

# Primjena načela konceptualnog modeliranja u edukaciji o suplementaciji za rekreativce

---

Slabak, Ema

Undergraduate thesis / Završni 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:159:745754>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam**

**Ema Slabak**  
0058216298

**PRIMJENA NAČELA KONCEPTUALNOG  
MODELIRANJA U EDUKACIJI O SUPLEMENTACIJI  
ZA REKREATIVCE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Zagreb, 2023.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam

Zavod za procesno inženjerstvo  
Laboratorij za mjerenje, regulaciju i automatizaciju

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

## Primjena načela konceptualnog modeliranja u edukaciji o suplementaciji za rekreativce

EMA SLABAK, 0058216298

**Sažetak:** Cilj ovog rada je primjena načela konceptualnog modeliranja u prenošenju utemeljenih informacija vezanih za suplementaciju osoba koje tjelesno aktivne, a kojima je prehrana iznimno važan čimbenik u postizanju optimalnog sastava tijela i sl.. Kao nadogradnja sportske prehrane, vrlo često se koristi suplementacija, a neki od dodataka prehrani koji su iznimno često korišteni zbog lake dostupnosti ali i dokazane djelotvornosti su kofein, kreatin i soda bikarbona. Tri navedena suplementa se koriste zbog svog dokazanog ergogenog djelovanja koji se odražava na poboljšanje sportske izvedbe. Najveći utjecaj navedenih suplemenata je na odgodu umora te poboljšanje izdržljivosti i mišićne jakosti. Međutim, prije početka suplementacije valjalo bi se informirati o pojedinim dodatcima i njihovim pozitivnim, ali i negativnim učincima. Također, trebalo bi pripaziti na doze i vrijeme uzimanja te za koje aktivnosti je ergogeno sredstvo najučinkovitije. Sve ove stavke su ključ uspješnog provođenja suplementacije za rekreativce, te je u ovom radu, primjenom načela konceptualnog modeliranja sažet i vizualiziran pregled suplementacije (kada, kako i zašto) na osnovu prikupljenih informacija iz znanstvene literature, a sve s ciljem pravilnog informiranja i što lakšeg razumijevanja suplementacije kofeinom, kreatinom i sodom bikarbonom.

**Ključne riječi:** suplementacija, kofein, kreatin, soda bikarbona, konceptualni model

**Rad sadrži:** 30 stranica, 6 slika, 6 tablica, 50 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Datum obrane:** 5. srpnja 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Nutrition

Department of process engineering  
Laboratory for measurement, regulation and automatization

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

**Application of conceptual modelling principals in education about supplementation for recreational athletes**

**Ema Slabak, 0058216298**

**Abstract:** Primary aim of this thesis is to apply the principles of conceptual modelling to the dissemination of accurate information regarding the use of dietary supplements among recreational athletes whose diet plays an important role in muscle gain and fat loss, etc. Supplements are often taken to enhance a quality diet, while some of the most frequently used supplements are caffeine, creatine, and sodium bicarbonate because of their widespread availability. These supplements are taken because of their proven ergogenic effects which contribute to better athletic performance. The aforementioned supplements are most notable for delaying the onset of fatigue, increasing endurance and muscle strength. However, it would be advisable to familiarize oneself with certain supplements and their positive, as well as negative, effects before taking them. Moreover, one should pay attention to supplement dosage, time of intake, and the activities during which these ergogenic aids are most effective. All of these factors are crucial for successful supplement usage among recreational athletes, and so this thesis, applying the principles of conceptual modelling, offers a brief and visual summary of supplement intake (when, how, and why) based on the information gathered from scientific literature, with the aim of providing recreational athletes and sport enthusiasts with accurate information and a better understanding of using caffeine, creatine, and sodium bicarbonate as dietary supplements.

**Keywords:** supplementation, caffeine, creatine, sodium bicarbonate, conceptual models

**Thesis contains:** 30 pages, 6 figures, 6 tables, 50 references

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** PhD. Jasenka Gajdoš Kljusurić, Full Professor

**Thesis defended:** July 5, 2023

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 1  |
| 2. TEORIJSKI DIO .....  | 2  |
| 2.1. DOSTUPNI OBLICI SUPLEMENATA, REGULACIJA I NAMJENA .....            | 2  |
| 2.1.1. Oblici suplemenata dostupnih na tržištu .....                    | 2  |
| 2.1.2. Regulacija i dozvoljenost upotrebe suplemenata .....             | 3  |
| 2.1.3. Osobe za koje je suplementacija namijenjena .....                | 4  |
| 2.2. ISTAKNUTI DOZVOLJENI SUPLEMENTI .....                              | 5  |
| 2.3. KOFEIN .....   | 8  |
| 2.3.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci kofeina .....        | 8  |
| 2.3.2. Dostupni oblici .....  | 10 |
| 2.3.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije .....                     | 11 |
| 2.3.4. Prednosti i nedostaci .....                                      | 11 |
| 2.4. KREATIN .....  | 13 |
| 2.4.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci kreatina .....       | 14 |
| 2.4.2. Dostupni oblici .....  | 14 |
| 2.4.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije .....                     | 15 |
| 2.4.4. Prednosti i nedostaci .....                                      | 16 |
| 2.5. SODA BIKARBONA .....   | 17 |
| 2.5.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci sode bikarbone ..... | 18 |
| 2.5.2. Dostupni oblik .....   | 19 |
| 2.5.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije .....                     | 19 |
| 2.5.4. Prednosti i nedostaci .....                                      | 20 |
| 2.6. KOMBINACIJE SUPLEMENATA .....                                      | 21 |
| 2.6.1. Kofein i kreatin .....   | 21 |
| 2.6.2. Kofein i soda bikarbona .....                                    | 21 |
| 2.6.3. Kreatin i soda bikarbona .....                                   | 21 |
| 2.7. MODEL DONOŠENJA ODLUKE O SUPLEMENTACIJI .....                      | 22 |
| 3. ZAKLJUČCI .....  | 25 |
| 4. LITERATURA .....   | 26 |

## 1. UVOD

Dodatci prehrani, odnosno suplementi, uobičajen su oslonac vrhunskim sportašima kada žele poboljšati svoju izvedbu. Međutim, sve je češće slučaj da suplementi pronalaze mjesto u svakodnevnoj prehrani osoba koje se rekreativno bave sportom, bez obzira na to postoji li opravdanje za njihovu uporabu. Tu se zato postavlja više pitanja poput zašto se uopće suplementi koriste, koja je njihova uloga, što su prednosti, a što mane i u konačnici, postoji li uopće potreba za njihovim korištenjem.

Kod rekreativaca bi prehrana i adekvatan unos tekućine trebali zauzeti prvo mjesto, a odluku o uzimanju dodataka trebalo bi donijeti na temelju dobro proučenih znanstvenih radova i njihovih rezultata te uz preporuke stručne osobe poput nutricionista. Za pravilno konzumiranje potrebno je znati čitav niz podataka; o sigurnosti proizvoda, koje su doze djelotvorne, koje su moguće nuspojave, kada uzimati i kako kombinirati suplemente s hranom ili drugim suplementima te koje prednosti će donijeti upravo odabrani dodatak.

Prema svemu navedenom, svrha ovog rada je pronaći odgovore na moguća pitanja te osigurati informacije koje bi rekreativac mogao iskoristiti za siguran odabir suplementa potrebnog za ostvarivanje vlastitih ciljeva te istaknuti odobrene i dokazano djelotvorne suplemente. Stoga, u nastavku rada govorit će se o tri najčešće korištena dodatka koji se nalaze na popisu 5 dozvoljenih, ali i dokazano djelotvornih suplemenata, a to su: kofein, kreatin i soda bikarbona te njihovim prednostima i nedostacima. Kako bi se olakšao prijenos informacija na što slikovitiji i jednostavniji način, korištena su načela konceptualnog modeliranja u kojem se uz pomoć boja i oblika nastoji istaknuti ono što je u promatranom sustavu bitno.

Pregled prikupljenih informacija o suplementaciji kofeinom, kreatinom i sodom bikarbonom sistematiziran je na način da su istaknute prednosti i nedostaci, te je primjenom konceptualnog modela prikazano što bi trebalo razmotriti prilikom donošenja odluke o suplementaciji, kroz infografiku.

## 2. TEORIJSKI DIO

Kroz povijest su ljudi ulagali razne napore kako bi održali svoju tjelesnu spremu na određenoj razini, postavljali su jasne ciljeve i njih ostvarivali na mnoge načine, a često je to uključivalo prehrambene dodatke koji, prema vjerovanju, pospješuju i ubrzavaju put do uspjeha. Jedan od najpoznatijih opisa suplemenata je profesor Ron Maughan uobličio u postulate koji glase (Štalić i sur., 2016):

1. Ako suplement djeluje, vjerojatno je zabranjen
2. ako je dozvoljen, vjerojatno ne djeluje;
3. postoje iznimke.

Upravo pod treći postulat spadaju suplementi ergogenog učinka o kojima će se pisati u ovom radu. Kofein, kreatin i soda bikarbona (iz skupine bikarbonata) su našli svoje mjesto na listi iznimaka od čak 5 dodataka prehrani koji su dozvoljeni i dokazano sigurni. Za ove suplemente su opisane djelotvorne doze, ali i one toksične te njihove nuspojave, jer više ne znači bolje (Burke i sur., 2013).

### 2.1. DOSTUPNI OBLICI SUPLEMENATA, REGULACIJA I NAMJENA

#### 2.1.1. Oblici suplemenata dostupnih na tržištu

Kako se navodi na stranicama Nacionalnih zdravstvenih instituta (engl. *National Institutes of Health, NIH*), suplementi najčešće sadrže proteine ili aminokiseline, minerale i vitamine, a sve češće i ljekovito bilje, enzime i druge sastojke (NIH, 2023). Koriste se kao samostalni dodatci ili u kombinacijama, a konzumiraju se u raznim oblicima, od gelova i tekućina, preko kapsula i tableta do prahova, gumenih bombona ili energetske pločice.

