35.6.390.

71. Haut, T. L. and Haut, R. C. (1997) 'The state of tissue hydration determines the strain-rate-sensitive stiffness of human patellar tendon', *Journal of Biomechanics*, 30(1), pp. 79–81. doi: 10.1016/s0021-9290(96)00108-x.

72. Helms, E. R., Zinn, C., Rowlands, D. S. and Brown, S. R. (2014) 'A Systematic Review of Dietary Protein During Caloric Restriction in Resistance Trained Lean Athletes: A

Case for Higher Intakes', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(2), pp. 127–138. doi: 10.1123/ijsnem.2013-0054.

73. Hillier, M., Sutton, L., James, L., Mojtahedi, D., Keay, N. and Hind, K. (2019) 'High Prevalence and Magnitude of Rapid Weight Loss in Mixed Martial Arts Athletes', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(5), pp. 512–517.

74. Housh, T. J., Johnson, G. O., Kenney, K. B., McDowell, S. L., Hughes, R. A., Cisar, C. J. and Thorland, W. G. (1989) 'Validity of anthropometric estimations of body composition in high school wrestlers', *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(3), pp. 239–245. doi: 10.1080/02701367.1989.10607446.

75. Hultman, E. (1967) 'Muscle glycogen in man determined in needle biopsy specimens: method and normal values', *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 19(3), pp. 209–217.

76. IJF (2017) *IJF Media Commission Report – IJF Congress, Budapest, August 25th 2017*. Dostupno na: https://ijf.org.

77. Jackson, A. S. and Pollock, M. L. (1978) 'Generalized equations for predicting body density of men', *British Journal of Nutrition*, 40(3), pp. 497–504. doi: 10.1079/bjn19780152.

78. Julio, U. F., Panissa, V. L., Esteves, J. V., Cury, R. L., Agostinho, M. F. and Franchini, E. (2017) 'Energy-System Contributions to Simulated Judo Matches', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), pp. 676–683. doi: 10.1123/ijspp.2015-0750.

79. Kaur, B., Ranawana, V. and Henry, J. (2016) 'The Glycemic Index of Rice and Rice Products: A Review, and Table of GI Values', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(2), pp. 215–236. doi: 10.1080/10408398.2012.717976.

80. Kazemi, M., Rahman, A. and De Ciantis, M. (2011) 'Weight cycling in adolescent Taekwondo athletes', *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 55(4), pp. 318–324.

81. Kell, R. T., Bell, G. i Quinney, A. (2001) 'Musculoskeletal Fitness, Health Outcomes and Quality of Life', *Sports Medicine*, 31(12), pp. 863–873. doi: 10.2165/00007256-200131120-00003.

82. Kenefick, R. W., Scheuvront, S. N., Leon, L. R. and O'Brien, K. K. (2012) 'Dehydration and rehydration', u *Wilderness Medicine Textbook*. Natick: U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine.

83. Kenney, H. E. (1930) 'The problem of weight making for wrestling meets', *Journal of Health and Physical Education*, 1, pp. 24–49.

84. Khorami, F., Foroutan, Y. and Sparrey, C. J. (2025) 'Investigating the impact of dehydration and hydration on In-Vivo hip soft tissue biomechanics', *PLoS ONE*, 20(8), e0328054. doi: 10.1371/journal.pone.0328054.

85. Kim, B. (2008) 'Thyroid hormone as a determinant of energy expenditure and the basal metabolic rate', *Thyroid*, 18(2), pp. 141–144. doi: 10.1089/thy.2007.0266.

86. Kiningham, R. B. and Gorenflo, D. W. (2001) 'Weight loss methods of high school wrestlers', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), pp. 810–813. doi: 10.1097/00005768-200105000-00021.

87. Knuiman, P., Hopman, M. T. and Mensink, M. (2015) 'Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise', *Nutrition and Metabolism*, 12, 59. doi: 10.1186/s12986-015-0055-9.

