

# Protokol suplementacije i znanje o kreatinu kod olimpijskih dizača utega

---

Mijanović, Đurđica

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:807924>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj, 2023.

Đurđica Mijanović

**PROTOKOL SUPLEMENTACIJE I  
ZNAJJE O KREATINU KOD  
OLIMPIJSKIH DIZAČA UTEGA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za znanost o prehrani na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Zvonimira Štalića.

*Najveća hvala mom mentoru prof. dr. sc. Zvonimiru Šataliću, na svom prenesenom znanju tijekom studija te pruženoj prilici da u diplomskom radu obradim meni jako blisku i zanimljivu temu. Hvala na svim smjernica i savjetima bez kojih ovaj rad ne bi bio na adekvatnoj razini.*

*Teme ovog rada ne bi bilo ni bez mog Dizačkog kluba Metalac, na čelu s gazdom Brankom, trenerom Ivanom i Matijom, koji su mi usadili ljubav prema dizanju utega (i kreatinu u toploj vodi) te svojom podrškom pomogli da izbalansiram fakultet, posao i ljubav prema sportu.*

*Od srca hvala svim mojim prijateljima i prijateljicama što su uvijek tu da mi daju vjetar u leđa i koji su mi neizmjerena podrška u svemu što radim.*

*Na kraju, hvala mojoj obitelji na svemu, posebno mojoj majci Blagici, koja me svojim primjerom naučila kako biti borac u životu i nikad ne odustati od zacrtanih ciljeva.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

## PROTOKOL SUPLEMENTACIJE I ZNANJE O KREATINU KOD OLIMPIJSKIH DIZAČA UTEGA

*Đurđica Mijanović*, univ. bacc. nutr.  
0177053024

### Sažetak:

Olimpijsko dizanje utega je sport u kojem se natjecatelji natječu s ciljem podizanja maksimalne težine. Suplementacija kreatinom je česta kod olimpijskih dizača utega. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi protokol suplementacije, razloge suplementacije te znanje o kreatinu kod olimpijskih dizača utega. U istraživanju provedenom putem individualnog intervjua sudjelovali su iskusni dizači utega (n=41, 16 žena, 25 muškaraca), s prosječnim iskustvom treniranja od 5 godina, prosječne dobi 26 godina (18-43 godine). Najčešće konzumirana doza kreatina (n=27) iznosi 5 grama. Većina ispitanika (97,5 %) koristi kreatin monohidrat, dok samo jedan ispitanik koristi kreatin etil-ester. Većina ispitanika (92,6 %) ne prakticira fazu punjenja kreatinom. Od 13 tvrdnji povezanih sa znanjem o kreatinu, svaki ispitanik je u prosjeku za 69 % tvrdnji točno naznačio njihovu (ne)točnost. Najveći broj ispitanika (n=41) je prepoznao da je tvrdnja kako je kreatin jednako djelotvoran za muškarce i žene točna, dok 29 ispitanika pogrešno smatra da kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu.

**Ključne riječi:** *kreatin, olimpijsko dizanje utega, izvedba, suplementacija*

**Rad sadrži:** 42 stranice, 14 slika, 3 tablice, 53 literaturnih navoda, 1 prilog

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

### Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. izv. prof. dr. sc. Marina Krpan (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić (mentor)
3. prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić (član)\*
4. doc. dr. sc. Ivana Rumora Samarin (zamjenski član)

**Datum obrane:** 6. srpnja 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

Department of knowledge and control of raw materials and food products

Laboratory for nutrition science

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

**Graduate university study programme:** Nutrition

### SUPPLEMENTATION PROTOCOL AND CREATINE KNOWLEDGE IN OLYMPIC WEIGHTLIFTERS

*Đurđica Mijanović, univ. bacc. nutr.*  
*0177053024*

#### **Abstract:**

Olympic weightlifting is a sport in which competitors compete intending to lift a maximum weight. Creatine supplementation is common among Olympic weightlifters. This research aimed to determine the supplementation protocol, reasons for supplementation, and creatine knowledge in Olympic weightlifters. Experienced weightlifters (n=41, 16 women, 25 men), with an average training experience of 5 years, average age of 26 years (18-43 years), participated in the research conducted through individual interviews. The most commonly consumed dose of creatine (n=27) is 5 grams. Most respondents (97.5 %) use creatine monohydrate, while only one respondent uses creatine ethyl ester. The majority of respondents (92.6 %) do not practice the creatine loading phase. Of the 13 statements related to knowledge about creatine, each respondent correctly indicated their (in)accuracy for an average of 69 % of the statements. The largest number of respondents (n=41) recognized that the statement that creatine is equally effective for men and women is correct, while 29 respondents mistakenly believe that creatine causes water retention.

**Keywords:** *creatine, weightlifting, performance, supplementation*

**Thesis contains:** 42 pages, 14 figures, 3 tables, 53 references, 1 supplement

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** Zvonimir Štalić, PhD, Full professor

#### **Reviewers:**

1. Marina Krpan, PhD, Associate professor (president)
2. Zvonimir Štalić, PhD, Full professor (mentor)
3. Jasenka Gajdoš Kljusurić, PhD, Full professor (member)
4. Ivana Rumora Samarin PhD, Assistant professor (substitute)

**Thesis defended:** July 6<sup>th</sup>, 2023

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
2.1. OLIMPIJSKO DIZANJE UTEGA.....	2
2.1.1. Pozitivni aspekti treninga snage .....	3
2.2. ENERGETSKE I NUTRITIVNE POTREBE OLIMPIJSKIH DIZAČA UTEGA	
4	
2.2.1 Nutritivne potrebe olimpijskih dizača utega .....	6
2.2.2. Mikronutrijenti .....	7
2.2.3. Dodaci prehrani.....	7
2.3. KREATIN .....	8
2.3.1. Metabolička uloga kreatina.....	11
2.4. UTJECAJ KREATINA NA RAZLIČITE SUSTAVE .....	12
2.4.1. Utjecaj kreatina na mišićnu funkciju .....	12
2.4.2. Utjecaj kreatina na bubrežnu funkciju.....	14
2.5. PROTOKOL SUPLEMENTACIJE I BIORASPOLOŽIVOST .....	15
2.6. SIGURNOST I NUSPOJAVE.....	17
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>19</b>
3.1. ISPITANICI I METODE RADA .....	19
3.1.1. Ispitanici .....	19
3.1.2. Metode rada .....	19
3.1.3. Statistička obrada podataka .....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>21</b>
4.1.1. Ispitanici .....	21
4.1.2. Oblik kreatina i protokol suplementacije .....	22
4.1.3. Razlozi konzumiranja i izvori informacija o kreatinu.....	22
4.1.4. Znanje o kreatinu .....	25
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>36</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>37</b>
<b>7. PRILOZI</b>	
7.1. Prilog 1 - Upitnik o protokolu suplementacije i znanju o kreatinu kod olimpijskih dizača utega	



# 1. UVOD

Dizanje utega, poznato i kao olimpijsko dizanje utega, predstavlja sport u kojem se natjecatelji natječu u podizanju šipke opterećene utezima, od poda do iznad glave, s ciljem podizanja maksimalne težine. Natjecatelji se dijele u kategorije prema tjelesnoj masi, a u olimpijskom dizanju utega razlikujemo dvije discipline - trzaj i izbačaj. Pobjednik se proglašava na temelju ukupnog zbroja (total ili biatlon) najboljih rezultata pojedinog dizača u trzaju i izbačaju.

Dizači utega postigli su neke od najvećih apsolutnih i relativnih izlaznih snaga zabilježenih u literaturi tijekom izvođenja ovih vježbi (Storey i Smith 2012).

Među sportašima koji se bave sportovima snage i jakosti, učestalost upotrebe kreatina iznosi čak do 74 % (Rawson i Volek, 2003).

Do sada provedena istraživanja nisu integrirala protokol suplementacije i znanje o kreatinu među sportašima, uključujući i skupinu olimpijskih dizača utega. Prethodna istraživanja na sportašima ukazuju na nedosljednost između primijenjenih protokola suplementacije i preporučenih strategija temeljenih na relevantnim znanstvenim istraživanjima. Trenutna istraživanja nam govore da 91 % sportaša premašuje preporučenu dozu od 5 grama kreatina/dan (Greenwood i sur., 2000).

Cilj ovog diplomskog rada bio je prikupiti podatke o protokolu suplementacije kreatina u populaciji iskusnih dizača utega u Hrvatskoj, razlozima konzumacije kreatina, te istražiti njihovu informiranost i znanje o učincima (pozitivnim i negativnim) kreatina i mitovima koji su povezani s njegovom upotrebom.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. OLIMPIJSKO DIZANJE UTEGA

Dizanje utega, poznato i kao olimpijsko dizanje utega, predstavlja sportsku disciplinu koja uključuje podizanje šipke opterećene utezima s ciljem podizanja najveće moguće težine iznad glave. Povijest dizanja utega seže unatrag u drevna egipatska i grčka društva. Kao međunarodni sport, dizanje utega uglavnom je evoluiralo tijekom 19. stoljeća i jedan je od rijetkih sportova koji su se pojavili na prvom modernom izdanju Olimpijskih igara u Ateni 1896. godine (Everett, 2009).

U početku 20. stoljeća, Austrija, Njemačka i Francuska bile su vodeće nacije u ovom sportu. Međutim, dizači utega iz Sovjetskog Saveza postali su iznimno uspješni tijekom 1950-ih godina i dominirali su sve do 1990-ih. Kasnije su Kina, Turska, Grčka i Iran postali važne sile u ovoj disciplini. Što se tiče ženskog dizanja utega, Kina je dominirala od samih početaka. Unatoč dugoj povijesti muškog dizanja utega na Olimpijskim igrama (izuzev izdanja 1900., 1908. i 1912. godine), žene su tek počele sudjelovati na Olimpijskim igrama 2000. u Sydneyu (Takano, 2012).

Dizači utega natječu se u kategorijama prema tjelesnoj masi. U olimpijskom dizanju utega postoje dvije discipline - trzaj i izbačaj. U disciplini trzaja, dizači utega podižu uteg s poda do iznad glave u jednom kontinuiranom pokretu. U izbačaju, dizači utega najprije podižu uteg na prsa (nabačaj), a zatim se zaustavljaju te ispružaju ruke i noge kako bi podigli uteg iznad glave (izbačaj) s ispruženim laktovima. Natjecatelji moraju kontrolirano držati šipku iznad glave sve dok sudci zvučnim signalom ne proglase pokušaj uspješnim. Svaki dizač utega ima tri pokušaja u trzaju i tri pokušaja u izbačaju (slika 1). Najbolji rezultati dizača u trzaju i izbačaju se zbrajaju, a dizač s najvećom podignutom težinom u ukupnom zbroju (totalu ili biatlonu) se proglašava pobjednikom.

Generiranje eksplozivne mišićne snage i jakosti ključno je za uspjeh u olimpijskom dizanju utega. Dizači utega postigli su neke od najvećih apsolutnih i relativnih izlaznih snaga zabilježenih u literaturi tijekom izvođenja ovih vježbi (Storey i Smith, 2012).

### 2.1.1. Pozitivni aspekti treninga snage

Dok sportaši koji se natječu u olimpijskom dizanju utega koriste trening s opterećenjem kao primarni način treninga, pojedini sportovi koriste trening s opterećenjem kao nadopunu treningu specifičnom za sport kojim se bave. Trening snage rezultira povećanjem mišićne mase, neurološkim prilagodbama i poboljšanom snagom. Ove pozitivne promjene u fizičkom kapacitetu, osim postizanja sportskih rezultata, omogućuju pojedincima da budu jači i snažniji, doprinose odgođenom početku bolesti povezanih sa starenjem te pomažu održati bolju kvalitetu života (Hughes i sur., 2018). Prakticiranje treninga snage povezano je s do 17 % nižim rizikom smrtnosti od svih uzroka smrti uključujući kardiovaskularne bolesti, svih vrsta karcinoma (posebice karcinoma pluća) i dijabetesa. Povezanosti u obliku slova J s maksimalnim smanjenjem rizika (otprilike 10–20 %) pronađena je pri približno 30–60 min/tjedan za sveukupnu smrtnost, kardiovaskularne bolesti i ukupni rak, dok je povezanost u obliku slova L pokazala veliko smanjenje rizika od nastanka dijabetesa kod 60 min/tjedan treninga s opterećenjem. Kombinacija treninga snage i aerobnih aktivnosti (u odnosu na ni jedno) povezana je s nižim rizikom od svih uzroka, kardiovaskularnih bolesti i ukupne smrtnosti od raka (Momma i sur., 2022).



**Slika 1.** Autorica (Đurđica Mijanović) na seniorskom državnom prvenstvu u olimpijskom dizanju utega 2023. godine, 21. svibnja, Zagreb, disciplina izbačaj.

## 2.2. ENERGETSKE I NUTRITIVNE POTREBE OLIMPIJSKIH DIZAČA UTEGA

Prehrana igra važnu ulogu u sva tri aspekta trenažnog procesa: u opskrbi energijom prilagođenoj specifičnim zahtjevima sporta, oporavku od treninga i promicanju specifičnih prilagodbi na trening, uključujući mišićnu hipertrofiju (Slater i Phillips, 2011). Za dobivanje energije, tijekom takve vrste treninga i natjecanja, koriste se fosfageni i glikolitički (anaerobni) energetske putevi. Fosfageni sustavi su specifični za događaje koji traju otprilike 8 sekundi i visokog su intenziteta. Fosfageni energetske sustav omogućuje najbrže dostupnu energiju, ali ima i relativno malen kapacitet. Adenozin trifosfat (ATP) i kreatin fosfat (engl. *Phosphocreatine, Pcr*) su molekule koje osiguravaju lako dostupnu energiju unutar mišića. Količina ATP-a prisutna u skeletnim mišićima (~5 mmol/kg) nije dovoljna za kontinuiranu opskrbu energijom, osobito pri visokom intenzitetu (Rodriguez i sur., 2009). Adenozin difosfat (ADP) nastao hidrolizom ATP-a, može se ponovno prevesti u ATP u reakciji sa spojevima koji imaju visoki potencijal prijenosa fosfatne skupine odnosno s kreatin fosfatom (PCr). Koncentracija visokoenergetskog PCr-a u mišićima je 5 puta veća od koncentracije ATP-a i stoga je primarno gorivo koje se koristi za visoko intenzivne, kratkotrajne aktivnosti kao što su trzaj i izbačaj u dizanju utega. Ovo je najbrži i najneposredniji način obnavljanja ATP-a i to bez prisustva kisika (anaerobno) (Baker i sur., 2010). Kad se zalihe PCr-a iscrpe, ATP se mora regenerirati anaerobnim glikolitičkim putevima (Rodriguez i sur., 2009). Metabolički umor tijekom prvog dijela treninga može biti djelomično uvjetovan upravo smanjenjem zaliha fosfagena u energetske sustavu te blagom acidozom, dok naknadni umor koji se pojavljuje u posljednjim minutama može većim dijelom biti uzrokovan acidozom te poremećenom proizvodnjom energije iz glikogenolize (Slater i Phillips, 2011).