Posebno kada je riječ o kombinacijama, treba naglasiti kako valja biti oprezan jer ne djeluju svi suplementi tako da se nadopunjuju, nego mogu imati upravo suprotan učinak. Još je češće slučaj da lako dostupni suplementi budu kontaminirani drugim sastojcima, što je problem za rekreativca jednako koliko i za profesionalnog sportaša - sportašima može utjecati na pad doping testa, dok rekreativcima povećava rizik od pojave neželjenih nuspojava. Također, većina istraživanja je rađena za pojedinačne suplemente, a na tržištu se uglavnom pojavljuju kombinacije, najčešće one za koje se tvrdi da potiču rast mišića (NIH, 2022).

Unatoč mnogim upozorenjima o riziku i negativnim posljedicama korištenja te manjku znanstvenih dokaza, na tržištu se mogu pronaći i suplementi poput humanog hormona rasta čiji učinak nije dokazan, amfetamina i sličnih sastojaka koji su često zlouporabljena sredstva u sportu te eritropoetina čija je uporaba dovela do više smrtnih ishoda u sportovima izdržljivosti. Među najučestalije konzumiranima su anabolički steroidi. Procijenjeno je da su u Sjedinjenim Američkim Državama čak 1 do 3 milijuna sportaša koristila steroide (Silver, 2001), čija je cijena na crnom tržištu dosegla 100 milijuna dolara (Williams i Branch, 2000). Populacija koja se najčešće osvrće uporabi ovih suplemenata su adolescenti i mlađi odrasli, među kojima je 2% žena i čak 4 do 12% muškaraca (Tokish i sur., 2004).

### **2.1.2. Regulacija i dozvoljenost upotrebe suplemenata**

Ponekad je riječ o razlici u regulaciji uporabe određenih dodataka, pa su one u nekim državama dozvoljene, dok u drugima nisu, što je poseban izazov kod sportaša i usuglašavanja s pravilima o suplementaciji koje postavljaju Svjetska antidopinška agencija (engl. *World anti-doping agency, WADA*) i Međunarodni olimpijski odbor (engl. *International Olympic Committee, IOC*). Tako su neki suplementi koji djeluju na povećanje iskorištenja kisika dozvoljeni u Rusiji, dok u Europi svoje mjesto imaju na listi zabranjenih supstanci. S obzirom da se rekreativci često vode prema uzoru profesionalnih sportaša, lista nedozvoljenih supstanci bi trebala biti jednako zabranjena. Čak i onda kada je suplement u nekoj državi dozvoljen, dok u drugoj nije, predstavlja rizik za korištenje (Nikityuk i sur., 2017).

S obzirom na to da je za profesionalne sportaše regulacija proizvoda na najvišoj razini, trebala bi biti važna i za rekreativce pri odabiru suplemenata zbog znanja o rizicima koje donosi korištenje dodataka prehrani koji poboljšavaju izvedbu. Međutim, suplementi se reguliraju drugačije nego lijekovi koji se prepisuju na recept ili se mogu dobiti u ljekarnama. U ovom slučaju je odgovornost na proizvođačima i njihovom deklariranju proizvoda, odnosno zaduženi su za brigu o sigurnosti upotrijebljenih sastojaka i vjerodostojnosti podataka na proizvodu. Usprkos tome, mnogi suplementi na tržištu su upitnog sadržaja (Molinero i Márquez, 2009). Ukoliko postoji sumnja ili dokaz da su proizvodi kontaminirani i nesigurni za uporabu, na ustanovama koje vode brigu o propisima i kontroli je da proizvod uklone s tržišta. No, i prije nego postoje detaljna znanstvena istraživanja, proizvod se može naći na tržištu i tako u prehrani sportskih rekreativaca, stoga uvijek treba naglašavati oprez pri odabiru (NIH, 2021).



### 2.1.3. Osobe za koje je suplementacija namijenjena

Maughan i sur. (2004) navode kako je najčešće izražena želja za uzimanje dodataka prehrani u rekreativnih sportaša (i sportaša) zbog:

- nedovoljnog unosa hranom
- povećanih potreba organizma zbog intenzivnog treniranja
- poboljšanja zdravlja i izvedbe
- preporuke osobe od utjecaja poput roditelja ili trenera

što onda povlači pitanje kakvo je znanje rekreativaca o suplementaciji i potrebi za istom.

Izuzev profesionalnih sportaša, korištenje dodataka prehrani za poboljšanje izvedbe je najčešće preporučeno mlađim odraslim, utreniranim osobama. Istraživanja određenih suplemenata najčešće se provode na mladim muškarcima dobrog fizičkog stanja, rjeđe sa ženama, tinejdžerima ili starijim ljudima. Prema tome, na umu treba imati kako su preporuke rađene upravo prema istraženju skupini te se one po uzoru tih temelja oblikuju u preporučene doze, spoznaje o poboljšanjima u izvedbi i mogućim nuspojavama (NIH, 2022).

Korištenje suplementacije se ne preporuča djeci i trudnicama, kao ni osobama koje iz zdravstvenih razloga redovno konzumiraju određene lijekove. Također, ukoliko osoba ima druge kronične zdravstvene probleme poput srčanih ili bubrežnih, korištenje dodataka prehrani nije preporučljivo. Uz to, za neke od suplemenata se ne znaju sa sigurnošću učinci koje izazivaju na rekreativnim sportašima ili onima koji tjelovježbu prakticiraju povremeno. Međutim, uvijek valja naglasiti kako korištenje suplemenata ne može zamijeniti kvalitetnu prehranu koja treba biti prioritet, nego je isključivo dodatak istoj. Vrsta i doza suplementa kojeg bi se potencijalno moglo koristiti ovisi o karakteru tjelesne aktivnosti, njenom trajanju i intenzitetu te o tjelesnoj spremi osobe. Ukoliko su u pitanju rekreativci čiji treninzi traju dulje od jednog sata, bilo bi dobro razmisliti o suplementima koji bi mogli pozitivno djelovati na izdržljivost i očuvanje zaliha glikogena (Close i sur., 2016).

S obzirom na to da je ljudska sklonost pretjerivanju izražena kod uporabe pozitivno okarakteriziranih tvari, treba imati u vidu da i suplementacija ima svoje gornje granice preporučene doze, pa čak i letalne doze. Primjer ovakve pretjerane uporabe je pojava predoziranja vitaminom D nakon pandemije COVID-19 uzrokovane virusom SARS-CoV-2 zbog spoznaje da osobe lakše obolijevaju ako postoji deficit ovog vitamina (Lordan, 2021).

## 2.2. ISTAKNUTI DOZVOLJENI SUPLEMENTI

Ključna stavka odabira upravo kofeina, kreatina i sode bikarbone je mogućnost njihova opisa kroz karakteristike „4-D“: dozvoljeno, dokazano, djelotvorno i dostupno. Ova tri suplementa se nalaze među 5 legalnih suplemenata koji su lako dostupni, samostalno ili u kombinacijama, a kroz razna istraživanja dokazana je njihova djelotvornost.

**Tablica 1.** Odabrani sastojci u prehranbenim suplementima za vježbu i sportsku izvedbu (NIH, 2022)

| <i>Sastojak</i> | <b>Predloženi mehanizam djelovanja</b>                                       | <b>Dokaz efikasnosti</b>  | <b>Dokaz sigurnosti</b>  | <b>Moguće nuspojave</b>   |
|-----------------|--|---|--|---|
| KOFEIN          | Inhibira neuromodulator adenozin<br>Smanjuje percepciju boli i napora        | Mnoga istraživanja i konstantni rezultati<br>Utjecaj na vježbe izdržljivosti te isprekidane dugotrajne aktivnosti | Sigurna doza 400-500 mg/dan za odrasle osobe   | Nesanica<br>Nemir<br>Mučnina<br>Tahikardija i aritmija                                    |
| KREATIN         | Opskrba mišića energijom, predominantno za anaerobne kratkotrajne aktivnosti | Brojna klinička istraživanja koja pokazuju pozitivno djelovanje za isprekidane aktivnosti visokog intenziteta     | Maksimalna doza u fazi punjenja je 20 g/dan (do 7 dana)<br>U fazi održavanja 3-5 g/dan (do 12 tjedana) | Povećanje tjelesne mase zbog retencije vode<br>Proljev, grčevi, mučnina, ukočenost mišića |

**Tablica 1.** Odabrani sastojci u prehranbenim suplementima za vježbu i sportsku izvedbu  
(NIH, 2022) - *nastavak*

|                   |   |  |   |   |
|-------------------|---|--|---|---|
| SODA<br>BIKARBONA | Poboljšana<br>raspoloživost<br>vodikovih iona<br>nakon<br>intenzivne<br>mišićne<br>aktivnosti -<br>smanjenje<br>metaboličke<br>acidoze i<br>posljedičnog<br>umora | Brojna<br>kratkotrajna<br>istraživanja<br>Benefiti za<br>kratkotrajne i<br>isprekidane<br>aktivnosti<br>visokog<br>intenziteta | Do 300 mg/kg<br>tjelesne mase za<br>kratkotrajnu<br>uporabu | Mučnina<br>Bol u trbuhu<br>Dijareja<br>Povraćanje |
|                   |   |  |   |   |

U tablici 1. su ukratko kategorizirane glavne karakteristike na temelju kojih su odabrana upravo ova 3 suplementa, a koje će se proširiti u nastavku rada. S obzirom na to da su ovi suplementi među 5 najviše istraženih s pozitivnim i konstantnim rezultatima, postoje mnoge preporuke za njihovo korištenje, pa je njihova dostupnost velika (Molinero i Márquez, 2009). Upravo laka dobavljalivost pojedinačnih ili kombiniranih dodataka prehrani je dvosjekli mač; njihovo konzumiranje može pozitivno djelovati na razne aspekte treninga i tjelesne spremne osobe, ali jednako tako može donijeti razne negativne posljedice zbog nepravilne uporabe.