88. Kons, R. L., Agostinho, M. F., Lopes-Silva, J. P., Conceição Dos Santos, D. F., Detanico, D. and Franchini, E. (2022) 'More time for judo matches? Analysis of type of techniques, time, scores, and penalties in the Tokyo 2020 Olympic Games', *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 960365. doi: 10.3389/fspor.2022.960365.

89. Koral, J. and Dosseville, F. (2009) 'Combination of gradual and rapid weight loss: effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes', *Journal of Sports Sciences*, 27(2), pp. 115–120. doi: 10.1080/02640410802413214.

90. Krstulović, S., Žuvela, F., i Katić, R. (2006). 'Biomotor Systems in Elite Junior Judoists', *Collegium antropologicum*, 30(4), str. 845-851. Preuzeto s: https://hrcak.srce.hr/27671 (Datum pristupa: 16.09.2026.)

91. Kurz, T. (1994) *Stretching Scientifically: A Guide to Flexibility Training*. Stadion.

92. Kuvačić, G., Krstulović, S. i Đapić Caput, P. (2017) 'Factors Determining Success in Youth Judokas', *Journal of Human Kinetics*, 56, str. 207–217.

93. Lake, S. P., Snedeker, J. G., Wang, V. M., Awad, H., Screen, H. R. C. and Thomopoulos, S. (2023) 'Guidelines for ex vivo mechanical testing of tendon', *Journal of Orthopaedic Research*, 41(10), pp. 2105–2113. doi: 10.1002/jor.25647.

94. Lakicevic, N., Mani, D., Paoli, A., Roklicer, R., Bianco, A. and Drid, P. (2021) 'Weight cycling in combat sports: revisiting 25 years of scientific evidence', *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 154. doi: 10.1186/s13102-021-00381-2.

95. Lakicevic, N., Roklicer, R., Bianco, A., Mani, D., Paoli, A., Trivic, T., Ostojic, S. M., Milovancev, A., Maksimovic, N. and Drid, P. (2020) 'Effects of Rapid Weight Loss on Judo Athletes: A Systematic Review', *Nutrients*, 12(5), 1220. doi: 10.3390/nu12051220.

96. Lambert, E. V., Speechly, D. P., Dennis, S. C. and Noakes, T. D. (1994) 'Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet', *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(4), pp. 287–293.

97. Lech, G., Jaworski, J., Lyakh, V. and Krawczyk, R. (2011) 'Effect of the level of coordinated motor abilities on performance in junior judokas', *Journal of Human Kinetics*, 30, pp. 153–160. doi: 10.2478/v10078-011-0083-0.

98. Lech, G., Sertić, H., Sterkowicz, S., Sterkowicz-Przybycień, K., Jaworski, J. i Krawczyk, R. (2014) 'Effects of different aspects of coordination on the fighting methods and sport skill level in cadet judo contestants', *Kinesiology*, 46(1), pp. 69–78.

99. Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D. i Selig, S. (2009) 'The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals', *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), pp. 310–316. doi: 10.1016/j.jsams.2007.10.007.

100. Lorenzo, I., Serra-Prat, M. and Yébenes, J. C. (2019) 'The Role of Water Homeostasis in Muscle Function and Frailty: A Review', *Nutrients*, 11(8), 1857. doi: 10.3390/nu11081857.

101. Maeo, S., Balshaw, T. G., März, B., Zhou, Z., Haug, B., Martin, N. R. W., Maffulli, N. and Folland, J. P. (2024) 'Long-Term Resistance Trained Human Muscles Have More Fibers, More Myofibrils, and Tighter Myofilament Packing Than Untrained', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 56(10), pp. 1906–1915. doi: 10.1249/MSS.0000000000003495.

102. Margetic, S., Gazzola, C., Pegg, G. G. and Hill, R. A. (2002) 'Leptin: a review of its peripheral actions and interactions', *International Journal of Obesity*, 26(11), pp. 1407–1433. doi: 10.1038/sj.ijo.0802142.