Koncept raspoloživosti energije definiran je kao razlika između unosa energije i potrošnje energije tijekom tjelesne aktivnosti, izražena u odnosu na nemasnu tjelesnu masu pojedinca, što predstavlja dnevnu količinu energije dostupnu za održavanje svih fizioloških funkcija izvan tjelesne aktivnosti. Koncept raspoloživosti energije nam objašnjava kako energija potrošena za jedan fiziološki proces nije dostupna za druge fiziološke procese. Dok se koncepti energetske raspoloživosti i energetske ravnoteže mogu činiti sličnima jer oba povezuju unos energije s potrošnjom energije, njihov fokus je bitno različit.

Ravnoteža energije je koncept koji se odnosi na razliku između unosa energije putem hrane i ukupne potrošnje energije. Uobičajena formula za energetske ravnotežu je: energetske unos -

ukupna potrošnja energije. Kada je energetska ravnoteža pozitivna, unos energije je veći od potrošnje i dolazi do povećanja tjelesne mase. Kada je energetska ravnoteža negativna, potrošnja energije premašuje unos i dolazi do smanjenja tjelesne mase.

S druge strane, raspoloživost energije je koncept koji se odnosi na dostupnu energiju tijelu nakon što se uzme u obzir energetska trošak tjelesne aktivnosti. Može se definirati kao unos energije putem hrane minus energija utrošena u tjelesnoj aktivnosti. Energetska raspoloživost predstavlja količinu preostale energije koja je dostupna tijelu za održavanje osnovnih fizioloških funkcija i oporavak (Loucks i sur., 2011).

Razlika između ravnoteže energije i raspoloživosti energije je u tome što ravnoteža energije uzima u obzir ukupnu potrošnju energije tijela, dok se raspoloživost energije fokusira samo na energetska trošak tjelesne aktivnosti. Raspoloživost energije je važna za sportaše jer utječe na njihovu sposobnost održavanja optimalne tjelesne mase, izvedbu i oporavak. Nedostatak raspoloživosti energije može dovesti do negativnih zdravstvenih i sportskih posljedica, uključujući gubitak tjelesne mase, hormonalne promjene, smanjenje imunološke funkcije i povećan rizik od ozljeda (Melin i sur., 2014).

Energetske i nutritivne potrebe olimpijskih dizača utega ovise o intenzitetu i trajanju treninga ili natjecanja. Sportaši uključeni u umjerene razine intenzivnog treninga (npr. 2-3 sata intenzivne tjelesne vježbe dnevno, 5-6 puta tjedno) ili intenzivni trening s velikim volumenom (npr. 3-6 h dnevno, 1 do 6 dana u tjednu) troše 600-1200 ili više kcal/h treninga (Kreider i Stout, 2021). Nedovoljan unos energije, u odnosu na potrošnju, kompromitira sportsku izvedbu i poništava pozitivne učinke treninga. Upravo zato je osnovna komponenta optimizacije treninga i sportske izvedbe konzumacija adekvatne količine energije. Uz ograničen unos energije, tijelo će kao izvor energije koristiti masne zalihe i mišićno tkivo. Gubitak mišićne mase rezultira gubitkom snage i izdržljivosti, te kompromitiranom imunološkom, endokrinom i mišićno-koštanom funkcijom. Pored toga, dugoročno mali unos energije rezultira razvojem nutritivnih deficita, posebno mikronutrijenata, a može rezultirati i metaboličkim disfunkcijama. Olimpijski dizači utega su posebno osjetljivi na razvoj energetska i nutritivnih deficita ako u periodu pred natjecanje pokušavaju drastično smanjiti kilažu kako bi se natjecali u nižoj kategoriji i postigli kompetitivnu prednost (Kerksick i sur., 2018).

### 2.2.1. Nutritivne potrebe olimpijskih dizača utega

Izvan optimalnog energetskog unosa, dovoljna količine ugljikohidrata, proteina i masti esencijalna je kako bi sportaši optimizirali svoj trening i izvedbu.

Ugljikohidrati su glavni izvor energije tijekom aktivnosti visokog intenziteta i za središnji živčani sustav i za mišićni rad.

Sportaši imaju različite potrebe za ugljikohidratima ovisno o intenzitetu i vrsti treninga te vremenu tijekom sezone. Općenito, sportašima je potrebno 3 do 5 grama po kilogramu tjelesne mase dnevno za aktivnost laganog intenziteta i više od 7 do 12 grama po kilogramu tjelesne mase dnevno za intenzivnu i visoko intenzivnu aktivnost (Burke i sur., 2011).

Opće je poznato da su ugljikohidrati preferirano gorivo kod sportova izdržljivosti te da mogu poboljšati izvedbu pri umjerenom do visokom intenzitetu. Manje je istraživanja o potrebama za ugljikohidratima kod tipičnih sportova snage kao što je olimpijsko dizanje utega. Čini se da konvencionalne preporuke za unos ugljikohidrata od 4-10 g/kg/dan mogu biti suviše za sportaše uključene u trening snage kao što su olimpijski dizači utega. Prikladno bi bilo konzumirati najmanje 15 grama ugljikohidrata i 0,3 g/kg proteina unutar 3 sata nakon treninga. Ako trening sadrži jedanaest ili više serija po mišićnoj skupini ili je taj dan planiran drugi trening visokog intenziteta za istu mišićnu skupinu, može biti opravdan veći unos ugljikohidrata, do 1,2 g/kg/h, kako bi se maksimizirala resinteza glikogena između treninga. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se potvrdile ove doze (Henselmans i sur., 2022).

Proteini se nalaze u svim tjelesnim stanicama i igraju važnu ulogu u mnogim biološkim procesima uključujući obranu od infekcija, transport kisika, kataliziranje metaboličkih reakcija, izgradnju i obnavljanje tjelesnih tkiva te kontrakciju mišića (Lanham-New i sur., 2011). Istraživanja u proteklih 30 godina pokazala su da sportaši mogu imati koristi od konzumiranja oko dva puta više proteina od preporučene dnevne količine (engl. *Recommended Dietary Allowances, RDA*) za opću populaciju (1,4-1,8 g/kg tjelesne mase) kako bi održali ravnotežu proteina i maksimalno iskoristili njihove prednosti (Kerksick i sur., 2018). Preporučeni unos proteina kod sportova snage kreće se od približno 1,6 do 2,2 g/kg tjelesne mase (Schoenfeld i Aragon, 2018).

Prehrambene preporuke za unos masti za sportaše su slične ili malo veće od preporučenih količina za promicanje zdravlja kod opće populacije. Unos masti pomaže u održavanju energetske ravnoteže, popunjavanju intramuskularnih zaliha triacilglicerola i osigurava

odgovarajuću količinu esencijalnih masnih kiselina. Obično se preporučuje umjerena konzumacija masti (otprilike 30 % ukupnog dnevnog unosa kalorija), dok unos do 50 % dnevnih kalorija može biti potreban tijekom perioda izrazito intenzivnih treninga. Kad cilj nije održavanje energetske ravnoteže, već smanjenje energetskog unosa, preporučuje se prehrambeni unos masti u rasponu od 0,5 do 1 g/kg/dan, što čini oko 20 % ukupnog dnevnog unosa kalorija (Kerksick i sur.,2018).

### **2.2.2. Mikronutrijenti**

Iako ih trebamo u malim količinama, mikronutrijenti imaju važnu ulogu u proizvodnji energije, sintezi hemoglobina, održavanju zdravlja kostiju, adekvatnoj imunološkoj funkciji te zaštiti od oksidativnih oštećenja. Oni pomažu u obnavljanju i sintezi mišićnog tkiva tijekom oporavka od treninga i ozljeda. Tjelesna aktivnost pokreće mnoge metaboličke puteve u kojima su mikronutrijenti prijeko potrebni i može rezultirati biokemijskih prilagodbama u mišićima koje uzorkuju povećane potrebe za određenim mikronutrijentima. Povećane potrebe mogu biti i posljedica povećanih gubitaka istih tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti. Vitamini i mineralne tvari kojima sportaši moraju posvetiti posebnu pozornost uključuju: vitamin D, vitamine B skupine, kalcij, željezo, cink, magnezij te antioksidansi kao što su vitamin C, vitamin E,  $\beta$ -karoten i selen. Sportaši s najvećim rizikom za loš status mikronutrijenata su oni koji ograničavaju unos energije, imaju običaj gubiti veliki postotak tjelesne mase u kratkom periodu ili isključuju jednu ili više skupina namirnica iz svoje prehrane - ne konzumiraju uravnoteženu i raznovrsnu prehranu (Beck i sur., 2021).

### **2.2.3. Dodaci prehrani**

Dodaci prehrani mogu dati mali doprinos pravilno posloženom programu prehrane i treninga. Dodatak prehrani možemo definirati kao hranu, komponentu hrane, hranjivu tvar ili neprehrambeni spoj koji se namjerno unosi, uz uobičajenu prehranu, s ciljem postizanja određene koristi za zdravlje i/ili izvedbu. Unatoč relativno minornom utjecaju dodataka prehrani na sportsku izvedbu i oporavak, njihova upotreba je raširena i kod rekreativnih i kod profesionalnih sportaša. Odgovarajuća upotreba nekih dodataka prehrani može biti od koristi sportašu, dok pojedini mogu naštetiti sportaševom zdravlju, učinku i/ili ugroziti njegovu

reputaciju (ako rezultira kršenjem antidopinških pravila). Potrebno je provesti potpunu nutritivnu procjenu sa stručnjakom - nutricionistom, prije nego što se donesu odluke o upotrebi određenog dodatka prehrani. Od svih dodataka prehrani dostupnih na tržištu, svega par pokazuje pozitivne učinke na sportsku izvedbu - kofein, kreatin (u obliku kreatin monohidrata), nitrati, natrijev bikarbonat i beta-alanin. Suplemente za poboljšanje izvedbe treba uzeti u obzir samo ako snažni dokazi podupiru njihovu upotrebu kao sigurnu, legalnu i učinkovitu. Kad god je to moguće, sportaš bi trebao temeljito isprobati protokol suplementacije tijekom treninga ili priprema koji oponašaju uvjete na natjecanju. Uvijek je potrebno, u suradnji sa stručnjacima, napraviti temeljitu analizu rizika te vidjeti hoće li potencijalne dobrobiti nadmašiti potencijalni rizik od nenamjernog dopinga uslijed kontaminacije (Maughan i sur., 2018).

### **2.3. KREATIN**

Kreatin (N-(aminoiminometil)-N-metil glicin) je prirodno prisutan dušikov spoj koji igra važnu ulogu u staničnom metabolizmu (Kreider i sur., 2022). Početkom 1990-ih je postao predmetom interesa brojnih sportaša te je i dalje jedan od najpopularnijih dodataka prehrani. Među sportašima koji se bave sportovima snage i jakosti, učestalost njegove upotrebe iznosi čak do 74 % (Rawson i Volek, 2003). Iako se često naziva aminokiselinom, kreatin nije aminokiselina u tradicionalnom smislu te riječi, nije ugrađen u proteine niti ga možemo svrstati u esencijalne, uvjetno esencijalne ili neesencijalne aminokiseline koje služe kao gradivni blokovi proteina. Riječ je zapravo o derivatu aminokiselina, koji se sintetizira endogeno, iz arginina, glicina i metionina. Uglavnom se sintetizira u jetri, bubrezima i gušterači (Kreider i sur., 2022).

Ostala tkiva, kao što su mozak i testisi također mogu sintetizirati kreatin. Endogena sinteza kreatina započinje prijenosom amino skupine L-arginina na  $N\alpha$  amino skupinu L-glicina, pomoću enzima L-arginin-glicin amidinotransferaze (AGAT) do gvanidinoacetata (GAA) i L-ornitina. GAA se zatim metilira na izvornom dušiku glicina sa S-adenozil-L-metioninom (SAME) kao donorom metilne skupine, uz pomoć enzima gvanidinoacetat N-metiltransferaza (GAMT). Ova reakcija slijedi stvaranje jakog nukleofila na deprotoniranom dušiku gvanidinoacetata, izvedenog iz glicina, koji stupa u interakciju s metilnom skupinom iz pozitivno nabijenog sulfonijevog iona, S-adenozil-L-metionina kako bi nastao kreatin i S-adenozil-L-cistein (Kreider i sur., 2022).



Kreatin dolazi do ciljanih tkiva putem aktivnog transmembranskog transportnog sustava kreatina ovisnog o natriju i kloridu (CRT, poznat kao SLC6A8). Ovaj transporter pripada obitelji neurotransmitera poznatoj kao "obitelj nosača otopine 6", koja je pokazala visok afinitet prema Cr u plazmalemi.

Kreatin je osmotski aktivna tvar. Stoga bi povećanje udjela kreatina u tijelu teoretski moglo rezultirati povećanim zadržavanjem vode. Budući da transport kreatina uključuje natrij, voda će također biti unesena u mišić kako bi se održala intracelularna osmolalnost. Međutim, s obzirom na aktivnost natrij-kalijevih pumpi, kreatin vjerojatno neće dramatično utjecati na intracelularnu koncentraciju natrija (Francaux i Poortmans, 2006). Kreatin je i jedan od glavnih osmolita središnjeg živčanog sustava, koji može imati važnu ulogu u patofiziološkim stanjima mozga.