Kroz dugotrajna istraživanja, temelj za karakterizaciju ovih suplemenata kao potencijalno korisnih su bili dokazi o funkcionalnosti i mehanizmima djelovanja u metabolizmu, ali i određivanje doza i posljedičnih učinaka nakon što se kroz eksperimentalni rad pokazalo da intuitivno doziranje nije imalo učinka (Maughan i sur., 2003). Prema tome, neki od postavljenih ciljeva suplementacije su:

- povećanje kvalitete treninga
- povećanje sinteze proteina važne za oporavak mišića
- specifične metaboličke adaptacije poput mitohondrijske biogeneze i oksidativnog kapaciteta

Optimizacija i periodizacija suplementacije je nutritivna strategija koja uključuje doziranje i vrijeme uporabe (Alonso i Fernández-García, 2020).

Close i sur. (2016) su podijelili suplemente prema učinku za koji se smatra da postižu, stoga su svrstani u one koji promoviraju snagu, odnosno veličinu, povećavaju izdržljivost ili poboljšavaju imunitet pa tako i opće zdravlje. Najviše je znanstvenih dokaza iza kofeina, kreatina, nitrata,  $\beta$ -alanina, antioksidansa i vitamina D.

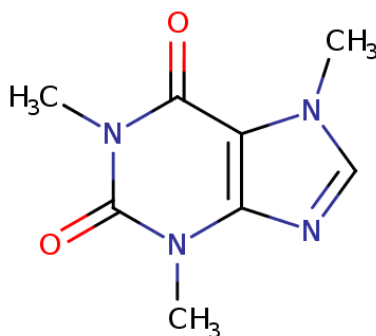
**Tablica 2.** Sažetak najčešćih suplemenata svrstanih pod Zeleno, Narančasto (jantarno) i Crveno (Close i sur., 2016)

|                       | Zeleno  | Narančasto  | Crveno   |
|-----------------------|---|---|--|
| <b>Izdržljivost</b>   | Kofein<br>Ugljikohidratni gelovi/pića<br>$\beta$ -alanin<br>Sok od cikle<br>Natrijev bikarbonat/citrat<br>Antioksidansi | Taurin<br>Sok trešnje<br>L-karnitin   | Efedrin<br>Metilheksamin<br>Biljni suplementi<br>Citruilin malat<br>L-arginin<br>Sinefrin      |
| <b>Snaga/veličina</b> | Kreatin<br>Proteini   | Leucin<br>BCAAs   | ZMA<br>Sve „anaboličkog“ učinka<br>Testosteron<br>Pojačivači<br>Biljni suplementi<br>Kolostrum |
| <b>Zdravlje</b>       | Probiotici<br>Elektroliti<br>Vitamin D  | Vitamin C<br>Multivitamini<br>Glukozamin<br>Kvercetin<br>Glutamin<br>Riblje ulje<br>Kolagen | Magnezij<br>Biljni suplementi  |

U tablici su pod „Zeleno“ svrstani oni suplementi koji iza sebe imaju čvrste znanstvene dokaze za svoj ergogeni učinak, a u „Narančastom“ se nalaze oni suplementi čiji se učinak tek istražuje ili postoji vrlo malo dokaza. Pod „Crveno“ su kategorizirani oni suplementi čiji su dokazi manjkavi, postoji veliki rizik od kontaminacije ili se nalaze na popisu zabranjenih od strane Svjetske antidopinške agencije (Close i sur., 2016).

### 2.3. KOFEIN

Kofein je kroz ljudsku povijest poznat kao supstanca koja djeluje pozitivno na budnost, a ima ritualan značaj u mnogim kulturama. Psihoaktivna je supstanca koja se može pronaći u raznim vrstama biljaka, a najznačajnije su kava i čajevac, no nalazi se i u guarani te u manjem udjelu u kakaovcu i drugim biljkama. Kako navode Burke i sur. (2013.), to je bijeli prah bez mirisa koji nema nutritivnu vrijednost, ali ima kvalitete supstanci koje izazivaju psihološku i fizičku ovisnost te djeluju na ublažavanje boli i opće slabosti. Prema kemijskom sastavu je svrstan u biljne alkaloidne metilksantina, a sam je 1,3,7 trimetilksantin hidrofobnih svojstava što mu omogućuje dobru apsorpciju.



**Slika 1.** Strukturna formula kofeina (ChEBI, 2023)

#### 2.3.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci kofeina

Kofein djeluje antagonistički adenozinu, a konkurira za vezanje na njegova vezna mjesta. Receptori adenozina nalaze se u raznim tkivima, a kada se kofein veže umjesto adenozina djeluje inhibirajuće na receptore. Jedna od posljedica inhibicije adenzinskih receptora je oslobađanje dopamina koji djeluje na mehanizme umora te dolazi do smanjene percepcije napora i boli (Štalić i sur., 2016). Međutim, adenzinski receptori se prilagođavaju, odnosno

drugačije reguliraju s ritualnim uobičajenim unosom kave, te se s vremenom smanjuje inhibirajući, ali i ergogeni učinak kofeina (Salinero i sur., 2018).

Djeluje i kao modifikator mišićne kontrakcije preko živčanog sustava ili direktno preko povećane koncentracije kalcija u stanici mišića. Kako kalcij djeluje na kontrakciju mišića, posljedica je nastanak sile koja se iz mišića prenosi u pokret. S trajanjem vježbe, odnosno sa svakom kontrakcijom opada koncentracija kalcija u mišićima, posljedica čega je umor. Prema navedenom, smatra se da je produkcija kalcija kao posljedica djelovanja kofeina čimbenik koji djeluje na odgodu pojave umora i povećani dojam izdržljivosti (Burke i sur., 2013).

Kofein ima još jedan direktan utjecaj na mišiće preko regulacije koncentracije kalija i natrija. Kalij prelazi iz mišića u plazmu. Tako se tijekom tjelesne aktivnosti kalij nakuplja u plazmi te pada membranski potencijal stanice. Na-K ATPaza (Na-K pumpa) je enzim zadužen za izmjenu natrija i kalija preko membrane i samim time održavanje membranskog potencijala. Tijekom tjelesne aktivnosti, radna moć ovog enzima opada, te je teže održati tu ravnotežu, a samim time se mišići manje kontrahiraju i dolazi do pojave umora. Međutim, rezultati istraživanja su pokazali kako kofein aktivira Na-K pumpu što omogućuje prolaz kalija i odgodu umora.

Najveća polemika vodi se oko utjecaja kofeina na adipozno tkivo. Neka istraživanja su ponudila mehanizam prema kojem kofein ima lipolitički učinak zbog kojeg se smanjuje potrošnja glikogena jer je povećana oksidacija masti. Ovako bi se na još jedan način mogla objasniti povećana izdržljivost i odgoda umora, što bi bila posljedica promjene izvora energije tijekom aktivnosti (iz ugljikohidratnog izvora - glikogena u masne kiseline). Kofein utječe na povećanje koncentracije slobodnih masnih kiselina u krvotoku, međutim to će ovisiti od osobe do osobe; postoje one čiji metabolizam reagira i one čiji organizam ne reagira na kofein na ovakav način, što ovisi i o dozi kofeina (Burke i sur. 2013). Međutim, prema rezultatima istraživanja kojeg su proveli Lane i suradnici (2013) izveden je zaključak da kofein djeluje na povećanje snage neovisno o dostupnim zalihama glikogena.

Prema ostalim istraživanjima, a tako navode i Burke i sur. (2013), najznačajniji je učinak kofeina izražen preko djelovanja na centralni živčani sustav. Mozak sadrži mnoge adenoziinske receptore, a njegovo vezanje (kao i supstanci sličnog djelovanja) djeluje na smanjenje budnosti i motornih sposobnosti. Također, dolazi do pada koncentracije. S obzirom na to da je kofein

antagonist, njegov inhibirajući učinak na receptore djeluje na povećanje budnosti, bolje motoričke sposobnosti te bolju koncentraciju i pažnju, ali ima i učinak blagog analgetika.

### 2.3.2. Dostupni oblici

Kofein se jednako apsorbira, neovisno o obliku u kojem je unesen u organizam. Njegova apsorpcija je gotovo potpuna pa zato i relativno brza te je potrebno 30 do 60 minuta da dosegne vrhunac koncentracije u krvotoku, a izlučuje se urinom i znojem. Koncentracija je proporcionalna konzumiranoj dozi, a u krvotoku se može održati i do 24 sata, no to ovisi o učestalosti i redovitosti konzumacije kofeina. Dakle, jednadžba djelovanja bi mogla izgledati ovako:

brzo otpuštanje + sporo metaboliziranje = *dugotrajan učinak*

Osim tradicionalnih oblika u kojima se konzumira (kava i čaj), nalazi se i u čitavom nizu proizvoda poput energetske pića, sokova, gelova, energetskih pločica, žvakaćih guma, prahova i kao samostalnih tableta ili lijekova za prehladu. S obzirom na kulturološki značaj, najčešće se preporuča unos kofeina putem kave, a najekonomičniji je unos kofeinskim tabletama.