103. Marković, G. (2008) 'Jakost i snaga u sportu: definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening', u Jukić, I., Milanović, D. i Gregov, C. (ur.) *Zbornik radova 6. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša 2008"*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, pp. 15–22.

104. Marković, G., Dizdar, D., Jukić, I. and Cardinale, M. (2004) 'Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), pp. 551–555.

105. Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E. and Artioli, G. G. (2019) 'The Magnitude of Rapid Weight Loss and Rapid Weight Gain in Combat Sport Athletes Preparing for Competition: A Systematic Review', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), pp. 441–452.

106. Mendes, S. H., Tritto, A. C., Guilherme, J. P., Solis, M. Y., Vieira, D. E., Franchini, E., Lancha, A. H. Jr and Artioli, G. G. (2013) 'Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role?', *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), pp. 1155–1160. doi: 10.1136/bjsports-2013-092689.

107. Meneghetti, C., Feraco, T., Ispiro, P., Pietsch, S. and Jansen, P. (2021) 'The practice of judo: How does it relate to different spatial abilities?', *Spatial Cognition and Computation*, 21(1), pp. 67–88. doi: 10.1080/13875868.2020.1830995.

108. Mettler, S., Mitchell, N. and Tipton, K. D. (2010) 'Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(2), pp. 326–337. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181b2ef8e.

109. Milanović, D., Šalaj, S., Jukić, I. i Gregov, C. (2013) *Teorija treninga: kineziologija sporta*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

110. Milošević, P. (2020) *Urine Hydration chart* [ilustracija]. Dostupno na: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Urine_Hydration_chart.jpg (Pristupljeno: 18.9.2026). Licenca: CC BY-SA 4.0.

111. Minton, D. M., O'Neal, E. K. and Torres-McGehee, T. M. (2015) 'Agreement of urine specific gravity measurements between manual and digital refractometers', *Journal of Athletic Training*, 50(1), pp. 59–64. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.47.

112. Mitchell, H. H., Hamilton, T. S., Steggerda, F. R. and Bean, H. W. (1945) 'The chemical composition of the adult human body and its bearing on the biochemistry of growth', *Journal of Biological Chemistry*, 158(3), pp. 625–637.

113. Moquin, A. and Mazzeo, R. S. (2000) 'Effect of mild dehydration on the lactate threshold in women', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), pp. 396–402. doi: 10.1097/00005768-200002000-00021.

114. Morales, J., Ubasart, C., Solana-Tramunt, M., Villarrasa-Sapiña, I., González, L., Fukuda, D. and Franchini, E. (2018) 'Effects of Rapid Weight Loss on Balance and Reaction Time in Elite Judo Athletes', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), pp. 1371–1377.

115. Morin, J. B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M. i Samozino, P. (2019) 'When Jump Height is not a Good Indicator of Lower Limb Maximal Power Output: Theoretical Demonstration, Experimental Evidence and Practical Solutions', *Sports Medicine*, 49(7), pp. 999–1006. doi: 10.1007/s40279-019-01073-1.

116. Nascimento, M. V., Reinaldo, J. M., José, C., Brito, C. J. and Mendes-Netto, R. S. (2020) 'Weight cutting is widespread among adolescent judoka regardless of experience level: the need of weight control and educational programs', *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), pp. 150–155. doi: 10.7752/jpes.2020.01020.

117. Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Humphries, B. J. and Murphy, A. J. (1996) 'Kinematics, Kinetics, and Muscle Activation during Explosive Upper Body Movements', *Journal of Applied Biomechanics*, 12(1), pp. 31–43.

118. Ng, Q. X., Xian, C., Karppaya, H., Jin, C. and Ramadas, A. (2017) 'Rapid Weight Loss Practices among Elite Combat Sports Athletes in Malaysia', *Malaysian Journal of Nutrition*, 23, pp. 199–209.

119. Nilsson, L. H. (1973) 'Liver glycogen content in man in the postabsorptive state', *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 32(4), pp. 317–323.

120. Oöpik, V., Pääsuke, M., Sikku, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T. and Gapejeva, E. (1996) 'Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers', *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), pp. 127–131.