Mit da kreatin povećava koncentraciju vode u tijelu vjerojatno se raširio zbog ranih istraživanja koja su pokazala da je suplementacija kreatinom u dozi od 20 g/dan povezana sa zadržavanjem vode (Hultman i sur., 1885). Iako kreatin može kratkoročno, tijekom prvih nekoliko dana konzumacije povećati koncentraciju vode u tijelu dugoročno, istraživanja ne pokazuju povećanje u ukupnoj količini vode u tijelu. Utrenirani muškarci, koji su konzumirali kreatin u dozi od 0,3g/kg nemasne tjelesne mase u trajanju od 7 dana (otprilike 20 g/dan), praćeno konzumacijom 0,075 g/kg tjelesne mase u trajanju od 28 dana (otprilike 5 g/dan), nisu doživjeli značajne promjene u količini intracelularne vode, ekstracelularne vode ili ukupne količine vode u tijelu (Andre i sur., 2016). Nekoliko ostalih studija također potvrđuju da kreatin, osim kratkoročnog povećanja intracelularne vode, dugoročno ne mijenja ukupnu količinu vode u tijelu (intracelularnu ili ekstracelularnu) u odnosu prema mišićnoj masi (Rawson i sur., 2011; Spillane i sur., 2009). U situacijama gubitka tjelesne vode, kao što je jako znojenje uslijed vježbanja i/ili povišene temperature okoline, vezana unutarstanična tekućina, u teoriji, može biti štetna za regulaciju topline i dovesti do izvanstanične dehidracije, neravnoteže elektrolita i grčeva u mišićima ili drugih problema mišićno-koštanog sustava povezanih s toplinom. U kliničkom istraživanju na 10 pacijenata koji su kao nuspojavu hemodijalize imali grčeve mišića, ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije skupine, od koji je jedna dobila 12g kreatina 5 minuta prije hemodijalize, a druga grupa placebo. Učestalost simptomatskih grčeva mišića smanjila se za 60 % u skupini koja je primala kreatin monohidrat tijekom razdoblja liječenja. Nije bilo razlike u incidenciji mišićnih grčeva u placebo skupini. Klinička istraživanja ne potvrđuju ideju da suplementacija kreatinom uzrokuje dehidraciju i grčeve mišića (Chang i sur.,

2002).

Iako bi neka od gore navedenih tkiva mogla sintetizirati kreatin, CRT je neophodan za transport endogenog i egzogenog kreatina do stanica s visokim energetske potrebama za kreatinom i održavanje njihove normalne fiziološke funkcije (Bonilla i sur., 2021). Utvrđeno je da neki pojedinci imaju probleme u sintezi kreatina zbog urođenih grešaka u AGAT-u, GMAT-u i/ili nedostatku transportera kreatina (CRTR) i stoga ovise o prehranbenom unosu kreatina kako bi održali normalne koncentracije PCr i Cr u mišićima i mozgu (Sykut-Cegielska i sur., 2004). Promjene u koncentracijama Cr zbog nedostataka CRT, AGAT ili GAMT mogu proizvesti funkcionalne promjene u tim tkivima, što dovodi do širokog spektra bolesti koje su grupirane u sindrom nedostatka Cr. Na primjer, neispravnost CRT-a rezultira niskim razinama intracelularnog Cr, koji, iako nije smrtonosan, izaziva oštećenje metabolizma energije u mozgu u istoj mjeri kao nedostaci enzima biosinteze Cr. Disregulacija u metabolizmu Cr također je uključena u različita patološka stanja uključujući disfunkciju mišića, kardiomiopatiju i rak.

Oko 1-2 % intramuskularnog kreatina se razgradi u kreatinin (metabolički nusprodukt) i izlučuje se urinom. Razgradnja kreatina u kreatinin veća je kod osoba s većom mišićnom masom i višom razinom dnevne tjelesne aktivnosti (Kreider i sur., 2003).

Endogena sinteza kreatina osigurava oko polovice dnevnih potreba za kreatinom (1 g). Preostala količina kreatina, potrebna za održavanje normalne razine kreatina u tkivima, dobiva se konzumacijom crvenog mesa i ribe ili putem dodataka prehrani (Kreider i Stout, 2021). Na primjer, pola kilograma sirove govedine ili lososa daje oko 1-2 g kreatina (Balsom i sur., 1994). Budući da zalihe kreatina nisu potpuno zasićene na uobičajenoj i veganskoj prehrani, koja obično daje do 1,5 g/dan kreatina, dnevne potrebe za kreatinom procijenjene su na 2-4 g/dan (Kreider i sur., 2017). Oko 95 % kreatina pohranjeno je u mišićima, a preostala količina se nalazi u drugim tkivima, poput srca, mozga i testisa. Od toga je oko 2/3 kreatina vezano s anorganskim fosfatom (Pi) i pohranjeno kao fosfokreatin (PCr), dok je ostatak pohranjen kao slobodni kreatin (Cr). Ukupna količina kreatina (Cr + PCr) iznosi oko 120 mmol/kg suhe mišićne mase za osobu od 70 kg koja konzumira raznovrsnu prehranu koja uključuje životinjske proizvode i ribu. Vegetarijanci i vegani u pravilu imaju zalihe kreatina 20-30 % niže (90-110 mmol/kg suhih mišića) i stoga mogu primijetiti veći porast kreatina u mišićima od egzogene konzumacije kreatina. Gornja granica pohrane kreatina iznosi približno 160 mmol/kg suhe mišićne mase kod većine, neovisno o načinu prehranu (Kreider i Stout, 2021).

### 2.3.1. Metabolička uloga kreatina

ATP je purinski nukleotid koji se nalazi u svakoj ljudskoj stanici. Najvažnija funkcija ATP-a je prijenos energije. ATP se smatra najmanjim oblikom energetske valute u živim organizmima. Kada se ATP hidrolizira u adenzin difosfat (ADP) i anorganski fosfat (Pi), raskida se terminalna fosfatna veza i oslobađa se energija potrebna za pokretanje bioloških procesa. Energija koja se oslobađa hidrolizom ATP-a od najveće je važnosti za mišićnu kontrakciju i sportsku izvedbu. Koncentracije ATP-a u skeletnim mišićima relativno su ograničene, stoga se ATP mora kontinuirano sintetizirati (Herda i sur., 2008). Iako ATP predstavlja univerzalnu energetske valutu u svim organizmima i stanicama, razine ATP-a nisu adekvatno regulirane (povišene) u stanicama s visokim energetske potrebama. Povišenje unutarstanične koncentracije ATP-a, kao neposredne rezerve energije, praćeno njegovom hidrolizom, dovelo bi do masivne akumulacije ADP i fosfora (Pi) i također oslobodilo H<sup>+</sup>, zakiseljavajući citosol. Budući da bi to inhibiralo ATP-aze, kao što je miofibrilarna akto-miozin ATP-aza i posljedično kontrakciju mišića, te mnoge druge stanične procese, priroda je razvila način za rješavanje problema trenutnog obnavljanja zaliha ATP-a. Takozvani fosfageni evoluirali su kao visokoenergetski spojevi koji su “metabolički inertni” i kao takvi ne ometaju primarni metabolizam. Jedan od njih, fosfokreatin, sa svojom odgovarajućom kinazom, kreatin kinazom, prvi put se pojavio u tijeku eukariotske evolucije prije otprilike milijardu godina (Bertin i sur., 2007).

Primarna metabolička uloga kreatina je spajanje sa fosfatnom skupinu stvaranje kreatin fosfata kroz enzimsku reakciju potpomognutu kreatin kinazom. Razgradnjom adenzin trifosfata (ATP) u adenzin difosfat (ADP) i Pi osigurava se slobodna energija za metaboličku aktivnost. Slobodna energija oslobođen hidrolizom PCr u Cr + Pi se može koristiti kao metabolički pufer za resintezu ATP-a. Na ovaj način se osigurava stalna dostupnost ATP-a, posebice tijekom kratkih, anaerobnih aktivnosti (Kreider i sur., 2017).

Osim obnavljanja ATP-a, tu su uključeni i drugi potencijalni mehanizmi djelovanja kreatina na specifične sustave o kojima će biti riječi u nastavku ovog rada.

## 2.4. UTJECAJ KREATINA NA RAZLIČITE SUSTAVE

### 2.4.1. Utjecaj kreatina na mišićnu funkciju

Velik broj dokaza pokazuje da suplementacija kreatinom povećava mišićnu dostupnost kreatina i kreatin fosfata i stoga može poboljšati akutni kapacitet treninga i prilagodbe na trening kod adolescenata, mlađih odraslih i starijih osoba. Te prilagodbe omogućavaju sportašu da odradi veći rad tijekom niza serija ili sprinteva, što bi dovelo do većeg povećanja snage, mišićne mase i/ili bolje sportske izvedbe. Nakon punjenja kreatinom, izvedba vježbi visokog intenziteta i/ili ponavljajućih vježbe općenito se povećava za 10-20 %, ovisno o veličini povećanja mišićnog PCr-a (Kreider i sur., 2017).

Značajni dokazi pokazuju da je suplementacija kreatinom sposobna povećati hipertrofični odgovor na trening s otporom kod mladih odraslih osoba, što je prošireno i na starije odrasle osobe, što potvrđuju tri sustavna pregleda i meta-analize (Chilibeck i sue., 2017, Devries i Philips, 2014, Candow i sur., 2014). Činjenica da je kreatin učinkovitiji u kombinaciji sa stimulansom težinskog treninga sugerira da je glavno mehaničko djelovanje kreatina njegova sposobnost povećanja volumena i/ili intenziteta treninga, što može utjecati na kinetiku mišićnih proteina, faktore rasta, satelitske stanice, upalu i/ili oksidativni stres.

Osim obnavljanja ATP-a, jedan od mehanizama kojima kreatin može djelovati na mišićnu funkciju je djelovanje na satelitske stanice. Satelitske stanice su populacija miogenih matičnih stanica, koje se nalaze izvan mišićnih vlakana, između sarkoleme i bazalne lamine. Satelitske stanice igraju ključnu ulogu u mišićnom rastu, obnavljanju i regeneraciji. Kada mišićno tkivo doživi oštećenje (mehanički podražaj-trening), satelitske stanice se aktiviraju i počinju se razmnožavati kako bi obnovile oštećeno tkivo. One doniraju mionukleuse (genetske upute za rast) roditeljskim mišićnim stanicama te se diferencijaciju u mioblaste, koji se spajaju s postojećim mišićnim vlaknima kako bi povećali svoju veličinu ili formiraju nova mišićna vlakna. Nekoliko je studija istraživalo ulogu kreatina u promicanju proliferacije i diferencijacije satelitskih stanica (Vierck i sur., 2003). Kreatin u kombinaciji s treningom snage može povećati broj satelitskih stanica i miogenih jezgara u skeletnim mišićima. Rezultati su pokazali da su muškarci koji su uzimali kreatin imali veći porast broja mišićnih stanica (satelitske stanice) i jezgri mišićnih stanica nakon 12 tjedana treninga snage, u usporedbi s onima koji su uzimali placebo. Ovi nalazi sugeriraju da kreatin može potaknuti razvoj mišićne mase povećavajući

broj mišićnih stanica, što bi moglo imati koristi za poboljšanje sportske izvedbe i oporavka od ozljeda (Olsen i sur., 2006).

Postoji sve više dokaza koji upućuju na to da suplementacija kreatinom osim na sportove snage može imati korisne učinke i na druge aktivnosti. Na primjer, prijavljeno je da dodatak kreatina s ugljikohidratima ili ugljikohidratima i proteinima potiče veće skladištenje glikogena u mišićima od samog unosa ugljikohidrata (Steenge i sur., 1985). Postoje dokazi da dodatak kreatina može smanjiti oštećenje mišića i/ili poboljšati oporavak od intenzivnog napora. Na primjer, postoje dokazi da su pojedinci koji su svoju prehranu suplementirali kreatinom iskusili manje oštećenja mišića, upale i bolove mišića kao odgovor na trčanje od 30 km (Santos i sur., 2004). Također, postoje dokazi da sportaši koji suplementiraju kreatin tijekom treninga imaju manje ozljeda mišićno-koštanog sustava, ubrzano vrijeme oporavka od ozljeda i manju atrofiju mišića nakon imobilizacije. Ostaje nejasno je li to zbog veće otpornosti na ozljede i/ili sposobnosti oporavka od ozljeda. Četvrto, prijavljeno je da suplementacija kreatinom (sa ili bez glicerola) pomaže sportašima u hiperhidraciji i time povećava toleranciju na vježbanje po visokim temperaturama (Antonio i sur., 2021).

Tjelovježba je jedno od uobičajenih fizioloških stanja povezanih s povećanjem oksidativnog stresa. Oksidativni stres može se definirati kao nerazmjer između stvaranja štetnih slobodnih radikala i njihovog uklanjanja antioksidativnim obrambenim sustavom.

Najčešći visoko reaktivni nestabilni slobodni radikali su reaktivne kisikove vrste (superoksid, hidroksil, alkoksil, peroksil, vodikov peroksid) i reaktivne dušikove vrste (RNS) (dušikov oksid, dušikov dioksid, peroksinitril); zajedničkim nazivom reaktivne vrste kisika i dušika (RONS) (Burton i Jauniaux, 2011).

Tjelovježba može imati pozitivne i negativne učinke na oksidativni stres. Aktivnost visokog intenziteta može dovesti do privremene neravnoteže između proizvodnje i uklanjanja reaktivnih vrsta kisika/dušika, što može dovesti do oksidativnog stresa (Suzuki i sur., 2020).

Oksidativni stres kompromitira snagu i sportsku izvedbu. Glavni mehanizam je smanjenje osjetljivosti na kalcij, uzrokovano reaktivnim kisikovim vrstama (ROS) što može ubrzati umor skeletnih mišića (Moopanar i Allen, 2005).

Kreatin ima antioksidativna svojstva i može biti učinkovit u smanjenju oštećenja uzrokovanih oksidativnim stresom kroz izravne i neizravne mehanizme. Pozitivno djeluje na oksidativni stres i smanjuje reaktivne kisikove vrste. Kreatin može pomoći održati integritet mitohondrija te zaštititi mtDNA i RNA, od oksidativnog oštećenja. Osim toga, antioksidacijska

svojstva kreatina mogu biti povezana s njegovim sastojcima (arginin, glicin i metionin). Čini se da bi suplementacija kreatinom u kombinaciji s redovitim treningom mogla smanjiti oksidativni stres i poboljšati antioksidativni sustav. Suplementacija kreatinom vjerojatno ima sinergijski učinak s treningom, ali intenzitet i trajanje treninga te razdoblja suplementacije mogu igrati važnu ulogu u antioksidativnoj aktivnosti (Arazi i sur., 2021). Suplementacija kreatinom poboljšala je i mjere uspješnosti pamćenja kod zdravih pojedinaca, osobito kod starijih osoba (66-76 godina). Ovi korisni učinci kreatina na pamćenje mogu biti povezani sa sposobnošću kreatina da utječe na bioenergetiku mozga (Prokopidis i sur., 2023).