**Tablica 3.** Sadržaj kofeina u nekim prehrambenim proizvodima (Šatalić i sur., 2016)

| Izvori kofeina          | Serviranje | Kofein (mg)    |
|-------------------------|------------|----------------|
| <b>KAVA</b>             |            |                |
| espresso                | 45-60 mL   | 107 (25 - 214) |
| turska                  | 200 mL     | 80 - 135       |
| instant                 | 200 mL     | 60 (12 - 169)  |
| bez kofeina             | 250 mL     | 2 - 12         |
| <b>SOKOVI</b>           |            |                |
| Coca Cola <sup>®</sup>  | 500 mL     | 48             |
| <b>Energetska pića</b>  |            |                |
| Red Bull <sup>®</sup>   | 250 mL     | 80             |
| <b>Kakao i čokolada</b> |            |                |
| kakao                   | 250 mL     | 3 - 12         |
| mliječna čokolada       | 100 g      | 8 - 25         |
| tamna čokolada          | 100 g      | 16 - 83        |

U tablici 3. su navedeni proizvodi koji sadrže kofein, a čija je konzumacija jako česta. Količina kofeina može se razlikovati zbog načina i duljine pripreme ili vrste zrna, a kao dio hrane ili pića se dodaje s ulogom aktivnog sastojka ili zbog karakterističnog gorkog okusa (uloga aditiva). Još neki od proizvoda u kojima se mogu naći su i sprejevi za nos, tablete za mršavljenje, bomboni i drugi slatkiši te miješana alkoholna pića (Burke i sur.,2013). Upravo alkohol i neki lijekovi s kojima se kofein miješa mogu produljiti vrijeme prisutnosti kofeina u krvotoku (Šatalić i sur., 2016).

### **2.3.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije**

Općenita preporuka za unos je od 3 - 6 mg/kg tjelesne mase. Međutim, 6 mg/kg se smatra visokim unosom i najčešće se koristi za istraživanja. S obzirom da su upola niže doze od 3 mg/kg pokazale djelotvoran učinak, konačno bi se preporučio i unos 1,5 - 3 mg/kg tjelesne mase, posebno za rekreativne sportaše od kojih se ne zahtijeva da performans uvijek bude na visini. Tako su Grgić i sur. (2020) prema rezultatima svog istraživanja o efektivnim dozama kofeina izveli zaključak da već i 2 mg/kg tjelesne mase pokazuje značajna poboljšanja u izdržljivosti i snazi izvedbe mišića nogu. Ukupni unos kofeina raspoređen kroz dan ne bi trebao prelaziti 300 - 400 mg (4 - 6 mg/kg tjelesne mase, TM), s obzirom na to da se te količine i dalje smatraju sigurnima. U drugu ruku, unos od 9 - 13 mg se smatra rizičnim te se povećava šansa toksičnog djelovanja kofeina. Letalne doze su od 80 - 100 mg/L krvi, što je već od 5g pa navise (Murray i Traylor, 2022).

Kako je već navedeno, kofein svoj vrhunac koncentracije u krvotoku doseže 30 - 60 minuta nakon konzumacije. Od te informacije bi se moglo krenuti s preporukom o vremenu unosa prije aktivnosti tako da se u vježbu krene kada je njegova koncentracija na samom vrhu. Međutim, ergogeni učinak kofeina postaje najviše izražen kada dođe do pojave umora, tako da su neka istraživanja pokazala pozitivne rezultate kada je vrijeme unosa bilo i 45, 20 te 10 minuta prije početka treninga. Ipak, najčešće se koristi doza od 1 do 2 mg/kg tjelesne mase 60 minuta prije tjelesne aktivnosti (Grgić, 2022).

### **2.3.4. Prednosti i nedostaci**

Pokazalo se da je ergogeni učinak kofeina velikog opsega, a poboljšanje izvedbe je bilo vidljivo u aktivnostima dugog ali i kratkog trajanja, umjerenog i visokog intenziteta. Iz rezultata



umjerenog broja istraživanja su vidljiva poboljšanja mišićne izdržljivosti i snage, aerobne izdržljivosti i anaerobne snage, izvedbu jednog skoka i sprinta te ponavljajućih skokova i sprinteva. Međutim, kofein je značajniji za aerobne vježbe izdržljivosti (Grgić i sur., 2019). Svoju snagu kofein pokazuje u trenutku pojave umora, a magija djelovanja se najviše očituje u finalnim fazama aktivnosti. Već su više puta kroz rad navedeni pozitivni učinci, pa su tako neki od njih (Burke i sur., 2013):

- Odgoda umora i smanjenje odustajanja
- Povećanje budnosti
- Povećanje brzine reakcije
- Povećanje vremena aktivnosti

No, na umu treba imati da kofein ima blago diuretičko djelovanje te da visoke doze mogu imati toksičan, pa čak i letalan učinak (iako je to rijedak slučaj). S toga se do 2004. godine kofein nalazio na popisu zabranjenih supstanci Svjetske antidopinške agencije te se još uvijek prati njegova razina u urinu kod sportaša zbog mogućnosti zlouporabe. Brojna istraživanja su pokazala kako njegovo korištenje nije „nepravedno“ s obzirom na izvedbu sportaša, a ima bitnu ulogu u raznim kulturama te se ergogeni učinak postiže već i uobičajenim, društveno prihvatljivim dozama unosa (Šatalić i sur., 2016).

Međutim, o kofeinu se može biti ovisan, stoga prestanak konzumacije ili apstinencija duga nekoliko dana može imati negativne simptome koji su karakteristični nakon „skidanja“ s neke droge. Glavobolja se može javiti vrlo brzo kod osoba koje uobičajeno konzumiraju kavu, a popraćena je povećanom nervozom, nemirom, letargijom i padom koncentracije. Osim negativnih posljedica koje se javljaju nakon prestanka konzumiranja kofeina, neki od simptoma se pojavljuju nakon uzimanja previsokih doza kofeina.

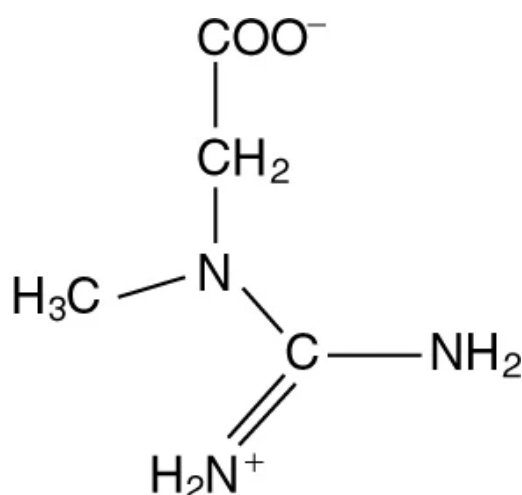
Konačno, kao i sa svime, pa tako i s kofeinom valja biti umjeren. Čak i male doze mogu imati pozitivan učinak na sportsku izvedbu rekreativca, posebno kod vježbi izdržljivosti, a količine se ne moraju značajno razlikovati od uobičajenog, ritualnog unosa kavom. Razuman unos bez pretjerivanja neće dovesti do štetnih posljedica, zato se ne treba plašiti navedenih simptoma. Stoga bi se kofein posebno mogao preporučiti kod dugotrajnih aktivnosti koje zahtijevaju „snagu volje“ kao poticaj osobi da ne odustane od treninga odmah nakon pojave umora, nego pomakne svoje granice i poboljša izvedbu (Guest i sur., 2021).

**Tablica 4.** Sažetak pozitivnih i negativnih učinaka kofeina (Šatalić i sur., 2016)

| Prednosti   | Nedostatci                            |
|---|---------------------------------------|
| odgoda umora  | diuretičko djelovanje                 |
| smanjenje percepcije boli (analgetički učinak)                | postojanje toksične i letalne doze    |
|   | izaziva ovisnost                      |
| poboljšanje motorike  | epizode manije                        |
| poboljšanje pažnje i brzine reakcije                          | euforija i nemogućnost koncentriranja |
| dulje vrijeme aktivnosti                                      | nesanica i razdražljivost             |
| poboljšanje izdržljivosti                                     | srčane aritmije                       |
| poboljšanje mišićne jakosti i prijenosa sile mišića u izvedbu |                                       |

## 2.4. KREATIN

Kreatin je po kemijskom sastavu aminokiselina, a prema raznim istraživanjima smatra se trenutno najpopularnijim prehranbenim suplementom u svijetu. Dva su izvora kojima se kreatin može naći u organizmu; sintetizira se u jetri i bubrezima, a unosi se prehranom iz mesa i ribe. Dio je sastava tkiva visokih energetske potreba, najviše u sastavu mišića (Ostojić, 2021).



**Slika 2.** Kreatin ( $\alpha$ -metildvanidinooctena kiselina) (Mesa i sur., 2013)

### **2.4.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci kreatina**

Adenozin trifosfat, odnosno ATP je glavno gorivo stanice, a počinje se trošiti već u prvim sekundama intenzivne tjelesne aktivnosti. Ovakve vježbe zahtijevaju brzu i snažnu mišićnu kontrakciju, a ona ovisi upravo o zalihama ATP-a ali i zalihama kreatin-fosfata. Mišići na raspolaganju imaju ATP-a dovoljno za 10 sekundi visokointenzivne vježbe (Butts i sur., 2017), a za dalje se treba proizvesti u stanici.

Energetski važan oblik kreatina je kreatin-fosfat koji u našim stanicama nastaje u reakciji prijenosa fosfatne skupine s ATP-a na kreatin, a ovu reakciju omogućuje enzim koji se zove kreatin kinaza. Međutim, ako se ATP troši za dobivanje kreatin-fosfata iz kreatina, kako je onda kreatin važan za dobivanje ATP-a prilikom aktivnosti? Bitan je jer ova reakcija može ići i u suprotnom smjeru, a upravo se to događa prilikom vježbe kada je potrebna energija! U tim trenucima potrebe, fosfat se s kreatin-fosfata prenosi na adenozin difosfat (ADP) te nastaje ATP koji dalje služi kao gorivo za dobivanje energije. Stvaranje kreatina u našem organizmu počinje u bubrezima, a konačno se formira u jetri iz koje se pušta u krvotok. Jednom kada kruži u organizmu, u mišićnu stanicu ulazi putem posebnih transportnih sustava, a tjelesnom aktivnošću se njegovo iskorištenje povećava (Hall i Trojjan., 2013). Prema svemu navedenom, cilj suplementacije je opskrba stanica kreatinom radi olakšanja sinteze ATP-a i kreatin-fosfata te odgode pojave umora. Međutim, zbog vanjskog unosa kreatina (oralnim putem) dolazi do smanjenja uobičajene sinteze kreatina u organizmu, no mjesec ili dva nakon prestanka unosa se produkcija u organizmu vraća u ravnotežu (Štalić i sur., 2016). Kako dodaju Hall i sur. (2013), treba imati na umu da zalihe kreatina nisu neograničene, a mogu iznositi najviše 160g, stoga osobe čija je zaliha adekvatna neće imati značajnih benefita od suplementacije. Nakon mnogih istraživanja, pokazalo se kako kreatin kao suplement pospješuje mišićnu funkciju i izvedbu općenitih kratkotrajnih, visokointenzivnih vježbi otpornosti poput čučnja s težinom ili vertikalnog skoka. Također, djeluje na povećanje mišićne i nemasne tjelesne mase. Međutim, učinak kreatina nije dokazan na aktivnosti specifične za određeni sport, poput plivanja ili tenisa.