121. Oppliger, R. A., Case, H. S., Horswill, C. A., Landry, G. L. and Shelter, A. C. (1996) 'American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), pp. 135–138.

122. Oppliger, R. A., Magnes, S. A., Popowski, L. A. and Gisolfi, C. V. (2005) 'Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(3), pp. 236–251.

123. Oppliger, R. A., Steen, S. A. and Scott, J. R. (2003) 'Weight loss practices of college wrestlers', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(1), pp. 29–46. doi: 10.1123/ijsnem.13.1.29.

124. Pallarés, J. G., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J. M., Morán-Navarro, R., De la Cruz-Sánchez, E. and Mora-Rodríguez, R. (2016) 'Muscle contraction velocity, strength and power output changes following different degrees of hypohydration in competitive olympic combat sports', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 10. doi: 10.1186/s12970-016-0121-3.

125. Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F. and Perrot, C. (2002) 'Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control', *Gait and Posture*, 15(2), pp. 187–194. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00149-7.

126. Pettersson, S. and Berg, C. M. (2014a) 'Dietary Intake at Competition in Elite Olympic Combat Sports', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(1), pp. 98–109.

127. Pettersson, S. and Berg, C. M. (2014b) 'Hydration status in elite wrestlers, judokas, boxers, and taekwondo athletes on competition day', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(3), pp. 267–275.

128. Pettersson, S., Ekström, M. P. and Berg, C. M. (2013) 'Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage?', *Journal of Athletic Training*, 48(1), pp. 99–108. doi: 10.4085/1062-6050-48.1.04.

129. Piehl Aulin, K., Söderlund, K. and Hultman, E. (2000) 'Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses', *European Journal of Applied Physiology*, 81(4), pp. 346–351. doi: 10.1007/s004210050053.

130. Piras, A., Pierantozzi, E. and Squatrito, S. (2014) 'Visual Search Strategy in Judo Fighters during the Execution of the First Grip', *International Journal of Sports Science and Coaching*, 9(1), pp. 185–198. doi: 10.1260/1747-9541.9.1.185.

131. Prizmić, A. i Horga, S. (1995) 'Konativne karakteristike judaša i gimnastičara mlađe dobi', *Kinesiology*, 27(2), pp. 17–23.

132. Reale, R., Slater, G. and Burke, L. M. (2017) 'Acute-Weight-Loss Strategies for Combat Sports and Applications to Olympic Success', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), pp. 142–151. doi: 10.1123/ijspp.2016-0211.

133. Reale, R., Slater, G. and Burke, L. M. (2018) 'Weight Management Practices of Australian Olympic Combat Sport Athletes', *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), pp. 459–466.

134. Reale, R., Slater, G., Cox, G. R., Dunican, I. C. and Burke, L. M. (2018) 'The Effect of Water Loading on Acute Weight Loss Following Fluid Restriction in Combat Sports Athletes', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(6), pp. 565–573. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0183.

135. Rebic, N., Ilic, V. and Zlatovic, I. (2021) 'Effects of a low carbohydrate diet on sports performance', *Trends in Sport Sciences*, 28, pp. 249–258. doi: 10.23829/TSS.2021.28.4-1.

136. Rehrer, N. J. (2001) 'Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport', *Sports Medicine*, 31(10), pp. 701–715.

137. Roemmich, J. N. and Sinning, W. E. (1996) 'Sport-seasonal changes in body composition, growth, power and strength of adolescent wrestlers', *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), pp. 92–99. doi: 10.1055/s-2007-972814.

138. Rooyackers, O. E. and Nair, K. S. (1997) 'Hormonal regulation of human muscle protein metabolism', *Annual Review of Nutrition*, 17, pp. 457–485. doi: 10.1146/annurev.nutr.17.1.457.