#### **2.4.2. Utjecaj kreatina na bubrežnu funkciju**

Široka upotreba ovog dodatka prehrani izazvala je zabrinutost o sigurnosti njegove upotrebe, posebno u vezi s bubrežnom funkcijom. Zabrinutost je nastala vjerojatno zbog lošeg razumijevanja metabolizma kreatina. U skeletnim mišićima i kreatin i kreatin fosfat se neenzimski razgrađuju u kreatinin, koji se prevozi u krv i izlučuje urinom (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Zdravi bubrezi filtriraju kreatinin, koji bi se inače nakupljao u krvi. Kreatinin se inače koristi kao poznati marker funkcije bubrega. Suplementacija kreatinom može promijeniti razinu kreatinina u serumu što može postati lažni pokazatelj oštećenja bubrega.

Količina kreatinina u krvi povezana je s mišićnom masom (npr. muškarci imaju više razine kreatinina u krvi od žena) te unosom kreatina iz hrane i dodataka prehrani. I kreatinin u krvi i urinu može se povećati uzimanjem kreatina kao dodatka prehrani i hrane koja sadrži kreatin, kao što je meso. Kreatin obično nije prisutan u urinu, ali može doseći vrlo visoke razine (>10 g/dan) tijekom suplementacije kreatinom. Unatoč uvriježenom mišljenju da su bubrezi "prisiljeni" da izlučuju više od normalnih razina kreatinina te da će doći do neke vrste preopterećenja bubrega i oštećenja bubrega, u stvarnosti je malo vjerojatno da će kratkoročna povećanja kreatina u krvi ili urinu ili kreatinina zbog suplementacije kreatinom odražavati disfunkciju bubrega (Antonio i sur., 2021). U randomiziranoj dvostruko slijepoj, placebo kontroliranoj kliničkoj studiji (Gualano i sur., 2008) koja je istraživala utjecaj suplementacije kreatinom na bubrežnu funkciju 20 zdravih mladih ljudi (10 muškaraca i 10 žena), koji su nasumično raspoređeni u dvije skupine:skupinu koja je konzumirala kreatin (20 g) i skupinu koja je konzumirala placebo, tijekom 12 tjedana. Rezultati studije pokazali su da suplementacija kreatinom nije imala štetan utjecaj na bubrežnu funkciju, te da nije utjecala na razinu kreatinina

u krvi. Studija je također pokazala da su kreatin i placebo skupine imale slične razine bubrežnih parametara, uključujući kreatinin, ureu i mokraćnu kiselinu. Također, nije bilo razlike u učestalosti nuspojava između dvije skupine.

U sistemskom pregledu autora Gualano i sur., (2016) u kojem su istraživali nuspojave suplementacijom kreatinom, istraživači su analizirali ukupno 70 studija koje su provedene u razdoblju od 1999. do 2014. godine, a koje su uključivale sportaše i aktivne ljude koji su koristili kreatin kao dodatak prehrani. Rezultati ovog pregleda pokazali su da suplementacija kreatinom nema štetan utjecaj na većinu bubrežnih i kardiovaskularnih parametara, a niti na serumsku razinu kreatinina.

S obzirom na raširenost upotrebe kreatina (8-74 % kod sportaša i drugih pojedinaca koji vježbaju (Rawson i sur., 2017), da je veza između suplementacije kreatinom i zdravlja bubrega valjana, postojao bi očekivani porast oštećenja bubrega kod niskorizičnih (tj. mladih, fizički sposobnih, zdravih) skupina. Nakon gotovo 30 godina praćenja, tisuća izlaganja i više kliničkih ispitivanja, ne postoje takvi dokazi. Istraživanja su potvrdila da kod zdravih pojedinaca nema štetnih učinaka konzumiranja preporučenih doza kreatina na funkciju bubrega (de Souza E Silva i sur., 2019)

## **2.5. PROTOKOL SUPLEMENTACIJE I BIORASPOLOŽIVOST**

U uobičajenoj prehrani koja sadrži 1-2 g/dan kreatina, zalihe kreatina u mišićima su zasićene oko 60-80 %. Suplementacija kreatinom kao dodatkom prehrani može povećati zalihe mišićnog kreatina i fosfokreatina za 20-40 %. Takozvana faza punjenja kreatinom definira se kao unos 20-25 g kreatina na dan (ili približno 0,3 g/kg tjelesne težine) najčešće u manjim dozama (5 g), četiri do pet puta dnevno tijekom 5-7 dana (Hultman i sur., 1996). Međutim, mogu biti potrebne veće razine suplementacije kreatina tijekom dužih vremenskih razdoblja kako bi se povećale koncentracije kreatina u mozgu, nadoknadili nedostaci u sintezi kreatina ili utjecalo na zdravstvena stanja (Braissant i sur., 2011).

Jednom kada su zalihe kreatina u mišićima potpuno zasićene, zalihe kreatina općenito se mogu održavati unosom 3-5 g/dan, iako neka istraživanja pokazuju da će veći sportaši možda trebati unositi čak 5-10 g/dan kako bi održali zalihe. Uzimanje kreatina s ugljikohidratima ili ugljikohidratima i proteinima potiče veće zadržavanje kreatina (Greenwood, 2003).

Rašireno je mišljenje da je faza punjenja kreatinom nužna kako bi povećali

intramuskularne zalihe kreatina. Jednako učinkovit protokol je konzumacija nižih doza (3-5 g/dan) kreatin monohidrata tijekom 28 dana. Jedina razlika je u da ova metoda rezultira postupnim povećanjem sadržaja kreatina u mišićima u usporedbi s metodom punjenja i stoga ima manji učinak na izvedbu dok se zalihe kreatina u potpunosti ne zasite. Nikakvi dokazi ne upućuju na to da razine kreatina u mišićima padnu ispod početne vrijednosti nakon prestanka suplementacije kreatinom; stoga se čini da ne postoji potencijal za dugotrajnu supresiju endogene sinteze kreatina (Kreider i sur., 2017).

Ako sportaš planira konzumirati kreatin tijekom duljeg vremenskog razdoblja (> 30 dana), ili ako izbjegava potencijalni porast na tjelesnoj masu koji se ponekad može dogoditi tijekom faze punjenja kreatinom, strategija održavanja kreatina bila bi optimalnija opcija. Sportaši koji provode fazu punjenja kreatinom (tj. 20 g/dan) trebali bi rasporediti unos u više manjih doza (npr. manje od ili jednake porcije od 10 grama) tijekom dana, budući da doze veće od 10 grama mogu potencijalno dovesti do gastrointestinalnih problema (Antonio i sur., 2021).

Bioraspoloživost se odnosi na količinu hranjivih tvari iz hrane ili dodataka prehrani koja se dostavlja ciljanom tkivu i tijelo ju može iskoristiti za metaboličku aktivnost. Ako hrana ili dodatak prehrani sadrže veliku količinu hranjivih tvari, ali ih se samo mali postotak apsorbira i iskoristi u tijelu, možemo reći da ima nisku bioraspoloživost. Slično, ako neka hrana ili dodatak ne dostavlja dovoljno aktivnih hranjivih tvari u ciljano tkivo, također nema veliku bioraspoloživost. Kako bi prehrambeni izvor kreatina bio bioraspoloživ, mora zadovoljiti sljedeće uvjete: mora se apsorbirati u krv i transportirati do ciljanog tkiva; transportirati u tkivo putem tkivno specifičnih transporter gena kreatina (npr. CRT1 ili SLC6A8 u mišićima) te povećati tkivni i stanični sadržaj kreatina i fosfokreatina u fiziološki značajnoj količini koja utječe na metaboličku aktivnost (npr. 20-40 % u mišićima i 10-20 % u mozgu) (Kraider i sur., 2022). Razina kreatina u plazmi obično doseže vrhunac oko 60 minuta nakon oralnog uzimanja kreatin monohidrata. Početni porast razine kreatina u plazmi, nakon čega slijedi smanjenje razine u plazmi, može se koristiti za neizravno mjerenje unosa kreatina u ciljano tkivo. Međutim, zlatni standardi za mjerenje učinaka suplementacije kreatina na ciljano tkivo su spektroskopija magnetske rezonancije (MRS), mišićna biopsija, studije stabilnih izotopa i/ili zadržavanje kreatina u cijelom tijelu koje se procjenjuje mjerenjem razlike između unosa kreatina i izlučivanja mokraćom.

Kreatin monohidrat u prahu vrlo je stabilan i ne pokazuje znakove degradacije u kreatinin tijekom godina, čak ni pri povišenim temperaturama skladištenja. Međutim, kreatin



nije stabilan u otopini zbog intramolekularne ciklizacije koja pretvara kreatin u kreatinin, posebno na višim temperaturama i nižem pH. Postoji kao zwitterion, s pozitivnim nabojem na rezonantnim strukturama gvanidina i negativnim nabojem na karboksilatnim skupini atoma kisika. Kristalizira se u monoklinskom kristalnom sustavu s jednom molekulom kristalne vode. Ti kristali su poznati pod imenom kreatin monohidrat, koji dehidrira na 110 °C. Važno je napomenuti da se topljivost kreatin monohidrata u vodi povećava s temperaturom (npr. 8,5 g·L<sup>-1</sup> na 4 °C i 14 g·L<sup>-1</sup> na 25 °C) (Bonilla i sur., 2021). Razgradnja kreatina može se smanjiti ili zaustaviti snižavanjem pH ispod 2,5 ili povećanjem pH iznad 12,1.

Novi oblici kreatina se prodaju s tvrdnjama poboljšanih fizičkih, kemijskih i fizioloških svojstava u usporedbi s kreatin monohidratom. Tvrdnje uključuju poboljšanu stabilnost u kombinaciji s drugim sastojcima ili u tekućinama, poboljšanu topljivost u vodi, poboljšanu bioraspoloživost, pa čak i povećanje učinka.

Iako neki oblici kreatina mogu biti topljiviji od kreatin monohidrata kada se pomiješaju s tekućinom, dosadašnja istraživanja jasno pokazuju da je kreatin monohidrat najsigurniji i najdjelotvorniji izbor (Antonio i sur., 2021)

Kreatin monohidrat je jedini izvor kreatina koji ima dosljedne dokaze o bioraspoloživosti, učinkovitosti te sigurnosti. Ima status GRAS (engl. *Generally Recognized As Safe, GRAS*) od strane Američke uprave za hranu i lijekove (engl. *Food and Drug Administration, FDA*), odobren je za uporabu s pratećim zdravstvenim tvrdnjama u Europskoj Uniji, opsežno je pregledan i odobren od strane odjela kanadske vlade za nacionalnu i zdravstvenu politiku, Health Canada, odobren je za prodaju na glavnim svjetskim tržištima (Kreider i sur., 2022).

Tvrdnje da se različiti oblici kreatina razgrađuju u manjoj mjeri od kreatin monohidrata in vivo ili rezultiraju većim unosom u mišiće trenutno su neutemeljene. Klinički dokazi nisu pokazali da različiti oblici kreatina kao što su kreatin citrat, kreatin serum, kreatin etil ester, puferirani oblici kreatina ili kreatin nitrat potiču veće zadržavanje kreatina od kreatin monohidrata.

## 2.6. SIGURNOST I NUSPOJAVE

Otkako je kreatin monohidrat ranih 1990-ih postao popularan dodatak prehrani, provedeno je više od 1000 studija i unesene su milijarde porcija kreatina. Jedina nuspojava koja

se dosljedno javlja kao posljedica konzumacije kreatina koja je opisana u literaturi je povećanje tjelesne mase. Dostupne kratkoročne i dugoročne studije na zdravoj i bolesnoj populaciji, od dojenčadi do starijih osoba, u dozama u rasponu od 0,3 do 0,8 g/kg/dan do 5 godina dosljedno su pokazale da suplementacija kreatinom ne predstavlja zdravstveni rizik i može pružiti brojne dobrobiti za zdravlje i izvedbu. Unatoč upozorenjima koje možemo pronaći na deklaracijama određenih proizvoda, suplementacija kreatinom je sigurna i za osobe mlađe od 18 godina. Važno je razumjeti da je ovo zakonska mjera opreza i da nema znanstvenih dokaza da djeca i/ili adolescenti ne bi trebali uzimati kreatin (Kreider i sur., 2017).

Dihidroksi testosteron je metabolit testosterona. DHT se može vezati za receptore na folikulima dlaka na tjemenu, uzrokujući njihovo smanjivanje i prestanak proizvodnje kose tijekom vremena. Samo je jedna randomizirana kontrolirana studija pokazala povezanost suplementaciju kreatinom s povećanjem DHT-a. Brojne su studije ispitale učinke kreatina na testosteron. Samo dva RCT-a vidjela su značajno povećanje testosterona pri suplementaciji s 20 g kreatina dnevno tijekom 6 dana i 7 dana. Deset RCT-ova nije otkrilo nikakav učinak kreatina na testosteron. Ukratko, trenutačni dokazi ne pokazuju da suplementacija kreatinom povećava ukupni testosteron, slobodni testosteron, DHT ili uzrokuje gubitak kose/ćelavost. Do danas nijedna studija nije izravno ispitala učinke kreatina na gubitak kose.

Iako je djelovanje kreatina na izvedbu i mišićnu masu slično djelovanju anaboličkih kreatina, njihovi mehanizmi djelovanja, kemijska struktura i zakonska kategorizacija nisu. Anabolički steroidi su lijekovi, s drugačijom kemijskom strukturom od kreatina, i kontrolirane su tvari klase C, rasporeda III koje regulira Uprava za hranu i lijekove podliježu odredbama regulatornog nadzora Zakona o kontroliranim tvarima. Koje je utvrdio Udruga za suzbijanje droga. Ilegalno je posjedovati i davati anaboličke steroide bez liječničkog recepta i poznati su po brojnim nuspojavama, uključujući srčane probleme, oštećenje jetre, promjene raspoloženja i povećan rizik od raznih vrsta raka (Smith i Norris, 2000).

## **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. ISPITANICI I METODE RADA**

#### **3.1.1. Ispitanici**

Ispitanici obuhvaćeni ovim istraživanjem bili su aktivni hrvatski natjecatelji u olimpijskom dizanju utega, koji se natječu na državnoj i europskoj razini te konzumiraju kreatin kao dodatak prehrani. U ovom istraživanju sudjelovao je ukupno 41 ispitanik, od toga 25 muškaraca te 16 žena. Ispitanici su bili dobrog zdravlja i bez ozljeda u trenutku istraživanja te u pripremnom periodu za državno prvenstvo u dizanju utega za seniore.

Prikupljanje ispitanika odvijalo se na natjecanjima u olimpijskom dizanju utega u sezoni 2022/2023. te putem društvenih mreža. Svi sudionici su dobrovoljno odlučili sudjelovati te su putem Google obrasca potvrdili da su suglasni da će se prikupljene informacije koristiti isključivo za izradu diplomskog rada te da će dobiveni podaci bit će obrađivani isključivo na grupnoj razini. Naglašeno je da je sudjelovanje je u potpunosti dobrovoljno te mogu odustati u bilo kojem trenutku. Prije prikupljanja podataka objašnjeni su tijek i svrha istraživanja. Istraživanje je provedeno uživo, u obliku individualnog intervjua.