### **2.4.2. Dostupni oblici**

Najviše istražen i najviše konzumiran oblik je kreatin monohidrat, stoga su i preporuke rađene za konzumaciju monohidrata. Kreatin je općenito bezokusni prah koji se lako otapa u

tekućinama, ali prodaje se i u obliku tableta i kapsula. Ponekad se na tržištu nađe u kombinaciji sa fosfatom (Butts i sur., 2017). Uz to, neki od ostalih dostupnih oblika su soli kreatina (kombinacija kreatina s organskim kiselinama):

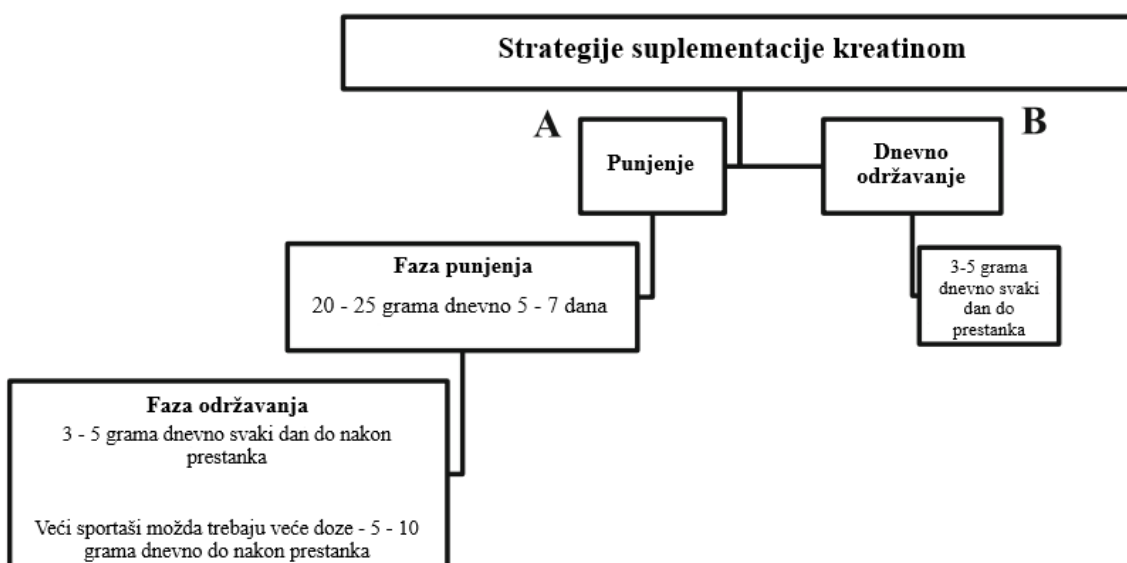
- Kreatin piruvat
- Kreatin citrat
- Kreatin malat

Međutim, nema nikakvih znanstvenih dokaza da su drugi oblici sigurniji ili učinkovitiji od monohidrata.

Prehranom se unosi putem hrane životinjskog porijekla (kaže se da je „karninutrijent“), primarno ribe i mesa, a vrlo malo iz mliječnih proizvoda (Brosnan i Brosnan, 2016). S obzirom na to da dnevne potrebe unosa iznose oko 2 grama, a pola od toga se sintetizira u tijelu, druga polovina se mora unesti hranom, zbog čega postoji mogućnost deficita kreatina u osoba koje prakticiraju vegansku i vegetarijansku prehranu. Određeni izvori mogu sadržavati od 4 do 10 grama kreatina po kilogramu namirnice (Šatalić i sur., 2016), a kreatin će se jednako apsorbirati neovisno o izvoru. Mogući su mali gubitci tijekom termičke obrade.

### 2.4.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije

Ukoliko se rekreativni sportaš odluči na suplementaciju kreatinom, preporuča se unos u dvije faze, a to su faza punjenja i faza održavanja, a shematski prikaz slijedi.



**Slika 3.** Strategije suplementacije kreatinom (Antonio i sur., 2021)

Faza punjenja traje od 5 do 7 dana (ne dulje), ukupni unos bi trebao iznositi od 20 do 25 grama, a maksimalno 30g. Za uspješan početak suplementacije bilo bi poželjno da osoba unosi bar 0.3 grama po kilogramu tjelesne mase minimalno 3 dana (Butts i sur., 2017). Unos bi se trebao rasporediti kroz dan na bar 4 puta, a može i 5. Obično se po dozi unosi 5 grama jer bi unos 10 ili više grama u jednom navratu mogao izazvati probavne smetnje. Ukoliko je lakše podnijeti konzumaciju, kreatin se može uzimati uz obroke. Kako navode Šatalić i suradnici (2016), u ovoj fazi je najočitiiji brzi prirast na tjelesnoj masi, tako da muškarci mogu biti teži za 1.5 kilogram, a žene do 750 grama. Međutim, faza punjenja nije nužna ukoliko rekreativac planira koristiti suplementaciju kreatinom kroz dulje vrijeme i želi izbjeći dobitak na tjelesnoj masi koji je posljedica faze punjenja. Ipak, ako je cilj maksimalno iskoristiti ergogeni učinak kreatina u malo vremena, faza punjenja je preporučena (Antonio i sur., 2021).

Nakon tjedan dana slijedi faza održavanja gdje se unos značajno smanjuje, preporučeni ukupni unos kreatina iznosi od 3 do 5 grama, a donja granica može biti i 2 grama. Preporuča se da održavanje traje 4 do 6 tjedana, a maksimalno 12 tjedana iako znanstveno nisu dokazani štetni učinci dugotrajne upotrebe.

#### **2.4.4. Prednosti i nedostaci**

Kreatin nikada nije bio reguliran ili zabranjen od strane Međunarodnog olimpijskog odbora, Svjetske antidopinške agencije ni drugih tijela jer kroz istraživanja kratkotrajna, a ni dugotrajna konzumacija nije pokazala nikakve zamjetne štetne učinke ni postojanje letalne doze. Iako se pretpostavljalo da bi mogao utjecati na bubrežnu funkciju jer se izlučuje putem bubrega, ta hipoteza nema znanstvenu potvrdu. Najvidljiviji učinak suplementacije kreatinom je povećanje tjelesne mase zbog zadržavanja vode, što ovisno o ciljevima može biti prednost i nedostatak. Ako ste rekreativac čiji je cilj otrčati kraću utrku, a tek ste počeli s dodatnim unosom kreatina, vaša nova povećana tjelesna masa može otežati izvedbu. Međutim, rekreativni sportaši se najčešće odlučuju na suplementaciju kreatinom kada krenu s treninzima opterećenja u teretani, zbog čega je povećanje mišićne, pa tako i tjelesne mase poželjno (rjeđe kod žena).

Za bavljenje timskim sportovima je karakteristično da uključuju kombinaciju anaerobnih i aerobnih vježbi, a to zahtjeva i izdržljivost i snagu. Prema tome Butts i sur. (2017) predlažu da bi suplementacija kreatinom kod rekreativnih sportaša mogla prevenirati gubitak snage tijekom aerobne aktivnosti.

Također, sve je više istraživanja koja istražuju uporabu kreatina u općoj populaciji koja predlažu da bi kreatin mogao biti uvjetno esencijalan sastojak. Kako navode Kreider i Stout (2021), kroz ispitivanja učinka kreatina na razne organske sustave pokazalo se da između ostalog djeluje i na smanjenje kolesterola, akumulacije masti u jetri ta da ima antioksidativna svojstva.

Mali je broj simptoma koji su istaknuti kao negativna strana konzumacije kreatina, a jedan od njih je pojava mučnine. Kao rješenje Šatalić i sur. (2016) navode kao preporuku unos kreatina uz obroke. Naravno, ponovno se poziva na razumno doziranje i ovog suplementa.

**Tablica 5.** Sažetak pozitivnih i negativnih učinaka kreatina (Hall i Trojian., 2013)

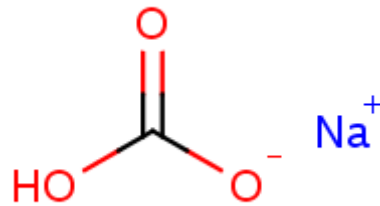
| Prednosti                | Nedostatci              |
|--------------------------|-------------------------|
| povećanje tjelesne mase  | povećanje tjelesne mase |
| povećan broj ponavljanja | mučnina                 |
| veća mišićna jakost      | proljev                 |
| povećanje izdržljivosti  | grčevi                  |
| povećanje brzine         | ukočenost mišića        |
| veća ukupna snaga        | nadutost                |
| poboljšanje izvedbe      |                         |

Prema svemu navedenom, kreatin bi se mogao preporučiti osobama koje se interesiraju za vježbe snage pod opterećenjem, a cilj im je povećati mišićnu i smanjiti masnu masu te žele poraditi na „toniranju“ svojih mišića (Cooper i sur., 2012). Još je bolji suplement za osobe koje, uz kvalitetnu prehranu, treniraju s ciljem povećanja tjelesne mase, jer povećanje mase koje donosi suplementacija kreatinom može biti motivirajuće za još bolju prehrambenu podlogu i kvalitetno treniranje.