139. Ross, D. L. and Neely, A. E. (1983) *Textbook of Urinalysis and Body Fluids*. Norwalk, CT: Appleton-Century-Crofts.

140. Rowlands, D. S., Kopetschny, B. H. and Badenhorst, C. E. (2022) 'The Hydrating Effects of Hypertonic, Isotonic and Hypotonic Sports Drinks and Waters on Central Hydration During Continuous Exercise: A Systematic Meta-Analysis and Perspective', *Sports Medicine*, 52(2), pp. 349–375. doi: 10.1007/s40279-021-01558-y.

141. Saarni, S. E., Rissanen, A., Sarna, S., Koskenvuo, M. and Kaprio, J. (2006) 'Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage', *International Journal of Obesity*, 30(11), pp. 1639–1644. doi: 10.1038/sj.ijo.0803325.

142. Sadowski, J. (2005) 'Dominant coordination motor abilities in combat sports', *Journal of Human Kinetics*, 13, pp. 61–72.

143. Safrit, M. J. (1996) *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis: Mosby.

144. Sagayama, H., Yoshimura, E., Yamada, Y., Ichikawa, M., Ebine, N., Higaki, Y., Kiyonaga, A. and Tanaka, H. (2014) 'Effects of rapid weight loss and regain on body composition and energy expenditure', *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(1), pp. 21–27. doi: 10.1139/apnm-2013-0096.

145. Sawyer, J. C., Wood, R. J., Davidson, P. W., Collins, S. M., Matthews, T. D., Gregory, S. M. and Paolone, V. J. (2013) 'Effects of a short-term carbohydrate-restricted diet on strength and power performance', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), pp. 2255–2262. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827da314.

146. Schoffstall, J. E., Branch, J. D., Leutholtz, B. C. and Swain, D. E. (2001) 'Effects of dehydration and rehydration on the one-repetition maximum bench press of weight-trained males', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), pp. 102–108.

147. Sekiguchi, Y., Giersch, G. E. W., Jordan, D. R., Dunn, L., Fiol, A., Lopez, V. 3rd, Armstrong, L. E., Casa, D. J. and Lee, E. C. (2022) 'Countermovement jump, handgrip, and balance performance change during euhydration, mild-dehydration, rehydration, and ad libitum drinking', *Journal of Exercise Science and Fitness*, 20(4), pp. 335–339. doi: 10.1016/j.jesf.2022.07.003.

148. Sertić, H. (1997) 'Povezanost koordinacije s uspjehom i efikasnošću u judo borbi jedanaestgodišnjaka', *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 12(2-3), pp. 70–75.

149. Sertić, H. (2004) *Osnove borilačkih sportova: judo, karate, hrvanje*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

150. Sertić, H. i Lindi, H. (2014) 'Differences between body weight of judokas in junior age in the period from official weigh in and the start of competition', *5th European Science of Judo Symposium*. Montpellier, Francuska.

151. Sertić, H. i Segedi, I. (2011) 'Vježbe za razvoj specifične koordinacije za judo sport', *9. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša 2011*. Zagreb: Kineziološki fakultet.

152. Sertić, H. i Segedi, I. (2013) *Judo – osnove*. Zagreb: Gopal.

153. Sertić, H., Družeta, D. i Žanetić, D. (2024) 'Comparison of Rate of Perceived Exertion Between Two Specific Judo Tests', u Sertić, H., Čorak, S. i Segedi, I. (ur.) *7th Scientific and Professional Conference Applicable Research in Judo*. Zagreb: University of Zagreb Faculty of Kinesiology, pp. 89–91.

154. Sertić, H., i Vuleta, D. (1997). 'Povezanost varijabli za procjenu repetitivne i eksplozivne snage sa uspjehom u džudo borbi djece od 11 godina', *Kinesiology*, 29(2), str. 54-60. Preuzeto s: https://hrcak.srce.hr/256449

155. Shirreffs, S. M. and Sawka, M. N. (2011) 'Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery', *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), pp. S39–S46.

156. Siri, W. E. (1961) 'Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods', u Brozek, J. i Henschel, A. (ur.) *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences, pp. 223–244.