#### **3.1.2. Metode rada**

Sve ispitanici uključeni u istraživanje ispunili su, uz pomoć studentice nutricionizma, online verziju upitnika kreiranog za potrebe ovog istraživanja. Upitnik je kreiran modifikacijom upitnika koji su ranije u sportskoj populaciji ispitivali protokol suplementacije (Aljaloud i Ibrahim, 2013), razloge suplementacije i osobna uvjerenja oko suplemenata (Bukhari i sur., 2021) te se temelji na preglednom radu o tvrdnjama o kreatinu koje su kontroverzne ili oko kojih nema konsenzusa (Antonio i sur., 2021).

Upitnik sadrži 29 pitanja, a podijeljen je u 3 skupine pitanja: opći podaci, podaci o suplementaciji kreatinom te upitnik o znanju o kreatinu (Prilog 1).

Opći dio upitnik sadrži 5 pitanja kojima su prikupljeni podaci o spolu, dobi, antropometrijskim mjerenjima te godinama bavljenja olimpijskim dizanjem utega.

U drugom dijelu upitnika prikupljeni su podaci o formi i obliku kreatina koju koriste, količini, učestalosti te protokolu suplementacije, razlozima konzumiranja kreatina te izvorima

informacija o kreatinu.

U trećem dijelu ispitanici su kroz 13 tvrdnji o kreatinu pokazali svoje znanje i informiranost o učincima (pozitivnim i negativnim) kreatina.

### **3.1.3. Statistička obrada podataka**

Statistička analiza napravljena je pomoću statističkog paketa IBM SPSS Statistics v25. Kategoričke varijable prikazane su pomoću apsolutne vrijednosti i postotka, dok su numeričke varijable prikazane aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom te medijanom i interkvartilnim rasponom. Varijable po kojima se radila usporedba po spolu su ordinalne po prirodi. Stoga, za usporedbu po spolu koristio se Mann-Whitney U test. Za usporedbu povezanosti između kategoričkih varijabli koristio se Fisher's exact test. Razina značajnosti primijenjena je na  $P < 0,05$ .

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi protokol suplementacije i razloge konzumiranja kreatina kod hrvatskih dizača utega te znanje o istom. U te svrhe kreiran je upitnik pomoću kojeg su prikupljeni podaci o protokolu suplementaciji, razlozima korištenja kreatina te je provjereno znanje o kreatinu koristeći se najpoznatijim mitovima o kreatinu.

### 4.1.1. Ispitanici

U ovom istraživanju sudjelovao je ukupno 41 ispitanik, od toga 25 muškaraca te 16 žena. Svi ispitanici se aktivno bave dizanjem utega i konzumiraju kreatin. Prosječna dob ispitanika iznosi 26,2 godine (18-44 godine). Prikupljenim antropometrijskim podacima, odnosno tjelesnom masom i tjelesnom visinom, izračunat je indeks tjelesne mase (ITM) ispitanika koji ispitanike prema prosjeku stavlja u skupinu prekomjerne tjelesne mase ( $25,9 \pm 3,2$  kg/m<sup>2</sup>). Također su prikupljeni podaci o broju godina bavljenja olimpijskim dizanjem utega. Prosječno trajanje bavljenja dizanjem utega iznosi 5,4 ( $\pm 4,8$ ) godina (tablica 1). Možemo zaključiti da se radi o populaciji iskusnih dizača utega.

**Tablica 1.** Sociodemografska obilježja ispitanika

Varijabla	N* (%)	AS $\pm$ SD†
Spol		
Muški	25 (61)	
Ženski	16 (39)	
Dob, godine		26,2 $\pm$ 6,1
Tjelesna visina, cm		175,8 $\pm$ 10,4
Tjelesna masa, kg		80,8 $\pm$ 17,5
Indeks tjelesne mase, kg/m <sup>2</sup>		25,9 $\pm$ 3,2
Bavljenje dizanjem utega, godine		5,4 $\pm$ 4,8

N\* – broj ispitanika; AS  $\pm$  SD† – aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija

#### **4.1.2. Oblik kreatina i protokol suplementacije**

Većina ispitanika (97,5 %) koristi kreatin monohidrat, dok samo 2,5 % ispitanika, odnosno jedan ispitanik, koristi kreatin etil-ester. Iako se neki novi oblici kreatina kao što su kreatin etil-ester, cregatine, kreatin nitrat i drugi prodaju s tvrdnjama o poboljšanim svojstvima u usporedbi s kreatin monohidratom, istraživanja dosljedno pokazuju da je kreatin monohidrat najsigurniji i najdjelotvorniji izbor s dosljednim dokazima o bioraspoloživosti i učinkovitosti. (Kreider 2022), (Antonio i sur., 2021). Stoga se može zaključiti da dizači nisu povjerovali marketinškim trikovima koji promoviraju nove oblike kreatina s nedovoljno znanstvenih istraživanja koja potvrđuju njihove tvrdnje.

Što se tiče forme konzumacije, većina ispitanika (92,6 %) konzumira prašak, dok samo manji postotak ispitanika (7,4 %), odnosno tri ispitanika, koriste tablete. Možemo pretpostaviti da se radi o osobnoj preferenciji, s obzirom na to da je kreatin stabilan u oba oblika. Kreatin u prahu, ako se ne konzumira s dovoljno vode i pri adekvatnoj temperaturi (topljivost kreatina u vodi se povećava s temperaturom) (Bonilla i sur., 2021), može kod pojedinaca izazvati gastrointestinalne smetnje pa su u tom slučaju tablete dobra alternativa.

Prosječno ispitanici konzumiraju kreatin 6 puta tjedno, dok prosječni dnevni unos kreatina među ispitanicima iznosi 5,2 grama (uz standardnu devijaciju od 3 grama). Najčešće ponavljana doza (mod) među ispitanicima iznosi 5 grama, što odgovara preporučenim dnevnim dozama (Kerksick i sur., 2018).

Većina ispitanika (92,6 %) ne prakticira fazu punjenja kreatinom, dok samo manji postotak ispitanika (7,4 %) to čini. Faza punjenja kreatinom nije nužna kako bi se postigla puna zasićenost mišića kreatinom, ali se koristi kao strategija za brže povećanje razine kreatin-fosfata u mišićima. Kontinuirana suplementacija manjih doza kreatina dugoročno može postići iste rezultate kao i prakticiranje faze punjenja (Kreider i sur., 2017).

Ispitanici najčešće kupuju kreatin putem online trgovina (46,1 %), dok manji postotak koristi specijalizirane prodavaonice (44 %) i maloprodaju (7,4 %). Također, samo jedan ispitanik (2,5 %) dobiva kreatin od svog trenera.

#### **4.1.3. Razlozi konzumiranja i izvori informacija o kreatinu**

Većina ispitanika (75,2 %) koristi kreatin zbog poboljšanja sportske izvedbe, dok manji

postotak ispitanika navodi razloge poput povećanja mišićne mase (14,8 %), oporavka (5 %) i poboljšanja zdravlja (2,5 %). Također, jedan ispitanik (2,5 %) ističe sve navedene razloge.

Na temelju rezultata istraživanja, može se zaključiti da većina ispitanika koristi kreatin s ciljem poboljšanja sportske izvedbe. To je u skladu s brojnim znanstvenim istraživanjima koja su dokumentirala pozitivne učinke kreatina na sportsku izvedbu, uključujući povećanje snage, brzine, izdržljivosti i oporavka (Antonio i sur., 2021). Dodatna edukacija o kreatinu može pomoći ispitanicima da donesu informirane odluke o upotrebi ovog suplementa i osiguraju da ga koriste iz opravdanih izvora i u skladu s ciljevima koje žele postići.

Ispitanici najčešće dobivaju informacije o dodacima prehrani, uključujući kreatin, putem znanstvene literature (33,8 %), društvenih mreža (14,8 %) i od nutricionista (26,8 %). Manji postotak ispitanika informacije dobiva od kolega dizača (9,8 %) ili se služi drugim izvorima informacija (14,8 %). Ako se informacije o kreatinu dobivaju putem društvenih mreža, kolega ili drugih nestručnih izvora postoji rizik od netočnih i nepouzdanih informacija te potencijalno neprikladne upotrebe kreatina. Postoje mnogi samoprolašeni "stručnjaci" koji mogu promovirati određene proizvode ili suplemente na temelju vlastitog iskustva ili nepotvrđenih tvrdnji, a s ciljem zarade. Stoga, nutricionisti imaju ključnu ulogu u pružanju provjerenih informacija o kreatinu i suplementima, uključujući njegove prednosti, doziranje, sigurnost i potencijalne interakcije s drugim suplementima ili lijekovima. Nutricionisti također mogu pružiti individualizirane smjernice za primjenu suplemenata, uzimajući u obzir specifične potrebe i ciljeve sportaša (tablica 2).

Razumljivo je da su treneri često prvi izvor informacija o suplementima s obzirom da imaju bliski kontakt sa sportašima. Stoga je važno da treneri budu educirani o kreatinu i suplementaciji kako bi mogli pružiti točne informacije i savjete svojim sportašima. Treneri bi trebali biti svjesni važnosti upućivanja sportaša nutricionistima za dodatnu podršku i konzultacije o suplementaciji. Dodatno, važno je napomenuti da je kreatin relativno siguran suplement u smislu doping testova. Međutim, ako sportaši dobivaju informacije o suplementima, pa tako i o kreatinu, iz nestručnih izvora, postoji povećan rizik od nenamjernog kršenja antidoping pravila. Neprovjereni izvori dovesti do nepravilne primjene ili upotrebe suplemenata koji sadrže nedopuštene tvari.

**Tablica 2.** Informacije o suplementaciji kreatinom

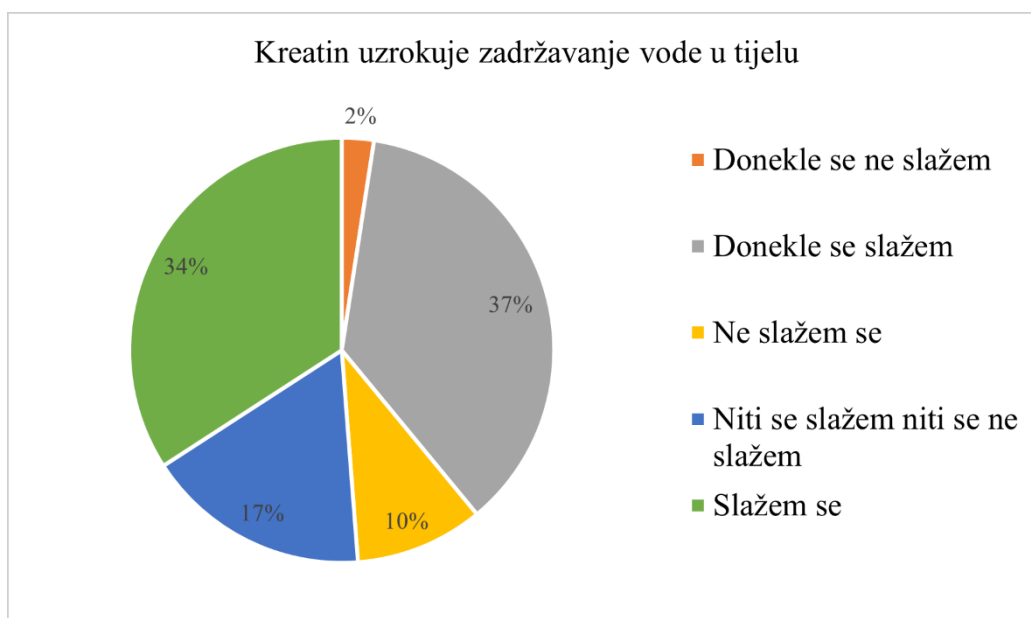
Varijabla	N* (%)	AS ± SD†
Koji oblik kreatina konzumirate?		
Kreatin monohidrat	40 (97,5)	
Kreatin etil-ester	1 (2,5)	
Koji oblik/formu kreatina koristite?		
Prašak	38 (92,6)	
Tablete	3 (7,4)	
Koliko puta tjedno konzumirate kreatin?		6 ± 1,6
Koliko grama kreatina konzumirate dnevno?		5,2 ± 3
Practicirate li fazu punjenja?		
DA	3 (7,4)	
NE	38 (92,6)	
Gdje obično kupujete kreatin?		
Maloprodaja	3 (7,4)	
Online trgovina	19 (46,1)	
Specijalizirana prodavaonica	18 (44)	
Trener	1 (2,5)	
Koji je glavni razlog suplementacije kreatinom?		
Oporavak	2 (5)	
Poboljšanje sportske izvedbe	31 (75,2)	
Poboljšanje zdravlja	1 (2,5)	
Povećanje mišićne mase	6 (14,8)	
Sve od ponuđenog	1 (2,5)	
Od koga dobivate informacije o dodacima prehrani?		
Društvene mreže	6 (14,8)	
Kolege	4 (9,8)	
Nutricionist	11 (26,8)	
Znanstvena literatura	14 (33,8)	
Ostalo	6 (14,8)	

N\* – broj ispitanika; AS ± SD† – aritmetička sredina ± standardna devijacija



#### 4.1.4. Znanje o kreatinu

Iako su objavljeni brojni pregledni radovi i metaanalize koje su proučavale djelovanje, učinkovitost i sigurnost kreatina, pitanja o njegovoj učinkovitosti te neznanje o sigurnosti još uvijek postoji. Međunarodno društvo sportske prehrane (International Society of Sports Nutrition (ISSN)) 2017. godine objavilo je ažurirano stajalište o sigurnosti i učinkovitosti suplementacije kreatinom u sportu i medicini, pružajući pregled dostupnih dokaza iz literature o utjecaju kreatina na različite aspekte sportske izvedbe, oporavka, prevencije ozljeda, kognitivne funkcije, starenja, kliničkih stanja i trudnoće. Kako bi odgovorili na najčešća pitanja i mitove povezane s konzumacijom kreatina, osnovan je međunarodno priznati tim znanstvenika, koji su zajedno objavili više od 200 recenziranih članaka koji uključuju suplementaciju kreatinom, kako bi proveli znanstvenu evaluaciju dostupne literature. Na svako pitanje odgovarao je jedan istraživač, odabran prema stručnosti o specifičnoj temi. Zatim su konačnu verziju pregledali i odobrili svi autori, odražavajući stoga mišljenje grupe autora (Antonio i sur., 2021). Na temelju ovog rada osmišljene su tvrdnje uz pomoću kojih je provjereno znanje o kreatinu kod ove skupine. Statističkom obradom došli smo do sljedećih zaključaka (slika 2 -slika 14).