## 2.5. SODA BIKARBONA

Soda bikarbona je kristalni bijeli prah koji se može naći u gotovo svakom kućanstvu, a koristi se u razne svrhe, od kuhanja, čišćenja, uklanjanja mirisa pa sve do upotrebe u njezi kože ili suplementacije. Prilikom tjelovježbe u organizmu dolazi do stanja stresa te pada pH vrijednost

mišića, a zbog svoje karakteristične lužnatosti pretpostavilo se da bi soda bikarbona mogla imati važnu ulogu u održavanju pH ravnoteže.



**Slika 4.** Kemijska struktura natrijevog hidrogenkarbonata (sode bikarbone)  
(ChEBI, 2023)

### 2.5.1. Mehanizam, metabolizam i posljedični učinci sode bikarbone

Soda bikarbona ima svoj stručniji naziv, a to je natrijev bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) koji se lako otapa u vodi te se razlaže na ione: natrijev ( $\text{Na}^+$ ) i bikarbonatni ion ( $\text{HCO}_3^-$ ). Nakon unosa dospijeva u želudac gdje se susreće sa snažnom želudčanom, to jest klorovodičnom kiselinom ( $\text{HCl}$ ). Kao konačni produkti reakcije između želudčane kiseline i iona koji čine sodu bikarbonu nastaju voda i ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ). Nastali  $\text{CO}_2$  se mora ispustiti iz organizma, ali taj proces je spor. Također, što je veća koncentracija unesene sode, proporcionalno je veća produkcija  $\text{CO}_2$  koji se jednako sporo otpušta iz organizma. Tu dolazi do pojave gastrointestinalnih problema koji su posljedica nakupljanja plinova, poput nadutosti, vjetrova i podrigivanja (Grgić i sur., 2021). Ako je unos sode bikarbone prevelik, dio se neće probaviti u želudcu zbog manjka želudčane kiseline s kojom bi mogla reagirati, pa će neprobavljeni dio dospjeti u tanko crijevo gdje će se apsorbirati. Ovako bi izgledao mehanizam probave sode.

Tijekom tjelesne aktivnosti dolazi do nastajanja laktata, odnosno mliječne kiseline koja se nakuplja i utječe na smanjenje intenziteta vježbe. Kako je već spomenuto u radu, već u prvim sekundama tjelesne aktivnosti visokog intenziteta se potroši zaliha ATP-a koji se mora sintetizirati za daljnju izvedbu. On se nadomješta kroz nekoliko biokemijskih puteva, od kojih je također jedan već spomenut, a to je preko kreatin-fosfata. Posljedica nadomještanja ATP-a nakon snažne mišićne kontrakcije je upravo nakupljanje laktata i pozitivno nabijenih vodikovih iona ( $\text{H}^+$  iona). Soda bikarbona ovdje pokazuje ergogeni učinak preko svog puferskog djelovanja, odnosno pridonosi održavanju ravnoteže pH tako da na sebe veže dio akumuliranih

vodikovih iona i olakšava im izlazak iz mišićne stanice što rezultira smanjenjem metaboličke kiselosti (acidoze). Ovim mehanizmom soda bikarbona djeluje na odgodu zamora mišića koja je posljedica kisele sredine nastale zbog stresa organizma, odnosno vježbe.

### **2.5.2. Dostupni oblik**

Soda bikarbona je vrlo ekonomičan proizvod koji se na tržištu najčešće nalazi u obliku praha i lako je dostupan. U svrhe suplementacije se zbog svog slanog i gorkog okusa može pakirati u kapsule kako bi ju bilo lakše konzumirati. Unos kapsulama se počeo prakticirati jer se vjeruje kako bi moglo pomoći kod smanjenja gastrointestinalne nelagode koja je posljedica produkcije CO<sub>2</sub> nakon susreta sode i želudčane kiseline. Nedostatak je taj da se u kapsule uobičajene veličine ne može staviti dovoljna količina sode koja bi izazvala ergogeni učinak, te bi ih trebalo konzumirati više odjednom ili više puta kroz dan (Grgić i sur., 2021). Prema navodu Šatalića i suradnika (2016), s obzirom na to da je najjeftiniji i najdostupniji oblik prah, najbolji način unosa bio bi otopiti dozu u 0.5L vode i popiti u nekoliko navrata.

### **2.5.3. Preporučene doze i vrijeme konzumacije**

Kroz razna istraživanja se pokazalo da doze od 100 mg/kg tjelesne mase ne pokazuju ergogeni učinak, ali zato već doze od 200 mg/kg tjelesne mase daju određene rezultate. Doze od 400 i 500 mg/kg tjelesne mase imaju izraženo ergogeno djelovanje, međutim za posljedicu imaju i značajne gastrointestinalne smetnje koje mogu dovesti do pada izvedbe. Optimalan unos koji se preporučuje kroz literaturu bi bio 300 mg/kg tjelesne mase jer pokazuje značajan ergogeni učinak, a ne izaziva velike gastrointestinalne smetnje (McNaughton i sur., 2008). Doza od 300 mg/kg tjelesne mase je otprilike 4-5 čajnih žličica sode. Kroz neka kratkotrajna istraživanja je pokazan blagi djelotvorni učinak „punjenja“, odnosno dugotrajnije suplementacije sodom, ponajviše zbog umanjenja gastrointestinalnih simptoma. Međutim, još uvijek ne postoji dovoljan broj znanstvenih radova s konstantnim sličnim rezultatima koji bi stali iza dugotrajne konzumacije i faze punjenja sodom bikarbonom.

S obzirom na to da je vrhunac koncentracije bikarbonata u krvi vrlo jedinstven te ovisi od osobe do osobe, ali i od situacije do situacije za istog pojedinca, teško se osloniti na neki određeni trenutak kada bi bilo najbolje konzumirati ovaj suplement. Jedno se kroz istraživanja pokazalo sigurnim, a to je da 60 minuta nakon konzumacije postiže značajne razine u krvotoku kod svih osoba. Prema tome Grgić i suradnici (2021) preporučaju da svatko tko krene sa



suplementacijom sodom bikarbonom u početku „eksperimentira“ s vremenom unosa od 1 pa do 3 sata prije treninga kako bi se vidio potencijalni ergogeni učinak ali i moguća pojava neugodnih simptoma.

#### 2.5.4. Prednosti i nedostaci

Trenutno najveći izazov konzumacije sode bikarbone kao suplementa je izbjegavanje neugodnih simptoma. Također, sadrži visok udio natrija („soli“) što može dovesti i do povećanja tjelesne mase zbog retencije vode. Još uvijek se ne zna postoje li dugotrajni štetni učinci, no zna se (i već je spominjano) da dovodi do određenih neugodnih simptoma te oni mogu biti razlog pada izvedbe (Grgić i sur., 2021).

Međutim, korištenje sode bikarbone se pokazalo bitnim za aktivnosti visokog intenziteta, a kratkog trajanja, od 1-8 minuta. To bi primjerice bili sprintevi ili plivanje. Također je u istraživanju koje su proveli Price i suradnici (2003) dokazano da svoje ergogeno djelovanje pokazuje kod dugotrajnih aktivnosti izmjenjivog intenziteta, poput borilačkih vještina ili tenisa. Djeluje na poboljšanje mišićne izdržljivosti što se odražava na veći maksimalni broj ponavljanja pod opterećenjem ili na maksimalno trajanje izvedbe jednakim intenzitetom (Grgić i sur., 2021). Dakle, poboljšava jednokratnu izvedbu neke aktivnosti (npr. sprint), ali i više ponavljanja iste jednokratne aktivnosti (npr. intervalni trening sprinteva na traci za trčanje; 30 sekundi trčanje, 45 - 60 sekundi hodanje). No, nešto što treba imati na umu je da postoji mogućnost da neke osobe neće imati benefita od suplementacije sodom jer njen ergogeni učinak ovisi od osobe do osobe, te netko možda uopće neće reagirati na njezino djelovanje.

**Tablica 6.** Sažetak pozitivnih i negativnih učinaka sode bikarbone (Grgić i sur., 2021)

| Prednosti                               | Nedostaci    |
|---|--------------|
| smanjenje metaboličke kiselosti         | povraćanje   |
| odgoda umora                            | mučnina      |
| poboljšanje mišićne izdržljivosti       | proljev      |
| dulje održavanje intenziteta aktivnosti | bolni grčevi |
| veći maksimalni broj ponavljanja        | vjetrovi     |
| odgoda pada u izvedbi                   | nadutost     |
| poboljšanje jednokratne izvedbe         |              |

## **2.6. KOMBINACIJE SUPLEMENATA**

S obzirom da su se navedeni suplementi pokazali djelotvornima nakon pojedinačne upotrebe, pojavila se znatiželja za potencijalnim prednostima kombinirane upotrebe.

### **2.6.1. Kofein i kreatin**

S obzirom na to da ne postoje znanstveni dokazi da bi se ova dva suplementa mogla međusobno poništavati, pretpostavilo se da bi bilo dobro početi sa suplementacijom kofeinom nakon faze punjenja kreatinom, odnosno u fazi održavanja. Iz toga je proizašla hipoteza da učinak kreatina na mišićnu snagu i izdržljivost, a kofeina na odgodu umora zajedno mogu djelovati pozitivno na treninge snage s opterećenjem ili na sportove koji zahtijevaju ponavljajuće sprinteve, npr. košarka (Burke i sur., 2013). Međutim, u istraživanju kojeg su proveli Trexler i suradnici (2016) se nije pokazala nikakva značajna razlika u performansu nakon korištenja kombinacije kreatina i kofeina u odnosu na unos pojedinačnih suplemenata. Pretpostavlja se da svaki od ovih suplemenata djeluje svojim mehanizmom, a čak i postoji mogućnost negativnog učinka jer oba dodatka mogu izazvati određene gastrointestinalne probleme. U konačnici, potrebno je još istraživanja na ovu temu, no važno je znati da kombiniranje kofeina i kreatina nema prednosti, ali još važnije, nema štetan učinak.