157. Slačanac, K., Starčević, N. i Sajković, D. (2016) 'Fenomen redukcije tjelesne mase u hrvača mlađih dobnih skupina', u Findak, V. (ur.) *Zbornik radova 25. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske*. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, pp. 259–264.

158. Sleivert, G. G. and Taingahue, M. (2002) 'The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in team sport athletes', *European Journal of Applied Physiology*, 87, pp. 264–271.

159. Smith, M., Dyson, R., Hale, T., Hamilton, M., Kelly, J. and Wellington, P. (1996) 'The effects of dehydration and subsequent rehydration on amateur boxing performance', *Journal of Sports Sciences*, 14(4), pp. 366.

160. Stefanovsky, M., Clarys, P., Cierna, D. and Matejova, L. (2019) 'Hydration status of youth Judo athletes during an off-season training camp', *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 19(3), pp. 56–62.

161. Sterkowicz, S. (1995) 'Test specjalnej sprawności ruchowej w judo', *Antropomotoryka*, 12, pp. 29–44.

162. Stuempfle, K. J. and Drury, G. D. (2003) 'Comparison of 3 methods to assess urine specific gravity in collegiate wrestlers', *Journal of Athletic Training*, 38, pp. 315–319.

163. Šatalić, Z., Sorić, M. i Mišigoj-Duraković, M. (2016) *Sportska prehrana*. Zagreb: Znanje d.o.o.

164. Štangar, M., Štangar, A., Shtyrba, V., Cigić, B. and Benedik, E. (2022) 'Rapid weight loss among elite-level judo athletes: methods and nutrition in relation to competition performance', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), pp. 380–396. doi: 10.1080/15502783.2022.2099231.

165. Tanner, J. M. and Whitehouse, R. H. (1955) 'The Harpenden skinfold caliper', *American Journal of Physical Anthropology*, 13(4), pp. 743–746. doi: 10.1002/ajpa.1330130413.

166. Tkalčić, S. (1987) *Struktura ravnoteže*. Doktorska disertacija. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.

167. Trangmar, S. J. and González-Alonso, J. (2017) 'New Insights Into the Impact of Dehydration on Blood Flow and Metabolism During Exercise', *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(3), pp. 146–153. doi: 10.1249/JES.0000000000000109.

168. Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E. and Norton, L. E. (2014) 'Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1), 7. doi: 10.1186/1550-2783-11-7.

169. Viitasalo, J. T., Kyröläinen, H., Bosco, C. and Alen, M. (1987) 'Effects of rapid weight reduction on force production and vertical jumping height', *International Journal of Sports Medicine*, 8(4), pp. 281–285. doi: 10.1055/s-2008-1025670.

170. Warren, A., O'Brien, M. and Smith, D. (2018) 'Reliability of three urinalysis methods used in the assessment of hydration', *International Journal of Sport, Exercise and Health Research*, 2(2), pp. 100–105.

171. Wensveen, T., Krznarić Zrnić, I., Hauser, G. i Crnčević Orlić, Ž. (2014) 'Hiponatrijemija – dijagnostički i terapijski pristup', *Medicina Fluminensis*, 50(4), pp. 414–424.

172. World Medical Association (2024) 'Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants', *JAMA*, 332(22), pp. 1895–1903. doi: 10.1001/jama.2024.21972.

173. Wroble, K. A., Trott, M. N., Schweitzer, G. G., Rahman, R. S., Kelly, P. V. and Weiss, E. P. (2019) 'Low-carbohydrate, ketogenic diet impairs anaerobic exercise performance in exercise-trained women and men: a randomized-sequence crossover trial', *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(4), pp. 600–607. doi: 10.23736/S0022-4707.18.08318-4.

174. Yankanich, J., Kenney, W. L., Fleck, S. J. and Kraemer, W. J. (1998) 'Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA Division I college wrestlers', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(3), pp. 138–145.

175. Yarrow, K., Brown, P. and Krakauer, J. W. (2009) 'Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports', *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), pp. 585–596. doi: 10.1038/nrn2672.