**Slika 2.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu“



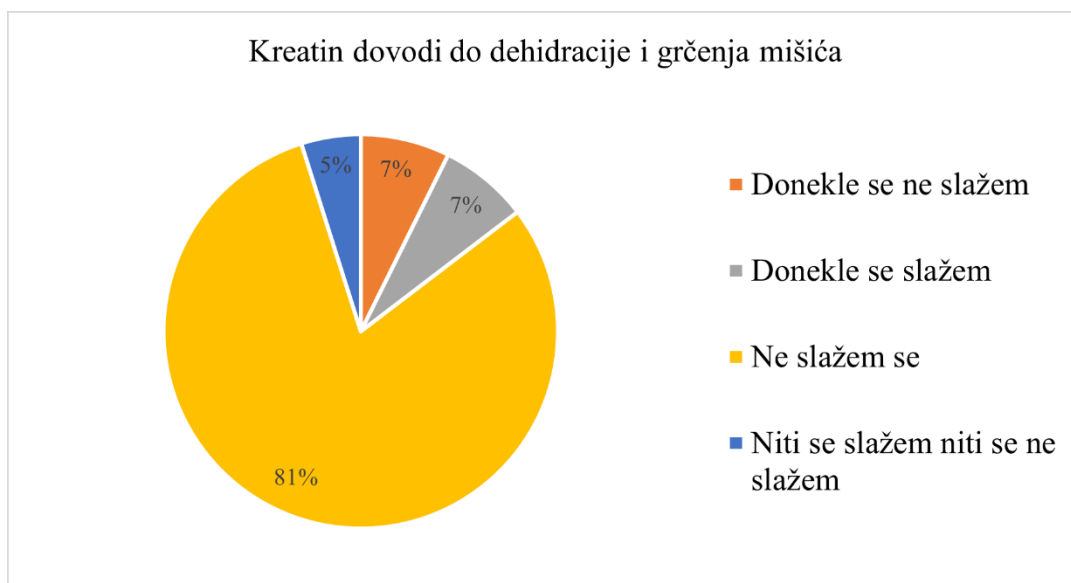
**Slika 3.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin je anabolički steroid“



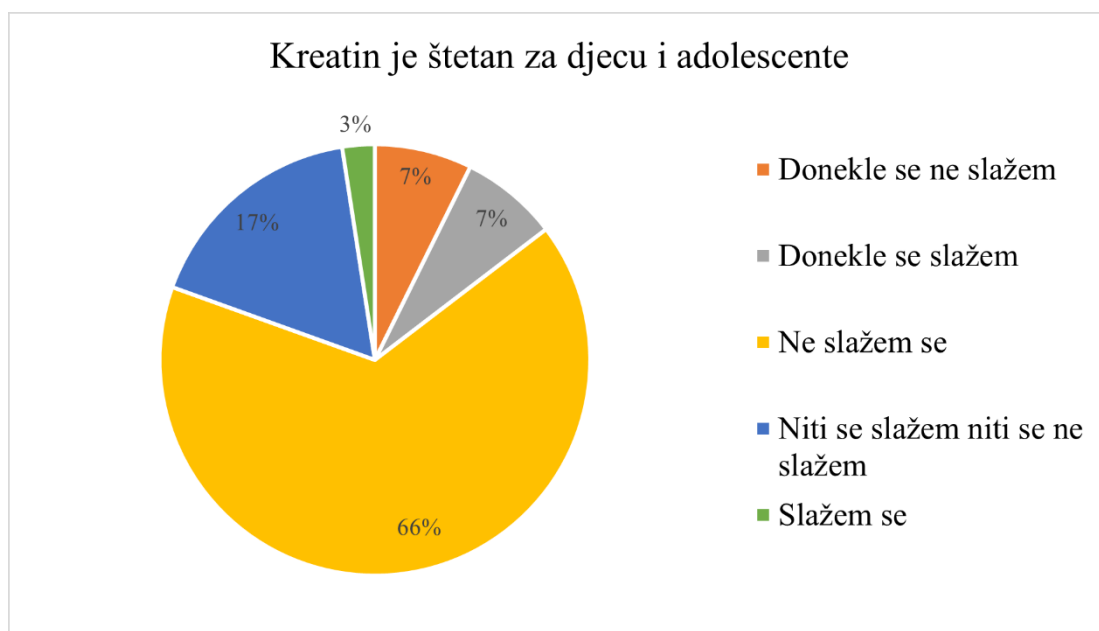
**Slika 4.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin uzrokuje oštećenje bubrega“



**Slika 5.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin uzrokuje gubitak kosa (ćelavost)“



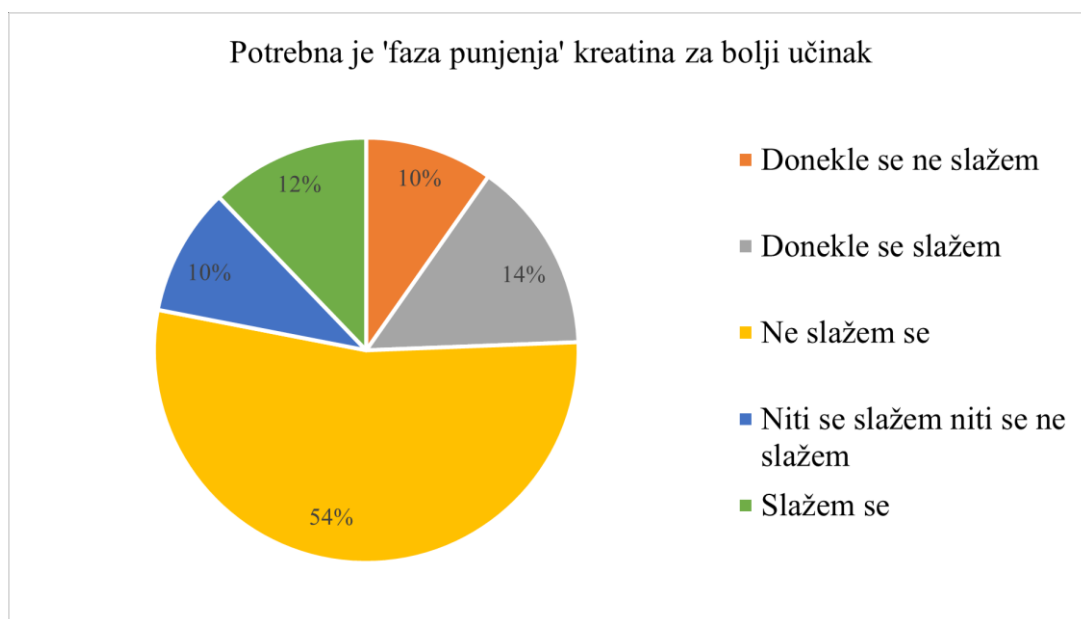
**Slika 6.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin dovodi do dehidracije i grčenja mišića“



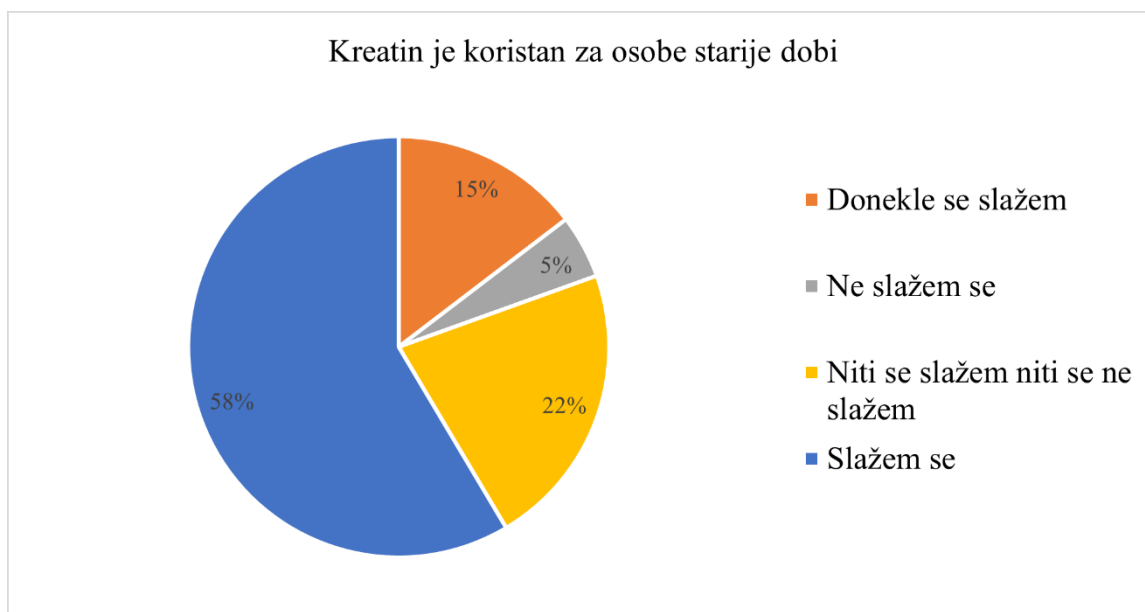
**Slika 7.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin je štetan za djecu i adolescente“



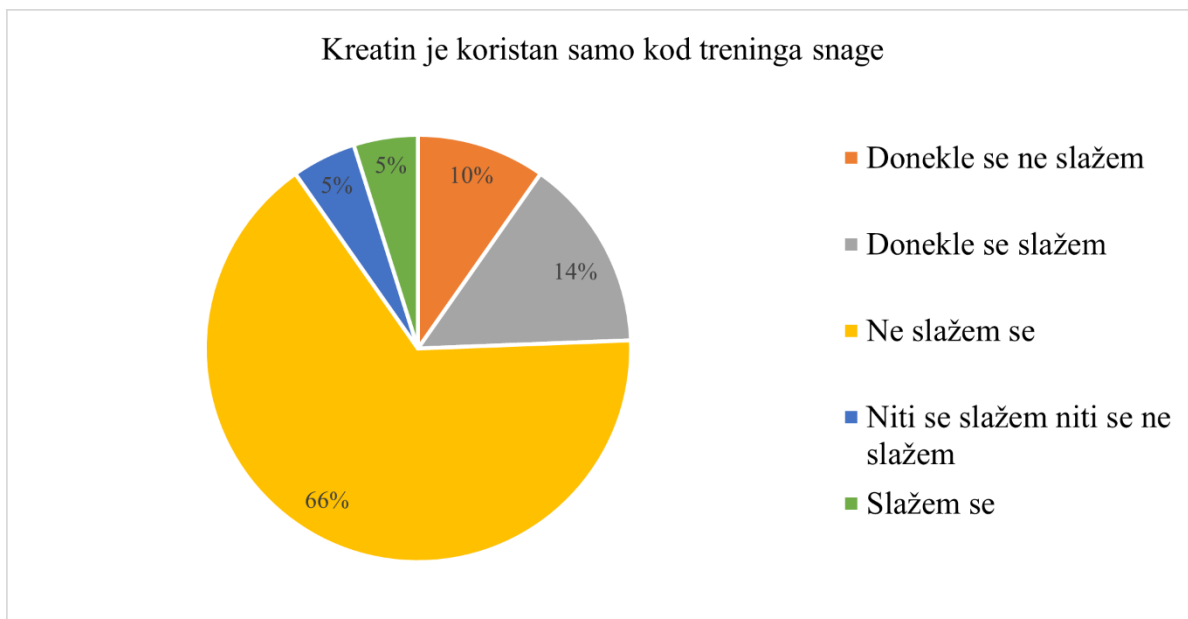
**Slika 8.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin povećava količinu masnog tkiva“



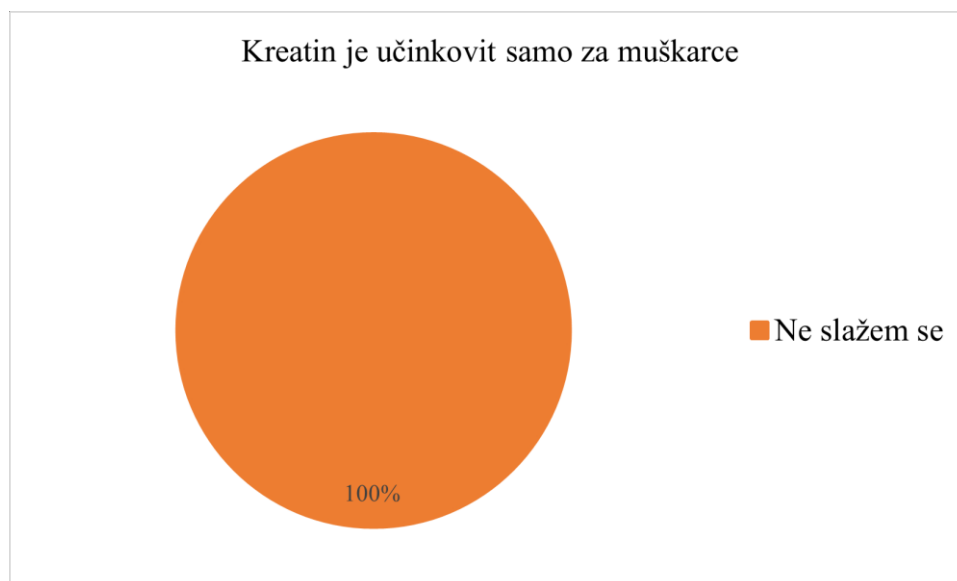
**Slika 9.** Mišljenje ispitanika o izjavi „potrebna je „faza punjenja“ kreatina za bolji učinak“