### **2.6.2. Kofein i soda bikarbona**

S obzirom na to da oba suplementa djeluju na faktor umora različitim mehanizmima, logika nalaže da bi zajedničko djelovanje moglo dodatno poboljšati izvedbu. Kofein „razbuđuje“ putem više organskih sustava (najznačajniji utjecaj na mozak) i smanjuje percepciju napora i boli, a soda bikarbona puferski djeluje na mišiće. Međutim malobrojna istraživanja provedena na biciklistima, plivačima i veslačima nisu pokazala nikakvu značajnu razliku u izvedbi nakon unosa kombiniranih i pojedinačnih suplemenata (Burke i sur., 2013). Za ovu kombinaciju se također predlaže još istraživanja te da treba imati na umu učinak sode bikarbone na pojavu neugodnih simptoma gastrointestinalnog sustava.

### **2.6.3. Kreatin i soda bikarbona**

Trenutno jedina kombinacija kojoj je dokazan djelotvoran zbrojni učinak, doduše kroz manji broj istraživanja, je kombinacija kreatina i sode bikarbone. Kako navode Grgić i suradnici

(2021) provedeno istraživanje sa plivačicama i taekwondoistima je pokazalo poboljšanje izvedbe koje se odrazilo na povećanoj brzini plivačica i povećanoj najvišoj snazi izvedbe kod taekwondoista. Viđena je odgoda u dostizanju vrhunca snage pojedinca u vježbi, što je omogućilo da se kasnije krene smanjivati izvedba, a to je produljilo ponavljanja kratkotrajnih aktivnosti visokog intenziteta. Koristile su se doze od 20 grama kreatina u kombinaciji sa 300 ili 500 miligrama sode bikarbone po kilogramu tjelesne mase sportaša. Međutim, predlažu se daljnja istraživanja iako su trenutno poznati rezultati obećavajući.

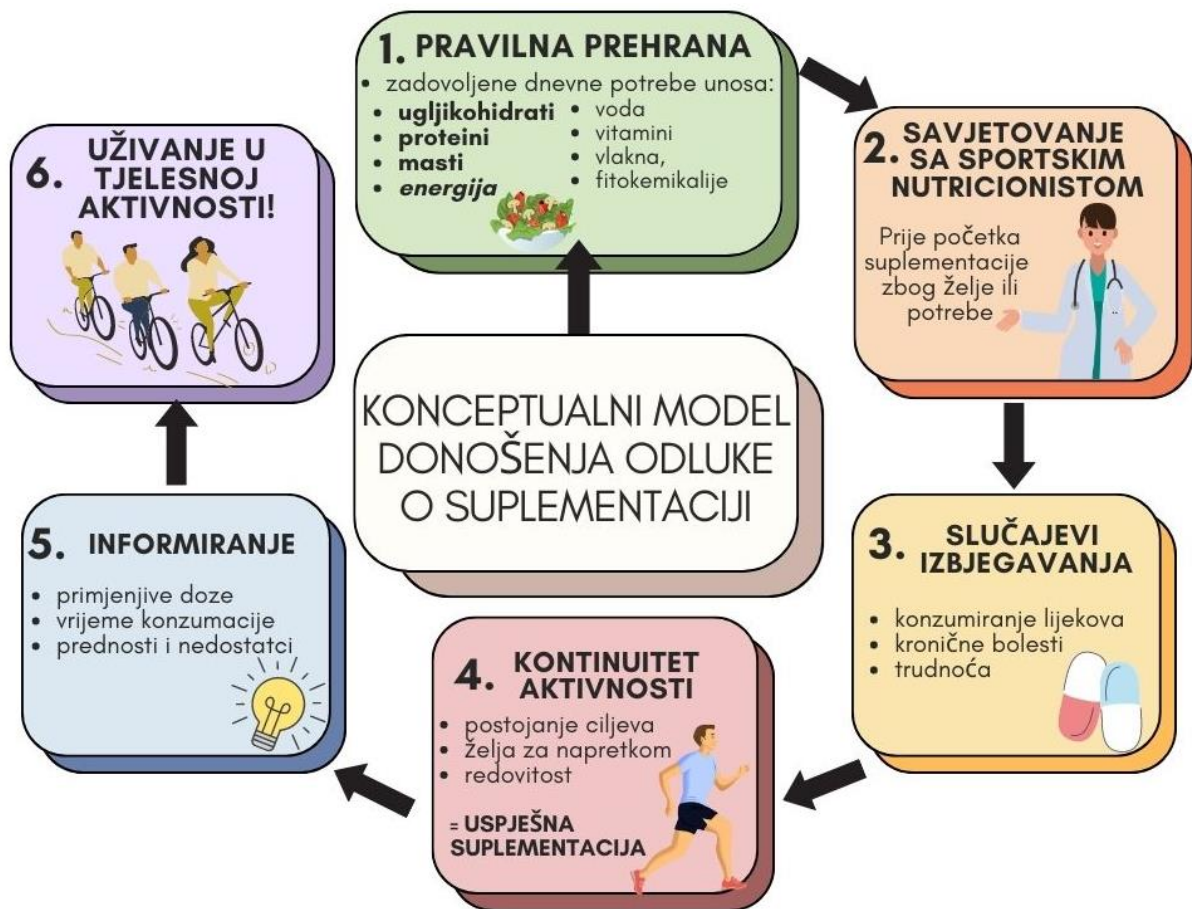
Komercijalno dostupan oblik je Kre-Alkalyn, puferirani kreatin monohidrat, odnosno ukapsulirani kreatin sa sodom bikarbonom. Obično se u jednoj kapsuli nalazi oko 1250 do 1500mg ove kombinacije, od kojih je bar 1100 miligrama kreatina, a u jednom navratu se savjetuje uzimanje 2 kapsule. Točan sastav kapsula ovisi od proizvođača do proizvođača.

## **2.7. MODEL DONOŠENJA ODLUKE O SUPLEMENTACIJI**

Nakon svega o čemu je pisano u ovom radu, može se uobličiti nekoliko kratkih koraka prema kojima bi se donijela odluka o suplementaciji:

1. Osvrnuti se na vlastitu prehranu i pokušati uočiti potencijalne deficite. Važno je zadovoljiti dnevne potrebe za energijom i unosom makronutrijenata te esencijalnih tvari.
2. Ako postoji želja za suplementacijom ili nedovoljan unos hranom, bilo bi korisno se posavjetovati sa stručnom osobom o potrebi za dodatcima, te ako ona postoji, o vrsti i dozama.
3. Valjalo bi izbjegavati dodatke prehrani ukoliko se koriste lijekovi ili postoji prisutnost kroničnih stanja organizma.
4. Poželjno je imati kontinuitet rekreativnog bavljenja sportom kako bi uzimanje suplemenata pokazalo svoj učinak. Osvrnuti se na svoju izvedbu i moguća poboljšanja ukoliko rekreativac nastoji postići neke napretke u svom bavljenju sportom.
5. Treba se informirati o dozama, vremenu unosa te pozitivnim i negativnim posljedicama suplementacije.
6. Uživati u tjelesnoj aktivnosti!

Prijenos informacija navedenih u prethodnih 6 točaka, primjenom načela konceptualnog modeliranja, slikovno bi se mogao prikazati slikom 5.



**Slika 5.** Slikoviti prikaza koraka u donošenju odluke o suplementaciji

Ferreira (2014) pojašnjava kako je oblik komunikacijskog alata u formi slike za digitalno okruženje ustvari informacijska grafika tj. infografika koja se izrađuje prvenstveno. Kod infografike se kroz vizualno zanimljiv dizajn želi prezentirati informacije, podatke ili znanja. Njezin izraz ima potpunog smisla, jer duboko u našim umovima, vidjeti i razumjeti isprepleteni su procesi. Razumijemo jer vidimo (Arnheim, 2014) je osnovno načelo infografike, te je to predstavljeno u slici 6.



Slika 6. Infografika za donošenje odluke o suplementaciji.

Pravila infografike i konceptualnog modeliranja su prema Byrne (2023) polazi od razmatranja dizajna instrukcija i isporuke kroz praktičan skup vodećih pitanja i heuristike, što je i navedeno kroz slike 5 i 6.

### 3. ZAKLJUČCI

1. Sportska prehrana i adekvatan unos vode moraju biti na prvom mjestu; suplementacija je nadogradnja
2. Prije upotrebe treba se informirati o djelovanju određenog dodatka te se posavjetovati sa stručnjakom
3. Svi suplementi imaju svoje prednosti i mane te treba ostati unutar okvira preporuka vezanih za doze i vrijeme unosa određenog suplementa.
4. Prije početka suplementacije valja postaviti ciljeve sportskog napretka rekreativca te sukladno tomu odabrati dodatak ili kombinaciju kojim će ih dostići.
5. Neke od općenitih očekivanih ergogenih učinaka suplementacije su:
  - a) odgoda umora
  - b) povećanje mišićne snage
  - c) produljenje trajanja aktivnosti zbog veće izdržljivosti
6. Djelovanje kofeina očituje se na raznim organskim sustavima, najznačajniji utjecaj ima na mozak, odnosno središnji živčani sustav, te povećava budnost, a umanjuje percepciju napora pa se preporučuje za aktivnosti koje zahtijevaju izdržljivost, ali i za druge aktivnosti.
7. Najčešći i najviše istražen oblik kreatina je kreatin monohidrat, te se njegova uporaba preporuča za aktivnosti koje zahtijevaju snagu, a unosi se u fazama; faza punjenja i faza održavanja, odnosno, ovisno o situaciji, faza punjenja se može preskočiti.
8. Soda bikarbona djeluje na odgodu umora izazvanu povećanjem kiselosti mišića, ali njen unos često izaziva neugodne gastrointestinalne smetnje.
9. Konceptualni modeli i infografike su izvrstan način prijenosa tekstualnih podataka, o odluci za suplementacijom, u informaciju tj. jednoznačnu poruku i prijenos sistematiziranog znanja.