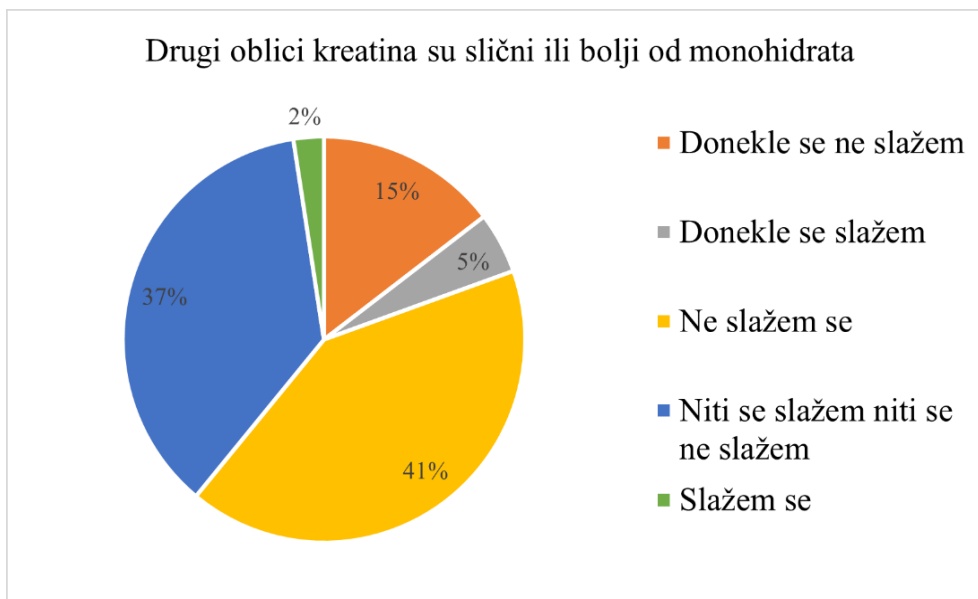
**Slika 10.** Mišljenje ispitanika o izjavi „potrebna je „kreatin je koristan za osobe starije dobi“



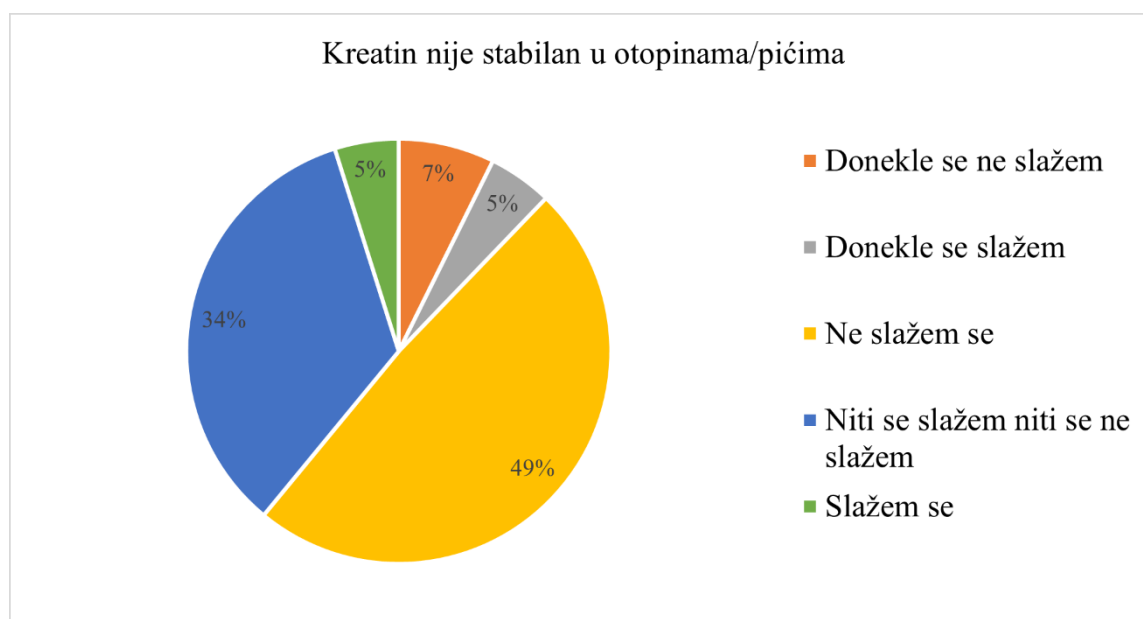
**Slika 11.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin je koristan samo kod treninga snage“



**Slika 12.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin je učinkovit samo za „muškarce“



**Slika 13.** Mišljenje ispitanika o izjavi „drugi oblici kreatina su slični ili bolji od monohidrata“



**Slika 14.** Mišljenje ispitanika o izjavi „kreatin nije stabilan u otopinama/pićima“

Ispitanici su najbolje informirani o činjenici da je kreatin jednako djelotvoran za muškarce i žene (slika 12). Svi ispitanici (n=41) su se složili s tom tvrdnjom. Iako se kinetika kreatina može razlikovati između zdravih muškaraca i žena, kreatin je jednako djelotvoran za oba spola. Žene mogu imati veću mišićnu koncentraciju kreatina, vjerojatno zbog manje

mišićne mase. Veća koncentracija kreatina kod žena može djelomično objasniti zašto neka istraživanja pokazuju smanjenu osjetljivost i/ili učinke na sportsku izvedbu kod žena (Mihic i sur., 2000).

Većina istraživanja ipak dosljedno pokazuje da kreatin može pomoći u povećanju mišićne mase, snage i izdržljivosti kod žena koje se bave tjelesnom aktivnošću, uključujući i trening snage (Branch 2003). U globalu, suplementacija kreatinom pruža niz dobrobiti za žene tijekom njihova životnog vijeka (Antonio i sur., 2021).

S obzirom na sve veći broj ženskih sudionica u rekreativnom i profesionalnom dizanju utega, povećava se svijest o konzumaciji suplemenata, pa tako i kreatina kod ženskih natjecateljica. Možemo pretpostaviti da su žene koje su odlučile probiti stereotipe o dizanju utega kao isključivo muškom sportu, također usvojile i ostale aspekte sporta i sportske prehrane, smanjujući širenje dezinformacija o kreatinu kao suplementu isključivo korisnom za muškarce. Sve veća svijest o konzumaciji kreatina kod žena i dokazi o njegovoj učinkovitosti u sportu doprinose promjeni percepcije i prihvaćanju suplementacije kreatinom kao korisne i za žene. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se dublje razumjeli mehanizmi djelovanja kreatina kod žena te kako bi se pružile smjernice za sigurnu i učinkovitu primjenu kreatina kao dodatka prehrani kod ženskih sportašica.

Rezultati istraživanja ukazuju na to da se većina ispitanika (71 %) donekle ili u potpunosti slaže s tvrdnjom da kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu (slika2). Zadržavanje vode smatra jednim od prvih mitova i razloga zabrinutosti vezanih uz konzumaciju kreatina.

Važno je napomenuti da zadržavanje vode kao rezultat suplementacije kreatinom obično ima privremen karakter i nestaje nakon prekida uzimanja suplementa. U svrhu daljnjeg istraživanja, preporučuje se preciznije formuliranje pitanja kako bismo dobili bolje razumijevanje percepcije ispitanika. Primjer takvog formuliranja mogao bi biti: "Koliko se slažete s tvrdnjom da kreatin uzrokuje **dugoročno** zadržavanje vode u tijelu?" Na taj način bismo naglasili da je riječ o dugotrajnom učinku, a ne samo kratkoročnom povećanju intracelularne vode.

Važno je također napomenuti primjenu rezultata u sportskom kontekstu, posebice među dizačima utega. U praksi je vidljivo da dizači utega često prestaju uzimati kreatin prije natjecanja kako bi smanjili tjelesnu masu i zadovoljili kriterije određene kategorije. Ova praksa može utjecati na njihovu percepciju vezanu uz zadržavanje vode.

Uzimajući u obzir sportaše koji teže povećanju mišićne mase i snage, zadržavanje vode



može imati pozitivan učinak. Povećana koncentracija vode u mišićima može pružiti bolju hidraciju, olakšati oporavak te potaknuti povećanje mišićne mase. Ne smijemo zaboraviti da intracelularna voda igra važnu ulogu kao stanični signal za sintezu proteina.

Iako postoje dokazi koji sugeriraju da suplementacija kreatinom može privremeno povećati zadržavanje vode, prvenstveno zbog povećanja intracelularnog volumena, većina istraživanja ukazuje na to da kreatin ne mijenja ukupnu tjelesnu vodu (intracelularnu ili ekstracelularnu), u odnosu na mišićnu masu, tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Stoga se može zaključiti da suplementacija kreatinom ne dovodi do zadržavanja vode.

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da većina ispitanika ne vjeruje u mitove koji tvrde da kreatin uzrokuje oštećenje bubrega (87,8 %) (slika3), gubitak kose (95 %) (slika4), dehidraciju i grčenje mišića (80,6 %) (slika 5), te da je štetan za djecu i adolescente (65,8 %) (slika 7). Također, većina ispitanika ne vjeruje da kreatin povećava količinu masnog tkiva (90,3 %) (slika 8), dok se ne slažu s tvrdnjom o potrebi faze punjenja kreatinom za postizanje boljeg učinka (53,6 %) (slika 9). Zanimljivo je primijetiti da se većina ispitanika slaže s tvrdnjom da je kreatin koristan za osobe starije dobi (58,5 %) (slika 10), da nije koristan samo kod treninga snage (65,7 %) (slika 11) te da drugi oblici kreatina nisu učinkovitiji u usporedbi s monohidratom (slika 13). Od 13 tvrdnji povezanih sa znanjem o kreatinu, svaki ispitanik je u prosjeku za 69 % tvrdnji točno naznačio njihovu (ne)točnost. Najveći broj ispitanika (n=41) je prepoznao da je tvrdnja kako je kreatin jednako djelotvoran za muškarce i žene točna, dok 29 ispitanika pogrešno smatra da kreatin uzrokuje zadržavanje vode.

Rezultati pokazuju stavove i mišljenja ispitanika o određenim tvrdnjama vezanim uz kreatin, ali ne pružaju nam informacije o stvarnom znanju ispitanika o toj suplementu. Adekvatno znanje o kreatinu zahtijeva širi spektar informacija, uključujući njegovo djelovanje, mehanizme djelovanja, prednosti i moguće nuspojave. Da bismo procijenili adekvatnost znanja dizača utega o kreatinu, potrebno je provesti dodatne analize, kao što su upitnici ili testovi znanja, koji bi ocijenili njihovo razumijevanje i poznavanje ove tvari.

Kako bi se osigurali da do što većeg postotka sportaša dolaze relevantne informacije o kreatinu i ostalim dodacima prehrani, treneri bi trebali biti dobro informirani o kreatinu kako bi pružili pravovremene i točne smjernice. Redovito ažuriranje znanja i suradnja s nutricionistima također su važni koraci u osiguravanju adekvatne edukacije sportaša o kreatinu.

Na temelju rezultata ovog istraživanja, primjećuje se značajna razlika između stavova muškaraca i žena u pogledu prakticiranja faze punjenja kreatinom za postizanje boljeg učinka.

Žene se značajno više slažu s izjavom "Potrebna je faza punjenja kreatina za bolji učinak" u usporedbi s muškarcim (tablica 3). Ova razlika je statistički značajna ( $P = 0,010$ ) i ima umjerenu jakost efekta ( $r = 0,445$ ). Stavovi žena su u korelaciji s njihovim protokolom suplementacije. Od 41 ispitanika, samo 3 žene prakticiraju fazu punjenja kreatinom. Iako je Fisher's exact test pokazao da nema statistički značajne razlike,  $P = 0,053$ , u prakticiranju faze punjenja kreatina između muškaraca (0 %) i žena (18,8 %) vrijednost mjere Cramer's  $V = 0,351$  sugerira da se ipak radi o srednjoj jačini povezanosti, što vidimo iz navedenih odgovora.

Ostale informacije o kreatinu, poput njegovog utjecaja na zadržavanje vode, oštećenje bubrega, gubitak kose, dehidraciju i grčenje mišića, te utjecaj na masno tkivo, nisu pokazale značajne razlike između muškaraca i žena.

Važno je napomenuti da rezultati istraživanja ukazuju na potrebu daljnjeg istraživanja kako bi se bolje razumjela razlika u informacijama i stavovima o kreatinu između spolova. Može se spekulirati da su žene možda izložene drugačijim informacijama ili utjecajima koji podržavaju ideju o fazi punjenja kreatinom. Također, moguće je da žene imaju različite prehrambene navike, ciljeve treninga ili očekivanja u pogledu rezultata koje mogu utjecati na njihovu percepciju o fazi punjenja kreatinom. Potrebno je provesti dodatne studije koje će se fokusirati na razumijevanje informacijskih izvora, prehrambenih navika, sociokulturalnih čimbenika i drugih varijabli koje mogu objasniti razlike u stavovima i prakticiranju faze punjenja kreatinom između muškaraca i žena u populaciji dizača utega.

**Tablica 3.** Razlike o informacijama o kreatinu između muškaraca i žena

Varijabla	Muškarci	Žene	P†	r‡
	Medijan (IQR*)	Medijan (IQR*)		
Kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu	4 (2)	4 (2)	0,674	- 0,078
Kreatin je anabolički steroid	0 (0)	0 (0)	0,775	0,022
Kreatin uzrokuje oštećenje bubrega	0 (0)	0 (0)	0,397	- 0,093
Kreatin uzrokuje gubitak kose (ćelavost)	0 (0)	0 (0)	0,802	0,020
Kreatin dovodi do dehidracije i grčenja mišića	0 (0)	0 (0)	0,787	- 0,037
Kreatin je štetan za djecu i adolescente	0 (3)	0 (0,25)	0,437	- 0,125
Kreatin povećava količinu masnog tkiva	0 (0)	0 (0)	0,125	0,150
Potrebna je „faza punjenja“ kreatina za bolji učinak.	0 (1)	3,5 (4,25)	<b>0,010</b>	<b>0,445</b>
Kreatin je koristan za osobe starije dobi	5 (1)	4,5 (2)	0,424	- 0,135
Kreatin je koristan samo kod treninga snage	0 (3)	0 (0)	0,106	- 0,257
Kreatin je učinkovit samo za muškarce	0 (0)	0 (0)	1	0
Drugi oblici kreatina su slični ili bolji od monohidrata	3 (3)	0 (1,5)	0,092	- 0,297
Kreatin nije stabilan u otopinama/pićima	1 (3)	0 (3)	0,611	- 0,090

IQR\* – interkvartilni raspon; P† – razina značajnosti; r‡ – jačina efekta

## 5. ZAKLJUČCI

1. Ispitanici su iskusni dizači utega, čije je prosječno trajanje bavljenja dizanjem utega 5,4 ( $\pm 4,8$ ) godina.
2. Većina ispitanika (97,5 %) koristi kreatin monohidrat, dok samo jedan ispitanik, koristi kreatin etil-ester. Većina ispitanika (92,6 %) ne prakticira fazu punjenja kreatinom.
3. Prosječno ispitanici konzumiraju kreatin 6 puta tjedno, dok prosječni dnevni unos kreatina među ispitanicima iznosi 5,2 grama (uz standardnu devijaciju od 3 grama). Najčešće ponavljana doza (mod) među ispitanicima iznosi 5 grama.
4. Većina ispitanika (75,2 %) koristi kreatin s ciljem poboljšanja sportske izvedbe, dok manji postotak ispitanika navodi razloge poput povećanja mišićne mase (14,8 %), oporavka (5 %) i poboljšanja zdravlja (2,5 %). Jedan ispitanik ističe sve navedene razloge.
5. Ispitanici najčešće dobivaju informacije o ergogenim sredstvima, uključujući o kreatinu, putem znanstvene literature (33,8 %), društvenih mreža (14,8 %) i od nutricionista (26,8 %). Manji postotak ispitanika konzultira se sa drugim sportašima (9,8 %) ili koristi druge izvore informacija (14,8 %).
6. Od 13 tvrdnji povezanih sa znanjem o kreatinu, svaki ispitanik je u prosjeku za 69 % tvrdnji točno naznačio njihovu (ne)točnost. Najveći broj ispitanika (n=41) je prepoznao da je tvrdnja kako je kreatin jednako djelotvoran za muškarce i žene točna, dok 29 ispitanika pogrešno smatra da kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu

## 6. LITERATURA

Andre TL, Gann JJ, McKinley-Barnard SK, Willoughby DS (2016) Effects of five weeks of resistance training and relatively-dosed creatine monohydrate supplementation on body composition and muscle strength and whole-body creatine metabolism in resistance-trained males. *Int J Kinesiol Sports Sci* **4**, 28–35.