#### 4. LITERATURA

1. Alonso M, Fernández-García B (2020) Evolution of the use of sports supplements. *PharmaNutrition* **14**, <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100239>
2. Antonio J, Candow D, Forbes S, Gualano B, Jagim A, Kreider R i sur. (2021) Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? *J Int Soc Sports Nutr* **18**, 13 <https://dx.doi.org/10.1186/s12970-021-00412-w>
3. Arnheim, R. (2012) Excerpted from The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization by Alberto Cairo. [https://www.elartefuncional.com/images/Intro\\_chapter1.pdf](https://www.elartefuncional.com/images/Intro_chapter1.pdf) Pristupljeno 29. lipnja 2023.
4. Copyright © 2012. Used with permission of Pearson Education, Inc. and New Riders
5. Brosnan ME, Brosnan JT (2016) The role of dietary creatine. *Amino Acids* **48**, 1785–1791 <https://dx.doi.org/10.1007/s00726-016-2188-1>
6. Burke L, Castell L, Stear S (2009) BJSM reviews: A–Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 1. *Br J Sports Med* **43**, 728 <https://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.063941>
7. Burke L, Desbrow B, Spriet L (2015) Caffeine for Sports Performance, Human Kinetics, Champaign IL.
8. Butts J, Jacobs B, Silvis M (2018) Creatine Use in Sports. *Sports Health* **10**, 31-34 <https://dx.doi.org/10.1177/1941738117737248>
9. ChEBI (2023) CHEBI:27732 - caffeine. ChEBI - Chemical Entities of Biological Interest. <https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:27732>. Pristupljeno 1. svibnja 2023.
10. ChEBI (2023) CHEBI:32139 - sodium hydrogencarbonate. ChEBI - Chemical Entities of Biological Interest. <https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:32139>. Pristupljeno 1. svibnja 2023.
11. Christensen PM, Shirai Y, Ritz C, Nordsborg NB (2017) Caffeine and bicarbonate for speed. A meta-analysis of legal supplements potential for improving intense endurance exercise performance. *Front Physiol* **8**, 240 <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00240>

12. Close G, Hamilton D, Philip A, Burke L, Morton J (2016) New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radic Biol Med* **98**, 144-158 <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016>
13. Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenet A (2012) Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: An update. *J Int Soc Sports Nutr* **9**, 33 <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>
14. De Olivera L, Saunders B, Yamaguchi G, Swinton P, Artioli G (2020) Is Individualization of Sodium Bicarbonate Ingestion Based on Time to Peak Necessary? *Med Sci Sports Exerc* **52**, 1801 <https://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000002313>
15. Dwyer J, Coates P, Smith M (2018) Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. *Nutrients* **10**, 41 <https://doi.org/10.3390/nu10010041>
16. Ferreira J (2014) Infographics: An Introduction. [https://www.researchgate.net/publication/266082644\\_Infographics\\_An\\_introduction#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/266082644_Infographics_An_introduction#fullTextFileContent) Pristupljeno 29. lipnja 2023.
17. Grgic J (2022) Exploring the minimum ergogenic dose of caffeine on resistance exercise performance: A meta-analytic approach. *Nutr* **97**, 111604 <https://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111604>
18. Grgic J, Grgic I, Pickering C, Schoenfeld B, Bishop D, Pedisic Z (2020) Wake up and smell the coffee: Caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *Br J Sports Med* **54**, 1–9 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100278>
19. Grgic J, Pedisic Z, Saunders B, Artioli G, Schoenfeld B, McKenna M i sur. (2021) International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *J Intl Soc Sports Nutr* **18**, 61 <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00458-w>
20. Grgic J, Sabol F, Venier S, Mikulic I, Bratkovic N, Schoenfeld BJ i sur. (2019). What dose of caffeine to use: acute effects of 3 doses of caffeine on muscle endurance and strength. *Int J Sports Physiol Perform* **15**, 470-477 <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2019-0433>
21. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM i sur. (2021) International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr* **18**, 1 <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
22. Hall M, Trojian TH (2013) Creatine Supplementation. *Curr Sports Med Rep* **12**, 240-244 <https://dx.doi.org/10.1249/JSR.0b013e31829cdf2>



23. Iwasa-Madge K, Sesbreno E (2022) A Proposed Conceptual Sport Nutrition Approach for Athlete Development and Assessment: The Athlete Nutrition Development Approach. *Sports Med - Open* **8**, 142 <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00532-w>
24. Jäger R, Purpura M, Shao A, Inoue A, Inoue T, Kreider R (2011) Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino acids* **40**, 1369–1383 <https://dx.doi.org/10.1007/s00726-011-0874-6>
25. Kilding AE, Overton C, Gleave J (2012) Effects of Caffeine, Sodium Bicarbonate, and Their Combined Ingestion on High-Intensity Cycling Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **22**, 175-183 <https://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.22.3.175>
26. Kreider R, Stout J (2021) Creatine in health and disease. *Nutrients* **13**, 447 <https://dx.doi.org/10.3390/nu13020447>
27. Lane S, Areta J, Bird S, Coffey V, Burke L, Desbrow B i sur. (2013) Caffeine ingestion and cycling power output in a low or normal muscle glycogen state. *Med Sci Sports Exerc* **45**, 1577-1584 <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828af183>
28. Lordan R (2021) Notable Developments for Vitamin D Amid the COVID-19 Pandemic, but Caution Warranted Overall: A Narrative Review. *Nutrients* **13**, 740 <https://doi.org/10.3390/nu13030740>
29. Lystrup R, Leggit J (2015) Caffeine toxicity due to supplement use in caffeine—naïve individual: A cautionary tale. *Mil Med* **180**, e936-e940 <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00045>
30. Matson LG, Tran ZV (1993) Effects of Sodium Bicarbonate Ingestion on Anaerobic Performance: A Meta-Analytic Review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **3**, 2-28 <https://dx.doi.org/10.1123/ijsn.3.1.2>
31. Maughan RJ, King DS, Trevor L (2004) Dietary supplements. *J Sports Sci* **22**, 95-113 <https://doi.org/10.1080/0264041031000140581>
32. McNaughton L, Siegler J, Midgley A (2008) Ergogenic Effects of Sodium Bicarbonate. *Curr Sports Med Rep* **7**, 230-236 <https://dx.doi.org/10.1080/19390211.2021.1942381>
33. Mero AA, Keskinen KL, Malvela MT, Sallinen JM (2004) Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. *J Strength Cond Res* **18**, 306–310 <https://dx.doi.org/10.1519/00124278-200405000-00019>
34. Mesa J, Ruiz J, González-Gross M, Gutiérrez Sáinz Á, Castillo Garzón M (2002) Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med* **32**, 903-944 <https://dx.doi.org/10.2165/00007256-200232140-00003>

35. Molinero O, Márquez S (2009) Revisión use of nutritional supplements in sports: Risks, knowledge, and behavioural-related factors. *Nutr Hosp* **24**, 128-134 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226744006>. Pristupljeno 25. travnja 2023.
36. Murray A, Traylor J (2022) Caffeine Toxicity. NIH - National Library of Medicine; StatPearls Publishing, Treasure Island FL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532910/>. Pristupljeno 26. travnja 2023.
37. NIH (2021) Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance, Fact Sheet for Consumers. NIH-National Institutes of Health, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-Consumer/>. Pristupljeno 16. travnja 2023.
38. NIH (2022) Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance, Fact Sheet for Health Professionals. NIH-National Institutes of Health, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/>. Pristupljeno 16. travnja 2023.
39. NIH (2023) Dietary Supplements: What You Need to Know. NIH-National Institutes of Health, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/WYNTK-Consumer/>. Pristupljeno 16. travnja 2023.
40. Nikityuk D, Latkov N, Suslov N, Poznyakovskiy V (2017) Biologically active natural complexes in resolving high-priority issues of sport nutrition. *Hum Sport Med* **17**, 64-76 <https://dx.doi.org/10.14529/hsm170408>
41. Ostojić SM (2021) Creatine as a food supplement for the general population. *J Funct Foods* **83**, 104568 <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104568>
42. Pickering C, Grgic J (2019) Caffeine and Exercise: What Next? *Sports Med* **49**, 1007-1030 <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01101-0>
43. Price M, Moss P, Rance S (2003) Effects of sodium bicarbonate ingestion on prolonged intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc* **35**, 1303-1308 <https://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000079067.46555.3C>
44. Salinero J, Lara B, Del Cosco J (2019) Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Res Sports Med* **27**, 238-256 <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1552146>
45. Silver MD (2001) Use of ergogenic aids by athletes. *J Am Acad Orthop Surg* **9**, 61-70 <https://dx.doi.org/10.5435/00124635-200101000-00007>
46. Smith A, Fukuda D, Kendall K, Stout J (2010) The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity

- exercise on aerobic and anaerobic performance. *J Intl Soc Sports Nutr* **7**, 10  
<https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-10>
47. Šatalić Z, Sorić M, Mišigoj-Duraković M (2016) Sportska prehrana, 2. izd, Znanje, str. 221-251.
48. Tokish J, Kocher M, Hawkins R (2004) Ergogenic aids: A review of basic science, performance, side effects, and status in sports. *American Journal of Sports Medicine* **32**, 1543-1553 <https://doi.org/10.1177/0363546504268041>
49. Trexler E, Smith-Ryan A, Roelofs E, Hirsch K, Persky A, Mock M (2016) Effects of coffee and caffeine anhydrous intake during creatine loading. *J Strength Cond Res* **30**, 1 <https://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000001223>
50. Williams MH, Branch JD (2000) Ergogenic aids for improved performance. U: Garrett WE, Kirkendall DT, (ured.) Exercise and Sport Science. Williams and Wilkins, Philadelphia, Pa: Lippincott, str. 373-384

## Izjava o izvornosti

Ja \_\_\_\_\_Ema Slabak\_\_\_\_\_ izjavljujem da je ovaj završni 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