Antonio J, Candow DG, Forbes SC (2021) Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? *J Int Soc Sports Nutr* **18**. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00412-w>

Aljaloud SO, Ibrahim SA (2013) Use of Dietary Supplements among Professional Athletes in Saudi Arabia. *Nutr Metab*, 245349. <https://doi.org/10.1155/2013/245349>

Areta JL, Taylor HL, Koehler, K (2021) Low energy availability: history, definition and evidence of its endocrine, metabolic and physiological effects in prospective studies in females and males. *Eur J Appl Physiol* **121**, 1–21 <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04516-0>

Baker JS, McCormick M, Robergs RA (2010) Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. *J Nutr Metab* **2010**, 905612. <https://doi.org/10.1155/2010/905612>

Balsom PD, Soderlund K, Ekblom B (1994) Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med* **18**, 268–280. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418040-00005>

Beck KL, von Hurst PR, O'Brien WJ, Badenhorst CE (2021) Micronutrients and athletic performance: A review. *Food Chem Toxicol* **158**, 112618. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112618>

Bertin M, Pomponi SM, Kokuhuta C, Iwasaki N, Suzuki T, Ellington WR (2007) Origin of the genes for the isoforms of creatine kinase. *Gene* **399**, 273-282. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2007.01.007>

Takano B (2012) Weightlifting Programming: A Winning Coach's Guide. 1. izd., Catalyst Athletics; Sunnyville, CA, USA.

- Bonilla DA, Kreider RB, Stout JR, Forero DA, Kerksick CM, Roberts MD, Rawson ES (2021) Metabolic Basis of Creatine in Health and Disease: A Bioinformatics-Assisted Review. *Nutrients* **13**, 1238. <https://doi.org/10.3390/nu13041238>
- Bukhari AS, DiChiara AJ, Merrill EP, Wright AO, Cole RE, Hatch-McChesney A i sur. (2021) Dietary Supplement Use in US Army Personnel: A Mixed-Methods, Survey and Focus-Group Study Examining Decision Making and Factors Associated With Use. *J Acad Nutr Diet* **121**, 1049-1063. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2021.01.011>
- Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE (2011) Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci* **29**, 17-27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Burton GJ, Jauniaux E (2011) Oxidative stress. *Best Pr Res Clin Obstet Gynaecol* **25**, 287–299. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2010.10.016>
- Candow DG, Chilibeck PD, Forbes SC (2014) Creatine supplementation and aging musculoskeletal health. *Endocrine* **45**, 354–261. <https://doi.org/10.1007/s12020-013-0070-4>
- Chang CT, Wu CH, Yang CW, Huang JY, Wu MS (2002) Creatine monohydrate treatment alleviates muscle cramps associated with haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* **17**, 1978-1981. <https://doi.org/10.1093/ndt/17.11.1978>
- Chilibeck PD, Kaviani M, Candow DG, Zello GA (2017) Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Sports Med* **8**, 213–26. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S123529>
- de Souza E Silva A, Pertille A, Reis Barbosa CG, Aparecida de Oliveira Silva J, de Jesus D V, Ribeiro AGSV i sur. (2019) Effects of Creatine Supplementation on Renal Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ren Nutr* **29**, 480-489. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2019.05.004>
- Devries MC, Phillips SM (2014) Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* **46**, 1194–203. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000220>
- Francaux M, Poortmans JR (2006) Side effects of creatine supplementation in athletes. *Int J*

*Sports Physiol Perform* **1**, 311-323. <https://doi.org/10.1123/ijssp.1.4.311>

Everett G (2009) Olympic Weightlifting: A Complete Guide for Athletes & Coaches. 2. izd., Catalyst Athletics; Sunnyvale, CA, USA.

Greenwood M, Farris J, Kreider R, Greenwood L, Byars A (2000) Creatine supplementation patterns and perceived effects in select division I collegiate athletes. *Clin J Sport Med* **10**, 191–194. <https://doi.org/10.1097/00042752-200007000-00007>

Gualano B, Ugrinowitsch C, Novaes RB, Artioli GG, Shimizu MH, Seguro AC i sur (2008) Effects of creatine supplementation on renal function: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Eur J Appl Physiol* **103**, 33–40. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0669-3>

Henselmans M, Bjørnsen T, Hedderman R, Vårvik FT (2022) The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. *Nutrients* **14**, 856. <https://doi.org/10.3390/nu14040856>

Herda TJ, Ryan ED, Stout JR, Cramer JT (2008) Effects of a supplement designed to increase ATP levels on muscle strength, power output, and endurance. *J Int Soc Sports Nutr* **5**, 3. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-5-3>

Hughes DC, Ellefsen S, Baar K (2018) Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harb Perspect Med* **8**, a029769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>

Hultman E, Söderlund K, Timmons JA, Cederblad G, & Greenhaff PL (1985) Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol* **81**, 232–237. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.1.232>

Jagim AR, Oliver JM, Sanchez A, Galvan E, Fluckey J, Riechman S i sur. (2012) A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine monohydrate. *J Int Soc Sports Nutr* **9**, 43. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-4>

Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R i sur. (2018) ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* **15**, 38. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>

Kreider RB, Jäger R, Purpura M (2022) Bioavailability, Efficacy, Safety, and Regulatory Status of Creatine and Related Compounds: A Critical Review. *Nutrients* **14**, 1035. <https://doi.org/10.3390/nu14051035>

Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, Candow DG, Kleiner SM, Almada AL, Lopez HL (2017) International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr* **14**, 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>

Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ, Greenwood M, Lancaster S, Cantler EC i sur. (2003) Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem* **244**, 95–104.

Kreider RB, Stout JR (2021) Creatine in Health and Disease. *Nutrients* **13**, 447. <https://doi.org/10.3390/nu13020447>

Lanham-New S, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL (2011) Sport And Exercise Nutrition, 1.izd., Wiley Blackwell, UK.

Loucks AB, Kiens B, Wright HH (2011) Energy availability in athletes. *J Sports Sci* **29**, 7-15. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.588958>

Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM i sur. (2018) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports med* **52**, 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Møller SS, Sundgot-Borgen J, Faber J i sur. (2014) Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports* **25**, 610–622. <https://doi.org/10.1111/sms.12261>

Momma H, Kawakami R, Honda T, Sawada SS (2022) Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Br J Sports Med* **56**, 755-763. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-105061>

Moopanar TR, Allen DG(2005) Reactive oxygen species reduce myofibrillar Ca<sup>2+</sup> sensitivity



in fatiguing mouse skeletal muscle at 37 °C. *J Physiol* **564**, 189–199. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.083519>

Olsen S, Aagaard P, Kadi F, Tufekovic G, Verney J, Olesen JL i sur. (2006) Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training. *J Physiol* **573**, 525–534. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.107359>

Prokopidis K, Giannos P, Triantafyllidis KK, Kechagias KS, Forbes SC, Candow DG (2023) Effects of creatine supplementation on memory in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Rev* **81**, 416–427. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuac064>

Rawson ES, Clarkson PM, Tarnopolsky MA (2017) Perspectives on Exertional Rhabdomyolysis. *Sports Med* **47**, 33–49. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0689-z>

Rawson ES, Stec MJ, Frederickson SJ, Miles MP (2011) Low-dose creatine supplementation enhances fatigue resistance in the absence of weight gain. *Nutrition* **27**, 451–455. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.04.001>

Rawson ES, Volek JS (2003) Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *J Strength Cond Res* **17**, 822–831. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0822:eocsar>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0822:eocsar>2.0.co;2)

Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S (2009) American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* **41**, 709–731. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31890eb86>

Santos RV, Bassit RA, Caperuto EC, Costa Rosa LF (2004) The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. *Life Sci* **75**, 1917–1924. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.11.036>

Schoenfeld BJ, Aragon AA (2018) How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *J Int Soc Sports Nutr* **15**, 10.

<https://doi.org/10.1186/s12970-018-0215-1>

Slater G, Phillips SM (2011) Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing event and bodybuilding. *J Sports Sci* **29**, 67–77. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.574722>

Spillane M, Schoch R, Cooke M, Harvey T, Greenwood M, Kreider R (2009) The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr* **6**, 6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-6>

Steenge GR, Simpson EJ, Greenhaff PL (1985) Protein and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *J Appl Physiol* **89**, 1165-1171. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1165>

Storey A, Smith HK (2012) Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology. *Sports Med* **42**, 769-790. <https://doi.org/10.1007/BF03262294>

Suzuki K, Tominaga T, Ruhee RT, Ma S (2020) Characterization and Modulation of Systemic Inflammatory Response to Exhaustive Exercise in Relation to Oxidative Stress. *Antioxidants* **9**, 401. <https://doi.org/10.3390/antiox9050401>

Sykut-Cegielska J, Gradowska W, Mercimek-Mahmutoglu S, Stöckler-Ipsiroglu S (2004) Biochemical and clinical characteristics of creatine deficiency syndromes. *Acta Biochim Pol*, **51**, 875–882.

Vierck JL, Icenogle DL, Bucci L, Dodson MV (2003) The effects of ergogenic compounds on myogenic satellite cells. *Med Sci Sports Exerc* **5**, 769-776. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000065005.96298.01>

## 7. PRILOZI

### 7.1. Prilog 1 - Upitnik o protokolu suplementacije i znanju o kreatinu kod olimpijskih dizača utega

Poštovani,

*pred Vama se nalazi upitnik kojem je cilj ispitati protokol konzumacije i znanje o kreatinu kod olimpijskih dizača utega.*

*Istraživanje provodi studentica završne godine diplomskog studija nutricionizma Đurđica Mijanović, pod mentorstvom prof. dr. sc. Zvonimira Šatalića.*

*Prikupljene informacije koristiti će se za izradu diplomskog rada, a dobiveni podaci bit će obrađivani isključivo na grupnoj razini. Sudjelovanje je u potpunosti dobrovoljno te možete odustati u bilo kojem trenutku.*

*Podaci prikupljeni ovim istraživanjem po zakonu su povjerljivi, sukladno Općoj uredbi o zaštiti podataka (GDPR) i Zakonu o zaštiti podataka.*

*Za dodatne informacije vezane uz ovo istraživanje javiti se studentici na mail (d.mijanovic20@gmail.com).*

*Ispunjavanjem ovog upitnika pristajete sudjelovati u istraživanju.*

*Zahvaljujem na sudjelovanju.*

#### **Opći podaci:**

1. Vaš spol

2. Vaša dob

3. Vaša trenutna tjelesna masa \_\_\_ kg

4. Vaša trenutna tjelesna visina \_\_\_ cm

5. Koliko se dugo bavite dizanjem utega? \_\_\_\_\_ godina

#### **Protokol suplementacije:**

1. Koliko puta tjedno konzumirate kreatin?

2. Koliko grama kreatina dnevno konzumirate?

3. Koji oblik/formu kreatina koristite?

1. Prašak
2. Tablete

4. Kreatin kojeg brenda/proizvođača koristite?

5. Zašto konzumirate kreatin?

6. Prakticirate li fazu punjenja kreatinom ('punjenje' kreatinom definira se kao konzumacija doze od 20-25 g/dan, tijekom 5-7 dana, često podijeljena u manje doze tijekom dana, npr. četiri do pet porcija od 5 g)?

7. Koji oblik kreatina konzumirate?

1. Kreatin monohidrat
2. Kreatin etil - ester
3. Cregatine
4. Ostalo

8. Gdje obično kupujete kreatin?

1. Maloprodaja
2. Ljekarna
3. Specijalizirane prodavaonice sa suplementima i sportskom opremom +
4. Trener
5. Nutricionist
6. Online trgovine
7. Ostalo

9. Od koga dobivate informacije o dodacima prehrani?

1. Trener
2. Nutricionist
3. Kolege
4. Društvene mreže
5. Znanstvena literatura
6. Ostalo

10. Koji je glavni razlog suplementacije s kreatinom?

1. Pобољшanje sportske izvedbe
2. Povećanje mišićne mase
3. Oporavak
4. Pобољшanje zdravlja
5. Prevencija ozljeda
6. Ostalo

**Znanje o kreatinu:**

(**podebljano** = DA tj. tvrdnja je točna, *ukošeno* = NE tj. tvrdnja nije točna)

*1. Kreatin uzrokuje zadržavanje vode u tijelu.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*2. Kreatin je anabolički steroid.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*3. Kreatin uzorkuje oštećenje bubrega.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*4. Kreatin uzrokuje gubitak kosa (ćelavost).*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*5. Kreatin dovodi do dehidracije i grčenja mišića.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*6. Kreatin je štetan za djecu i adolescente.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*7. Kreatin povećava količinu masnog tkiva.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem

5. Ne slažem se

*8. Potrebna je 'faza punjenja' kreatina za bolji učinak.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

**9. Kreatin je koristan za osobe starije dobi.**

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*10. Kreatin je koristan samo kod treninga snage.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*11. Kreatin je učinkovit samo za muškarce.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*12. Drugi oblici kreatina su slični ili bolji od monohidrata.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem

4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se

*13. Kreatin nije stabilan u otopinama/pićima.*

1. Slažem se
2. Donekle se slažem
3. Niti se slažem niti ne slažem
4. Donekle se ne slažem
5. Ne slažem se



## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, Đurđica Mijanović izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis